BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক চালুকৃত পরিমার্জিত ও সংশোধিত সিলেবাস অনুযায়ী ৪ বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের সিভিল, আর্কিটেকচার, আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টেরিয়র ডিজাইন এবং এনভায়রনমেন্টাল টেকনোলজির ৪র্থ পর্বের ছাত্রছাত্রীদের জন্য প্রণীত

কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১

Construction Process-1

বিষয় কোড : ৬৪৪৪

রচনায়

বিকাশ চন্দ্র মণ্ডল

চীফ ইনস্ট্রাক্টর (সিভিল)

খুলনা পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট; খুলনা

সহযোগিতায়

ইঞ্জিনিয়ার হারুন-অর-রশিদ

বিএসসি-সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং (ডুয়েট)

প্রভাষক ও বিভাগীয় প্রধান

(সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগ)

ওয়েস্ট কোস্ট ইনস্টিটিউট অব ম্যানেজমেন্ট অ্যান্ড টেকনোলজি; ঢাকা

ইনস্ট্রাক্টর (সিভিল)

আমদা ইনস্টিটিউট অব ইঞ্জিনিয়ারিং অ্যান্ড টেকনোলজি; ঢাকা

হক পাবলিকেশনস্

HAQUE PUBLICATIONS

৩৮, বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০।

প্রকাশক

হক পাবলিকেশনস্-এর পক্ষে

হাজী জাহানারা হক

৩৮ বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা-১১০০

ফোন ঃ ৯৫৮০৩৭০

[প্রকাশক কর্তৃক সকল স্বত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম সংস্করণ

১ মার্চ ১৯৯৯

পরিমার্জিত ও সংশোধিত সংস্করণ

নবম প্রকাশ

১ ফেব্রুয়ারি ২০১৭

প্রচ্ছদ পরিকল্পনায়

ডিজাইন প্লাস

চিত্রাঙ্কনে

জি. মাওলা কম্পিউটারস্

কম্পিউটার কম্পোজে

জি. মাওলা কম্পিউটারস্

মুদ্রণে

জি. মাওলা প্রিন্টিং প্রেস

৩৪ শ্রীস দাস লেন, বাংলাবাজার, ঢাকা-১১০০

ISBN : 978-984-8980-02-6

[বাংলাদেশ পুস্তক প্রকাশক ও বিক্রেতা সমিতি কর্তৃক গৃহীত]

মূল্য (MRP) ঃ ২০০.০০ টাকা মাত্র

লেখকের কিছু কথা

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক ২০১৩ সাল হতে চালুকৃত নতুন সিলেবাস অনুযায়ী সিভিল, আর্কিটেকচার, আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইনটেরিয়র ডিজাইন এবং এনভায়রনমেন্টাল টেকনোলজির ছাত্রছাত্রীদের ৪র্থ পর্বের জন্য **"কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১"** বিষয়ের জন্য এ বই প্রণয়ন করেছি। এতে সিলেবাস অনুযায়ী বিষয়বস্তুর বিন্যাস করেছি এবং মেট্রিক পদ্ধতিতে যাবতীয় হিসাব উপস্থাপন করেছি। আশা করি বইটি পাঠে ছাত্রছাত্রীরা উপকৃত হবে। প্রত্যেক অধ্যায়ের শেষে বোর্ডের প্রশ্নপত্রের আলোকে অতি সংক্ষিপ্ত, সংক্ষিপ্ত এবং রচনামূলক প্রশ্ন সংযোজন করেছি।

বইটি প্রণয়নে দেশি/বিদেশি যে সকল লেখকের বইয়ের সাহায্য নিয়েছি, তাদেরকে কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছি। বইটি প্রণয়নকালে যে সকল সহকর্মী আমাকে বিভিন্নভাবে সাহায্য করেছেন তাদের সকলের নিকট আমি ঋণী। জনাব মোঃ নুরুল হক, চীফ ইনস্ট্রাক্টর (ইলেক) ফেনী পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট এবং ছোট ভাই প্রাইম পাবলিকেশনস এবং নোয়াখালী আইডিয়াল পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট-এর পরিচালক মোঃ আশরাফুল হক আলো-এর অনুরোধ ও উৎসাহে এ বই-এর পাণ্ডুলিপি প্রণয়ন করেছি। এজন্য তাকে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। বইটি প্রকাশ করায় **হক পাবলিকেশনস্-এর স্বত্বাধিকারিণী মিসেস জাহানারা হককে**ও ধন্যবাদ জানাচ্ছি।

বইটিতে মুদ্রণজনিত ভুলত্রুটি থাকতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে সংশোধনের আশা রাখি। পরিশেষে বলতে চাই যে, যাদের উদ্দেশ্যে বইটি প্রণীত হচ্ছে তাদের যদি সামান্যও উপকারে আসে তবে আমার এ প্রচেষ্টা সার্থক হবে।

ধন্যবাদান্তে

বিকাশ চন্দ্র মণ্ডল

খুলনা।

উৎসর্গ

পরম শ্রদ্ধেয়

মা ও বাবা'কে

-লেখক

Syllabus

6444 **Construction Process-1**

T	P	C
3	3	4

AIMS

- To apply relevant theory and practice of concrete construction and its quality control methods.
- To provide understanding and skills for construction and supervision of all type of foundations.
- To assist on understanding the process, techniques and materials used in different types of masonry.

SHORT DESCRIPTION

Concrete, Foundation, Shallow foundation, Deep foundation, Brick masonry, Composite masonry, Partition wall, Cavity wall.

DETAILS DESCRIPTION

Theory :

1. **Understand the features of concrete.**
   - 1.1 State the meaning of concrete.
   - 1.2 Mention the different kinds of concrete.
   - 1.3 List the uses of concrete in the construction industry.
   - 1.4 List the ingredients of different kinds of concrete.
   - 1.5 Mention the functions of ingredients of concrete.
   - 1.6 Mention the advantages and limitations of concrete.
   - 1.7 Write the characteristics of materials used in concrete.
2. **Understand the properties of concrete.**
   - 2.1 Define the terms: strength, durability, workability, laitance and segregation.
   - 2.2 State the meaning of water-cement ratio.
   - 2.3 List the factors affecting the strength of concrete.
   - 2.4 List the factors affecting the durability of concrete.
   - 2.5 List the factors affecting the workability of concrete.
   - 2.6 Describe the affect of water-cement ratio on the strength of concrete.
3. **Understand the techniques of proportioning, mixing, transporting, placing and compaction of concrete.**
   - 3.1 Explain the significance of proportioning the ingredients of concrete.
   - 3.2 List the methods of concrete mix design.
   - 3.3 Describe how batching of concrete mix is achieved by volume and weight.
   - 3.4 Compare the various processes used to mix concrete.
   - 3.5 Mention the advantages and limitations of ready mix concrete.
   - 3.6 State the various methods of transporting concrete.
   - 3.7 Mention the sequence of placing concrete in different situations.
   - 3.8 Describe the processes of compaction of concrete.
4. **Understand the concept of curing concrete.**
   - 4.1 State the meaning of curing.
   - 4.2 State how the curing process affects the strength of hardened concrete.
   - 4.3 Describe the different methods of curing.
   - 4.4 Mention the advantages and limitations of various methods of curing.
5. **Understand the need of different tests on concrete.**
   - 5.1 Interpret standard test information to establish the properties of various types of aggregates.
   - 5.2 Express how to draw the grading curve for various sample of aggregate.
   - 5.3 Express how to determine the FM value from the grading curve.

5.4 State the necessity of the following tests on concrete:
   a. Slump test.
   b. Compressive test on hardened cube.
   c. Compressive test on hardened cylinder.

6. Understand the features of different special types of concrete.

6.1 Compare the properties of polymer concrete and super plasticized concrete.
6.2 Mention the procedure used in the production of Ferro-cement construction.
6.3 Explain the term pre-stressed concrete.
6.4 Mention the procedure used in the production of pre-stressed concrete.

7. Understand the supervisory aspects of concrete construction.

7.1 List the special precautions to be observed for concreting under water.
7.2 List the special precautions to be observed for concreting in cold weather.
7.3 List the special precautions to be observed for concreting in hot weather.
7.4 List the factors to be considered while supervising good quality concrete production.
7.5 List the factors to be considered while supervising good quality RCC construction.
7.6 List the factors to be considered while supervising good quality pre-stressed concrete construction.

8. Understand the aspects of foundation.

8.1 Define the term 'foundation'.
8.2 State the functions of foundation.
8.3 List the essential requirements of a good foundation.
8.4 List the common causes of failure of foundations.
8.5 Explain the remedial measures necessary to overcome the failure of foundations.
8.6 Mention the precautions necessary to prevent uneven settlement of foundations.

9. Understand the features of shallow foundation.

9.1 Define the term 'shallow foundation'.
9.2 Mention the advantages of shallow foundations.
9.3 Mention the limitations of shallow foundations.
9.4 Mention the suitability of various types of shallow foundations.
9.5 Draw the sketches of strip footing, wide strip footing, eccentrically loaded footing, raft foundation, combined footing, stepped strip foundation, grillage foundation.

10. Understand the features of deep foundation.

10.1 Define the term 'deep foundation'.
10.2 Mention the classification of pile foundations according to function or use, materials and composition, method of construction.
10.3 Write the advantages and limitations in each case of deep foundations.
10.4 Describe the following methods of casting and placing concrete pile foundation:
   a. Cased cast-in-situ concrete pile.
   b. Uncased cast-in-situ concrete pile.
   c. Pre-cast concrete pile.
10.5 Identify the types of hammers used for pile driving.
10.6 Describe the methods for driving concrete pile groups and placing pile caps.

11. Understand the features of brick masonry.

11.1 State the meaning of brick masonry.
11.2 List the tools required for brick masonry.
11.3 State the specific uses of brick masonry tools.
11.4 Distinguish among different types of masonry structures.
11.5 Define the following terms: header, stretcher, lap, course, bed, joint, closers, perpend.
11.6 Identify the defects in brick masonry.
11.7 List the factors to be considered while supervising brick masonry works.

12. Understand the purpose of bond in brick masonry.

12.1 State the meaning of bond in brick masonry.
12.2 Mention the functions of good brick bonding.
12.3 Describe the steps for brick lying.
12.4 Identify different types of bonds in brick masonry.
12.5 Draw the neat sketches of different types of bonds in brick masonry.
12.6 Differentiate between English and Flemish bond.
12.7 Describe the bonding arrangements around openings and corners.

13. Understand the features of composite masonry.

13.1 State the meaning of composite masonry.
13.2 Identify different types of composite masonry.
13.3 Sketch details of brick backed stone slab masonry.
13.4 Sketch details of reinforced brick masonry.
13.5 Mention the advantages and limitations of using reinforced brick masonry.
13.6 Mention the advantages and limitations of hollow clay block masonry.

14. Understand the features of partition wall.

14.1 State the meaning of partition wall.
14.2 Mention the common requirement of partition walls.
14.3 Mention the functions of partition wall.
14.4 List different types of partition walls.
14.5 Describe the procedure of construction of the following types of partition walls:
a. Brick partition wall
b. Concrete partition wall
c. Glass partition wall
d. Aluminum partition wall
e. Light weight partition wall(timber stud work, Ferro-cement plate, hollow blocks)
14.6 Mention the advantages and limitations of each type of partition walls.
14.7 Differentiate among the load bearing (main) walls and partition walls

15. Understand the features of cavity wall.

15.1 State the meaning of cavity wall.
15.2 Explain the necessity of cavity wall construction.
15.3 Sketch the general features of cavity walls.
15.4 Mention the advantages and limitations of cavity walls over solid brick walls.
15.5 Identify different types of wall ties used in cavity wall.
15.6 Determine the spacing of wall ties in used in cavity wall.
15.7 Describe the construction procedure of cavity wall.
15.8 Mention the precautions to be taken while construction of cavity wall.

Practical :

1. Draw the grading curves for various samples of aggregates to find out the FM value.
2. Determine the slump for different concrete works.
3. Conduct cube test for concrete and interpret the results.
4. Conduct cylinder test for concrete and interpret the results.
5. Construct sample brick pillars of sizes 25cm x 25cm to 75cm x 75cm with English bond.
6. Construct sample brick pillars of sizes 25cm x 25cm to 75cm x 75cm with Flemish bond.
7. Construct sample corner (L) joints of 25cm to 75cm width English bond brick wall.
8. Construct sample corner (L) joints of 25cm to 75cm width Flemish bond brick wall.
9. Construct sample tee (T) joints of 25cm to 75cm width English bond brick wall.
10. Construct sample tee (T) joints of 25cm to 75cm width Flemish bond brick wall.
11. Construct sample cross (+) joints of 25cm to 75cm width English bond brick wall.
12. Construct sample cross (+) joints of 25cm to 75cm width Flemish bond brick wall.

সূচিপত্র

অধ্যায়-১ ঃ কংক্রিটের গঠন

১.১ কংক্রিট ১৫

১.২ কংক্রিটের শ্রেণিবিভাগ ১৫

১.৩ কংক্রিটের ব্যবহার ১৫

১.৪ বিভিন্ন প্রকার কংক্রিটের উপাদানসমূহ ১৬

১.৫ কংক্রিটের উপাদানসমূহের কাজ ১৬

১.৬ কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধা ১৮

১.৭ কংক্রিটে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানের বৈশিষ্ট্য ২০

অনুশীলনী-১ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫

❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭

❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২৮

অধ্যায়-২ ঃ কংক্রিটের ধর্ম

২.০ ভূমিকা ২৯

২.১ কংক্রিটের নিম্নোক্ত ধর্মসমূহ ডিজাইনের সময় বিবেচনা করা হয় ২৯

২.২ পানি-সিমেন্ট অনুপাত ৩০

২.৩ কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ ৩১

২.৪ কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ ৩১

২.৫ কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ ৩১

২.৬ পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে ৩১

অনুশীলনী-২ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩২

❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩৩

❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩৪

অধ্যায়-৩ ঃ কংক্রিট প্রস্তুতের ধাপসমূহ

৩.০ কংক্রিটের মিক্স ডিজাইন পদ্ধতি বা কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ ৩৫
৩.১ কংক্রিট উপাদানসমূহের আনুপাতিককরণের গুরুত্ব ৩৫
৩.২ কংক্রিট উপাদানসমূহের অনুপাতিককরণ পদ্ধতি ৩৬
৩.৩ মালামালের পরিমাপকরণ ৩৯
৩.৪ কংক্রিট উপাদানসমূহের অনুপাতের হিসাব ৪০
৩.৫ কংক্রিট মিশ্রণ পদ্ধতি ৪১
৩.৬ কংক্রিট স্থানান্তরকরণ ৪২
৩.৭ কংক্রিট স্থাপন ৪৩
৩.৮ কংক্রিট দৃঢ়ীকরণ ৪৩

অনুশীলনী-৩ ঃ
❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৪
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৫
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৫

অধ্যায়-৪ ঃ কংক্রিটের কিউরিংকরণ

৪.১ কিউরিং ৪৬
৪.২ কিউরিং পদ্ধতির ফলাফল ৪৬
৪.৩ কিউরিং পদ্ধতি ৪৭
৪.৪ বিভিন্ন কিউরিং পদ্ধতির সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা ৪৭

অনুশীলনী-৪ ঃ
❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৯
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪৯
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৪৯

অধ্যায়-৫ ঃ কংক্রিটের বিভিন্ন টেস্টের প্রয়োজনীয়তা

৫.০ ভূমিকা ৫০
৫.১ আদর্শ পরীক্ষা তথ্যের ব্যাখ্যা ৫০
৫.২ গ্রেডিং চার্ট-এর ব্যাখ্যা ৫২
৫.৩ সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক ৫৩
৫.৪ কংক্রিট পরীক্ষার উদ্দেশ্য ৫৫

অনুশীলনী–৫ :

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৭
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫৮
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫৮

অধ্যায়–৬ : বিশেষ ধরনের কংক্রিট

৬.০ বিশেষ ধরনের কংক্রিট ৫৯
৬.১ পলিমার কংক্রিট ৫৯
৬.২ ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট ৬১
৬.৩ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ৬১
৬.৪ প্রি-স্ট্রেসিং-এর পদ্ধতি ৬১

অনুশীলনী–৬ :

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬২
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৩
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬৪

অধ্যায়–৭ : কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের বিষয়সমূহ

৭.১ পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন ৬৫
৭.২ ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপন ৬৫
৭.৩ গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপন ৬৬
৭.৪ কংক্রিট কাজে পরিদর্শনের বিষয়সমূহ ৬৬
৭.৫ আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ ৬৭
৭.৬ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ ৬৭

অনুশীলনী–৭ :

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৮
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬৮
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৬৮

অধ্যায়–৮ : ভিত্তি বা বুনিয়াদ

৮.১ ভিত্তি ৬৯
৮.২ ভিত্তির কাজ ৬৯
৮.৩ ভাল ভিত্তির প্রয়োজনীয়তা ৭০

৮.৪ ভিত্তির ব্যর্থতার কারণসমূহ ৭০
৮.৫ ভিত্তির ব্যর্থতার প্রতিকারের উপায়সমূহ ৭০
৮.৬ ভিত্তির অসম বসন ৭২

অনুশীলনী–৮ :

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৩
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭৪
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৭৪

অধ্যায়-৯ : অগভীর ভিত্তি

৯.১ অগভীর ভিত্তি ৭৫
৯.২ অগভীর ভিত্তির সুবিধাসমূহ ৭৬
৯.৩ অগভীর ভিত্তির সীমাবদ্ধতা ৭৬
৯.৪ বিভিন্ন ভিত্তির বর্ণনা ৭৬
৯.৫ অগভীর ভিত্তি নির্বাচন ৮৬
৯.৬ ভিত্তির গভীরতা ৮৬
৯.৭ ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় ৮৮
৯.৮ স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন ৮৯

অনুশীলনী–৯ :

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৭
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯৯
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯৯

অধ্যায়-১০ : গভীর ভিত্তি

১০.১ গভীর ভিত্তি ১০১
১০.২ পাইল ভিত্তি ১০১
১০.৩ বিভিন্ন প্রকার পাইলের বর্ণনা ১০৩
১০.৪ কংক্রিট পাইল ভিত্তি নির্মাণ ও স্থাপন কৌশল ১১৬
১০.৫ পাইল বসানো ১২৩
১০.৬ শ্রেণিবদ্ধ পাইলের কার্য ১২৭

অনুশীলনী–১০ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩২
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩৬
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৩৭

অধ্যায়-১১ ঃ ইটের গাঁথুনি

১১.০ গাঁথুনি ও উহার প্রকারভেদ ১৩৯
১১.১ ইটের গাঁথুনি ১৩৯
১১.২ ইটের গাঁথুনির কাজে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ১৪০
১১.৩ যন্ত্রপাতির বর্ণনা ১৪১
১১.৪ পাথর এবং ইটের গাঁথুনির মধ্যে তুলনা ১৪১
১১.৫ ব্রিক ম্যাসনরির কাজে ব্যবহৃত কারিগরি শব্দের পরিচয় ১৪২
১১.৬ ইটের কাজের ত্রুটি ১৪৯
১১.৭ ব্রিক ম্যাসনরির সাধারণ নিয়মসমূহ ১৪৯

অনুশীলনী–১১ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫১
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫৩
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৫৪

অধ্যায়-১২ ঃ বন্ড

১২.১ ইটের কাজে বন্ড ১৫৫
১২.২ উত্তম বন্ডের কাজ ১৫৫
১২.৩ ইটের গাঁথুনির সঠিক পদ্ধতি ১৫৬
১২.৪ বন্ডের প্রকারভেদ ১৫৮
১২.৫ বন্ডের ছবি ১৫৮
১২.৬ ইংলিশ বন্ড এবং ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা ১৬৫
১২.৭ কর্নার দেওয়ালের বন্ড ১৬৫

অনুশীলনী–১২ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭১
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭২
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৭৩

অধ্যায়-১৩ ঃ কম্পোজিট ম্যাসনরি

১৩.১ কম্পোজিট ম্যাসনরি ১৭৪
১৩.২ কম্পোজিট ম্যাসনরির প্রকারভেদ ১৭৪
১৩.৩ স্টোন স্লাব ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং ১৭৫
১৩.৪ রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি ১৭৬
১৩.৫ রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরির সুবিধাসমূহ ১৭৯
১৩.৬ হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি ১৭৯

অনুশীলনী–১৩ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮১
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮২
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৮২

অধ্যায়-১৪ ঃ পার্টিশন ওয়াল

১৪.১ পার্টিশন ওয়াল ১৮৩
১৪.২ পার্টিশন ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যসমূহ ১৮৩
১৪.৩ পার্টিশন ওয়ালের কার্য বা গুণাবলি ১৮৩
১৪.৪ পার্টিশন ওয়ালের প্রকারভেদ ১৮৪
১৪.৫ পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি ১৮৪
১৪.৬ বিভিন্ন ধরনের পার্টিশন দেওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ১৮৯
১৪.৭ দেওয়াল ১৯০

অনুশীলনী–১৪ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯১
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯২
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৯২

অধ্যায়-১৫ ঃ ক্যাভিটি ওয়াল বা ফাঁপা দেওয়াল

১৫.১ ক্যাভিটি ওয়াল ১৯৩
১৫.২ ক্যাভিটি ওয়ালের প্রয়োজনীয়তা ১৯৩
১৫.৩ ক্যাভিটি ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্য ১৯৪
১৫.৪ ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা ১৯৬

১৫.৫ এবং ১৫.৬ ওয়াল টাই ১৯৬
১৫.৭ ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি ১৯৭
১৫.৮ ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণে সতর্কতাসমূহ ১৯৮

অনুশীলনী–১৫ ঃ

❀ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯৯
❀ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০০
❀ রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২০০

ব্যবহারিক

জব নং-১ ঃ বিভিন্ন আকারের এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতার গুণাংক নির্ণয়ের জন্য গ্রেডিং কার্ভ অংকনকরণ ২০১
জব নং-২ ঃ বিভিন্ন ধরনের কংক্রিটের কাজের নতির পরিমাণ বাহিরকরণ ২০৪
জব নং-৩ ঃ কংক্রিটের তৈরি কিউবের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি পরীক্ষা ২০৬
জব নং-৪ ঃ কংক্রিটের তৈরি সিলিন্ডারের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি পরীক্ষা ২১০
জব নং-৫ ঃ (২৫ × ২৫) সেন্টিমিটার থেকে (৭৫ × ৭৫) সেন্টিমিটার আকারের সাধারণ ইটের পিলার ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২১৫
জব নং-৬ ঃ (২৫ × ২৫) সেন্টিমিটার থেকে (৭৫ × ৭৫) সেন্টিমিটার আকারের সাধারণ ইটের পিলার ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২১৮
জব নং-৭ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেওয়াল এর কর্নার বা এল জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২২০
জব নং-৮ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্ট ফ্লেমিশ ব্যান্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২২৪
জব নং-৯ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেওয়ালের টি জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২২৮
জব নং-১০ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্ট ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২৩২
জব নং-১১ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২৩৭
জব নং-১২ ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্ট ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ ২৪১

✪ সুপার সাজেশনস্ ..... ২৪৭ – ২৫৮
📖 বাকাশিবো প্রশ্নাবলি ..... ২৫৯ – ২৮৬

কংক্রিটের গঠন
(Feature of Concrete)

অধ্যায় ১

১.১ কংক্রিট (Concrete) ঃ

কংক্রিট এক ধরনের কৃত্রিম পাথরবিশেষ। বিভিন্ন অনুপাতের মোটা দানা, সরু দানা ও জমাট বাঁধাইকারী উপাদান এবং পানি সহযোগে প্রস্তুত মিশ্রণ জমাট বেঁধে কংক্রিটে পরিণত হয়। মিশ্রণটি জমাট বাঁধবার পূর্বেই প্রয়োজনীয় আকারে ঢালাই করা হয়। মোটা ও সরু দানা উপাদান নিষ্ক্রিয়, এদের কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে না অর্থাৎ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। পানির সংস্পর্শে আসলে জমাট বাঁধাইকারী উপাদানের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং জমাট বাঁধতে শুরু করে।

কংক্রিটের মূলকথা হল, সরু দানা উপাদানগুলো মোটা দানা উপাদানগুলোর মধ্যস্থ ফাঁকাগুলো পূরণ করবে। আর সরু দানা উপাদানের মধ্যে যে সূক্ষ্মতর ফাঁকাগুলো আছে, তা পূরণ করবে এবং সমস্ত উপাদানগুলোকে বেষ্টন করে রাখবে জমাট বাঁধাইকারী উপাদান। পানির সংস্পর্শে আসলে জমাট বাঁধাইকারী উপাদান জমে যায় ও সমস্ত উপাদানকে জমিয়ে শক্ত, নিশ্ছিদ্র ও নিরেট কৃত্রিম পাথরে পরিণত করে।

মোটা দানা উপাদান হিসাবে পাথরের টুকরা বা গ্রাভেলই ব্যবহৃত হওয়া উচিত। কিন্তু আমাদের দেশে এটা দুষ্প্রাপ্য ও দুর্মূল্য বলে ১নং ঝামা ইট (Picked brick) ভেঙে খোয়া তৈরি করে পাথরের টুকরার বিকল্প হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

সরু দানা উপাদান হিসাবে পাথরের গুঁড়া ও বালু ব্যবহৃত হয়। আর জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে সিমেন্ট ও চুন (Lime) ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে সিমেন্টকেই প্রধান জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

১.২ কংক্রিটের শ্রেণিবিভাগ (Kinds of concrete) ঃ

কংক্রিট এক প্রকার কৃত্রিম পাথর। এটা কোর্স অ্যাগ্রিগেট, ফাইন অ্যাগ্রিগেট, বাইন্ডিং ম্যাটেরিয়াল এবং পানির সমন্বয়ে মিশ্রিত করে প্রস্তুত করা হয়। জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে সিমেন্ট ও চুন ব্যবহৃত হয়ে থাকে। বর্তমানে সিমেন্টকেই জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা হয়। কংক্রিট চার প্রকার, যথাঃ

(ক) লাইম কংক্রিট (Lime concrete) ঃ খোয়া, চুন ও সুরকির সমন্বয়ে তৈরিকৃত কংক্রিট।

(খ) সিমেন্ট কংক্রিট (Cement concrete) ঃ খোয়া, সিমেন্ট ও বালির সংমিশ্রণে তৈরি।

(গ) আর.সি.সি. (Reinforced cement concrete) ঃ খোয়া, সিমেন্ট, বালি এবং রডের সমন্বয়ে প্রস্তুত।

(ঘ) প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট (Pre-stressed concrete)।

১.৩ কংক্রিটের ব্যবহার (Uses of concrete) ঃ

সিমেন্ট, মোটা দানা উপাদান, সরু দানা উপাদান এবং পানির সংমিশ্রণে তৈরিকৃত কংক্রিটকে সিমেন্ট কংক্রিট (Cement concrete) বলে। এটাই প্লেইন কংক্রিট হিসাবে পরিচিত। এ জাতীয় কংক্রিটের চাপ সহ্যক্ষমতা বেশি। তাই যেখানে কংক্রিটকে বেশি চাপ সহ্য করতে হয়, সেখানে এটা ব্যবহার করা হয়। যেমন– বেড ব্লক (Bed block), পুরু গ্রাভিটি ড্যাম (Massive gravity dam), গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল, কলাম এবং আর্চ ইত্যাদি।

কংক্রিট যথেষ্ট চাপ পীড়ন সহ্য করতে পারে। কিন্তু শিয়ার এবং টানা বল সহ্য করার ক্ষেত্রে বেশ দুর্বল। সুতরাং টানে কংক্রিট যাতে ফেটে বা ভেঙে না যায়, তার জন্য এর মধ্যে লোহার রড ব্যবহার করে শক্তিশালী করা হয়। এ কংক্রিটকে জোরদার কংক্রিট বা রিইনফোর্সড কংক্রিট (Reinforced concrete), সংক্ষেপে R.C.C. বলে। অতএব, কাঠামোর যে সমস্ত মেম্বারকে টানা বল এবং শিয়ার সহ্য করতে হয়, সে সমস্ত জায়গায় আর.সি.সি ব্যবহার করা হয়। যেমন– বীম, স্ল্যাব ইত্যাদি ফাঁকা জায়গার উপর নির্মাণ করা হয়। তাছাড়া যেখানে কাঠামোর চাপ বেশি পড়ে, অথচ কংক্রিটের সে চাপ সহ্য করার মত ক্ষমতা থাকে না, সেখানে কংক্রিটের মধ্যে লোহার রড ব্যবহার করে চাপ সহ্য ক্ষমতা বৃদ্ধি করা হয়। যেমন– কলাম।

অপর দিকে, বৃহৎ নির্মাণকাজে বা যেখানে স্থানান্তর খরচ কম এবং শাটারিং দুঃসাধ্য, সেখানে কাঠামো নির্মাণে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহারে আর্থিক সাশ্রয় হয়। দালানের বিভিন্ন অংশ, যেমন– কলাম, বীম, স্ল্যাব ইত্যাদি নির্মাণে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহার করা হয়।

১.৪ বিভিন্ন প্রকার কংক্রিটের উপাদানসমূহ (Ingredients of different kinds of concrete) ঃ

লাইম কংক্রিট (Lime concrete) ঃ চুন, সুরকি, খোয়া এবং পানি মিশ্রিত করে এ কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। চুনের রাসায়নিক নাম হল ক্যালসিয়াম কার্বনেট, পাথরে চুন পুড়িয়ে আমরা যে চুন পাই তা কুইক লাইম বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা আনস্লেকেড লাইম। এ চুন পানির সংস্পর্শে আসলে বা বাতাস হতে জলীয় বাষ্প টেনে নিয়ে স্লেকেড লাইম বা ফোটানো চুন বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড-এ পরিণত হয়। এ চুন ব্যবহার করে লাইম কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। বর্তমানে এ কংক্রিটের ব্যবহার খুবই সীমিত। কেবলমাত্র জলছাদ করতে এ কংক্রিট ব্যবহার করা হয়। তবে বুনিয়াদ গাঁথুনির নিচে, যেখানে কাঠামোর লোড খুবই কম, সেখানে লাইম কংক্রিট ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

সিমেন্ট কংক্রিট (Cement concrete) ঃ পূর্বপরিকল্পিত নিয়মে সিমেন্ট, বালি, ইটের খোয়া বা পাথর খোয়া দিয়ে পানিসহ নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশিয়ে এ কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। সিমেন্টকে জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা হয় বলে একে সিমেন্ট কংক্রিট বলে। এ বিভিন্ন নির্মাণ উপাদানগুলো যখন মিশ্রিত করা হয়, তখন এটা প্লাস্টিক বা নমনীয় থাকে। এ অবস্থায় যে-কোন আকারে ঢালাই করা যায়। তারপর ধীরে ধীরে শক্ত ও মজবুত হয়। সিমেন্ট ও পানিতে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয়, তার জন্য উপযোগী তাপমাত্রার বিশেষ প্রয়োজন। কংক্রিট তিনটি ধাপে শক্ত হয়, যেমন– প্রথম জমাট বাঁধা সময় ৩০ থেকে ৬০ মিনিটের মধ্যে হয়ে থাকে। এ সময় কংক্রিটের নমনীয়তা দূরীভূত হয় এবং প্রবাহমান বিলুপ্ত হয়। দ্বিতীয় স্থিতিভবন প্রথম স্থিতিভবন থেকে প্রায় ১০ ঘন্টা পর্যন্ত হয়ে থাকে। মিশ্রণের পর হতে এ পর্যায়ে কংক্রিট বেশ শক্ত হয়। যদিও উপরিভাগ তখনও কিছুটা নরম থাকে। তৃতীয় স্থিতিভবন- এ পর্যায়ে কংক্রিট দ্রুত শক্ত ও মজবুত হতে থাকে এবং কংক্রিট শক্তি সঞ্চয় করতে থাকে। এ প্রক্রিয়া প্রায় এক মাস পর্যন্ত চলতে থাকে। এ পর্যায়ে কংক্রিটের বৃহত্তম অংশে শক্তিবৃদ্ধি ও দৃঢ়ীভূত সম্পন্ন হয়।

আর.সি.সি (Reinforced cement concrete) ঃ সাধারণ কংক্রিট টানে খুব ভঙ্গুর এবং দুর্বল। যদিও চাপ সহ্য-ক্ষমতা অনেক বেশি। এটা শিয়ারেও তুলনামূলকভাবে বেশ দুর্বল। কংক্রিট যদি কাঠামোর এমন স্থানে ব্যবহৃত হয়, যেখানে তাকে টান ও শিয়ার বল সহ্য করতে হয় তাহলে এর মধ্যে লোহার রড ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের কংক্রিটকে জোরদার কংক্রিট (Reinforced Cement Concrete) বা সংক্ষেপে আর.সি.সি. (R.C.C.) বলে।

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট (Pre-stressed concrete) ঃ যে কংক্রিটে এমন পরিমাণ ও বিস্তৃতির অভ্যন্তরীণ পীড়ন প্রবর্তনা করা হয় যে, উহা বহিঃস্থ ভার হতে উদ্ভূত পীড়ন ঈপ্সিত মাত্রায় প্রশমিত করে, তাকে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট বলে।

১.৫ কংক্রিটের উপাদানসমূহের কাজ (Functions of the ingredients of concrete) ঃ

কংক্রিটের উপাদানসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। সিমেন্ট (বাইন্ডিং ম্যাটেরিয়াল হিসাবে)।
২। সরু দানা (Fine aggregate)।
৩। মোটা দানা (Coarse aggregate)।
৪। পানি (Water)।
৫। অ্যাডমিক্সার (Admixtures)।

সিমেন্ট (Cement) ঃ প্রকৌশল কাজে সিমেন্ট জমাট বাঁধাইকারী উপাদান হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কংক্রিটের বিভিন্ন উপাদানসমূহকে একত্রে ধরে রাখাই হল সিমেন্টের কাজ। চুনাপাথরের সাথে সঠিক অনুপাতে মাটি মিশিয়ে গুঁড়া করা হয় এবং মিশ্রণকে চুল্লীতে (Kiln) এ উত্তপ্ত করলে ক্লিঙ্কারে পরিণত হয়। এ ক্লিঙ্কার (Clinker) মিহি করে গুঁড়া করলে কৃত্রিম সিমেন্ট পাওয় যায়। কোথায় কোন ধরনের সিমেন্ট ব্যবহৃত হবে, তা নির্ভর করে কাজের অবস্থা এবং কাঠামোর ধরনের উপর। বিভিন্ন রকম কৃত্রিম সিমেন্টের মধ্যে পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট বেশি ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সাধারণত কংক্রিটের কাজে পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট ব্যবহৃত হয় সিমেন্টকে প্রধানত পাঁচটি গ্রুপে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট (Ordinary Portland Cement)
২ হাই অ্যালুমিনা সিমেন্ট (High Alumina Cement)
৩। সুপার সালফেট সিমেন্ট (Super Sulphate Cement)
৪। প্রাকৃতিক সিমেন্ট (Natural Cement)
৫ বিশেষ সিমেন্ট (Special Cement)।

উপরোক্ত পাঁচ প্রকার মানসম্পন্ন পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের মধ্যে American Society of Testing Materials (A.S.T.M) দুই ধরনের বিনির্দেশিকা (Specification) নির্দিষ্ট করেছেন। যথাঃ

১। A.S.T.M. type 1— যা সাধারণ কাজে ব্যবহৃত হয় এবং ২৮ দিনে প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন করে।

২। A.S.T.M. type—3 দ্রুত কঠিনীক্ষম সিমেন্ট যা ৭ দিনে বা তারও কম সময়ের মধ্যে নির্দিষ্ট শক্তি অর্জন করতে সক্ষম।

অ্যাগ্রিগেটস (Aggregates) ঃ সিমেন্ট কংক্রিটের যে সকল পদার্থ পূরক (Filler) হিসাবে ব্যবহার করা হয় তা অ্যাগ্রিগেট নামে পরিচিত। বালি, গ্রাভেল, পাথরের টুকরা ইত্যাদি অ্যাগ্রিগেট হিসাবে ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে ইটের টুকরা অ্যাগ্রিগেট হিসাবে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। সিমেন্ট কংক্রিটের মধ্যে, কংক্রিটের মোট আয়তনের প্রায় ৭৫% ভাগ অ্যাগ্রিগেট থাকে। আকৃতির (Size) উপর নির্ভর করে অ্যাগ্রিগেটকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা ঃ

১। মোটা দানা (Coarse aggregate)

২। সরু দানা (Fine aggregate)।

মোটা দানা (Coarse aggregate) ঃ অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো যদি ৪.৭৫ মিমি ($\frac{৩}{১৬}$″) চালুনির ছিদ্র দিয়ে অতিক্রম না করে সেগুলোকে মোটা দানা (Coarse aggregate) বলে। অর্থাৎ অ্যাগ্রিগেটের যে সকল কণা ৭৫ মিমি চালুনির মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে কিন্তু ৪.৭৫ মিমি চালুনিতে বাধাপ্রাপ্ত হয়, সে সকল কণাগুলোকে মোটা দানা বলা হয়। কাজের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে কোন অ্যাগ্রিগেটের আকার নির্ধারণ করা হয়। বৃহৎ কাজে (যেমন– ড্যাম) সর্বোচ্চ ২০ সেমি আকারের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা যেতে পারে। সাধারণ কংক্রিট-এর কাজে ৬৩ মিমি এবং আর.সি.সি কাজে সর্বোচ্চ ২৫ মিমি আকারের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা যেতে পারে।

শক্ত পাথরের টুকরা এবং গ্রাভেল সাধারণত অ্যাগ্রিগেট হিসাবে ব্যবহার করা হয়। আমাদের দেশে ইটের টুকরা কোর্স অ্যাগ্রিগেট হিসাবে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। এক নং পিকেড (Picked) ইটের খোঁয়া অগ্নিরোধক হিসাবে পাথরের টুকরা অপেক্ষা উত্তম তবে ইটের খোঁয়া ২৪ ঘণ্টা যাবৎ পানিতে ভিজিয়ে রাখলে যদি ১০% ভাগের বেশি ওজনে বৃদ্ধি পায়, তবে সেরূপ খোয়া ব্যবহার না করাই ভাল।

সরু দানা (Fine aggregate) ঃ যে-সব অ্যাগ্রিগেট ৪.৭৫ মিমি চালুনি দিয়ে অতিক্রম করবে তা সরু দানা বা ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসাবে পরিচিত। প্রাকৃতিক উপায়ে যে বালি পাওয়া যায়, তা ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসাবে কংক্রিটে ব্যবহার করা হয়। নদীতে, পাহাড়ে এবং হ্রদের তলদেশে বা গর্তে স্বাভাবিকভাবে বালি জমা থাকে। কংক্রিটে ব্যবহারের পূর্বে বালি ধৌত এবং পরীক্ষা করে ব্যবহার করা হয়, যাতে বালিতে কোন কাদা, সিল্ট, লবণ এবং অন্যান্য জৈব পদার্থ মিশ্রিত না থাকে। সাধারণত প্রাকৃতিক বালি, পাথরের গুঁড়া বা ঐ জাতীয় তীক্ষ্ণ কণাযুক্ত শক্ত, টেকসই পদার্থ ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসাবে ব্যবহৃত হয়। আর.সি.সি কাজে চিকন বালি অপেক্ষা মোটা বালি ব্যবহার করা উচিত। কারণ একই আয়তনবিশিষ্ট চিকন বালির পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল মোটা বালির পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বেশি। তাই নির্দিষ্ট পরিমাণ সিমেন্টে অপেক্ষাকৃত বেশি ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট চিকন বালির পৃষ্ঠদেশকে বেষ্টন করে ঝিল্লী সৃষ্টি করতে ব্যর্থ হয়। ফলে কংক্রিট দুর্বল হয়ে পড়ে। ভাল কংক্রিটের জন্য $\frac{২}{৩}$ অংশ সাধারণ মোটা বালি (এফ.এম- ১.৫ ও $\frac{১}{৩}$ অংশ সিলেট বালি (এফ.এম-২.৬) ব্যবহার করা হয়। অ্যাগ্রিগেট তীক্ষ্ণ কোণাযুক্ত, শক্ত, টেকসই, পরিষ্কার আগাছা ও আবর্জনা মুক্ত হওয়া উচিত। অ্যাগ্রিগেট সাধারণত কংক্রিটের আয়তন বৃদ্ধি করে, কোনরূপ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

পানি (Water) ঃ সিমেন্ট পানির সংস্পর্শে আসলে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে জমাট বাঁধে। পানি, বালি, সিমেন্ট ও মোটা দানার সঙ্গে মিশ্রণে পিচ্ছিলতা প্রদান করে। রাসায়নিকভাবে পানি, সিমেন্ট, বালি ও খোঁয়ার সঙ্গে আবদ্ধকারী পেস্ট তৈরি করে, যা মোটা দানা ও লৌহকে যুক্ত রাখে। তাই এমন পানি ব্যবহার করা উচিত, যা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সাহায্যকারী হয়। কংক্রিটে যে পানি ব্যবহৃত হবে, তা পরিষ্কার ও পরিস্রুত হওয়া উচিত। সাধারণভাবে পানীয় পানি কংক্রিটে ব্যবহার করা হয়। বেশি দূষিত পানি জমাট বাঁধতে ব্যাঘাত সৃষ্টি করে বা ইস্পাতের রডে মরিচা ধরিয়ে দিতে পারে। আর.সি.সি কাজে লবণাক্ত পানি, সমুদ্রের পানি ব্যবহার করা একেবারে নিষিদ্ধ। কারণ এ পানি ব্যবহার করলে রডে মরিচা ধরার আশঙ্কা বেশি থাকে। তবে কংক্রিটে সর্বোচ্চ ৩.৫% লবণ সম্বলিত পানি ব্যবহার করা যেতে পারে।

পানিতে বিভিন্ন পদার্থের সর্বোচ্চ গ্রহণযোগ্য মাত্রা নিম্নরূপঃ

১। ২০০ মিলি অম্লযুক্ত নমুনা পানিকে প্রশমিত করার জন্য ০.১ Normal NaOH—এর পরিমাণ ২ মিলি (2ml) এর বেশি হওয়া উচিত নয়।

২। ২০০ মিলি (ml) ক্ষারযুক্ত নমুনা পানিকে প্রশমিত করার জন্য ০.১ Normal Hcl–এর পরিমাণ ১০ মিলি এর বেশি হওয়া উচিত নয়।

৩। জৈব পদার্থ ০.০২%, অজৈব পদার্থ ০.৩০%, সালফেট ০.০৫% এবং ক্ষার ও ক্লোরাইডসমূহ ০.১০% এর বেশি হবে না।

৪। নমুনা পানি দ্বারা উৎপন্ন কংক্রিটের শক্তি কোন ক্রমেই পাতিত পানি (Distilled water) দ্বারা তৈরি কংক্রিটের শক্তির ৯০% এর কম হবে না।

৫। লবণ পানি ব্যবহারে কংক্রিটের শক্তির পরিবর্তন না হলেও এটা কাঠামোর স্ফোটক (Efflloresence) সৃষ্টি করে তাই এটা ব্যবহারের অনুপযোগী।

অ্যাডমিক্সার (Admixture) ঃ যে সকল পদার্থ কংক্রিটে ব্যবহার করলে কংক্রিটের গুণাগুণ বৃদ্ধি পায় তথা কংক্রিটের শক্তি বৃদ্ধি পায়, তাকে অ্যাডমিক্সার বলে। যেমন– ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় সিমেন্টের বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করার জন্য সিমেন্টের ওজনের ১.৫% ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড Accelerator হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

অ্যাডমিক্সার নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয় ঃ

১। পানি নিরোধক গুণাগুণ প্রদান করতে।

২। কিউরিং ত্বরান্বিত করতে।

৩। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বৃদ্ধি করতে।

৪। কংক্রিটের স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করতে।

৫। কংক্রিটকে কঠিন বা জমাট বাঁধাকে দ্রুততর করতে।

নিম্নলিখিত কারণেও অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়, যথাঃ

১। জমাট বাঁধা মন্থর করতে।

২। কাঠিন্য বৃদ্ধি করতে।

৩। পানির সাথে মিশ্রণে সিমেন্টের দানাগুলোকে চারদিকে ছড়িয়ে দিতে।

৪। জমাট বাঁধার সময় সংকোচন হ্রাস করতে।

৫। বর্ণ প্রদান করে (Desired colour)।

৬। ক্ষতিকারক রাসায়নিক বিক্রিয়াকে বাধা প্রদান করতে।

৭। ক্ষরণ (Bleeding) হ্রাস করতে।

৮। পানি যোজনের তাপ (Heat of hydration) হ্রাস করতে।

১.৬ কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

(ক) সিমেন্ট কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সিমেন্ট কংক্রিটের সুবিধা ঃ

১। যে-কোন আকার-আকৃতিতে ঢালাই করা যায়।

২। এটা শক্ত, মজবুত এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়।

৩। সিমেন্ট কংক্রিটের চাপ সহ্যক্ষমতা বেশি।

৪। এটা ঘর্ষণ প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন শক্ত পৃষ্ঠ প্রদান করে।

৫। শব্দ প্রতিরোধক ক্ষমতা বেশি।

৬। তাপ ও অগ্নিনিরোধক গুণসম্পন্ন।

সিমেন্ট কংক্রিটের অসুবিধা ঃ

১। টান বল সহ্যক্ষমতা খুবই কম।

২। শিয়ার সহ্য করার ক্ষেত্রে তুলনামূলকভাবে খুবই দুর্বল।

৩। লোহার রড ছাড়া ফাঁকা জায়গার উপরে যেমন– বীম, স্ল্যাব ইত্যাদিতে ব্যবহার করা যায় না।

(খ) আর.সি.সি এর সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

আর.সি.সি এর সুবিধাসমূহ ঃ

১। অত্যন্ত ভারবহনক্ষম এবং অপেক্ষাকৃত হাল্কা।

২। এটা মজবুত, শক্তিশালী এবং নির্মাণব্যয় অপেক্ষাকৃত কম।

৩। এটা আবহাওয়াজনিত ক্ষয়ক্ষতি থেকে সম্পূর্ণভাবে নিরাপদ।

৪। এর অগ্নিরোধক ক্ষমতা বেশি। এতে পচন ধরে না বা পোকামাকড় দ্বারা আক্রান্ত হয় না।

৫। এর রক্ষণাবেক্ষণ বা মেরামত খরচ খুবই কম।

৬। যে-কোন আকার-আকৃতিতে সহজেই ঢালাই করা যায়।

৭। উপাদানসমূহ ভিন্ন ভিন্নভাবে সহজে বহন উপযোগী এবং সহজেই সংগ্রহ করা যায়।

৮। উপাদানসমূহের অনুপাতের পরিবর্তন করে প্রয়োজনমতো কম বা বেশি শক্তিশালী করা যায়।

আর.সি.সি-এর অসুবিধাসমূহ ঃ

১। ফেটে গেলে বা ভেঙে গেলে মেরামত করা প্রায় অসম্ভব।

২। নির্মাণকাজে দক্ষ লোকের প্রয়োজন হয়।

৩। ডিজাইন ও পরিকল্পনা অপেক্ষাকৃত জটিল।

(গ) প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা ঃ

১। প্রি-স্ট্রেসড মেম্বার ফাটল থেকে মুক্ত, যার ফলে Impact, Shock and reversal of stresses-এর প্রতিরোধ ক্ষমতা R.C.C.-এর চেয়ে অনেক বেশি।

২। প্রি-স্ট্রেসড কাঠামো আর.সি.সি কাঠামোর চেয়ে বেশি স্থায়ী, কারণ রড বাহ্যিক প্রতিক্রিয়ায় ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

৩। কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি এবং রডের সর্বোচ্চ টান শক্তিকে সম্পূর্ণরূপে কাজে লাগিয়ে তৈরি করা হয় বলে এর সেক্শন অনেক ছোট হয় এবং আর্থিক সাশ্রয় হয়।

৪। মেম্বারের সেকশনকে অনেক কমানো যায় বলে লম্বা স্প্যানে ব্যবহার করতে অসুবিধা হয় না।

৫। ছোট সেকশনবিশিষ্ট মেম্বারগুলো হালকা বলে সহজেই বহন করা যায় এবং অল্প পরিমাণ মালামাল ব্যবহার করা যায়।

৬। কংক্রিটের ডায়াগোনাল টেনশন কমানো যায়।

৭। বাঁকা টেনডন (Curve Tendons) ব্যবহার করে প্রি-স্ট্রেসড মেম্বারের শিয়ার প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়।

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের অসুবিধা ঃ

১। এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা হল, এর জন্য বিশেষ যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়। যেমন– Jacks anchorage ইত্যাদি।

২। অনেক বেশি কারিগরি জ্ঞান থাকা এবং উত্তম পরিদর্শনের প্রয়োজন।

৩। প্রি-স্ট্রেসিং-এর জন্য উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন টেনসাইল স্টীলের প্রয়োজন, যা পাওয়া খুবই কষ্টকর। সাধারণ মাইল্ড স্টীলের চেয়ে খরচ বেশি।

৪। উচ্চ গ্রেডের সিমেন্ট কংক্রিট প্রস্তুতের সময় অভিজ্ঞ বা দক্ষ কর্মীর প্রয়োজন।

১.৭ কংক্রিটে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of materials used in concrete) ঃ

যে সমস্ত উপাদানের সংমিশ্রণে কংক্রিট প্রস্তুত করা হয় সেগুলোকে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন–

১। অ্যাগ্রিগেট (Aggregate)।

(a) মোটা দানা (Coarse aggregate)

(b) সরু দানা (Fine aggregate)

২। জমাট বাঁধাইকারী পদার্থ (Binding materials)

৩। পানি (Water)।

এগ্রিগেটের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of aggregate) ঃ

অ্যাগ্রিগেট পরিষ্কার, ঝিল্লিমুক্ত (Uncoated) এবং শক্তিশালী, ঘনত্বসম্পন্ন এবং যথাযথ আকৃতির কণা হওয়া উচিত। নিম্নে অ্যাগ্রিগেটের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য দেওয়া হল ঃ

১। কণার আকার (Shape of the particles) ঃ অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো গোলাকার, সুষম (Regular) কোণাকৃতি এবং ফ্লাকি (পাতবিশিষ্ট) আকৃতির হয়ে থাকে।

গোলাকার অ্যাগ্রিগেটগুলোর মধ্যে প্রায় ৩৫% ভয়েড থাকে। এ জাতীয় অ্যাগ্রিগেটের আয়তন এবং পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের মধ্যে অনুপাত (Ratio) কম থাকায় অল্প পরিমাণ পানির প্রয়োজন হয়। নির্দিষ্ট পরিমাণ পানিতে কার্যোপযোগিতা ভাল হয়। কিন্তু অ্যাগ্রিগেট এবং সিমেন্টের মধ্যে উত্তম বন্ধন সৃষ্টি করতে পারে না। ফলে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট পাওয়া যায় না।

অসম আকৃতির অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে প্রায় ৩৭% ভয়েড থাকে। এ জন্য এর কার্যোপযোগিতা খুবই কম এবং বেশি সিমেন্টের প্রয়োজন। গোলাকার আকৃতির অ্যাগ্রিগেটের চেয়ে এ অ্যাগ্রিগেটের বন্ধন কিছুটা বেশি, কিন্তু উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট-এর দ্বারা পাওয়া যায় না।

কোণাকৃতি অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে প্রায় ৪০-৪১% ভয়েড থাকে। পানির পরিমাণ বেশি লাগে। নির্দিষ্ট ওয়াটার সিমেন্ট রেশিওতে কার্যোপযোগিতা সবচেয়ে কম হয়, উত্তম বন্ধন সৃষ্টি হয় এবং উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট পাওয়া যায়।

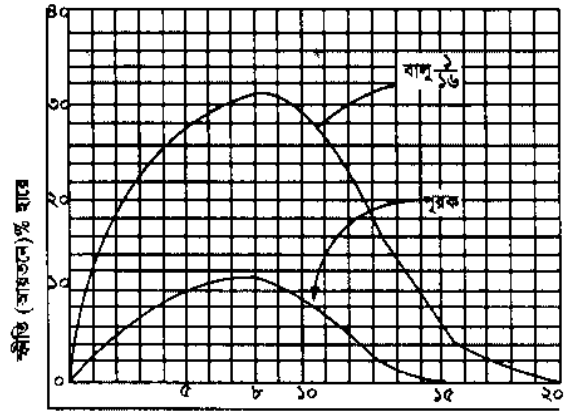
অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে সমতল (Flat), দীর্ঘায়িত (Elongated) অথবা ফ্লাকি (Flaky) কণা আপত্তিকর। কার্যোপযোগিতা কমে যাওয়ায় ফ্লাকি কণাগুলো সমতলে অবস্থান করে, যা স্থায়িত্বতার দৃষ্টিতে ক্ষতিকর। অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে দীর্ঘায়িত এবং ফ্লাকি কণাগুলো শতকরা ১০ থেকে ১৫ ভাগের বেশি হওয়া উচিত নয়।

২। পৃষ্ঠ গঠন (Surface texture) ঃ অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো পৃষ্ঠ গঠনের উপর, অ্যাগ্রিগেট এবং সিমেন্ট পেস্টের মধ্যে উত্তম বন্ধন নির্ভর করে। পৃষ্ঠের অমসৃণতা (Roughness) এবং ছিদ্রময়তা (Porosity)-এর উপর উত্তম বন্ধন নির্ভরশীল। অ্যাগ্রিগেটের পৃষ্ঠ গ্লেসি (glassy), মসৃণ, কণাকৃতি, ক্রিস্টালাইন (Crystalline) অথবা হানিকম্বযুক্ত হবে। তবে গ্লেসি পৃষ্ঠযুক্ত কণাবাদে অন্যান্য পৃষ্ঠযুক্ত কণা উত্তম বন্ধন সৃষ্টি করে। অ্যাগ্রিগেটের মসৃণ পৃষ্ঠের চেয়ে অমসৃণ পৃষ্ঠই ভাল বন্ধন সৃষ্টি করে।

৩। ছিদ্রময়তা এবং শোষণ (Porosity and absorption) ঃ বায়ুমণ্ডলীয় প্রভাবে নির্দিষ্ট খনিজ পদার্থ বিয়োজিত হয়ে পাথরের মধ্যে ছোট ছোট গর্তের বা ছিদ্রের সৃষ্টি হয়, যার মধ্য দিয়ে পানি প্রবেশ করতে পারে। যে সমস্ত অ্যাগ্রিগেটের ছিদ্রের মধ্যে বা পৃষ্ঠের উপরে ভিজে থাকে না, তাকে বোন ড্রাই অ্যাগ্রিগেট (Bone dry aggregate) বলে। যখন ছিদ্রের মধ্যে ভিজে থাকে কিন্তু উপরিপৃষ্ঠ শুকনা থাকে, তখন তাকে সেচুরেটেড সারফেস ড্রাই অ্যাগ্রিগেট (Saturated surface dry aggregate) বলে। আর ছিদ্র পানি দ্বারা পূর্ণ এবং পৃষ্ঠ ভিজে থাকলে তাকে ময়েস্ট অ্যাগ্রিগেট (Moist aggregate) বলে। মাঠে প্রায় প্রত্যেক অ্যাগ্রিগেট ভিজে থাকে। আর্দ্রতার উপস্থিতিতে ফাইন অ্যাগ্রিগেট আয়তনে বৃদ্ধি পায়। তাই ব্যাচিং (Batching)-এর সময় অ্যাগ্রিগেটকে ওজনে বেশি লওয়া উচিত।

৪। বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand) ঃ ফাইন অ্যাগ্রিগেট অর্থাৎ শুকনা বালি পানির সংস্পর্শে আসলে আয়তনে বৃদ্ধি পায়। বালির এ আয়তন বৃদ্ধির ধর্মকে বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand) বলে। পানিতে বালির কণাগুলোর চারপার্শ্বে পানির একটি পর্দা (Film) তৈরি হয়। আস্তে আস্তে বালিতে পানির পরিমাণ বাড়াতে থাকলে পানির পর্দার পুরুত্ব বাড়তে থাকে, যার ফলে বালির আয়তন ক্রমান্বয়ে বাড়তে থাকে। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি মিশানোর পর আরও পানি মিশিয়ে থাকলে বালির আয়তন কমতে থাকে এবং পানির পরিমাণ বাড়তে থাকে। কারণ অল্প পানিতে বালি কণাগুলোর চারপার্শ্বে যে পানির একটি পর্দা তৈরি হয়,

তা পানিতে ভেঙে যায় এবং বালির আয়তন কমে। এ অবস্থায় বালি সম্পূর্ণরূপে সম্পৃক্ত না হওয়া পর্যন্ত চলতে থাকে অর্থাৎ আয়তন কমতে থাকে এবং সম্পূর্ণ সম্পৃক্ত হলে পূর্বের আয়তন প্রাপ্তি হয়। এ সম্পৃক্ত অবস্থায় বালি যে পরিমাণ স্থান দখল করে, তা শুকনা অবস্থার সমান। নিম্নে (চিত্র ঃ ১.১) আর্দ্রতার পরিমাণ (Moisture content) এবং বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand)-এর সম্পর্ক দেখানো হল–



চিত্র ঃ ১.১

মোটা বালির তুলনায় চিকন বালির আয়তন স্ফীতির হার বেশি। বালির ওজনের ৫% থেকে ৮% পর্যন্ত জলীয়কণার উপস্থিতিতে-এর আয়তন ২৫% থেকে ৪০% পর্যন্ত বৃদ্ধি পেতে পারে। তাই এ আয়তন স্ফীতির জন্য মিশ্রণে কিছু অতিরিক্ত বালি যোগ করতে হয়।

৫। ক্ষতিকারক পদার্থ (Deleterious materials) ঃ আয়রন পাইরিটিস, কয়লা, মাইকা, শেল, ক্লে, অ্যালকালি, জৈব পদার্থ ইত্যাদি অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে থাকতে পারে, যা খুবই ক্ষতিকারক। এ সমস্ত ক্ষতিকারক পদার্থের পরিমাণ এমন হবে যেন কংক্রিটের শক্তি এবং স্থায়িত্বতার উপর কোন প্রভাব না পড়ে। কংক্রিটের মধ্যে স্থাপিত রিইনফোর্সমেন্টকে যাতে ক্ষতিগ্রস্ত করতে না পারে, সে দিকে লক্ষ রাখতে হবে। ক্ষতিকারক পদার্থের প্রভাবে নিম্নলিখিত অসুবিধার সৃষ্টি হয়–

(ক) সিমেন্টের বিক্রিয়া বাধাপ্রাপ্ত হয়।

(খ) সিমেন্ট পেস্ট এবং অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে বন্ধন দৃঢ় হয় না।

(গ) কংক্রিটের শক্তি এবং স্থায়িত্বতা কমে যায়।

(ঘ) লোনা ধরে।

বিঃ দ্রঃ সিমেন্টের বৈশিষ্ট্য বা গুণাগুণ পরে অন্য Chapter-এ আলোচনা করা হয়েছে।

পানি (Water) ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ ঃ

১। পানি তৈলাক্ত পদার্থমুক্ত হবে।

২। এটা মাত্রাতিরিক্ত অম্ল, ক্ষার, জৈব এবং অজৈব পদার্থমুক্ত হবে।

৩। এটা আয়রন জাতীয় পদার্থ, শেওলা এবং কংক্রিটের অন্যান্য ক্ষতিকারক পদার্থমুক্ত হবে।

৪। পানের উপযোগী হবে।

কংক্রিটে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানের ধর্ম বা গুণাগুণ (Properties of materials used in concrete) ঃ

কংক্রিটে ব্যবহৃত উপাদানগুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) অ্যাগ্রিগেট (Aggregate)

১। মোটা দানা (Coarse aggregate)

২। সরু দানা (Fine aggregate)

(খ) জমাট বাঁধাইকারী পদার্থ (Binding material)

(গ) পানি (Water)।

অ্যাগ্রিগেটের গুণাগুণ বা ধর্ম ঃ প্রাকৃতিক উৎস হতে প্রাপ্ত অ্যাগ্রিগেট, কোর্স এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেট হিসাবে কংক্রিটে ব্যবহার করা হয়। অ্যাগ্রিগেটের কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ধর্ম বা গুণাগুণ নিম্নরূপ ঃ

১। শক্তি (Strength)

২। আকৃতি (Size)

৩। কণার আকার (Particle shape)

৪। পৃষ্ঠ গঠন (Surface texture)

৫। গ্রেডিং (Grading)

৬। অভেদ্যতা (Impermeability)

৭। পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা (Cleanliness)

৮। রাসায়নিক বিক্রিয়াহীনতা (Chemical inertness)

৯। উচ্চ তাপমাত্রায় প্রাকৃতিক এবং রাসায়নিক দৃঢ়তা (Physical and chemical stability at high temperatures)

১০। তাপীয় সম্প্রসারণের সহগ (Co-efficeint of thermal expansion)

১১। ব্যয় (Cost) ।

অ্যাগ্রিগেট রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়, সামর্থ্য, শক্ত, স্থায়ী, কম ছিদ্রময়তা, আসঞ্জিত কোটিং হতে মুক্ত হবে, ক্লে, পিণ্ড (Lump), কয়লা এবং কয়লা অবশেষ (Residue) এবং জৈব অথবা অন্যান্য অ্যাডমিক্সার থাকা উচিত নয়

অ্যাগ্রিগেটের শক্তির উপর কংক্রিটের শক্তি নির্ভর করে। পোঁড়ান ইটের বোয়া অপেক্ষা গ্রানাইট বা পাথরের অ্যাগ্রিগেট অধিক শক্তিশালী। কাজের প্রকৃতির উপর কোর্স অ্যাগ্রিগেটের আকৃতি নির্ভর করে। আর.সি.সি কাজে এবং সমস্ত কর্ণার ওয়ার্কে অ্যাগ্রিগেটের আকার ছোট হওয়া উচিত. আর.সি.সি. কাজে অ্যাগ্রিগেটের সর্বোচ্চ আকার ২০ মিমি হতে ২৫ মিমি হবে। কোর্স অ্যাগ্রিগেট সাধারণত গোলাকৃতি, অসম আকার (Irregular) এবং কোণাকৃতি এ তিন ধরনের হয়ে থাকে। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা কণার আকারের উপর নির্ভরশীল। গোলাকৃতি অ্যাগ্রিগেটের জন্য পানি, সিমেন্টের অনুপাত খুব কম। অপর পক্ষে, কোণাকৃতি অ্যাগ্রিগেটের জন্য পানি সিমেন্টের অনুপাত বেশি হওয়া প্রয়োজন। পানি সিমেন্টের অনুপাতের উপর কংক্রিটের শক্তি নির্ভরশীল। তাই অ্যাগ্রিগেটের আকার খুবই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। মসৃণ পৃষ্ঠযুক্ত অ্যাগ্রিগেট অপেক্ষা অমসৃণ পৃষ্ঠযুক্ত অ্যাগ্রিগেট দ্বারা প্রস্তুতকৃত কংক্রিট অনেক বেশি শক্তিশালী।

অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং কংক্রিটের শক্তি এবং অভেদ্যতাকে প্রভাবিত করে। যদি কোর্স অ্যাগ্রিগেট এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেট ওয়েল গ্রেডেড (Well-graded) হয়, তবে ভয়েডের হার খুবই কম হয়। ফাইন অ্যাগ্রিগেট-এর শূন্য স্থান সিমেন্ট পেস্ট পূর্ণ করে। আর কোর্স অ্যাগ্রিগেটের শূন্যস্থান পূর্ণ হয় সিমেন্ট, বালি এবং পানির সংমিশ্রণে প্রস্তুতকৃত মর্টার দ্বারা। পানি ধারক কাঠামো নির্মাণের জন্য যখন কংক্রিট ব্যবহার করা হয়, তখন কংক্রিটকে অভেদ্য গুণসম্পন্ন হতে হবে। আর তাই অভেদ্য গুণাবলিসম্পন্ন অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করে কংক্রিট প্রস্তুত করতে হবে অন্যান্য আর.সি.সি. কাজেও এটি প্রয়োজন। তা না হলে বাতাস এবং আর্দ্রতা কংক্রিটের মধ্যে অনুপ্রবেশ করে কংক্রিটকে দুর্বল করে দিবে। পরিষ্কার অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা উচিত। ক্লে, সিল্ট, ময়লা ইত্যাদি হতে অ্যাগ্রিগেট মুক্ত থাকবে। তাহলে ঠিকমত মিশ্রণ সম্ভব। ময়লা অথবা আসঞ্জিত বস্তুর প্রলেপ (Adherent coating) যুক্ত অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করলে কংক্রিট দুর্বল হয়ে যেতে পারে।

অ্যাগ্রিগেট সব সময় নিষ্ক্রিয় পদার্থ হিসাবে পরিচিত। এটা কোন সময় রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। সালফার, কয়লা ইত্যাদি ক্ষতিকারণ পদার্থ অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে থাকলে সিমেন্টের সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে বা রডে মরিচা ধরতে সাহায্য করে। তাই অ্যাগ্রিগেটকে ক্ষতিকারক পদার্থ মুক্ত হতে হবে। সিমেন্টের মত অ্যাগ্রিগেটের তাপীয় সম্প্রসারণ ক্ষমতা একই রকম হবে। সুতরাং অ্যাগ্রিগেট উচ্চ ক্ষয় প্রতিরোধক গুণসম্পন্ন হবে। এটা পরিষ্কার এবং আসঞ্জিত পদার্থ মুক্ত হলে ঘন, স্থায়ী এবং শক্তিশালী কংক্রিট প্রস্তুত করা সম্ভব

সিমেন্টের ধর্ম বা গুণাগুণ ঃ সিমেন্টের ভৌত ধর্মগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। সূক্ষ্মতা (Fineness)

২। জমাট বাধা সময় (Setting time)

৩। চাপশক্তি (Compressive strength)

৪। টানশক্তি (Tensile strength)

৫। খুঁতহীনতা (Soundness)

৬। তাপ উৎপাদন (Heat of hydration) ।

সূক্ষ্মতা (Fineness) ঃ সিমেন্টের সূক্ষ্মতার উপর রাসায়নিক বিক্রিয়া নির্ভর করে। সিমেন্টের কণা যত সূক্ষ্ম হবে, এর রাসায়নিক ক্রিয়া তত তাড়াতাড়ি আরম্ভ হবে এবং তাড়াতাড়ি শক্তি অর্জন করবে। মোটা দানাবিশিষ্ট সিমেন্টের কণাগুলো কংক্রিটে নিচের দিকে চলে যায়, যার ফলে কংক্রিটে ব্লিডিং হয়। আবার অতি সূক্ষ্ম কণাগুলো অপছন্দনীয়। কারণ এটা অধিক তাপ সৃষ্টি করে এবং কংক্রিটে ফাটল দেখা দিতে পারে। চালুনি দিয়ে চালার পর যা অবশিষ্ট থাকে, তাকে ওজনের শতকরা হারে প্রকাশ করে সিমেন্টের সূক্ষ্মতা পরিমাপ করা হয়ে থাকে। অথবা প্রতি গ্রাম সিমেন্টের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফলের (বর্গ সেমি) সাহায্যে পরিমাপ করা হয়।

১ম পদ্ধতি ঃ চালুনি পরীক্ষা	সাধারণ সিমেন্ট	দ্রুত জমাট বাঁধা সিমেন্ট	কম উত্তাপক সিমেন্ট
১৫০ মাইক্রোন চালুনিতে ১০০ গ্রাম সিমেন্ট ১৫ মিনিট ধরে ধীরে ধীরে ঝাঁকুনির পর এর উপর যে অবশিষ্টাংশ থাকে, তা যেন নমুনা সিমেন্টে ওজনের শতকরা বেশি না হয়।	১০	৫	-
২য় পদ্ধতি ঃ বাতাস ভেদ্যতা (Air permeability) পরীক্ষার দ্বারা নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে (Specific surface) ক্ষেত্রে, বর্গসেমি/ গ্রাম কম হবে না।	২২৫০	৩২৫০	৩২০০

জমাট বাঁধা সময় (Setting time) ঃ জমাট বাঁধার সময়ের উপর সিমেন্টের মিশ্রণ, ঢালাই-এর কাজ এবং চাপশক্তি নির্ভর করে। তাই সিমেন্টের প্রাথমিক জমাট বাঁধা খুব কম হবে না। কারণ সিমেন্টের মিশ্রণ হতে আরম্ভ করে স্থানান্তর, স্থাপন এবং সমাপন কাজ সমাপ্ত হতে বেশ সময়ের প্রয়োজন। অপরদিকে কংক্রিট স্থাপন করার পর যতদূর সম্ভব তাড়াতাড়ি শক্ত হওয়া প্রয়োজন। তাই সিমেন্টের প্রাথমিক ও চূড়ান্ত জমাট বাঁধা সময় নিম্নরূপ হওয়া উচিত–

বিবরণ	সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট	দ্রুত জমাট বাঁধা সিমেন্ট	কম উত্তাপক সিমেন্ট
১। প্রাথমিক জমাট বাঁধা সময় কমপক্ষে	৩০ মিনিট	৩০ মিনিট	৬০ মিনিট
২। চূড়ান্ত জমাট বাঁধা সময়	১০ ঘণ্টা	১০ ঘণ্টা	১০ ঘণ্টা

চাপশক্তি (Compressive strength) ঃ

সিমেন্টের চাপশক্তি পরীক্ষা করার জন্য ১ ঃ ৩ অনুপাতের সিমেন্ট মসলার সাহায্যে কমপক্ষে ৩টি কিউব তৈরি করতে হবে। একে ১ দিন, ৩ দিন ও ৭ দিন কিউরিং করার পর পরীক্ষা করলে গড় শক্তি কমপক্ষে নিম্নরূপ হবে–

সময়	সাধারণ সিমেন্ট	দ্রুত জমাট বাঁধা সিমেন্ট
১ দিন পর	-	১৬০ কেজি/ বর্গসেমি
৩ দিন পর	১৬০ কেজি/ বর্গসেমি	২৭৫ কেজি/বর্গসেমি
৭ দিন পর	২২০ কেজি/বর্গসেমি	-

খুঁতহীনতা (Soundness) ঃ সিমেন্টের মধ্যে অতিরিক্ত মুক্ত চুন (Free lime) এবং ম্যাগনেশিয়ার উপস্থিতি খুঁতযুক্ত সিমেন্ট। সাধারণ খুঁতহীন সিমেন্ট বায়ুহীন অবস্থায় সম্প্রসারণ ক্ষমতা কোন অবস্থাতে ১০ মিমি বেশি হওয়া উচিত নয়। এ পরীক্ষা লে-স্যাটেলিয়ার পদ্ধতিতে করা হয়। তাছাড়া অটোক্লেভ (Autoclave) পদ্ধতিতে পরীক্ষা করলে সিমেন্টের সম্প্রসারণ মান ০.৫%-এর বেশি হবে না।

তাপ উৎপাদন (Heat of hydration) ঃ পানি এবং সিমেন্টের উপাদানের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়াকে হাইড্রেশন বলে। হাইড্রেশন চলাকালীন সময়ে তাপ উৎপন্ন হয়। প্রাথমিক অবস্থায় খুব দ্রুত তাপ উৎপন্ন হয় এবং আস্তে আস্তে এ হার কমতে থাকে। এ তাপ উৎপাদনের পরিমাণের উপর ব্যবহার উপযোগিতা অনেকখানি নির্ভর করে। বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন না করলে পুরু কংক্রিট কাজে ফাটল দেখা দিতে পারে। এ কাজে সাধারণত Low heat cement ব্যবহার করা উচিত।

১। Low heat cement-এ প্রতি গ্রামে ৭ দিনে ৬৫ ক্যালরির চেয়ে বেশি তাপ উৎপন্ন করবে না।

২। Low heat cement-এ প্রতি গ্রামে ২৮ দিনে ৭৫ ক্যালরির চেয়ে বেশি তাপ উৎপন্ন করবে না।

টানশক্তি (Tensile strength) ঃ সিমেন্টের টানশক্তি পরীক্ষা করার জন্য ১ ঃ ৩ অনুপাতের সিমেন্ট মর্টার দ্বারা ছয়টি প্রমাণ সাইজ ব্রিকুয়েট (Briquettes) তৈরি করা হয়। তারপর ১ দিন, ৩ দিন এবং ৭ দিন কিউরিং করার পর পরীক্ষা করলে গড় শক্তি কমপক্ষে নিম্নরূপ হবে ঃ

সময়	সাধারণ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট	দ্রুত জমাট বাধা সিমেন্ট
১ দিন পর	- - -	২০ কেজি/বর্গসেমি
৩ দিন পর	২০ কেজি/ বর্গসেমি	৩০ কেজি/বর্গসেমি
৭ দিন পর	২৫ কেজি/বর্গসেমি	-

সিমেন্টের রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties of cement) ঃ সাধারণ ও দ্রুত জমাট বাঁধা পোর্টল্যান্ড সিমেন্টের নিম্নলিখিত মান রক্ষা করা একান্ত আবশ্যক–

বিবরণ	মান
১। চুনের % ভাগ, বালু, অ্যালুমিনা, আয়রন অক্সাইড যদি নিম্নের ফর্মুলায় ব্যবহার হয়- $\frac{CaO - 0.7So_3}{2.8\ SiO_2 + 1.2\ Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3}$	০.৬৬ হতে ১.০২ ।
২। অ্যালুমিনার শতকরা অনুপাত ও আয়রন অক্সাইডের শতকরা অনুপাত	০.৬৬%-এর বেশি নয়।
৩। অদ্রবীভূত পদার্থ	১.২-এর বেশি নয়।
৪। ম্যাগনেশিয়া ওজনে	৬%-এর বেশি নয়।
৫। সালফারের অংশ	২.৭৫%-এর বেশি নয়।
৬। দগ্ধীভূত ওজন হ্রাসের পরিমাণ	৪%-এর বেশি নয়।

পানি (Water) ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির গুণাগুণ বা ধর্ম নিম্নরূপঃ

১। কংক্রিটের কোর্স এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেট পিচ্ছিলতা প্রদান করে।

২। সিমেন্টের রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পাদন করে, অ্যাগ্রিগেট এবং রিইনফোর্সমেন্ট-এর মধ্যে বন্ধন সৃষ্টি করে।

৩। অ্যাগ্রিগেটের উপরে সিমেন্টের প্রলেপ সৃষ্টি করে।

৪। অ্যাগ্রিগেটকে আর্দ্র রাখে, যাতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় পানি অ্যাগ্রিগেট কর্তৃক শোষিত না হয়।

৫। ছাঁচের (Mould) ভিতর, কংক্রিট মিশ্রণ ক্রিয়ায় সহযোগিতা করে।

অনুশীলনী-১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কংক্রিট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ১০, ১২, ১৪]

উত্তর ঃ কংক্রিট এক ধরনের কৃত্রিম পাথরবিশেষ। নির্দিষ্ট অনুপাতে জমাট বাঁধাইকারী উপাদান (সিমেন্ট বা চুন), সরু দানার উপাদান (বালি), মোটা দানা উপাদান (খোয়া বা পাথর কণা) এবং পানি সহযোগে মিশ্রিত করে রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় জমাট বাঁধিয়ে কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। মিশ্রণটি জমাট বাঁধার পূর্বেই প্রয়োজনীয় আকারে ঢালাই করা হয়।

২। **কংক্রিট কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ কংক্রিট চার প্রকার, যথা ঃ

১। লাইম কংক্রিট (Lime concrete)
২। সিমেন্ট কংক্রিট (Cement concrete)
৩। আর.সি.সি (Reinforced cement concrete)
৪। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট (Pre-stressed concrete)

৩। **প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কোথায় ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ বৃহৎ নির্মাণকাজে যেখানে সাটারিং দু।সাধ্য, সেখানে কাঠামো নির্মাণে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহারে আর্থিক সাশ্রয় হয়। এ ধরনের কংক্রিট প্রধানত উচ্চ শক্তিসম্পন্ন স্ল্যাব, বীম, ব্রিজ, পাইল, পোস্ট, পাইপ ইত্যাদি নির্মাণে ব্যবহার করা হয়।

৪। **আর.সি.সি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]

উত্তর ঃ সাধারণ কংক্রিট টানে খুব ভঙ্গুর এবং দুর্বল। যদিও চাপ সহ্যক্ষমতা অনেক বেশি। তাছাড়া শিয়ারেও তুলনামূলকভাবে বেশ দুর্বল। কংক্রিটকে যদি কাঠামোর এমন স্থানে ব্যবহৃত হয়, যেখানে তাকে টান ও শিয়ার সহ্য করতে হয়, তাহলে কংক্রিটের মধ্যে লোহার রড ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের কংক্রিটকে জোরদার কংক্রিট বা রিইনফোর্সড কংক্রিট (Reinforced cement concrete) বা সংক্ষেপে আর.সি.সি (R.C.C) বলে।

৫। **কংক্রিটের উপাদানগুলোর নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর ঃ কংক্রিটের উপাদানগুলো হল–

১। সংযোজক পদার্থ বা বাইন্ডিং ম্যাটেরিয়ালস (Binding materials), যেমন– সিমেন্ট, চুন।
২। সরু দানা (Fine aggregate), যেমন– বালি।
৩। মোটা দানা (Coarse aggregate), যেমন– খোয়া, পাথরকুচি।
৪। সাহায্যকারী পদার্থ (Helping materials), যেমন– পানি।
৫। অ্যাডমিক্সার (Admixture), যেমন– সিমেন্ট, চুন।

৬। **কংক্রিটে ব্যবহৃত অ্যাগ্রিগেটের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ অ্যাগ্রিগেটের বৈশিষ্ট্যগুলো হল–

১। কণার আকার (Shape of the particles)
২। পৃষ্ঠ গঠন (Surface texture)
৩। ছিদ্রময়তা এবং শোষণ (Porosity and absorption)
৪। বালির আয়তন (Bulking of sand)
৫। ক্ষতিকারক পদার্থ (Deleterious materials)

৭। **বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ ফাইন অ্যাগ্রিগেট বা শুকনা বালি পানির সংস্পর্শে এলে আয়তনে বৃদ্ধি পায়। বালির এ আয়তন বৃদ্ধির ধর্মকে আয়তন স্ফীতি বলে। দেখা গেছে বালির ওজনের ৫% থেকে ৮% পর্যন্ত জলীয় কণার উপস্থিতিতে এর আয়তন ২৫% থেকে ৪০% পর্যন্ত বৃদ্ধি পায়।

৮। **অ্যাগ্রিগেটে ক্ষতিকারক পদার্থের উপস্থিতিতে কী কী অসুবিধার সৃষ্টি হয়?**

উত্তর ঃ ক্ষতিকারক পদার্থের প্রভাবে নিম্নলিখিত অসুবিধার সৃষ্টি হয়–

১। সিমেন্টের ক্রিয়া বাধাপ্রাপ্ত হয়।
২। সিমেন্ট পেস্ট এবং অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে বন্ধন দৃঢ় হয় না।
৩। কংক্রিটের শক্তি ও স্থায়িত্বতা কমে যায়।
৪। কংক্রিটে লোনা ধরে।

৯। **কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। পানি তৈলাক্ত পদার্থমুক্ত হবে।
২। পানি মাত্রাতিরিক্ত অম্ল, ক্ষার, জৈব ও অজৈব পদার্থমুক্ত হবে।
৩। আয়রন জাতীয় পদার্থ, শেওলা এবং কংক্রিটের অন্যান্য ক্ষতিকারক পদার্থমুক্ত হবে।
৪। ব্যবহৃত পানি পানের উপযোগী হবে।

১০। **সিমেন্টের বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ সিমেন্টের বৈশিষ্ট্যগুলো হল–

১। হাইড্রেশন গুণ,
২। জমাট বাঁধার ক্ষমতা,
৩। সিমেন্টের কণাসমূহের ক্ষমতা,
৪। সাউন্ডনেস বা খুঁতহীনতা,
৫। শক্তি অর্জন ক্ষমতা।

১১। **সিমেন্টের ভৌত ধর্মগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ সিমেন্টের ভৌত ধর্মগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। সিমেন্টের সূক্ষ্মতা (Fineness of cement),
২। জমাট বাঁধা সময় (Setting time),
৩। চাপশক্তি (Compressive strength),
৪। টানশক্তি (Tensile strength),
৫। খুঁতহীনতা (Soundness),
৬। তাপ উৎপাদন (Heat of hydration)।

১২ **সিমেন্টের জমাট বাঁধা সময় বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর ঃ জমাট বাঁধার সময়ের উপর কংক্রিটের মিশ্রণ, ঢালাই-এর কাজ এবং চাপশক্তি নির্ভর করে। তাই সিমেন্টের প্রাথমিক জমাট বাঁধা সময় এমন হবে যেন সিমেন্টের মিশ্রণ থেকে শুরু করে স্থানান্তর, স্থাপন এবং সম্পূর্ণ কাজ সমাপ্ত না হওয়া পর্যন্ত তরল অবস্থা বিরাজ করে। অপরদিকে কংক্রিট স্থাপন করার পর যতদূর সম্ভব তাড়াতাড়ি শক্ত হওয়া প্রয়োজন।

১৩। **প্রি-স্ট্রেইসড কংক্রিট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৯]

উত্তর ঃ অতি উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট এবং স্টীল ব্যবহারের মাধ্যমে কংক্রিটের এমন পরিমাণ ও বিস্তৃতির অভ্যন্তরীণ পীড়ন প্রবর্তন করা হয়, যাতে এটা বহিঃস্থ ভার হতে উদ্ভূত পীড়নকে ঈপ্সিত মাত্রায় প্রশমিত করে, তাকে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট বলে। এতে কাঠামোর টেনশন জোনে স্থাপিত স্টীলে ঢালাই-এর পূর্বে উচ্চ টান বল প্রয়োগ করে ঢালাই করা হয় এবং কংক্রিট জমাট বেঁধে শক্ত হওয়ার পর কংক্রিটে উচ্চচাপ প্রয়োগের মাধ্যমে সাম্যতায় চলে আসে। এভাবে কাঠামোর উপর আরোপিত সংকোচন চাপের মাত্রা অপেক্ষা অধিক না হওয়া পর্যন্ত কাঠামোর টান এলাকায় টানজনিত কোন ফাটল সৃষ্টি হয় না।

১৪। কংক্রিটের কাজে কী ধরনের ইটের খোয়া ব্যবহার করা উচিত?

উত্তর ঃ এক নং পিকোড ইটের খোয়া কংক্রিটের কাজে ব্যবহার করা উচিত। তবে ইটের খোয়া ২৪ ঘণ্টা যাবৎ পাঠমতে ভিজিয়ে রাখলে যদি ১০% বেশি ওজনে বৃদ্ধি পায়, তবে সেরূপ খোয়া ব্যবহার না করাই ভাল।

১৫। উত্তম কংক্রিটের কাজে কী ধরনের বালি ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ উত্তম কংক্রিটের জন্য $\frac{২}{৩}$ অংশ সাধারণ মোটা বালি, যার এফ.এম.-১.৫ এবং $\frac{১}{৩}$ অংশ সিলেট বালি, যার এফ. এম-২.৬ ব্যবহার করা হয়।

১৬। ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় সিমেন্টের বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে কী ধরনের অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় সিমেন্টের বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে সিমেন্টের ওজনের ১.৫% ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড Accelerator হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

১৭। বোন ড্রাই অ্যাগ্রিগেট কী?

উত্তর ঃ যে সমস্ত অ্যাগ্রিগেটের ছিদ্রের মধ্যে বা পৃষ্ঠের উপরে ভিজে থাকে না তাকে বোন ড্রাই অ্যাগ্রিগেট বলে।

১৮। ময়েস্ট অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যে সমস্ত অ্যাগ্রিগেটের ছিদ্রের মধ্যে বা পৃষ্ঠের উপরে ভিজে থাকে না তাকে বোন ড্রাই অ্যাগ্রিগেট বলে।

১৯। বালির আয়তন স্ফীতির হার কত?

উত্তর ঃ বালির ওজনের ৫% থেকে ৮% পর্যন্ত জলীয় কণার উপস্থিতিতে এর আয়তন ২৫% থেকে ৪০% বৃদ্ধি পেতে পারে। আর মোটা বালির তুলনায় চিকন বালির আয়তন স্ফীতির হার বেশি।

২০। অ্যাডমিক্সার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ সাধারণ কংক্রিটের থেকে অধিক শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট প্রস্তুত করতে হলে কংক্রিটের মিশ্রণে অতিরিক্ত এক প্রকার উপাদান মিশ্রিত করা হয় একেই অ্যাডমিক্সার বলা হয়।

২১। লাইম কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর ঃ চুন, সুরকি, খোয়া এবং পানি মিশ্রিত করে এ কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। চুনের রাসায়নিক নাম হল ক্যালসিয়াম কার্বনেট। পাথরে চুন পুড়িয়ে আমরা যে চুন পাই তা কুইক লাইম বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড বা আনস্লেকেড লাইম। এ চুন পানির সংস্পর্শে আসলে বা বাতাস হতে জলীয় বাষ্প টেনে নিয়ে স্লেকেড লাইম বা ফোটানো চুন বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড-এ পরিণত হয়। এ চুন ব্যবহার করে লাইম কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। বর্তমানে এ কংক্রিটের ব্যবহার খুবই সীমিত : কেবলমাত্র জলছাদ করতে এ কংক্রিট ব্যবহার করা হয়। তবে বুনিয়াদ গাঁথুনির নিচে, যেখানে কাঠামোর লোড খুবই কম, সেখানে লাইম কংক্রিট ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। কংক্রিটের ব্যবহার আলোচনা কর।

উত্তর ঃ **প্লেইন কংক্রিট বা সিমেন্ট কংক্রিটের ব্যবহার ঃ** এ ধরনের কংক্রিট চাপবল প্রতিরোধে খুবই শক্তিশালী এবং টানবল প্রতিরোধে খুবই দুর্বল। তাই যেখানে কলাম, আর্ক, ভিত্তির নিচে মেঝেতে, কংক্রিট বাঁধ, গ্র্যাভিটি রিটেইনিং ওয়াল ইত্যাদি জায়গায় ব্যবহার করা হয়।

রিইনফোর্সড কংক্রিটের ব্যবহার ঃ কাঠামোর যে সমস্ত মেম্বার একই সাথে চাপবল বা শিয়ার এবং টানবল উভয়ই প্রতিরোধ করতে হয়, সে সমস্ত মেম্বার যেমন– স্ল্যাব, বীম, গার্ডার, ব্রিজ ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয়।

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের ব্যবহার ঃ উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট এবং স্টীল ব্যবহার করা হয় বিধায় প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহারে আর্থিক সাশ্রয় হয়। যেমন- বীম, স্ল্যাব, ব্রিজ, পাইল, পাইপ ইত্যাদি নির্মাণে ব্যবহার করা হয়।

২। **প্লেইন বা সিমেন্ট কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ১.৬ নং অনুচ্ছেদের (ক) অংশ দ্রষ্টব্য।

৩। **আর.সি.সি.-এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ১.৬ নং অনুচ্ছেদের (খ) অংশ দ্রষ্টব্য।

৪। **প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১১, ২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ১.৬ নং অনুচ্ছেদের (গ) অংশ দ্রষ্টব্য।

৫। **কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ অ্যাডমিক্সার ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো হল–

১। পানি নিরোধক গুণাগুণ প্রদান,
২। কিউরিংকে ত্বরান্বিত করতে,
৩। কংক্রিটের কার্যপযোগিতা বৃদ্ধি করতে,
৪। কংক্রিটের স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করতে।
৫। দ্রুততার সাথে কংক্রিটকে কঠিন বা জমাটবদ্ধ হতে।

৬। **অ্যাগ্রিগেটের গুণাগুণ বা ধর্মগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ অ্যাগ্রিগেটের গুরুত্বপূর্ণ ধর্ম বা গুণাগুণগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। শক্তি (Strength),
২। আকৃতি (Size),
৩। কণার আকার (Particle shape),
৪। পৃষ্ঠ গঠন (Surface texture),
৫। গ্রেডিং (Grading),
৬। অভেদ্যতা (Impermeability),
৭। পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতা (Cleaniness),
৮। রাসায়নিক বিক্রিয়াহীনতা (Chemical inertness),
৯। উচ্চ তাপমাত্রায় প্রাকৃতিক এবং রাসায়নিক দৃঢ়তা (Physical and chemical stability at high temperatures),
১০। তাপীয় সম্প্রসারণের সহগ (Co-efficient of thermal expansion),
১১। ব্যয় (Cost)।

৭। **কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির গুণাগুণ বা ধর্মগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০২, ১০, ১৪]

উত্তর ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির গুণাগুণ বা ধর্মগুলো হল–

১। পানি কংক্রিটের কোর্স এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেটকে পিচ্ছিলতা প্রদান করে।
২। সিমেন্টের রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পাদন করে, অ্যাগ্রিগেট এবং রিইনফোর্সমেন্টের মধ্যে বন্ধন সৃষ্টি করে।
৩। অ্যাগ্রিগেটের উপরে সিমেন্টের প্রলেপ সৃষ্টি করে।
৪। অ্যাগ্রিগেটকে আর্দ্র রাখে, যাতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় পানি অ্যাগ্রিগেট কর্তৃক শোষিত না হয়।
৫। ছাঁচের (Mould) ভিতর কংক্রিট মিশ্রণ ক্রিয়ার সহযোগিতা করে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কংক্রিটের উপাদানগুলো ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **অ্যাগ্রিগেটের বৈশিষ্ট্যগুলো আলোচনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১.৭ নং অনুচ্ছেদের অ্যাগ্রিগেটের বৈশিষ্ট্য দ্রষ্টব্য।

কংক্রিটের ধর্ম
(Properties of Concrete)

অধ্যায় ২

২.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

খোয়া, বালু ও জমাট বাঁধাইকারী উপাদান সিমেন্ট এবং পানির সহযোগে প্রস্তুত মিশ্রণকে জমাট বাঁধিয়ে কৃত্রিম প্রস্তর, কংক্রিটে পরিণত করে। এটা স্বাভাবিক যে, ঐ উপাদানসমূহের অনুপাতের পরিবর্তন করে বিভিন্ন শক্তির কংক্রিট তৈরি করা যায়। পানির সংস্পর্শে সিমেন্ট জমাট বেঁধে যায় ও সব উপাদানকে পিণ্ডিভূত করে। সিমেন্ট জমাট বাঁধার জন্য তিনটি জিনিসের প্রয়োজন ঃ

১। সময়

২। অনুকূল তাপমাত্রা ও

৩। অবিরাম আর্দ্রতা।

জমাট বাঁধা কংক্রিটের একমাত্র কাজ নয়, একে যথেষ্ট শক্তি সামর্থ্যসম্পন্ন ও দীর্ঘস্থায়ীও হতে হবে। কার্যস্থলে ঠিকমত ঢালাই করার জন্য এর যথেষ্ট কার্যোপযোগিতা (Workability) থাকতে হবে। আবার পানি নিরোধী কংক্রিট পেতে হলে একে ঘন ও সুষমভাবে ঢালাই করতে হবে। কী কাজে এবং কোথায় ব্যবহৃত হবে, কংক্রিটের অনুপাত নির্ধারণের সময় তা অবশ্যই চিন্তা করতে হবে। নিম্নলিখিত বিষয়গুলো কংক্রিটের গুণাগুণ নিয়ন্ত্রণ করে ঃ

১। উপযুক্ত উপাদান

২। মিশ্রণ ও ঢালাই-এর সঠিক পদ্ধতি

৩। সঠিক অনুপাত

৪। পানি খাওয়ানোকালে উপযুক্ত নিরাপত্তা বিধান।

২.১ কংক্রিটের নিম্নোক্ত ধর্মসমূহ ডিজাইনের সময় বিবেচনা করা হয় ঃ

শক্তি বা সামর্থ্য (Strength) ঃ কংক্রিটকে এত মজবুত হতে হবে যাতে তা সমগ্র কার্যকালীন পীড়নে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়। কোন কাঠামো ডিজাইনকালে এর উপর কী পরিমাণ ওজন আসবে তা নির্ণয় করে, কী শক্তিমাত্রার কংক্রিট ব্যবহার করলে ঐ কাঠামো ওজন বহনে সক্ষম হবে তা বিবেচনা করতে হবে। সুতরাং কংক্রিটের সামর্থ্যের উপর নির্ভর করে কাঠামো ডিজাইন করা হয়।

কংক্রিটের শক্তিমাত্রা নরম অবস্থায় পরীক্ষা করা সম্ভব নয়। তাই সাধারণ নিয়ম হচ্ছে, বিভিন্ন অনুপাতের পরীক্ষা নমুনা তৈরি করে ২৮ দিন পানি খাওয়ানোর পর পরীক্ষাগারে চাপ পীড়ন পরীক্ষা করা হয়। এছাড়াও টান পীড়ন (Tensile strength), কৃন্তন পীড়ন (Shearing strength) ও বন্ধন পীড়ন (Bond strength) ও পরীক্ষা করা যেতে পারে।

স্থায়িত্বতা (Durability) ঃ কংক্রিটের এমন একটি ধর্ম আছে যা তাকে ফাটল ধরা, চূর্ণ বিচূর্ণ হওয়া ও ক্ষয় থেকে রক্ষা করে। উপাদানসমূহের অনুপাত নির্ধারণকালে কংক্রিট নির্মিত কাঠামোটি কিরূপ স্থানে ব্যবহৃত হবে তা অবশ্যই বিবেচনা করতে হবে। প্রাথমিক শক্তি পরীক্ষায় উপযুক্ততা প্রমাণিত হলেও কালক্রমে পরিবর্তনশীল আবহাওয়ায় বা অন্যান্য প্রাকৃতিক কারণে কাঠামোটি অকালে নষ্ট হয়ে যেতে পারে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, দালানের বাইরের দিকের কলামকে ভিতরের দিকের কলাম অপেক্ষা বেশি প্রাকৃতিক পরিবর্তনজনিত সমস্যার সম্মুখীন হতে হয় বলে তুলনামূলকভাবে সহজেই নষ্ট হয়ে যেতে পারে। অনুরূপ- ব্রিজের অ্যাবাটমেন্ট (Abutment) ও পায়ার (Pier) ইত্যাদিকে পরপর শুকনা ভিজা অবস্থাজনিত অসুবিধার মোকাবিলা করতে হয়। তাই উত্তম কংক্রিট দিয়ে কাঠামো নির্মাণ করতে হবে। উত্তম কংক্রিটের কাঠামো দীর্ঘস্থায়ী হবে।

কার্যোপযোগিতা (Workability) ঃ কংক্রিট মিশ্রণ এমন নরম হওয়া উচিত যাতে একে সহজে নাড়াচাড়া (Handling) ও ফর্মের মধ্যে ঢালাই করা যায়। কংক্রিট মিশ্রণের এ গুণকে বলে কার্যোপযোগিতা। সুতরাং কংক্রিট মিশ্রণকে কী মাত্রায় নরম করতে হবে, তা নির্ভর করে ফর্মের আকার-আকৃতি, রডগুলোর মধ্যবর্তী ফাঁক এবং রড ও ফর্মের মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর। পানির পরিমাণ বাড়িয়ে দিলে মিশ্রণটা নরম হয়। ফলে নাড়াচাড়া ও ফর্মে ঢালাই করা সহজতর হয়, তবে আসঞ্জতা (Consistency) কমে যায়। হালকা উপাদান সিমেন্ট উপরের দিকে ভেসে উঠে এবং নিচের দিকে সিমেন্টের পরিমাণ কমে যাওয়ায় কংক্রিট দুর্বল হয়ে যায়। পানির পরিমাণ কমিয়ে দিলে সমসত্ত্ব ও শক্তিশালী কংক্রিট পাওয়া যায়। তবে নাড়াচাড়া ও ঢালাই করা কিছুটা কষ্টসাধ্য হয়। কংক্রিট ও ফর্মের কোনাগুলোর ফাঁক থেকে যায় এবং কংক্রিট কিছু দুর্বল হয়। এজন্য কংক্রিট মিশ্রণ বেশি নরম বা বেশি শক্ত হওয়া ভাল নয়। কংক্রিটের পানি-সিমেন্ট অনুপাতের উপর কার্যোপযোগিতা নির্ভর করে।

গাদ (Laitance) ঃ কংক্রিটের মিশ্রণে পানির পরিমাণ বেশি হলে ঢালাই করার সময় ঢালাই-এর উপরিপৃষ্ঠে সিমেন্ট, পানি, বায়ু সমন্বয়ে বুদবুদ বা সাদা স্তরের আবরণ পড়ে, তাকে সিমেন্টের গাদ (Laitance) বলে। কংক্রিটে পানির পরিমাণ বেশি হলে খোয়া ও বালু নিচে পড়ে যায়, তলার সিমেন্টের গোলা উপরে ভেসে উঠে এবং সাদা সরের মত দেখায়। এছাড়া সিমেন্ট কম পোঁড়া হলে অধিক মাত্রায় গাদ জমে। কংক্রিটে এ অবস্থার সৃষ্টি হলে এবং পানি শুকিয়ে গেলে কংক্রিট সচ্ছিদ্র, দুর্বল ও ভঙ্গুর হয়। গাদ দেখা গেলে কংক্রিট দুর্বল হবেই। এ অবস্থা থেকে কাঠামোকে রক্ষা করতে হলে কয়েক সেমি কংক্রিট অপসারণ করে নতুনভাবে নিয়মমত ঢালাই করতে হবে। গাদ জমা এড়াতে হলে সঠিক পানি-সিমেন্টের অনুপাত ও আসঞ্জতা বজায় রেখে কংক্রিট মিশ্রণ তৈরি করতে হবে।

সেগ্রিগেশন (Segregation) ঃ খোয়া বা পাথরলংচি থেকে সিমেন্ট বালুর মিশ্রণ পৃথক হওয়াকে সেগ্রিগেশন বলে। খোয়া বা পাথরকুচির মধ্যস্থ ফাঁকগুলো পূরণ করে বালু। আর বালুর মধ্যস্থ ফাঁকা স্থান পূর্ণ করে ও সমস্ত উপাদানকে বেষ্টন করে রাখে সিমেন্ট। পানি মিশ্রিত সিমেন্ট বালুর চারদিকে ঝিল্লির সৃষ্টি করে। পানি-সিমেন্ট বালু দ্বারা পেস্ট (Paste) খোয়ার মধ্যেই ফাঁকগুলো পূরণ করে এবং জমে সমসত্ত্ব কংক্রিটে পরিণত হয়। মিশ্রণে পানির পরিমাণ কম হলে খোয়া থেকে সিমেন্ট বালুর মিশ্রণ পৃথক হতে চায়। আবার পানির পরিমাণ অতিরিক্ত কম হলে রাসায়নিক বিক্রিয়া ব্যাহত হয়। ফলে কংক্রিট ঠিকমত জমাট বাঁধে না এবং দুর্বল হয়ে পড়ে। আবার পানির পরিমাণ মাত্রাতিরিক্ত হলে, খোয়া ও বালু সিমেন্ট অপেক্ষা ভারী হওয়ায় নিচে থিতিয়ে পড়ে এবং সিমেন্টের গোলা উপরে ভেসে উঠে। নিচের দিকে সিমেন্টের পরিমাণ কম হওয়ায় কংক্রিট দুর্বল হয়। সুতরাং পানি-সিমেন্টের অনুপাত এমন হওয়া উচিত যাতে খোয়া থেকে বালু ও সিমেন্টের মিশ্রণ পৃথক হয়ে না যায়।

২.২ পানি-সিমেন্ট অনুপাত (Water cement ratio) ঃ

কংক্রিটে ব্যবহৃত সিমেন্ট ও পানির অনুপাতকে পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলে। অর্থাৎ কংক্রিট মিশ্রণে পানির আয়তনের সাথে সিমেন্টের আয়তনের অনুপাতকে পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলে। কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণে পানি-সিমেন্ট অনুপাত গুরুত্বপূর্ণ। পানির পরিমাণ নির্ভর করে- **প্রথমতঃ** এগ্রিগেট (aggregate) ভিজানোর জন্য। **দ্বিতীয়তঃ** কার্যোপযোগী করার জন্য। **তৃতীয়তঃ** রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য।

সিমেন্ট সর্বদা ওজনে পরিমাপ করা উচিত। কারণ ঢিলা অবস্থায় ঘনত্ব কম থাকে। তখন প্রতি ঘনমিটার সিমেন্টের ওজন ১১২০ কেজি। আবার সিমেন্ট যখন ঘনীভূত অবস্থায় থাকে, তখন প্রতি ঘনমিটার সিমেন্টের ওজন ১৬০২ কেজি। এক লিটার সিমেন্টের ওজন সাধারণত ১.৪৪ কেজি ধরা হয়। প্রতি বস্তা সিমেন্টের ওজন ৫০ কেজি বা প্রায় ৩৪.৭২ বা ৩৫ লিটার। তাই পানি-সিমেন্ট অনুপাত ওজনে প্রকাশ না করে বরং প্রতি ব্যাগ সিমেন্টে কত লিটার পানি লাগবে তা প্রকাশ করা হয়।

পানি-সিমেন্ট অনুপাত একটা ভগ্নাংশ সংখ্যা। এ অনুপাত কংক্রিটের শক্তির উল্টানুপাতিক। অর্থাৎ অনুপাতের মান যত কম হবে কংক্রিটের শক্তি তত বৃদ্ধি পাবে। সদ্য মিশ্রিত কংক্রিটের অবশ্য কার্যোপযোগিতা থাকতে হবে। কারণ পানি বেশি হলে ঢালাই করার সময় মোটা দানা উপাদান নিচে পড়ে যায় এবং উপরে সিমেন্ট গোলা ভেসে উঠে। আবার পানির পরিমাণ খুব কম হলে মিশ্রণ নাড়াচাড়া ও ঢালাই করা অসুবিধাজনক হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়া ব্যাহত হয় এবং কংক্রিটের ভিতরে ফাঁকা থেকে যায়। ফলে মধু চক্রিকার (Honey comb) সৃষ্টি করে। উভয় অবস্থায় কংক্রিট দুর্বল হয়।

সাধারণত পানির ওজন, সিমেন্টের ওজনের অর্ধেক হলেই চলে। তবে বিশেষ শক্তির কংক্রিটের জন্য অনুপাতও ভিন্ন হয়। যেমন– ১ ঃ ১ ঃ ২ অনুপাতের কংক্রিটের জন্য পানি-সিমেন্ট অনুপাত প্রায় ০.৪৫। ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ ঃ ৩ অনুপাতের জন্য ০.৫০ এবং ১ ঃ ২ ঃ ৪ অনুপাতের কংক্রিটের জন্য ০.৫৫ থেকে ০.৬০ হয়ে থাকে।

২.৩ কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ (Factors affecting the strength of concrete) ঃ

(ক) কংক্রিটের উপাদান ঃ

১। পানি (গুণাগুণ, পানি-সিমেন্ট অনুপাত ইত্যাদি)।

২। সিমেন্ট (সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, পানি-সিমেন্ট অনুপাত, রাসায়নিক উপাদান ইত্যাদি)।

৩। এগ্রিগেট (শক্তি, আকার ও আয়তন, গ্রেডিং, তাপীয় বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি)।

৪। অ্যাডমিক্সার (পরিমাণ, রাসায়নিক বিক্রিয়া)।

(খ) প্রস্তুতপ্রণালি (ব্যাচিং, মিক্সিং, প্লেসিং, কম্পাকসন ইত্যাদি)।

(গ) কিউরিং (আর্দ্রতা, তাপমাত্রা, সময় ইত্যাদি)।

(ঘ) পরীক্ষণ পদ্ধতি (নমুনার আকার-আকৃতি, আর্দ্রতার পরিমাণ, তাপমাত্রা ইত্যাদি)।

২.৪ কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ (Factors affecting the durability of concrete) ঃ

১। **সিমেন্ট ঃ** খুঁতযুক্ত সিমেন্ট ব্যবহার করলে রাসায়নিক বিক্রিয়া দেরিতে সংঘটিত হয় এবং কংক্রিট শক্তি অর্জন করার পর এর আয়তনের পরিবর্তন হয়।

২। **এগ্রিগেট ঃ** কম টেকসইসম্পন্ন এগ্রিগেট ব্যবহার করলে সিমেন্টের সাথে বিক্রিয়া ঘটাতে পারে অথবা বায়বীয় গ্যাস দ্বারা আক্রান্ত হতে পারে।

৩। **ক্ষতিকারক পদার্থ ঃ** খুঁতযুক্ত কংক্রিটের ছিদ্রপথে এবং শূন্যস্থানে ক্ষতিকারক গ্যাস এবং লবণ প্রবেশ করে কংক্রিটকে পৃথক করে দিতে পারে।

৪। **পানি ঃ** হিমায়িত এবং বরফ গলা পানি ক্যাপিলারি ক্রিয়ায় চিড় বা ফাটলের মধ্যে দিয়ে শোষণ করতে পারে এবং কংক্রিটকে দুর্বল করে দেয়।

৫। **তাপমাত্রা ঃ** তাপমাত্রা পরিবর্তনজনিত কারণে অথবা ভিজা অবস্থা থেকে শুকনা অবস্থায় পরিবর্তন হওয়ার কারণে প্রসারণ এবং সংকোচন হয়।

২.৫ কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ (Factors affecting the workability of concrete) ঃ

১। মিশ্রণে পানির পরিমাণ,

২। মোটা দানা এবং চিকন দানার অনুপাত, মোটা দানার পরিমাণ হ্রাস করে,

৩। অ্যাডমিক্সার যোগ করে,

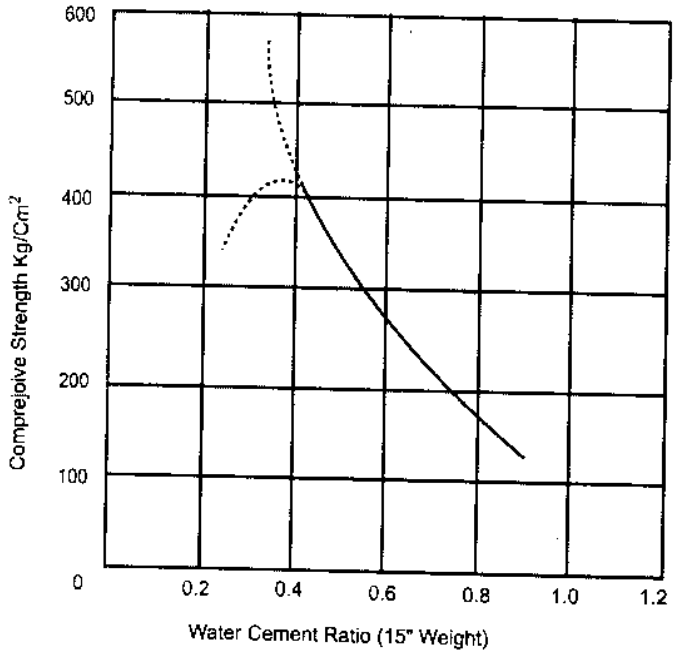
৪। সিমেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি করে,

৫। গোলাকার এগ্রিগেট ব্যবহার করে,

৬। সঠিক গ্রেডিং (By proper grading)।

২.৬ পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে ঃ

কংক্রিটের শক্তি এবং কার্যোপযোগিতা পানির পরিমাণের উপর পুরাপুরি নির্ভরশীল। নির্দিষ্ট অনুপাতের মালামালের জন্য সুনির্দিষ্ট পরিমাণ পানি ব্যবহার করলে কংক্রিট সবচেয়ে বেশি শক্তি প্রদান করে। নির্দিষ্ট পরিমাণ পানির চেয়ে কম বা বেশি পানি ব্যবহার করলে কংক্রিটের শক্তি কমে যায়। কংক্রিটকে অধিকতর কার্যোপযোগী করার জন্য রাজমিস্ত্রীরা বেশি পরিমাণ পানি ব্যবহার করে, যা কোন ক্ষেত্রেই গ্রহণযোগ্য হতে পারে না। অতিরিক্ত পানি ব্যবহার কেবলই কংক্রিটের শক্তি কমায় না, সংকোচন (Shrinking) ও তরান্বিত করে, যা কংক্রিটের জন্য খুবই ক্ষতিকারক। এ কারণে কংক্রিটের ঘনত্ব (Density) এবং স্থায়িত্বতা (Durability) কমে যায়।



চিত্র ঃ ২.১ পানি-সিমেন্ট অনুপাত এবং কংক্রিটের শক্তির মধ্যে সম্পর্ক

১৯১৮ সালে Mr. Duff Abrahm বলেন, যে-কোন পরীক্ষা করে দেখা যায় যে, কংক্রিটের শক্তি একই ঘনীভূত অবস্থায় ও একই কার্যকরী উপযোগিতায় (Workability) সম্পূর্ণ পানি-সিমেন্ট অনুপাতের উপর নির্ভরশীল। অর্থাৎ পানি কম দিলে (অন্যান্য শর্ত অপরিবর্তিত থাকলে) কংক্রিটের শক্তি বৃদ্ধি পাবে। এব্রামের সূত্র অনুসারে, সম্পূর্ণ দৃঢ়কৃত কংক্রিটের শক্তি এগ্রিগেটের আকার, পৃষ্ঠগঠন (Surface texture), গ্রেডিং, কার্যোপযোগিতা এবং শক্তিশালী মিশ্রণের দ্বারা প্রভাবিত হয় না।

পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের কম্পাকশন পদ্ধতির উপরেও নির্ভরশীল। যদি ভাইব্রেটর দ্বারা কম্পাকশন করা হয়, তবে পানি-সিমেন্টের অনুপাত কম হয়।

অনুশীলনী-২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। সিমেন্টের জমাট বাঁধার অনুকূল শর্তগুলো কী কী?

উত্তর ঃ সিমেন্ট জমাটবদ্ধতার জন্য অনুকূল শর্তগুলো হল–

১। সময়,

২। অনুকূল তাপমাত্রা,

৩। অবিরাম আর্দ্রতা।

২। কংক্রিটের গুণাগুণ নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো কংক্রিটের গুণাগুণ নিয়ন্ত্রণ করে–

১। উপযুক্ত উপাদান,

২। মিশ্রণ ও ঢালাই-এর সঠিক পদ্ধতি,

৩। সঠিক অনুপাত,

৪। উপযুক্ত কিউরিং ব্যবস্থা।

৩। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০]

উত্তর ঃ কংক্রিটের মিশ্রণ এক রকম হওয়া উচিত, যাতে একে সহজে নাড়াচাড়া (Handling) ও ফর্মের মধ্যে ঢালাই করা যায়। কংক্রিট মিশ্রণের এ গুণকে কার্যোপযোগিতা বলে। কংক্রিটের পানি-সিমেন্ট অনুপাতের উপর কার্যোপযোগিতা নির্ভর করে।

৪। কংক্রিটের সিমেন্টের গাদ বা লেইটেন্স বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৪]

উত্তর ঃ কংক্রিট মিশ্রণে পানির পরিমাণ বেশি হলে ঢালাই-এর উপরিপৃষ্ঠে সিমেন্ট, পানি, বায়ু সমন্বয়ে বুদবুদ বা সাদা স্তরের আস্তরণ পড়ে, তাকে সিমেন্টের গাদ বলে। কংক্রিটে পানির পরিমাণ বেশি হলে খোয়া ও বালি নিচে পড়ে যায়। ফলে সিমেন্টের গোলা উপরে ভেসে উঠে এবং সাদা সরের মত দেখায়।

৫। কংক্রিটের সেগ্রিগেশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১১, ১৪]

উত্তর ঃ খোয়া বা পাথরকুচি থেকে সিমেন্ট বালির মিশ্রণ পৃথক হওয়াকে সেগ্রিগেশন বলে। মিশ্রণে পানির পরিমাণ কম হলে খোয়া থেকে সিমেন্ট বালির মিশ্রণ পৃথক হতে চায়। আবার পানির পরিমাণ বেশি হলে খোয়া ও বালি সিমেন্ট অপেক্ষা ভারী হওয়ায় নিচে থিতিয়ে পড়ে এবং সিমেন্টের গোলা উপরে ভেসে উঠে।

৬। কংক্রিটের সেগ্রিগেশন কেন হয়?

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে কংক্রিটের সেগ্রিগেশন হয়। যেমন–

১। মিশ্রণে প্রয়োজনের তুলনায় পানির পরিমাণ কম হলে খোয়া থেকে সিমেন্ট বালির মিশ্রণ পৃথক হয়।

২। মিশ্রণে প্রয়োজনের তুলনায় পানির পরিমাণ বেশি হলে খোয়া ও বালি সিমেন্ট অপেক্ষা ভারী হওয়ায় নিচে থিতিয়ে পড়ে।

৩। কংক্রিট মিশ্রণ, স্থাপন এবং দৃঢ়করণ সতর্কতার সাথে না করলে।

৪। বেশি উচ্চতা থেকে কংক্রিট ফেলা হলে।

৭। পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত সিমেন্ট ও পানির অনুপাতকে পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলে। অর্থাৎ কংক্রিট মিশ্রণে পানির আয়তনের সাথে সিমেন্টের আয়তনের অনুপাতকে পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলে।

৮। কী কারণে কংক্রিটে পানি ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে কংক্রিটে পানির প্রয়োজন হয়। যেমন–

১। এগ্রিগেট ভিজানোর জন্য,

২। কংক্রিটকে কার্যোপযোগী করার জন্য,

৩। রাসায়নিক বিক্রিয়া জন্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ঃ কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ নিম্নে দেয়া হল–

১। কংক্রিটের উপাদান ঃ

(ক) পানি (গুণাগুণ, পানি-সিমেন্ট অনুপাত ইত্যাদি),

(খ) সিমেন্ট (সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক, পানি-সিমেন্ট অনুপাত, রাসায়নিক উপাদান ইত্যাদি),

(গ) এগ্রিগেট (শক্তি, আকার ও আয়তন, গ্রেডিং, তাপীয় বৈশিষ্ট্য ইত্যাদি),

(ঘ) অ্যাডমিক্সার (পরিমাণ, রাসায়নিক বিক্রিয়া)

২। প্রস্তুতপ্রণালি (ব্যাচিং, মিক্সিং, প্লেসিং, কম্পাকসন ইত্যাদি),

৩। কিউরিং (আর্দ্রতা, তাপমাত্রা, সময় ইত্যাদি),

৪। পরীক্ষণ পদ্ধতি (নমুনার আকার-আকৃতি, আর্দ্রতার পরিমাণ, তাপমাত্রা ইত্যাদি)।

২। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]

উত্তর ঃ কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো নিম্নরূপ ঃ

১। মিশ্রণে পানির পরিমাণ,

২। মোটা দানা এবং চিকন দানার অনুপাত (মোটা দানার পরিমাণ হ্রাস করে),

৩। অ্যাডমিক্সার যোগ করে,

৪। সিমেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি করে,

৫। সঠিক গ্রেডিং,

৬। গোলাকৃতি এগ্রিগেট ব্যবহার করে।

৩। পানি-সিমেন্ট অনুপাত ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ ২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। কাঠামো ডিজাইনকালে কংক্রিটের বিবেচ্য ধর্মগুলো সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। "পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে"–উক্তিটির তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ ২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

কংক্রিট প্রস্তুতের ধাপসমূহ
(Steps of Making Concrete)

অধ্যায় ৩

৩.০ কংক্রিটের মিক্স ডিজাইন পদ্ধতি বা কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ (Method of concrete mix design) ঃ

অল্প খরচে প্রয়োজনীয় শক্তি, কার্যোপযোগিতা এবং স্থায়িত্বতাসম্পন্ন কংক্রিট প্রস্তুত করতে মিশ্রণের সিমেন্ট, ফাইন এগ্রিগেট, কোর্স এগ্রিগেট এবং পানির আনুপাতিকরণই মিক্স ডিজাইনের উদ্দেশ্য। উক্ত গুণসম্পন্ন কংক্রিট পেতে হলে ধাপে ধাপে যে কাজগুলো করতে হয়, তা হলঃ

(ক) কংক্রিট উপাদানের আনুপাতিকরণ (Methods of proportioning concrete mixes)

(খ) উপাদানসমূহের পরিমাপকরণ (Batching of materials)

(গ) কংক্রিট মিশ্রণ (Mixing of concrete)

(ঘ) কংক্রিট স্থানান্তরকরণ (Transportation of concrete)

(ঙ) কংক্রিট স্থাপন (Placing of concrete)

(চ) কংক্রিটকে ঘনসন্নিবিষ্টকরণ বা দৃঢ়ীকরণ (Compaction of concrete)

(ছ) কংক্রিটকে কিউরিংকরণ (Curing of concrete)।

৩.১ কংক্রিট উপাদানসমূহের আনুপাতিককরণের গুরুত্ব (Significance of proportioning the ingredients of concrete) ঃ

কংক্রিটের উপাদানসমূহের (যেমন– সিমেন্ট, বালি, কোর্স এগ্রিগেট এবং পানি) আপেক্ষিক অনুপাত এমনভাবে নির্বাচন বা নির্ণয় করা হয়, যেন আশানুরূপ গুণাগুণের কংক্রিট পাওয়া যায়। এ অনুপাত নির্ণয়ের পদ্ধতিই কংক্রিট উপাদানের আনুপাতিকরণ নামে পরিচিত। শক্তি এবং সাশ্রয়-এর উপর নির্ভর করে ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত নির্বাচন করা হয়।

কংক্রিটের মধ্যে শূন্যস্থানের পরিমাণের উপর কংক্রিট উপাদানের আনুপাতিকরণ বা কংক্রিট মিশ্রণের নীতি (Proportioning of concrete ingredients or Principle of formation of concrete mixes) নির্ভর করে। যখন কোর্স এগ্রিগেট মিশ্রণ করা হয়, তখন এর মধ্যে অনেক ফাঁকা স্থান সৃষ্টি হয়। যখন এদের সাথে বালি মিশ্রিত করা হয়, তখন কোর্স এগ্রিগেটের মধ্যের ফাঁকা স্থানগুলো বালি দ্বারা পূর্ণ হয়। পরে, যখন এদের সাথে সিমেন্ট যুক্ত করা হয়, তখন বালির মধ্যকার ফাঁকা স্থানগুলো সিমেন্টের পাউডার দ্বারা পূর্ণ হয়। সর্বশেষ পানি মিশ্রণের ফলে সিমেন্টের কণাগুলোর মধ্যকার খুবই সূক্ষ্ম ফাঁকা স্থানগুলো পানিতে পূর্ণ হয়। এ অবস্থায় পানি এবং সিমেন্টের রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে সলিড পদার্থে পরিণত হয়, যা কংক্রিট নামে পরিচিত।

সাধারণভাবে সিমেন্ট, ফাইন ও কোর্স এগ্রিগেট এবং পানির অনুপাত এমন হওয়া উচিত যেন কংক্রিটে নিম্নলিখিত গুণাবলি বিদ্যমান থাকে–

১। সদ্যপ্রস্তুতকৃত কংক্রিটের মধ্যে যথেষ্ট কার্যোপযোগিতা থাকা উচিত, যেন যে-কোন আকার-আকৃতিতে সঠিকভাবে স্থাপন করা যায়। অত্যধিক তরল হওয়া উচিত নয়।

২। কংক্রিট শক্ত হওয়ার পরে যেন এতে যথেষ্ট শক্তি অর্জিত হয় এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি পায়।

৩। মালামাল এবং শ্রমিক ব্যয় নিম্ন পর্যায়ে থাকে।

৩.২ কংক্রিট উপাদানসমূহের অনুপাতিককরণ পদ্ধতি (Methods of proportioning ingredients or concrete mix design) ঃ

কংক্রিট উপাদানসমূহের সঠিক আনুপাতিকরণ-এর উপর কংক্রিটের শক্তি নির্ভর করে। কংক্রিট উপাদান-এর অনুপাত নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে নির্ধারণ করা হয়। যথাঃ

১। আনুমানিক পদ্ধতি (By arbitrary method)

২। ন্যূনতম শূন্যতা পদ্ধতি (By minimum void method)

৩। সর্বোচ্চ ঘনত্ব পদ্ধতি (By maximum density method)

৪। সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক পদ্ধতি (By fineness modulas method)

৫। পানি-সিমেন্ট অনুপাত পদ্ধতি (Water cement ratio method)।

উপরোক্ত পদ্ধতিগুলোর সাহায্যে কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট এবং বাইন্ডিং ম্যাটেরিয়ালস-এর অনুপাত নির্ধারণ করা হয়। তবে মূলকথা হল, কোর্স এগ্রিগেটের মধ্যস্থ বড় বড় ফাঁকাগুলোর মধ্যে ফাইন এগ্রিগেট-এর কণাগুলো ঢুকে ফাঁকা বন্ধ করে দিবে। আবার ফাইন এগ্রিগেট-এর মধ্যস্থ ফাঁকাগুলো, জমাট বাঁধাইকারী সূক্ষ্মতর উপাদান পূর্ণ করে দিবে।

আনুমানিক পদ্ধতি (Arbitrary method) ঃ কংক্রিটের উপাদানসমূহের মধ্যে ক্ষুদ্রতর কণাগুলো বৃহত্তর কণাগুলোর মধ্যবর্তী শূন্যস্থান পূর্ণ করে। তাই ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত $১\frac{১}{২}$ থেকে $২\frac{১}{২}$ এর মধ্যে হলে ঘন কংক্রিট প্রস্তুত করা যায়। এ পদ্ধতিতে কংক্রিট মিশ্রণের উপাদানসমূহের আনুপাতিকরণে সিমেন্টের অনুপাত ১ অংশ ধরে, n অংশ ফাইন এগ্রিগেটের সাথে 2n অংশ কোর্স এগ্রিগেট যোগ করা হয়। সে হিসাবে কংক্রিটের সিমেন্ট, ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত ১ ঃ n : 2n হয়। উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট প্রাপ্তির ক্ষেত্রে অনুপাত ১ ঃ ১ ঃ ২ এবং ১ ঃ ১.২ ঃ ২.৪ সুবিধাজনক। অপরদিকে সাধারণ কাজে ১ ঃ $১\frac{১}{২}$ ঃ ৩, ১ ঃ ২ ঃ ৪ অনুপাত ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া ফাউন্ডেশনে এবং বৃহৎ কংক্রিট ঢালাই– এর কাজে ১ ঃ ৩ ঃ ৬ এবং ১ ঃ ৪ ঃ ৮ অনুপাত ব্যবহার করা হয়। সাধারণভাবে মিশ্রণে উপাদানগুলোর আয়তন নির্দেশ করা থাকে। পানির পরিমাণ কার্যোপযোগিতার উপর নির্ভর করে নির্ধারণ করা হয়। আর কার্যোপযোগিতা নির্ভর করে কাজের ধরন এবং দৃঢ়করণ পদ্ধতির উপর। তবে উপাদানের অনুপাত সাধারণত নিম্নরূপ হয়ে থাকে–

টেবিল-৩.১

বিভিন্ন প্রকার কাজের জন্য গ্রহণযোগ্য কংক্রিট মিশ্রণ (Recommended concrete mixes for various types of work) ঃ

ক্রমিক নং	কাজের প্রকার	গ্রহণযোগ্য মিশ্রণ
১।	লম্বা স্প্যানবিশিষ্ট আর্চ, অতিরিক্ত লোড বহনকারী কলাম, বীম ইত্যাদির জন্য উন্নত কংক্রিট মিশ্রণের ক্ষেত্রে।	M250 (১ ঃ ১ ঃ ২)
২।	রিটেইনিং ওয়াল, লম্বা পাইল, কলাম এবং অন্যান্য মেম্বার যা মধ্যম মানের লোড বহন করে, লাইম টেরাসিংবাদে রুফ স্ল্যাব ইত্যাদি।	M200 (১ ঃ $১\frac{১}{২}$ ঃ ৩)
৩।	আর.সি.সি.বীম স্ল্যাব, কলাম, সাধারণ দালানের দেওয়াল এবং সাধারণ লোড বহনযোগ্য ভিত্তি রিটেইনিং ওয়াল, রাস্তা, ব্রিজ ইত্যাদি।	M 150 (১ ঃ ২ ঃ ৪)
৪।	ম্যাস কংক্রিট (Mass concrete)-এর ভিত্তি, দেওয়াল, পিয়ার কালভার্ট, রিটেইনিং ওয়াল কম্পাউন্ড ওয়াল ইত্যাদি।	M100 (১ ঃ ৩ ঃ ৬)
৫।	মেঝে (বৃহদাকার কংক্রিটের কাজে)	১ ঃ ৪ ঃ ৮
৬।	কংক্রিটের কাজ (নীল কংক্রিট)	১ ঃ ৫ ঃ ১০

নিম্নের টেবিলে এগ্রিগেটের পরিমাণ এবং পানির পরিমাণ দেখান হল ঃ

টেবিল-৩.২

সাধারণ মিশ্রণের জন্য কংক্রিট মিশ্রণের অনুপাত (Concrete mix proportions for ordinary concrete) ঃ

কংক্রিটের গ্রেড	মোট এগ্রিগেটের পরিমাণ (শুকনা), প্রতি ৫০ কেজি সিমেন্টের জন্য (কেজি)	প্রতি ৫০ কেজি সিমেন্টে সর্বোচ্চ পানির পরিমাণ (লিটার)	ফাইন এগ্রিগেট ও কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত
M৫০	৮০০	৬০	সাধারণত ১ ঃ ২
M৭৫	৬২৫	৪৫	ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত (আয়তন) কিন্তু সর্বোচ্চ সীমা ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ এবং সর্বনিম্ন সীমা ১ ঃ ২$\frac{১}{২}$
M১০০	৪৮০	৩৪	
M১৫০	৩৫০	৩২	
M২০০	২৫০	৩০	

বিঃ দ্রঃ কংক্রিট মিশ্রণের শিরোনাম যেমন M_{100}, M_{150}, M_{200}। এখানে M = কংক্রিট মিশ্রণ এবং সংখ্যা = উক্ত কংক্রিট মিশ্রণের ২৮ দিনে অর্জিত সর্বোচ্চ শক্তি কেজি/বর্গসেমি।

উদাহরণ ঃ ১ ঃ ৩ ঃ ৬ অনুপাতের কংক্রিটে বিবিধ উপাদানসমূহের আয়তন নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ

ধরি, আর্দ্র আয়তন = ১০ ঘনমিটার

অতএব, শুষ্ক আয়তন ১০ × ১.৫ = ১৫ ঘনমিটার

সিমেন্টের পরিমাণ = $\frac{১৫}{১০}$ × ১ = ১.৫ ঘনমিটার = ৪৫ ব্যাগ

বালি = $\frac{১৫}{১০}$ × ৩ = ৪.৫ ঘনমিটার এবং খোয়া = $\frac{১৫}{১০}$ × ৬ = ৯.০ ঘনমিটার।

ন্যূনতম শূন্যতা পদ্ধতি (Minimum voids method) ঃ এ পদ্ধতিতে বলা হয় উন্নতমানের কংক্রিটের জন্য কোর্স এবং ফাইন এগ্রিগেটের শূন্যস্থান সম্পূর্ণরূপে পূরণ হওয়া দরকার। তাই কোর্স এবং ফাইন এগ্রিগেটের শূন্যস্থান আলাদা-আলাদাভাবে নির্ণয় করা হয়। এগ্রিগেটের শূন্যস্থান পরিমাপের জন্য জানা আয়তনের পানিরোধী পাত্র এগ্রিগেট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। পাত্রে জানা মাপের পানি ঢেলে এগ্রিগেটের উপরিতল পর্যন্ত পূর্ণ করা হয়। সাধারণত নির্ণীত কোর্স এগ্রিগেটের শূন্য স্থানের ১০% অতিরিক্ত যোগ করে বালির পরিমাণ এবং ফাইন এগ্রিগেটের শূন্যস্থানের ১৫% অতিরিক্ত যোগ করে সিমেন্টের পরিমাণ হিসাব করা হয়।

সর্বোচ্চ ঘনত্ব পদ্ধতি (Maximum density method) ঃ এ পদ্ধতিতে জানা আয়তনের একটি বাক্সে বিভিন্ন অনুপাতে ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেট দ্বারা পূরণ করে ওজন করা হয়। যে অনুপাতের ওজন বেশি হয় সে অনুপাত দ্বারা সবচেয়ে বেশি ঘনত্বের কংক্রিট পাওয়া যাবে। মিঃ ফুলার (Mr. Fuller) ন্যূন্যতম শূন্যতা পদ্ধতিকে পরীক্ষানিরীক্ষা করে এ পদ্ধতির প্রবর্তন করে। নিম্নে সূত্রের সাহায্যে মালসামগ্রীর গ্রেডিং হিসাব করা হয়–

$$\text{por } M = ১০০ \left(\frac{d}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

এখানে, D = কোর্স এগ্রিগেটের সর্বোচ্চ সাইজ

d = ফাইন এগ্রিগেটের সর্বোচ্চ সাইজ

p or M = ওজনের শতকরা

অতএব, আয়তনে অনুপাত হবে– $\frac{১৪.৩}{১৪৪০}$ ঃ $\frac{৩০.৪}{১৭৫০}$ ঃ $\frac{৫৫.৩}{১৬০০}$

১ ঃ $\frac{৩০.৪}{১৭৫০} \times \left(\frac{১৪৪০}{১৪.৩}\right)$ ঃ $\left(\frac{৫৫.৩}{১৬০০}\right) \times \left(\frac{১৪৪০}{১৪.৩}\right)$

১ ঃ ১.৭৫ ঃ ৩.৪৮

১ ঃ ১$\frac{৩}{৪}$ ঃ ৩$\frac{১}{২}$

সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক পদ্ধতি (Fineness modules method) ঃ চালুনি বিশ্লেষণের মাধ্যমে আলাদা আলাদাভাবে কোর্স এবং ফাইন এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করা যায়। তবে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট প্রাপ্তির জন্য এদের সংযুক্ত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক প্রয়োজন। নিম্নের সূত্রের সাহায্যে সংযুক্ত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয় হয়–

$$F_{com} = \frac{mF_c + nF_F}{m + n}$$

এখানে, m = কোর্স এগ্রিগেটের পরিমাণ

n = ফাইন এগ্রিগেটের পরিমাণ

F_C = কোর্স এগ্রিগেটের সূক্ষ্ম গুণাঙ্ক

F_F = ফাইন এগ্রিগেটের সূক্ষ্ম গুণাঙ্ক

নিম্নের তালিকায় কোর্স এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেটের চালুনি বিশ্লেষণ-এর ফলাফল দেয়া হল ঃ

আদর্শ চালুনি নং	কোর্স এগ্রিগেট (১০ কেজি)			ফাইন এগ্রিগেট (১ কেজি)		
	অবশেষে ওজন	মোট অবশেষে ওজন	মোট অবশেষ ওজনের %	অবশেষ ওজন	মোট অবশেষ ওজন	মোট অবশেষ ওজনের %
৮০ মিমি	-	-	-	-	-	-
৬৩ মিমি	-	-	-	-	-	-
৪০ মিমি	০.৬	০.৬	৬	-	-	-
২০ মিমি $\left(\frac{৩''}{৪}\right)$	০.৪	১.০	১০	-	-	-
১০ মিমি $\left(\frac{৩'}{৮}\right)$	৫.২	৬.২	৬২	-	-	-
৪.৭৫ মিমি $\left(\frac{৩''}{১৬}\right)$	৩.০	৯.২	৯২	০.০৭	০.০৭	৭
২.৩৬ মিমি (৭নং)	০.৪	৯.৬	৯৬	০.০৭	০.১৪	১৪
১.১৮ মিমি (১৪নং)	০.২	৯.৮	৯৮	০.১৫	০.২৯	২৯
৬০০ মাইক্রোন (২৫নং)	০	১০	১০০	০.২২	০.৫১	৫১
৩০০ মাইক্রোন (৫২ নং)	০	১০	১০০	০.৩৬	০.৮৭	৮৭
১৫০ মাইক্রোন (১০০ নং)	০	১০	১০০	০.১৩	১.০০	১০০
			Σ = ৬৬৪			Σ = ২৮৮

ফাইন এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{২৮৮}{১০০}$

বা, F_F or p_1 = ২.৮৮

এবং কোর্স এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক $= \frac{৬৬৪}{১০০}$

F_C or p_2 = ৬.৬৪

সংযুক্ত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয় করে ঈপ্সিত শক্তির জন্য সংযুক্ত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বা ঈপ্সিত গুণাঙ্ক (Desired fineness modulus) এর সাহায্যে সিমেন্টের অনুপাত এক ধরে ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত নিম্নের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়।

$w = \frac{p_2 - p}{p - p_1} \times ১০০$

p = মিশ্রণের ঈপ্সিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক

p_1 = ফাইন এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক

p_2 = কোর্স এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক

w = ১০০ ভাগ কোর্স এগ্রিগেটের সাথে ফাইন এগ্রিগেটের % অনুপাত।

পানি-সিমেন্ট অনুপাত পদ্ধতি (Water-cement ratio method) ঃ মিশ্রণে পানি-সিমেন্টের অনুপাতের উপর কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে। মিশ্রণে পানির পরিমাণ কমবেশি হলে কার্যোপযোগিতাও হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে, ফলে উন্নতমানের কংক্রিট পাওয়া যায় না। এ পদ্ধতিতে বলা হয়, কার্যোপযোগিতাসহ দৃঢ়াবদ্ধ কংক্রিট-এর শক্তি কেবলমাত্র পানি-সিমেন্ট অনুপাতের উপর নির্ভরশীল। তাই কার্যোপযোগিতা ছাড়াও এগ্রিগেটের বিন্যাস এবং আনুপাতিকরণ (Grading and proportioning), সিমেন্টের অনুপাত, পানির পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়। নিচের সূত্রের সাহায্যে কংক্রিটের শক্তি নিরূপণ করা যায়–

S_{28} or $P_{28} = \frac{984}{4x}$

এখানে, $S_{২৮}$ বা $P_{২৮}$ = ২৮ দিন কিউরিং-এর পর বর্গ কংক্রিট সিলিন্ডারের ক্রাশিং শক্তি কেজি/সেমি

x = আয়তনে পানি সিমেন্ট অনুপাত

৩.৩ মালামালের পরিমাপকরণ (Measurement or batching of materials) ঃ

নির্দিষ্ট কাজের জন্য কংক্রিটের উপাদানসমূহের অনুপাত সুনির্দিষ্ট করার বা কংক্রিট প্রস্তুতির পূর্বেই প্রত্যেকটি উপাদানকে সঠিকভাবে পরিমাপ বা ব্যাচিং করা পরিমাপ প্রয়োজন। মিশ্রণের জন্য কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট, সিমেন্ট এবং পানির পরিমাপ পদ্ধতিকে ব্যাচিং (Batching) বলা হয়। এ ব্যাচিং কার্য ওজনে অথবা আয়তনে করা যেতে পারে। মিশ্রণের এক ব্যাচ (Batch) থেকে অন্য ব্যাচের মধ্যে বালির আয়তন স্ফীতি (Bulking of sand)-এর পার্থক্যের কারণে আয়তনে পরিমাপের চেয়ে ওজনে পরিমাপ করা সুবিধাজনক।

(i) ওজনে পরিমাপকরণ (Weight batching) ঃ কংক্রিটে ব্যবহৃত সামগ্রীর একক ওজন কেজিতে সচরাচর ধরা হয় অথবা অধিক পরিমাণের ক্ষেত্রে টন (1 tonne = 1000 kg) ব্যবহার করা যেতে পারে। তাই সিমেন্ট, বালি এবং কোর্স এগ্রিগেটকে সরাসরি ওজনে মাপা যায়। ব্যাচিং কার্যে সিমেন্ট সর্বদা ওজনে পরিমাপ করা হয়। প্রতি ব্যাগ সিমেন্টের ওজন ধরা হয় ৫০ কেজি। সকল ধরনের গুরুত্বপূর্ণ কাজে উপাদানগুলোকে ওজনে পরিমাপ করা উচিত।

(ii) আয়তনে পরিমাপকরণ (Volume batching) ঃ এক্ষেত্রে আয়তনে দুই ধরনের একক ব্যবহার করা হয়। তরল এবং শুষ্ক দানাদার পদার্থকে লিটারে এবং সলিড (Solid)-কে ঘনমিটারে পরিমাপ করা হয়। যেমন– পানি, সিমেন্ট, বালি এবং কোর্স এগ্রিগেটকে লিটারে এবং কংক্রিট (Being solid)-কে ঘনমিটারে মাপা হয়। সকল ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এক ঘনমিটার = ১০০০ লিটার = এক কিলোলিটার।

আয়তনে পরিমাপকরণে, ৫০ কেজি ওজনের এক ব্যাগ সিমেন্ট-এর আয়তন ৩৫ লিটার (১ লিটার সিমেন্ট = ১.৪৪ কেজি সিমেন্ট)। এগ্রিগেট পরিমাপের জন্য কাঠের বাক্স ব্যবহার করা হয়। প্রতি ব্যাগ সিমেন্ট-এর আয়তনের সাথে সামঞ্জস্য রেখে কাঠের বাক্স বা ফ্রেম তৈরি করা হয়। যেমন– বাক্সের ভিতরের মাপ ৪০ সেমি দীর্ঘ, ৩৫ সেমি চওড়া এবং ২৫ সেমি গভীর হয়ে থাকে, পানি পরিমাপ করা হয় কেজি বা লিটারে (1 kg = 1 litre)। পানি-সিমেন্টের অনুপাত-এর উপর পানির পরিমাণ হিসাব করা হয়। উদাহরণস্বরূপ– পানি-সিমেন্টের অনুপাত ০.৫৫ হলে, প্রতি ব্যাগ সিমেন্টের জন্য প্রয়োজনীয় পানির পরিমাণ = ০.৫৫ × ৫০ = ২৭.৫ কেজি বা ২৭.৫ লিটার হয়।

আয়তনে বালি পরিমাপের ক্ষেত্রে, বালি আর্দ্র কি না অর্থাৎ বালির বাল্কিং হয়েছে কি না সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। তাই বাল্কিং অনুপাতে বালির পরিমাণ বৃদ্ধি করে লওয়া উচিত। যদি কোর্স এগ্রিগেট ভিজা থাকে তবে সে অনুযায়ী পানির পরিমাণ থেকে পানি কম দিতে হবে। হস্তচালিত ব্যাচিং পদ্ধতিতে কোর্স ও ফাইন এগ্রিগেট আয়তনে পরিমাপ করা হয়। আর যান্ত্রিক পদ্ধতিতে উপাদানগুলোকে ওজনে পরিমাপ করা হয়।

আয়তনের পরিমাপের ক্ষেত্রে, এক ব্যাগ সিমেন্টের জন্য প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহের আয়তন নিম্নে দেয়া হল ঃ

(Batching of some commonly used concrete mixes) ঃ

Concrete mix proportions	cement (in kg)	sand (in litres)	coarse aggregate (in litres)
১ । ১ ঃ ১ ঃ ২ (M_{250})	৫০	৩৫.০	৭০.০
২ । ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ ঃ ৩ (M_{200})	৫০	৫২.৫	১০৫.০
৩ । ১ ঃ ১$\frac{২}{৩}$ ঃ ৩$\frac{১}{৩}$	৫০	৫৮.৪	১১৬.৮
৪ । ১ ঃ ২ ঃ ৩	৫০	৭০.০	১০৫.০
৫ : ১ ঃ ২ ঃ ৪ (M_{150})	৫০	৭০.০	১৪০.০
৬ । ১ ঃ ২$\frac{১}{২}$ ঃ ৫	৫০	৮৭.৫	১৭৫.০
৭ । ১ ঃ ৩ ঃ ৬ (M_{100})	৫০	১০৫.৫	২১০.০

৩.৪ কংক্রিট উপাদানসমূহের অনুপাতের হিসাব (Calculate different proportion of concrete mixes) ঃ

উদাহরণ ঃ কোর্স এগ্রিগেটের সর্বোচ্চ আকার ২০ মিমি এবং ফাইন এগ্রিগেটের সর্বোচ্চ আকার ৮ মিমি। ৮ মিমি অপেক্ষা সূক্ষ্মতর মালামালের শতকরা হিসাব নির্ণয় কর।

$$p = ১০০ \times \left(\frac{৪}{২০}\right)^{\frac{১}{২}} = ৪৪.৭\%$$

সুতরাং, সিমেন্ট এবং বালির একত্রে ওজন ৪৪.৭ কেজি এবং কোর্স এগ্রিগের ওজন (১০০ − ৪৪.৭) = ৫৫.৩ কেজি

যদি সিমেন্ট এবং এগ্রিগেট (ফাইন + কোর্স)-এর অনুপাত ১ ঃ ৬ হয়, তবে

১০০ কেজি মিশ্রণে সিমেন্টের পরিমাণ = $\frac{১০০}{৭}$ = ১৪.৩ কেজি

এবং বালির পরিমাণ = ৪৪.৭ − ১৪.৩ = ৩০.৪ কেজি।

সুতরাং সিমেন্ট, বালি এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত (ওজনে) হবে– ১৪.৩ ঃ ৩০.৪ ঃ ৫৫.৩

অতএব, আয়তনে অনুপাত হবে– $\frac{১৪.৩}{১৪৪০}$ ঃ $\frac{৩০.৪}{১৭৫০}$ ঃ $\frac{৫৫.৩}{১৬০০}$

$$১ ঃ \left(\frac{৩০.৪}{১৭৫০}\right) \times \left(\frac{১৪৪০}{১৪.৩}\right) ঃ \left(\frac{৫৫.৩}{১৬০০}\right) \times \left(\frac{১৪৪০}{১৪.৩}\right)$$

১ ঃ ১.৭৫ ঃ ৩.৪৮

১ ঃ ১$\frac{৩}{৪}$ ঃ ৩$\frac{১}{২}$

উদাহরণ ঃ ঈপ্সিত সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক ৫.৩৪ হলে উপরোক্ত ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক-এর সাহায্যে ফাইন এর কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$p = ৫.৩৪$

$p_1 = ২.৮৮$

$p_2 = ৬.৬৪$

$$\therefore w = \frac{p_2 - p}{p - p_1} \times ১০০ = \frac{৬.৬৪ - ৫.৩৪}{৫.৩৪ - ২.৮৮}$$

$$= \frac{১.৩০}{২.৪৬} = ০.৫২৮ = ৫২.৪\%$$

ধরি, $w = ৫৩\%$

∴ ফাইন এবং কোর্স এগ্রিগেটের অনুপাত = ৫৩ ঃ ১০০

৩.৫ কংক্রিট মিশ্রণ পদ্ধতি (Mixing of concrete) ঃ

সর্বত্র সমগুণসম্পন্ন হওয়ার জন্য কংক্রিটের বিভিন্ন উপাদানগুলোর সুষম মিশ্রণ হওয়া প্রয়োজন। পানি-সিমেন্টের পেস্ট সমগ্র অ্যাগ্রিগেট-এর চারদিকে প্রলেপ সৃষ্টি করছে কি না সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। পানি-সিমেন্টের অনুপাত যাতে সর্বদা সঠিক হয় তা নিশ্চিত করতে হবে।

সাধারণত দুই পদ্ধতিতে কংক্রিট মিশানো হয়, যথাঃ

(ক) হাতে মিশ্রণ (Hand mixing)

(খ) মেশিনে মিশ্রণ (Machine mixing)

হাতে মিশ্রণ (Hand mixing) ঃ স্বল্প আয়তনের কংক্রিট মিশ্রণের জন্য এ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যেখানে মিশ্রণ যন্ত্র পাওয়া যায় না অথবা মিশ্রণ যন্ত্রের শব্দ গ্রহণযোগ্য নয়, সেখানেও এ পদ্ধতিতে কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়। হাতে মিশ্রণের বিবিধ পর্যায়গুলো নিম্নরূপ ঃ

১। সিমেন্ট ও ফাইন এগ্রিগেটের শুষ্ক মিশ্রণ,

২। কোর্স এগ্রিগেট বিছানো,

৩। ৭৫% পরিমাণ পানি দ্বারা আধা আর্দ্র মিশ্রণ ও

৪। বাকি ২৫% পানি দ্বারা আর্দ্র মিশ্রণ।

প্রথমে সিমেন্ট ও ফাইন এগ্রিগেটকে শুষ্ক অবস্থায় একটি পরিষ্কার শক্ত ও নিশ্ছিদ্র প্লাটফর্মের উপর মিশাতে হবে। যতক্ষণ পর্যন্ত একই রকম রং না হবে, ততক্ষণ পর্যন্ত মিশাতে হবে।

অন্য এক জায়গায়, একটি নিশ্ছিদ্র প্লাটফর্মের উপর কোর্স এগ্রিগেটকে সমউচ্চতায় বিছিয়ে দেয়া হয়। এর উপর সিমেন্ট ও ফাইন এগ্রিগেটের মিশ্রণ সমউচ্চতায় ছড়িয়ে দেয়া হয় এবং ভালভাবে মিশানো হয়। মিশানোর জন্য shovel ব্যবহার করা হয়।

সমস্ত মিশ্রণ যখন একই রং ধারণ করবে, তখন মিশ্রণের মাঝখানে গর্ত করে এর মধ্যে প্রয়োজনীয় পানির ৭৫% পানি ঢেলে উত্তমরূপে মিশ্রণ করতে হবে। পরে বাকি পানি দিয়ে মিশ্রণকে সুষম এবং কার্যোপযোগী করতে হবে। এ পদ্ধতিতে ১০% সিমেন্ট অতিরিক্ত নেয়া হয়।

মেশিনে মিশ্রণ (Machine mixing) ঃ বৃহৎ কাজে যেখানে কংক্রিটের কাজের পরিমাণ বেশি, সেখানে মেশিনে কংক্রিট মিশ্রণ করলে অনেক আর্থিক সাশ্রয় হয়। মেশিনে মিশ্রিত কংক্রিট অধিক সমসত্ত্ব এবং তুলনামূলক কম পানির প্রয়োজন হয়। কংক্রিট মিশ্রণের জন্য ব্যবহৃত মেশিনকে কংক্রিট মিক্সার বলা হয়। সাধারণত কংক্রিট মিক্সার দুই প্রকার। যথাঃ

(ক) অবিরাম মিক্সার (Continuous mixer)

(খ) ব্যাচ মিক্সার (Batch mixer)

মেশিন মিক্সিং-এর বৈশিষ্ট্যগুলো–

১। মেশিনের সাহায্যে কংক্রিটের মালামাল মিক্সিং খুবই কার্যকরী এবং অল্প সময়ে উন্নতমানের কংক্রিট পাওয়া যায়।

২। বাজারে টিলটিং অথবা নন-টিলটিং টাইপের মিক্সার মেশিন পাওয়া যায়। মেশিনে সাধারণত বৈদ্যুতিক শক্তিতে চালিত লোডিং হোপার ব্যবহার করা হয়। অল্প কাজের ক্ষেত্রে এক ব্যাগ সিমেন্টে যে পরিমাণ কংক্রিট পাওয়া যায়। সে রকম ধারণ ক্ষমতা সম্পন্ন মেশিন ব্যবহার করা হয়।

৩। কংক্রিটের মালামাল হোপারে ঢালার পূর্বে অথবা পরে একই সময় প্রয়োজনীয় পানি দেয়া উচিত। এক্ষেত্রে পানির সুষম বন্টন নিশ্চিত করতে হবে।

৪। কংক্রিট মিশ্রণের কাজ শেষ হয়ে গেলে মেশিনকে ভালভাবে পরিষ্কার করতঃ ধৌত করে রাখতে হবে। ঘূর্ণায়মান ড্রামের মধ্যে যাতে কংক্রিট জমে পিণ্ড সৃষ্টি না হয়, সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। একবার পিণ্ড জমে গেলে তা অপসারণ করা খুবই কঠিন হয়ে পড়ে। ফলে মেশিনের কর্মক্ষমতা হ্রাস পায়।

৫। কংক্রিট মিক্সারের অভ্যন্তরে সব সময় পরিদর্শন করতে হবে। কলা (Blade) নষ্ট বা ভাঙ্গা থাকলে তা দ্রুত মেরামত বা সম্প্রসারণ করতে হবে।

৬। মালামালের মিক্সিং সময় এবং মিক্সার মেশিনের স্পীড উভয়ই উন্নতমানের কংক্রিট প্রাপ্তির ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। মিক্সিং সময় কমপক্ষে এক মিনিট হওয়া উচিত। তবে দুই মিনিট গ্রহণযোগ্য।

৭। মিশ্রিত কংক্রিটকে ৩০ মিনিটের মধ্যে কাজে ব্যবহার করা উচিত।

অবিরাম মিক্সার বৃহদাকার নির্মাণকাজে ব্যবহৃত হয়, যেমন– ব্রিজ, কংক্রিটের ড্যাম, যেখানে দৈনিক প্রচুর কংক্রিট ব্যবহৃত হয়, সেখানে স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এতে দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন হয়। এ পদ্ধতিতে আকাঙ্ক্ষিত তারল্যের কংক্রিট পাওয়া যায়। এ মেশিনের এক প্রান্ত দিয়ে কংক্রিটের উপাদান প্রবেশ করানো হয় এবং অপর প্রান্ত দিয়ে বাহির হয়ে আসা কংক্রিট সচরাচর যন্ত্রচালিত বিভিন্ন বাহনে কর্মস্থলে নিয়ে যাওয়া হয়।

ব্যাচ মিক্সারে কংক্রিটের উপাদানগুলোকে হপারের (Hopper) মাধ্যমে ঘূর্ণায়মান ড্রামে ঢালা হয়। কংক্রিটের উপাদানসমূহ প্রথমে হপারের মধ্যে ভর্তি করে হপারটিকে উল্টিয়ে মালামালগুলো ড্রামে ফেলা হয়। ঘূর্ণায়মান ড্রামটি-এর ব্লেডের সাহায্যে উপাদানগুলো মিশতে থাকে। ৩০ সেকেন্ড মেশিন চালানোর পর শুকনা মসলায় প্রয়োজনীয় পানি বালতির সাহায্যে দেয়া হয়।

পুনরায় ১$\frac{১}{২}$ মিনিট পরে ঘূর্ণন শেষে ড্রামটিকে উল্টিয়ে প্লাটফর্মের উপর কংক্রিট ঢালা হয়। সেখান থেকে লোহার কড়াইয়ে করে কংক্রিটকে কার্যস্থলে নিয়ে যাওয়া হয়। ধারণক্ষমতার উপর নির্ভর করে ব্যাচ মিক্সার দুই প্রকার, যথা ঃ

১। রোটারি বা নন-টিলটিং মিক্সার (Rotary or Non-tilting type mixer)—140NT 200NT 280NT 400NT 800NT.

২। টিলটিং মিক্সার (Tilting type mixer)—100T 140T এবং 200T. সংখ্যা নির্দেশ করে প্রতি বারের ধারণ-ক্ষমতা, লিটারে এবং T অথবা NT নির্দেশ করে Tilting or Non-tilting.

বিঃ দ্রঃ ছোট ড্রাম ১$\frac{১}{২}$ মিনিট এবং বড় ড্রাম ২ মিনিট চালালে মসলা ভালভাবে মিশে যাবে।

৩.৬ কংক্রিট স্থানান্তরকরণ (Transportation of concrete) ঃ

কংক্রিটকে মিশ্রণ স্থান হতে ঢালাই স্থানে স্বল্প সময়ে নিয়ে যাওয়া দরকার, যাতে সেগ্রিগেশন হতে না পারে। কংক্রিট স্থানান্তরের জন্য এমন ব্যবস্থা করতে হবে যাতে ৩০ মিনিটের মধ্যে কাজে ব্যবহার করা যায়। প্রাথমিক জমাট বাঁধা সময় (Initial set) পূর্বেই কংক্রিটকে কাজে লাগাতে হবে। সুতরাং এমন পরিমাণ কংক্রিট এক ব্যাচে প্রস্তুত করতে হবে, যেন উক্ত সময়ের মধ্যে কাজে লাগানো যায়। নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়, যথাঃ

১। **স্টীল কড়াই দ্বারা (By steel pan) ঃ** অল্প কাজের জন্য স্টীল কড়াই ব্যবহার করা হয়। এর ধারণক্ষমতা অল্প এবং সহজেই একজন লোক কংক্রিট ভর্তি কড়াই মাথায় করে ঢালাই স্থানে নিয়ে যায়। অল্প উচ্চতায় (যেমন- দালানের মেঝে বা ছাদ) কংক্রিটকে উত্তোলন করতে মই এর সাহায্য নেয়া হয়। আর দ্রুত কাজ করতে হলে একজন থেকে অন্যজনে কড়াই স্থানান্তর করা হয়। এ পদ্ধতিতে সবচেয়ে কম খরচে স্থানান্তরের কাজ সম্পন্ন করা যায়।

২। **হস্তচালিত গাড়ি দ্বারা (Hand carts or Wheel barrows) ঃ** এ পদ্ধতিতে অদূরে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়। সাধারণ হুইল বারো-এর সাহায্যে ২ ঘনমিটার কংক্রিট বহন করা যায়। নিউমেটিক টায়ার (Pneumatic tyres) ব্যবহার করে ঝাঁকুনি কমানো হয়।

৩। **হয়েস্ট বা স্কিপ দ্বারা (By hoists or skips) ঃ** উঁচু কাঠামোর (Tall structure) নির্মাণকাজে কংক্রিট উত্তোলন করতে হয়েস্ট বা স্কিপ ব্যবহার করা হয়।

৪। **ট্রিপার দ্বারা** (By Tripper) **ঃ** ৫ কিমি দূরত্ব পর্যন্ত ট্রিপার দ্বারা সবলে টেনে (haulage) কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়।

৫। **ট্রাক বা লরি দ্বারা (By truck or lorries) ঃ** যখন দূরত্ব বেশি হয় অর্থাৎ যেখানে কংক্রিট মিশ্রণের জন্য পর্যাপ্ত জায়গা পাওয়া যায় না, সেখানে এ পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়। ট্রাক বা লরি রেডি মিক্স কংক্রিট (Ready mix concrete) স্থানান্তরের জন্য ব্যবহার করা হয়। সাধারণত কেন্দ্রীয় মিক্সিং প্লান্ট কার্যস্থল হতে কিছু দূরে থাকে। স্থানান্তরের সময় রৌদ্র, বৃষ্টি বা বাতাস থেকে রক্ষা করার জন্য ঢাকনা ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে মিশ্রিত কংক্রিটকে ২০ মিনিটের মধ্যেই স্থানান্তর কার্য সমাধা করতে হবে।

৬। **ক্যাবল ওয়ে দ্বারা (By Cable ways) ঃ** ড্যাম বা এ জাতীয় নির্মাণকাজে, যেখানে প্রতিদিন প্রচুর পরিমাণে কংক্রিট ব্যবহার করা হয়, সেখানে এ পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়। ক্যাবল ওয়েকে দুটি টাওয়ারের উপর রাখা হয়, যার এক প্রান্ত ড্যামের শেষ প্রান্তে থাকে। এখান থেকে ক্যাবল ওয়েতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়

৭। **ক্রেন দ্বারা (By crane) ঃ** চিমনি, সাইলো বা উঁচু ভবন ইত্যাদির নির্মাণকাজে কংক্রিট স্থানান্তরের জন্য ক্রেন ব্যবহার করা হয়

৮। **শুট দ্বারা (By chutes) ঃ** সাধারণ মাটির লেভেল থেকে নিচে ঢালাই কাজে কংক্রিট স্থানান্তরের জন্য এ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। কংক্রিটকে উপরে মিশ্রণ করে করোগেটেড আয়রন বা টিম্বার শুট-এর মাধ্যমে নিচে ঢালাই স্থানে স্থানান্তরিত করা হয়। এর সাহায্যে কংক্রিটকে সরাসরি কার্যস্থানে নেয়া যায়।

৯। **পাম্পিং দ্বারা (By pumping) ঃ** মাটির উপর অথবা উঁচু স্থানে বৃহৎ কাজে অথবা অত্যন্ত জনাকীর্ণ স্থানে কংক্রিটের কাজ করতে হলে পাম্পিং পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করতে হয়। কেন্দ্রীয় মিক্সিং প্ল্যান্ট হতে পাম্প এবং পাইপ লাইনের মাধ্যমে এ কাজ করা হয়। এ কাজে স্টীল টিউবের প্রতিটি ৩ মিটার লম্বা এবং ১০ সেমি থেকে ১২.৫ সেমি ব্যাসের পাইপ ব্যবহার করা হয়। সর্বোচ্চ ৪০০ মিটার অনুভূমিক এবং ৮০ মিটার খাড়া দূরত্বে পাম্পের সাহায্যে কংক্রিটকে দ্রুত স্থানান্তর করা যায়। বৃহত্তম কাজে সীমাবদ্ধ পথে কংক্রিট স্থানান্তর করার জন্য এ পদ্ধতি খুবই উপযোগী।

৩.৭ কংক্রিট স্থাপন (Placing of concrete) ঃ

প্রাথমিক জমাট বাঁধা সময় আরম্ভ হওয়ার পূর্বেই কংক্রিট স্থাপন এবং কম্পাকশন করা উচিত। কংক্রিট স্থাপনায় বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন। উঁচু হতে কংক্রিট ফেলে দিলে অপেক্ষাকৃত ভারী কণাগুলো নিচে পড়ে যায় এবং কংক্রিট উপাদানসমূহের সেগ্রিগেশন ঘটে। কংক্রিটে এটা সর্বতভাবে পরিহার্য। তাই আনুভূমিক স্তরে স্তরে কংক্রিট স্থাপন করতে হয়। এ জন্য কোন অবস্থাতে এক মিটারের বেশি উঁচু স্থান হতে কংক্রিট ফেলা উচিত নয়।

কংক্রিট স্থাপনার পূর্বে ফর্ম ওয়ার্ক শক্ত এবং ঠিক অবস্থানে আছে কি না তা পরীক্ষা করে দেখতে হবে। ফর্ম ওয়ার্ক-এর অন্তঃস্থ পার্শ্ব পরিষ্কার ও তৈলাক্ত হতে হবে। জোড় সংখ্যক স্তরে কংক্রিট স্থাপন করতে হবে। প্রতি স্তরে ১৫ সেমি থেকে ৩০ সেমি পুরুত্বের কংক্রিট স্থাপন করতে হবে। একটি স্তরকে কম্পাকশন করার পর পরবর্তী স্তরের কংক্রিট স্থাপন করতে হবে। শক্ত হওয়ার পূর্বেই কংক্রিট স্থাপনকার্য সমাপ্ত করতে হবে। কোন অবস্থাতে কংক্রিট মিশ্রণে পুনরায় পানি দেওয়া চলবে না। ফর্মার প্রতিটি স্থানে প্রয়োজনীয় পরিমাণ কংক্রিট স্থাপন করতে হবে। কম্পাকশন করার সময় যাতে প্রয়োজনের অতিরিক্ত কংক্রিটকে পুনঃস্থাপন (চালনা) করতে না হয়, সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। অন্যথায় সাটারিং, রিইনফোর্সমেন্ট এবং অন্যান্য দ্রব্য স্থানচ্যুত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। কংক্রিট স্থাপনার সময় নিম্নলিখিত সতর্কতাগুলো মেনে চলা উচিত–

১। অবিরামভাবে কংক্রিট স্থাপন করতে হবে। অনিয়মিত এবং খাড়াভাবে ফেলা যাবে না।
২। কংক্রিট স্থাপন করার পূর্বে ফর্ম ওয়ার্ককে ভালভাবে তৈলাক্ত করতে হবে।
৩। কংক্রিট স্থাপনার সময় ফর্ম ওয়ার্ক ও রিইনফোর্সমেন্টকে আলোড়িত করা চলবে না।
৪। সেগ্রিগেশন পরিহার করতে হবে। তাই ১ মিটারের বেশি উঁচু স্থান হতে কংক্রিট ফেলা উচিত নয়।
৫। বৃষ্টির মধ্যে কংক্রিট স্থাপন করা উচিত নয়।
৬। ম্যাস (Mass) কংক্রিটের ক্ষেত্রে প্রতি স্তরে ৩০–৪৫ সেমি এবং আর.সি.সি-এর ক্ষেত্রে ১৫-৩০ সেমি-এর বেশি পুরুত্বে কংক্রিট স্থাপন করতে নেই।
৭। হাঁটা অবস্থায় অর্থাৎ দাঁড়িয়ে কংক্রিট ঢালতে নেই।
৮। যতদূর সম্ভব খুব নিকট থেকে কংক্রিট ফেলতে হবে।

৩.৮ কংক্রিট দৃঢ়ীকরণ (Compaction of concrete) ঃ

কংক্রিট স্থাপন করার সাথে সাথে কম্পাকশন-এর কাজ আরম্ভ করা উচিত। কংক্রিট থেকে এয়ার বাবল (Air bubbles) দূরীভূত করে সবচেয়ে বেশি ঘনত্বের কংক্রিট পাওয়ার জন্য কম্পাকশন করা হয়। কংক্রিটের উপরের পৃষ্ঠে যতক্ষণ পর্যন্ত না ক্রীমের মত দেখা যায়, ততক্ষণ পর্যন্ত কম্পাকশন করতে হবে। অতিরিক্ত কম্পাকশনের জন্য সেগ্রিগেশন হতে পারে এবং অল্প কম্পাকশনের জন্য এয়ার ভয়েড থাকতে পারে। কম ঘনত্বের কংক্রিটে যেমন- ৫% ভয়েডের উপস্থিতিতে কংক্রিটের সামর্থ্য ৩০% পর্যন্ত হ্রাস পেতে পারে। কম্পাকশন দু'ভাবে করা যেতে পারে। যেমন–

১। হ্যান্ড কম্পাকশন (Hand Compaction) ২। মেশিন কম্পাকশন (Machine Compaction)।

১। হ্যান্ড কম্পাকশন (Hand Compaction) ঃ রডিং, টেম্পিং অথবা হ্যামারিং-এর মাধ্যমে হাতে কম্পাকশন করা হয়। স্ল্যাব এবং ফ্লোরের ক্ষেত্রে টেম্পিং করা হয়। কম পুরুত্বের মেম্বারের জন্য রডিং করা হয়। আর বৃহদাকার প্লেইন কংক্রিটের ক্ষেত্রে হ্যামারিং করা হয়। কম্পাকশন করার জন্য কংক্রিট স্তরের পুরুত্ব ম্যাস কংক্রিটের ক্ষেত্রে ৩০ সেমি এবং আর.সি.সি-এর ক্ষেত্রে ১৫ সেমি হওয়া উচিত। অতিরিক্ত এবং অল্প কম্পাকশন উভয়ই কংক্রিটের জন্য ক্ষতিকর। অতিরিক্ত কম্পাকশনের জন্য কোর্স এগ্রিগেট নিচে চলে যায় এবং ফাইন এগ্রিগেট ও সিমেন্ট উপরে চলে আসে। ফলে ভিন্নধর্মী (Heterogeneous) কংক্রিট তৈরি হয়।

২। মেশিন কম্পাকশন (Machine compaction) ঃ ভাইব্রেটর ব্যবহার করে যান্ত্রিক উপায়ে কম্পাকশন কাজ করা হয়। গুরুত্বপূর্ণ কাজে বিশেষ করে মাত্রাতিরিক্ত রড ব্যবহার অথবা কোন মেম্বারের উন্মুক্ত পার্শ্বসমূহ ফিনিশিং করার জন্য ভাইব্রেটর ব্যবহার করা হয়। ভাইব্রেটর ব্যবহারের স্থানে কংক্রিটে পানির পরিমাণ কম দিতে হবে, যাতে সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট একটু শক্ত থাকে। অন্যথায় সেগ্রিগেশন হতে পারে। স্বল্প পানি ব্যবহারের ফলে অধিকতর সামর্থ্য এবং দীর্ঘস্থায়িত্ব সম্পন্ন কংক্রিট পাওয়া যায়।

ব্যবহার অনুযায়ী ভাইব্রেটর চার প্রকার, যথাঃ

১। **ইন্টার্নাল ভাইব্রেটর (Internal vibrator) ঃ** এটা ইমারশন (Immersion) ভাইব্রেটর নামে পরিচিত। এটা বৃহদাকার কাজে সমতল পৃষ্ঠের কম্পাকশনের জন্য ব্যবহার করা হয়। এ ভাইব্রেটর এক স্থানে ২ মিনিটের বেশি সময় ধরে রাখা উচিত নয়।
২। **এক্সটার্নাল বা ফর্ম ভাইব্রেটর (External or Form vibrator) ঃ** সাধারণত কম পুরুত্বের কাঠামোর জন্য ব্যবহার করা হয়।
৩। **সারফেস ভাইব্রেটর (Surface vibrator) ঃ** ব্রিজ ফ্লোর, রোড স্ল্যারের জন্য এ ভাইব্রেটর ব্যবহার করা হয়।
৪। **ভাইব্রেটিং টেবিল (Vibrating table) ঃ** প্রি-কাস্ট ইউনিটের জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।

অনুশীলনী-৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]

অথবা, কংক্রিট তৈরির ধাপগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর ঃ উত্তম গুণসম্পন্ন কংক্রিট পেতে হলে ধাপে ধাপে যে কাজগুলো করতে হয় তা নিম্নরূপ–

১। কংক্রিট উপাদানের আনুপাতিককরণ,
২। উপাদানসমূহের পরিমাপকরণ,
৩। কংক্রিট মিশ্রণ,
৪। কংক্রিট স্থানান্তরকরণ,
৫। কংক্রিট স্থাপন,
৬। কংক্রিট ঘনসন্নিবিষ্টকরণ ও দৃঢ়করণ,
৭। কংক্রিটকে কিউরিংকরণ।

২। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিটের উপাদানের আনুপাতিকরণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ঃ কংক্রিট উপাদানের অনুপাত নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে নির্ধারণ করা হয়–

১। আনুমানিক পদ্ধতি,
২। ন্যূনতম শূন্যতা পদ্ধতি,
৩। সর্বোচ্চ ঘনত্ব পদ্ধতি,
৪। সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক পদ্ধতি,
৫। পানি-সিমেন্ট অনুপাত পদ্ধতি।

৩। M_{150}/M_{200} বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৬, ০৯, ১৩]

উত্তর ঃ এখানে M = কংক্রিট মিশ্রণ এবং সংখ্যা = উক্ত কংক্রিট মিশ্রণের ২৪ দিনে অর্জিত সর্বোচ্চ শক্তি 150/200 কেজি/বর্গসেমি। অর্থাৎ কংক্রিটের উপাদানসমূহ 1 ঃ 2 ঃ 4 অনুপাতে মিশ্রিত করে 24 দিনে সর্বোচ্চ শক্তি 150/200 কেজি/বর্গসেমি হলে তাকে M_{150}/M_{200} বলা হয়।

৪। হাতে কংক্রিট মিশ্রণের বিভিন্ন পর্যায়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ হাতে মিশ্রণের পর্যায়গুলো নিম্নরূপ ঃ

১। সিমেন্ট ও ফাইন এগ্রিগেটের শুষ্ক মিশ্রণ,
২। কোর্স এগ্রিগেট বিছানো,
৩। ৭৫% পরিমাণ পানি দ্বারা আধা আর্দ্র মিশ্রণ,
৪। বাকি ২৫% পানি দ্বারা আর্দ্র মিশ্রণ।

৫। কংক্রিট মিক্সার মেশিনের ১০/৭ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৪]

উত্তর ঃ মিক্সার মেশিনের আকার বুঝানোর জন্য উক্ত সংখ্যাদ্বয় ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ প্রথম সংখ্যাটি হল মেশিনের ড্রামে ১০ ঘনমিটার শুকনা মসলা বা খোয়া, বালি এবং সিমেন্ট পৃথকভাবে মেপে ঢালা হয় এবং দ্বিতীয় সংখ্যাটি হল পানি মিশানোর পর তা হতে ৭ ঘনমিটার কংক্রিট পাওয়া যাবে।

৬। 200 NT এবং 200 T বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৯]

উত্তর ঃ 200 NT–প্রতিবারে 200–লিটার ধারণ ক্ষমতা সম্পন্ন টিলটিং মিক্সার মেশিন।

৭। **ভাইব্রেটর কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ ভাইব্রেটর চার প্রকার। যথা ঃ

১। অভ্যন্তরীণ ভাইব্রেটর,
২। বাহ্যিক বা ফর্ম ভাইব্রেটর,
৩। পৃষ্ঠতলীয় ভাইব্রেটর,
৪। ভাইব্রেটিং টেবিল।

৮। **ব্যাচিং কী?**

উত্তর ঃ কংক্রিটের উপাদানসমূহকে আনুপাতিক হারে মিশ্রণের জন্য কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট, সিমেন্ট এবং পানির পরিমাপ পদ্ধতিকে ব্যাচিং (Batching) বলে।

৯। **এগ্রিগেট পরিমাপে ফেরা বা কাঠের বাক্সের মাপ কত?** [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

উত্তর ঃ ফেরা বা কাঠের বাক্সের ভিতরের মাপ ৪০ সেমি দীর্ঘ, ৩৫ সেমি চওড়া এবং ২৫ সেমি গভীর।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **হাতে কংক্রিট মিশ্রণের ধাপগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ ৩.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর ঃ ৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ ৩.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **বিভিন্ন প্রকার ভাইব্রেটরের বর্ণনা দাও।**

উত্তর ঃ ৩.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ সংক্ষেপে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৩.০ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিসমূহ আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০২, ০৬, ০৯, ০৮, ১০, ১১, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **কংক্রিট মিশ্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **কংক্রিট দৃঢ়করণ কৌশল বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাণকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাপকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ।** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ ৩.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

কংক্রিটের কিউরিংকরণ
(Curing of Concrete)

অধ্যায় ৪

৪.১ কিউরিং (Curing) ঃ

ঢালাই-এর পরদিন থেকে কিছুদিন পর্যন্ত কংক্রিটকে সর্বদা ভিজিয়ে রাখতে হয়, একে কিউরিং বলে। অর্থাৎ ঢালাইকৃত কংক্রিটের আর্দ্রতা বজায় রাখার প্রক্রিয়াকে পানি খাওয়ানো বা কিউরিং করা বলে। তাই সদ্য স্থাপিত কংক্রিট শক্ত হওয়ার জন্য একটি উপযুক্ত পরিবেশ দরকার। পানির সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে কংক্রিট বাঁধে। আর্দ্র ও অনুকূল তাপমাত্রায় রাসায়নিক বিক্রিয়ার কাজ অব্যাহত থাকে। কংক্রিট শুকালে যে তাড়াতাড়ি শক্ত হবে এমনটি ধারণা করা ঠিক নয়। কংক্রিট তাড়াতাড়ি শুকালে ছিদ্রযুক্ত দুর্বল কংক্রিট পাওয়া যাবে। কংক্রিটকে শক্তিশালী করার জন্য, কংক্রিটকে স্থাপন এবং কম্পাকশন করার পরে কিছুদিন যাবত অবিরামভাবে আর্দ্র রাখা হয়। এ আর্দ্র রাখার পদ্ধতিকে কিউরিং (Curing) বলে। কংক্রিট স্থাপনের সময় সিমেন্টের পূর্ণ হাইড্রেশনের (Hydration) জন্য এতে পর্যাপ্ত পরিমাণে পানি থাকে। কিন্তু উক্ত পানি রাসায়নিক ক্রিয়ার জন্য ধরে রাখা দরকার, যাতে কংক্রিটের শক্ত হওয়ার প্রক্রিয়া চলতে পারে।

কংক্রিট ঢালাইয়ের ৬ থেকে ২৪ ঘণ্টা পর থেকে কিউরিং করা দরকার। উৎকৃষ্ট মালমাল ব্যবহার এবং নিখুঁত ঢালাই কাজ সত্ত্বেও কিউরিং-এর অবহেলার কারণে কংক্রিট শক্তি অর্জন করতে ব্যর্থ হয়। আবার কংক্রিটের তাপমাত্রা যদি ১০০°F বা ৩৮°C এর বেশি হয়, তবে উহার শক্তি কমে যায়। নিম্নতাপে হাইড্রেশন আস্তে হয় এবং উচ্চ তাপে হাইড্রেশন ও ঘনীভূত তাড়াতাড়ি হয়। কিন্তু সংকোচন বৃদ্ধির আশঙ্কা এত বেশি যে, কংক্রিট ফেটেও যেতে পারে। সুতরাং কিউরিং-এর উদ্দেশ্য হচ্ছে যে, তাড়াতাড়ি শুকিয়ে যাওয়ার হাত হতে রক্ষা করা, তড়িত সংকোচনজনিত বিকৃতি ও অবাঞ্ছিত পীড়নের হাত হতে রক্ষা করা এবং ধীরে ধীরে চূড়ান্ত শক্তি সঞ্চয়ে সাহায্য করা। কিউরিং-এর কাজ কতদিন চলবে তা নির্ভর করে তাপমাত্রা, আর্দ্রতা এবং বাতাসের বেগের উপর। কমপক্ষে ৭ দিন কংক্রিট কিউরিং করা উচিত। ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় সিমেন্ট ধীরে ধীরে জমাট বাঁধে বলে ১৪ দিন কিউরিং করা হয়। তবে ২৮ দিন পর্যন্ত কিউরিং করাই উত্তম।

৪.২ কিউরিং পদ্ধতির ফলাফল (Effects of curing method) ঃ

কিউরিং পদ্ধতি কংক্রিটের ঘনীভূত হওয়ার জন্য সর্বদা আর্দ্র রাখতে সাহায্য করে। যার ফলে পানির সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে সিমেন্ট জমাট বাঁধে এবং কংক্রিট শক্তি অর্জন করে। যতক্ষণ কংক্রিটে পানি থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত কংক্রিটের শক্তি বৃদ্ধি পেতে থাকে। তারপর পানির সাথে দ্রুত ক্রিয়া হ্রাস পায়। তাই কিউরিং খুবই গুরুত্বপূর্ণ এবং প্রয়োজনীয় কাজ। কংক্রিটকে অবিরাম আর্দ্র রাখার জন্য কিউরিং-এর বিভিন্ন পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়েছে। আর উত্তম কিউরিং-এর উপর কংক্রিটের শক্তি অনেকাংশে নির্ভর করে।

উত্তম কিউরিং-এর ফলাফল নিম্নরূপ ঃ

১। ক্ষয় প্রতিরোধ (Wear resisting) এবং আবহাওয়া প্রতিরোধ গুণাগুণ বৃদ্ধি করে।

২। কংক্রিটের অভেদ্যতা এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করে।

৩। সংকোচন প্রবণতা হ্রাস করে।

৪। Abrasion প্রতিরোধী ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

৫। অগ্নিরোধী ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়

৪.৩ কিউরিং পদ্ধতি (Methods of curing) ঃ

কাজের ধরন এবং জলবায়ুর অবস্থার উপর নির্ভর করে কিউরিং পদ্ধতি নির্বাচন করা হয়। নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে কিউরিং কর হয়, যথা ঃ

(ক) ছায়াময় করে (Shading)

(খ) পৃষ্ঠদেশ আবৃত করে (Covering of surfacc)

(গ) পানি ছিটিয়ে (Sprinkling water)

(ঘ) ঘের তৈরি করে (Ponding)

(ঙ) ঝিল্লি কিউরিং (Membrane curing) ।

ছায়াময় করে (Shading) ঃ এ পদ্ধতির প্রয়োগ খুবই সীমিত। এ পদ্ধতির উদ্দেশ্য হল কংক্রিটের বাষ্পীভবন প্রতিরোধ কর অবিরাম ভিজিয়ে রাখা। এটা তাপ, সরাসরি সূর্যকিরণ এবং বাতাস থেকেও কংক্রিট পৃষ্ঠকে প্রতিরোধ করতে সাহায্য করে। ঠাণ্ডায় শেডিং (Shading) তাপ সংরক্ষণ করে সিমেন্টের বিক্রিয়ায় সাহায্য করে। তাবু টানিয়ে, পানিরোধী কাগজ বা প্লাস্টিক শীট বিছিয়ে বাষ্পীভবন প্রতিরোধ করা যায়।

পৃষ্ঠদেশ আবৃত করে (Covering the surfacc) ঃ এ পদ্ধতিতে বস্তা, ঘাস, খড়কুটা, কচুরিপানা ইত্যাদি দ্বারা আচ্ছাদিত করে মাঝে মাঝে এর উপর পানি ছিটিয়ে কিউরিং করা হয়। এ পদ্ধতি খাড়া এবং ঢালু পৃষ্ঠের জন্য বহুলভাবে ব্যবহারিত হয় কিউরিং চলাকালীন সময়ে অল্প সময়ের জন্যও শুকাতে দেওয়া উচিত নয়।

পানি ছিটিয়ে (Sprinkling water) ঃ এ পদ্ধতিতে কিউরিং করতে প্রচুর পানির প্রয়োজন হয়। এতে নির্দিষ্ট সময় পর প পানি কংক্রিটের উপর ছিটিয়ে দেওয়া হয় এবং কখনও পৃষ্ঠকে শুকাতে দেয়া উচিত নয়।

ঘের পদ্ধতি (Ponding method) ঃ এটা সবচেয়ে উত্তম পদ্ধতি। আনুভূমিক তলে পানি জমা করে কিউরিং করা হয়, যেমন মেঝে, ছাদ, রাস্তা ইত্যাদি। কংক্রিট স্থাপনার পর প্রথমে Canvas দ্বারা পৃষ্ঠকে ঢেকে দেয়া হয়। ২৪ ঘণ্টা পর আচ্ছাদন উঠিয়ে ছোট ছোট বর্গাকার বা আয়তাকার ঘের তৈরি করে এর মধ্যে পানি পূর্ণ করা হয়। মাটি দ্বারা ঘের দেওয়া হয়। এ পদ্ধতি উত্তম তবে পানির প্রয়োজন বেশি। কিউরিং শেষে পরিষ্কার করা খুবই কষ্টসাধ্য।

ঝিল্লি কিউরিং (Membrane curing) ঃ পানিরোধী মেমব্রেন দ্বারা কংক্রিট পৃষ্ঠকে আচ্ছাদিত করে এ প্রকারে কিউরিং কর হয়। এক সপ্তাহ ধরে এ কাজ করা হয়। কংক্রিটের বাষ্পীভবন প্রতিরোধ করাই এ প্রকার কিউরিং-এর উদ্দেশ্যে। মোমের ইমালশন বিটুমিনের ইমালশন, বিটুমিনের পানিরোধী কাগজ এবং প্লাস্টিক শীট ইত্যাদি সাধারণ মেমব্রেন হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটা সিলিং কম্পাউন্ড (Sealing compound) হিসেবেও পারিচিত। আর্দ্র কিউরিং-এর চেয়ে এ পদ্ধতিতে কিউরিং-এ কংক্রিটের শক্তি কম হয়।

বাষ্পীয় কিউরিং (Steam curing) ঃ ছোট ছোট প্রি-কাস্ট মেম্বারে জলীয় বাষ্প প্রয়োগ করে স্বল্প সময়ে কিউরিং করা হয় ২২°C তাপমাত্রার চেয়ে বেশি তাপমাত্রায় কিউরিং কার্য ত্বরান্বিত হয়।

৪.৪ বিভিন্ন কিউরিং পদ্ধতির সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা (Advantages and limitations of various methods of curing) ঃ

(ক) ছায়াময় পদ্ধতির সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ঃ

সুবিধা ঃ

১। আবহাওয়ার প্রভাব থেকে কংক্রিট পৃষ্ঠকে রক্ষা করে।

২। কংক্রিটের বাষ্পীভবন প্রতিরোধ করে অবিরাম ভিজিয়ে রাখে।

৩। ঠাণ্ডায় তাপ সংরক্ষণ করে সিমেন্টের বিক্রিয়ায় সাহায্য করে।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। এ পদ্ধতির প্রচলন খুবই কম।

২। তাবু টানিয়ে, পানিরোধী কাগজ বা প্লাস্টিক শীট ব্যবহার করতে হয় বলে ব্যয় বেশি হয়।

(খ) পৃষ্ঠদেশ আবৃত পদ্ধতির সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ঃ

সুবিধা ঃ

১। খাড়া এবং ঢালু পৃষ্ঠে এ পদ্ধতি সুবিধাজনক।

২। বস্তা, ঘাস, খড়কুটা, কচুরিপানা ইত্যাদি ব্যবহার করা হয় বলে খরচ কম হয়।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। সব সময়ই পানি ছিটাতে হয় বলে খুবই অসুবিধা হয়।

২। কংক্রিট পৃষ্ঠ মাঝে মাঝে শুকায়ে যায়, যা ক্ষতিকারক।

(গ) পানি ছিটানো পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধা ঃ

সুবিধা ঃ

১। সব সময় পানি ছিটানো হয় বলে কংক্রিট পৃষ্ঠ শুকাতে পারে না।

২। যে-কোন পৃষ্ঠে এ পদ্ধতি সুবিধাজনক।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। এ পদ্ধতিতে প্রচুর পানির প্রয়োজন বিধায় খরচ বেশি হয়।

(ঘ) ঘের পদ্ধতির সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ঃ

সুবিধা ঃ

১। সবচেয়ে উত্তম পদ্ধতি।

২। সমতল পৃষ্ঠে বেশি সুবিধাজনক।

৩। সিমেন্টের রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সাহায্য করে।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। খাড়া পৃষ্ঠে এ পদ্ধতি ব্যবহার করা যায় না।

২। বেশি পানির প্রয়োজন হয়।

৩। কিউরিং শেষে পৃষ্ঠ পরিষ্কার করা খুবই কষ্টসাধ্য।

(ঙ) ঝিল্লি পদ্ধতির সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ঃ

সুবিধা ঃ

১। বাষ্পীভবন প্রতিরোধ করে অবিরাম ভিজিয়ে রাখতে সাহায্য করে।

২। সমতল পৃষ্ঠে এ পদ্ধতি সুবিধাজনক।

৩। আবহাওয়ার প্রভাব থেকে কংক্রিট পৃষ্ঠকে রক্ষা করে।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। এ পদ্ধতিতে কিউরিং করলে কংক্রিটের শক্তি কমে যায়।

২। মোম বা বিটুমিনের ইনলেশন, বিটুমিনের পানিরোধী কাগজ ইত্যাদি ব্যবহার করা হয় বলে খরচ বেশি হয়।

(চ) বাষ্পীয় পদ্ধতির সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ঃ

সুবিধা ঃ

১। স্বল্প সময়ে কিউরিং করা যায়।

২। ঠাণ্ডায় এ পদ্ধতিতে কিউরিং করা সুবিধাজনক।

৩। ছোট ছোট প্রি-কাস্ট মেম্বারে এ পদ্ধতি সুবিধাজনক।

সীমাবদ্ধতা ঃ

১। বৃহৎ পৃষ্ঠে এ পদ্ধতি প্রয়োগ করা যায় না।

২। 22°c এর চেয়ে বেশি তাপমাত্রায় কিউরিং করা হয় বলে ব্যয়বহুল হয়।

অনুশীলনী-৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কিউরিং বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১১

উত্তর ঃ কংক্রিটকে শক্তিশালী করার জন্য ঢালাই-এর ৬ থেকে ২৪ ঘন্টা পর থেকে নির্দিষ্ট সময় বা দিন পর্যন্ত অবিরামভাবে কংক্রিট পৃষ্ঠকে ভিজিয়ে রাখার প্রক্রিয়াকে পানি খাওয়ানো বা কিউরিং বলে।

২। **উত্তম কিউরিং-এর ফলাফল বা কাজগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০, ১১, ১৪

অথবা, কিউরিং-এর মূল উদ্দেশ্যগুলো কী কী?

অথবা, কিউরিং কেন করা হয়?

উত্তর ঃ উত্তম কিউরিং-এর ফলাফল বা কাজগুলো নিম্নরূপ–

১। ক্ষয় বা আবহাওয়া প্রতিরোধ গুণাগুণ বৃদ্ধি করে।
২। কংক্রিটের অভেদ্যতা এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করে।
৩। সংকোচন প্রবণতা হ্রাস করে।
৪। অধিশোষণ (Abrasion) প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।
৫। অগ্নিরোধি ক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

৩। **কিউরিং করার পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১৩

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে কিউরিং করা হয়। যথা ঃ

১। ছায়াময় করে,
২। পৃষ্ঠদেশ আবৃত করে,
৩। পানি ছিটিয়ে,
৪। ঘের তৈরি করে,
৫। ঝিল্লি কিউরিং,
৬। বাষ্পীয় কিউরিং।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ছায়াময় করে কীভাবে কিউরিং করা হয়?**

উত্তর ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর ছায়াময় দ্রষ্টব্য।

২। **পৃষ্ঠদেশ আবৃত করে কিউরিং করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর আবৃত করে দ্রষ্টব্য।

৩। **ঘের তৈরি করে কিউরিং করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

উত্তর ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর ঘের তৈরি করে দ্রষ্টব্য।

৪। **ঝিল্লি কিউরিং সম্পর্কে লিখ।**

উত্তর ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর ঝিল্লি কিউরিং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কিউরিং-এর পদ্ধতিগুলো সংক্ষেপে আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৩

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **কিউরিং-এর বিভিন্ন পদ্ধতিগুলোর সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা লিখ।**

উত্তর সংকেত ঃ ৪.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

কংক্রিটের বিভিন্ন টেস্টের প্রয়োজনীয়তা
(Needs of Concrete Tests)

অধ্যায় ৫

৫.০ ভূমিকা (Introduction) ঃ

পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে যে, উপাদানসমূহের অনুপাতের পরিবর্তন করে বিভিন্ন শক্তির কংক্রিট তৈরি করা যায়। নির্দিষ্ট কাজের জন্য কত শক্তিমাত্রার কংক্রিট তৈরি করতে হবে, তা পূর্বেই নির্ধারণ করা প্রয়োজন। সাধারণ নিয়ম হচ্ছে নির্দিষ্ট স্থানে ঢালাই করার পূর্বেই বিভিন্ন অনুপাতের পানি-সিমেন্ট অনুপাতে কমপক্ষে চারটি নমুনা (Sample) উপাদানসমূহের ভিন্ন ভিন্ন অনুপাতে তৈরি করে পরীক্ষা করা হয়। পরীক্ষার প্রাপ্ত ফলাফল অনুসারে যে অনুপাতের মিশ্রণ প্রস্তুত করলে সর্বনিম্ন খরচে প্রয়োজনীয় শক্তিসম্পন্ন ঘন ও কার্যোপযোগী কংক্রিট পাওয়া যায়, সে অনুপাতকেই নির্বাচন করা হয়। ঢালাই চলাকালেও পরীক্ষা কার্যক্রম অব্যাহত রাখতে হয়। বিশেষ করে আবহাওয়া ও উপাদান উৎসের পরিবর্তন ঘটলে।

কংক্রিটের দুই প্রকার পরীক্ষা সাধারণভাবে করা হয়ে থাকে। **প্রথমত** কার্যোপযোগিতা নির্ণয়ের জন্য নতি পরীক্ষা (Slump Test) এবং **দ্বিতীয়ত** শক্তি পরীক্ষার জন্য সুষ্ঠুভাবে কিউরিং করা কংক্রিটের চাপ বহনক্ষমতা পরীক্ষা। পরীক্ষা কার্যক্রমের ফলাফল নির্ভর করে সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট হতে নমুনা সংগ্রহ করে পরীক্ষা নমুনা প্রস্তুত ও সঠিক পদ্ধতিতে পরীক্ষা করার দক্ষতার উপর। আর কংক্রিটের অভীষ্ট শক্তি পেতে হলে অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সরু দানা ও মোটা দানার শতকরা কত ভাগ কী ভাবে মিশ্রণ করলে শক্তি পাওয়া যাবে তা জানা একান্ত প্রয়োজন।

৫.১ আদর্শ পরীক্ষা তথ্যের ব্যাখ্যা (Interpretion of standard test information) ঃ

অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং (Grading of aggregate) ঃ অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো আকার অনুযায়ী পৃথকীকরণই হল Grading of aggregate। যদি কণাগুলোর আকার একই রকম (One size) হয়, তা হলে অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে সবচেয়ে বেশি ফাঁকা থাকে। অপর দিকে, অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলোর আকার যদি বিভিন্ন রকম হয়, তাহলে অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে সবচেয়ে কম ফাঁকা থাকে। বড় আকারের কণাগুলোর ফাঁকা স্থান ছোট আকারের কণাগুলো পূরণ করবে। এটাই গ্রেডিং-এর নীতি। সঠিক (Properly) গ্রেডের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করে ঘন কংক্রিট (Dense concrete) তৈরি করা যায়। এতে ফাইন অ্যাগ্রিগেট, সিমেন্ট কম প্রয়োজন হয়।

বিভিন্ন চালুনির অবশেষকে ওজনের শতকরা হারে প্রকাশ করে অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং নির্দেশ করা হয়। কোর্স অ্যাগ্রিগেটের জন্য ৮০ মিমি, ৪০ মিমি, ২০ মিমি, ১০ মিমি ও ৪.৭৫ মিমি চালুনি এবং ফাইন অ্যাগ্রিগেটের জন্য ৪.৭৫ মিমি, ২.৩৬ মিমি, ১.১৮ মিমি, ৬০০ মাইক্রোন, ৩০০ মাইক্রোন, ১৫০ মাইক্রোন বিশিষ্ট চালুনি ব্যবহার করা হয়।

গ্রেডিং মিশ্রণের কার্যোপযোগিতা, যা সেগ্রিগেশন, ব্লিডিং, পানি ও সিমেন্টের প্রয়োজনীয়তা, স্থানান্তর, স্থাপন এবং মিশ্রণের অন্যান্য বৈশিষ্ট্যকে নিয়ন্ত্রণ করে। এ বিষয়গুলো শক্তিশালী কংক্রিটের শক্তি, আয়তন পরিবর্তন, স্থায়িত্বতা এবং আর্থিক সাশ্রয় ইত্যাদিকে প্রভাবিত করে।

অ্যাগ্রিগেটের জন্য কোন সার্বজনীন আদর্শ গ্রেডিং (Universal ideal grading) নাই। তাই আই.এস. (I.S) এজন্য একটি নির্দিষ্ট সীমা নির্ধারণ করে দিয়েছে। কিন্তু এ সীমা পদার্থের আকার-আকৃতি, পৃষ্ঠ গঠন, অ্যাগ্রিগেটের প্রকার, ক্ষুদ্র কণার (Flaky) পরিমাণ অথবা সম্প্রসারিত পদার্থের উপর নির্ভরশীল। বালির গ্রেডিং-এর পার্থক্যের কারণে কার্যোপযোগিতা, শক্তি এবং অন্যান্য গুণাগুণের অনেক বেশি পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। কিন্তু কোর্স অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং পার্থক্যের (Variation) এ সকল গুণাগুণের উপর কোন প্রভাব পড়ে না।

নমিনাল আকারের কোর্স অ্যাগ্রিগেট গ্রেডিং নিম্নের ৫.১নং টেবিলে দেখান হল ঃ

টেবিল-৫.১

কোর্স অ্যাগ্রিগেট গ্রেডিং (Coarse Aggregate Grading) ঃ

IS sieve	Percentage Passing of graded aggregate of designation nominal size by wt			
	৪০ mm	২০mm	১৬ mm	১২,৫ mm
৮০ mm	১০০	--	--	--
৬৩ mm	--	--	--	--
৪০ mm	৯৫-১০০	১০০	--	--
২০ mm	৩০-৭০	৯৫-১০০	১০০	১০০
১৬ mm	--	--	৯৫-১০০	--
১২.৫ mm	--	--	--	৯০-১০০
১০ mm	১০-৩৫	২৫-৫৫	৩০-৭০	৪০-৮৫
৪.৭৫ mm	০-৫	০-১০	০-১০	০-১০
২.২৬ mm	--	--	--	--

সিংগেল সাইজড্ কোর্স অ্যাগ্রিগেট, নমিন্যাল সাইজ এবং গেডিং নিম্নের ৫.২নং টেবিলে দেখানো হল। অ্যাগ্রিগেটের অধিকাংশ কণাগুলোর আকার সুষম আকৃতির হলে, তাকে সিংগেল সাইজড্ অ্যাগ্রিগেট বলা হয়।

টেবিল-৫.২

সিংগেল সাইজড্ কোর্স অ্যাগ্রিগেট (Single-sized Coarse Aggregate)ঃ

IS sieve	Percentage Passing single-sized aggregate of designation nominal size by wt.					
	৬৩ mm	৪০mm	২০ mm	১৬ mm	১২.৫mm	১০mm
৮০ mm	১০০	--	--	--	--	--
৬৩ mm	৮৫-১০০	১০০	--	--	--	
৪০ mm	০-৩০	৮৫-১০০	১০০	--	--	--
২০ mm	০-৫	০-২০	৮৫-১০০	১০০	--	--
১৬ mm	--	--	--	৮৫-১০০	১০০	--
১২.৫ mm	--	--	--	--	৮৫-১০০	১০০
১০ mm	--	০-৫	০-২০	০-৩০	০-৪০	৮৫-১০০
৪.৭৫ mm	--	--	০-৫	০-৫	০-১০	০-২০
২.২৫ mm	--	--	--	--	--	০-৫

ফাইন অ্যাগ্রিগেট এবং কোর্স অ্যাগ্রিগেটের সমন্বয় (Combination)-কে অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট (All-in-aggregate) বলা হয় অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট-এর গ্রেডিং নিম্নের ৫.৩নং টেবিলে দেখানো হল ঃ

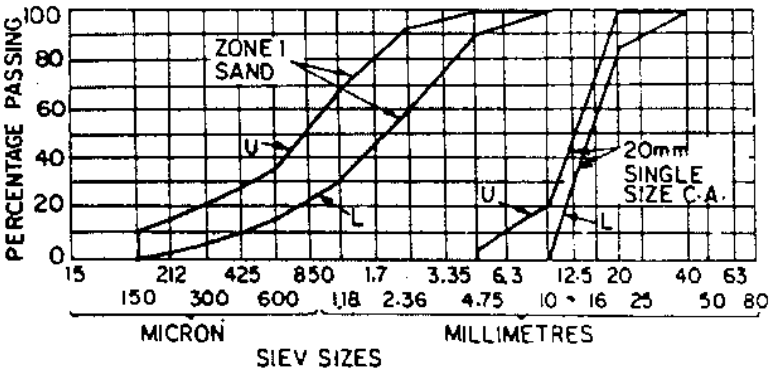
টেবিল-৫.৩

গ্রেডিং অফ্-অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট (Grading of All–in–aggregate) ঃ

IS sieve designation	Percentage Passing for all-in–aggreate	
	40 mm nominal size by weight	20 mm nominal size by weight
৮০ mm	১০০	----
৩০ mm	৯৫-১০০	১০০
২০ mm	৪৫-৭৫	৯৫-১০০
৪.৭৫ mm	২৫-৪৫	৩০-৫০
৬০০ mic	৮-৩০	১০-৩৫
১৫০ mic	০-৬	০-৬

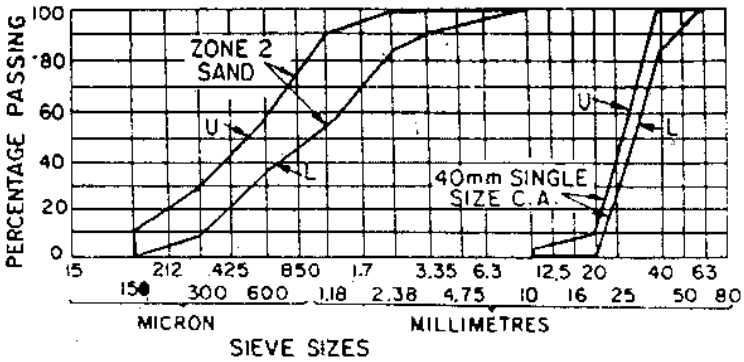
৫.২ গ্রেডিং চার্ট-এর ব্যাখ্যা (Interpretation of grading chart) ঃ

ফাইন এবং কোর্স অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং চার্ট চিত্র ঃ ৫.১ হতে ৫.৫-এ দেখান হল। টেবিল ৫.৪ অনুযায়ী ফাইন এবং কোর্স অ্যাগ্রিগেটের চার্ট তৈরি করা হয়েছে। গ্রাফে গ্রেডিং-এর নিম্নসীমা 'L' এবং উর্ধসীমা 'U' দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে। গ্রাফের 'L' রেখাগুলো অপেক্ষাকৃত মোটা দানার গ্রেডিং এবং 'U' লাইনগুলো অপেক্ষাকৃত চিকন দানার গ্রেডিং নির্দেশ করে।



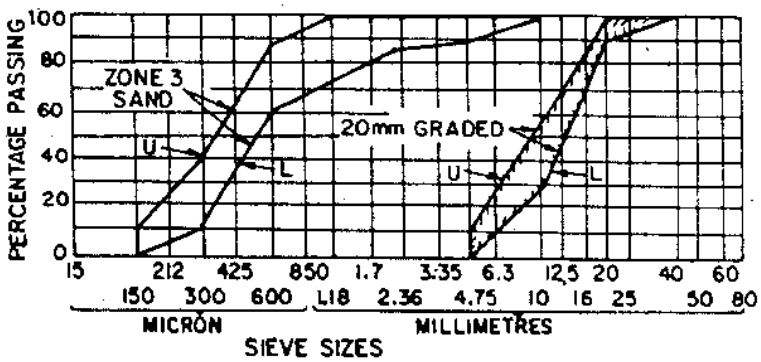
চিত্র ঃ ৫.১ Zone 1 and 20 mm single sized coarse aggregate.

চিত্র ঃ ৫.৫-এ all-in- aggregate-এর গ্রেডিং সীমা দেখান হয়েছে। যদি নির্দিষ্ট গ্রেডিং চেয়ে প্রকৃত গ্রেডিং নিচে (Lower) হয়।

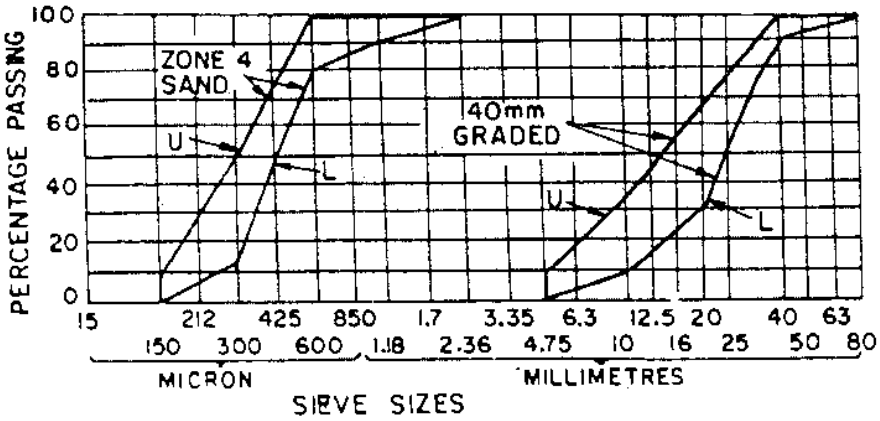


চিত্রঃ ৫.২ Zone 2 and 40 mm single sized coarse aggregate

তাহলে তা মোটা দানা অ্যাগ্রিগেট এবং মিশ্রণে সেগ্রিগেশন হবে। অপরদিকে প্রকৃত গ্রেডিং রেখা যদি নির্দিষ্ট গ্রেডিং রেখার উপরে অবস্থিত হয়, তাহলে তা চিকন দানা অ্যাগ্রিগেট এবং বেশি পানির প্রয়োজন হবে। এ অবস্থায় পানি-সিমেন্ট অনুপাত ঠিক রাখতে অধিক সিমেন্ট যোগ করতে হয় এবং মিশ্রণটিতে আর্থিক সাশ্রয় হয় না।

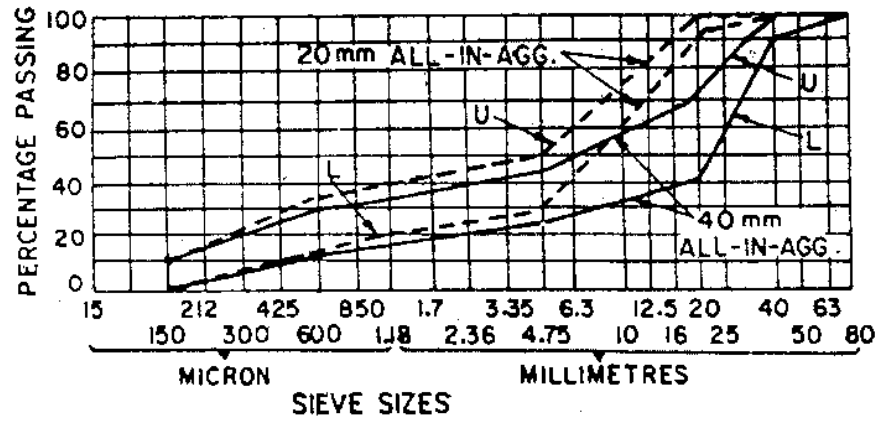


চিত্র ঃ ৫.৩ Zone 3 and 20 mm graded aggregate



চিত্র ঃ ৫.৪ Zone 4 and 4mm graded aggregate.

আর নির্দিষ্ট গ্রেডিং কার্ভটি প্রকৃত গ্রেডিং কার্ভ-এর চেয়ে খাড়া হয়, তবে মাঝারি আকারের অ্যাগ্রিগেট অধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়েছে বলে ধরা হয়। এটা শক্ত মিশ্রণ (Hard mix) নির্দেশ করে।



চিত্র ঃ ৫.৫ Grading of all-in-aggregate.

অপরদিকে প্রকৃত গ্রেডিং কার্ভটি যদি অপেক্ষাকৃত সমতল (flatter) হয়। তা হলে মাঝারি আকারের অ্যাগ্রিগেটের ঘাটতি (deficiency) হয়ে থাকে।

টেবিল ৫.৪ এ ১নং জোনটি মোটা দানা এবং ৪নং জোনটি চিকন দানাবিশিষ্ট অ্যাগ্রিগেট নির্দেশ করে।

৫.৩ সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (Fineness modulus) ঃ

এটা একটি সূচক সংখ্যা, যা অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা বা স্থূলতা (Fineness or coarseness) সম্পর্কে ধারণা দেয়। স্ব-স্ব চালুনির অবশেষকে শতকরা হারে প্রকাশ করতঃ যোগ করে ১০০ দ্বারা ভাগ করলে সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (Fineness modulus) পাওয়া যায়। সূক্ষ্মতা গুণাঙ্কের মান যত কম হবে অ্যাগ্রিগেট ততই চিকন হবে। সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক নির্ণয়ের নিম্নলিখিত IS চালুনি ব্যবহার করা হয়। যেমন- ৮০ মিমি, ৪০ মিমি, ২০ মিমি, ১০ মিমি, ৪.৭৫ মিমি, ২.৩৬ মিমি, ১.১৮ মিমি, ৬০০ মাইক্রোন, ৩০০ মাইক্রোন এবং ১৫০ মাইক্রোন (সর্বমোট ১০টি চালুনি)।

বেশি চিকন এবং বেশি মোটা বালি উভয়ই আপত্তিকর। চিকন বালি অমিতব্যয়ী আর মোটা বালি শক্ত এবং কম কার্যোপযোগী মিশ্রণ তৈরি করে। টেবিল ৫.৫-এ চিকন এবং স্থূল অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বাহির করার পদ্ধতি দেখান হল।

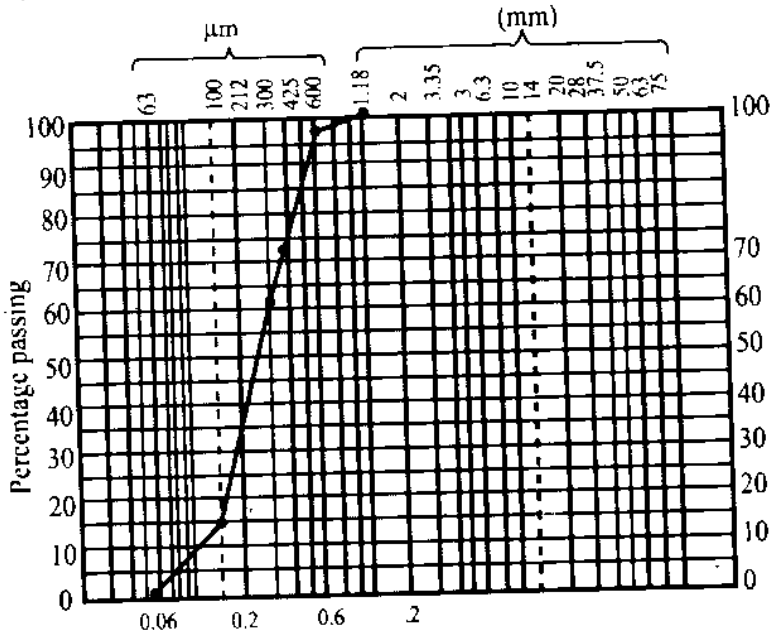
টেবিল-৫.৪

সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক বের করা (Determination of Fineness Modulus) :

Is sieve	Coarse aggregate (30 Kg)				Fine aggregate (1000 gms)			
	weight retained Kg	cumulative Wt. retained kg	cumulative % wt. retained in kg	cumulative % passing kg	wt. retained gm	cumulative wt. retained gm	cumulative % wt. retained in gm	cumulative % passing gm
৮০ mm	০	০	০	১০০	-	-	-	-
৪০ mm	০	০	০	১০০	-	-	-	-
২০ mm	১২	১২	৪০	৬০	-	-	-	-
১০ mm	১০	২২	৭৩.৩	২৬.৭	০	০	০	১০০
৪.৭৫ mm	৮	৩০	১০০	০	২০	২০	২০	৭৮
২.৩৬ mm	-	-	১০০	০	১০০	১২০	১২	৮৮
১.১৮ mm	-	-	১০০	০	১০০	২২০	২২	৭৮
৬০০ mic	-	-	১০০	০	১৯০	৪১০	৪১	৫৯
৩০০ mic	-	-	১০০	০	৩৫০	৭৬০	৭৬	২৪
১৫০ mic	-	-	১০০	০	১৭০	৯৩০	৯৩	৭
Residue	-	-	৭১৩.৩	-	৭০	১০০০	২৪৬	-
Fineness Modulus	$\frac{৭১৩.৩}{১০০} = ৭.১৩৩$				$\frac{২৪৬}{১০০} = ২.৪৬$			

সাধারণ কংক্রিটের কাজে ৪০ মিমি, ২০ মিমি এবং ১০ মিমি আকারের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা হয়। অ্যাবাটমেন্ট, পায়ার, রিটেইনিং ওয়াল ইত্যাদি কাজে ৪০ মিমি এবং ফ্লোরিং-এর কাজে ১০ মিমি আকারের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা হয়। সাধারণ আর.সি.সি. কাজে ২০ মিমি আকারের অ্যাগ্রিগেট ব্যবহার করা হয়।

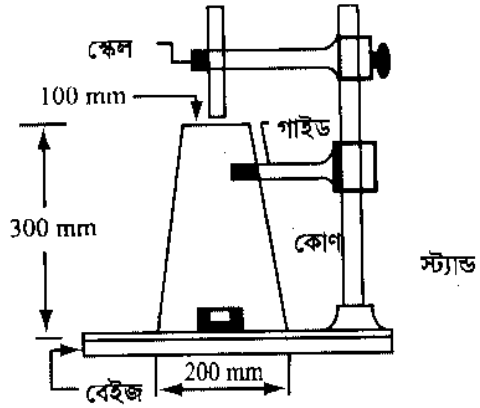
নিচে গ্রেডিং কার্ভের চিত্র দেখান হল–



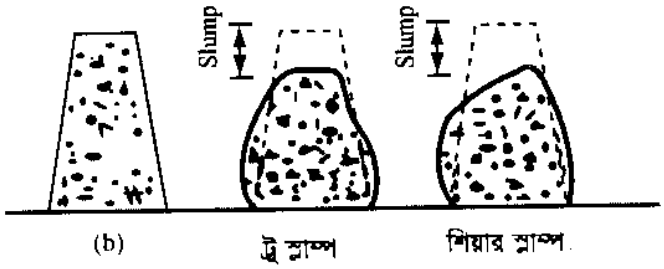
চিত্র ঃ ৫.৬ Results from particle size test and grading Curve.

৫.৪ কংক্রিট পরীক্ষার উদ্দেশ্য ঃ

(ক) নতি পরীক্ষা (Slump Test) ঃ সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট এমন হওয়া উচিত যাতে একে সহজে নড়াচাড়া (Handling) এবং ফর্মের মধ্যে ঢালাই করা যায়। কংক্রিট মিশ্রণের এ গুণটিকে কার্যোপযোগিতা (Workability) বলে। মিশ্রণে পানির পরিমাণ বেশি হলে মিশ্রণ নরম হয়। ফলে নাড়াচাড়া ও ঢালাই সহজতর হয়। আবার পানির পরিমাণ কম হলে নাড়াচাড়া ও ঢালাই কাজ কিছুটা কষ্টসাধ্য হয়। তবে সমসত্ত্ব ও শক্তিশালী কংক্রিট পাওয়া যায় না। মিশ্রণে পানির পরিমাণ কমিয়ে বাড়িয়ে কার্যোপযোগিতা পরিবর্তন করা যায়। তবে ঢালাই-এর প্রথম থেকে শেষ পর্যন্ত কার্যোপযোগিতা একই রকম থাকা উচিত। অনেক উপায়ে কার্যোপযোগিতা পরীক্ষা করা যায়। তবে সবচেয়ে জনপ্রিয় পদ্ধতি হল নতি পরীক্ষা বা Slump test। সুতরাং বিভিন্ন অবস্থায় কংক্রিটের প্রয়োজনীয় কার্যোপযোগিতা নিরূপণের জন্য স্লাম্প টেস্ট বা নতি পরীক্ষা করা হয়।



স্লাম্প কোণ



চিত্র ঃ ৫.৭ স্লাম্প টেষ্ট

নতি পরীক্ষার জন্য দু'দিকে হাতলযুক্ত লোহার চোঙ (Truncated cone) ব্যবহৃত হয়। উচ্চতা ৩০ সেমি, নিচের প্রান্তের ব্যাস ২০ সেমি এবং ক্রমশ সরু হয়ে উপরের প্রান্তের ব্যাস হবে ১০ সেমি।

চোঙটিকে লোহার বা পানির অ-শোষক কোন পাতের উপর রেখে সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট দ্বারা ভর্তি করা হয়। সমান চার স্তরে কংক্রিট ঢেলে ১৬ মিমি ($\frac{৫''}{৮}$) ব্যাসের ৬০ সেমি লম্বা রড দ্বারা প্রতি স্তরে ২৫ বার খুঁচিয়ে গাদাতে হবে। সম্পূর্ণ ভর্তি হয়ে যাওয়ার পর উপরিভাগটা সমান করে তৎক্ষণাৎ উঠাত হবে। দেখা যাবে কংক্রিট আস্তে আস্তে নিচে বসে যাচ্ছে। অর্থাৎ প্রবাহী ক্ষমতার মান অনুসারে কংক্রিটের উচ্চতা কমে যাবে। যে পরিমাণে উচ্চতা কমে যাবে তাকে নতি বলে। যেমন– কোন মিশ্রণের উচ্চতা ৩ সেমি কমে গেলে তাকে বলা হবে মিশ্রণের নতি ৩ সেমি। মিশ্রণে পানির পরিমাণ বেশি হলে নতিও বেশি হবে। সুতরাং নতির মান দেখে মিশ্রণের কার্যোপযোগিতার মাত্রা নিরূপণ করা যায়।

নিম্নের তালিকায় বিভিন্ন ধরনের নির্মাণকাজের জন্য ACI-এর অনুমোদিত কংক্রিট মিশ্রণের নতির মান দেখান হল ঃ

টেবিল-৫.৬

বিভিন্ন কংক্রিট মিশনের জন্য অনুমোদিত নতির মান ঃ

ক্রমিক নং	নির্মাণকাজের ধরন	অনুমোদিত নতির মান, মিঃমিঃ
১	রাস্তা তৈরিতে কংক্রিট	২০ মিমি হতে ৩০ মিমি
২	আর.সি.সি. স্ল্যাব, বীম এবং দেওয়াল	৫০ মিমি হতে ১০০ মিমি
৩	কলাম, রিটেইনিং ওয়াল এবং পাতলা মেম্বার ইত্যাদি	৭৫ মিমি হতে ১৫০ মিমি
৪	পনিরোহী নির্মাণকাজ	৭৫ মিমি হতে ১২০ মিমি
৫	ভাইব্রেটেড কংক্রিট	১২ মিমি হতে ২৫ মিমি
৬	পুরু (Mass) কংক্রিট	২৫ মিমি হতে ৫০ মিমি
৭	সাধারণ কংক্রিট ফুটিং, কেইশন এবং উপরি কাঠামো	২৫ মিমি হতে ৭৫ মিমি
৮	আর.সি.সি. বুনিয়াদ দেওয়াল এবং ফুটিং	৫০ মিমি হতে ১০০ মিমি
৯	ব্রিজ ডেক	২৫ মিমি হতে ৭৫ মিমি

(খ) কংক্রিট সিলিন্ডারের চাপশক্তি পরীক্ষা ঃ পূর্ব নিধারিত অনুপাতের কংক্রিটের চাপশক্তি পরীক্ষা এবং তার ধরন লক্ষ করে পদার্থের গুণাগুণ বিচার করার জন্য কংক্রিট সিলিন্ডারের চাপশক্তি পরীক্ষা করা হয়। তাছাড়াও কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন নির্ণয় করা যায়।

কংক্রিটের চাপশক্তি পরীক্ষার জন্য বেলুনাকার (Cylindrical) যে পরীক্ষা নমুনা (Test sample) তৈরি করা হয়, তার উচ্চতা ব্যাসের দ্বিগুণ। বেলুনের ব্যাস ১৫ সেমি এবং উচ্চতা ৩০ সেমি হয়ে থাকে। এটা তৈরি করার জন্য ধাতব বা পানি অ-শোষক পদার্থ দ্বারা তৈরি ছাঁচ ব্যবহৃত হয়ে থাকে। ছাঁচটি কোন সমান জায়গায় কাচ বা ধাতব পাতের উপর রেখে সদ্য মিশ্রিত কংক্রিট দ্বারা স্তরে স্তরে পূর্ণ করা হয়। সমান চার স্তরে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয় এবং প্রত্যেক স্তরেই রড বা ভাইব্রেটর দ্বারা মিশ্রণকে গাদান হয়। ১৬ মিমি ব্যাসের ৬০ সেমি দীর্ঘ রড দ্বারা গাদান হয়। সিলিন্ডার সম্পূর্ণ ভর্তি হলে টপ প্লেটের সাহায্যে মাথা সমান করা হয়। মাথার উপর বা উপরিপ্রান্তে ঢালাই-এর তারিখ ও অনুপাত লিপিবদ্ধ করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে তৈল মাখান কাচ বা ধাতব পাত বা দুই ভাঁজ করা ভিজা ছালার চট দ্বারা ঢেকে দেওয়া হয়, যাতে বাষ্পীভবনের ফলে মিশ্রণ শুকিয়ে না যায়। এরপর একে ২৪ ঘণ্টা পর ল্যাবরেটরিতে নিয়ে তাপ নিয়ন্ত্রিত অবস্থায় কিউরিং করা হয়। সাধারণত ২৭ + ২°C তাপমাত্রায় পানির মধ্যে ৭ দিন বা ১৪ দিন বা ২১ দিন বা ২৮ দিন যাবৎ কিউরিং করা হয়। কিউরিং করার পর পরীক্ষা নমুনাকে চাপ পরীক্ষা যন্ত্রে স্থাপন করে ধীরে ধীরে চাপ প্রয়োগ করা হয় যতক্ষণ না নমুনাটি ভেঙে যায়।

(গ) কংক্রিট ঘনক (cube) এর চাপ শক্তি পরীক্ষা ঃ কংক্রিটের চাপ শক্তি পরীক্ষার জন্য সিলিন্ডার টেস্ট এর পরিবর্তে কিউব টেস্টও (cube test) করা হয়। ঘনক (cube) এর মাপ ১৫ সেমি। এটা ধাতব পদার্থের তৈরি। সদ্য মিশ্রিত কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করে রড দিয়া ভালভাবে গাদান হয়। ঢালাই করার ২৪ ঘণ্টা পর ল্যাবরেটরিতে ২৭ + ২°C মাত্রায় পানির মধ্যে ৭ দিন বা ১৪ দিন বা ২৮ দিন যাবৎ কিউরিং করা হয়। এ সময় বাতাসের আর্দ্রতা কমপক্ষে ৯০% থাকা উচিত। কিউরিং করার পর পরীক্ষা নমুনাকে চাপ পরীক্ষা যন্ত্রে স্থাপন করে ধীরে ধীরে চাপ প্রয়োগ করা হয় যতক্ষণ না নমুনাটি ভেঙে যায়।

এ রেকর্ডকৃত সর্বোচ্চ চাপশক্তিকে নমুনার প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল দ্বারা ভাগ করলে একক ক্ষেত্রফলের উপর চাপ শক্তির মান পাওয়া যায়। একই সময়ে কয়েকটি পরীক্ষা নমুনা একইভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং গড় মানকে সর্বোচ্চ চাপ শক্তি (Ultimate compressive strength) হিসাবে ধরা হয়। একক ক্ষেত্রফলের উপর সর্বোচ্চ চাপ পীড়নকে $f\acute{c}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং ডিজাইন চাপ পীড়নকে f_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সাধারণত ডিজাইন চাপ পীড়ন, fc এর মান সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন $f\acute{c}$ এর ৪৫% ধরা হয়। নিম্নে ৭ দিন এবং ২৮ দিন কিউরিং করার কংক্রিট সিলিন্ডার এবং কিউবের জন্য প্রয়োজনীয় সর্বোচ্চ চাপশক্তি নিম্নে দেয়া হল ঃ

টেবিল-৫.৭

সাধারণ কংক্রিটের প্রয়োজনীয় শক্তি ঃ

কংক্রিটের গ্রেড	মিশ্রণের অনুপাত	সর্বোচ্চ চাপশক্তি (কেজি/বর্গসেমি)			
		সিলিন্ডার		কিউব	
		৭ দিন	২৮ দিন	৭ দিন	২৮ দিন
$M_{১০০}$	১ঃ৩ঃ৬	৭৫	৯৭	৯১	১২১
$M_{১৫০}$	১ঃ২ঃ৪	১০৯	১৬৮	১৩০	১৯৬
$M_{২০০}$	১ঃ$১\frac{১}{২}$ঃ৩	১২৫	১৮০	১৫৬	২২১
$M_{২৫০}$	১ঃ১ঃ২	১৫৩	২২০	১৯১	২৭১

ক্রাশিং স্ট্রেন্থ ২৮ দিনে ১৭৫.৮ কেজি/বর্গসেমি এর কম হওয়া উচিত নয়।

অনুশীলনী-৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **সাধারণভাবে কংক্রিটের কী কী পরীক্ষা করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১০, ১১]

অথবা, কংক্রিটের বৈশিষ্ট্য জানার জন্য কী কী পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর ঃ সাধারণভাবে কংক্রিটের নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলো করা হয়–

১। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা– কার্যোপযোগিতা নির্ণয়ের জন্য।

২। কংক্রিটের শক্তি পরীক্ষা– চাপশক্তি নির্ণয়ের জন্য।

২। **অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৪]

উত্তর ঃ অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলো আকার অনুযায়ী পৃথকীকরণই হল অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিংকরণ (Grading of aggregate)। যদি কণাগুলোর আকার একই রকম হয়, তাহলে অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে ফাঁকা বেশি থাকে। অপর দিকে অ্যাগ্রিগেটের কণাগুলোর আকার যদি বিভিন্ন রকম হয়, তাহলে অ্যাগ্রিগেটের মধ্যে ফাঁকা কম থাকে।

৩। **সিঙ্গেল সাইজড অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ অ্যাগ্রিগেটের অধিকাংশ কণাগুলোর আকার সুষম আকৃতির হলে তাকে সিঙ্গেল সাইজড অ্যাগ্রিগেট বলা হয়।

৪। **অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ ফাইন অ্যাগ্রিগেট এবং কোর্স অ্যাগ্রিগেটের সমন্বয়কে (Combination) অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট বলা হয়।

৫। **সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক কী?**

উত্তর ঃ সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক হল একটি সূচক সংখ্যা, যা অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মতা বা স্থূলতা (Fineness or coarseness) সম্পর্কে ধারণা দেয়। স্ব স্ব চালুনির অবশেষকে শতকরা হারে প্রকাশ করতঃ যোগ করে ১০০ দ্বারা ভাগ করলে সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক (Fineness modulas) পাওয়া যায়। সূক্ষ্মতা গুণাঙ্ক-এর মান যত কম হবে অ্যাগ্রিগেট ততই চিকন হবে।

৬। **কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কেন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ১০]

উত্তর ঃ সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট এমন হওয়া উচিত যাতে একে সহজে নাড়াচাড়া এবং ফর্মের মধ্যে ঢালাই করা যায়। কংক্রিট মিশ্রণের এ গুণটিকে কার্যোপযোগিতা বলা হয়। মিশ্রণে পানির পরিমাণ কম হলে নাড়াচাড়া ও ঢালাই কাজ করা কষ্টসাধ্য। আবার পানির পরিমাণ বেশি হলে নাড়াচাড়া ও ঢালাই সহজতর হয়। এ উভয় অবস্থায় সমসত্ত্ব ও শক্তিশালী কংক্রিট পাওয়া যায় না। সুতরাং বিভিন্ন অবস্থায় কংক্রিটের প্রয়োজনীয় কার্যোপযোগিতা নিরূপণের জন্য নতি পরীক্ষা করা হয়।

৭। **স্লাম্প কোণ-এর পরিমাপ লিখ।**

উত্তর ঃ স্লাম্প কোণের মাপ নিচের প্রান্তের ব্যাস ২০ সেমি এবং ক্রমশ সরু হয়ে উপরের প্রান্তের ব্যাস ১০ সেমি হবে, আর উচ্চতা ৩০ সেমি

৮। **কংক্রিট কিউব বা সিলিন্ডার-এর কিউরিং তাপমাত্রা কত?**

উত্তর ঃ কংক্রিট কিউব বা সিলিন্ডার-এর কিউরিং তাপমাত্রা ২৭ ± ২°C

৯। **কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর ঃ সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট এমন হতে হবে যাতে তাকে সহজে নাড়াচাড়া এবং ফর্ম-ওয়ার্ক এর মধ্যে ঢালাই করা যায়। কংক্রিট মিশ্রণের এ গুণটিকে কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা (Workability) বলা হয়।

১০। **কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর ঃ ৫.৪ অনুচ্ছেদের (ক) অংশ দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কংক্রিটের নতি পরীক্ষা বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ এর (ক) অংশ দ্রষ্টব্য।

২। **কংক্রিট সিলিন্ডারের চাপশক্তি পরীক্ষাটি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ এর (খ) অংশ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ৫.৪ এর 'ক' দ্রষ্টব্য।

২। **সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক নির্ণয়ে ব্যবহৃত চালনিগুলোর ক্রমানুসারে নাম্বার লেখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৫.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

বিশেষ ধরনের কংক্রিট
(Special Types of Concrete)

অধ্যায় ৬

৬.০ বিশেষ ধরনের কংক্রিট (Special types of concrete) ঃ

ভূমিকা (Introduction) ঃ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট, কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট এবং পানির সমন্বয়ে প্রচলিত কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়, যা গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণসামগ্রী হিসাবে সারাবিশ্বে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং ভবিষ্যতেও ব্যবহৃত হবে। নির্মাণ প্রযুক্তি বিদ্যা এবং নির্মাণসামগ্রীর অবিরাম পরীক্ষানিরীক্ষার মাধ্যমে কংক্রিট সম্পর্কে এক নতুন ধারণার সৃষ্টি হয়েছে। এ নতুন ধারণার উপর ভিত্তি করে উন্নত কংক্রিটের নামকরণ করা হয়েছে "বিশেষ ধরনের কংক্রিট।" বিশেষ ধরনের কংক্রিটকে নিম্নলিখিতভাবে বিভক্ত করা হয়েছে ঃ

১। পলিমার কংক্রিট (Polymer Concrete)

২। সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ কংক্রিট (Superplasticized concrete)

৩। ফাইবার রিইনফোর্সড্ কংক্রিট (Fibre reinforced concrete)

৪। সালফার-ইমপ্রেগনেটেড কংক্রিট (Sulphur-impregnated concrete)

৫। আল্টা হাই স্ট্রেংথ কংক্রিট (Ultra High Strength concrete)।

৬.১ পলিমার কংক্রিট (Polymer Concrete) ঃ

কংক্রিট প্রযুক্তিবিদরা অবিরাম পরীক্ষানিরীক্ষা করে কংক্রিটের গুণাগুণকে বৃদ্ধি এবং উন্নত করতে এক নতুন ধরনের কংক্রিটের সৃষ্টি করেছেন, যা পলিমার কংক্রিট নামে পরিচিত।

আমরা জানি, সিমেন্ট কংক্রিট এক ধরনের ছিদ্রযুক্ত নির্মাণসামগ্রী। অর্থাৎ কংক্রিটের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। এ ছিদ্রের উপস্থিতির জন্য কংক্রিটের সামর্থ্য এবং স্থায়িত্বতা হ্রাস পায়। ছিদ্রময়তা (Porosity)-এর পরিমাণ কমাতে পারলে কংক্রিটের চাপশক্তি এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি পাবে। ভাইব্রেশন, চাপ প্রয়োগ, বিলম্বিতকরণ (Spinning) ইত্যাদির মাধ্যমে ছিদ্রময়তার পরিমাণ প্রায় ২৮% কমানো যায়। মনোমার ব্যবহার এবং পর্যায়ক্রমিক পলিমারাইজেশন (Polymerisation)-এর ফলে ছিদ্রময়তার পরিমাণ আরও হ্রাস করা সম্ভব এবং কংক্রিটের শক্তি ও অন্যান গুণাগুণ বৃদ্ধি করা যায়।

পলিমার কংক্রিটে যে সকল মনোমার ব্যবহার করা হয়, তা হল–

১। মিথাইল মেথাক্রাইলেট (Methyl methacrylate)

২। স্টাইরিন (Styrene)

৩। অ্যাক্রাইলোনিট্রিল (Acrylonitrile)

৪। পলিস্টার স্টাইরিন (Polyster styrene)

৫। এপোক্সি স্টাইরিন (Epoxy styrene)

৬। ভিনাইলিডিনি ক্লোরাইড (Vinylidene chloride)।

পলিমার কংক্রিটের ব্যবহার ঃ

১। প্রি-ফেব্রিকেটেড স্ট্রাকচারাল এলিমেন্টে

২। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে

৩। মেরিন কাজে (Marine works)

৪। লবণযুক্ত প্ল্যান্ট (Desalination plants)

৫। নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্ল্যান্টে

৬। সিউয়ারেজ কাজে-পাইপ এবং নিষ্কাশন কাজে

৭। ফেরো-সিমেন্ট উৎপাদনে

৮। পানিরোধী কাঠামোতে

৯। শিল্পকারখানায়।

পলিমার কংক্রিটের প্রকারভেদ ঃ

১। পলিমার ইম্প্রেগনেটেড কংক্রিট (Polymer Impregnated Concrete-PIC)

২। পলিমার সিমেন্ট কংক্রিট (Polymer Cement Concrete-PCC)

৩। পলিমার কংক্রিট (Polymer Concrete-PC)।

শক্ত (Hardened) সিমেন্ট কংক্রিটে মনোমার সম্পৃক্ত করে তাপের সাহায্যে পলিমারাইজেশনের পর পলিমার ইমপ্রিগনেট কংক্রিটে পরিণত হয়। পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট কংক্রিটে পলিমার বা মনোমার একত্রীভূত করে যে কংক্রিট তৈরি করা হয় তাকে পলিমার সিমেন্ট কংক্রিট বলে। আর সিমেন্টের পরিবর্তে পলিমার বা মনোমার বাইন্ডার ব্যবহারে যে কংক্রিট হয় তাকে পলিমার কংক্রিট বলে।

সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ কংক্রিট (Superplasticized Concrete) ঃ অধিক প্লাস্টিক গুণসম্পন্ন কংক্রিটকে সুপার প্লাস্টিক সাইজ কংক্রিট (Superplasticzed Concrete) বলে। প্লাস্টিক গুণসম্পন্ন পদার্থকে অ্যাডমিক্সার রূপে ব্যবহার করে কংক্রিটের প্রবাহ সৃষ্টি করা হয়, যাতে প্রায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে দৃঢ়াবদ্ধ হতে পারে। কংক্রিটে সুপার-প্লাস্টিসাইজড যোগ করলে কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বৃদ্ধি পায়, পানির পরিমাণ কম রাখা যায় এবং সিমেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি ছাড়াই উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট পাওয়া যায়। নিম্নলিখিত অবস্থায় সুপার-প্লাস্টিসাইডজ্ কংক্রিট প্রয়োগ করা যায়।

১। সিমেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি ছাড়াই কংক্রিটের পর্যাপ্ত শক্তি অর্জনে ঃ আমরা জানি, কংক্রিটের প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন করতে দরকার নির্দিষ্ট পানি-সিমেন্ট অনুপাত। যদি কোন কারণে কংক্রিটে সিমেন্টের পরিমাণ হ্রাস করা হয় তবে পানি-সিমেন্টের অনুপাতও হ্রাস পাবে। ফলে মিশ্রণ তুলনামূলকভাবে শুষ্ক থাকবে, স্থানান্তরে অসুবিধা হবে। যদি সুপার-প্লাস্টিসাইডজ্ প্রয়োজনীয় মাত্রায় সংযুক্ত করা যায়, তবে উক্ত অসুবিধা দূরীভূত করা যায়।

২। কম পানি-সিমেন্ট অনুপাতে অধিক শক্তিশালী কংক্রিট প্রস্তুতিতে ঃ কংক্রিটের শক্তি বৃদ্ধি করতে হলে সাধারণত আনুপাতিক হারে পানি-সিমেন্টের অনুপাত হ্রাস করতে হয়। সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ মিশ্রণে এটি সম্ভব। এতে পানির পরিমাণ ৩০% পর্যন্ত কমানো যায় এবং পানি-সিমেন্টের অনুপাত ০.২-এর মতই হয়ে থাকে।

৩। কংক্রিটের শক্তি হ্রাস, সেগ্রিগেশন এবং ব্লিডিং ব্যতীত অধিক কার্যোপযোগিতা বৃদ্ধি করতে ঃ সুপার-প্লাস্টিসাইজার এর অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করে কংক্রিটের প্রবাহ সৃষ্টি করা সম্ভব। যার ফলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে দৃঢ়াবদ্ধ এবং সমতল হয়ে থাকে। ভারী রিইনফোর্সড কাঠামোর মধ্যে কংক্রিট ঢালাই করতে সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ ব্যবহার করে কংক্রিটকে তারল্য করা হয়। তবে সিমেন্ট অথবা পানির পরিমাণ হ্রাস করা হয় না কিন্তু স্লাম্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এ পদ্ধতিতে স্লাম্পের পরিমাণ ৭৫ মিমি হতে ২০০ মিমি-এর মধ্যে আনায়ন করা যায়। এতে কংক্রিটের সামর্থ্যের উপর কোন প্রভাব পড়ে না।

কংক্রিট কোথায় ব্যবহৃত হবে এবং কংক্রিট মিকিং-এর উপর নির্ভর করে সুপার-প্লাস্টিসাইজার-এর পরিমাণ নির্ধারণ করা হয়। সাধারণত কংক্রিটের জন্য ব্যবহৃত সিমেন্টের ওজনের ০.৭০% সুপার-প্লাস্টিসাইজার যোগ করা যেতে পারে।

যে সকল উপাদান সুপার-প্লাস্টিসাইজার হিসাবে ব্যবহৃত হয়, তা হলঃ

১। ফরমালডিহাইড (Formaldehydes)

২। ফেনল (Phenol)

৩। ইউরিয়া (Urea)

৪। ভিনাইল ক্লোরাইড (Vinyl Chloride)

৫। ভিনাইল অ্যাসিটেট (Vinyl acitate)

৬। স্টাইরিন (Styrene)

৭। প্রোপ্লাইলিন (Proplylene)

৮। ইথিলিন (Ethylene)

৯। মেলামাইন (Melamine)।

৬.২ ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট (Ferro-cement concrete) ঃ

মোটা বালি, উৎকৃষ্টমানের পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট ও পানির মিশ্রণে তারজাল (Wiremesh) বা সম্প্রসারিত ধাতু (Expanded metal) রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহার করে ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট (Ferro-cement concrete) তৈরি করা হয়। ফর্ম ওয়ার্কে ডিন-অন-রিত ধাতুকে স্থাপন করে মোটা বালি, সিমেন্ট ও পানির মিশ্রণ দিয়ে ঢালাই করা হয়। স্থান বিশেষে প্রয়োজনীয় লোহার রডও ব্যবহার করা যেতে পারে। তারপর জমাট বাঁধার জন্য ২৪ ঘণ্টা সময় রেখে দেওয়া হয়। পরে পানিতে ২৪ দিন ঢেকে রাখতে হয় এবং ফর্ম ওয়ার্ক খুলে নেওয়া হয়। পুরুত্ব ১ থেকে ৪ সেমি পর্যন্ত হয়ে থাকে। নৌকা, মাছধরা ট্রলার, গৃহস্থালি পানির ট্যাংক, মানহোল কভার ইত্যাদি তৈরিতে এ ফেরো-সিমেন্ট ব্যাপকভাবে ব্যবহার হচ্ছে।

৬.৩ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট (Pre-stressed concrete) ঃ

যান্ত্রিক বা অন্য যে-কোন উপায়ে কাঠামোর মূল অংশে (Structural element) প্রাথমিক পীড়নকে বিশেষভাবে প্রবর্তনা করা হয়, তাকে প্রি-স্ট্রেসিং বলে। অর্থাৎ এলিমেন্টকে কাজে ব্যবহার করলে যে স্ট্রেস আসবে তা পূর্বেই আনয়ন করা। যখন এলিমেন্টকে প্রকৃতপক্ষে ব্যবহারের জন্য স্থাপন করা হয় এবং এর নিজস্ব ও বহিঃস্থ ভার হতে যে উদ্ভূত পীড়ন সৃষ্টি হয়। আর প্রাথমিক প্রবর্তনা (Induced) পীড়ন সর্বদা বিপরীত প্রকৃতির হয়ে থাকে। এলিমেন্টের মধ্যে প্রি-স্ট্রেসড প্রবর্তনা করার পদ্ধতিকে প্রি-স্ট্রেসিং বলে। আর যে কংক্রিটে এমন পরিমাণ ও বিস্তৃতির অভ্যন্তরীণ পীড়ন প্রবর্তনা করা হয় যে, বহিঃস্থ ভার হতে উদ্ভূত পীড়ন ঈপ্সিত মাত্রায় প্রশমিত করে তাকে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট বলে।

সিমেন্ট কংক্রিটের টানবল সহ্যক্ষমতা খুবই কম। যেহেতু সাধারণ সিমেন্ট কংক্রিটের এলিমেন্ট টানবল সহ্য করতে পারে না, সেহেতু এর দ্বারা আর্থিক সাশ্রয়কারী ডিজাইন সম্ভব নয়। এ অসুবিধা দূর করার জন্য সাধারণ সিমেন্ট কংক্রিটের মধ্যে টেনসাইল জোনে (Tensile zone) লোহার রড ব্যবহার করা হয়। সিমেন্ট কংক্রিটের মধ্যে এরূপ লোহা ব্যবহার করলে তাকে রিইনফোর্সড সিমেন্ট কংক্রিট (R.C.C) বলে। লোহার রড ব্যবহার করে টান পীড়নের পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয়। কিন্তু এ টান পীড়ন সিমেন্ট কংক্রিটের ফাটলকে প্রতিরোধ করতে পারে না। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহার করে কংক্রিটের এ ফাটলকে সম্পূর্ণরূপে প্রতিরোধ করা যায়। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে কাঠামোর কোথাও টান অনুমোদন করা হয় না। সুতরাং কাঠামোর মধ্যে যখন টেনশন থাকে না, তখন ফাটল হওয়ার সম্ভাবনা থাকবে না।

সম্ভবত ১৮৮৬ সালে ফ্রানসিসকো-এর অধিবাসী জ্যাকসন সর্বপ্রথম প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট সম্পর্কে প্রাথমিক ধারণা প্রদান করেন। পরে বিভিন্ন প্রকৌশলী ও বিজ্ঞানীদের দীর্ঘদিনের নিরলস প্রচেষ্টার ফলশ্রুতিতে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট আজকের অবস্থায় নির্মাণকাজে বহুলভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে।

প্রি-স্টেসড কংক্রিট ব্যাপকভাবে নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। লম্বা (Long) স্প্যান (Span) ব্রিজ, মেরিন স্ট্রাকচার (Marine structures), পারমাণবিক চাপ সহ্যকারী পাত্র, পানি প্রতিরোধী কাঠামো, বিদ্যুৎ সরবরাহকারী খুঁটি, রেলওয়ে স্লিপার এবং অন্যান্য কাঠামোর অংশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

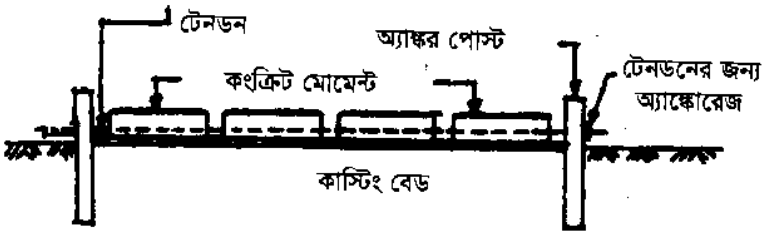
৬.৪ প্রি-স্ট্রেসিং-এর পদ্ধতি (Method of pre-stressing) ঃ

সাধারণত দুটি উপায়ে প্রি-স্ট্রেসিং করা হয়, যথা ঃ

১। প্রি-টেনশনিং (Pre-tensioning)

২। পোস্ট টেনশনিং (Post tensioning)।

প্রি-টেনশনিং (Pre-tensioning) ঃ প্রি-টেনশনিং-এর কাজে হাই টেনশাইল স্টীল ওয়্যারকে (High tensile steel wires) ব্যবহার করা হয়। তার (Wire)-এর ব্যাস ১.৫ থেকে ৮ মিমি এর মধ্যে হয়, তারগুলোকে Tendon বলে। এটা ক্যাবল (Cable)-এর তৈরি। সাতটি অথবা তার অধিক সংখ্যক তার একত্রে করে হাই টেনশাইল স্টীল বারে (High tensile steel bar) পরিণত করা হয়। তারের সর্বোচ্চ টান পীড়ন 160 কেজি/বর্গসেমি এবং বারের সর্বোচ্চ টান পীড়ন ৯০ কেজি/বর্গসেমি। প্রথমে হাইটেনসাইল স্টীল ওয়্যার বা টেনডনকে প্রয়োজনীয় পরিমাণে বিস্তৃত করা হয়।



চিত্র ঃ ৬.১ প্রি-টেনশনিং

ওয়্যার বা টেনডনকে জ্যাক এবং অ্যাংকরেজের সাহায্যে প্রয়োজনীয় মাত্রায় টানা হয় এবং মোল্ডের মধ্যে কংক্রিট দ্বারা ঢালাই করা হয়। কংক্রিট শক্ত না হওয়া পর্যন্ত এভাবে রাখা হয়। কংক্রিট প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন করলেই টানা ছেড়ে দেওয়া হয়। সাথে সাথে ওয়্যার পূর্বের দৈর্ঘ্যে ফিরে আসতে চেষ্টা করে, কিন্তু কংক্রিটের মধ্যে এরূপ ঘটে না। এটাই হল কংক্রিটের প্রি-স্ট্রেসিং।

পোস্ট টেনশনিং (Post tensioning) ঃ এ পদ্ধতিতে টানবিহীন ওয়্যারকে কংক্রিটের মধ্যে স্থাপন করে ঢালাই করা হয়। কিন্তু ওয়্যারকে পরিবেষ্টন করে রাখা হয়, যাতে ওয়্যার এবং কংক্রিটের মধ্যে কোন বন্ধনের সৃষ্টি না হয়। কংক্রিট প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন করার পর আলগাভাবে কংক্রিটের মধ্যে স্থাপিত ওয়্যারকে প্রয়োজনীয় মাত্রায় টানা হয়। টানা ওয়্যারকে সর্বশেষে অ্যাংকরের সাহায্যে দৃঢ়ভাবে আটকানো হয়। মাঝে মাঝে ওয়্যারের পরিবর্তে ক্যাবল (Cable) ব্যবহার করা হয় এবং টানার জন্য জ্যাক (Jack) ব্যবহার করা হয়। সবশেষে ওয়্যারবেষ্টিত ফাঁকা স্থানকে সিমেন্ট গ্রাউট দ্বারা পূরণ করা হয়।

অনুশীলনী-৬

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। বিশেষ ধরনের কংক্রিট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট, কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট এবং পানির সমন্বয়ে যে কংক্রিট প্রস্তুত করা হয়, তা গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণসামগ্রী হিসাবে সারাবিশ্বে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হলেও নির্মাণসামগ্রীর অবিরাম পরীক্ষানিরীক্ষার মাধ্যমে কংক্রিট সম্পর্কে এক নতুন ধারণার সৃষ্টি হয়েছে। এ নতুন ধারণার উপর ভিত্তি করে উদ্ভাবিত উন্নত কংক্রিটের নামকরণ করা হয়েছে বিশেষ ধরনের কংক্রিট।

২। বিশেষ ধরনের কংক্রিটগুলোর নাম লিখ।

উত্তর ঃ নিম্নে বিশেষ ধরনের কংক্রিটগুলোর নাম দেয়া হল–

১। পলিমার কংক্রিট,
২। সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ কংক্রিট,
৩। ফাইবার রিইনফোর্সড কংক্রিট,
৪। সালফার ইমপ্রেগনেটেড কংক্রিট,
৫। আল্ট্রা হাই-স্ট্রেংথ কংক্রিট।

৩। পলিমার কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর ঃ প্রযুক্তিবিদরা অবিরাম পরীক্ষানিরীক্ষা করে কংক্রিটের গুণাগুণকে বৃদ্ধি এবং উন্নত করতে এক নতুন ধরনের কংক্রিট উদ্ভাবন্ করেছেন, এ ধরনের কংক্রিটকে পলিমার কংক্রিট বলে। মনোমার ব্যবহার এবং পর্যায়ক্রমিক পলিমারাইজেশন-এর ফলে কংক্রিটের ছিদ্রময়তার (Porositiy) পরিমাণ অধিক পরিমাণ হ্রাস করা সম্ভব এবং কংক্রিটের শক্তি ও অন্যান্য গুণাগুণ বৃদ্ধি করা যায়।

৪। পলিমার কংক্রিটে কী কী মনোমার ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]

উত্তর ঃ পলিমার কংক্রিটে যেসব মনোমার ব্যবহার করা হয়, সেগুলো হল–

১। মিথাইল মেথাক্রাইলেট,
২। স্টাইরিন,
৩। অ্যাক্রাইলোনিট্রিল,
৪। পলিস্টার স্টাইরিন,
৫। অ্যাপোক্সি স্টাইরিন,
৬। ভিনাইলিডিন ক্লোরাইড।

৫। পলিমার কংক্রিট কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর ঃ পলিমার কংক্রিট তিন প্রকার, যথা ঃ

১। পলিমার ইম্প্রেগনেটেড কংক্রিট,
২। পলিমার সিমেন্ট কংক্রিট,
৩। পলিমার কংক্রিট।

৬। সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট কী?

উত্তর ঃ অধিক প্লাস্টিক গুণসম্পন্ন কংক্রিটকে সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট বলে। প্লাস্টিক গুণসম্পন্ন পদার্থকে অ্যাডমিক্সার হিসাবে ব্যবহার করে কংক্রিটের প্রবাহ সৃষ্টি করা হয়, যাতে কংক্রিট স্বয়ংক্রিয়ভাবে দৃঢ়বদ্ধ হতে পারে এবং সিমেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি ছাড়াই উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট পাওয়া যায়।

৭। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কোথায় কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়–

দীর্ঘ স্প্যানবিশিষ্ট ব্রিজ, মেরিন স্ট্রাকচার, পারমাণবিক চাপ সহ্যকারী পাত্র, পানি প্রতিরোধী কাঠামো, বিদ্যুৎ সরবরাহকারী খুঁটি, রেলওয়ে স্লিপার এবং অন্যান্য কাঠামোর অংশ হিসাবে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহৃত হয়।

৮। টেনডন কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ প্রি-টেনশনিং-এর কাজে হাই টেনশাইল ওয়্যারকে ব্যবহার করা হয়। ওয়্যার-এর ব্যাস ১.৫ থেকে ৮ মিমি এর মধ্যে হয়। ক্যাবলের তৈরি এ ওয়্যার বা তারগুলোকে টেনডন (Tendon) বলে।

৯। ফেরো-সিমেন্ট কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬]

উত্তর ঃ নৌকা, মাছধরা ট্রলার, গৃহস্থালি পানির ট্যাঙ্ক, ম্যানহোল কভার ইত্যাদি তৈরিতে ফেরো-সিমেন্ট ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। পলিমার কংক্রিট ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে পলিমার কংক্রিট ব্যবহৃত হয়–

১। প্রি-ফ্রেব্রিকেটেড স্ট্রাকচারাল এলিমেন্টে,
২। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে,
৩। মেরিন কাজে,
৪। লবণযুক্ত প্ল্যান্টে,
৫। নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্ল্যান্টে,
৬। সিউয়ারেজ কাজে (পাইপ এবং নিষ্কাশন কাজে)
৭। ফেরো-সিমেন্ট উৎপাদনে,
৮। পানিরোধী কাঠামোতে,
৯। শিল্পকারখানায়।

২। সুপার-প্লাস্টিসাইজড-এর উপাদানগুলোর নাম লিখ।

উত্তর ঃ সুপার-প্লাস্টিসাইজার হিসাবে নিম্নলিখিত উপাদানসমূহ ব্যবহৃত হয়–

১। ফরমালডিহাইড,

২। ফেনল,

৩। ইউরিয়া,

৪। ভিনাইল ক্লোরাইড,

৫। ভিনাইল অ্যাসিটেড,

৬। প্রোপ্লাইলিন,

৭। স্টাইরিন,

৮। ইথিলিন,

৯। মেলামাইন।

৩। ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বুঝায় এবং এটি কোথায় কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ মোটা বালি, উৎকৃষ্টমানের পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট ও পানির মিশ্রণে তারজাল (Wiremesh) বা সম্প্রসারিত ধাতু (Expanded metal) রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহার করে ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট (Ferro-cement concrete) তৈরি করা হয়। ফর্মওয়ার্কে ডিন-অন-রিত ধাতুকে স্থাপন করে মোটা বালি, সিমেন্ট ও পানির মিশ্রণ দিয়ে ঢালাই করা হয়। স্থান বিশেষে প্রয়োজনীয় লোহার রডও ব্যবহার করা যেতে পারে। তারপর জমাট বাঁধার জন্য ২৪ ঘন্টা সময় রেখে দেওয়া হয়। পরে পানিতে ২৪ দিন ঢেকে রাখতে হয় এবং ফর্ম ওয়ার্ক খুলে নেওয়া হয়। পুরুত্ব ১ থেকে ৪ সেমি পর্যন্ত হয়ে থাকে। নৌকা, মাছধরা ট্রলার, গৃহস্থালি পানির ট্যাংক, মানহোল কভার ইত্যাদি তৈরিতে এ ফেরো-সিমেন্ট ব্যাপকভাবে ব্যবহার হচ্ছে।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। চিত্রসহ প্রি-টেনশনিং-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৪ অনুচ্ছেদের প্রি-টেনশনিং দ্রষ্টব্য।

২। প্রি-স্ট্রেসিং পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১১]

অথবা, **প্রি-টেনশনিং এবং পোস্ট টেনশনিং সম্পর্কে বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। কী কী অবস্থায় সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট প্রয়োগ করা হয়, সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.১ অনুচ্ছেদের সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিটের ১, ২, ৩ দ্রষ্টব্য।

৪। কী কী অবস্থায় সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট প্রয়োগ করা হয়, সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর সংকেত ঃ ৬.১ অনুচ্ছেদের সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিটের হেডিং নং-১, ২, ৩।

কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের বিষয়সমূহ
(Supervisory Aspects of Concrete Construction)

অধ্যায় ৭

৭.১ পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন (Placing of concrete under water) ঃ

পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা একটি জটিল কাজ। গভীর ভিত্তির ক্ষেত্রে অথবা মেরিন ওয়ার্কের প্রয়োজনে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করতে হয়। তাছাড়াও কফার ড্যাম, কেইসন অথবা এ জাতীয় কাঠামো নির্মাণের ক্ষেত্রে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের প্রয়োজন হয়। নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়ে থাকে। যেমন–

(ক) ট্রিমি দ্বারা (By tremie)

(খ) বালতি দ্বারা (By skip or bucket)

(গ) গ্রাউটেড কংক্রিট দ্বারা (By grouted concrete)

(ক) ট্রিমি দ্বারা (By tremie) ঃ ১৫ সেমি হতে ৪০ সেমি ব্যাসের এবং পানির উপরের কংক্রিট উৎপাদন স্থান হতে পানির নিচের কংক্রিট স্থাপন স্থান পর্যন্ত লম্বা একটি পানিরোধী (Water tight) পাইপকে ট্রিমি বলা হয়। পাইপের উপরের প্রান্তে হপার (Hopper) সংযুক্ত থাকে। এর সাহায্যে পাইপের মধ্যে কংক্রিট প্রবেশ করানো হয়। ট্রিমির নিম্নপ্রান্তে একটি চেক ভালভ (Check valve) যুক্ত থাকে। যখন হপারের সাহায্যে পাইপের মধ্যে কংক্রিট ঢালা হয় তখন এটা পাইপের মধ্যের বাতাস এবং পানি বাহির করে দিয়ে কংক্রিটকে বেডে পৌছাতে সাহায্য করে। কাজ চলাকালীন সময়ে কাজের অগ্রগতির সাথে সাথে ট্রিমির নিম্নপ্রান্ত উপরের দিকে উঠাতে হয়। কিন্তু সব সময় ট্রিমির নিম্নপ্রান্ত সদ্য ঢালাইকৃত কংক্রিটের মধ্যে ডুবানো থাকবে, যাতে ট্রিমির মধ্যে কখনো পানি প্রবেশ করতে না পারে।

(খ) বালতি দ্বারা (By skip or bucket) ঃ পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করতে এ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এর নিম্ন প্রান্তে কলাপছিবল বটম সাটার সংযুক্ত থাকে। সদ্য মিশ্রিত কংক্রিট দ্বারা বালতি পূর্ণ করে নির্দিষ্ট গভীরতায় বালতি পৌছানোর পর এর বটম সাটার আস্তে আস্তে সরিয়ে ফেলা হয়। কংক্রিট বাহির হয়ে যাওয়ার পর বালতি উত্তোলন করা হয়।

(গ) গ্রাউটেড কংক্রিট দ্বারা (By grouted concrete) ঃ এ পদ্ধতিতে প্রথমে পানির নিচে কোর্স এগ্রিগেট বিছাতে হবে। তারপর সিমেন্ট এ[illegible] লিমিশ্রিত স্ল্যারি (Slurry) এমনভাবে পাইপের মাধ্যমে স্বজোরে নিক্ষেপ করতে হবে যাতে কোর্স এগ্রিগেটের ভয়েডগুলো পানির পরিবর্তে স্ল্যারি দ্বারা পূর্ণ হয়। এ পদ্ধতি সাধারণভাবে ব্যবহৃত হয় না।

৭.২ ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপন (Concreting in cold weather) ঃ

বিক্রিয়া (Hydration) চলাকালীন সময়ে, কংক্রিটের শক্তি বৃদ্ধির হার তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। হিমাংকের (Freezing point) ঠিক উপরের তাপমাত্রাতে বিক্রিয়ার হার খুবই মন্থর। যদি কংক্রিটের তাপমাত্রা শূন্য ডিগ্রির (0°C) নিচে নেমে যায়, তবে কংক্রিটের মধ্যস্থ পানি জমে বরফে পরিণত হয় এবং পানির চেয়ে বেশি জায়গা দখল করে। ফলে সিমেন্টের সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া বাধাপ্রাপ্ত হয়। যার জন্য কংক্রিটের সর্বোচ্চ শক্তি সঞ্চয় করতে দীর্ঘ সম[illegible] প্রয়োজন হয়। 0°C তাপমাত্রায় কিউরিং করলে ২৮ দিনে কংক্রিটের শক্তি সর্বোচ্চ শক্তির ৫০% পাওয়া যায় এবং ১০°C তাপমাত্রা কিউরিং করা হলে ২৮ দিনে পাওয়া যাবে ৭০% থেকে ৮৫%। তাই ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় কংক্রিটের কাজ করতে হলে নিম্নলিখিত সাবধানতা অবলম্বন করা দরকার। যথা ঃ

১। যে ফর্মার মধ্যে কংক্রিট স্থাপন করতে হবে, তা তুষার ও বরফ হতে মুক্ত রাখা উচিত।

২। কংক্রিট স্থাপনের সময় তাপমাত্রা কমপক্ষে ৪.৫°C হওয়া উচিত এবং দৃঢ়াবদ্ধ করার পর পুরাপুরি শক্ত না হওয়া পর্যন্ত ২°C এর উপরে রাখা উচিত।

৩। ৬°C তাপমাত্রায় পানি গরম করে ব্যবহার করলে কংক্রিটের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

৪। ৬০°C তাপমাত্রায় এগ্রিগেট গরম করে গরম পানির সাথে কমপক্ষে ৩০ মিনিট মিশিয়ে সিমেন্ট যোগ করতে হবে।

৫। হিমায়িত এগ্রিগেট ব্যবহার করা উচিত নয়।

৬। তাপমাত্রা বৃদ্ধিকারী পদার্থ হিসেবে প্রায় ১.৫% (সিমেন্টের ওজনের) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পানিতে মিশিয়ে কংক্রিট প্রস্তুত করা যেতে পারে

৭। কংক্রিট প্রস্তুত এবং স্থাপনের পর কংক্রিটকে আচ্ছাদিত করে দিতে হবে, যাতে ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় ক্ষতি করতে না পারে। শুকনা খড়ের কম্বল, সিমেন্ট ব্যাগ, তারপলিন ইত্যাদি দ্বারা আবৃত করা যেতে পারে।

৮। ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় কংক্রিটকে দীর্ঘদিন ফর্মার ভিতরে রাখতে হবে।

৯। ফাইন এগ্রিগেটকে ৪০°C তাপমাত্রায় এবং পানিকে ৬০°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে কংক্রিট প্রস্তুত করা যায়। এগ্রিগেটকে স্টীম প্রবাহিত পাইপের মধ্য দিয়ে চালনা করে উত্তপ্ত করা হয়। ছোট কাজে এগ্রিগেটকে স্টীল ড্রামেও উত্তপ্ত করা যায়।

১০। স্বল্প তাপমাত্রার স্থানে বেশি সিমেন্ট অথবা ব্যাপিত হার্ডেনিং সিমেন্ট অথবা হাই অ্যালুমিনা সিমেন্ট ব্যবহার করা যেতে পারে।

১১। অতিরিক্ত ঠাণ্ডাযুক্ত স্থানে কংক্রিটের উপরিস্তরে জলীয় বাষ্প প্রবাহিত করে গরম রাখা হয়

৭.৩ গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপন (Concreting in hot weather) ঃ

সাধারণ অবস্থায় ১৫°C হতে ২৫°C তাপমাত্রায় ২৮ দিনে কংক্রিট পূর্ণ শক্তি অর্জন করে। উষ্ণ আবহাওয়ায় সিমেন্টের হাইড্রেশন ত্বরান্বিত হয় এবং কংক্রিটের মধ্যস্থ পানি দ্রুত শুকিয়ে যায়। ফলে কংক্রিটে সংকোচনজনিত ফাটল সৃষ্টি হয়। গরম আবহাওয়ায় ক্ষতিকর প্রভাব এড়ানোর জন্য নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করা যেতে পারে–

১। কংক্রিটে ঋণাত্মক প্রভাবক (Retarding agent) ব্যবহার করা যেতে পারে, যাতে হাইড্রেশন ধীর গতিতে সম্পন্ন হয়।

২। সম্ভব হলে মিশ্রণ যন্ত্রপাতি ছায়াতলে স্থাপন করা উচিত।

৩। এগ্রিগেটকে ছায়াতলে স্তূপ করে এতে ঠাণ্ডা পানি ছড়িয়ে কংক্রিটের তাপমাত্রা কমান যেতে পারে।

৪। কংক্রিট মিশ্রণে ঠাণ্ডা পানি অথবা বিচূর্ণ বরফ ব্যবহার করে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে রাখা যায়।

৫। সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট স্বল্প সময়ের ব্যবধানে ব্যবহার করা যেতে পারে। ফলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি এবং বাষ্পীভবন হতে কিছুটা রক্ষা করা যায়।

৬। যদি কংক্রিটকে অনেক দূরে নিয়ে যেতে হয়, তবে কংক্রিটের উপাদানগুলো পূর্বেই মিশ্রিত করতে হবে এবং কার্যস্থলে নিয়ে কেবল পানি যোগ করে সাথে সাথে কংক্রিটকে স্থাপন করতে হবে।

৭। গভীর পাত্রে (Deep container) কংক্রিটকে স্থানান্তর করা উচিত।

৮। কংক্রিট স্থাপনের পূর্বে ফর্মা এবং রডকে ঠাণ্ডা পানি দ্বারা ভিজিয়ে দিতে হবে। এতে কংক্রিট হতে পানি শোষণের পরিমাণ হ্রাস পাবে।

৯। কংক্রিট স্থাপনের পর এর উন্মুক্ত পৃষ্ঠসমূহ সূর্যকিরণ হতে আবৃত রাখতে হবে এবং পর্যাপ্ত পানি দ্বারা নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত কিউরিং করতে হবে।

১০। কংক্রিট স্থাপনের সমস্ত কাজগুলো দ্রুত গতিতে সম্পন্ন করা উচিত, যাতে গরম আবহাওয়ার খারাপ প্রতিক্রিয়া কোন অসুবিধা সৃষ্টি করতে না পারে।

৭.৪ কংক্রিট কাজে পরিদর্শনের বিষয়সমূহ ঃ

উত্তম গুণসম্পন্ন কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয়। যেমন–

১। কার্যোপযোগিতা (Workability)

২। উপাদানসমূহের পরিমাপকরণ (Batching of materials)

৩। কংক্রিট মিশ্রণ (Mixing of concrete)

৪। স্থাপন পদ্ধতি (Placing)

৫। ঘনসন্নিবিষ্টকরণ পদ্ধতি (Compaction)

৬। কিউরিং পদ্ধতি (Curing method)

৭। বাষ্পীভবন (Temperature)

৮। বিরূপ আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিসমূহ।

৭.৫ আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ (Factors to be considered while supervision good quality RCC construction) ঃ

উন্নতমানের আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনে নিম্নলিখিত বিষয়গুলোকে বিবেচনা করতে হয়–

১। **সিমেন্ট (Cement) ঃ** সাধারণ অত্যাবশ্যকীয় শর্ত পূরণ করবে, যদি আর্দ্রতা বা অন্য কোন কারণে সিমেন্ট শক্ত হয়ে যায়, তবে তা ব্যবহার করা যাবে না।

২। **ফাইন এগ্রিগেট (Fine aggregate) ঃ** ফাইন এগ্রিগেট হিসাবে ব্যবহৃত বালি পরিষ্কার এবং মোটা হওয়া উচিত। জৈব বা উদ্ভিদ জাতীয় পদার্থ মুক্ত হবে। যদি বালিতে মাটি মিশ্রিত মনে হয়, তবে তা উত্তমরূপে ধৌত করা উচিত।

৩। **কোর্স এগ্রিগেট (Coarse aggregate) ঃ** প্রয়োজন অনুযায়ী সঠিক গ্রেডের হওয়া উচিত। এটা পরিষ্কার এবং মাটি, কয়লার গুঁড়া, জৈব পদার্থ ইত্যাদি থেকে মুক্ত হওয়া উচিত। অপরিষ্কার কোর্স এগ্রিগেড ব্যবহারের পূর্বে চেলে (Screened) এবং ধৌত করে লওয়া উচিত।

৪। **পানি (Water) ঃ** পরিষ্কার এবং বিশুদ্ধ পানি কংক্রিটে ব্যবহার করা উচিত। সাধারণত পানযোগ্য পানি কংক্রিট প্রস্তুতির জন্য উপযোগী।

৫। **অনুপাত (Proportion) ঃ** কাজের বিনির্দেশ অনুযায়ী অনুপাত হওয়া উচিত। বালির আয়তন স্ফিতির জন্য প্রয়োজনীয় অনুমোদন থাকা উচিত।

৬। **রিইনফোর্সমেন্ট (Reinforcement) ঃ** ডিজাইন অনুযায়ী রিইনফোর্সমেন্ট স্থাপন করা উচিত। এটা মরিচা, তৈলাক্ত, মাটি ইত্যাদি মুক্ত হবে। আদর্শ মানের রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা উচিত। ঠিকমত কভারিং, প্রয়োজনানুযায়ী অ্যাংকোরেজ, আদর্শ হুক ও ল্যাপ ইত্যাদি প্রদান করা উচিত। কংক্রিট স্থাপনের সময় সতর্ক দৃষ্টি রাখতে হবে, যাতে রিইনফোর্সমেন্টের অবস্থান পরিবর্তিত না হয়।

৭। **সেন্টারিং (Centering) ঃ** কংক্রিট কাজের জন্য সেন্টারিং বা ফর্মওয়ার্ক পর্যাপ্ত শক্তিশালী এবং অনমনীয় হওয়া উচিত। তাছাড়া পৃষ্ঠদেশ মসৃণ হবে। কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি সাপেক্ষে এটা অপসারণ করা উচিত।

৮। **মিশ্রণ (Mixing) ঃ** মিক্সার মেশিন বা হাতে যে-কোন একভাবে মিশ্রণ কার্য করা উচিত। সাধারণ বেশি পরিমাণ কংক্রিটের কাজে মিক্সার মেশিনে এবং অল্প পরিমাণ কাজে হাতে মিশ্রণ করা হয়।

৯। **স্থানান্তর এবং স্থাপন (Transporting and places) ঃ** সতর্কতা এবং সাবধানতা অবলম্বন পূর্ব কংক্রিট স্থানান্তর এবং স্থাপন করা উচিত।

১০। **দৃঢ়াবদ্ধ (Consolidation) ঃ** হ্যান্ড টুলস বা ভাইব্রেটর ব্যবহার করে কংক্রিটকে দৃঢ়াবদ্ধ করা হয়। এমনভাবে মৃদু আঘাত করতে হবে, যাতে ফর্ম ওয়ার্ক অপসারণের পর হানিকম্ব না হয়। কংক্রিটের সকল পার্শ্ব (Edge) এবং কণাগুলো ধারাল এবং সোজা হবে।

১১। **কিউরিং (Curing) ঃ** কিউরিং পদ্ধতির সাহায্যে কংক্রিটকে আর্দ্র বা ভিজা অবস্থায় রাখতে হবে। কাজের বিনির্দেশ মোতাবেক কিউরিং পিরিয়ড নির্ধারিত হবে। তবে কোন অবস্থায় ১০ দিনের কম কিউরিং করা উচিত নয়।

১২। **ফিনিশিং (Finishing) ঃ** কাজের বিনির্দেশ মোতাবেক কংক্রিটের সকল বহিঃস্থ পৃষ্ঠকে প্রয়োজনমত ফিনিশিং করতে হবে।

৭.৬ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ ঃ

১। উন্নতমানের সিমেন্ট কংক্রিট ব্যবহার।

২। ১.৫ থেকে ৮ মিমি ব্যাসের High tensile steel-এর চিকন তার tendon হিসেবে ব্যবহার করতে হবে।

৩। চিকন তারের সর্বোচ্চ টান পীড়ন ১৬০ কেজি/mm^2 এবং বারের সর্বোচ্চ পীড়ন ৯০ kg/mm^2 হওয়া উচিত।

৪। কংক্রিট প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন না করা পর্যন্ত তারগুলোকে Anchor-এর সাহায্যে টেনে রাখতে হবে।

৫। তারের মডুলাস অব ইলাসটিসিটি হবে ২.১×১০^{৫} নিউটন/বর্গসিসি এবং বারের মডুলাস অব ইলাসটিসিটি হবে ২×১০^{৫} নিউটন/বর্গসেমি।

অনুশীলনী-৭

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কী কী পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করার পদ্ধতিগুলো হল ঃ

১। ট্রিমি দ্বারা (By tremie),
২। বালতি দ্বারা (By bucket of skip),
৩। গ্রাউটেড কংক্রিট দ্বারা (By Grouted concrete)।

২। **ট্রিমি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ পানির উপরের কংক্রিট উৎপাদন স্থান হতে পানির নিচের কংক্রিট স্থাপন স্থান পর্যন্ত লম্বা এবং ২৫ সেমি থেকে ৪০ সেমি ব্যাসবিশিষ্ট পানিরোধী (Water tight) পাইপকে ট্রিমি বলা হয়।

৩। **প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১২]

উত্তর ঃ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়গুলো নিম্নরূপ ঃ

১। উৎকৃষ্ট মানের সিমেন্ট ব্যবহার করতে হবে।
২। ১.৫ মিমি থেকে ৮ মিমি ব্যাসের উচ্চ টনাশক্তি সম্পন্ন স্টীলের চিকন তার টেনডন হিসাবে ব্যবহার করতে হবে।
৩। চিকন তারের সর্বোচ্চ টান পীড়ন ১৬০ কেজি/বর্গমিমি এবং বারের সর্বোচ্চ পীড়ন ৯০ কেজি বর্গমিমি হবে।
৪। টেনডন স্ট্যান্ডার্ড ক্যাবলের আকৃতি হবে, যা সাত বা ততোধিক উচ্চ শক্তিসম্পন্ন তার দিয়ে তৈরি।
৫। তারের মডুলাস অব ইলাসটিসিটি হবে ২.১×১০^{৫} নিউটন/বর্গমিমি এবং বারের মডুলাস অব ইলাসটিসিটি হবে ২×১০^{৫} নিউটন/বর্গমিমি।
৬। কংক্রিট প্রয়োজনীয় শক্তি অর্জন না করা পর্যন্ত তারগুলোকে অ্যাঙ্কর (Anchor)-এর সাহায্যে টেনে রাখতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ট্রিমি পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন বর্ণনা কর।**

উত্তর ঃ ৭.১ নং অনুচ্ছেদ-এর ট্রিমি দ্রষ্টব্য।

২। **কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের বিষয়গুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ৭.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **RCC কাজে পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?** [বাকাশিবো- ২০০৬, ১০]

উত্তর ঃ RCC কাজে বিবেচ্য বিষয়সমূহ হল–

১। সিমেন্ট; ৪। পানি;
২। ফাইল অ্যাগ্রিগেট; ৫। অনুপাত;
৩। কোর্স অ্যাগ্রিগেট; ৬। রিইনফোর্সমেন্ট; ৭। সেন্টারিং।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপন করতে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করা হয়?**

উত্তর সংকেত ঃ ৭.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপনে ক্ষতিকর প্রভাব এড়ানোর জন্য কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা হয়?** [বাকাশিবো-১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০]

উত্তর সংকেত ঃ ৭.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

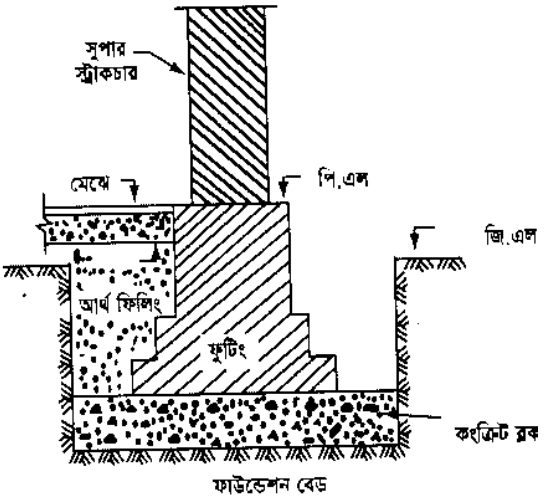
ভিত্তি বা বুনিয়াদ
(Foundation)

অধ্যায় ৮

৮.১ ভিত্তি (Foundation) ঃ

প্রত্যেকটি কাঠামো প্রধানত দু'টি অংশে বিভক্ত। একটি সুপারস্ট্রাকচার (Superstructure) এবং অপরটি সাব-স্ট্রাকচার বা ফাউন্ডেশন (Substructure or foundation)। কোন কাঠামোর সর্বনিম্ন অংশ যা মাটির ভিতরে থাকে অর্থাৎ কাঠামোর নিম্নতম অংশকে ফাউন্ডেশন বা ভিত্তি বলে। এটা সুপারস্ট্রাকচারের বেইজ (Base) হিসাবে কাজ করে। অন্য কথায়, কাঠামোর নিজস্ব ওজন এবং এর উপরস্থ অন্যান্য ওজনকে মাটির শক্ত স্তরে স্থানান্তর করার জন্য কাঠামোর যে ভূনিম্নস্থ অংশ, কংক্রিট ব্লক, পাইল, র‍্যাফট, গ্রিলেজ ইত্যাদির সমন্বয়ে কৃত্রিমভাবে তৈরি করা হয়, তাকে বুনিয়াদ বা ভিত্তি বলে।

বুনিয়াদ সরাসরি শক্ত ভূনিম্নস্থ মাটির উপর বসানো থাকে অথবা পার্শ্ব-ঘর্ষণ বলের মাধ্যমে অথবা উভয় প্রক্রিয়ায় ভিত্তিকে স্থাপন করা হয়। কাঠামোর সমস্ত ভর বুনিয়াদের বা ভিত্তির মাধ্যমে শক্ত মাটির উপর ন্যস্ত করা হয়। তাই শক্ত ভূমিতলকে বিশেষ যত্নের সাথে তৈরি করতে হয়। সুতরাং বিশেষভাবে তৈরি বুনিয়াদের নিম্নস্থ শক্ত ভূমিতলকে ভিত্তিতল বা ফাউন্ডেশন বেড (Foundation) বলে। [চিত্রঃ ৮.১]



চিত্র ঃ ৮.১ সাধারণ দালানের ভিত্তি

৮.২ ভিত্তির কাজ (Function of foundation) ঃ

সাধারণভাবে মনে করা হয় যে, ভিত্তি কাঠামোর ওজন বহন করে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ভিত্তি হল, কাঠামোর ওজনকে ভিত্তিতলে (Foundation bed) ছড়িয়ে দেওয়ার মাধ্যম মাত্র। সুতরাং ভিত্তির প্রধান কাজ হল কাঠামোর ওজন অর্থাৎ ডেড লোড, কাঠামো উপর অস্থায়ীভাবে চাপানো লোড বা লাইভ লোড, উইন্ড লোড (Wind load) ইত্যাদি লোড ভিত্তির মাধ্যমে শক্ত ভূমির উপ স্থানান্তর করা।

ভিত্তির কাজের বর্ণনা ঃ

নিম্নলিখিত উদ্দেশ্য সাধনের জন্য অথবা কার্য সাধনের জন্য ভিত্তি প্রদান করা হয়–

১। **লোডের তীব্রতা হ্রাস** (Reduction of load intensity) ঃ লোডের তীব্রতা হ্রাস করার জন্য অর্থাৎ কাঠামোর ওজনে বৃহত্তর এলাকায় ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য, যাতে ভিত্তিতল অতিবোঝা (Over loading) থেকে এড়াতে পারে। সুতর ভিত্তিতলের উপর আরোপিত লোড কোন ক্রমেই ভিত্তির মাটির ভারবহন ক্ষমতার বেশি হবে না।

২। **লোডের সুষম বন্টন** (Even distribution of load) ঃ সুপারস্ট্রাকচারের অসম লোডকে মাটিতে সমভাবে ছড়িয়ে দেও ভিত্তির কাজ। সুতরাং কাঠামোর অসম বন্টন প্রতিরোধের জন্য লোডকে সমভাবে মাটির কঠিন স্তরে (Sub-Stratum প্রয়োগ করার জন্য।

৩। **সমতল পৃষ্ঠ প্রদান** (Provision of level surface) ঃ কাঠামোর জন্য শক্ত ও সমতল পৃষ্ঠ প্রাপ্তির জন্য অর্থাৎ কাঠামে নির্মাণকাজের সুবিধার্থে সমতল পৃষ্ঠ পাওয়ার জন্য।

৪। **স্থায়িত্বতা** (Lateral stability) ঃ নোংগর হিসাবে সুপারস্ট্রাকচারকে ধরে রাখার জন্য অর্থাৎ কাঠামোর স্থায়িত্বতা বৃ পিছলানো এবং উল্টানো প্রতিরোধ, আনুভূমিক বল (ঝড়, ভূকম্পন) প্রতিরোধ ইত্যাদি প্রতিরোধের জন্য।

৫। **আন্ডার মাইনিং থেকে নিরাপত্তা** (Safe against undermining) ঃ বন্যার পানি এবং মাটির গর্তে বসবাসকারী প্রাণীদের হ থেকে কাঠামোকে নিরাপত্তা প্রদান করার জন্য।

৬। **মাটির সরণ প্রতিরোধ** (Protection against movement) ঃ ভিত্তির মাটির সংকোচন বা প্রসারণজনিত কারণে আর্দ্রতার কারণে সুপারস্ট্রাকচারকে ক্ষয়ক্ষতির হাত থেকে প্রতিরোধ করার জন্য।

৮.৩ ভাল ভিত্তির প্রয়োজনীয়তা (Requirements of a good foundation) ঃ

প্রয়োজনীয়তাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ভিত্তি এমনভাবে তৈরি করতে হবে যেন ডেড লোড এবং চাপানো লোডকে সহজে বহন করে ভিত্তির মাটিতে স্থানান্তর করতে পারে।

২। ভিত্তি বেইজ (Foundation base) এমন দৃঢ় হওয়া উচিত, যখন উপর থেকে চাপানো লোড সমভাবে বন্টিত না হয়, তখন যেন অসম বসনকে হ্রাস করতে পারে।

৩। ভিত্তির মাটির আয়তন বৃদ্ধি বা সংকোচনজনিত কারণে যাতে কাঠামো ক্ষতিগ্রস্ত না হয় সেজন্য ভিত্তিকে প্রয়োজনীয় গভীরতাসম্পন্ন হতে হবে।

৪। ভিত্তিকে এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন ভবিষ্যতে যে-কোন ধরনের অপ্রত্যাশিত প্রভাবে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।

৮.৪ ভিত্তির ব্যর্থতার কারণসমূহ (Causes of failures of foundations) ঃ

নিম্নলিখিত কারণে ভিত্তি ব্যর্থ হতে পারে ঃ

১। সাব-সয়েলের অসম বসন (Unequal settlement of sub-soil)

২। ম্যাসনরি অসম বসন (Unequal settlement of masonry)

৩। সাব-সয়েলের আর্দ্রতার সরণ (Sub-soil moisture movement)

৪। দেওয়ালের উপর পার্শ্বচাপ (Lateral pressure on the walls)

৫। সাব-সয়েলের (ভিত্তির নিম্নস্থ মাটি) পার্শ্বসরণ (Lateral movement of sub-soil)

৬। গাছপালা এবং গুল্মের মাধ্যমে সাব-সয়েলের আর্দ্রতা দূরীভূত (Weathering of sub-soil due to trees and shrubs)

৭। আবহাওয়ার ক্রিয়া (Atmospheric action)।

৮.৫ ভিত্তির ব্যর্থতার প্রতিকারের উপায়সমূহ (Remedial measures of foundation failures) ঃ

১। সাব-সয়েলের অসম বসন ঃ সাব-সয়েল বা ভিত্তির নিম্নস্থ মাটি অসমভাবে বসে গেলে ভিত্তিতে ফাটলের সৃষ্টি হয়, যা পরবর্তীতে কাঠামোর ব্যর্থতার কারণ হয়। তাই ভিত্তির মাটির উপর চাপের পরিমাণ কোন অবস্থাতেই মাটির ভারবাহী ক্ষমতার অতিরিক্ত হবে না। নির্মাণকাজে এমন পদার্থ ব্যবহার করা উচিত যেন ভিত্তি সর্বাবস্থায় স্থায়ী থাকে।

নিম্নলিখিত কারণে সাব-সয়েল অসমভাবে বসে যায় ঃ

(ক) ভিত্তির সর্বত্র সাব-সয়েলের প্রকৃতি একইরূপ না হওয়া।

(খ) মাটির স্তর কর্তৃক অসমভাবে লোড বিস্তৃতকরণ।

(গ) ভিন্নকেন্দ্রীক লোড প্রয়োগ।

অসম বসনের প্রতিকার ঃ

(ক) ভিত্তিকে কঠিন স্তরে স্থাপন করা।

(খ) ফুটিং-এর ডিজাইন এমন হবে যেন ফাটল প্রতিরোধী হয়।

(গ) মাটির উপর চাপকে সীমাবদ্ধ করে।

(ঘ) ভিন্নকেন্দ্রিক লোড এড়িয়ে।

২। ম্যাসনরির অসম বসন ঃ গাঁথুনির মসলা শক্তি অর্জন করার পূর্বেই অতিরিক্ত লোড প্রয়োগ করলে ব্যবহৃত মসলা সংকুচিত হয়। যার ফলে ম্যাশনরির অসম বসন সৃষ্টি করে এবং কাঠামোতে ফাটল দেখা দেয়। এর প্রতিরোধকল্পে নিম্নলিখিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়–

(ক) যথাযথ শক্তিসম্পন্ন মসলা ব্যবহার করতে হবে।

(খ) মসলার জয়েন্ট পাতলা (Thin) করতে হবে।

(গ) সিমেন্ট মসলা দ্বারা গাঁথুনির কাজ করা হলে প্রতিদিন ১.৫ মিটার উচ্চতা এবং চুন মসলা দ্বারা ১ মিটারের বেশি উচ্চতায় গাঁথুনির কাজ করা উচিত নয়।

(ঘ) কাঠামোর গাঁথুনির কাজ সর্বত্র একই লেভেলে সম্পন্ন করতে হবে।

(ঙ) মসলার জয়েন্ট পর্যাপ্ত শক্তিসম্পন্ন হওয়ার জন্য কমপক্ষে ১০ দিন কিউরিং করা প্রয়োজন।

৩। **সাব-সয়েলের আর্দ্রতার সরণ ঃ** সাব-সয়েলের পানির লেভেল উঠানামা করলে সংশক্তিপূর্ণ মাটি (Cohesive soil) এর সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে। কাদা এবং ব্লাক কটন মাটির ক্ষেত্রে এরূপ ঘটে থাকে ; আবহাওয়া পরিবর্তনে এ জাতীয় মাটির আয়তন পরিবর্তন হয়ে থাকে। এ মাটি ভিজলে অতিমাত্রায় প্রসারণ এবং শুষ্ক হলে অতিমাত্রায় সংকোচন ঘটে। সুতরাং মাটির এ সংকোচন ও প্রসারণের ফলে ভিত্তির নিচের মাটির সরণ ঘটে। যার ফলে অসম বসনের সৃষ্টি হয় এবং কাঠামোতে ফাটল ধরে। এ সরণ প্রতিরোধের জন্য নিম্নলিখিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা যেতে পারে–

(ক) মাটির উপর লোড ৫.৫ টন/বর্গমিটারের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখতে হবে। যদি পানি প্রবেশের সম্ভাবনা থাকে, তবে ৪.৯ টন/বর্গমিটারের মধ্যে লোড সীমাবদ্ধ রাখতে হবে।

(খ) ফাটলের সম্ভাবনা কমানোর জন্য ভিত্তিকে কমপক্ষে ৫০ সেমি মাটির গভীরে প্রবেশ করাতে হবে। মাটির সাথে কাঠামোর ভিত্তি স্পর্শ না করিয়ে প্রতিরোধ করা যায়। এ কাজ করতে হলে পরিখা খনন করে বালি, পাথর ইত্যাদি কোণাকার পদার্থ দ্বারা একটি স্তর তৈরি করতে হয়।

৪। **দেওয়ালের উপর পার্শ্বচাপ ঃ** ঢালু ছাদের পার্শ্বচাপ, আর্চ প্রেসার, ভয়ংকর ঝড়, বৃহদাকার ক্যান্টিলিভার প্রজেকশনের প্রভাব ইত্যাদির কারণে পার্শ্বদেওয়ালসমূহ উল্টে পড়ার সম্ভাবনা থাকে। উপরোক্ত কারণে কাঠামোর সমস্ত লোড ভিত্তির একপ্রান্তে কেন্দ্রীভূত হয়। সুতরাং এ সমস্ত ক্ষেত্রে দেওয়ালের ভিত্তির আকার এবং অনুপাত এমন হওয়া উচিত যাতে স্থায়িত্বের প্রয়োজনীয় শর্তাবলি পূর্ণ হয়।

৫। **সাব-সয়েলের পার্শ্বসরণ ঃ** অত্যধিক ঢালু জমিতে বা নদীর পার্শ্বে অথবা গভীর খননকার্যের পার্শ্বে কোন কাঠামোর অবস্থান হলে ভিত্তির নিম্নস্থ নরম মাটি অথবা আলগা মাটি সরে গিয়ে ব্যর্থ হতে পারে। এ সমস্ত ক্ষেত্রে স্টীল অথবা কাঠের শীট পাইল বসিয়ে মাটিকে ধরে রেখে বিপদমুক্ত রাখা যায়।

৬। **গাছপালা ও গুল্মের মাধ্যমে আর্দ্রতা দূরীভূত ঃ** অনেক সময় দেওয়ালের নিকটে ছোট ছোট গাছ বা গুল্ম বড় হতে থাকে। এ সকল গাছপালার শিকড় ভিত্তির মাটির পানি শোষণ করার ফলে ভিত্তির মাটির অসম সংকোচন ঘটে। ফলে ভিত্তিতে ফাটলের সৃষ্টি হয় এবং পরবর্তীতে কাঠামোর ব্যর্থতার কারণ হয়। এ ক্ষয়ক্ষতি এড়ানোর জন্য ভিত্তি হতে নিরাপদ দূরত্বে গাছপালা রোপণ করতে হবে। একটি পূর্ণবয়স্ক বৃক্ষের উচ্চতার সমান দূরত্বে ভিত্তি থাকা উচিত। আর সারিবদ্ধ বৃক্ষের ক্ষেত্রে উচ্চতার অর্ধেক দূরত্বে ভিত্তি থাকা উচিত। পূর্ণবয়স্ক বৃক্ষের ক্ষেত্রে নিরাপদ দূরত্ব ১৫ মিটার এবং বৃহদাকার বৃক্ষের ক্ষেত্রে আরও বেশি হওয়া উচিত। এছাড়াও ভিত্তিকে মাটির ফাটল ক্রিয়া হতে মুক্ত রাখার জন্য কমপক্ষে ৯০ সেন্টিমিটার গভীরে স্থাপন করা উচিত।

৭। **আবহাওয়ার ক্রিয়া ঃ** বৃষ্টির পানির কিছু অংশ মাটির অভ্যন্তরে প্রবেশ করে। পানি প্রবেশের সময় ভূপৃষ্ঠের লবণাক্ততা নিয়ে প্রবেশ করে, যা ভিত্তির পদার্থের ক্ষতির কারণ হয়ে থাকে। আবার ভিত্তি যদি মাটির গভীরে না থাকে তবে বর্ষার পানি দ্বারা মাটি ধুয়ে ভিত্তি আলাদা হয়ে পড়তে পারে। আবহাওয়ার পরিবর্তনের ফলে সাব-সয়েলের পানিরও পরিবর্তন ঘটে। যার ফলে মাটির সংকোচন প্রসারণ ঘটে এবং ভিত্তিতে ফাটল ধরে।

এর প্রভাব হতে ভিত্তিকে রক্ষা করতে হলে নিম্নলিখিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত–

(ক) ভিত্তির গভীরতা এমন হওয়া উচিত যেন আবহাওয়ার ক্রিয়া বিফল হতে পারে।

(খ) সাব-সয়েলের পানি নিষ্কাশনের জন্য পর্যাপ্ত ব্যবস্থা থাকতে হবে, যেন সাব-সয়েলের পানি বৃদ্ধি পেয়ে ভিত্তির ক্ষতির কারণ হতে না পারে।

(গ) যেখানে মাটিতে অতিরিক্ত সালফেট বা অন্যান্য ক্ষতিকারক পদার্থ বিদ্যমান সেখানে ভিত্তিতে প্রয়োজনবোধে ১ ঃ ২ ঃ ৪ অনুপাতের সিমেন্ট কংক্রিট অথবা পাথরের গাঁথনি করা উচিত।

(ঘ) ভিত্তির খাদ ভাল মাটি দ্বারা পূর্ণ এবং দুর্মুজ করে দিতে হবে।

(ঙ) মাটির সমতলে দেওয়ালের পার্শ্বের মাটি একটু উঁচু করে দিতে হবে, যাতে বর্ষার পানি সহজে দূরে গড়িয়ে যেতে পারে।

(চ) বহিঃস্থ দেওয়ালের পার্শ্বে ৬০ সেমি হতে ৯০ সেমি প্রস্থবিশিষ্ট প্লিন্থ প্রটেকশন-এর অভেদ্য স্তর স্থাপন করতে হবে।

৮.৬ ভিত্তির অসম বসন (Unequal settlement of foundation) ঃ

ভিত্তি যদি অসমভাবে বসে যায়, তবে যে-কোন ধরনের কাঠামোর জন্য এটা বিপজ্জনক অর্থাৎ কাঠামোতে ফাটলের সৃষ্টি করে। পরবর্তীতে কাঠামো ব্যর্থ হয়। নিম্নলিখিত কারণে ভিত্তি অসমভাবে বসে যায়–

১। মাটির উপরের কাঠামোর চাপ এবং পানির অবস্থা সতর্কতার সাথে হিসাব না করলে ভিত্তি অসমভাবে বসে যায়।

২। মাটির গুণাগুণ এবং শ্রেণিবিন্যাসের প্রতি লক্ষ না রেখে ভিত্তি নির্মাণ করলে।

৩। মাটির উপর পতিত লোড মাটির ভারবহন ক্ষমতাকে অতিক্রম করলে।

৪। দালানের এবং ভিত্তিতলের লব্ধিবল এককেন্দ্রিক না হলে।

৫। কাঠামোর চাপের তীব্রতা (Intensity of pressure) বুনিয়াদের উপর সমানভাবে না পড়লে।

৬। ভিত্তির নিচের মাটি লবণযুক্ত বা ক্ষতিকারক পদার্থ থাকলে এবং সে লবণ গলে গেলে বা ক্ষতিকারক পদার্থ দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হলে।

৭। আলগা মাটি (Loose soil) বা কাদা মাটিতে ভিত্তি নির্মাণ করলে।

৮। ভিত্তিতে ব্যবহৃত নির্মাণসামগ্রী আবহাওয়ার ক্রিয়ায় নষ্ট হয়ে গেলে।

৯। পূর্বে তৈরিকৃত কোন কাঠামোর খুব কাছাকাছি নতুন কাঠামোর ভিত্তি তৈরি করা হলে।

১০। ভিত্তি বা ভিত্তিতলের (Foundation bed) উপর দিয়ে পানি গড়িয়ে গেলে।

১১। ভিত্তি পরিখাকে ভালভাবে পূরণ না করলে।

ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধে সতর্কতামূলক ব্যবস্থাসমূহ (Precautions necessary to prevent uneven settlement of foundation) ঃ

বুনিয়াদ বা ভিত্তি অসমভাবে বসে গেলে দালানে বা যে-কোন কাঠামোয় ফাটল ধরে, এর পরিণামে সম্পূর্ণ কাঠামোটি নষ্ট হয়ে যায়। দালানের বহিঃদেশে, যেমন– বাথরুম, লেট্রিন, ছাদ ইত্যাদিতে ফাটল ধরলে এতে আর্দ্রতা প্রবেশ করে ভর বৃদ্ধি করে এবং এর ফলে দালান বা কাঠামো ক্ষতিগ্রস্ত হতে হতে সম্পূর্ণ ধ্বংস হয়ে যায়। উপরোক্ত কারণসমূহের ফলে কাঠামোর ভিত্তি অসমভাবে বসে যেতে পারে। সুতরাং ভিত্তিকে অসমভাবে বসে যাওয়ার হাত হতে রক্ষা করতে হলে নিম্নলিখিত সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত–

১। মাটির উপর কী পরিমাণ চাপ পড়বে তা সতর্কতার সাথে হিসাব করতে হবে। আপতিত লোডের প্রকৃতি মান এবং সাব-সয়েলে পানির উপস্থিতি ইত্যাদি ভালভাবে জানতে হবে।

২। প্রতিটি ক্ষেত্রে কাঠামোর স্থায়িত্বতা বিবেচনা করে ভিত্তির ডিজাইন করতে হবে অর্থাৎ মাটির প্রকৃতি, গুণাগুণ ও শ্রেণিবিন্যাস অনুযায়ী যেখানে যে ধরনের ভিত্তির প্রয়োজন সেখানে সে ধরনের ভিত্তির ডিজাইন করা।

৩। কলাম এবং দেওয়ালের নিচে পর্যাপ্ত পরিমাণ ভিত্তিতল থাকা বাঞ্ছনীয়, যাতে চাপের তীব্রতা কখনও মাটির নিরাপদ ভারবাহী ক্ষমতা অতিক্রম করতে না পারে।

৪। কাঠামোর ভিত্তিতলে চাপের তীব্রতা (Intensity of pressure) সর্বত্রই সুষম হওয়া প্রয়োজন।

৫। ভিত্তিতল মাটির ক্ষতিকারক স্তরের নিচে হওয়া উচিত, যাতে ভিত্তির জন্য সুবিন্যাস্ত ও সমসত্ত্ব ভারবাহী ক্ষমতা সম্পন্ন ভূ-স্তর পাওয়া যায়।

৬। মাটির ভারবহন ক্ষমতার উপর ভূনিম্নস্থ পানি ও পরিবর্তিত আবহাওয়ার প্রভাব থাকা উচিত নয়। খাব-সয়েল ভিজা অবস্থায় খুব নরম থাকে। ফলে ভারবহন ক্ষমতা বহুলাংশে হ্রাস পায় এবং শুকনা অবস্থায় ফেটে চৌচির হয়ে পার্শ্বে সরে যায়। এর ফলে টান পীড়নের সৃষ্টি হয়ে ভিত্তি ভিন্ন ভিন্ন হয়ে যায়।

প্রতিরোধমূলক ব্যবস্থা হিসাবে ঃ

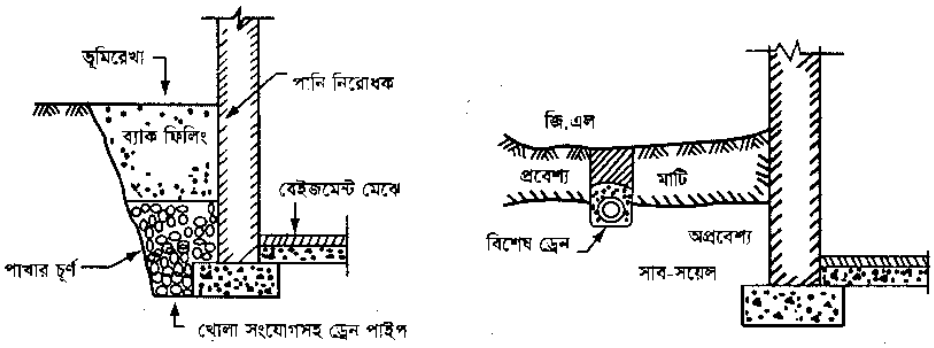
(ক) ভিত্তি গভীরে স্থাপন করা হয়, যাতে প্রভাব না পড়ে।

(খ) ভিত্তির নির্মাণউপকরণ এমন হবে যেন টান পীড়ন প্রতিরোধে সক্ষম হয়। যেমন– আর.সি.সি. বা পাইল ফাউন্ডেশন ইত্যাদিকে মাটির শক্ত স্তর পর্যন্ত নিতে হবে।

(গ) ভিত্তিতলের নিচে রাবল (Rubble) বা মোটা বালির একটি স্তর তৈরি করা যেতে পারে, যাতে ভিত্তি ভিত্তিতলের কাদামাটির সংস্পর্শ থেকে দূরে থাকতে পারে।

৭। কাঠামোর উপর প্রয়োগকৃত বলের লব্ধি, ভিত্তিতলের ক্ষেত্রফলের কেন্দ্র রেখা বরাবর হওয়া উচিত। যেন ভিত্তিতলের উপর ভর সমভাবে বণ্টিত হয়। উপরস্থ ভর ও মাটির প্রতিক্রিয়াজনিত লব্ধি ভরের মধ্যে যদি কোনরূপ ভিন্ন কেন্দ্রিকতা ঘটে, তবে উল্টানো জোড়ের (Couple) সৃষ্টি হবে। ফলে ভিত্তিতলের উপর অসমভাবে ভর প্রয়োগ করবে।

৮। এমন নির্মাণোপকরণ ব্যবহার করতে হবে যা আবহাওয়ার দীর্ঘমেয়াদি ক্রিয়ার ফলে ক্ষতিগ্রস্ত না হয়। এজন্য মাটির নিচ হতে প্লিন্থ পর্যন্ত পাথর, সিমেন্ট কংক্রিট, লাইম কংক্রিট ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

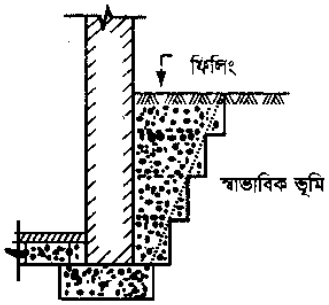


চিত্র ঃ ৮.২ ভিত্তির ড্রেন

৯। কোন অবস্থাতেই কাঠামোর ভিত্তির পার্শ্বে অসতর্কতামূলক খননকার্য (যেমন– নতুন ভবন অথবা পাইপ লাইন স্থাপন ইত্যাদি) দ্বারা কাঠামোর ভিত্তিতলকে আলোড়িত (Disturb) করা উচিত নয়। এরূপ খননের ফলে ভিত্তির নিম্নস্থ আলগা বালি, মাটি ইত্যাদি মুক্ত হয়ে পড়বে এবং কাঠামোর বসন ঘটবে।

১০। কোন ইমারতের বা কাঠামোর বেইজমেন্ট ফ্লোর নিচে করতে হলে কাঠামোর চারপার্শ্বে সাব-সয়েলকে পানির সমস্যা থেকে মুক্ত রাখতে হবে। সাব-সয়েলে পানির স্থায়ী সমস্যা এবং ভূপৃষ্ঠস্থ পানি অনুপ্রবেশের সমস্যা এড়ানোর লক্ষ্যে ভবনের অদূরে মাটির সারফেসকে ঢালু করে চিত্রানুযায়ী বিশেষ ড্রেনের ব্যবস্থা রাখা হয়। (চিত্রঃ ৮.২)

১১। ভিত্তি নির্মাণ শেষে ভিত্তির খাদের পার্শ্ব এমনভাবে তৈরি করা দরকার যাতে পার্শ্ববর্তী পিছলিয়ে না পড়ে। চিত্রে আস্তে আস্তে এবং স্তরে স্তরে মাটি বা বালি দ্বারা ভরাট করার পদ্ধতি দেখান হল। (চিত্র ঃ ৮.৩)



তীর্যক কাটিং এর সাইড ফিলিং পদ্ধতি
চিত্র ঃ ৮.৩ ভরাট পদ্ধতি

অনুশীলনী-৮

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১০, ১৩, ১৪]

উত্তর ঃ কাঠামোর সর্বনিম্ন অংশকে ভিত্তি বা বুনিয়াদ (Foundation) বলে। ভিত্তি সুপারস্ট্রাকচার (Super-structure)-এর বেইজ (Base) হিসেবে কাজ করে। অন্য কথায়, কাঠামোর নিজস্ব ওজন এবং এর উপরস্থ অন্যান্যকে ওজনকে মাটির শক্ত স্তরে স্থানান্তর করার জন্য কাঠামোর যে ভূনিম্নস্থ অংশ কংক্রিট ব্লক, পাইল, র‍্যাফট, গ্রিলেজ ইত্যাদির সমন্বয়ে কৃত্রিমভাবে তৈরি করা হয় তাকে বুনিয়াদ বা ভিত্তি বলে।

২। ভিত্তিতল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৯]

উত্তর ঃ কাঠামোর সমস্ত ভর বুনিয়াদের বা ভিত্তির মাধ্যমে শক্ত মাটির ন্যস্ত করা হয়। তাই শক্ত ভূমিতলকে বিশেষ যত্নের সাথে তৈরি করতে হয়। সুতরাং বিশেষভাবে তৈরি বুনিয়াদের নিম্নস্থ শক্ত ভূমিতলকে ভিত্তিতল বা ফাউন্ডেশন বলে।

৩। সাব-সয়েলের অসম বসন কী কী কারণে হয়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে সাব-সয়েলের অসম বসন হয় থাকে–

১। ভিত্তির সর্বত্র সাব-সয়েলের প্রকৃতি একইরূপ না হওয়া।
২। মাটির স্তর কর্তৃক অসমভাবে লোড বিস্তৃতকরণ।
৩। ভিন্নকেন্দ্রিক লোড প্রয়োগ।

৪। সাব-সয়েলের অসম বসনের প্রতিকারের উপায়গুলো কী কী?

উত্তর ঃ সাব-সয়েলের অসম বসনের প্রতিকারের উপায়গুলো হল–

১। ভিত্তিকে কঠিন স্তরে স্থাপন করা।

২। ফুটিং-এর ডিজাইন এমন হবে যেন ফাটল প্রতিরোধী হয়।

৩। মাটির উপর চাপকে সীমাবদ্ধ করে।

৪। ভিন্নকেন্দ্রিক লোড পরিহার করতে হবে।

৫। ম্যাসনরির অসম বসন প্রতিরোধে কী কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত?

উত্তর ঃ ম্যাসনরির অসম বসন প্রতিরোধে নিম্নলিখিত ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়–

১। যথাযথ শক্তিসম্পন্ন মসলা ব্যবহার করতে হবে।

২। মসলার জয়েন্ট পাতলা করতে হবে।

৩। সিমেন্ট মসলা দ্বারা গাঁথুনি করা হলে প্রতিদিন ১.৫ মিটার উচ্চতা এবং চুন মসলা দ্বারা ১ মিটারের বেশি উচ্চতায় গাঁথুনির কাজ করা উচিত নয়।

৪। কাঠামোর গাঁথুনির কাজ সর্বত্র একই লেভেলে সম্পন্ন করতে হবে।

৫। মসলার জয়েন্ট পর্যাপ্ত শক্তিসম্পন্ন হওয়ার জন্য কমপক্ষে ১০ দিন কিউরিং করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ভিত্তি প্রদানের উদ্দেশ্য বা ভিত্তির কাজ বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ ৮.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। উত্তম ভিত্তির প্রয়োজনীয়তা বা গুণাবলি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১২]

উত্তর ঃ ৮.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ ৮.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। আবহাওয়ার প্রভাব থেকে ভিত্তিকে রক্ষা করতে হলে কী কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত?

উত্তর ঃ ৮.৫(৭) নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। ভিত্তির অসম বসনের কারণগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১৩]

উত্তর ঃ ৮.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধে কী কী সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়?

উত্তর ঃ ৮.৬ নং অনুচ্ছেদ-এর সতর্কতামূলক ব্যবস্থা দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণসমূহের প্রতিকারের উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৬, ১০, ১৪]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৬ অনুচ্ছেদের ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধের সতর্কতামূলক ব্যবস্থাসমূহ দ্রষ্টব্য।

২। ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধের পূর্বাহ্নিক ব্যবস্থাসমূহ আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ৮.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

অগভীর ভিত্তি
(Shallow Foundation)

অধ্যায় ৯

৯.১ অগভীর ভিত্তি (Shallow foundation) ঃ

Tarzaghi-এর বর্ণনা অনুসারে, যে সকল ভিত্তির গভীরতা এর প্রস্থের সমান বা কম তাকে অগভীর ভিত্তি বলে। এ অগভীর ভিত্তিকে মুক্ত ভিত্তিও (Open foundation) বলে। অর্থাৎ যে সকল ভিত্তি খনন করে নির্মাণ করা হয় তাকে মুক্ত বা অগভীর ভিত্তি বলে। সুতরাং ভিত্তির গভীরতা প্রস্থের তুলনায় বড় হলেও যদি মুক্তভাবে খনন করে ভিত্তি নির্মাণ করা হয় তাকে অগভীর ভিত্তি বলে। অগভীর ভিত্তি সুপারস্ট্রাকচারের নিম্নতম অংশের অব্যবহিত নিচেই স্থাপন করা হয়।

অগভীর ভিত্তির সাথে ফুটিং (Footing) শব্দটি সম্পর্কিত। অগভীর ভিত্তির পরিবর্তে সাধারণত ফুটিং শব্দটি ব্যবহৃত হয়। অতএব, ফুটিং হল ভিত্তির অংশ, যা ইট, পাথর বা কংক্রিটের তৈরি দেওয়াল বা কলাম। এর উদ্দেশ্য হল, কাঠামোর লোডকে ভূপৃষ্ঠের বৃহত্তর ক্ষেত্রের উপর ছড়িয়ে দেয়া। ডিজাইনের উপর নির্ভর করে অগভীর ভিত্তি বা ফুটিংকে চারভাগে ভাগ করা হয়, যথাঃ

১। স্প্রেড ফুটিং (Spread footing)

২। কম্বাইন্ড ফুটিং (Combined footing)

৩। স্ট্রাপ ফুটিং (Strap footing)

৪। ম্যাট বা র‍্যাফট ভিত্তি (Mat or Raft foundation)

স্প্রেড ফুটিং-এর শ্রেণিবিভাগ নিম্নরূপ ঃ

(ক) স্ট্রাইপ ফুটিং (Strip footing)

  ১। সিম্পল ফুটিং (Simple footing)

  ২। স্টেপড ফুটিং (Stepped footing)

(খ) রিইনফোর্সড কংক্রিট ফুটিং (Reinforced concrete footing)

(গ) আইসোলেটেড ফুটিং বা প্যাড ফুটিং (Isolated or pad footing)

(ঘ) একসেন্ট্রিক্যালি লোডেড ফুটিং (Eccentrically loaded footing)

  ১। অফসেটিং দা ফুটিং (Offsetting the footing)

  ২। স্ট্রাপ ফুটিং (Strap footing)

(ঙ) গ্রিলেজ ভিত্তি (Grillage foundation)

  ১। স্টীল গ্রিলেজ (Steel grillage)

  ২। টিম্বার গ্রিলেজ (Timber grillage)

(চ) ইনভার্টেড আর্চ ফুটিং (Inverted arch footing) ।

কম্বাইন্ড ফুটিং (Combined footing)-এর প্রকারভেদ ঃ

১। কম্বাইন্ড রেকটেংগুলার ফুটিং (Combined rectangular footing)

২। কম্বাইন্ড ট্রাপিজয়েডাল ফুটিং (Combined trapezoidal footing)

৩। কন্টিনিউয়াস ফুটিং (Continuous footing)

৯.২ অগভীর ভিত্তির সুবিধাসমূহ (Advantages of shallow foundation) ঃ

অগভীর ভিত্তির সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ভিত্তির গভীরতা-এর প্রস্থের সমান বা কম হলে অগভীর ভিত্তি সুবিধাজনক।

২। প্রয়োজনীয় গভীরতার শক্তিস্তর পাওয়া গেলে।

৩। স্বল্প গভীরতায় মাটির ভারবহন ক্ষমতা পাওয়া গেলে।

৪। নরম, আলগা বা ভরাটকৃত মাটির ক্ষেত্রে সুষম চাপ পতিত হলে Raft foundation সুবিধাজনক।

৫। সীমানা বরাবর কাঠামো নির্মাণের ক্ষেত্রে।

৬। কম্প্রেসিবল মাটির ক্ষেত্রে বসন (Settlement) কমাতে Raft foundation-এর মাধ্যমে অগভীর ভিত্তি প্রদান করা সুবিধাজনক।

৯.৩ অগভীর ভিত্তির সীমাবদ্ধতা (Limitations of shallow foundations) ঃ

অগভীর ভিত্তির সীমাবদ্ধতাগুলো নিম্নে দেয়া হল ঃ

১। কাঠামোর ওজন যখন বেশি হয় এবং ভর অসমভাবে পতিত হলে।

২। মাটির উপরের স্তর (Top soil)-এর ভারবহন ক্ষমতা কম হলে।

৩। অসমভাবে পতিত লোডের ক্ষেত্রে যখন র‍্যাফট ফাউন্ডেশন সুবিধাজনক না হয়।

৪। সাব-সয়েলে পানির উচ্চতা বেশি হওয়ার কারণে খাদ বা গর্ত হতে পানি পাম্প করে নিষ্কাশন করতে ব্যয়বহুল হলে।

৫। ভিত্তির জন্য খাদ খনন সম্ভব না হলে।

৬। সমুদ্র উপকূলে বা নদীর তীরের কাঠামোতে পানি বেগে ধাববান (Scouring)-এর সম্ভাবনা থাকলে।

৭। মাটির উপরিস্তর প্রসারণ প্রকৃতির হলে।

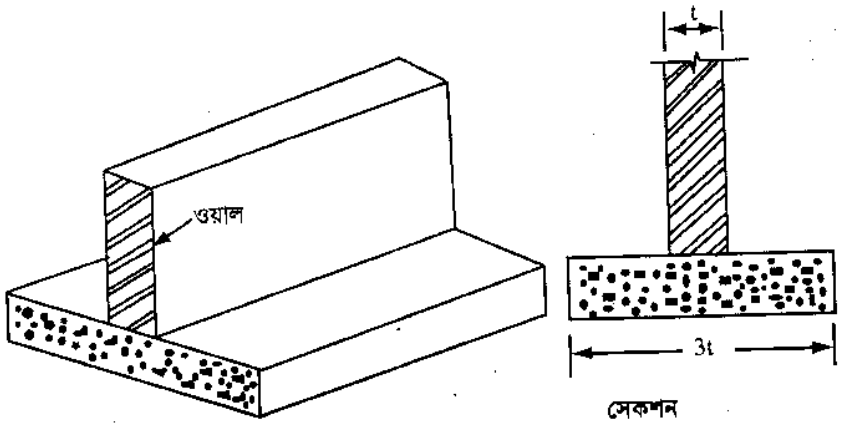
৮। পায়ার, ডক এবং অন্যান্য মেরিন স্ট্রাকচার নির্মাণ করতে।

৯.৪ বিভিন্ন ভিত্তির বর্ণনা ঃ

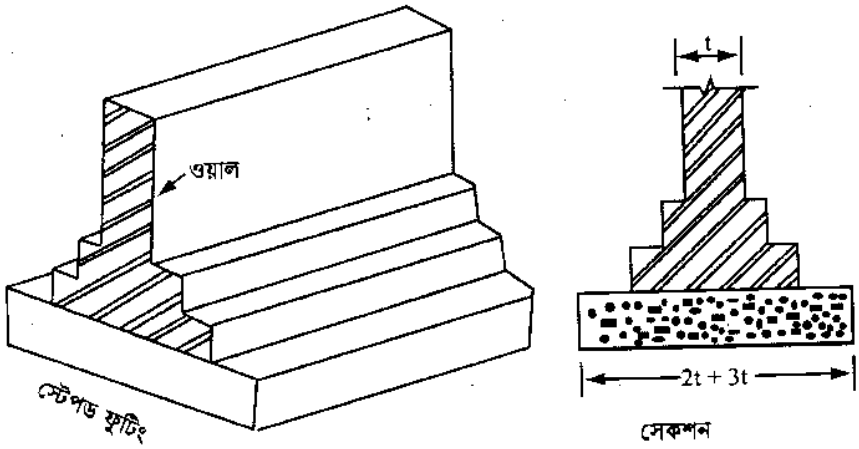
স্প্রেড ফুটিং (Spread footing) ঃ এ পদ্ধতিতে কাঠামোর বেইজকে ধাপে ধাপে প্রশস্ততর করা হয়, যাতে কাঠামোর ভর বৃহত্তর এলাকায় বণ্টন করা যায়। অর্থাৎ মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতানুযায়ী বুনিয়াদকে ধাপে ধাপে চওড়া করা হয়। এটা কলাম অথবা ওয়ালকে সাপোর্ট প্রদান করে। প্রত্যেক কলাম বা ওয়ালের জন্য পৃথক পৃথক ফুটিং থাকে। যদিও ডিজাইন ও নির্মাণপদ্ধতি অনুযায়ী তাদেরকে আলাদা বিবেচনা করা হয়। স্প্রেড ফুটিং নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথা ঃ

(ক) স্ট্রাইপ ফুটিং (Strip footing) ঃ এ প্রকার স্প্রেড ফুটিং ওয়ালের জন্য ব্যবহার করা হয়, সেজন্য একে ওয়াল ফুটিংও বলে। এক ইট উচ্চতা অর্থাৎ মেট্রিক পদ্ধতিতে ১০ সেমি পুরুত্বে একাধিক স্তরে ইট বিছিয়ে এ ফুটিং তৈরি করা হয়। সাধারণত সর্বনিম্ন স্তরের প্রস্থ, দেওয়ালের প্রস্থের দ্বিগুণ হয়ে থাকে। দেওয়ালের উভয় পার্শ্বে প্রতি স্তরে ৫ সেমি (ইটের দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ) অফসেট প্রদান করে বেইজের প্রস্থ ধাপে ধাপে বৃদ্ধি করা হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে ইটের সর্বনিম্ন স্তরের পুরুত্ব ২০ সেমি (দুই ইটের গভীরতা) গভীর করা হয়। বিভিন্ন প্রকার ফুটিং-এর চিত্র নিম্নে দেখান হল–

স্টোন ফুটিং-এর ক্ষেত্রে, ইটের ফুটিং-এর চেয়ে অফসেট বেশি দেওয়া হয়। সম উচ্চতাবিশিষ্ট কংক্রিটের একটি পাতলা স্তর দেওয়ালের সমস্ত দৈর্ঘ্য বরাবর তৈরি করা হয়। পাতলা কংক্রিট বেডের পুরুত্ব কমপক্ষে ১৫ সেমি এবং ওয়াল বেইজের প্রতি পার্শ্বে ১০ থেকে ১৫ সেমি বর্ধিত রাখা হয়। কোন অবস্থাতেই কংক্রিট বেডের পুরুত্ব, তার বর্ধিতাংশের চেয়ে কম হবে না। যদি ভিত্তির উপর লোড বেশি আসে অথবা গুরুত্বপূর্ণ ইমারতের ক্ষেত্রে পাতলা কংক্রিটের পরিবর্তে লাইম কংক্রিট ব্যবহার করা যেতে পারে।



(b) Simple Footing



(a) Steppel Footing

চিত্র ঃ ৯.১ স্টাইপ ফুটিং

কংক্রিট বেড নিম্নলিখিত কার্যগুলো সম্পাদন করে, যথা ঃ

১। কংক্রিট বেড একটি সমতল পৃষ্ঠ প্রদান করে, যার উপর ওয়াল ফুটিং-এর কাজ শুরু করা হয়।

২। পরিখার (গর্তের) অসমতল পৃষ্ঠকে সমতল করে।

৩। ভিত্তিতলের নরম স্থানসমূহের ব্রিজের ন্যায় কার্য করে।

৪। বৃহত্তর ক্ষেত্রফলের উপর লোডকে সমভাবে বন্টন করতে সাহায্য করে।

এ ফুটিং দুই প্রকার, যথা ঃ

১। সিম্পল ফুটিং (Simple footing)

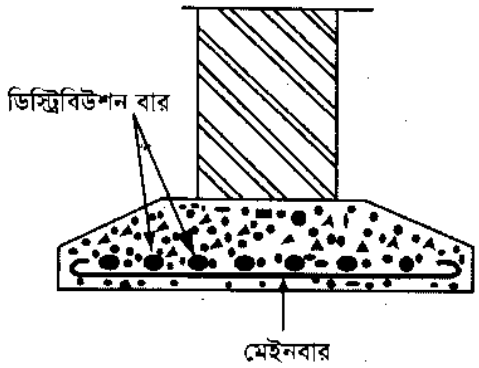
২। স্ট্রেপড ফুটিং (Stepped footing)

সিম্পল ফুটিং ঃ হালকা ধরনের কাঠামো, যেমন– গ্যারেজ, পাম্প হাউস, গার্ড শেড ইত্যাদি ক্ষেত্রে সিম্পল ফুটিং ব্যবহার করা হয়।

স্টেপড্ ফুটিং ঃ মাঝারি ধরনের কাঠামোর ক্ষেত্রে ধাপ পদ্ধতিতে লোড ভিত্তির মাধ্যমে মাটিতে স্থানান্তরিত করা হয়। ভিত্তির ধাপগুলো কাঠামোর ওজনকে ধরে রাখতে সাহায্য করে। সাধারণ দোতালা ও তিনতলা বাড়ি, সাধারণ মাটিতে তৈরি করতে হলে এ ধরনের বুনিয়াদ বা ভিত্তি তৈরি করা হয়। মাটি নরম, আলগ্য বা ভরাটকৃত হলে এ ভিত্তি গ্রহণযোগ্য নয়।

বিঃ দ্রঃ যখন অফসেট ছাড়া কংক্রিট বেডের উপর ফুটিং তৈরি করা হয়, তখন ফুটিং এর চওড়া হবে ৩t (ইটের ফুটিং এ ক্ষেত্রে) এবং অফসেট প্রদান করলে ফুটিং এর চওড়া হবে ২ (t+J) এখানে, t = ওয়ালের পুরুত্ব এবং J = ওয়ালের বেইজের পা থেকে কংক্রিট বেডের বর্ধিতাংশের পরিমাণ।

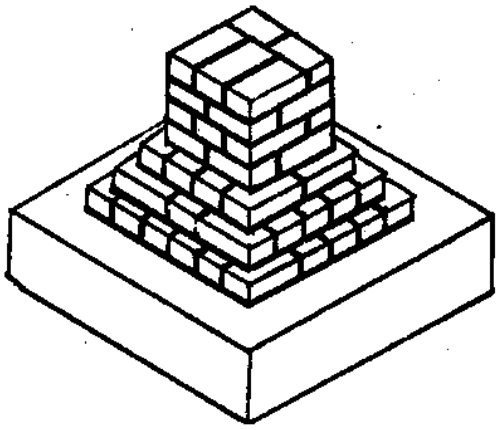
(খ) আর.সি. ফুটিং (Reinforced concerte footing) ঃ যে সমস্ত দেওয়ালের উপর অতিরিক্ত লোড পড়ে এবং সেখানের মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম, সেখানে ওয়ালের নিচে আর.সি. ফুটিং প্রদান করা হয়। এ পদ্ধতিতে কংক্রিট বেড ব্লকের আয়তন কম হওয়ার ফলে আর্থিক সাশ্রয় হয়। ৭-৮ সেমি পুরুত্বের কংক্রিট বেড, আর.সি.সি. ফুটিং-এর নিচে স্থাপন করা হয়। (চিত্র ঃ ৯.২)



চিত্র ঃ ৯.২ আর.সি. ফুটিং

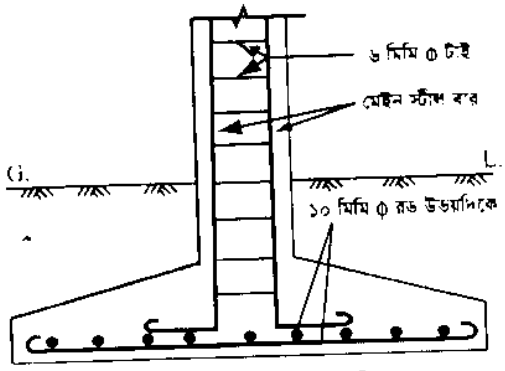
(গ) আইসোলেটেড বা ইনডিপেনডেন্ট বা প্যাড ফুটিং (Isolated or Independent or Pad footing) ঃ এ প্রকার ফুটিং কলামে ব্যবহার করা হয়। কলাম অথবা অন্য কোন মেম্বারের কেন্দ্রীভূত লোডকে সমভাবে মাটিতে ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য এ প্রকার ফুটিং ব্যবহার করা হয়, এজন্য একে কলাম ফুটিংও বলা হয়। এটি ফুটিং বর্গাকার, আয়তাকার অথবা বৃত্তাকার হতে পারে। এ ফুটিং কর্তৃক বহনকৃত লোড এবং মাটির ভারবহন ক্ষমতার উপর নির্ভর করে এটা ব্রিক ম্যাসনরি, স্টোন ম্যাসনরি, আর.সি.সি. এবং স্টীল গ্রিলেজ এর হতে পারে। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার ফুটিং ইহার বর্ণনা দেওয়া হল–

১। ইটের পিলার ফুটিং (Footing for brick pillar) ঃ পিলার এবং কলামের নিচে সাধারত বর্গাকার ফুটিং প্রদান করা হয়। এতে অনেক আর্থিক সাশ্রয় হয়। পিলার কর্তৃক প্রয়োগকৃত লোডকে মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা দ্বারা ভাগ করে বেইজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে হয়। পিলারের চারদিকে অফসেটের মাধ্যমে বেইজের নির্দিষ্ট ক্ষেত্রফল প্রদান করা হয়। (চিত্র ঃ ৯.৩)



চিত্র ঃ ৯.৩ ইটের পিলার ফুটিং

২। আর.সি.সি. কলাম ফুটিং (R.C.C. Column footing) ঃ বেন্ডিং স্ট্রেন্থ কম থাকায় অতিরিক্ত লোডকে নিরাপদে বহন করার জন্য ইট, পাথর অথবা প্লেইন কংক্রিট কর্তৃক নির্মিত ফুটিং-এর গভীরতা অত্যধিক বৃদ্ধি করতে হয়। বেইজের টেনসাইল স্ট্রেসকে প্রতিরোধ করার জন্য রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করে প্লেইন কংক্রিটের নির্মিত ফুটিং-এর গভীরতা উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করা যায়।



চিত্র ঃ ৯.৪ আর.সি.সি. কলাম ফুটিং

আর.সি.সি. কলাম ফুটিং বৃত্তাকার, আয়তাকার এবং বর্গাকার হতে পারে। ফুটিং-এর উভয়দিকে অর্থাৎ সমকোণে সমদূরত্বে মাইল্ড স্টীল ব্যবহার করে রিইনফোর্স করা যেতে পারে। (চিত্র ঃ ৯.৪)।

আর.সি.সি. কলাম ফুটিং নিম্নলিখিত কারণে ব্যর্থ হতে পারে–

১। কলাম এবং কলাম বেইজের মধ্যে পাঞ্চিং শিয়ার হলে।

২। কলাম ফুটিং-এর রড এবং কংক্রিটের মধ্যকার বন্ড নষ্ট হওয়ার ফলে।

৩। কংক্রিট ফুটিং-এ ডায়াগোনাল শিয়ার হলে।

৪। কংক্রিট ফুটিং-এর বর্ধিতাংশ বেন্ডিং দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হলে।

৩। **পাথরের পিলার ফুটিং (Stone pillar footing)** ঃ এর নির্মাণপদ্ধতি ইটের পিলারের অনুরূপ। কিন্তু এক্ষেত্রে পিলারের চারদিকের অফসেটের চওড়া এবং গভীরতা ইটের পিলারের চেয়ে বেশি হয়ে থাকে।

(ঘ) একসেন্ট্রিক্যালি লোডেড ফুটিং (Eccentrically loaded footing) ঃ ভিত্তির আকার যতদূর সম্ভব এমন হওয়া উচিত যে, আপতিত লোডের ভরকেন্দ্র এবং বেইজের ভরকেন্দ্র যাতে একই রেখা বরাবর ক্রিয়ারত থাকে। যখন ওয়াল বা কলাম সীমানা লাইন বরাবর স্থাপন করতে হয়, তখন সীমানা অতিক্রম ছাড়া বেইজের ভরকেন্দ্র এবং লব্ধিবল একই রেখায় ছেদ করানো সম্ভব নয়। যে সমস্ত ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদ্ধতিতে ওয়াল বা কলামের স্থায়িত্বতা নিশ্চিত করে এবং সীমানা অতিক্রম না করে ভিত্তি তৈয়ার করা হয় সে পদ্ধতিগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। **অফসেট ফুটিং (Offseting the footing)** ঃ সীমানা বরাবর লোড বিয়ারিং ওয়াল নির্মাণ করতে হলে তার ফুটিং এর ভিতরের পার্শ্বের বেইজকে প্রশস্ত করা হয় এবং নিয়মিত (Regular) অফসেট প্রদান করা হয়। আর ওয়ালের বাহিরের পার্শ্বসীমানা বরাবর ফ্লাশ রাখা হয়। (চিত্র ঃ ৯.৫)। এটা সুস্পষ্ট যে, প্রয়োগকৃত লোড ফুটিং-এর কেন্দ্রের একপার্শ্বে এবং ভিত্তিতলের উপর লোড অসমভাবে ক্রিয়া করবে।

চিত্রানুযায়ী ভিত্তির বেইজের সীমানার পার্শ্বে চাপের সর্বোচ্চ তীব্রতা হবে।

W_1 = প্রয়োগকৃত লোড (Superimposed load)

W_2 = ফুটিং-এর ওজন (Weight of footing)

W = বেইজের উপর লব্ধিবল অর্থাৎ ভিত্তির বেইজের একক দৈর্ঘ্যে আগত মোট লোড।

b = বেইজের প্রস্থ।

e = ভিন্নকেন্দ্রিক দূরত্ব (Ecentricity) অর্থাৎ প্রয়োগকৃত লোডের ভরকেন্দ্র এবং বেইজের ক্ষেত্রফলের ভরকেন্দ্রের মধ্যকার দূরত্ব।

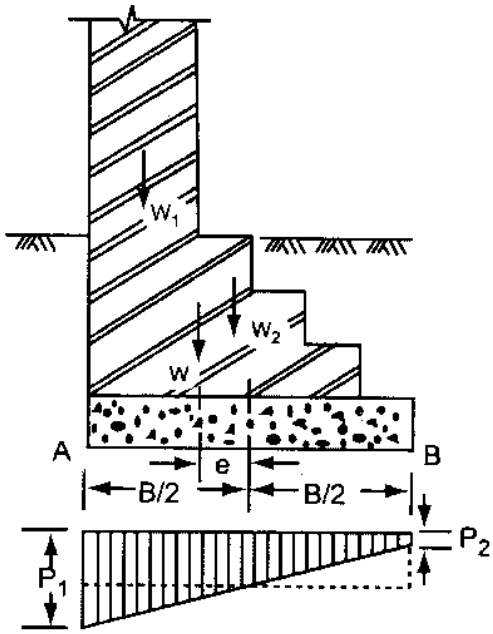
p_1 = সর্বোচ্চ চাপের তীব্রতা

p_2 = সর্বনিম্ন চাপের তীব্রতা

অতএব, বেন্ডিং মোমেন্ট (B.M.) = W. e

$$P_1 = \frac{\text{লোড}}{\text{ক্ষেত্রফল}} + \frac{\text{বেন্ডিং মোমেন্ট}}{\text{সেকশন মডুলাস}}$$

$$= \frac{W}{b} + \frac{We}{\frac{b^2}{6}} = \frac{W}{b}\left[1 + \frac{6e}{b}\right]$$



চিত্র ঃ ৯.৫ অফসেট ফুটিং

এবং ভিত্তির বেইজের ভিতরের পার্শ্বের সর্বনিম্ন চাপের তীব্রতা–

$$P_2 = \frac{\text{লোড}}{\text{ক্ষেত্রফল}} - \frac{\text{বেন্ডিং মোমেন্ট}}{\text{সেকশন মডুলাস}}$$

$$= \frac{W}{b} - \frac{We}{\frac{b^2}{6}} = \frac{W}{b}\left[1 - \frac{6e}{b}\right]$$

যদি $e = \frac{b}{6}$ হয়, তবে $P_2 = 0$ হবে এবং যদি e এর মান $\frac{b}{6}$-এর চেয়ে বেশি হয়, তবে p_2 এর মান ঋণাত্মক হবে। অর্থাৎ ম্যাসনরির ভিতরের (b) প্রান্তে টানের সৃষ্টি হবে। ম্যাসনরি যেহেতু টান সহ্য করতে পারে না, তাই ফুটিং এমনভাবে ডিজাইন করতে হয়, যাতে সাপোর্টিং ক্ষেত্রফলের সর্বত্র কম্প্রেশন বিদ্যমান থাকে। তাই আগত লোডকে সর্বদা বেইজের মধ্য তৃতীয়াংশ দিয়ে অতিক্রম করাতে হবে।

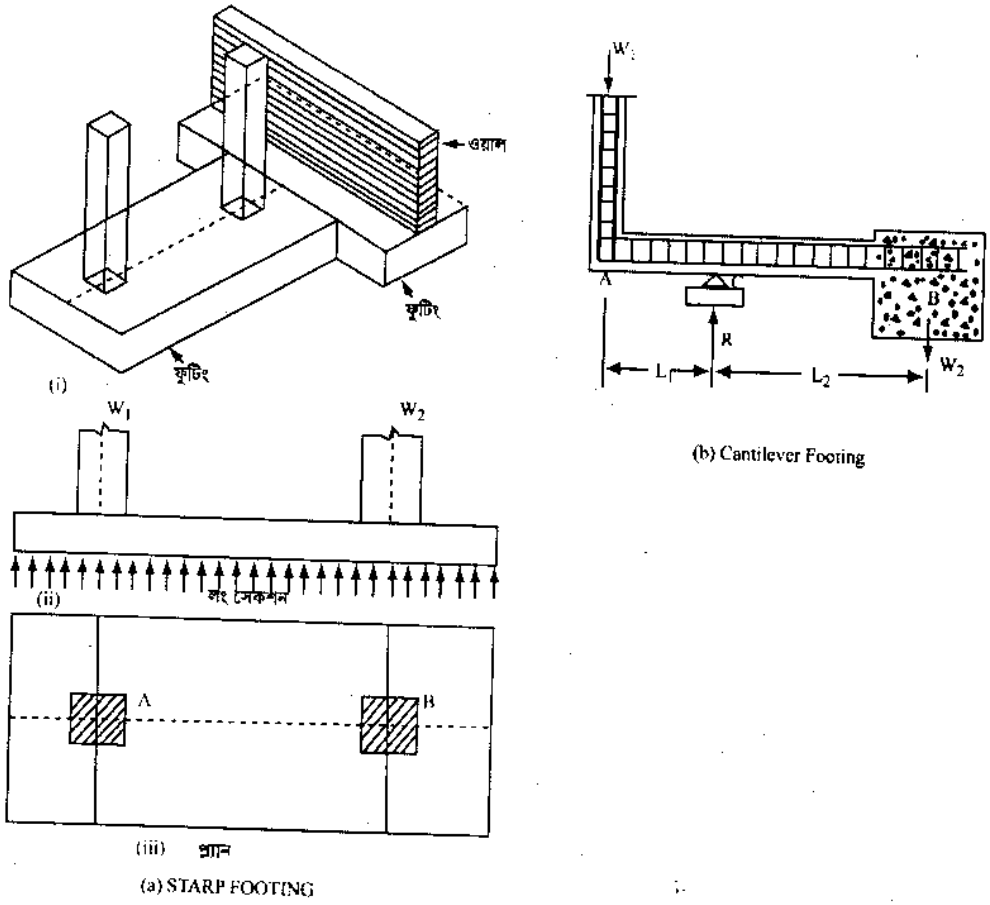
২। স্ট্রাপ বা ক্যান্টিলিভার ফুটিং (Strap or Cantilever footing) ঃ দুই বা ততোধিক স্বতন্ত্র কলামের ফুটিংগুলোকে বীম দ্বারা সংযুক্ত করে একটি ফুটিং-এ অন্তর্ভুক্ত করাকে ক্যান্টিলিভার বা স্ট্রাপ ফুটিং বলে। অফসেট ফুটিং সর্বদা দৃঢ় মাটিতে স্থাপন করা হয়। কিন্তু অত্যধিক লোড এবং নরম মাটির ক্ষেত্রে, ভিত্তির বহিঃস্থ প্রান্তে চাপের তীব্রতা বেশি হয়। চাপের এ তীব্রতা মাটির ভারবহন ক্ষমতাকে ছাড়িয়ে গেলে খুবই বিপজ্জনক হয়।

এমতাবস্থায়, ক্যান্টিলিভার বীমের সাহায্যে বহিঃস্থ কলামের লোডকে অন্তঃস্থ কলামের লোডের মাধ্যমে সমন্বয় করা হয়। এক্ষেত্রে ক্যান্টিলিভার বীমটি ফালক্রামের মত কাজ করে। ক্যান্টিলিভার বা স্ট্রাপ ফুটিং আর.সি.সি. অথবা স্টীল গ্রিলেজ দ্বারা নির্মাণ করা যেতে পারে। যদি অন্তঃস্থ কলাম দেওয়া সম্ভব না হয়, তবে সুবিধামত আকারের একটি কংক্রিট ব্লক নির্মাণ করে প্রয়োজনীয় অ্যাংকোরেজ প্রদান করা হয়। কংক্রিট ব্লকের ওজন নিম্নের লিভার সূত্র দ্বারা পাওয়া যায়–

$$W_1 \times L_1 = W_2 \times L_2$$

$$\text{বা } W_2 = \frac{W_1 L_1}{L_2}$$

এবং ফালক্রামের প্রতিক্রিয়া বল, $R = W_1 \left[\frac{L_1}{L_2 + 1}\right]$



চিত্র ঃ ৯.৬ স্ট্রাপ বা ক্যান্টিলিভার ফুটিং

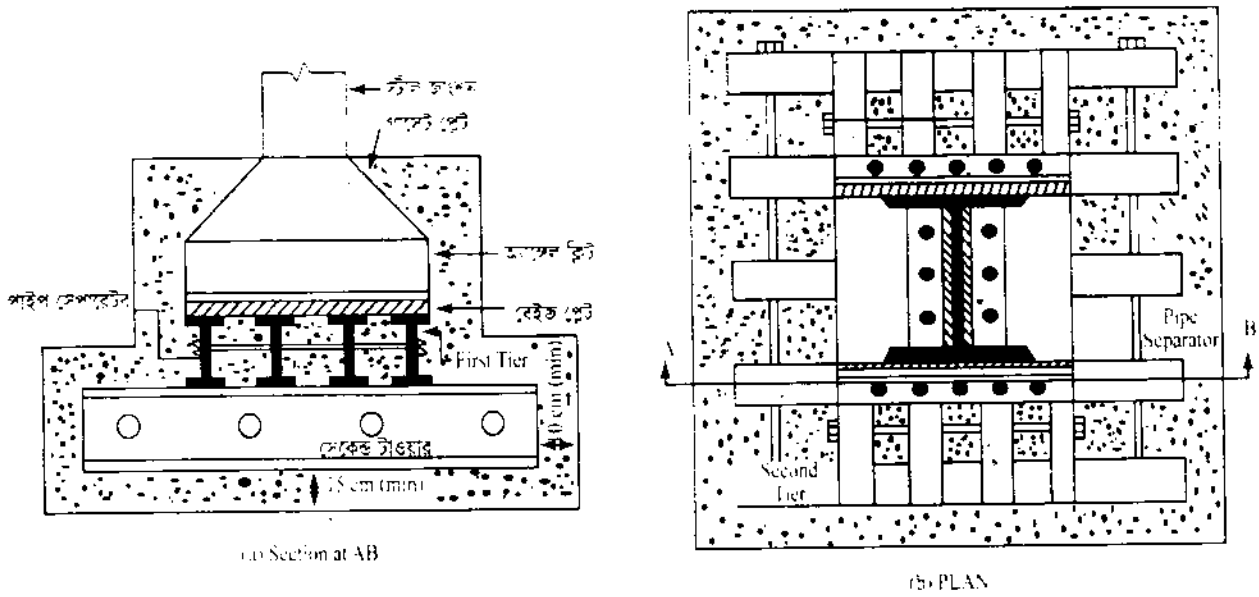
ঙ) গ্রিলেজ ভিত্তি (Grillage foundation) ঃ এটা একটি বিশেষ ধরনের স্বতন্ত্র ফুটিং। সাধারণত ভারী কাঠামোর লোডকে কলাম, পায়ার অথবা Stanchion দ্বারা স্বল্প ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন মাটিতে ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য গ্রিলেজ ফাউন্ডেশন ব্যবহার করা হয়। এটা হালকা এবং আর্থিক সাশ্রয় প্রদানকারী হিসাবে পরিচিত। এর মাধ্যমে গভীর খননকার্য ব্যতীত প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়। ভিত্তির গভীরতা ১ মিটার হতে ১.৫ মিটারের মধ্যে হয়ে থাকে। কলামের লোডকে জয়েস্টের মাধ্যমে বৃহৎ এলাকায় ছড়িয়ে দেওয়া হয়। এক স্তর জয়েস্টের উপর আর এক স্তর জয়েস্ট সমকোণে দেওয়া যেতে পারে। ফলে চাপের তীব্রতা হ্রাস পায়। ব্যবহৃত মালামালের কথা বিবেচনা করে গ্রিলেজ ফাউন্ডেশনকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যথা ঃ

১। স্টীল গ্রিলেজ (Steel grillage)

২। টিম্বার গ্রিলেজ (Timber grillage)

১। স্টীল গ্রিলেজ ঃ আই সেকশনের স্টীল বীম বা Rolled Steel Joists (R.S.J's)-কে গ্রিলেজ বীম হিসাবে এক বা একাধিক স্তরে স্থাপন করে গ্রিলেজ ভিত্তি তৈরি করা হয়। দুই স্তরের ক্ষেত্রে গ্রিলেজ বীম এক স্তরের উপর অন্য স্তর সমকোণে স্থাপন করা হয়। বীমগুলোকে স্বস্থান ধরে রাখার জন্য ২০ মিমি ব্যাসের স্পেসার বার (Spacer bar) এবং ২৫ মিমি ব্যাসের পাইপ সেপারেটর ব্যবহার করা হয়। চিত্র ঃ ৯.৭-এ স্টীল গ্রিলেজের প্ল্যান এবং সেকশন দেখান হল।

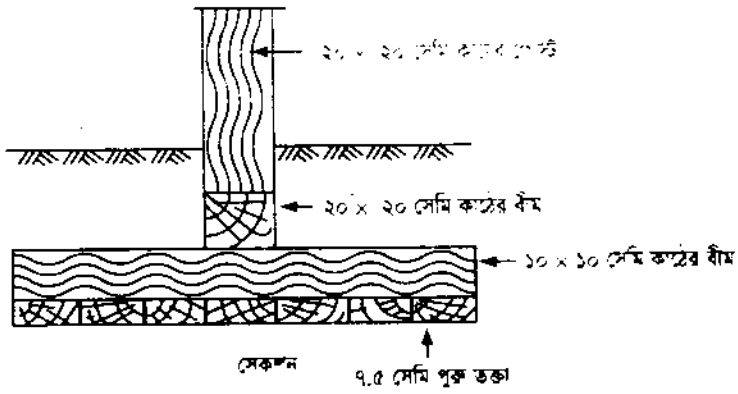
বীমগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব এমন হওয়া দরকার যে, সহজে কংক্রিট স্থাপন এবং গাদান যায়। তাই ন্যূনতম ফাঁকা ৮ সেমি রাখা খুবই প্রয়োজন। যে-কোন ক্ষেত্রে পার্শ্ববর্তী দুইটি বীমের ফ্লেঞ্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব ফ্লেঞ্জের প্রস্থের $1\frac{1}{2}$ থেকে ২ গুণ হয়ে থাকে। কিন্তু কোন অবস্থাতেই ৩০ সেমি এর বেশি হবে না। বীমের পারস্পরিক দূরত্ব বেশি হলে কংক্রিট বীমের সাথে সংঘবদ্ধভাবে কাজ করে না। ফলে ভিত্তির ব্যর্থতা ঘটতে পারে। বীমে মরিচা ধরা বা ক্ষয় হতে প্রতিরোধের জন্য বহিঃস্থ বীমের বাহিরের দিকে এবং উপরের দিকে কমপক্ষে ১০ সেমি কভারিং রাখা উচিত। আর নিম্নস্থ বীমের নিচে কংক্রিটের কভারিং-এর পরিমাণ ১৫ সেমি এর কম হওয়া উচিত নয়।



চিত্র ঃ ৯.৭ স্টীল গ্রিলেজ ভিত্তি

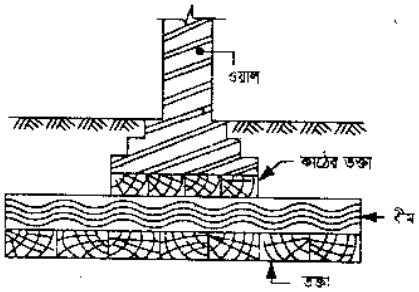
নির্মাণপদ্ধতি ঃ ডিজাইনকৃত গভীরতায় প্রথমে খাদ বা গর্ত খনন করতে হয় এবং ভিত্তিতল সমতল করা হয়। এ ভিত্তির গভীরতা কোন অবস্থাতেই ৯০ সেমি কম হওয়া উচিত নয়। তারপর কমপক্ষে ১৫ সেমি পুরু কংক্রিটের স্তর দ্বারা ভিত্তিতল তৈরি করা হয়। কংক্রিটে সিমেন্টের পরিমাণ বেশি দেওয়া হয় এবং বেশি গাদান হয়, যাতে স্তরটি অভেদ্য হয়। উক্ত স্তরের উপর ডিজাইনকৃত গ্রিলেজ বীম সুনির্দিষ্ট দূরত্বে পর পর বসানো হয় এবং সেপারেটর ব্যবহার করে দূরত্বগুলো ঠিক রাখা হয়। গ্রিলেজ বীমের উপরের ফ্লেঞ্জগুলো অনুভূমিকভাবে সমতল করে নিচের ফ্লেঞ্জগুলোর চারিপার্শ্বে শক্তিশালী সিমেন্ট গ্রাউট ঢেলে দেয়া হয় এবং কংক্রিট বেডের সাথে বীমগুলো দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ করা হয়। প্রথম স্তরের বীমগুলোর চারদিকে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। তারপর দ্বিতীয় স্তরের বীমগুলো, প্রথম স্তরের বীমের সমকোণে স্থাপন করা হয় এবং সেপারেটর ব্যবহার করে বীমগুলোর দূরত্ব ঠিক রাখা হয়। কংক্রিট দ্বারা বীমের মধ্যস্থ এবং চারিপার্শ্বের শূন্যস্থানগুলো পূর্ণ করা হয়। উপরস্থ স্তরের বীমের উপর বেইজ প্লেট বসিয়ে তার উপরে Stanchion অথবা Steel Column স্থাপন করা হয়। সমগ্র ভিত্তিটিকে কংক্রিটের আবরণ দ্বারা ঢেকে দেওয়া হয়। এভাবে স্টীল গ্রিলেজ ভিত্তি নির্মাণ করা হয়।

২। টিম্বার গ্রিলেজ ভিত্তি (Timber grillage foundation) ঃ নরম মাটিতে এবং স্থায়ী জলাবদ্ধ এলাকায় কাঠের গ্রিলেজ ভিত্তি ডিজাইন করে কাঠামো নির্মাণ করলে আর্থিক সাশ্রয় হয়। হালকা ধরনের দালানের ক্ষেত্রে মাটির ভারবহন ক্ষমতা ৫.৫ টন/বর্গমিটার (tonne/m²) এর মধ্যে সীমাবদ্ধ রেখে ডিজাইন ও নির্মাণ করলে নিরাপদে ব্যবহার করা যায়। এ প্রকার ভিত্তি ওয়াল ফুটিং-এর নিচে কংক্রিট ব্লকের পরিবর্তে কাঠের প্লাটফর্ম নির্মাণ করা হয়। ৮ সেমি থেকে ১০ সেমি পুরু কাঠের তক্তা দুই স্তরে সাজিয়ে কাঠের প্লাটফর্ম তৈরি করা হয়।



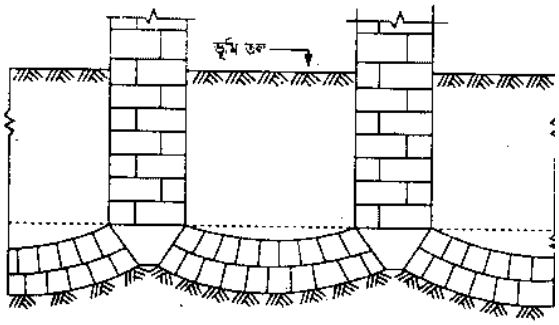
চিত্র ঃ ৯.৮ টিম্বার গ্রিলেজ

প্লাটফর্মটি দেওয়ালের প্রান্ত থেকে উভয়দিকে ৪৫ থেকে ৬০ সেমি বর্ধিত থাকবে। সর্বনিম্ন স্তরের তক্তাগুলোর পুরুত্ব ৫ থেকে ৮ সেমি এবং উপরের স্তরের তক্তাগুলোর পুরুত্ব ৮ থেকে ১০ সেমি হয়। এ পুরুত্ব, কাঠামো নির্মাণ এলাকার মাটির অবস্থা এবং লোড প্রয়োগের উপর নির্ভর করে। দুই স্তরের মধ্যে আয়তাকার কাঠের বীম (b = ০.৭৫d) ৩৮ সেমি পর পর বসান হয়। (চিত্র ঃ ৯.৯)।



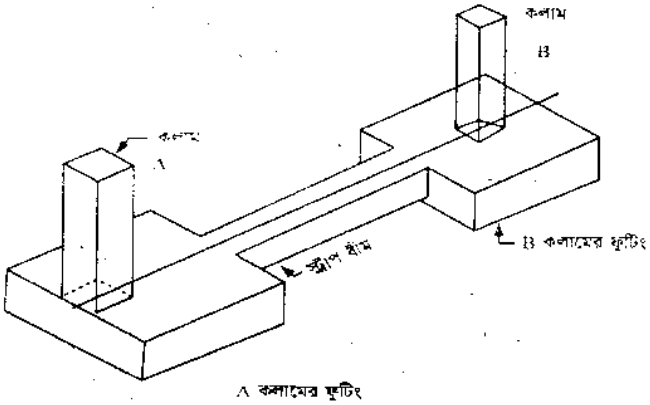
চিত্র ঃ ৯.৯ টিম্বার গ্রিলেজ

চ) ইনভার্টেড আর্চ ফুটিং (Inverted arch footing) ঃ প্রাচীনকালে বহুতলাবিশিষ্ট ভবনের ভিত্তি নির্মাণে এ পদ্ধতি ব্যবহার করা হত। প্রকৌশল কর্মকাণ্ডের অগ্রগতির ফলে এ পদ্ধতিতে ভিত্তি নির্মাণ প্রায় বিলুপ্তির পথে। এ পদ্ধতির সবচেয়ে বড় অসুবিধা হল, প্রান্তের পায়ারকে বাটোস দ্বারা বিশেষভাবে শক্তিশালী করতে হয়, যাতে পায়ার জংশন আর্চের পার্শ্ব-চাপের ফলে ফাটল প্রতিরোধ করতে পারে। এর সুবিধা হল, নরম মাটির ক্ষেত্রে ইনভার্টেট আর্চ ফুটিং ব্যবহার করে ভিত্তির গভীরতা অনেকাংশে কমানো সম্ভব। (চিত্র ঃ ৯.১০)

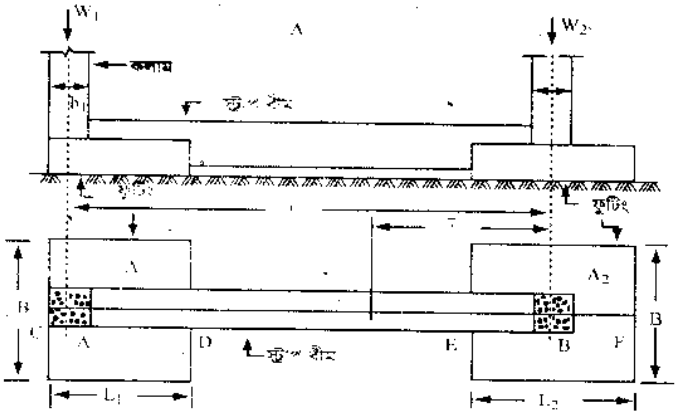


চিত্র ঃ ৯.১০ ইনভার্টেড আর্চ ফুটিং

যুক্ত ফুটিং (Combined footing) ঃ কম্বাইন্ড ফুটিং দুটি কলামকে সাপোর্ট প্রদান করে। নিম্নলিখিত অবস্থায় কম্বাইন্ড ফুটিং প্রদান করা হয়-



A কলামের ফুটিং



... কম্বাইন্ড ফুটিং (আয়তাকার)

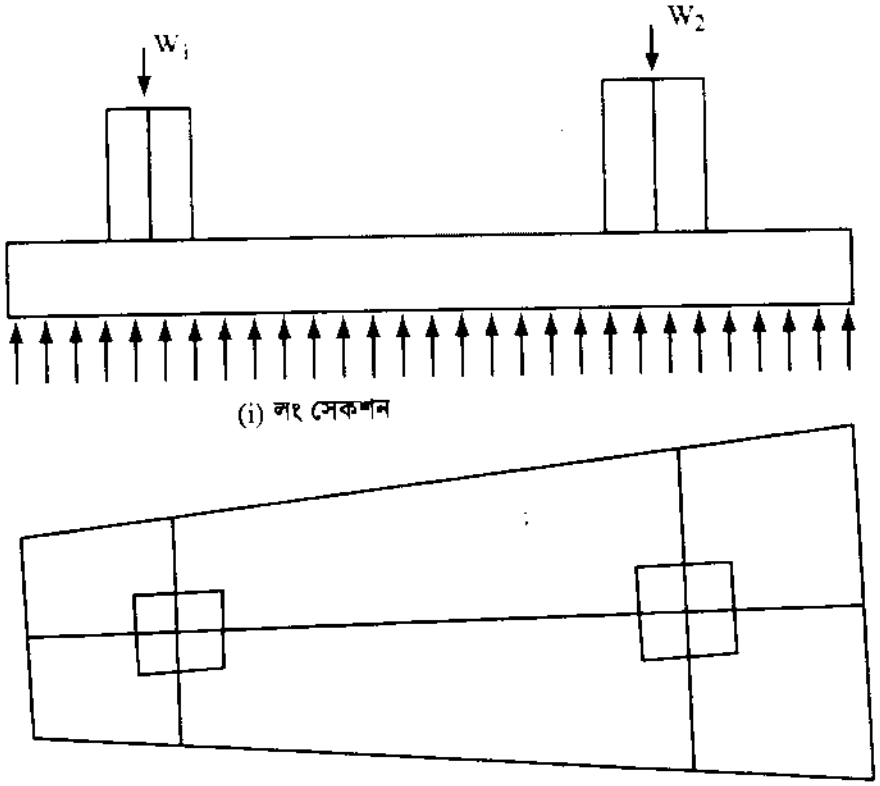
চিত্র ঃ ৯.১১(a)

১। যখন দুটি কলাম খুব কাছাকাছি হয় এবং তাদের ফুটিং অভারল্যাপ করলে।

২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম হলে অর্থাৎ স্বতন্ত্র কলামের জন্য বেশি জায়গার প্রয়োজন হলে

৩। যখন কলাম প্রান্ত সীমানা রেখায় পড়ার ফলে ফুটিংকে সীমানা রেখার দিকে বর্ধিত করার সুযোগ না থাকলে।

কম্বাইন্ড ফুটিং আয়তাকার বা ট্রাপিজয়ডাল আকারের হতে পারে। সুষমভাবে লোড ডিস্ট্রিবিউশন করাই হল এ ফুটিং এর উদ্দেশ্য। এজন্য দুটি কলাম লোডের ভরকেন্দ্র এবং ফুটিং-এর ক্ষেত্রফলের ভরকেন্দ্র একই রেখা বরাবর ক্রিয়া করাতে হবে। যদি বাহিরের কলাম সীমানা বরাবর হয় এবং অধিক লোড বহন করে, তখনই ট্রাপিজয়ডাল ফুটিং প্রদান করা সুবিধাজনক। আর কলাম দুটি যখন একই লোড বহন করে অথবা অন্তঃস্থ কলাম বেশি লোড বহন করে, তখন আয়তাকার কলাম প্রদান করা সুবিধাজনক।



(i) লং সেকশন

চিত্র ঃ ৯.১১ (b) যুক্ত ফুটিং (ট্রাপিজয়ডাল)

কম্বাইন্ড ফুটিং ডিজাইনে লক্ষণীয় বিষয়সমূহ ঃ

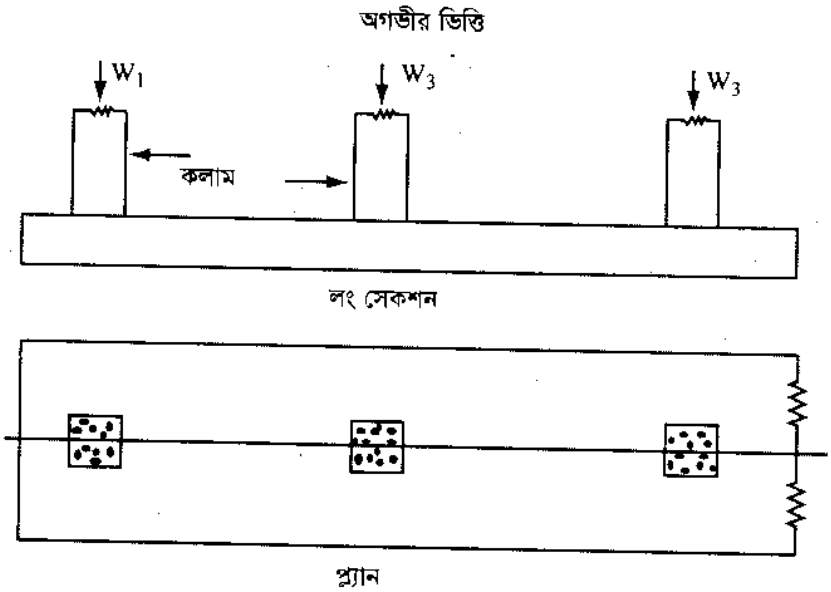
(ক) কলাম এবং ফুটিং-এর মোট ওজনকে মাটির ভারবহন ক্ষমতা দ্বারা ভাগ করে যে ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে, বেইজের ক্ষেত্রফল অবশ্যই তার সমান বা বেশি হতে হবে।

(খ) কম্বাইন্ড কলাম লোডের ভরকেন্দ্র এবং বেইজের ক্ষেত্রফলের ভরকেন্দ্র একই খাড়া রেখায় হওয়া উচিত।

(গ) কলামদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব বেশি হলে প্রতিটি কলামের জন্য আলাদাভাবে ফুটিং তৈরি করে একটি বীম দ্বারা সংযুক্ত করতে হবে।

(ঘ) যদি কম্বাইন্ড ফুটিং-এর দৈর্ঘ্য কলামের বাহিরের দিকে বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়, তবে কলামদ্বয়ের মধ্যবর্তী যুক্ত ফুটিং-এ বেন্ডিং মোমেন্টের পরিমাণ হ্রাস পাইবে

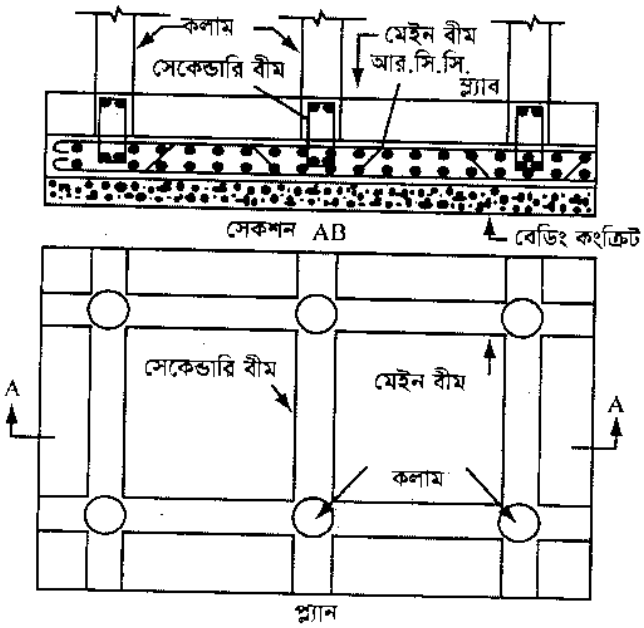
কন্টিনিউয়াস ফুটিং (Continuous footing) ঃ বিভিন্ন কলামের মূলভিত্তির নিচে মাটি যদি বিভিন্ন ধরনের হয়, তবে একই ধরনের ভিত্তির কাঠামোর ওজন বহন করার জন্য উপযোগী হয় না, তখন দুটি বা তিনটি কলামের নিচের মূলভিত্তিকে সংযুক্ত করে তৈরি করলে মাটি অসমভাবে বসে যায় না। এজন্য কলামের মূলভিত্তির স্ল্যাবগুলোকে বীম দিয়েও সংযুক্ত করা যেতে পারে। ভূ-কম্পনের শক্তিকে প্রতিহত করার জন্যও এ ধরনের ফুটিং তৈরি করা হয়। (চিত্র ঃ ৯.১২)



চিত্র ঃ ৯.১২ কন্টিনিউয়াস ফুটিং

ম্যাট বা র‍্যাফট্ ভিত্তি (Mat or Raft foundation) ঃ র‍্যাফট বা ম্যাট একটি কম্বাইন্ড ফুটিং, যা কাঠামোর নিম্নস্থ সা ক্ষেত্রফলকে আবৃত করে নির্মাণ করা হয়। এটা কাঠামোর সমস্ত দেওয়াল ও কলামকে একযোগে সাপোর্ট প্রদান করে। ভরাট মা নরম মাটি অথবা জলাশয় এলাকা, যেখানে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম, সেখানে অতিরিক্ত কেন্দ্রীভূত লোডের কাঠামোগুলো র‍্যা ভিত্তির সাহায্যে নির্মাণ করা হয়। খনিজ এলাকায় সেখানে যে-কোন মুহূর্তে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কমতে পারে অথবা সাব-সয়ে পানির অনিশ্চিত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ এলাকায় র‍্যাফট ভিত্তি অধিকতর গ্রহণযোগ্য। যেখানে পাইল ভিত্তি সুবিধাজনক হয় না এবং মুক্ত কল ফুটিং অবাস্তব, সে সমস্ত দুরহ এলাকায় র‍্যাফট ভিত্তির ব্যবহার আর্থিক সাশ্রয় প্রদান করে। (চিত্র ঃ ৯. ১৩)।

কাঠামোর নিচে মেঝের ন্যায় সমস্ত এলাকা জুড়ে পুরু আর.সি.সি. স্ল্যাব নির্মাণ করে র‍্যাফট ভিত্তি তৈরি করা হয়। স্ল্যাবে দু স্তরে রড ব্যবহার করা হয় এবং রডগুলোকে সমকোণে স্থাপন করা হয়। অতিরিক্ত কলাম লোড বহন করার জন্য ইনভার্টেড মেই বীম এবং সেকেন্ডারি বীম র‍্যাফট স্ল্যাবের সাথে একত্রে ঢালাই করা হয়। কাঠামোর ভরকেন্দ্র এবং র‍্যাফটের ভরকেন্দ্র একই খা রেখায় ছেদ করা বাঞ্ছনীয়। (চিত্র ঃ ৯.১৩)।



চিত্র ঃ ৯.১৩ র‍্যাফট বা ম্যাট ভিত্তি

নির্মাণপদ্ধতি (Method of construction) ঃ কাঠামোর বহিঃস্থ দেওয়ালসমূহের বাহিরের দিকে (সমস্ত পার্শ্বে) র‍্যাফট স্ল্যাব ৩০ থেকে ৪৫ সেমি বর্ধিত রাখা হয়। নির্মাণকাজের সুবিধার জন্য র‍্যাফটের ক্ষেত্রফলের চেয়ে কিছুটা বড় করে খনন করা হয়। প্রয়োজনীয় গভীরতায় খননকার্য সমাধার পরে খননকৃত এলাকা ভালভাবে দৃঢ়াবদ্ধ (Well consolidated) করা হয়। তার পর দৃঢ়াবদ্ধ পৃষ্ঠকে শুষ্ক করে র‍্যাফট ভিত্তি স্থাপন করা হয়। আর.সি.সি. র‍্যাফট ভিত্তি নির্মাণকালে সর্বপ্রকার সতর্কতামূলক ব্যবস্থা নেওয়া হয় এবং র‍্যাফটের পূর্ণ কিউরিং শেষে পরবর্তী নির্মাণকাজ শুরু করা হয়।

৯.৫ অগভীর ভিত্তি নির্বাচন ঃ

বিভিন্ন ধরনের অগভীর ভিত্তি নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। হালকা ধরনের কাঠামো, যেমন– গ্যারেজ, পাম্প হাউস, গার্ড শেড ইত্যাদি ক্ষেত্রে সিম্পল স্ট্রাইপ ফুটিং ব্যবহার করা হয়।

২। প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন সাধারণ মাটিতে দু'তলা, তিনতলা দালান তৈরি করতে হলে স্টেপড ফুটিং-এর মাধ্যমে করা হয়।

৩। কাঠামোর লোড বেশি, মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম হলে আর.সি.সি. স্প্রেড ফুটিং প্রদান করা হয়।

৪। সীমানা বরাবর কাঠামো তৈরি করতে হলে বা লোড বিয়ারিং দেওয়াল নির্মাণ করতে হলে একসেন্ট্রিক্যালি লোডেড ফুটিং প্রদান করা সুবিধাজনক।

৫। ভারী কাঠামোর লোডকে কলাম, পায়ার বা স্ট্যাংশন (Stanction) দ্বারা স্বল্প ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন মাটিতে ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য গ্রিলেজ ভিত্তি ব্যবহার করা হয়।

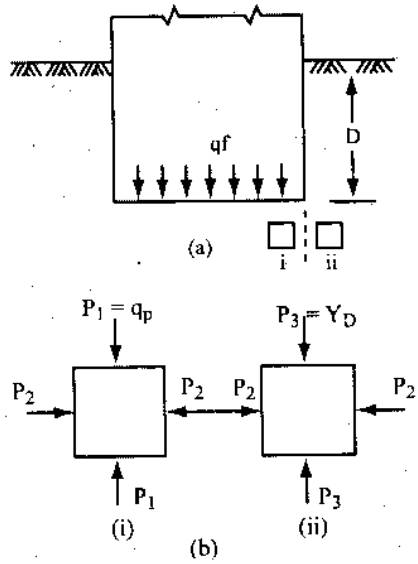
৬। দুটি কলাম খুব কাছাকাছি হলে, মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম হলে স্বতন্ত্র কলামের জন্য বেশি জায়গা পাওয়া না গেলে সীমানা রেখায় কলাম তৈরির ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং ব্যবহার করা হয়।

৭। ভিত্তির নিচের মাটি যদি ভিন্ন ধরনের হয়, তবে একাধিক কলাম এর মূলভিত্তিকে ধারাবাহিক ফুটিং-এর মাধ্যমে সংযুক্ত করা হয়।

৮। ভরাট মাটি, নরম মাটি অথবা জলাশয় এলাকা, যেখানে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম, সেখানে অতিরিক্ত লোডের কাঠামোগুলো র‍্যাফট ভিত্তির সাহায্যে নির্মাণ করা সুবিধাজনক।

৯.৬ ভিত্তির গভীরতা (Depth of foundation) ঃ

র‍্যানকিন'স-এর সূত্র (Rankine's formula) ঃ



চিত্র ঃ ৯.১৪

ভিত্তির নিচে এবং ভিত্তির কিনারার বাইরে দুটি এলিমেন্ট (I এবং II) নেওয়া হয়েছে এবং তা সাম্যাবস্থায় আছে বিবেচনা করা হল এখন ফুটিং-এর উপর লোড বৃদ্ধি করা হল। মনে করি, শিয়ারে এলিমেন্ট I ব্যর্থ হল এবং পার্শ্বচাপ (Lateral thrust)-এর কারণে এলিমেন্ট II-ও ব্যর্থ হবে। এলিমেন্ট I এর জন্য (এখানে P_2 এর চেয়ে P_1 এর চাপের পরিমাণ বেশি বলে) এবং সাম্যাবস্থার দরুণ–

$P_1 = q_f$ এবং $P_2 = ka.\ p_1$

এখানে ka = Co-efficient of active earth pressure

$$ka = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$$

Φ (ফাই) = মাটির স্থিরতা কোণ (Angle of repose for the soil)

যদি $\Phi = ৩০°$ হয় তবে–

$$ka = \frac{1 - \text{Sin } 30°}{1 + \sin 30°} = \frac{1 - \frac{1}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = \frac{1}{3}$$

p_1 = খাড়া চাপ (এলিমেন্ট I)

P_3 = খাড়া চাপ (এলিমেন্ট II)

p_2 = আনুভূমিক চাপ

γ (গামা) = মাটির একক ওজন

এলিমেন্ট II এ-

$P_3 = \gamma D$

এখানে P_3 এর চেয়ে P_2 এর চাপের পরিমাণ বেশি বলে–

$P_3 = ka\ P_2$

এখন P_2 এর মান বসিয়ে

$P_3 = ka\ (ka.\ p_1) = q_f\ ka^2$

$\therefore\ \gamma D = q_f\ ka^2$

$$= q_f \left[\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right]^2$$

$$\therefore D = \frac{q_f}{\gamma}\left[\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right]^2$$

$$= \frac{q}{\gamma}\left[\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right]^2$$

অতএব, উপরোক্ত সূত্রকে ভিত্তির গভীরতা বের করার জন্য প্রয়োগ করা হয়। এটাই ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতার (D_{min}) সূত্র। একে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়–

$$D_{min} = \frac{p}{w}\left[\frac{1 - \sin F\phi}{1 + \sin F\phi}\right]^2$$

এখানে p = বেইজের উপর নিরাপদ চাপ বা মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা = কেজি/বর্গমিটার (kg/m^2)।

w = মাটির একক ওজন, কেজি/ঘনমিটার (kg/m^3)

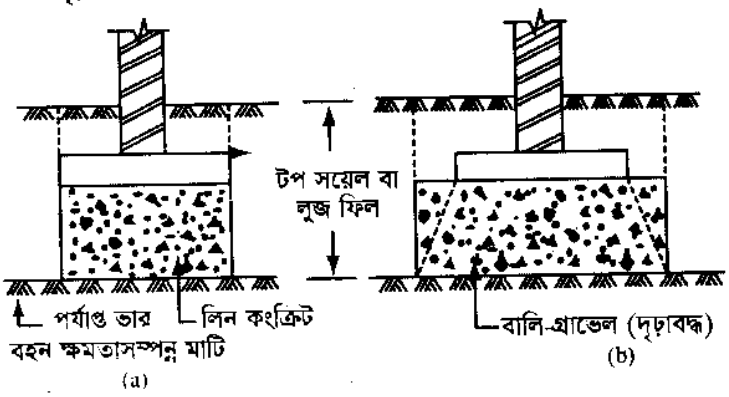
বিভিন্ন মাটির স্থিরতা কোণ এবং একক ওজন নিম্নে দেয়া হল ঃ

ক্রমিক নং	মাটির বিবরণ	স্থিরতা কোণ (ডিগ্রি)	একক ওজন কেজি/ঘন মিটার
১।	আলগা মাটি (Loose soil)	৩০° থেকে ৪৫°	১২৮০
২।	দৃঢ়াবদ্ধ মাটি (Compact earth)	৫০° ১৫৫০	
৩।	শুকনা বালি (Dry sand)	২৫° থেকে ৩৫°	১৫০০—১৬৫০
৪।	আর্দ্র বালি (Moist sand)	৩০° থেকে ৪৫°	১৭০০—১৮৫০
৫।	ভিজা বালি (Wet Sand)	১৫° থেকে ৩০°	১৮০০—১৯০০
৬।	শুকনা ক্লে (Dry Clay)	৩০°১৭০০—১৭৫০	
৭।	আর্দ্র ক্লে (Moist clay)	৩৫° থেকে ৪০°	১৭৫০—১৮৫০
৮।	ভিজা ক্লে (Wet clay)	১৫°১৮৫০—১৯০০	
৯।	গ্রাভেল (Gravel)	৪০° থেকে ৪৫°	১৭০০—১৮০০
১০।	বালি গ্রাভেল মিশ্রিত (Sand-Gravel mixed)	২৫° থেকে ৩৫°	১৮০০—১৯০০

যদি উপরস্থিত মাটি (Top soil) আলগা অথবা ভরাটকৃত হয় এবং এর গভীরতাও বেশি হয়, তবে নিম্নলিখিত উপায়ে ফুটিং নির্মাণ করা উচিত–

১। উপর থেকে ফুটিং-এর নিচ পর্যন্ত মাটি (Top Soil) অপসারণ করতে হবে। তারপর হালকা কংক্রিট (Lean concrete)-এর বেডের উপর ভিত্তি নির্মাণ করতে হবে (চিত্র ঃ ৯. ১৫ a)।

২। ফুটিং-এর ক্ষেত্রফলের চেয়ে বৃহৎ ক্ষেত্রফল জুড়ে উপরের মাটি (Top soil) অপসারণ করতে হবে। তারপর বালি এবং গ্রাভেল দ্বারা পূর্ণ করে দৃঢ়বদ্ধ করতে হবে। এর উপরে নির্মাণকাজ আরম্ভ করতে হবে। (চিত্র ঃ ৯.১৫ b)।



চিত্র ঃ ৯.১৫

৯.৭ ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় ঃ

উদাহরণ ঃ মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২২০০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ (Angle of repose) 30° হলে, ওয়াল ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১৩]

সমাধান ঃ

র‍্যানকিনের সূত্রানুযায়ী

ফুটিং-এর গভীরতা–

$$D = \frac{p}{w}\left[\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right]^2$$

এখানে,

p = মাটির ভারবহন ক্ষমতা = ২২০০০ কেজি/বঃ মিঃ

w = মাটির একক ওজন = ২০০০ কেজি/ঘন-মিটার

Φ = মাটির স্থিরতা কোণ = ৩০°

D = ফুটিং-এর গভীরতা, মিটার

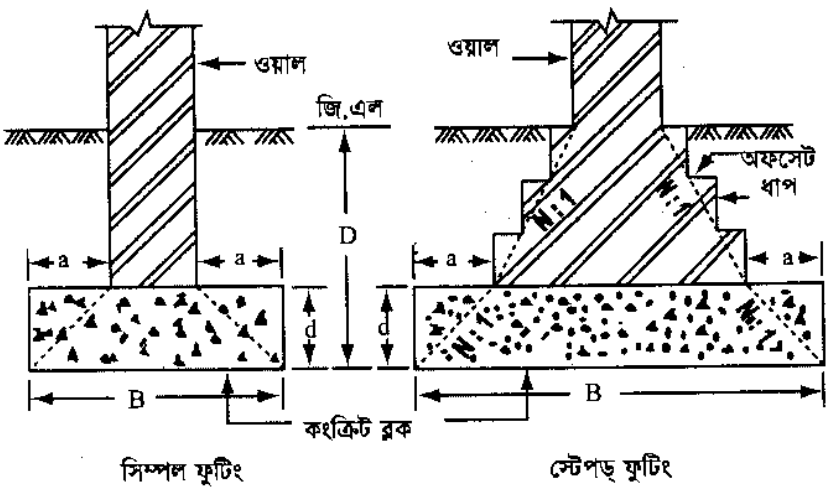
$$\therefore D = \frac{২২০০০}{২০০০}\left[\frac{1-\sin 30^\circ}{1+\sin 30^\circ}\right]^2 = ১১\left[\frac{১-\frac{১}{২}}{১+\frac{১}{২}}\right]^২ = ১১\left[\frac{\frac{১}{২}}{\frac{৩}{২}}\right]^২ = ১১ \times \frac{১}{৯} = ১.২২ \text{ মিটার। (উত্তর)}$$

৯.৮ স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন (Design a strip footing) ঃ

স্ট্রাইপ ফুটিং দুই প্রকার, যথা ঃ

(ক) অফসেটবিহীন সাধারণ স্ট্রাইপ ফুটিং (Simple strip footing without masonry offset) ।

(খ) অফসেটসহ স্ট্রাইপ ফুটিং (Strip footing with masonry offsets) ।



চিত্র ঃ ৯.১৬ স্ট্রাইপ ফুটিং

ভিত্তি ডিজাইনের ধাপসমূহ ঃ

১। ফুটিং গভীরতা নির্ণয় ঃ

র‍্যানকিন-এর সূত্রানুযায়ী ফুটিং-এর ন্যূনতম গভীরতা

$$D = \frac{p}{w}\left[\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\right]^2$$

এখানে,

p = বেইজের উপর নিরাপদ চাপ বা মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা, কেজি/বর্গমিটার।

w = মাটির একক ওজন, কেজি/ঘনমিটার।

Φ = মাটির স্থিরতা কোণ, ডিগ্রি।

D = ফুটিং-এর ন্যূনতম গভীরতা, মিটার।

স্থায়িত্বের জন্য ফুটিংকে কমপক্ষে ৫০ সেমি মাটির নিচে প্রবেশ করাতে হবে।

২। **ফুটিং-এর প্রস্থ নির্ণয় ঃ** মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতার উপর ফুটিং-এর চওড়া বা প্রস্থ নির্ভর করে।

$$B = \frac{W}{p}$$

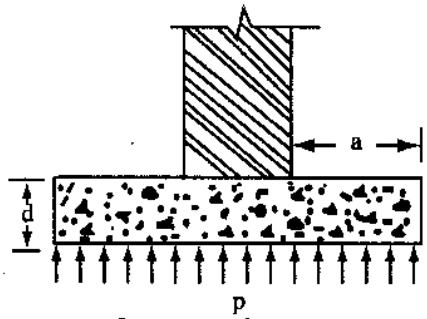
এখানে,

W = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ফুটিং-এর উপর চাপান লোড, কেজি।

P= মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা, কেজি/বর্গমিটার।

B = ফুটিং-এর প্রস্থ, মিটার।

৩। **কংক্রিট বেডের পুরুত্ব নির্ণয় ঃ** কংক্রিটের প্রকার (সিমেন্ট বা লাইম কংক্রিট), কংক্রিট বেডের অফসেটের পরিমাণ, মাটির উর্ধ্বমুখী চাপ ইত্যাদির উপর কংক্রিট বেডের পুরুত্ব নির্ভর করে। অপরদিকে বেন্ডিং, ক্রাশিং এবং শিয়ারিং দ্বারা কংক্রিট ব্লক ব্যর্থ হতে পারে। সাধারণত সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট বিবেচনা করে কংক্রিট ব্লকের পুরুত্ব নির্ণয় করলে ক্রাশিং এবং শিয়ার প্রতিরোধে সক্ষম হবে।



চিত্র ঃ ৯.১৭ কংক্রিট বেড

d = কংক্রিট ব্লকের পুরুত্ব বা গভীরতা, সেমি।

a = কংক্রিট বেডের অফসেটের পরিমাণ, সেমি।

m = সেফ মডুলাস অব রাপচার (Safe modulus of rupture of concrete mix), কেজি/বর্গমিটার।

p = ভিত্তির উপর লোড বা মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা, কেজি/বর্গমিটার।

$$= \frac{p}{(100)^2} \text{ কেজি/বর্গসেমি।}$$

ফুটিং-এর ১ সেমি দৈর্ঘ্য বিবেচনা করে A—A তলে সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট (B.M) হবে-

$$B.M = \frac{p}{100^2} \times a \times \frac{a}{2} = \frac{Pa^2}{2 \times (100)^2} \text{ কেজি সেমি।}$$

কংক্রিট ব্লকের দৈর্ঘ্য ১ সেমি বিবেচনা করলে প্রতিরোধী মোমেন্ট (Moment of resistance)

$$M_r = \frac{md^2}{6} \text{ কেজি/সেমি}$$

বেন্ডিং মোমেন্ট এবং প্রতিরোধী মোমেন্ট সমান ধরলে,

আমরা পাই-

$$m\frac{d^2}{6} = \frac{pa^2}{2 \times (100)^2}$$

$$d^2 = \frac{6pa^2}{2 \times (100)^2 \times m}$$

$$= \frac{3pa^2}{m\,(100)^2}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{3pa^2}{m(100)^2}}$$

$$= \frac{a}{100}\, Rr\left(\frac{3p}{m}\right)$$

বিভিন্ন কংক্রিট মিক্সের মডুলাস রাপচার নিম্নে দেয়া হল (Modulus of rupture of various concrete mix) ঃ

ক্রমিক নং	কংক্রিটের প্রকার	(m) in kg/m^2
১।	লাইম-সুরকি কংক্রিট (১ মর্টারঃ ৩ স্টোন ব্যালাস্ট)	১.৫৫
২।	হাইড্রলিক লাইম এবং বালি কংক্রিট (১ মর্টার ঃ ৩ স্টোন ব্যালাস্ট)	১.৫৫
৩।	১ ঃ ৪ ঃ ৮ প্লেইন কংক্রিট	২.৪৬
৪।	১ ঃ ৩ ঃ ৬ প্লেইন কংক্রিট (M_{100})	৩.৫২
৫।	১ ঃ ২ ঃ ৪ প্লেইন কংক্রিট (M_{150})	৫.২৭

ক) সাধারণ স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন ঃ যখন দেওয়াল হালকা লোড বহন করে অথবা মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা খুবই বেশি, তখন ফুটিং-এর চওড়া ($B = \frac{W}{P}$) খুবই কম আসে। এ অবস্থায় সাধারণ স্ট্রাইপ ফুটিং (চিত্র ঃ ৯.১৫ a) ব্যবহার করা হয়। দেওয়াল সরাসরি কংক্রিট বেইজের উপর অবস্থান এবং গাঁথুনির সময় কোন অফসেট দেওয়া হয় না। এক্ষেত্রে দেওয়ালের সম্মুখ (উভয় দিকে) থেকে কংক্রিট বেইজের বর্ধিতাংশে দৈর্ঘ্য (a), ১০ সেমি থেকে ২০ সেমি এর মধ্যে হয়। কংক্রিট বেইজের চওড়া দেওয়ালের পুরুত্বের দুই গুণের (২t) কম হবে না। অর্থাৎ $B < 2T$। কংক্রিট ব্লকের পুরুত্ব বা গভীরতা, সিমেন্ট কংক্রিটের ক্ষেত্রে অফসেটের সমান (a=d) এবং লাইম কংক্রিটের ক্ষেত্রে $\frac{৩}{২}$ a ($d = \frac{3}{2}$ a) হবে। ঢাল (চিত্রানুযায়ী)-

সিমেন্ট কংক্রিট $n_১ : 1$ ($n_১ = ১$)

লাইম কংক্রিট $n_১ : 1$ ($n_১ = \frac{২}{৩}$)

(খ) স্টেপড্ ফুটিং (Stepped footing) ঃ যখন দেওয়াল বেশি লোড বহন করে অথবা মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা খুব বেশি নয়, তখন বেইজের চওড়া (T+ ২a) এর বেশি হবে। এক্ষেত্রে গাঁথুনির সময় অফসেট দিতে হয়, যেন দেওয়াল বৃহত্তর ক্ষেত্রফলের উপর লোড স্থানান্তর করতে পারে। (চিত্র ঃ ৯.১৫ b) বিস্তৃতির হার কংক্রিট বেইজের ক্ষেত্রে $n_১ : ১$ হবে।

এখানে, n = horizontal

1= vertical

১। ইট এবং পাথরের গাঁথুনির ক্ষেত্রে ঃ $n = \frac{1}{2}$ আনুভূমিক এবং ১ উল্লম্ব।

২। লাইম কংক্রিটের ক্ষেত্রে ঃ $n = \frac{2}{3}$ আনুভূমিক এবং ১ উল্লম্ব।

৩। সিমেন্ট কংক্রিটের ক্ষেত্রে ঃ n = ১ আনুভূমিক এবং ১ উল্লম্ব।

T = দেওয়ালের পুরুত্ব

B = ফুটিং-এর চওড়া।

সুতরাং ন্যূনতম গভীরতা হবে- (যদি বিস্তৃতির হার একই রকম হয়)

$n : ১ : \frac{B-T}{2} : D_{min}$

$(\frac{B-T}{2}) = n.\ D_{min}$

$\therefore D_{min} = \frac{B-T}{2n} = \frac{1}{2n}(B-T)$

এবং বিস্তৃতির হার (Rate of spread) বিভিন্ন হলে–

d = কংক্রিট ব্লকের গভীরতা বা পুরুত্ব

$B - T = ২ [n (D_{min} - d) + n_১ d]$

$= ২ [n D_{min} - nd + n_১ d]$

$= ২n D_{min} - ২nd + ২n_১ d$

বা, $২n D_{min} = (B - T) + ২nd - ২n_১ d$

$= (B - T) + 2d (n - n_১)$

$\therefore \quad D_{min} = \frac{1}{2n} [(B - T) - ২d (n_১ - n)]$

উদাহরণ ঃ মাটির লেভেল হতে ৩.৫ মিটার উঁচু এবং ৩০ সেমি চওড়া দেওয়ালের জন্য একটি স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন করতে হবে। মাটির একক ওজন ১৭০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° ডিগ্রি এবং মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা ১৬ টন/বর্গমিটার। দেওয়াল প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ১২ টন লোড বহন করে। লাইম কংক্রিটের বেইজের উপর গাঁথুনি হবে। লাইম কংক্রিটের ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার এবং মডুলাস অব রাপচার ১৬ টন/বর্গমিটার। গাঁথুনির ওজন ১৯৫০ কেজি/ঘনমিটার। [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ

১। ফুটিং-এর চওড়া ঃ

বেইজের উপর সর্বমোট লোড ঃ উপর থেকে চাপান লোড + দেওয়ালের নিজস্ব ওজন + ভিত্তির ওজন।

উপর থেকে চাপান লোড = ১২ টন/মিটার

দেওয়ালের নিজস্ব ওজন = (০.৩০ × ১ × ৩.৫) × ১৯৫০ = ২.০৫ টন/মিটার ভিত্তির ওজন (মোট লোডের ১০% ধরে)

= ০.১০ × (১২ + ২.০৫) = ১.৪১ টন/মিটার

∴ মোট লোড (যা মাটির উপর স্থানান্তরিত হবে),

W = ১২ + ২.০৫ + ১.৪১ =১৫.৪৬ টন/মিটার

$\therefore$ ফুটিং-এর চওড়া, $B = \frac{W}{P} = \frac{১৫.৪৬}{১৬}$ = ০.৯৬৫ মিটার = ১ মিটার

এখানে, W = ১৫.৪৬ টন/মিটার

P = নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা = ১৬ টন/মিটার

এবং B = ১ মিটার।

২। ফুটি এর গভীরতা (D) ঃ র‍্যানকিনের ফর্মুলা অনুযায়ী ন্যূনতম গভীরতা হবে-

$$D_{min} = \frac{p}{w} \left(\frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}\right)^2$$

এখানে, $p = \text{মাটির চাপ} = \frac{W}{B} = \frac{১৫.৪৬}{১}$ = ১৫.৪৬ টন/ঘনমিটার

w = মাটির একক ওজন = ১৭০০ কেজি/ঘনমিটার

= ১.৭ টন/ঘনমিটার

Φ = মাটির স্থিরতা কোণ = ৩০° ডিগ্রি।

$$\therefore D_{min} = \frac{১৫.৪৬}{১.৭} = \left[\frac{1 - \sin 30^0}{1 + \sin 30^0}\right]^2$$

= ১.০০৯ ≃ ১ মিটার

কিন্তু স্টেইপ ফুটিং-এর ক্ষেত্রে ঃ $D_{min} = \frac{১}{২n}$ [(B–T) – 2d ($n_১$–n)]

এখানে, লাইম কংক্রিটের ক্ষেত্রে

$n_১ = \frac{২}{৩}$ এবং $n = \frac{১}{২}$ (ইটের গাঁথুনির ক্ষেত্রে)

T = দেওয়ালের পুরুত্ব = ৩০ সেমি = ০.৩০ মিটার

B = ফুটিং-এর চওড়া = ১ মিটার।

d = ২T = ২ × ০.৩০ = ০.৬০ মিটার।

$\therefore D_{min} = \frac{১}{২ \times \frac{১}{২}}$ [(১ – ০.৩০) – ২ × ০.৬০ (০.৬৭ – ০.৫০)]

= ০.৪৯৬ = ০.৫০ মিটার।

∴ ০.৫০ < ১ মিটার।

∴ D = ১ মিটার ব্যবহার করতে হবে।

বিঃ দ্রঃ ন্যূনতম গভীরতা (D_{min}) নির্ণয় করার জন্য কংক্রিট ব্লকের পুরুত্ব ধরতে হবে অথবা $n_১ = n$ ধরতে হবে। এক্ষেত্রে n_1 = n ধরাই শ্রেয়।

∴ n_1 = n ধরে

$D_{min} = \frac{1}{2n}$ [(B –T) – 2d (n_1 – n)]

$= \frac{1}{2n}$ [(B –T) – ২d (n – n)]

$= \frac{1}{2n}$ [(B –T) –0]

$= \frac{1}{2n}$ (B –T) = $\frac{B - T}{2n} = \frac{1 - 0.30}{2 \times \frac{1}{2}}$ = 0.7 মিটার < 1 মিটার

∴ D = 1 মিটার।

৩। Proportioning of foundation :

দেওয়ালের পুরুত্ব মাটির সমতলে ৩০ সেমি হলে বেইজে ১ মিটার হবে।

∴ দেওয়ালের উভয় পার্শ্বে বর্ধিতাংশের পরিমাণ = $\frac{B - T}{2} = \frac{১০০-৩০}{২} = \frac{৭০}{২}$ = ৩৫ সেমি

এবং একপার্শ্বে অফসেট দিতে হবে = ৩৫–১৫ (দেওয়ালের পুরুত্বে অর্ধেক) = ২০ সেমি।

∴ প্রতিটি অফসেটের পরিমাণ (সর্বোচ্চ) = ৫ সেমি

অফসেটের সংখ্যা = $\frac{২০}{৫}$ = ৪টি

অফসেটের উচ্চতা = ২ × ৫ = ১০ সেমি

৪। কংক্রিট ব্লকের পুরুত্ব ঃ

অফসেট, a = ১৫ সেমি

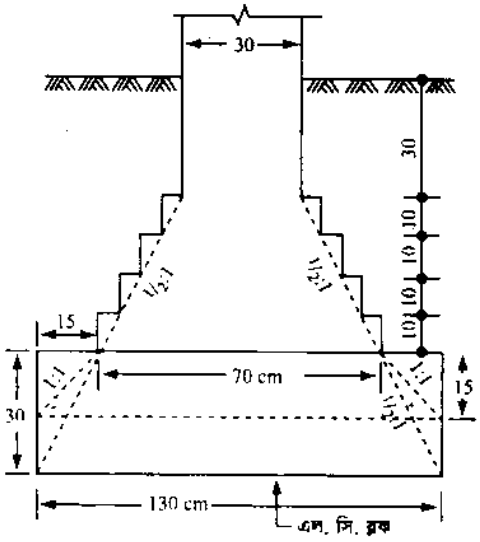
$\therefore d = \frac{a}{100}\sqrt{\frac{3p}{m}}$ এখানে, p = ১৫.৪৬ টন/বর্গমিটার

m = ১৬ টন/বর্গমিটার

$= \left(\frac{১৫}{১০০০}\right) \times (১.৭০ \times ১০০)$ = ২৫.৫৩ সেমি

ধরি,

d = ৩০ সেমি



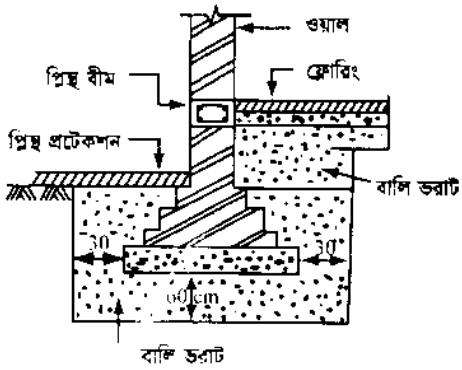
চিত্র ঃ ৯.১৮ স্ট্রাইপ ফুটিং

ব্লাক কটন সয়েলের ভিত্তির প্রকারভেদ (Types of foundation in black cotton soils) ঃ আর্দ্রতার পরিবর্তনের সাথে সাথে ব্লাক কটন সয়েলের সংকোচন এবং প্রসারণ অনেক বেশি। এ জাতীয় মাটির ক্ষেত্রে তিন প্রকার ভিত্তি প্রদান করা হয়। যথা ঃ

১। স্ট্রাইপ বা প্যাড ভিত্তি (Strip or Pad foundation) ২। পায়ার ভিত্তি (Pier foundation)

৩। আন্ডার রীমড পাইল ভিত্তি (Under-reamed pile foundation)

স্ট্রাইপ বা প্যাড ভিত্তি ঃ মাঝারি ওজনের কাঠামোর ওয়ালের জন্য স্ট্রাইপ ভিত্তি এবং কলামের জন্য প্যাড ভিত্তি প্রদান করা হয়। (চিত্র ঃ ৯.১৮)।



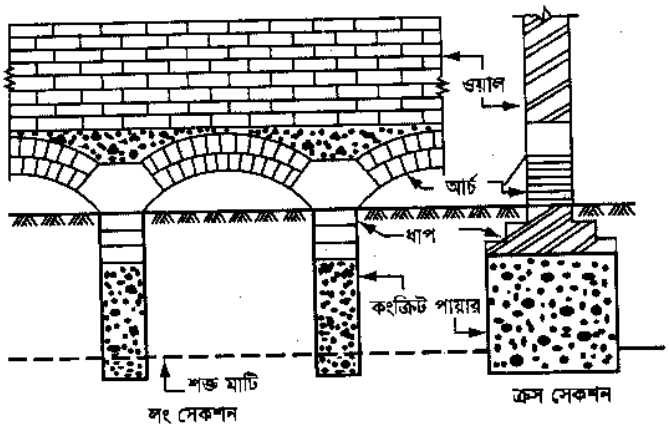
চিত্র ঃ ৯.১৯ স্ট্রাইপ বা প্যাড ভিত্তি

পায়ার ভিত্তি (Pier foundation) ঃ যেখানে বেলে মাটি বা নরম মাটি বা ব্লাক কটন সয়েলের অভ্যন্তরে স্বল্প গভীরতায় শক্ত স্তর পাওয়া যায়, সেখানে অধিক ভারবহনকারী কাঠামোর লোডকে শক্ত স্তরে স্থানান্তরিত করার জন্য পায়ার ভিত্তি ব্যবহার করা হয়।

পায়ার ভিত্তি সাধারণত গোলাকার হয়ে থাকে। বিয়ারিং পাইল হতে এর পার্থক্য এই যে, মাটি খননপূর্বক কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করে পায়ার নির্মাণ করা হয়। অন্যদিকে বিয়ারিং পাইল হাতুড়ির আঘাতের মাধ্যমে বসান হয়।

পায়ারকে পানির নিচেও বসানো যায়। একে ইট, আর.সি.সি. স্টীল, কাস্ট আয়রন এবং কংক্রিট ইত্যাদি দ্বারা তৈরি করা যেতে পারে। পায়ার নিরেট প্রস্থচ্ছেদী বা ফাঁপা প্রস্থচ্ছেদী হতে পারে। ফাঁপা আকারের হলে দুর্বল কংক্রিট, বালি, ছাই, পাথর অথবা যে-কোন শক্ত নিষ্ক্রিয় পদার্থ দ্বারা পূর্ণ করে দিতে হয়।

পায়ারের ব্যাস বা ন্যূনতম পরিমাপ পায়ার উচ্চতার $\frac{১}{২}$ অংশের চেয়ে কম হবে না। মাটির প্রকৃতি এবং যে গভীরতায় শক্ত স্তর অবস্থিত, কাঠামোর লোড ইত্যাদির উপর নির্ভর করে পায়ার শ্যাফটের ব্যাস এবং পারস্পরিক দূরত্ব নির্ণয় করা হয়।



চিত্র ঃ ৯.২০ পায়ার ভিত্তি

পায়ার ভিত্তির সুবিধা ঃ

১। মাটির খারাপ অবস্থার জন্য পাইল বসানো সম্ভব না হলে পায়ার নির্মাণ করা হয়।

২। পায়ার নির্মাণ করতে মাটিতে কম্পন সৃষ্টি হয় না।

৩। এটা মাটির পার্শ্বসরণকে বাধা দেয়।

৪। হালকা যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

৫। নির্মাণখরচ কম।

৬। অধিক লোড বহনে বেশ সুবিধাজনক।

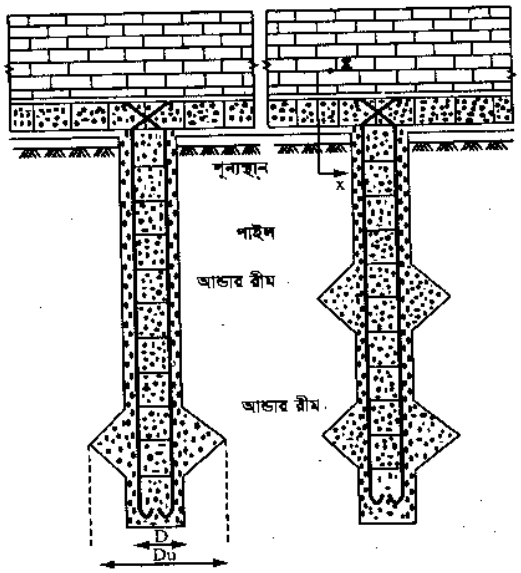
পায়ার ভিত্তির অসুবিধা ঃ

১। সাধারণ কাজে ব্যবহার করা যায় না।

২। তৈরির সময় যথেষ্ট সর্তকতা অবলম্বন করতে হয়।

৩। দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন হয়।

আন্ডার রীমড পাইল ঃ ব্লাক কটন সয়েল, ভরাটকৃত মাটি, স্বল্প ভারবাহী ক্ষমতাসম্পন্ন মাটি এবং সংকোচন প্রসারণশীল, সে সমস্ত ক্ষেত্রে কাঠামোতে ফাটলের সৃষ্টি হতে পারে। তাই মাটির আপেক্ষিক সরণ প্রতিরোধের জন্য এ পাইল ব্যবহার করা হয়। এ প্রকার পাইল নোংগর হিসাবে প্রদান করা হয়। এ নোংগর মাটির এমন গভীরে দেওয়া হয়, যেখানে মাটি প্রাকৃতিক প্রভাব থেকে মুক্ত।



(a) Single Under Reamed pile (b) Double Under reamed pile

চিত্র ঃ ৯.২১ আন্ডার রীমড পাইল

আন্ডার রীম পাইলকে কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের মত বসানো হয়। তবে এর নিচের প্রান্তে অর্থাৎ বেইজের কাছাকাছি বাল্বের মত বড় করা হয়। একটি বাল্ব প্রদান করলে তাকে সিংগেল আন্ডার রীম পাইল বলে। একটি অতিরিক্ত বাল্ব প্রদান করলে ভারবহন ক্ষমতা প্রায় ৫০% বৃদ্ধি পায়। বাল্বের সংখ্যা বৃদ্ধি করে ভারবহন ক্ষমতা আরও বাড়ান যায় এবং বহুতল বিশিষ্ট ভবনের জন্য পাইল ব্যবহার করা যায়।

এ পাইলের নির্মাণপদ্ধতি খুবই সহজ। হস্তচালিত অ্যাগারের সাহায্যে প্রয়োজনীয় গভীরতাসম্পন্ন গর্ত খনন করা হয়। বেইজকে বড় করার জন্য আন্ডার রীমার ব্যবহৃত হয়। মাটি সংগ্রহের বালতির উপরে দুই সেট কলাপছিবল ব্লেড একটি রডের সাথে সংযুক্ত থাকে, যাকে আন্ডার রীমার বলে। আন্ডার রীমারকে খাড়া গর্তের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে ব্লেডকে উন্মুক্ত করা হয়। তারপর রীমারকে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে মাটি কেটে বালতিতে পূর্ণ করা হয়। বালতি ভর্তি হলে উপরে উঠিয়ে তলার ঢাকনা খুলে মাটি ফেলানো হয়। এভাবে গর্তের তলদেশে রীম তৈরি করা হয়। আন্ডার রীম পাইলের ব্যাস ২০ থেকে ৫০ সেমি এবং রীমের বাল্বের ব্যাস পাইল ব্যাসের ২ থেকে ৩ গুণের মধ্যে হয়। দুটি পার্শ্ববর্তী রীমের দূরত্ব বাল্বের ব্যাসের ১.২৫ হতে ১.৫ গুণ হয়ে থাকে। আর এ পাইল ৩ থেকে ৮ মিটার পর্যন্ত লম্বা হয়। সুবিধামত ক্যাপিং বীম দ্বারা পাইলগুলোকে সংযুক্ত করা হয়। এ ক্যাপিং বীম মাটির লেভেল থেকে ৮ হতে ১২ সেমি উপরে হবে। মাটির পার্শ্বসরণের জন্য এ ফাঁকা রাখা হয়। আন্ডার রীম পাইলের ভারবহন ক্ষমতা নিম্নলিখিত উপায়ে বাড়ানো হয়–

১। বাল্বের সংখ্যা বৃদ্ধি করে

২। পাইলের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে

৩। পাইলের ব্যাস বৃদ্ধি করে

স্প্রেড ফুটিং-এর ব্যর্থতা (Structural failures of spread footing) ঃ

নিম্নলিখিত উপায়ে স্প্রেড ফুটিং ব্যর্থ হতে পারে, যথা ঃ

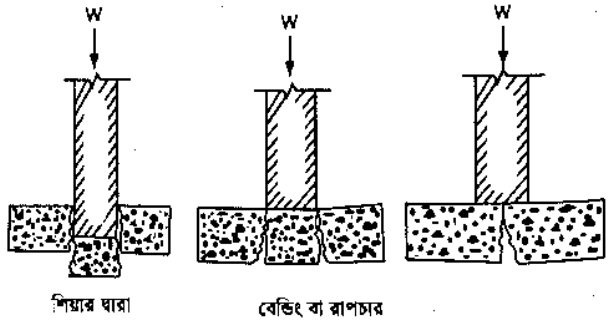
১। শিয়ারিং দ্বারা (By shearing)

২। বেন্ডিং বা রাপচার হয়ে (By bending or rupture)

৩। ক্রাশিং হয়ে (By crushing)

৪। স্প্রেডিং হয়ে (By spreading)

১। **শিয়ারিং দ্বারা ঃ** বেইজের যে অংশটুকুর উপর ওয়াল স্থাপন করা হবে, সে অংশটুকু ওয়ালের নিজস্ব ওজনের পাঞ্চিং শিয়ার হয়ে নিচের দিকে বসে যাওয়াকে শিয়ারিং ব্যর্থতা বলে। ব্যর্থতার ফলে বেইজের উভয় পার্শ্বের বর্ধিত অংশদ্বয় মাটির চাপে উপরের দিকে উঠে আসে। (চিত্র ঃ ৯.২২ a)



চিত্র ঃ ৯.২২ বিভিন্ন প্রকার ব্যর্থতা

২। **বেন্ডিং দ্বারা ঃ** ভিত্তির বেইজে যদি বক্রতাজনিত কারণে ব্যর্থ হয় অর্থাৎ ওয়ালের নিম্নস্থ বেইজ, বেন্ডিং-এর কারণে ফাটল হলে তাকে বেন্ডিং ব্যর্থতা বলে। এ ফাটল বেইজের মধ্যবর্তী অংশ অথবা দেওয়াল প্রান্তের সরাসরি নিচে সংঘটিত হতে পারে। (চিত্র ঃ ৯.২২ b ও c)।

৩। **ক্রাশিং দ্বারা ঃ** দুর্বল নির্মাণসামগ্রী ভিত্তির বেইজে ব্যবহৃত হলে ওয়ালের চাপে বেইজ ভেঙে গুঁড়া হয়ে যেতে পারে, এ প্রকার ব্যর্থতাকে ভিত্তির ব্যর্থতা বলে।

৪। **স্প্রেডিং দ্বারা ঃ** কাদামাটি বা ব্লাক কটন মাটির ক্ষেত্রেভিত্তি তলের পার্শ্বস্থ মাটির সরণ ঘটে। ফলে ভিত্তি ছড়িয়ে গিয়ে ব্যর্থ হয়, এরূপ ব্যর্থতাকে স্প্রেডিং ব্যর্থতা বলে।

অনুশীলনী-৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

[বাকাশিবো-২০০২, ১৩]

১। **অগভীর ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর : টারজাগির (Tarzaghi) মত অনুসারে, যেসব ভিত্তির গভীরতা এর প্রস্থের সমান বা কম তাকে অগভীর ভিত্তি বলে।

[বাকাশিবো-২০০৪]

২। **ফুটিং বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর : অগভীর ভিত্তির সাথে ফুটিং শব্দটি সম্পর্কিত। অগভীর ভিত্তির পরিবর্তে ফুটিং শব্দটি ব্যবহৃত হয়। অতএব, ফুটিং হল ভিত্তির অংশবিশেষ যা ইট, পাথর বা কংক্রিটের তৈরি দেওয়াল বা কলাম। এর উদ্দেশ্য হল, কাঠামোর লোডকে ভিত্তিতলের বৃহত্তর ক্ষেত্রের উপর ছড়িয়ে দেয়া।

[বাকাশিবো-২০১০]

৩। **অগভীর ভিত্তি বা ফুটিং কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর : ফুটিং প্রধানত চার প্রকার। যথা–

১। স্প্রেড ফুটিং;
২। কম্বাইন্ড ফুটিং;
৩। স্ট্রাপ ফুটিং;
৪। ম্যাট বা র‍্যাফট ভিত্তি।

[বাকাশিবো-২০১২]

৪। **স্প্রেড ফুটিং বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর : কাঠামোর বেইজকে ধাপে ধাপে প্রশস্ত করে কাঠামোর ভর বৃহত্তর এলাকায় বন্টন করার জন্য যে ফুটিং নির্মাণ করা হয়, তাকে স্প্রেড ফুটিং বলে। মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতানুযায়ী ফুটিংকে ধাপে ধাপে চওড়া করা হয়।

৫। **কম্বাইন্ড ফুটিং কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর : কম্বাইন্ড ফুটিং তিন প্রকার, যথা ঃ

১। কম্বাইন্ড আয়তাকার ফুটিং,
২। কম্বাইন্ড ট্রাপিজয়ডাল ফুটিং ও
৩। কনটিনিউয়াস ফুটিং

৬। **কংক্রিট বেড কী কী কাজ সম্পাদন করে?**

উত্তর : কংক্রিট বেড নিম্নলিখিত কাজগুলো সম্পাদন করে–

১। কংক্রিট বেড একটি সমতল পৃষ্ঠ প্রদান করে, যার উপর ওয়াল ফুটিং-এর কাজ শুরু করা হয়।
২। কংক্রিট বেড পরিখার অসমতল পৃষ্ঠকে সমতল করে।
৩। ভিত্তিতলের নরম স্থানসমূহের মধ্যে ব্রিজের ন্যায় কাজ করে।
৪। বৃহত্তম ক্ষেত্রফলের উপর লোডকে সমভাবে করতে সাহায্য করে।

[বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১৩

৭। **আর.সি.সি. কলাম ফুটিং কী কী কারণে ব্যর্থ হতে পারে?**

উত্তর : আর.সি. সি. কলাম ফুটিং নিম্নলিখিত কারণে হতে পারে–

১। কলাম এবং কলাম বেইজের মধ্যে পাঞ্চিং শিয়ার হলে।
২। কলাম ফুটিং এর বড় এবং কংক্রিটের মধ্যকার বন্ড নষ্ট হওয়ার ফলে।
৩। কংক্রিট ফুটিং-এ ডায়াগোনাল শিয়ার হলে।
৪। কংক্রিট ফুটিং-এর বর্ধিতাংশ বেন্ডিং দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হলে।

৮। গ্রিলেজ ভিত্তি কোথায় এবং কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সাধারণত ভারী কাঠামোর লোডকে কলাম, পায়ার অথবা Stanchion দ্বারা স্বল্প ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন মাটিতে ছড়িয়ে দেয়ার জন্য গ্রিলেজ ভিত্তি ব্যবহার করা হয়। এটি হালকা এবং আর্থিকভাবে সাশ্রয়ী।

৯। কোন কোন ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং প্রদান করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ০৬]

উত্তর নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং প্রদান করা হয়–

১। যখন দুটি কলাম খুব কাছাকাছি হয় এবং ফুটিং ওভারল্যাপ করলে।

২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম হলে অর্থাৎ স্বতন্ত্র কলামের জন্য বেশি জায়গায় প্রয়োজন হলে।

৩। যখন কলাম প্রান্ত সীমানা রেখায় পড়ার ফলে ফুটিং সীমানা রেখার দিকে বর্ধিত করার সুযোগ না থাকলে।

১০। যুক্ত ফুটিং ডিজাইনের সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?
অথবা, যুক্ত ফুটিং কখন নির্মাণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর যুক্ত ফুটিং ডিজাইনে লক্ষণীয় বিষয়সমূহ নিম্নরূপ–

১। কলাম এবং ফুটিং-এর মোট ওজনকে মাটির ভারবহন ক্ষমতা দ্বারা ভাগ করে যে ক্ষেত্রফল পাওয়া যাবে, বেইজের ক্ষেত্রফল অবশ্যই তার সমান বা বেশি হলে।

২। যুক্ত কলাম লোডের ভরকেন্দ্র এবং বেইজে ক্ষেত্রফলের ভরকেন্দ্র একই খাড়া রেখায় হলে।

৩। কলামদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব বেশি হলে প্রতিটি কলামের জন্য আলাদাভাবে ফুটিং তৈরি করে একটি বীম দ্বারা সংযুক্ত করতে হলে।

৪। যদি কলামের বাইরের দিকে যুক্ত ফুটিং-এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করা যায়, তবে কলাম দুটির মধ্যবর্তী যুক্ত ফুটিং-এ বেন্ডিং মোমেন্টের পরিমাণ হ্রাস পাবে।

১১। র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১৩]

উত্তর র‍্যাফট বা ম্যাট একটি যুক্ত ফুটিং, যা কাঠামোর নিম্নস্থ সমস্ত ক্ষেত্রফলকে আবৃত করে নির্মাণ করা হয়। এটা কাঠামোর সমস্ত দেওয়াল ও কলামকে একযোগে সাপোর্ট প্রদান করে।

১২। র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর ভরাট মাটি, নরম মাটি অথবা জলাশয় এলাকায় যেখানে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম যেখানে অতিরিক্ত কেন্দ্রীভূত লোডের কাঠামোগুলো র‍্যাফট ভিত্তির সাহায্যে নির্মাণ করা হয়। খনিজ এলাকায় সেখানে যে-কোন মুহূর্তে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কমতে পারে অথবা সাব-সয়েলে পানির অনিশ্চিত বৈশিষ্ট্যপূর্ণ এলাকায় র‍্যাফট ভিত্তি নির্মাণ করা হয়। যেখানে পাইল ভিত্তি সুবিধাজনক হয় না এবং যুক্ত কলাম ফুটিং অবাস্তব, সে সমস্ত দুরূহ এলাকায় র‍্যাফট ভিত্তির ব্যবহার আর্থিকভাবে সাশ্রয়ী।

১৩। পায়ার ভিত্তি কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর যেখানে বেলেমাটি বা নরম মাটি বা ব্লাক কটন সয়েলের অভ্যন্তরে স্বল্প গভীরতায় শক্ত স্তর পাওয়া যায়, সেখানে অধিক ভারবহনকারী কাঠামোর লোডকে শক্ত স্তরে স্থানান্তরিত করার জন্য পায়ার ভিত্তি ব্যবহার করা হয়।

১৪। ভিত্তি প্রধানত কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ভিত্তি প্রধানত দুই প্রকার। যথা–

১। অগভীর ভিত্তি

২। গভীর ভিত্তি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

[বাকাশিবো-২০১০]

১। অগভীর ভিত্তির শ্রেণিবিন্যাস দেখাও।

উত্তর ঃ ৯.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ স্ট্রাপ ফুটিং-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর ঃ ৯.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। অগভীর ভিত্তির সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর ঃ ৯.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। অগভীর ভিত্তির সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ।

উত্তর ঃ ৯.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। অগভীর ভিত্তি নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ লিখ।

উত্তর ঃ ৯.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। র‍্যানকিনের সূত্রানুযায়ী ভিত্তির গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১

অথবা, ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩, ১

উত্তর ঃ ৯.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। স্প্রেড ভিত্তির ব্যর্থতাগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর ঃ ৯.৮ অনুচ্ছেদ এর স্প্রেড ফুটিং-এর ব্যর্থতা দ্রষ্টব্য।

৮। পায়ার ভিত্তির চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।

উত্তর ঃ ৯.৮ অনুচ্ছেদ এর চিত্র ৯.২০ দ্রষ্টব্য।

৯। পায়ার ভিত্তির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর ঃ ৯.৮ অনুচ্ছেদ-এর পায়ার ভিত্তির সুবিধা ও অসুবিধা দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। স্টীল গ্রিলেজ ভিত্তি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৪ অনুচ্ছেদের ঙ-এর '১' দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ কাঠের গ্রিলেজ ভিত্তি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৪ অনুচ্ছেদের ঙ-এর '২' দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্রসহ ট্রাপিজয়ডালযুক্ত ফুটিং এবং স্ট্রাপ ফুটিং-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৪ অনুচ্ছেদের ক ও চ-এর যুক্ত ফুটিং দ্রষ্টব্য।

৪। স্ট্রাইপ ভিত্তি ডিজাইনের ধাপগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ ৯.৮ অনুচ্ছেদের ভিত্তি ডিজাইনের ধাপসমূহ দ্রষ্টব্য।

৫। স্প্রেড ফুটিং এবং র‍্যাফট ভিত্তির মাঝে মূল পার্থক্য চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত: ৯.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। চিত্রসহ র‍্যাফট ফাউন্ডেশনের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত: ৯.৪ অনুচ্ছেদের ম্যাট বা র‍্যাফট ভিত্তি দ্রষ্টব্য।

৭। একটি কম্বাইন্ড ফুটিং-এর চিত্র অঙ্কন করে ইহা প্রদানের কারণগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: ৯.৪ অনুচ্ছেদের যুক্ত ফুটিং দ্রষ্টব্য।

৮। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২১৬০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ১৬০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর সংকেত: ৯.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। পায়ার ভিত্তির চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: ৯.৮ অনুচ্ছেদের চিত্র ৯.২০ দ্রষ্টব্য।

১০। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২৫,৩০০ কেজি/m^2, ওজন ১৬০০ কেজি/m^3, স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯]

উত্তর সংকেত: ৯.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১১। মাটির লেভেল হতে ৩.৫ মিটার উঁচু এবং ২৫ সেমি চওড়া দেয়ালের জন্য একটি স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন কর। মাটির একক ওজন ১৮০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা, কোণ ৩০° এবং মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা ১৬ টন/বর্গমিটার। দেয়াল প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ১২ টন লোড বহন করে। লাইম কংক্রিটের বেস এর ওপর গাঁথনি হবে। লাইম কংক্রিটের ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার এবং মডুলাস অব রাপচার ১৬ টন/বর্গমিটার। গাঁথনির ওজন ১৯৫০ কেজি ঘনমিটার। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর সংকেত: ৯.৮ অনুচ্ছেদের উদাহরণ দ্রষ্টব্য।

১২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২২০০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ওয়াল ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত: ৯.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

গভীর ভিত্তি
(Deep Foundation)

অধ্যায় ১০

১০.১ গভীর ভিত্তি (Deep foundation) ঃ

যে সকল ভিত্তির গভীরতা প্রস্থের তুলনায় অনেক বেশি হয় তাকে গভীর ভিত্তি বলে। সাধারণভাবে খাদ বা গর্ত খনন করে গভীর ভিত্তি নির্মাণ করা হয় না। ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি যদি উত্তম ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন কোন স্তর না পাওয়া যায়, তবে প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন স্তর পাওয়ার জন্য মাটির অনেক গভীরে কাঠামোর ভিত্তি স্থাপন করা হয়। তা ছাড়াও কাঠামোর দীর্ঘ স্থায়িত্বের জন্য অনেক সময় গভীর ভিত্তির প্রয়োজন হয়। যেমন– ব্রীজের পায়ার অনেক গভীরে স্থাপন করা হয়।

গভীর ভিত্তির শ্রেণিবিভাগ (Classification of deep foundation) ঃ

সাধারণত নির্মাণকৌশল অনুযায়ী গভীর ভিত্তি তিন প্রকার, যথা ঃ

ক) পাইল ভিত্তি (Pile foundation)

খ) কফার ড্যাম (Coffer dams)

গ) কেইসন বা ওয়েল ভিত্তি (Caisson or well foundation)।

১০.২ পাইল ভিত্তি (Pile foundation) ঃ

যেখানে স্প্রেড ফুটিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় গভীরতা পাওয়া না যায়, সেখানে পাইল ভিত্তি প্রদান করা হয়। অর্থাৎ প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন স্তরের গভীরতা বেশি হলে অথবা ভূপৃষ্ঠ অত্যধিক ঢালবিশিষ্ট হলে সেখানে পাইল ভিত্তি প্রদান করা হয়। সংকোচনশীল মাটি, জলাবদ্ধ মাটি এবং ভরাটকৃত মাটির ক্ষেত্রে যে-কোন ধরনের কাঠামোর জন্য পাইল ভিত্তি নিরাপদ। বিল্ডিং, ট্রেসল ব্রিজ (Trestle-bridge— কাঠ বা ইস্পাতের উপর বসান সেতু), পানি সংলগ্ন কাঠামো (যেমন– পায়ার, ডক্স ইত্যাদি) নির্মাণ করার জন্য পাইল ব্যবহৃত হয়। সাধারণভাবে প্রকল্প এলাকার সব ধরনের ভিত্তির সমস্যা সমাধানের একমাত্র উপায় হচ্ছে পাইল ভিত্তি। বর্তমানে দালানে পাইল ভিত্তির ব্যবহার সর্বাধিক। নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তির ব্যবহার সুবিধাজনক।

১। সুপারস্ট্রাকচারের ওজন যখন অত্যধিক হয় এবং ভর অসমভাবে বিস্তৃত করতে হয়।

২। মাটির উপরের স্তরের ভারবহন ক্ষমতা কম হলে।

৩। সাব-সয়েলে পানির উচ্চতা বেশি হওয়ার কারণে খাদ বা গর্ত হতে পানি পাম্প করে অগভীর ভিত্তি নির্মাণ কষ্টসাধ্য এবং ব্যয়বহুল হলে।

৪। সাব-সয়েলে পানির লেভেল নিয়তঃ পরিবর্তনশীল হলে।

৫। ভিত্তির খাদ খনন সম্ভব না হলে।

৬। সমুদ্র উপকূলে অথবা নদীর তীরের কাঠামোতে পানি Scouring (বেগে ধাবন) ক্রিয়ার সম্ভাবনা থাকলে।

৭। খাল বা গভীর ড্রেনেজ লাইন ভিত্তির পার্শ্বে অবস্থিত থাকলে।

৮। মাটির উপরিস্তর প্রসারণ প্রকৃতির হলে।

৯। ডক, পায়ার এবং অন্যান্য মেরিন স্ট্রাকচার নির্মাণ করতে।

১০। অ্যাংকর হিসাবে ব্যবহৃত হলে।

১১। গ্রিলেজ অথবা র‍্যাফট ফাউন্ডেশন দিতে প্রচুর খরচ হওয়ার সম্ভাবনা থাকলে।

পাইল ভিত্তির প্রকারভেদ (Classification of pile foundation) ঃ

(ক) কার্য সম্পাদন বা ব্যবহার (Function or use) অনুযায়ী পাইলকে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা যায়, যথাঃ

১। ভারবাহী বা বিয়ারিং পাইল (Bearing pile)
২। ঘর্ষণ বা ফ্রিকসন পাইল (Friction Pile)
৩। শীট পাইল (Sheet pile)
৪। নোঙ্গর বা অ্যাংকর পাইল (Anchor pile)
৫। ব্যাটার পাইল (Batter pile)
৬। ফেন্ডার পাইল (Fender pile)
৭। কম্প্যাকসন পাইল (Compaction pile)।

(খ) নির্মাণসামগ্রী (Materials and composition) অনুযায়ী পাইল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়, যথাঃ

১। টিম্বার পাইল (Timber pile)
২। কংক্রিট পাইল (Concrete pile)
৩। কম্পোজিট পাইল (Composite pile)
৪। স্টীল পাইল (Steel pile)
৫। স্যান্ড পাইল (Sand pile)।

কংক্রিট পাইলের শ্রেণিবিভাগ ঃ

(অ) প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইল (Pre-cast concrete pile)
(আ) কাস্ট-ইন-সিটু পাইল (Cast-in-situ pile)
  (ক) ড্রাইভেন পাইল (Driven pile)
    (i) কেইসড (Cased)
    (ii) আনকেইসড (Uncased)
  (খ) বোরড পাইল (Bored pile)
    (i) প্রেসার পাইল (Pressure pile)
    (ii) আন্ডার রীমড পাইল (Under reamed pile)
    (iii) বোরড কম্প্যাকশন পাইল (Bored compaction pile)
  (ই) প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট পাইল (Pre-stressed concrete pile)

কেইসড কাস্ট-ইন-সিটু কংক্রিট পাইলের শ্রেণিবিভাগ ঃ

১। রেমন্ড পাইল (Raymond pile)
২। ম্যাক-আর্থার কেইস পাইল (Mac-arthur case pile)
৩। মনোটিউব পাইল (Monotube pile)
৪। বাটন বটম পাইল (Button bottom pile)
৫। সোয়াজ পাইল (Swage pile)

আনকেইসড কাস্ট-ইন-সিটু কংক্রিট পাইলের প্রকারভেদ ঃ

১। সিমপ্লেক্স পাইল (Simplex pile)
২। ফ্রাংকি পাইল (Franki pile)
৩। ভাইব্রো পাইল (Vibro pile)
৪। পেডেস্টাল পাইল (Pedestal pile)

স্টীল পাইলের প্রকারভেদ ঃ

১। এইচ-পাইল (H-Pile)

২। পাইপ পাইল (Pipe pile)

৩। স্ক্রু-পাইল (Screw pile)

৪। ডিস্ক পাইল (Disc Pile)

৫। শীট পাইল (Sheet pile)

শীট পাইলের প্রকারভেদ ঃ

১। টিম্বার শীট পাইল (Timber sheet pile)

২। প্রি-কাস্ট কংক্রিট শীট পাইল (Pre-cast concrete sheet pile)

৩। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট শীট পাইল (Pre- stressed concrete sheet pile)

৪। স্টীল শীট পাইল (Steel sheet pile)

(গ) **নির্মাণপদ্ধতি** (Method of construction) ঃ নির্মাণপদ্ধতি অনুযায়ী পাইল নিম্নলিখিত প্রকার , যথা ঃ

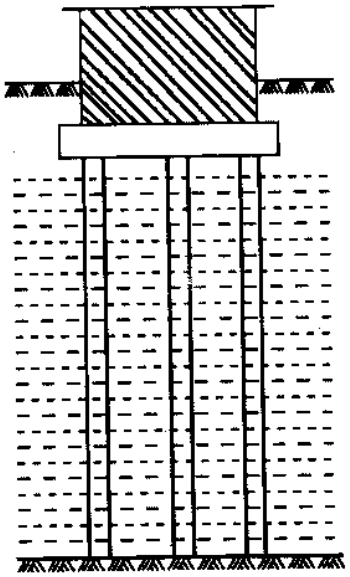
১। প্রি-কাস্ট পাইল (Pre-cast pile)

২। কাস্ট-ইন-সিটু পাইল (Cast-in-situ pile)

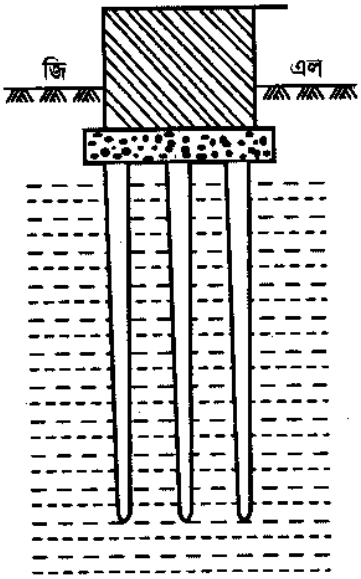
১০.৩ বিভিন্ন প্রকার পাইলের বর্ণনা ঃ

(ক) বিয়ারিং পাইল ঃ নরম মাটি বা পানির মধ্য দিয়ে যে পাইল প্রয়োজনীয় ভারবাহী ক্ষমতাসম্পন্ন শক্ত স্তরে কাঠামোর লোডকে স্থানান্তরিত করে তাকে বিয়ারিং পাইল বলে। [চিত্র ঃ ১০.১]

এ পাইল সরাসরি মাটির অভ্যন্তরের শক্ত স্তরের উপর স্থাপন করা হয়। এটা পিলার হিসাবে সুপারস্ট্রাকচারকে সাপোর্ট দেয় এবং নিরাপদ ভারবাহী স্তরে লোডকে ছড়িয়ে দেয়। বিয়ারিং পাইল কাঠের বা কংক্রিটের হতে পারে।



চিত্র ঃ ১০.১ বিয়ারিং পাইল

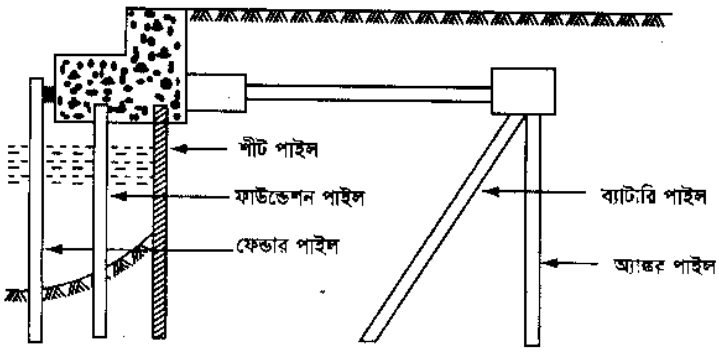


চিত্র ঃ ১০.২ ফ্রিকশন পাইল

(খ) ফ্রিকশন পাইল ঃ যেসব জায়গার মাটি অনেক গভীরতা পর্যন্ত দুর্বল বা নরম থাকে, সেখানে প্রবিষ্ট পাইলের পার্শ্ববর্তী মাটি এবং পাইল সারফেসের মধ্যে উৎপন্ন ঘর্ষণ বল লোড বহন করে। অর্থাৎ স্কীন ফ্রিকশনের (Skin friction) মাধ্যমে লোডকে স্থানান্তরিত করে। এ প্রকার পাইলকে ফ্রিকশন পাইল বা ফ্লোটিং (Floating) পাইলও বলে। [চিত্র ঃ ১০.২]।

যেখানে গভীরতা বৃদ্ধির সাথে সাথে মাটির ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় না অথবা ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধির হার গভীরতা বৃদ্ধির তুলনায় কম সেখানে ফ্রিকশন পাইল ব্যবহার করা হয়। এ পাইলকে শক্ত মাটি বা পাথরের উপর পর্যন্ত প্রবেশ করানোর প্রয়োজন হয় না।

(গ) শীট পাইল ঃ এ পাইল মাটির আনুভূমিক সরণ প্রতিরোধক হিসাবে কাজ করে। এটা বিয়ারিং ও ফ্রিকশন পাইল হতে সম্পূর্ণ আলাদা। কারণ শীট পাইল রিটেইনিং ওয়াল হিসাবে কাজ করে। এটা খাড়া সাপোর্ট হিসাবে কাজ করে না। যেখানে মাটির উপর ভর প্রয়োগ করলে মাটির আনুভূমিক সরণ ঘটে, সে সমস্ত মাটির সরণ প্রতিরোধের জন্য শীট পাইল ব্যবহার করা হয়। অথবা কোন ভিত্তির জন্য নির্দিষ্ট এলাকার মাটিকে আবদ্ধ করে একে প্রবাহমান পানি বা পানি চুয়ানো প্রতিরোধ করার জন্য শীট পাইল ব্যবহার করা হয়। [চিত্র ঃ ১০.৩]



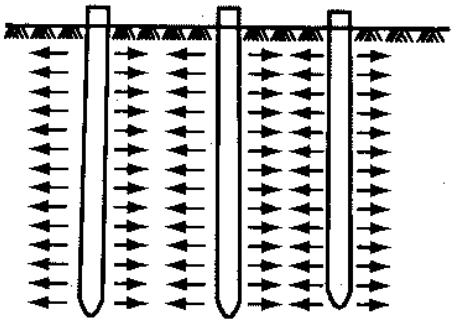
চিত্র ঃ ১০.৩ শীট পাইল

(ঘ) অ্যাংকর পাইল ঃ শীট পাইলিং ওয়াল (Sheet pilling wall)-এর আনুভূমিক টান বা অন্যান্য আনুভূমিক টানা বলকে প্রতিরোধ করার জন্য অ্যাংকর পাইল ব্যবহার করা হয়। [চিত্রঃ ১০.৩]

(ঙ) ব্যাটার পাইল ঃ আনুভূমিক অথবা তীর্যক বলকে প্রতিরোধ করার জন্য তীর্যকভাবে বসান পাইলকে ব্যাটার পাইল বলে। [চিত্র ঃ ১০.৩]

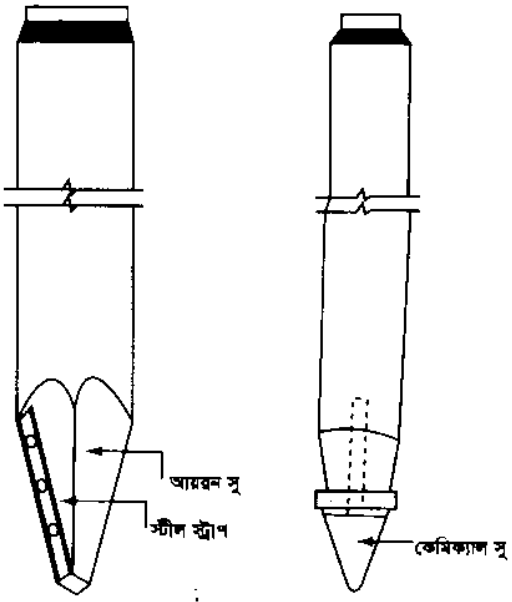
(চ) ফেন্ডার পাইল ঃ কংক্রিটের পাটাতন (Concrete deck) অথবা অন্য যে-কোন পানির পার্শ্বকাঠামোকে (Water front structure) জাহাজ বা বার্জের (Barge) বা যে-কোন ভাসমান বস্তুর আঘাত থেকে রক্ষা করার জন্য যে পাইল ব্যবহার করা হয় তাকে ফেন্ডার পাইল বলে। এ পাইল সাধারণত কাঠের হয়ে থাকে। [চিত্র ঃ ১০.৩]

(ছ) কম্প্যাকশন পাইল ঃ দানাদার মাটি (Granular soil) এর ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি করার জন্য যে পাইল ব্যবহার করা হয় তাকে কম্পাকশন পাইল বলে। [চিত্র ঃ ১০.৪]



চিত্র ঃ ১০.৪ কম্প্যাকশন পাইল

টিম্বার পাইল ঃ ভিজা এবং সংকোচনশীল মাটির উপর হাল্কা কাঠামো নির্মাণ করতে হলে টিম্বার পাইল ব্যবহার করা সুবিধাজনক। এতে খরচও কম হয়। মাটি এবং পাইল পৃষ্ঠের মধ্যকার ঘর্ষণ বল দ্বারা লোড ছড়িয়ে দেওয়া হয়। টিম্বার পাইল সাধারণত ঘর্ষণ পাইল হিসাবে বেশি ব্যবহৃত হয়। শাল, টিক, দেওদারু, বাবুল, খয়ের (Khair) ইত্যাদি গাছ হতে কাঠের পাইল তৈরি করা হয়। খয়ের কাঠের পাইল লবণাক্ততায় নষ্ট হয় না বলে উপকূলীয় নির্মাণকাজে ব্যবহৃত হয়। কাঠের পাইল বর্গাকার অথবা গোলাকার হয়ে থাকে। চিত্র ঃ ১০.৫-এ টিম্বার পাইল দেখান হল। গোলাকার কাঠের পাইলের ব্যাস ৩০ সেমি হতে ৫০ সেমি এবং বর্গাকার পাইলের আকার ৩০ সেমি হতে ৫০ সেমি হয়ে থাকে। পাইলের নিচের অংশ সরু, যার আকার ১৫ সেমি হতে ১৮ সেমি এর মধ্যে থাকে। কাঠের পাইলের দৈর্ঘ্য সাধারণত পাইলের উপরের মাপের ২০ গুণের বেশি হওয়া উচিত নয়। এর নিচের প্রান্তে সি.আই. (Cast iron) সু ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.৫ টিম্বার পাইল

টিম্বার পাইলের সুবিধা ঃ

১। এ পাইল সস্তা এবং খরচ কম হয়।

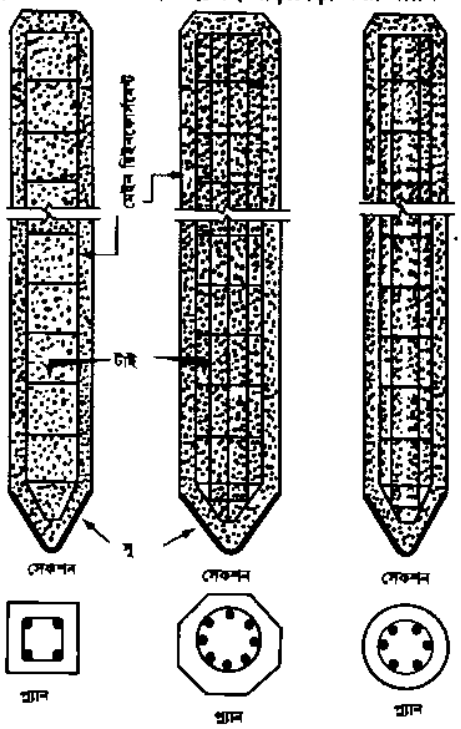
২। সহজে জোড়া দিয়ে অধিক লম্বা করা যায়।

৩। দ্রুত বসানো যায়। ফলে সময়ের অপচয় কম হয়।

৪। এ পাইল বসানোর জন্য ভারী যন্ত্রপাতি এবং দক্ষ কারিগরি তত্ত্বাবধানের প্রয়োজন হয় না।

৫। কাঠের স্থিতিস্থাপক গুণাবলি বিদ্যমান থাকার ফলে যে সমস্ত এলাকায় কিছুটা পার্শ্বচাপের সম্ভাবনা থাকে, সেখানেও এটা ব্যবহার করা যায়।

৬। এ পাইলকে সহজেই কেটে ছোট করা যায় এবং সহজেই নাড়াচাড়া করা যায়।



চিত্র ঃ ১০.৬ প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইল

টিম্বার পাইলের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। এ পাইল পোকামাকড় ও লবণ পানি দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

২। ভরাট মাটির ক্ষেত্রে অক্ষত অবস্থায় এ পাইল বসান সম্ভব নয়।

৩। পাইলের স্থায়িত্বতার জন্য পানির স্থায়ী লেভেলের নিচে পাইলকে কেটে দিতে হয়। ফলে যেখানে সাব-সয়েলের পানির লেভেল অনেক গভীরে থাকে সেখানে পাইল ক্যাপ স্থাপন করার জন্য খননকার্যে বেশি খরচ হয়।

৪। এ পাইলের দৈর্ঘ্য সীমাবদ্ধ থাকায় যেখানে লম্বা পাইলের দরকার সেখানে ব্যবহার করা যায় না। কারণ পাইলের জোড়া স্থান খুব দুর্বল হয়।

৫। এ পাইলের ভারবহন ক্ষমতা কম।

৬। মাটির শক্ত স্তরে বসানো খুব কষ্টকর।

প্রি-কাস্ট বা পূর্ব ঢালাইকৃত কংক্রিট পাইল ঃ স্থায়ী কাঠামোর ক্ষেত্রে, যেখানে অতিরিক্ত ভরবহন করার প্রয়োজন হয় সেখানে প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইল ব্যবহার করা হয়। এ পাইল কার্যস্থল হতে দূরে সুবিধামত স্থানে ঢালাই করা এবং কিউরিং করা হয়। পরে কার্যস্থলে বসানোর জন্য আনা হয়। এ পাইল বৃত্তাকার, আয়তাকার, বর্গাকার, অষ্টভুজ আকারের হয়ে থাকে। এ পাইলের ব্যাস ৩৫ সেমি হতে ৬৫ সেমি এবং দৈর্ঘ্য ৪.৫ মিটার হতে ৩০ মিটার পর্যন্ত হয়ে থাকে। [চিত্র ঃ ১০.৬]।

প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। দক্ষ মিস্ত্রী দ্বারা উন্নতমানের পাইল তৈরি করা যায় এবং সহজেই যে-কোন ত্রুটি মেরামত করা যায়।

২। পাইলের রডগুলো যথাস্থানে স্থাপন করা যায়।

৩। যথাযথ কিউরিং-এর পর ব্যবহার করা হয় বলে কংক্রিট পূর্ণ শক্তি অর্জন করে এবং বসানোর পক্ষে সুবিধা হয়।

৪। এ পাইল পানির নিচেও বসানো যায়।

৫। নরম ও ভিজা মাটিতে এ পাইল বসানো সুবিধাজনক।

৬। পার্শ্ববর্তী পাইল বসানোর সময় পাইলে অতিরিক্ত পীড়ন উৎপন্ন হয় না। অর্থাৎ পাইল বসানোর সময় অন্য পাইলের উপর বিরূপ প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি করে না।

৭। অনেক পাইল একই সময়ে তৈরি করা হয় বলে খরচ কম হয়।

৮। নির্মাণত্রুটি সহজেই সংশোধন করা যায়। কারণ পাইলের ত্রুটি মেরামতের কাজ পাইল বসানোর পূর্বেই করা যায়।

৯। মাটির জৈবিক ও রাসায়নিক ক্রিয়া প্রতিরোধে এ পাইল উচ্চগুণসম্পন্ন।

১০। এ পাইল বসানোর পরপরই লোড চাপান যায়।

১১। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করার পক্ষে খুবই সুবিধাজনক।

প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। এটা খুবই ভারী বিধায় স্থানান্তর করা খুবই কষ্টসাধ্য।

২। পাইল স্থানান্তর এবং বসানোর সময় সতর্কতা অবলম্বন না করলে পাইল ভেঙে যেতে পারে।

৩। পাইল বসানোর জন্য ভারী যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

৪। নাড়াচাড়া এবং বসানোর সময় উৎপন্ন পীড়ন প্রতিহত করার জন্য অতিরিক্ত রডের প্রয়োজন হয়। ফলে খরচ বেশি হয়।

৫। স্থানান্তর কাজের সুবিধার জন্য পাইলকে বেশি লম্বা করা যায় না।

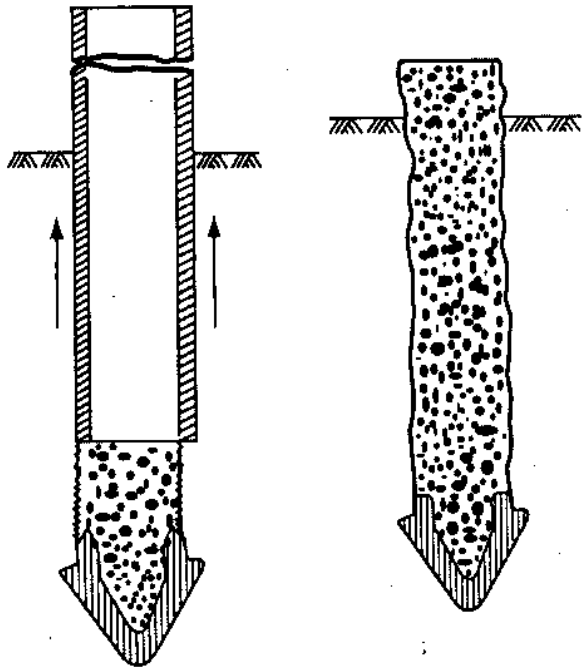
৬। বসানোর পর কিছু লম্বা থাকে, যা কেটে বাদ দিতে হয়। ফলে অতিরিক্ত শ্রম, সময় এবং অর্থের অপচয় হয়।

৭। জোড়া দিয়ে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে খরচ বেশি এবং অনেক পরিশ্রম হয়।

৮। পাইল বসানোর সময় আঘাতের ফলে পাইলকে কিছুটা দুর্বল করে দেয়।

৯। স্বল্প সময়ে প্রয়োজনীয় সংখ্যক পাইলের সরবরাহ পাওয়া না গেলে পাইল বসানোর কাজ দেরি হয়। ফলে আর্থিক ক্ষতি হতে পারে।

কাস্ট-ইন-সিটু বা স্বস্থানে ঢালাইকৃত কংক্রিট পাইল ঃ পাইল বসানোর স্থানে মাটির মধ্যে নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত গর্ত খনন করে যে ঢালাই করা হয়, তাকে কাস্ট-ইন-সিটু পাইল বলে। এ পদ্ধতিতে পাইল বসানোর স্থানে পাইল তৈরির কাজ সম্পূর্ণ করতে হয়। পাইল বসানোর সময় কোন প্রকার পীড়ন সৃষ্টি হয় না। তাই এ প্রকার পাইলে সাধারণত রড ব্যবহার করা হয় না। আবার যেখানে সাব-সয়েলের পানিতে পাইল নিমজ্জিত থাকে সেখানেও রডের প্রয়োজন হয় না। যেখানে পাইল কলাম হিসাবে কাজ করবে এবং পার্শ্বস্থ চাপ প্রতিরোধ করবে, সেখানে রড ব্যবহার করা একান্ত প্রয়োজন।



চিত্র ঃ ১০.৭ কাস্ট-ইন-সিটু পাইল

কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। এ পাইল প্রকৃত দৈর্ঘ্য অনুযায়ী নির্মাণ করা হয়, তাই সময়, অর্থ এবং নির্মাণসামগ্রীর অপচয় হয় না।

২। বসানোর সময় আঘাতের প্রয়োজন হয় না। ফলে নির্মাণকাজ নিখুঁত হয়।

৩। পরিবহন খরচ শূন্য।

৪। কিউরিং-এর জন্য কোন সময়ের অপচয় হয় না।

৫। পাইলের প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি করে অধিক লোড বহনের উপযোগী পাইল তৈরি করা যায়। যেমন– পেডেস্টাল পাইল।

৬। পাইলের গভীরতা এবং মাটির স্তরের ভারবহন ক্ষমতা জানা থাকে বলে সঠিকভাবে পাইল ডিজাইন করা যায়।

কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। পানির নিচে ব্যবহার করা যায় না।

২। যদি রড ব্যবহার করা হয়, তবে রডকে যথাস্থানে স্থাপন করা কষ্টসাধ্য।

৩। কেসিংবিহীন পাইল নির্মাণকালে পার্শ্ববর্তী শুকনা মাটি সদ্যপ্রস্তুত কংক্রিট হতে পানি শোষণ করে নেয় বলে পাইল দুর্বল হয়ে যায়।

৪। যেহেতু কংক্রিটকে উঁচু স্থান হতে ঢালা হয়, সেহেতু কাজের মান সন্তোষজনক হয় না।

৫। কংক্রিটের র‍্যামিং কার্য তদারক করা সম্ভব নয় বিধায় কংক্রিটের মধ্যে ভয়েড থাকার সম্ভাবনা থাকে, যা নির্মাণকাজকে খুঁতযুক্ত করে।

৬। সাব-সয়েলের পানি এবং মাটির মরিচা পড়ার উপাদান দ্বারা সদ্যপ্রস্তুত কংক্রিট আক্রান্ত হতে পারে।

৭। যে সমস্ত কাস্ট-ইন-সিটু পাইলে রড ব্যবহার করা হয় না, সে সমস্ত পাইল মাটির পার্শ্বসরণে ভেঙে যেতে পারে। তাছাড়া পার্শ্ববর্তী পাইল বসানোর সময় ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

কংক্রিট পাইল এবং কাঠের পাইলের মধ্যে তুলনা ঃ

কংক্রিট পাইলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। কংক্রিট পাইলের স্থায়িত্বতা সাব-সয়েলের পানির উপর নির্ভরশীল নয়।

২। বৃহৎ আকার এবং বৃহত্তর ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন বলে কাঠামোর যে-কোন দৈর্ঘ্য, আকার এবং আয়তনে এ পাইল তৈরি করা যায়।

৩। সমুদ্র উপকূলীয় কাজে কোন প্রকার প্রতিষেধক ছাড়াই এ.পাইল ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪। প্রয়োজনীয় নির্মাণসামগ্রী সহজে পাওয়া যায়।

৫। পাইল ক্যাপের সাথে কংক্রিট পাইল অবিচ্ছেদ্য অঙ্গ হিসাবে বন্ধনী সৃষ্টি করে। অন্যদিকে কাঠের পাইলের সাথে বেইজের বন্ধনী সুদৃঢ় হয় না।

কংক্রিট পাইলের অসুবিধাসমূহ ঃ

১। কাঠের পাইলের তুলনায় ব্যয়বহুল।

২। দ্রুততার সাথে বসানো সম্ভব নয়।

৩। বসানোর জন্য ভারী যন্ত্রপাতি এবং সুদক্ষ তদারকির প্রয়োজন।

৪। স্থানান্তর কাজে সৃষ্ট পীড়ন প্রতিরোধ করার জন্য রডের প্রয়োজন হয়।

স্টীল পাইল (Steel pile) ঃ স্টীল পাইল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে, যথাঃ

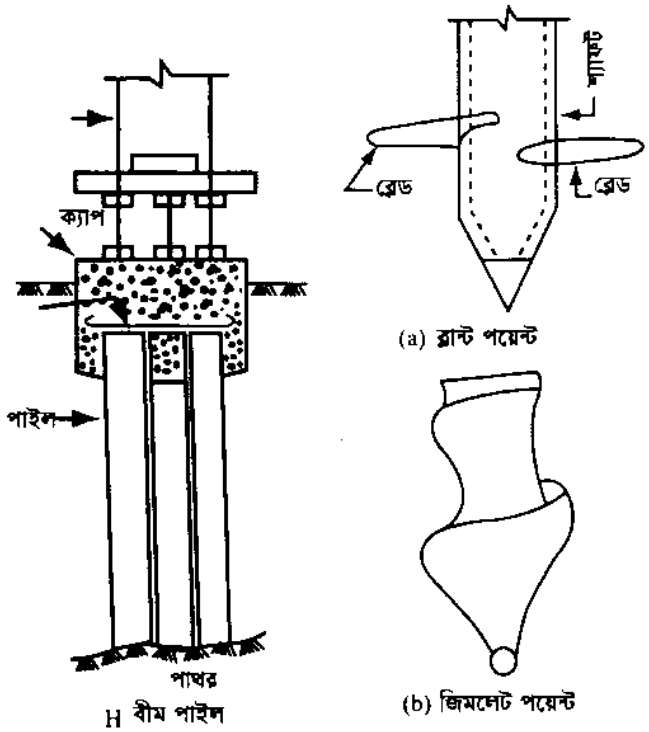
১। এইচ-পাইল (H – Pile)

২। পাইপ পাইল (Pipe pile)

৩। স্ক্রু পাইল (Screw pile)

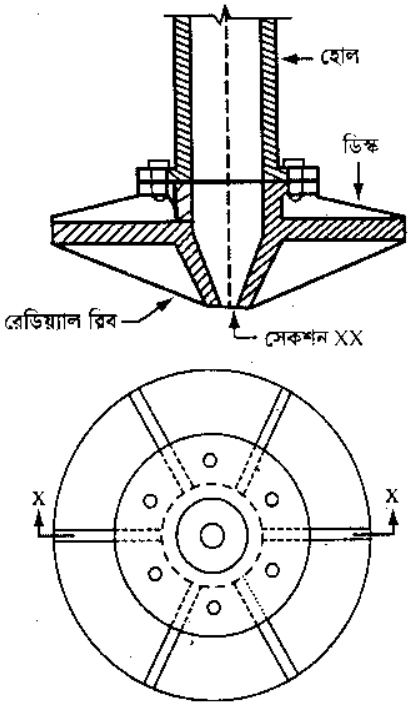
৪। ডিস্ক পাইল (Disc Pile)

৫। শীট পাইল (Sheet pile)



চিত্র ঃ ১০.৮ স্ক্রুপাইল

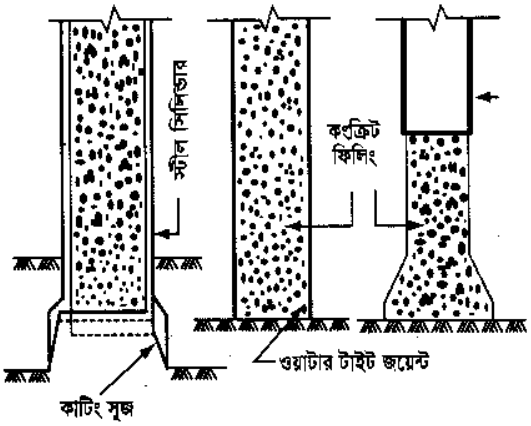
স্ক্রু পাইল (Screw pile) ঃ ১৫ থেকে ৩০ সেমি বহিঃস্থ ব্যাসবিশিষ্ট স্টীল শ্যাফট অথবা কাস্ট আয়রন-এর নিচে স্ক্রু সংযোজন করে এ পাইল তৈরি করা হয়। পাইল ফাঁপা অথবা নিরেট হতে পারে। বেইজের স্ক্রুর ব্যাস ৪৫ থেকে ১৫০ সেমি পর্যন্ত হতে পারে। ইলেকট্রিক মটরের সাহায্যে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে মাটিতে বসান হয়। নরম মাটি অথবা আলগা বেলেমাটিতে এ পাইল খুবই উপযোগী।



চিত্র ঃ ১০.৯ ডিস্ক পাইল

ডিস্ক পাইল (Disc pile) ঃ স্ক্রু পাইলের ন্যায় এ পাইলে ফাঁপা ধাতব পাইপের প্রান্তে কাস্ট আয়রনের ডিস্ক লাগানো থাকে, যাতে পাইলের ভারবাহী ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়। পাইলের নিম্নপ্রান্ত খোলা থাকে। কারণ বসানোর সময় এর মধ্য দিয়ে ওয়াটার জেট পাইপ প্রবেশ করতে হয়। বালি অথবা নরম মাটিতে এ পাইল ব্যবহার করা যায়। তাছাড়া ওয়াটার জেটের মাধ্যমে অনুরূপ মাটি খনন করা সম্ভব হয়। সমুদ্র উপকূলীয় কাঠামো স্থাপনে এ পাইল বেশি ব্যবহৃত হয়।

পাইপ পাইল বা স্টীল সিলিন্ডার (Pipe pile or Steel cylinder)ঃ অত্যন্ত ভারী কাঠামোর ভিত্তিকে নিরেট পাথরের স্তরে বসানো যুক্তিযুক্ত। নরম মাটির গভীরতা ৬-৭ মিটার-এর বেশি হলে এবং পাথরের স্তর পাওয়া গেলে অধিক সংখ্যক পাইলের প্রয়োজন হয়। এ অসুবিধা দূর করার জন্য ১ থেকে ১.৫ মিটার ব্যাসের ১৫ মিমি থেকে ২০ মিমি পুরু ফাঁপা স্টীল পাইপকে ভিত্তি হিসাবে ব্যবহার করা হয়। (চিত্র ঃ ১০.১০)।



চিত্র ঃ ১০.১০ পাইপ পাইল

সিলিন্ডার বসানোর পদ্ধতি ঃ

(ক) স্টীম হ্যামার দ্বারা আঘাত করে।

(খ) হাইড্রলিক জ্যাক দ্বারা চাপ প্রয়োগ করে।

(গ) সংনমিত বায়ু অথবা বালতি অথবা ড্রেনার-এর মাধ্যমে খনন করে।

(ঘ) সিলিন্ডারের নিজস্ব ওজনে অথবা প্লাটফর্মের মাধ্যমে উহার অধিক লোড চাপিয়ে।

শক্ত ভিত্তিতলে সিলিন্ডার পৌছানোর পর সিলিন্ডারকে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। প্রতিটি কলামের জন্য এক বা একাধিক সিলিন্ডার বসান হয়। কংক্রিটকে রক্ষা করার জন্য সিলিন্ডার অনেক সময় স্থায়ীভাবে রেখে দেওয়া হয়। চিত্রঃ ১০.১০)।

স্টীল পাইলের সুবিধাসমূহ ঃ

১। বিয়ারিং ক্ষমতা অত্যন্ত বেশি।

২। আনুভূমিক বল এবং ব্যকলিং প্রতিরোধে সক্ষম।

৩। ঘাত প্রতিরোধে সক্ষম। ফলে মেরিন কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪। বসানো এবং স্থানান্তর সহজ।

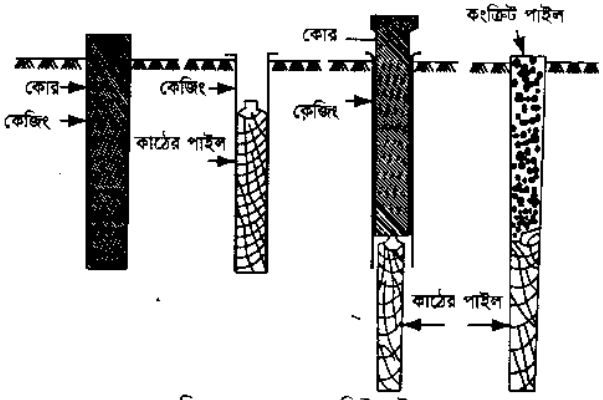
৫। পোকামাকড় এবং ফাংগাস কর্তৃক আক্রান্ত হয় না। ফলে এর স্থায়িত্বতা বেশি।

৬। ওয়েল্ডিং দ্বারা অতিসহজেই এ পাইলকে জোড়া দেয়া যায়। লম্বা পাইলকে প্রয়োজনবোধে আবার কাটাও যায়। অর্থাৎ পাইলকে ছোট বা বড় করা যায়।

অসুবিধা ঃ

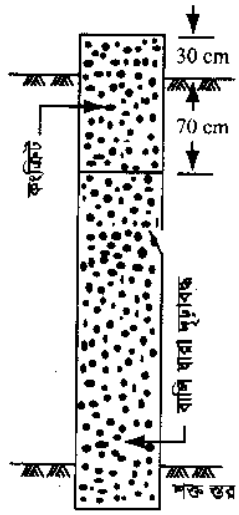
১। মরিচা পড়ার সম্ভাবনা থাকে। কিন্তু মরিচারোধী পেইন্ট ব্যবহার করে সে সম্ভাবনা দূরীভূত করা সম্ভব।

কম্পোজিট পাইল (Composite pile) ঃ দুই ভিন্ন পদার্থের পাইল একটির উপর আর একটি বসিয়ে এ পাইল তৈরি করা হয়। কংক্রিট এবং কাঠের সমন্বয়ে বেশির ভাগ কম্পোজিট পাইল তৈরি করা হয়। কংক্রিটের স্থায়িত্বতা এবং কাঠের আর্থিক সাশ্রয় এরূপ পাইলে পাওয়া সম্ভব। কাঠের পাইল সাব-সয়েলের পানির নিচে এবং কংক্রিটকে সাব-সয়েলের পানির উপরে ব্যবহার করা হয়। (চিত্র ঃ ১০.১১)।



চিত্র ঃ ১০.১১ কম্পোজিট পাইল

স্যান্ড পাইল (Sand pile) ঃ মাটিতে গর্ত খনন করে উক্ত গর্ত বালি দ্বারা পূর্ণ করে এ পাইল তৈরি করা হয়। মাটিকে দৃঢ়াবদ্ধ করার জন্য অথবা মাটির চেয়ে বালি বেশি লোড বহনক্ষম বলে ভারবাহী ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য এ পাইল ব্যবহৃত হয়। আগার দ্বারা গর্ত খনন করে অথবা ফাঁপা পাইপের নিচ প্রান্ত বন্ধ করে চাপের সাহায্যে মাটির অভ্যন্তরে প্রবেশ করিয়ে গর্ত তৈরি করা হয়। এ গর্তের ব্যাস ২০ সেমি হতে ৪০ সেমি এর মধ্যে হয়ে থাকে। পরে খননকৃত গর্তকে বালি দ্বারা ভর্তি করা হয় এবং দৃঢ়ভাবে গাদান হয়। দৃঢ়াবদ্ধ করার সময় বালিকে ভিজা রাখা হয়। পার্শ্বচাপের ফলে এ পাইল যাতে ক্ষতিগ্রস্ত না হয় অথবা ভর্তিকৃত বালিকে রক্ষা করার জন্য পাইলের উপরের ১ মিটার সিমেন্ট কংক্রিট দ্বারা ভর্তি করা হয়। এ পাইল ২ মিটার থেকে ৫ মিটার পর্যন্ত তৈরি করা যায়। সাধারণত পাইলগুলো কলামের নিচে স্থাপন করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১২ স্যান্ড পাইল

সুবিধাসমূহ ঃ

১। নির্মাণ করা সহজ।

২। ছোট কাঠামোর ক্ষেত্রে আর্থিক সাশ্রয়কারী।

৩। সাব-সয়েলে পানি থাকলেও এ পাইল ব্যবহার করা যায়।

৪। বালির পরিবর্তে গ্রাভেলও ব্যবহার করা যায়।

৫। ভূ-নিম্নস্থ পানিতে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

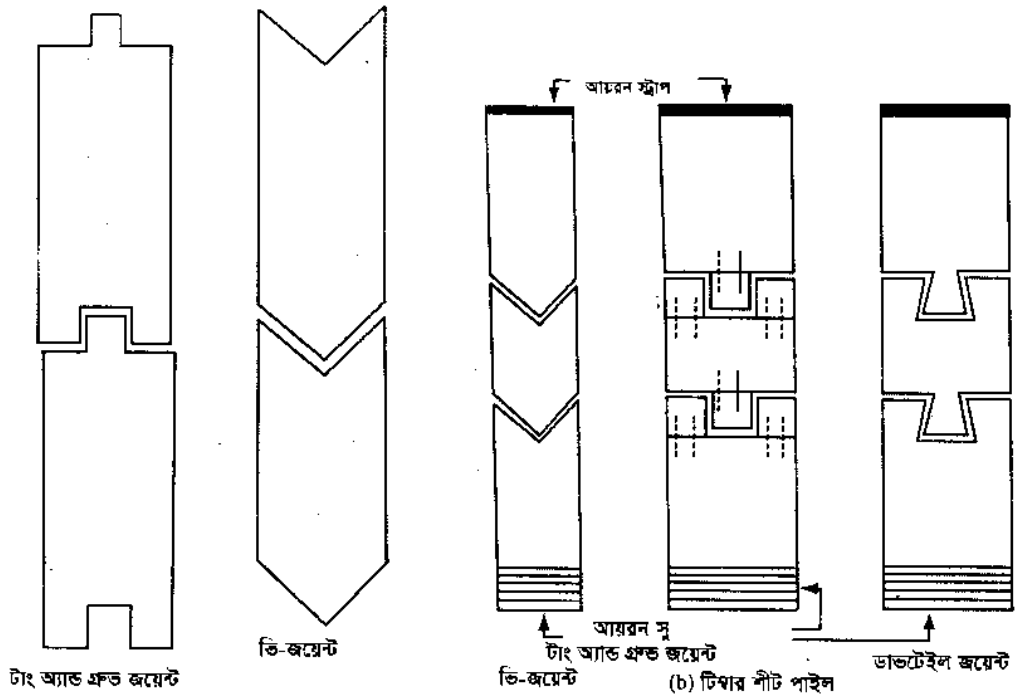
অসুবিধাসমূহ ঃ

১। ভূমিকম্প এলাকায় উপযোগী নয়।

২। আলগা মাটিতে অনুপোযোগী। কেননা পাইল ক্ষয় বা নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

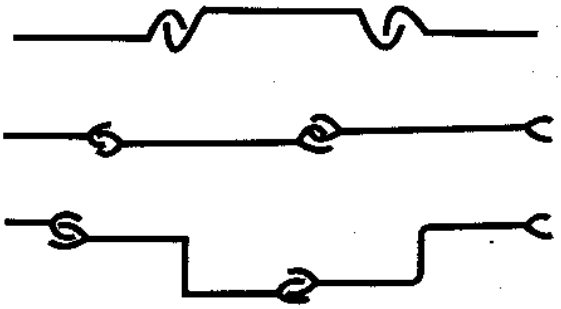
শীট পাইল (Sheet pile) ঃ

শীট পাইল এক ধরনের পাতলা পাইল, যা কংক্রিট, কাঠ অথবা স্টীল দ্বারা তৈরি। পানির অনুপ্রবেশ বন্ধ করার জন্য এ পাইল বসান হয়। এটা কোন খাড়া লোড (Vertical load) বহন করতে পারে না। পাইল বসানো যন্ত্রপাতির সাহায্যে এ পাইলও বসান হয় নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর শীট পাইলের প্রকারভেদ নির্ভর করে। যেমন–



(a) প্রি-কাস্ট আর.সি.সি. শীট পাইল

(b) টিম্বার শীট পাইল



(c) স্টীল শিট পাইল

চিত্র ঃ ১০.১৩ শীট পাইল

১। ভূমির প্রকৃতি (Nature of ground)।

২। খরচ (Cost)।

৩। বসানোর সুবিধাদি (Ease of installation)।

৪। মালামালের সহজপ্রাপ্যতা (Availibility of materials)।

৫। পার্শ্বচাপ (Lateral strength)।

৬। সহজ সংযোগ (Ease of making connection)।

নির্মাণউপকরণ অনুযায়ী শীট পাইল চার প্রকার, যথা ঃ

(ক) স্টীল শীট পাইল (Steel sheet pile)।

(খ) টিম্বার শীট পাইল (Timber sheet pile)।

(গ) প্রি-কাস্ট কংক্রিট শীট পাইল (Pre-cast concrete sheet pile)।

(ঘ) প্রি-স্ট্রেসড্ কংক্রিট শীট পাইল (Pre-stressed concrete sheet pile)।

শীট পাইল খাড়া লোড বহন করার জন্য ডিজাইন করা হয় না। নির্মাণকাজে আপাত দৃষ্টিতে মূল্যহীন মনে হলেও শীট পাইল নিম্নলিখিত কাজগুলো সমাধা করে–

১। নদী, খাল, পুকুর, সমুদ্র অথবা যে-কোন জলাশয়ের পাড়কে ভাঙন থেকে রক্ষা করে।

২। ড্যামের নিচে কাট-অফ-ওয়াল (Cut-off-wall) হিসাবে কাজ করে।

৩। কাঠামোর ভিত্তিকে ক্ষয়প্রাপ্ত (Errosion) হওয়া থেকে রক্ষা করে।

৪। ভিত্তির খাদের খাড়া পার্শ্বকে প্রতিরোধ করে।

৫। নদীর পাড় এবং সমুদ্রের তীরকে ভাঙন বা ক্ষয়প্রাপ্ত হতে রক্ষা করে।

৬। ভিত্তি এবং ভিত্তির নিম্নস্থ মাটিকে সীমাবদ্ধ রাখে। আঘাত এবং কম্পনের কারণে মাটির পার্শ্বসরণ প্রতিরোধ করে।

৭। পার্শ্ববর্তী কাঠামোর কম্পন স্থানান্তরকে প্রতিরোধ করে।

৮। ভূগর্ভস্থ পানি চলাচলকে বাধাদান করে, যা কফারড্যাম নির্মাণে খুবই সহায়ক।

৯। সমুদ্র উপকূলীয় কাঠামোর রিটেইনিং ওয়াল নির্মাণে সহায়ক।

১০। মাটিকে সীমাবদ্ধ করার ফলে মাটির ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

১১। ওয়াটার ইনটেক ওয়েল (Water intake well)-এর জন্য কেইসন (Caission) নির্মাণের সহায়ক।

১২। খননকার্যের পূর্বে ভিত্তির পার্শ্বে শীট পাইল বসিয়ে পার্শ্ববর্তী কাঠামোর শোরিং-এর কাজ সমাধা করা যায়।

কফার ড্যাম (Coffer Dam) ঃ

কফার ড্যাম হল এক ধরনের অস্থায়ী বেষ্টনী, যা নদী, হ্রদ ইত্যাদি এলাকায় নির্মাণ চলাকালে পানি প্রবেশে বাধাদান করে। এসময় কিছু পানি কফার ড্যামের মধ্য দিয়ে চুঁয়ে ভিতরে প্রবেশ করে, যা সহজে পাম্প করে নিষ্কাশন করা যায়। সুতরাং নির্মাণ এলাকা শুষ্ক রাখার জন্য নির্মাণ এলাকায় কফার ড্যাম স্থাপন করে পানি নিষ্কাশন করা যায়। এর দেওয়ালগুলো যথাসম্ভব পানি নিরোধক হওয়া উচিত। নির্মাণকাজের প্রকারের উপর নির্ভর করে কফার ড্যামের শ্রেণিবিন্যাস করা হয়। গভীরতা, মাটির অবস্থা, পানির স্তরের উঠানামা, মালামালের পর্যাপ্ততা ইত্যাদির উপর নির্মাণকাজের প্রকার নির্ভর করে। কফার ড্যাম মাটির, কাঠের অথবা স্টীল শীট পাইলের অথবা মিশ্রিতভাবে তৈরি করা যেতে পারে।

কফার ড্যাম-এর ব্যবহার (Uses of coffer dam) ঃ নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে কফার ড্যাম ব্যবহার করা হয়, যথা ঃ

১। বেষ্টনীর মধ্যে পানি প্রবেশকে বাধা দেওয়ার জন্য।

২। পানির মধ্যে ভিত্তি স্থাপন করতে শ্রমিকদের কাজ করার জন্য প্লাটফর্ম প্রদান করতে।

৩। প্রতিক্রিয়া ছাড়াই সন্নিহিত কাঠামোকে মুক্ত রেখে ভিত্তির জন্য জায়গা প্রদান করে।

৪। পাইল বসানোর সুবিধা প্রদান করে।

৫। র‍্যাফ্ট এবং গ্রিলেজ ভিত্তি স্থাপনে সাহায্য করে।

৬। কংক্রিট ড্যামের ভিত্তির এবং সুপারস্ট্রাকচারের কাজ সম্পাদন করতে সাহায্য করে।

৭। ব্রীজের অ্যাবাটমেন্ট এবং পায়ারের জন্য ভিত্তি নির্মাণে সুবিধা প্রদান করে।

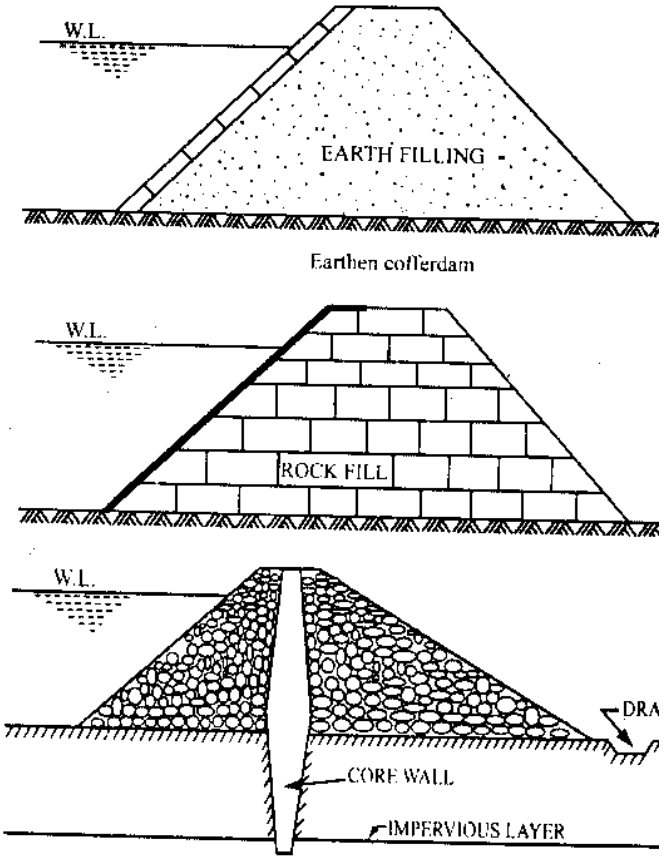
কফার ড্যাম নির্বাচনে প্রভাবকারী বিষয়সমূহ (Fctors affecting choice of coffer dam) ঃ কফার ড্যাম নির্ব নিম্নলিখিত বিষয়গুলো প্রভাবিত করে–

১। কাজের ধরন।
২। পানির গভীরতা।
৩। বন্যা এবং জলোচ্ছ্বাসের সম্ভাবনা এবং তাদের উচ্চতা।
৪। মাটির প্রকৃতি, যার উপর কফার ড্যাম নির্মিত হবে।
৫। পানির প্রকৃতি। যেমন– স্থির পানি বা প্রবাহমান পানি। যদি প্রবাহমান পানি হয় তবে তার প্রবাহের বেগ।
৬। কফার ড্যাম দ্বারা বাধাপ্রাপ্ত হলে প্রবাহের বর্ধিত বেগ।
৭। মালামালের সহজলভ্যতা।

কফার ড্যামের প্রকারভেদ (Types of coffer dam) ঃ

মালামাল ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে কফার ড্যাম নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে, যথাঃ

১। মাটির কফার ড্যাম (Earthen coffer dam)
২। রক-ফিল কফার ড্যাম (Rock-fill coffer dam)
৩। স্যান্ড ব্যাগ কফার ড্যাম (Sand bag coffer dam)
৪। সিংগেল ওয়াল কফার ড্যাম (Single walled coffer dam)
৫। ডাবল ওয়াল কফার ড্যাম (Double walled coffer dam)
৬। রক-ফিলড্ ক্রিব কফার ড্যাম (Rock-filled crib coffer dam)
৭। কংক্রিট কফার ড্যাম (Concrete coffer dam)
৮। সেলুলার কফার ড্যাম (Cellular coffer dam)
৯। ক্যান্টিলিভার শীট পাইল কফার ড্যাম (Cantilever sheet pile coffer dam)
১০। ব্রেইসড কফার ড্যাম (Braced coffer dam)
১১। সাসপেন্ডেড কফার ড্যাম (Suspended coffer dam)



চিত্র ঃ ১০.১৪ কফার ড্যাম

মাটির কফার ড্যাম (Earthen coffer dam) ঃ এটা সবচেয়ে সাধারণ কফার ড্যাম। যেখানে পানির গভীরতা প্রায় ২ মিটা এবং প্রবাহের বেগ কম, সেখানে মাটির কফার ড্যাম নির্মাণ করা হয়। কফার ড্যামের পুরুত্ব উপরে কমপক্ষে ১ মিটার হবে এব পার্শ্বঢাল $১\frac{১}{২}$ ঃ ১ হতে $২\frac{১}{২}$ ঃ ১ এর মধ্যে হয়ে থাকে। তবে মাটির প্রকৃতির উপর পার্শ্বঢাল নির্ভর করে। মাটি এবং বালির সংমিশ্রণে এটা তৈরি করা হয়। যদি মাটি সহজলভ্য না হয়, তবে বাঁধের মধ্যাংশ মাটির এবং উভয় পার্শ্বে প্রয়োজনীয় ঢালসহ বালি দ্বারা নির্মা করা হয়। পানি চুয়ানো বন্ধ করার জন্য স্টীল শীট পাইল ব্যবহার করা যেতে পারে। পানি উপচিয়ে যাতে ভিতরে প্রবেশ করতে ন পারে, তার জন্য প্রায় ৯০ সেমি ফ্রি বোর্ড (Free board) রাখতে হবে। মাটির কফার ড্যাম দ্বারা আবেষ্টনী তৈরি সম্পূর্ণ হলে পাম্প করে ভিতর হতে পানি নিষ্কাশন করা হয় এবং নির্মাণকাজ শুরু করা হয়।

কেইসন (Caison) ঃ ফরাসি কেইস (Caisse) শব্দের অর্থ সিন্দুক বা বাক্সবিশেষ। এ কেইস শব্দ হতে কেইসন শব্দের উৎপত্তি মাটি অথবা পানির নিচে প্রয়োজনীয় গভীরতায় ভিত্তি স্থাপনের জন্য যে কাঠামো নির্মাণ করা হয়, তাকে কেইসন বলে।

অন্য কথায় কাঠ, স্টীল অথবা আর.সি.সি. ইত্যাদি দ্বারা নির্মিত বাক্সের ন্যায় আয়তাকার অথবা বৃত্তাকার পানিরোধী কাঠামোকে কেইসন বলে। এর মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠ থেকে যে-কোন গভীরতায় পানি অথবা মাটি খনন করা যায়। কেইসন নির্মাণের উদ্দেশ্য হল ঃ

(ক) ব্রিজ পিয়ার অথবা ডাই কলামের লোডকে উত্তম ভারবাহী স্তরে পৌছানোর জন্য।

(খ) পাম্প ওয়েল এর জন্য মাটির অভ্যন্তরে আবদ্ধ স্থান তৈরি করার জন্য।

নিম্নলিখিত কাঠামোর ক্ষেত্রে কেইসন ব্যবহৃত হয় ঃ

(ক) অ্যাবাটমেন্ট: ব্রিজ, পায়ার ইত্যাদি;

(খ) জাহাজ নির্মাণ কারখানা, জাহাজ ঘাটের দেওয়াল,

(গ) উপকূলীয় বৃহত্তম কাঠামো,

(ঘ) উপকূল রক্ষাকারী কাঠামো।

কেইসন নির্মাণ অত্যন্ত ব্যয়বহুল তাই নিম্নলিখিত অবস্থার পরিপ্রেক্ষিতে কেইসন ভিত্তি ব্যবহার করা হয়। যেমন–

১। পাইল অনুপ্রবেশে বাধাদানকারী বৃহদাকার বোল্ডারবিশিষ্ট মাটির ক্ষেত্রে।

২। নদী বা সমুদ্র তীরে বৃহদাকার কাঠামো নির্মাণের জন্য যেখানে প্রবাহমান অথবা ভাসমান বস্তুসমূহ কাঠামোর ক্ষতি করতে পারে।

৩। যেখানে ভিত্তির উপর পর্যাপ্ত আনুভূমিক বল প্রয়োগের সম্ভাবনা রয়েছে।

৪। পানির নিচে গভীর বুনিয়াদের ক্ষেত্রে যেখানে নদীর তলদেশ পর্যন্ত বুনিয়াদকে বিস্তৃত করতে হয়

কেইসন ভিত্তির প্রকারভেদ ও আকার (Types and shapes of caison foundation) ঃ

কাঠামোর প্রকৃতি এবং বসানোর গভীরতার উপর কেইসনের আকার এবং আকৃতি নির্ভর করে। কেইসন তিন প্রকার, যথাঃ

১। ওপেন কেইসন বা কূপ বা কূপ ভিত্তি (Open caisons or wells or Well foundation)

২। বক্স কেইসন বা ফ্লোটিং কেইসন (Box caison or Floating Caison)

৩। নিউম্যাটিক কেইসন (Pneumatic caison)

ওপেন কেইসন বিভিন্ন আকারের হতে পারে, যথাঃ

১। একক বৃত্তাকার (Single circular)

২। জোড়া বৃত্তাকার (Twin circular)

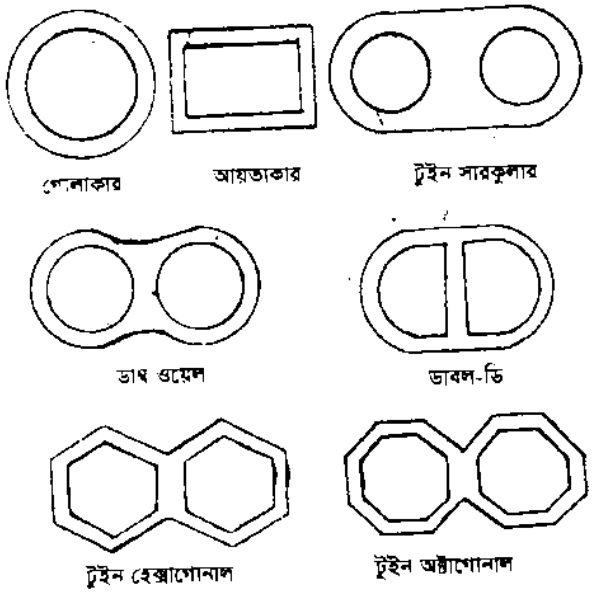
৩। ড্যাম্প ওয়েল (Dumb well)

৪। ডাবল-ডি (Double-D)

৫। টুইন হেক্সাগোনাল (Twin hexagonal)

৬। টুইন অক্টাগোনাল (Twin octagonal)

৭। আয়তাকার (Rectangular)।

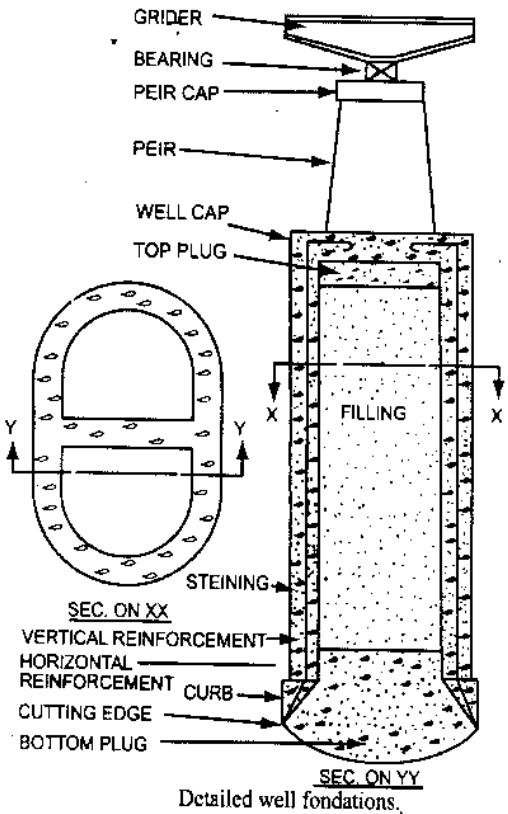


চিত্র ঃ ১০.১৫ কেইসনের চিত্র

কেইসন ঃ কূপ ভিত্তি (Caison : Well foundation) ঃ কূপ ভিত্তি হল দুই মুখ খোলা একটি স্টীল, আর.সি.সি. অথ কাঠের সিলিন্ডার বা পাইপবিশেষ। যার কেবলমাত্র খাড়া দেওয়াল আছে। বিল্ডিং এবং ব্রিজের ভিত্তি নির্মাণে এটা ব্যবহৃত হয়। প্রথ প্রয়োজনমত পুরু করে কার্বের (Curb) কাটিং প্রান্ত (Cutting edge) এর উপর একটি দেওয়াল নির্মাণ করা হয় এবং ড্রেজিং-ে সাহায্যে মাটি কেটে এ কাটিং প্রান্তকে বসান হয়। খননকার্য শেষে কূপ ভিত্তির নিচে কংক্রিট সীল দ্বারা আবদ্ধ করে দেওয়া হয় এ উপরে আর.সি.সি. ক্যাপ দেওয়া হয়। এর মধ্যবর্তী ফাঁকা অংশ নিম্নমানের কংক্রিট অথবা বালি অথবা পানি দ্বারা পূর্ণ করা যা অনেক গভীরতায় স্বল্প খরচে কূপ ভিত্তি খুব সহজেই নির্মাণ করা যায়।

কূপ ভিত্তি নির্মাণপদ্ধতি ঃ যদি কূপ ভিত্তির নির্মাণ স্থান শুকনা থাকে তবে কার্ব (Curb) স্থাপন করতে কোন অসুবিধা হয় ন এমতাবস্থায় সাব-সয়েলের পানির লেভেলের উপর পর্যন্ত গর্ত খনন করা হয়। চিত্রানুযায়ী কাটিং এজ (Cutting edge) সহ কার্ব স্থাপন করতে হবে। আর নির্মাণ এলাকা যদি পানিপূর্ণ থাকে, তবে কফার ড্যাম বা শীট পাইল নির্মাণ করে পানি নিষ্কাশনের মাধ্য কূপ ভিত্তির এলাকা শুষ্ক রাখা হয়। ভিত্তি নির্মাণ স্থানে সুবিধামত আকারের ৩ মিটার হতে ৪ মিটার গভীর একটি গর্ত খনন করা হবে। তারপর গর্তের তলায় কাটিং এজসহ কার্বটি স্থাপন করতে হয়। কার্বের উপর ২-৩ মিটার উচ্চতায় আর.সি.সি. সিমে কংক্রিট, ইট অথবা পাথর-এর দেওয়াল নির্মাণ করা হয়। বসানোর সুবিধার জন্য কূপের উপরে লোড প্রয়োগের প্লাটফর্ম তৈরি ক হয়। অন্যদিকে কাটিং এজ-এর চেয়ে ১ মিটার গভীর করে মাটি ড্রেজিং করে তুলতে হবে। প্লাটফর্মের উপর লোড চাপালে আ আস্তে দেওয়াল বসতে থাকবে। পুনরায় প্লাটফর্ম সরিয়ে ২-৩ মিটার উঁচু করে দেওয়াল নির্মাণ করতে হবে এবং দেওয়ালের উপ প্লাটফর্ম ও লোড স্থাপন করে ড্রেজিংকার্য চালাতে হবে।

এভাবে নির্দিষ্ট গভীরতায় পৌছানোর পর ভিত্তির নিম্নপ্রান্তে ১.৫ মিটার হতে ৪.৫ মিটার উচ্চতা পর্যন্ত কংক্রিট সীল নির্মাণ ক হয়। আর কূপের মধ্যস্থ পানি নিষ্কাশন করে খালি জায়গাসমূহ বালি, পাথর অথবা নিম্নমানের কংক্রিট দ্বারা ভর্তি করে দিতে হবে কূপ ভিত্তির উপর প্রান্তে আর.সি.সি. ক্যাপ স্থাপন করে সুপারস্ট্রাকচার পিয়ার নির্মাণ করতে হয়। কূপ ভিত্তি সর্বদা উল্লম্বি (Vertical) হয়, সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।



Detailed well fondations.

চিত্র ঃ ১০.১৬ কূপ ভিত্তি

কূপের আকার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ ঃ

(ক) পায়ার অথবা অ্যাবাটমেন্টের বেইজের আকার।

(খ) খননকার্যে সুবিধা-অসুবিধা।

(গ) খননকার্য এবং সাটারিং-এর ব্যয়।

(ঘ) কূপের উপর আগত আনুভূমিক এবং খাড়া বলসমূহ।

(ঙ) খননকালে কূপের নড়াচড়া অথবা স্থানান্তরের সম্ভাবনা।

১০.৪ কংক্রিট পাইল ভিত্তি নির্মাণ ও স্থাপন কৌশল (Methods of casting and placing concrete pile foundation) ঃ

(ক) কাস্ট-ইন-সিটু পাইল ঃ মাটির মধ্যে নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত গর্ত খনন করে তার মধ্যে কংক্রিট পাইল তৈরি করাকে কাস্ট-ইন-সিটু পাইল বলে। কংক্রিট পাইল শুধু সিমেন্ট, বালি ও পাথরকুচি সহযোগে ঢালাই হলে তাকে প্লেন কংক্রিট পাইল বলে। আর যার মধ্যে রিইনফোর্সমেন্ট দিয়ে তৈরি করা হয় তাকে রিইনফোরসড কংক্রিট পাইল বলে।

নির্মাণপদ্ধতি ঃ

১। এ পাইল প্রথমে ফাঁপা টিউব বা ফাঁপা লোহার পাইপের কেসিংকে আঘাত করে মাটিতে বসানো হয়। তারপর সেই ফাঁপা গর্তে কংক্রিট ঢালা হয়। এ জাতীয় পাইল লম্বায় ২১ থেকে ২৪ মিটার পর্যন্ত লম্বা হয়।

২। কেসিং পাইপের মধ্যে মূল পাইল কংক্রিট ঢালা হয়ে যাওয়ার পরও কেসিং পাইপকে তোলা হয় না যতক্ষণ না ৩ মিটার ব্যাসার্ধের মধ্যে অন্যান্য পাইল বসানো শেষ হয়।

৩। সাধারণত এ কংক্রিটের পাইলে লোহা দেওয়া হয় না। তবে যদি লোহাযুক্ত কংক্রিট তৈরি করা হয়, তবে লোহার খাঁচাকে কেসিং-এর মধ্যে বসিয়ে কংক্রিট দিয়ে পূর্ণ করতে হয়।

৪। কেসিং পাইলে যাতে মরিচা না পড়ে সেদিকে লক্ষ রাখতে হয়।

কাস্ট-ইন-সিটু পাইল দুই প্রকার ঃ

১। কেইসড কাস্ট-ইন-সিটু কংক্রিট পাইল (Cased cast in situ concrete pile) ঃ এ পাইল সকল ধরনের মাটিতে স্থাপন করা সুবিধাজনক। ম্যানড্রেলের (Mendrel) সাহায্যে স্টীলের শেলকে (Steel shell) মাটির মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। তারপর ম্যানড্রেলকে উত্তোলন করে ফাঁপা শেলের মধ্যে কংক্রিট দিয়ে পূর্ণ করা হয়। এ পাইল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যেমন–

১। রেমন্ড পাইল (Raymond pile)

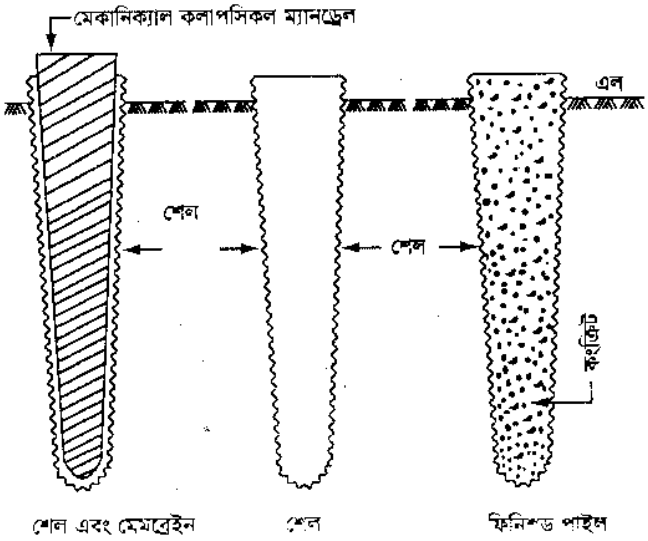
২। ম্যাক-আর্থার কেইসড পাইল (Mac-arthur cased pile)

৩। মনোটিউব পাইল (Monotube pile)

৪। সোয়াগ পাইল (Swage pile)

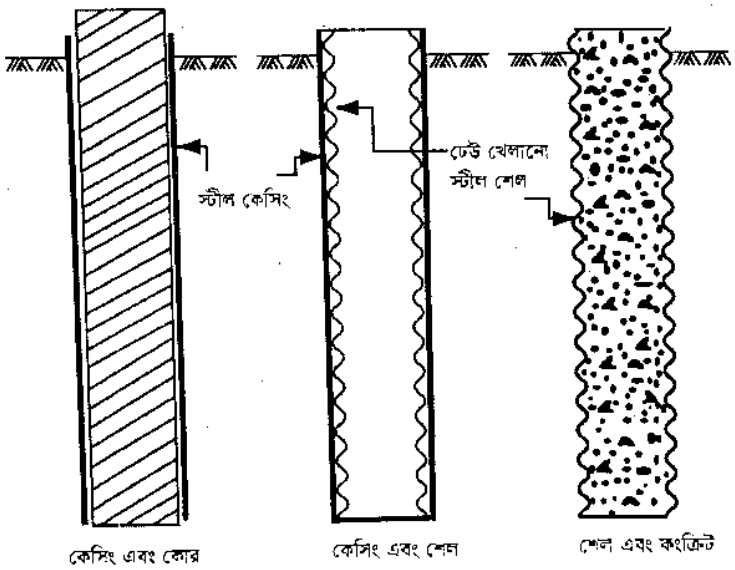
৫ বাটন বটম পাইল (Button bottom pile)

রেমন্ড পাইল (Raymond pile) ঃ এ প্রকারের কাস্ট-ইন-সিটু পাইল সাধারণত ৬ থেকে ১২ মিটার পর্যন্ত লম্বা হয়। পাইলের উপরের ব্যাস ৪০ থেকে ৬০ সেমি এবং নিচের ব্যাস ২০ থেকে ৩০ সেমি হয়ে থাকে। এ পাইল তৈরি করার জন্য পাতলা করোগেটেড স্টীল দ্বারা শেল প্রস্তুত করা হয়, যার নিচের প্রান্ত বন্ধ থাকে। পাইল স্থাপনের জন্য স্টীল শেলের মধ্যে অনুরূপ একটি স্টীল ম্যানড্রেল প্রবেশ করান হয়। তারপর শেলসহ ম্যানড্রেলকে মাটির ভিতরে প্রয়োজনীয় গভীরতায় প্রবেশ করানো হয়। পরে ম্যানড্রেলকে উঠিয়ে স্টীল শেলের নিম্নপ্রান্ত স্টীল বুট দ্বারা আবদ্ধ করা হয় এবং শেলটি খাড়া আছে কি না পরীক্ষা করা হয়। এর মধ্যে তখন রডের খাঁচা প্রবেশ করে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। এভাবে রেমন্ড পাইল তৈরি করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১৭ রেমন্ড পাইল

ম্যাক-আর্থার কেইসড পাইল (Mac-arthur cased pile) ঃ এ ধরনের পাইলের ব্যাস একই রকম। রেমন্ড পাইলের মত করোগেটেড স্টীলকে শেল হিসাবে ব্যবহার করা হয়। প্রথমে পুরু স্টীলের কেসিং-এর মধ্যে ম্যানড্রেল সহযোগে মাটির অভ্যন্তরে প্রয়োজনীয় গভীরতা পর্যন্ত প্রবেশ করানো হয়। তারপর ম্যানড্রেলকে বাহির করে এর মধ্যে নিচের প্রান্ত আবদ্ধ করোগেটেড স্টীল শেল প্রবেশ করানো হয় এবং কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। পাইল তৈরি শেষ হলে স্টীলের কেসিংকে উঠানো হয়, এভাবে এ পাইল তৈরি করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১৮ ম্যাক-আর্থার পাইল

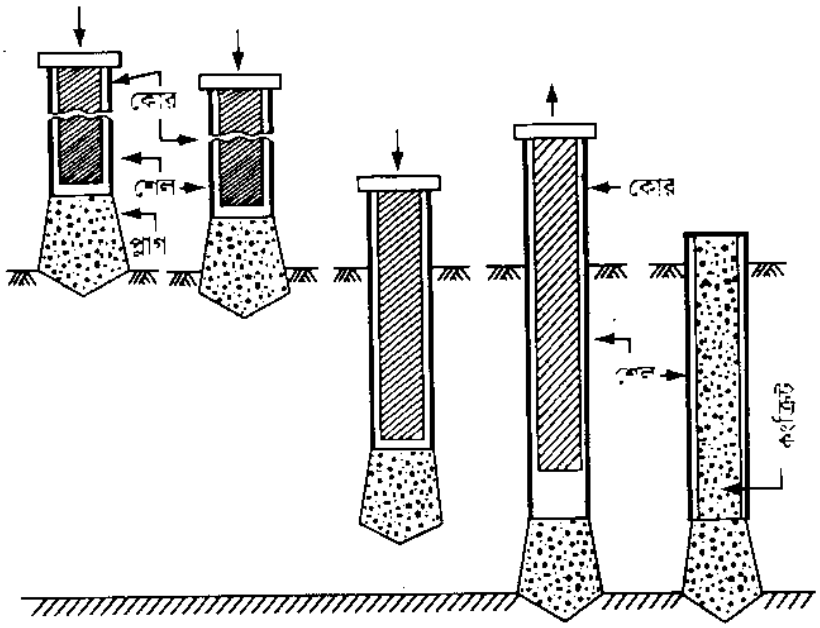
সোয়াগ পাইল (Swage pile) ঃ চারটি স্তরে এ পাইল তৈরি করা হয়। (চিত্র ঃ ১০.১৯)।

প্রথম স্তর ঃ একটি পাতলা স্টীল পাইপকে (শেল হিসাবে) পূর্ব ঢালাকৃত কংক্রিট প্লাগ (Precast concrete plug)-এর উপর স্থাপন করা হয় এবং একটি স্টীল কোরকে শেলের মধ্যে প্রবেশ করান হয়।

দ্বিতীয় স্তর ঃ এ স্তরে পাইপকে আঘাত করে বসানো হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত না কোর প্লাগের উপরে আসে। (চিত্র ঃ ১০.১৯) পাইপ প্লাগের অভ্যন্তরে এমনভাবে প্রবেশ করে যে, এর মধ্যে পানি প্রবেশ করতে না পারে।

তৃতীয় স্তর ঃ শেলসহ কোরের উপর আঘাত করে প্রয়োজনীয় গভীরতা পর্যন্ত প্রবেশ করানো হয়।

চতুর্থ স্তর ঃ প্রয়োজনীয় গভীরতা পর্যন্ত পৌঁছানোর পর শেলের মধ্য হতে কোরকে উত্তোলন করে বাহিরে আনা হয় এবং শেলের মধ্যে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয় : এভাবে এ পাইল তৈরি করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.১৯ সোয়াগ পাইল।

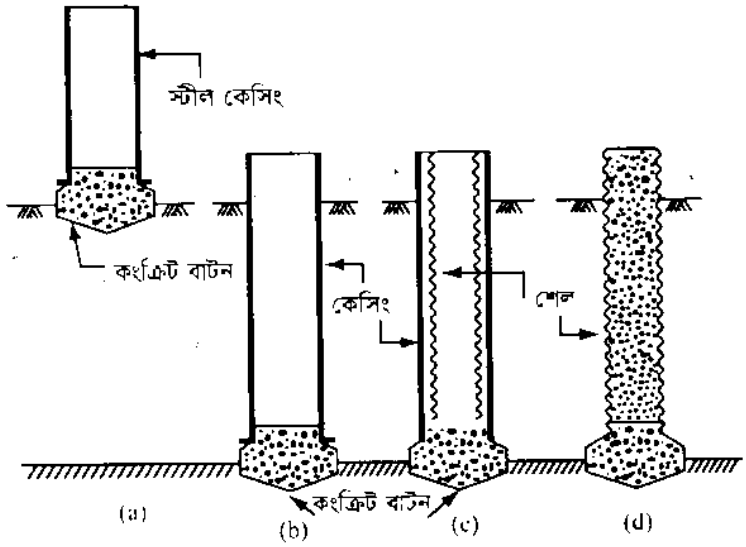
বাটন বটম পাইল (Button bottom pile) ঃ ভার বহনের জন্য যেখানে তলদেশের ক্ষেত্রফল বাড়ানো প্রয়োজন সেখানে জাতীয় পাইল ব্যবহার করা হয় . এ পাইলের তলদেশে কংক্রিটের প্লাগ ব্যবহার করা হয়, যা দেখতে বাটনের মত। এ পাইল প্রা ২৩ মিটারের মত লম্বা হয় : চারটি স্তরে এ পাইল তৈরি করা হয় :

প্রথম স্তর ঃ প্রথমে কংক্রিট বাটনের উপর ১২ মিমি. পুরু স্টীলের কেসিং স্থাপন করা হয় (চিত্রঃ ১০.২০)। বাটনের ব্যা পাইপের ব্যাসের চেয়ে ২৫ মিমি বড়।

দ্বিতীয় স্তর ঃ বাটনসহ পাইপকে প্রয়োজনীয় গভীরতায় স্থাপন করা হয়।

তৃতীয় স্তর ঃ করোগেটেড স্টীল শেলকে পাইপের মধ্যে স্থাপন করা হয় . শেলের নিচে একটি প্লেট ওয়েল্ডিং করে দেওয়া হয়।

চতুর্থ স্তর ঃ কেসিং পাইপকে উঠিয়ে ফেলা হয় এবং শেলের মধ্যে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয় : প্রয়োজন হলে রডও ব্যবহার করা হয়

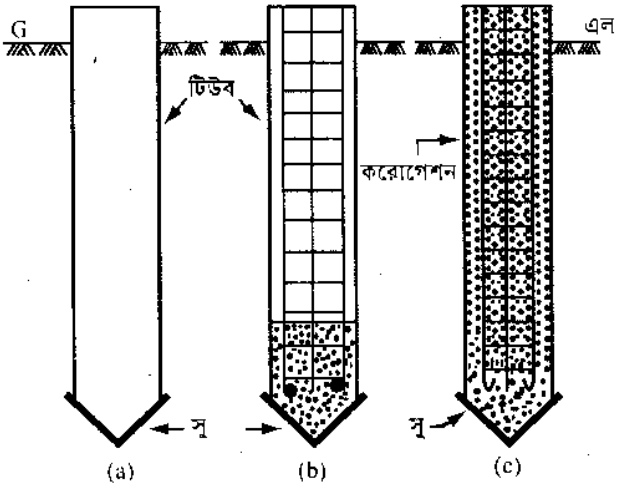


চিত্র ঃ ১০.২০ বাটন বটম পাইল

২। আনকেইসড কাস্ট-ইন-সিটু পাইল (Uncased cast-in-situ pile) ঃ এ সকল পাইল তৈরি করতে আলাদা কেসিং (Casing) ব্যবহার করা হয় না। তবে নির্মাণ করার সময় দক্ষ মিস্ত্রির প্রয়োজন হয়। যেখানে গর্ত খনন করলে মাটি পড়ার বা পানি চুয়ে প্রবেশ করার সম্ভাবনা থাকে না, সেখানে এ জাতীয় পাইল তৈরি করা হয়। প্রথমে ম্যানড্রেল বা শেলকে মাটির ভিতরে আঘাত করে প্রবেশ করানো হয়। তারপর শেলের মধ্যে কংক্রিট দিয়ে পূর্ণ করা হয় এবং Shell-কে কিছুদূর উঠানো হয়। এমনিভাবে এ পাইল তৈরি করা হয়। এ পাইল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যথাঃ

১। সিমপ্লেক্স পাইল (Simplex pile)
২। ফ্রাংকি পাইল (Franki pile)
৩। ভাইব্রো পাইল (Vibro pile)
৪। প্যাডেস্টাল পাইল (Pedestal pile)

সিমপ্লেক্স পাইল (Simplex pile) ঃ এ ধরনের পাইল নরম অথবা শক্ত মাটিতে বসান যায়। ২০ মিমি পুরু একটি ফাঁপা গোলাকার স্টীল পাইপ মাটিতে বসানো হয় (চিত্র ঃ ১০.২১)। পাইল বসানোর সুবিধার জন্য স্টীল পাইপের নিম্নপ্রান্তে কাস্ট আয়রন বা স্টীল সু লাগানো হয়। এর (সু) সাহায্যে মাটি কেটে পাইপকে নিচের দিকে বসান হয়। এ ফাঁপা পাইপকে কেসিং (Casing) পাইপ বলে। যদি রড ব্যবহারের প্রয়োজন হয় তবে কেসিং-এর মধ্যে রডের খাঁচা প্রবেশ করান হয়। তারপর পাইপে এক মিটার গভীরতা পর্যন্ত কংক্রিট ঢালা হয় এবং ভালভাবে র‍্যামিং করার পর কেসিং পাইপকে এক মিটার উঠানো হয়।

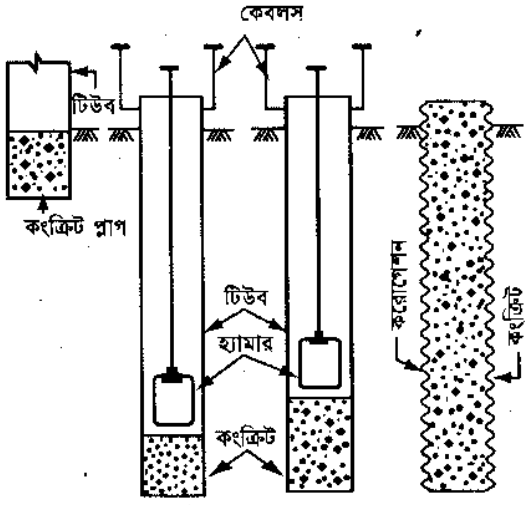


চিত্র ঃ ১০.২১ সিমপ্লেক্স পাইল

আবারও এক মিটার গভীরতায় কংক্রিট ঢালাই এবং র‍্যামিং করার পর স্টীল পাইপ পুনরায় এক মিটার উঠানো হয়। এমনিভাবে ফাঁপা পাইপের সমস্ত গর্ত কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করে উত্তমরূপে ভরাট করা হয় এবং পাইপটিকে সম্পূর্ণরূপে উঠিয়ে ফেলা হয়। (চিত্রঃ ১০.২১)।

কংক্রিট দ্বারা ভরাটকৃত এরূপ পাইলকে সিমপ্লেক্স পাইল বলে। স্টীল অথবা মেটালিক সু (Steel or metallic Shoe) পাইলের নিম্নপ্রান্তে থেকে যায়। এজন্য প্রতি পাইলের জন্য একটি করে সু-এর প্রয়োজন হয়।

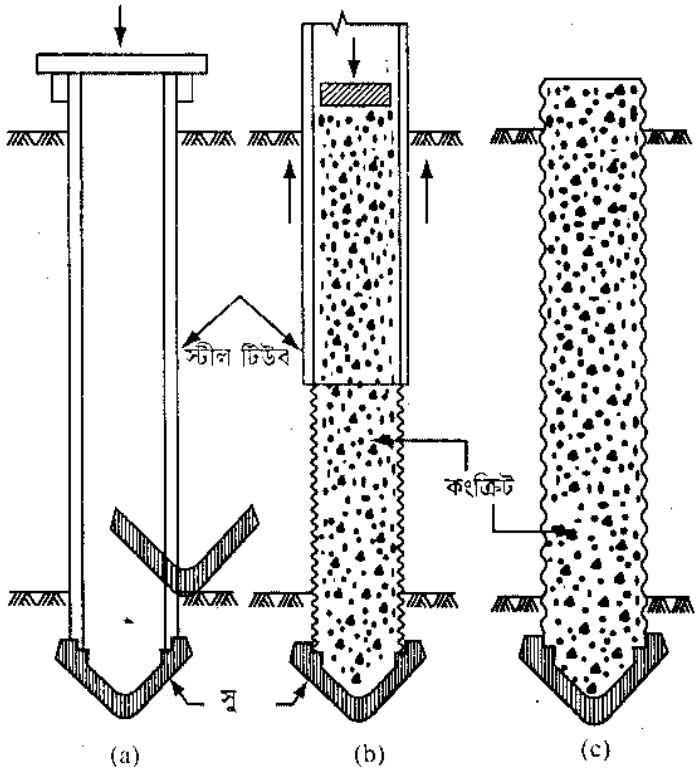
ফ্রাংকি পাইল (Franki pile) ঃ এ প্রকারের পাইলের একটি বর্ধিত ভিত্তি এবং ঢেউতোলা স্টেম (Stem) রয়েছে। দানাদার মাটি (Granular soil)-তে এ পাইল স্থাপন করা খুবই সুবিধাজনক। পাইল তৈরির বিভিন্ন স্তর নিম্নে বর্ণনা করা হল। (চিত্র ঃ ১০.২২)।



চিত্র ঃ ১০.২২ ফ্রাংকি পাইল

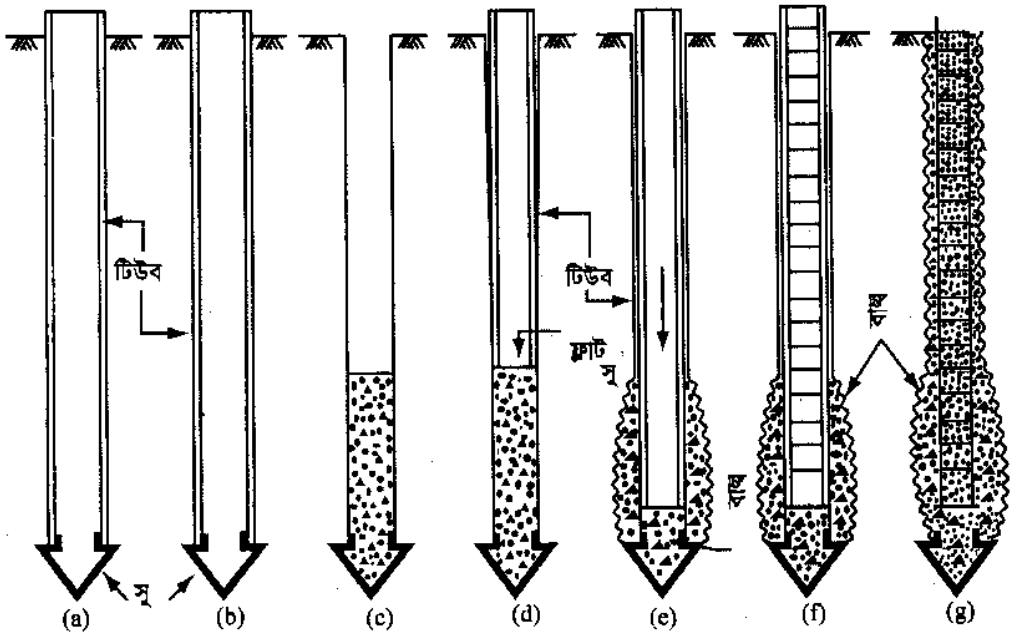
প্রথমে একটি ফাঁপা স্টীল পাইপকে মাটির উপর খাড়াভাবে রাখা হয়। তারপর এর তলদেশে ৬০ থেকে ৯০ সেমি উঁচু করে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়, যা কংক্রিট প্লাগ নামে পরিচিত। এ কংক্রিট শক্ত হলে ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে বার বার আঘাত করার ফলে কংক্রিট ঘন ও দৃঢ় হয়ে নিরেট ছিপির (Plug) সৃষ্টি করে। ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে প্লাগ-এর উপর আঘাত করে কেসিং পাইপকে মাটির ভিতরে প্রবেশ করান হয়। উঁচু পাইপ নির্দিষ্ট গভীরতায় পৌঁছালে কিছুটা উঁচু করে ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে বার বার আঘাত করে কংক্রিট প্লাগকে নিচের দিকে বাহির করে দেওয়া হয়। রড ব্যবহারের প্রয়োজন হলে রডের খাঁচা পাইপের মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। আর রডের প্রয়োজন না হলে কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। পাইপের তলদেশ থেকে এক মিটার উচ্চতায় কংক্রিট ঢেলে ভালভাবে র‍্যামিং করার পর কেসিং পাইপকে এক মিটার উত্তোলন করা হয়। পুনরায় এক মিটার কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ এবং র‍্যামিং করে কেসিংকে এক মিটার উত্তোলন করা হয়। এমনিভাবে সমস্ত গর্ত কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ এবং র‍্যামিং করে পাইল নির্মাণ করা হয়।

ভাইব্রো পাইল (Vibro pile) ঃ নরম মাটির ক্ষেত্রে যেখানে কংক্রিটের পার্শ্বপ্রবাহকে বাধাদানকারী বল খুব কম, সেখানে মাটি এবং পাইলের মধ্যকার ঘর্ষণ বল বৃদ্ধি করার জন্য এ পাইল ব্যবহার করা হয়। ভাইব্রো পাইলের পার্শ্ব বৃদ্ধি পেয়ে পাইলের ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। প্রথমে কেসিং পাইপের নিম্নপ্রান্তে কাস্ট আয়রন কনিক্যাল সু (Cast irom conical shoe) লাগিয়ে পাইপকে মাটির মধ্যে প্রয়োজনীয় গভীরতায় প্রবেশ করানো হয়। রড দেওয়ার প্রয়োজন হলে এর মধ্যে রডের খাঁচা প্রবেশ করিয়ে দেয়া হয়। এখন কেসিং পাইপটি কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করা হয়। তারপর পর্যায়ক্রমে নিম্নমুখী হাতুড়ির আঘাত এবং উর্ধ্বমুখী কেসিং পাইপের উত্তোলন ক্রিয়া চলতে থাকে। প্রতি মিনিটে হাতুড়িটি ৮০ বার উঠানামা করে এবং প্রতি মিনিটে কেসিং পাইপকে ১ মিটার উত্তোলন করা হয় এবং 1 মিটার ঢালাইকাজ সম্পন্ন করা হয়। এ পদ্ধতিতে দ্রুত গতিতে ঢালাইকাজ করা যায় এবং সর্বত্র সমঘনত্বের কংক্রিট পাওয়া যায়। হাতুড়ির উঠা-নামার জন্য সবিরাম আঘাতের ফলে পাইলের গাত্রে ঢেউ জাগে, যা মাটির সাথে পাইলকে দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে রাখতে সাহায্য করে। (চিত্র ঃ ১০.২৩)



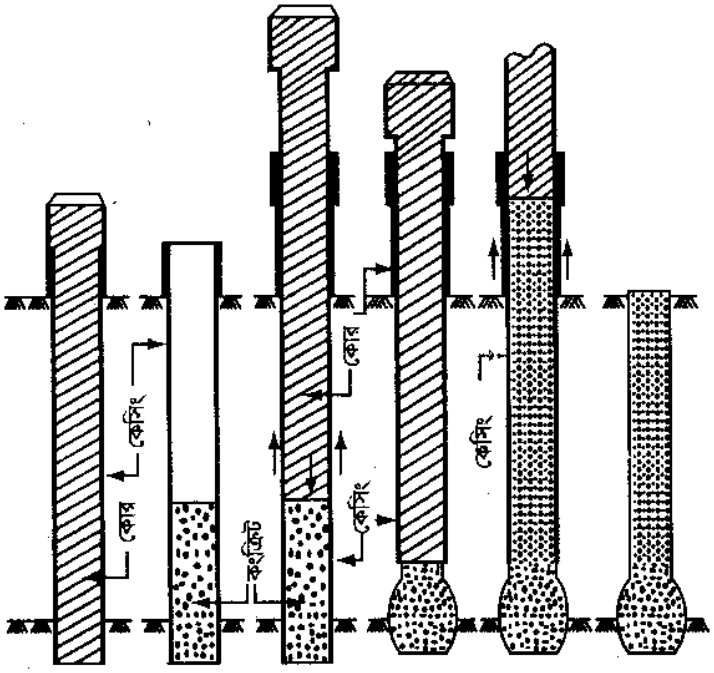
চিত্র ঃ ১০.২৩ ভাইব্রো পাইল

মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম থাকার ফলে পর্যাপ্ত গভীরতা পর্যন্ত পাইল বসানোর জন্য কোন প্রকার বাধা না হলে ভাইব্রো এক্সপানডেড পাইল ব্যবহার করা হয়। এ প্রকার পাইলের নিচের ব্যাস বৃদ্ধি করে পাইলের ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি করা হয়। (চিত্র ঃ ১০.২৪)।



চিত্র ঃ ১০.২৪ ভাইব্রো পাইল

পেডেস্টাল বা বাল্ব পাইল (Pedestal or Bulb pile) ঃ এ পাইলের পেডেস্টাল স্প্রেড ফুটিং-এর ন্যায় ক্রিয়া করে। এ স্টীল কেসিং পাইপ এবং একটি স্টীল কোর (যার নিচের প্রান্ত সমতল) এ পাইল নির্মাণ করার সময় ব্যবহার করা হয়। কেসিং- মধ্যে কোর প্রবেশ করিয়ে একত্রে মাটির অভ্যন্তরে প্রয়োজনীয় গভীরতায় প্রবেশ করানো হয়। তারপর কোরকে বাহির করে কেসিং মধ্যে ১ মিটার গভীরতায় কংক্রিট ঢালা হয়। পুনরায় কোর কেসিং এর মধ্যে প্রবেশ করিয়ে কেসিং দ্বারা কংক্রিটের উপর আঘাত হয়। বার বার আঘাত করার ফলে পাইলের নিম্নপ্রান্তের কংক্রিট ঘনীভূত হয়ে পেডেস্টাল বা বাল্ব-এর আকার ধারণ করে। র‍্যামিং ক সময় কেসিং পাইপকে ০.৭৫ মিটার উত্তোলন করা হয়। তারপর পুনরায় কোর উঠিয়ে ১ মিটার উচ্চতায় কংক্রিট ঢালা হয় এবং র‍্য করা হয়। এভাবে সম্পূর্ণ কোর কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ হলে কেসিং পাইপকে উপরে উঠানো হয় এবং পাইলের কাজ শেষ করা হয়।



চিত্র ঃ ১০.২৫ পেডেস্টালে পাইল

(খ) পূর্ব ঢালাইকৃত কংক্রিট পাইল (Pre cast concrete pile) ঃ

নির্মাণপদ্ধতি ঃ প্রথমে পাইলের আকার-আকৃতি অনুযায়ী ফর্ম ওয়ার্ক তৈরি করতে হবে। পাইলের সংখ্যা বেশি হলে মেটালের ফর্ম ওয়ার্ক ব্যবহার করা ভাল। ফর্মের মধ্যেও কংক্রিট দিয়ে পূর্ণ করার পূর্বে তৈল বা সাবানের সলুশন ব্যবহার করা হয়।

কাঠামোর লোড বহন করা ছাড়াও পাইলকে নাড়াচাড়া ও বসানোর সুবিধার জন্য পাইলের মধ্যে রড ব্যবহার করা হয়। লম্বালম্বি রড ২০ মিমি থেকে ৫০ মিমি ব্যাসবিশিষ্ট টাই রড ৬ মিমি থেকে ১০ মিমি ব্যাসের হয়ে থাকে। টাই রড আনুভূমিকভাবে অথবা পেঁচিয়ে ব্যবহার করা হয়। পাইলের উভয় প্রান্তের ৯০ সেমি দূরত্বের মধ্যে টাই রডগুলোর পাস্পরিক দূরত্ব হবে ৮ সেমি। বসানোর সুবিধার জন্য পাইলের নিম্নপ্রান্তে কাস্ট আয়রন সু এবং স্টীল স্ট্রাপ (Strap) ব্যবহার করা হয়।

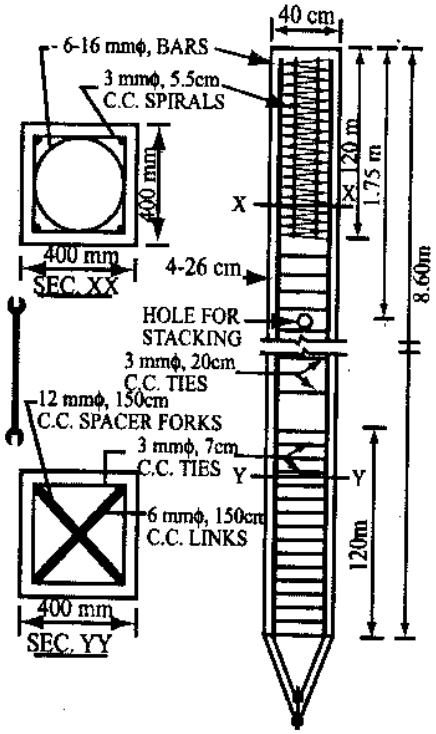
এ পাইল সাধারণত আনুভূমিকভাবে (Horizontally) ঢালাই করা হয়। পাইলের মাথা দেখতে চতুষ্কোণ, ষড়ভুজ, অষ্টভুজ ধরনের হয়ে থাকে। তবে তৈরি এবং বসানোর সুবিধার্থে চতুষ্কোণ পাইল বেশি ব্যবহৃত হয়। সাধারণত ১ ঃ ২ ঃ ৪ অনুপাতের কংক্রিট দ্বারা এ পাইল তৈরি করা হয়। তবে বেশি লোড বহনক্ষম পাইল তৈরি করতে ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ ঃ ৩ অনুপাতের কংক্রিট ব্যবহার করা হয়। কংক্রিট ফর্মার মধ্যে ঢেলে ভাইব্রেটরের সাহায্যে র‍্যামিং করা হয়।

পাইল ঢালাই-এর ৩ দিন পর ফর্মা খুলে ফেলা হয়। তার পরে কমপক্ষে ৭ দিন ধরে ঢালাই স্থানে কিউরিং করা হয়। পরে এ পাইলকে ঢালাই স্থান থেকে কিউরিং করা স্থানে নিয়ে যেতে হয় এবং ৩ সপ্তাহ ধরে কিউরিং করার পর পাইল পোতা-(Driven) হয়।

পাইলের দৈর্ঘ্য কত হবে তা টেস্ট পাইলের সাহায্যে পূর্বেই নির্ণয় করা হয়। অনেক সময় কার্যক্ষেত্রে পাইলের দৈর্ঘ্য বাড়ানোর প্রয়োজন হলে জোড়া দিতে হয়। পাইল জোড়া দেয়া ব্যয়বহুল ও সময় সাপেক্ষ ব্যাপার। কেননা রড স্থাপন, ঢালাই ও কিউরিং-এর জন্য অনেক সময়ের প্রয়োজন। উপরন্তু জোড়া স্থান দুর্বল থাকে। দুটি কারণে পাইলের জোড়া দিতে হয়–

প্রথমত পূর্বে নির্ণীত হিসাবমত শক্ত মাটি পাওয়া না গেলে।

দ্বিতীয়ত বসানোর সময় আঘাতের ফলে পাইলের অংশবিশেষ ভেঙে গেলে। বহন করার সুবিধার উপর পাইলের আকৃতি ও দৈর্ঘ্য নির্ভর করে, অনেক সময় মাটির শক্ত স্তরের গভীরতার তারতম্যের জন্য পাইলের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা সম্ভব হয় না। সে ক্ষেত্রে ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের পাইল নির্মাণ করে Tongue and Groove অথবা spigot and socket joint দ্বারা যুক্ত করা হয়।



Showing detailes of reinforcement

চিত্র ঃ ১০.২৬ প্রিকাস্ট পাইল

পাইলের আকার দৈর্ঘ্য অনুসারে নিম্নরূপ ঃ

১০ মিটার	দৈর্ঘ্যের জন্য পাইলের ব্যাস	৩৫ সেমি
১০-১৫ মিটার	" "	৪০ সেমি
১২ মিটার	" " " আকার	৩০ সেমি × ৩০ সেমি
১৫ মিটার	" " "	৩৬ সেমি × ৩৬ সেমি
১৮ মিটার	" " "	৪০ সেমি × ৪০ সেমি
২১ মিটার	" " "	৪৬ সেমি × ৪৬ সেমি

ফ্রিকশন পাইলের দৈর্ঘ্য, পাইলের উপরের প্রান্তের চওড়ার ৪০ গুণের কম হওয়া উচিত এবং বিয়ারিং পাইলের ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য হবে ২০ গুণ।

১০.৫ পাইল বসানো (Pile driving) ঃ

গর্ত খনন কিংবা বোরিং ব্যতীত পাইলকে চাপের মাধ্যমে মাটির অভ্যন্তরে প্রবেশ করানোর পদ্ধতিকেই পাইল ড্রাইভিং বলে পাইলকে সাধারণত হাতুড়ি (Hammer) দ্বারা আঘাত করে বসানো হয়। পাইলকে বসানোর জন্য যে সকল যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলোকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়, যথা ঃ

১। পাইল ফ্রেম (Pile frames)

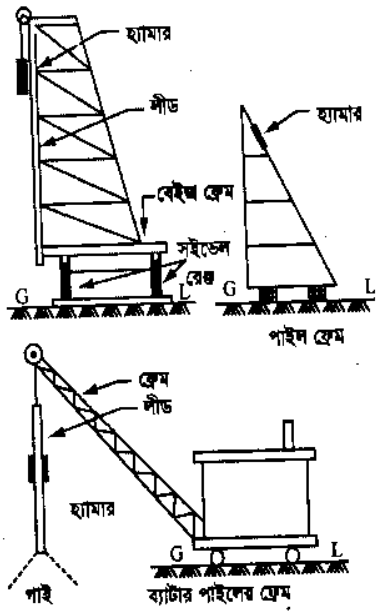
২। পাইল হ্যামার (Pile hammers)

৩। লীড (Leads)

৪। চাকা ঘুরানোর হাতল (Winches)

৫। আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি (Miscellaneous equipment) ।

পাইল ফ্রেম (Pile frame) ঃ প্রকল্প এলাকার মাটির প্রকারভেদ এবং লোকালয়ের অবস্থার উপর নির্ভর করে পাইল ফ্রে নির্বাচন করা হয়। ফ্রেমের সাহায্যে পাইলকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখা হয়। এ ফ্রেম ১০ মিটার থেকে ১৫ মিটার অথবা তার বে অথবা আরও বেশি উঁচু হয়। এটা হালকা এবং সহজে স্থানান্তরযোগ্য হওয়া উচিত। ফ্রেম হল একটি প্লাটফর্ম, যার উপর ইঞ্জিন, রে ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে।



A- Standard pile driving frame
B- Frame for driving batter piles
C- Pile frame with swinging leads

চিত্র ঃ ১০.২৭ পাইল ফ্রেম

পাইল হ্যামার (Pile hammer) ঃ এ হ্যামারের সাহায্যে আঘাত করে পাইলকে বসানো হয়। নিম্নলিখিত প্রকারের হ্যামারের সাহায্যে পাইল বসানো হয়, যথাঃ

(ক) ড্রপ হ্যামার (Drop hammer)

(খ) সিংগেল অ্যাক্টিং স্টীম হ্যামার (Single acting steam hammer)

(গ) ডাবল অ্যাকটিং স্টীম হ্যামার (Double acting steam hammer)

(ঘ) ডিজেল হ্যামার (Diesel hammer)

লীডস (Leads) ঃ এটা একটি খাড়া ফ্রেম। হ্যামার উঠা-নামার জন্য গাইড হিসাবে ব্যবহার করা হয় এবং পাইলকে সঠিক অবস্থানে রাখতে সাহায্য করে, একে লীড বলা হয়।

উইঞ্চ (Winches) ঃ স্টীম, ডিজেল ইঞ্জিন অথবা ইলেক্ট্রিক মটর চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। পাইল এবং হ্যামার উত্তোলন করতেও প্রয়োজন হয়।

আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি ঃ স্টীম বয়লার, ডিজেল ইঞ্জিন অথবা ইলেক্ট্রিক মটর পাইল ড্রাইভিং-এর জন্য ব্যবহৃত হয়। পাইল ক্যাপ ও অন্যান্য প্রয়োজনীয় সাহায্যকারী জিনিসপত্র আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতির মধ্যে পড়ে।

পাইল বসানোর পদ্ধতি (Pile driving methods) ঃ

সাধারণত চার পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়, যথা ঃ

১। ড্রপ হ্যামার দ্বারা (By drop hammer)

২। স্টীম হ্যামার দ্বারা (By steam hammer)

(ক) সিংগেল অ্যাকটিং (Single acting)

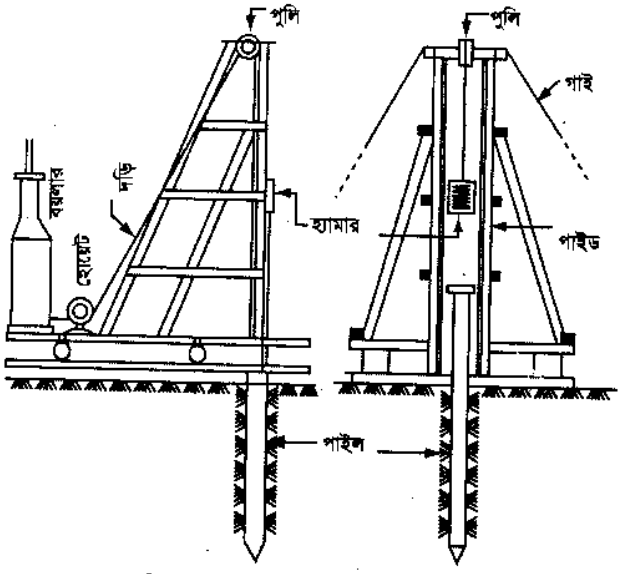
(খ) ডাবল-অ্যাকটিং (Double acting)

(গ) ডিফারেনশিয়াল অ্যাক্টিং (Differential acting)

৩। ওয়াটার জেট দ্বারা (By water jet)

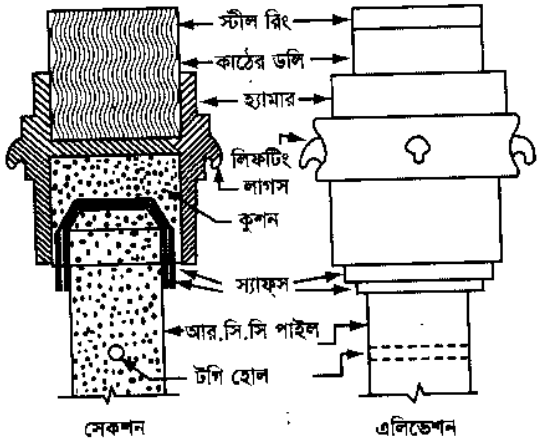
৪। বোরিং দ্বারা (By boring)।

ড্রপ হ্যামার (Drop hammer) ঃ এটা প্রি-কাস্ট অথবা কাস্ট-ইন-সিটু পাইল বসানোর একটি সহজ পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে কংক্রিট এবং টিম্বার পাইলের ক্ষেত্রে $\frac{১}{২}$ টন থেকে ২ টন ওজনের হ্যামার এবং ভারী ধরনের পাইলের ক্ষেত্রে ২ থেকে ৪ টন ওজনের হ্যামার (যাকে র‍্যাম অথবা মান্‌কি বলে) ব্যবহার করা হয়। এ হ্যামার শক্ত কাঠের অথবা কাস্ট আয়রন অথবা কাস্ট স্টীলের তৈরি।



চিত্র ঃ ১০.২৮ পাইল বসানো (ড্রপ হ্যামার)

এ পদ্ধতিতে হ্যামারকে রশি বা স্টীল ক্যাবল দ্বারা উত্তোলন করে পাইল ক্যাপের উপর ফেলা হয়। হ্যামারের আঘাতে পাইল মাটিতে বসতে থাকে। সাধারণত ১$\frac{১}{২}$ থেকে ৩ মিটার উপর হতে হ্যামারকে পাইল ক্যাপের উপর ফেলা হয়। উপরের চিত্রে ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে পাইল বসানোর কৌশল দেখান হল। ধারাবাহিক আঘাতে পাইলের উপরিভাগ যাতে ক্ষতিগ্রস্ত না হয় তার জন্য পাইল ক্যাপ ব্যবহার করা হয়। আবার পাইল বসানোর সুবিধার জন্য পাইলের নিচের প্রান্তে সু (Shoe) ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে পাইল বসানোর জন্য রোলারের উপর স্থাপিত কাঠের ফ্রেমে, পাইল বসানোর জন্য গাইড ফ্রেম, হাতুড়ি, পিন, উত্তোলক (Hoist) ইত্যাদির ব্যবস্থা থাকে। ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে প্রতি মিনিটে ৪ থেকে ৮ টির বেশি আঘাত (Blow) দেয়া যায় না। যার ফলে পাইল বসানোর জন্য সময় বেশি লাগে।



চিত্র ঃ ১০.২৯ পাইল ড্রাইভ ক্যাপ বা হেলমেট

স্টীম হ্যামার (Steam hammer) ঃ অল্প সময়ে তাড়াতাড়ি কাজ করার জন্য এ পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়। এতে অল্প সময়ে পাইলের মাথায় এর সাহায্যে অনেকগুলো আঘাত করা যায়। এ পদ্ধতিতে স্টীম সিলিন্ডার এবং পিস্টনের সাহায্যে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হাতুড়ি উপরে উঠে এবং নিজস্ব ওজনে পতিত হয়ে পাইলের উপর আঘাত করে। এ কাজে সিংগেল এবং ডাবল অ্যাকটিং স্টীম হ্যামার ব্যবহার করা হয়। হাতুড়ির একই উচ্চতাসম্পন্ন দ্রুত আঘাতের ফলে পাইপের অবিরাম বসন ক্রিয়া চলতে থাকে। এ পদ্ধতিতে পাইল বসতে বেশি কম্পন সৃষ্টি হয় না। ফলে শীট পাইল, স্টীল টিউব কেসিং এবং কাস্ট-ইন-সিটু পাইল বসানোর জন্য ব্যবহৃত হয়।

সিংগেল অ্যাক্টিং স্টীম হ্যামার দ্বারা প্রতি মিনিটে ৫০ থেকে ৬০ বার আঘাত করানো যায়। আঘাতের পরিমাণ হাতুড়ির ওজন এবং পতন দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে। এর ওজন প্রায় ২ টন এবং পতন দৈর্ঘ্য প্রায় ১ মিটার হয়ে থাকে। আর ডাবল অ্যাকটিং স্টীম হ্যামার দ্বারা প্রতি মিনিটে ১০০ থেকে ২০০ বার আঘাত করানো যায়। দ্রুত আঘাত-এর ফলে পাইল বসানোর সময় অত্যন্ত কম লাগে। এক টনের ছোট হাতুড়ি প্রতি মিনিটে ৩০০ বার আঘাত করতে সক্ষম। $\frac{১}{২}$ টন ওজনের হ্যামারের সাহায্যে স্টীম প্রেসারে পাইলের মাথায় প্রায় ৩ টনের মত আঘাত করানো যায়। হাতুড়ির ওজন সাধারণত ২ থেকে ৪ টন এবং পতন দৈর্ঘ্য (Stroke length) ১$\frac{১}{২}$ মিটার হয়ে থাকে। হাতুড়ির ওজন, পাইলের ওজনের অর্ধেকের কম হওয়া উচিত নয়। তবে অধিক উচ্চতার অধিক সংখ্যক হাল্কা আঘাতের তুলনায় স্বল্প উচ্চতার স্বল্প সংখ্যক ভারী আঘাত পছন্দনীয়। কারণ–

১। হ্যামার হালকা এবং দৃঢ়বদ্ধ (Compact)।

২। দ্রুত চালনা করা যায়।

৩। পাইল ড্রাইভারের লীড কম হয়, ফলে অল্প জায়গার প্রয়োজন হয়।

৪। কম্পন কম হয়।

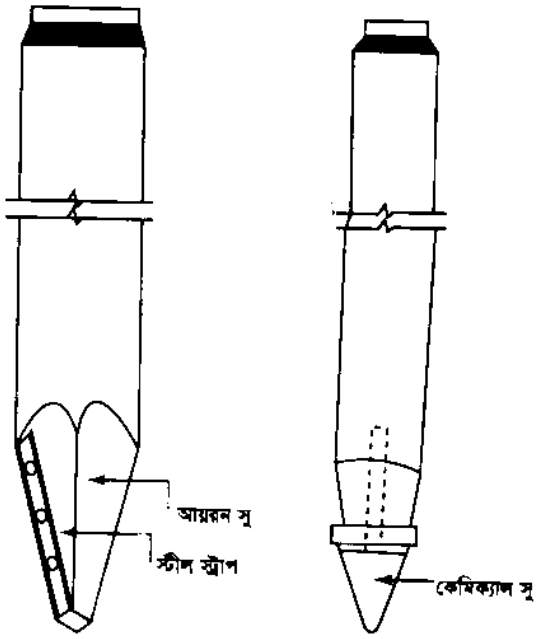
৫। পাইলের উপরিভাগ ক্ষতিগ্রস্ত কম হয়।

ওয়াটার জেট (Water jet) ঃ এক বা একাধিক ওয়াটার জেটের মাধ্যমে পাইলের নিম্নস্থ মাটি সরিয়ে এ পদ্ধতিতে পাইল বসান হয়। হাতুড়ির আঘাতজনিত ক্ষতি হতে পাইলকে রক্ষা করার জন্য নরম মাটিতে এ ব্যবস্থা লওয়া হয়। Jet পাইপের ব্যাস ৫ থেকে ৬ সেমি হয়ে থাকে। কিন্তু পাইপের ব্যাস ধীরে ধীর কমিয়ে শেষপ্রান্তে নজেল লাগান হয়। নজেল প্রান্তে ব্যাস পাইপের ব্যাসের অর্ধেক হবে। পাইপের মধ্য দিয়ে ৭ থেকে ১৭.৫ কেজি/বর্গসেমি চাপে পানি প্রবাহিত করা হয়। যে সমস্ত প্রি-কাস্ট পাইল ওয়াটার জেট দ্বারা বসান হয়, তাদের অক্ষ বরাবর পানি প্রবাহের জন্য পূর্বেই ব্যবস্থা রাখা হয়। জেট পাইপের নজেল পাইলের ১৫ থেকে ৩০ সেমি নিচে রাখা হয়। ফলে পাইলের নিম্নস্থ মাটি ধুয়ে যায় এবং পাইল নির্বিঘ্নে বসতে পারে। পানি পাইলের গাত্র বেয়ে উপরে উঠে আসে, ফলে পাইল বসানোর জন্য মাটির ঘর্ষণ বাধাও হ্রাস পায়। পাইলের প্রয়োজনীয় গভীরতায় পৌছার ১ মিটার অথবা ২ মিটার পূর্বেই পানির প্রবাহ বন্ধ করে দিতে হবে। পরবর্তী দূরত্বটুকু হাতুড়ির আঘাতে প্রবেশ করানো হয়। প্রকৃত ভারবাহী ক্ষমতা প্রাপ্তির জন্য এরূপ ব্যবস্থা করা হয়।

বোরিং (Boring) ঃ পাইলকে প্রয়োজনীয় গভীরতায় পৌছার জন্য যদি শক্ত, নরম, পাথর ইত্যাদি অতিক্রম করতে হয়, তবে গর্ত করে পাইল বসানো স্বল্প ব্যয়সাপেক্ষ। পাইলের মাথায় ড্রাইভিং ড্রাম (Driving drum)-কে আবদ্ধ করা হয় এবং রশির সাহায্যে ড্রাইভিং ড্রামের উপর টর্ক প্রয়োগ করে ঘূর্ণনের মাধ্যমে পাইল বসানো হয়। স্ক্রু পাইল এবং ডিস্ক পাইলের মাথায় এরূপ ব্যবস্থা করা হয়। কাদামাটি এবং পলিমাটির ক্ষেত্রে এটা খুবই উপযোগী।

কাঠের পাইল বসানোর পদ্ধতি (Methods of driving timber pile) ঃ

ভিজা এবং সংকোচনশীল মাটির উপর হালকা কাঠামো নির্মাণ করতে হলে টিম্বার পাইল ব্যবহার করা সুবিধাজনক। মাটি এবং পাইল পৃষ্ঠের মধ্যে ঘর্ষণ বল দ্বারা লোড ছড়িয়ে দেয়া হয়। টিম্বার পাইল সাধারণত ঘর্ষণ পাইল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। টিম্বার পাইল বর্গাকার যা গোলাকার হয়ে থাকে।



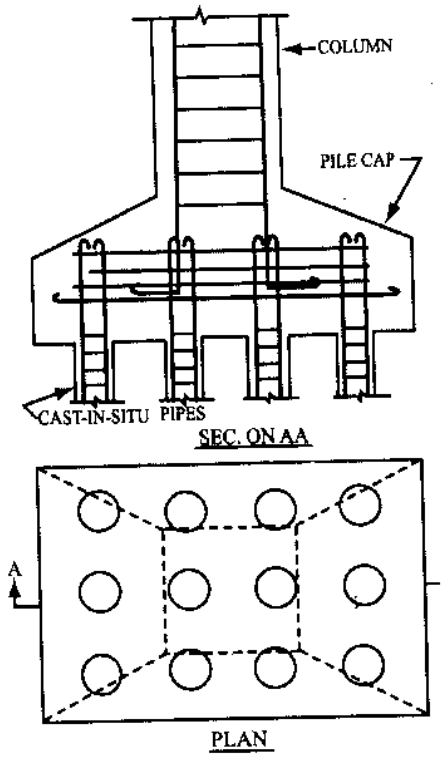
চিত্র ঃ ১০.৩০ টিম্বার পাইল

যন্ত্রচালিত ড্রপ হ্যামার দ্বারা পাইলের মাথায় আঘাত করে পাইল প্রবেশ করানো হয়। এ আঘাত সহ্য করার জন্য পাইলের মাথায় ২৫ মিমি এর ব্যাসবিশিষ্ট রডের আয়রন ক্যাপ রিং ব্যবহার করা হয়। টিম্বার পাইলের ক্ষেত্রে $\frac{১}{২}$ টন থেকে ২ টন ওজনের হ্যামার এবং ভারী ধরনের পাইলের ক্ষেত্রে ২ থেকে ৪ টন ওজনের হ্যামার (যাকে র‍্যাম বা মানকি বলে) ব্যবহার করা হয়।

এ পদ্ধতিতে হ্যামারকে রশি বা স্টীল ক্যাবল দ্বারা উত্তোলন করে পাইল ক্যাপের উপর ফেলা হয়। হ্যামারের আঘাতে পাইল মাটিতে বসতে থাকে। সাধারণত $১\frac{১}{২}$ থেকে ৩ মিটার উপর হতে হ্যামারকে পাইল ক্যাপের উপর ফেলা হয়। পাইল বসানোর সুবিধার জন্য পাইলের নিচের প্রান্ত সুচালো করে কাস্ট-আয়রন এর কনিক্যাল সু লাগাতে হয়। ড্রপ হ্যামারের সাহায্যে প্রতি মিনিটে ৪ থেকে ৮ টির বেশি আঘাত দেয়া যায় না। পাইলের পারস্পরিক দূরত্ব হবে ৬০ সেমি থেকে ৯০ সেমি। কাছাকাছি পাইল বসালে মাটির ঘর্ষণজনিত বাধা হ্রাস পায়। তাই প্রতিটি টিম্বার পাইলে সর্বোচ্চ ২০ টনের বেশি লোড দেয়া উচিত নয়।

১০.৬ শ্রেণিবদ্ধ পাইলের কার্য (Group action of pile) ঃ

সাধারণত কোন কাঠামোর নিচে ভিত্তি বা বুনিয়াদ হিসাবে অনেকগুলো পাইল ব্যবহৃত হয়। একাধিক পাইল পাশাপাশি বসিয়ে পাইলের গ্রুপ বা গুচ্ছ তৈরি করা হয়। ব্যবহারিক এবং তাত্ত্বিকভাবে এটা প্রমাণিত হয় যে, শ্রেণিবদ্ধ ঘর্ষণ পাইলের মোট ভারবহন ক্ষমতার পরিমাণ, প্রতিটি পাইলের ভারবহন ক্ষমতা x পাইলের সংখ্যা-এর চেয়ে কম হবে। কারণ মাটির অভ্যন্তরে পাইলের পীড়ন এলাকায় ওভারল্যাপিং হওয়ার ফলে প্রতিটি পাইলের ভারবহন ক্ষমতা হ্রাস পায়। প্রতিটি পাইলের ভারবহন ক্ষমতা হ্রাসের পরিমাণ, শ্রেণিবদ্ধ পাইলের আকার-আকৃতি এবং প্রতিটি পাইলের আকার, দৈর্ঘ্য, পারস্পরিক দূরত্ব ইত্যাদির উপর নির্ভর করে।



Arrangement showing column standing on pile group and pile cap.

চিত্র ঃ ১০.৩১ শ্রেণিবদ্ধ পাইল

একটি গ্রুপের সমস্ত পাইলগুলো একটি নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত বসিয়ে পাইলগুলোর উপরের অংশ একই লেভেল করে একটি কংক্রিট পাইল ক্যাপ (Pile cap) দ্বারা সংযোগ করে দেয়া হয়। এ পাইল ক্যাপের উপর সুপারস্ট্রাকচার তৈরি করা হয়। একটি ক্যাপ-এর অধীনে অনেকগুলো পাইল বসানোর পদ্ধতিকে গ্রুপ অব পাইল বা শ্রেণিবদ্ধ পাইল বলে।

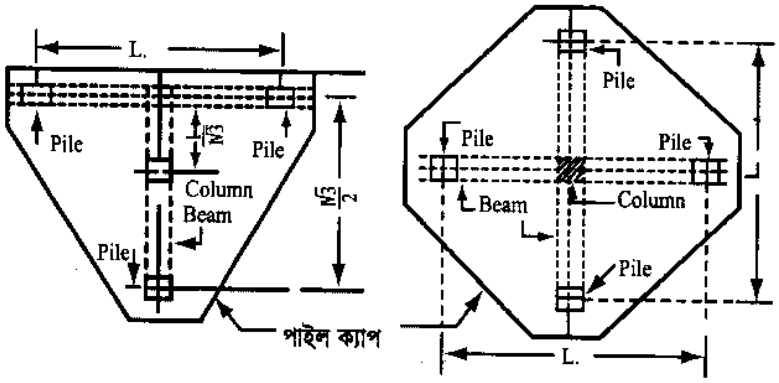
শ্রেণিবদ্ধ পাইল এবং একক পাইলের বৈশিষ্ট্য সম্পূর্ণ আলাদা। তাই পাইলকে শ্রেণিবদ্ধ করার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর প্রতি লক্ষ রাখতে হয়–

(ক) শ্রেণিবদ্ধ পাইলের উপর মাটির ভারবহন ক্ষমতার অতিরিক্ত লোড দেওয়া উচিত নয়। তাহলে শ্রেণিবদ্ধ পাইলসমূহ একত্রিতভাবে বসে যাবে।

(খ) যদি পাইলগুলো খুব কাছাকাছি বসান হয়, তবে এর মধ্যবর্তী মাটির চাপের ফলে সরে যেতে পারে এবং কালক্রমে পাইল তার ভারবহন ক্ষমতা হারিয়ে ফেলতে পারে। সুতরাং পাইল বসানোর সময় উহার পারস্পরিক দূরত্ব ৭০ থেকে ৯০ সেমি এর কম হওয়া উচিত নয়।

(গ) শ্রেণিবদ্ধ পাইলের উপরে আপতিত লোড সমভাবে বন্টিত হওয়া দরকার। কিন্তু লম্বা টাওয়ার বা চিমনির ক্ষেত্রে বাতাসের পার্শ্বচাপ আপতিত লোডকে অসমভাবে প্রয়োগ করে। তাই এ সমস্ত ক্ষেত্রে বাতাসের পার্শ্বচাপকে হিসাবে না ধরে পাইলের ভারবহন ক্ষমতার অর্ধেক ধরে পাইলের সংখ্যা নির্ণয় করতে হয়।

পাইল ক্যাপ (Pile cap) ঃ পাইলের মাথা মূলভিত্তির মধ্যে প্রবেশ করিয়ে দেওয়ার প্রয়োজন। কারণ পাইলের উপর যদি মূল বুনিয়াদ তৈরি করা হয়, তবে যে-কোন movement-এ বুনিয়াদ স্থানান্তরিত হয়ে যেতে পারে। ফলে বুনিয়াদের পার্শ্বসরণ তথা অসম বসন হতে পারে। এজন্য পাইলের মাথাগুলো একই লেভেল করে বুনিয়াদের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে কংক্রিট দ্বারা ঢেকে দিতে হয়। পাইল ও মূল বুনিয়াদের সংযোগস্থলে যে কাঠামো থাকে বা অংশ দেওয়া হয় তা পাইল ক্যাপ নামে পরিচিত। চিত্রে পাইল ক্যাপ দেখান হল–



চিত্র ঃ ১০.৩২ পাইল ক্যাপ

পাইল লোড টেস্ট (Pile Load Test) ঃ

পাইলে লোড (Loads on piles) ঃ পাইল ডিজাইনের সময় নিম্নের লোডগুলো বিবেচনা করা হয়। যেমন–

১। সরাসরি উল্লম্ব লোড যা পাইল দ্বারা স্থানান্তরিত হবে।

২। পাইল বসানোর সময় উৎপন্ন ইমপ্যাক্ট স্ট্রেস।

৩। পাইলের বক্রতাজনিত কারণে (Due to curvature) উৎপন্ন বেন্ডিং স্ট্রেস।

৪। বিকেন্দ্রিকতার কারণে পাইলের উপর আপত লোডে উৎপন্ন বেন্ডিং স্ট্রেস।

৫। হস্ত দ্বারা কার্য সম্পাদন করার সময় উৎপন্ন স্ট্রেস।

৬। বাতাস, ঢেউ ইত্যাদির কারণে সৃষ্ট লেটারেল ফোর্স।

৭। মেরিন স্ট্রাকচারে জাহাজের আঘাতজনিত কারণে উৎপন্ন ফোর্স।

৮। বার্জ বা বরফের সীটের আঘাতে উৎপন্ন ফোর্স।

৯। ভূকম্পনজনিত ফোর্স।

১০। আপ-লিফট চাপের কারণে উৎপন্ন ফোর্স ইত্যাদি।

পাইলের ভারবহন ক্ষমতা (Load carrying capacity of piles) ঃ নিম্নের সূত্রের সাহায্যে পাইলের ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয় করা হয়। যেমন–

ক. ডায়নামিক ফর্মুলা (Dynamic formula)

খ. স্ট্যাটিক ফর্মুলা (Static formula)

ডায়নামিক ফর্মুলা (Dynamic formula) ঃ

১। ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলা (Engineering news formula) ঃ

$$P = \frac{WH}{F(S+C)}$$

এখানে, P = গ্রহণযোগ্য লোড

W = ড্রপ হ্যামারের ওজন, কেজি

H = পতনের উচ্চতা বা স্ট্রোক দৈর্ঘ্য, সেমি।

S = গড় পেনিট্রেশন (প্রতি আঘাত), সেমি। ড্রপ হ্যামারের ক্ষেত্রে শেষ ৫টি আঘাতের এবং স্টেম হ্যামারের ক্ষেত্রে শেষ 20টি আঘাতের গড় পেনিট্রেশন।

F = ফ্যাক্টর অব সেফটি = 6

C = ইম্পেরিয়াল ধ্রুবক।

i. ড্রপ হ্যামারের ক্ষেত্রে, $P = \frac{WH}{6(S+2.5)}$ [C = 2.5]

ii. সিংগেল অ্যাক্টিং স্ট্রেম হ্যামারের ক্ষেত্রে, $P = \frac{WH}{6(S+2.5)}$ [C = 0.25]

iii. ডাবল অ্যাক্টিং স্ট্রেম হ্যামারের ক্ষেত্রে, $P = \frac{(W+ap)w}{6(S+0.25)}$ [C = 0.25]

এখানে, a = পিস্টনের কার্যকরী ক্ষেত্রফল, বর্গসেমি।

P = গড় কার্যকরী স্ট্রেম প্রেসার, কেজি/বর্গসেমি।

২। Piles driven by drop hammer :

$$P = \frac{WH}{\left(1+\frac{w}{W}\right)^{s}}$$

এখানে, P = safe load on pile

Factor of Safety, F = 4 to 6

w = পাইলের নিজস্ব ওজন।

৩। Hiley Formula :

$$R = \frac{eWH}{S+\frac{C}{2}} \times \frac{W+K^2W_1}{W+W_1}$$

এখানে,

R = পাইলের চরম লোড বহন ক্ষমতা, কেজি।

W = ড্রপ হ্যামারের ওজন, কেজি

W_1 পাইলের ওজন কেজি-১

e = পাইলের কর্মক্ষমতা = $\frac{\text{প্রতি আঘাতে প্রকৃত এনার্জি}}{\text{প্রতি আঘাতে এনার্জির হার}}$

= 1.0 (ড্রপ হ্যামারের ক্ষেত্রে)

= 0.65-0.90 (স্টেস হ্যামারের ক্ষেত্রে)

= 0.90-1.00 (ডিজেল হ্যামার)

K = Coefficient of restitution (পূর্বাবস্থায় আনয়ন সহগ)

= হ্যামারের প্রকার, পাইল ক্যাপের মালামাল এবং পাইলের উপর নির্ভর করে এ মান 0 – 1 এর মধ্যে হয়।

C = Total elastic compression

$= C_1 + C_2 + C_3$

C_1 = Temporary Compression of Pile head and Cap in Cm.

C_2 = Temporary Compression of Pile in Cm.

C_3 = Temporary Compression of Ground in Cm.

স্ট্যাটিক ফর্মুলা (Static formula) ঃ

P = pX পাইলের ক্রস সেকশনাল ক্ষেত্রফল + পাইলের ফ্রিকশনাল রেজিস্ট্যান্স

$= p \times A + Cp \times \frac{wh^2}{2} \times \mu \times$ পাইলের পেরিমিটার।

এখানে, P = পাইলের ভারবহন ক্ষমতা

h = পেনিট্রেশন গভীরতা

w = মাটির ওজন, কেজি/ঘনমিটার

A = পাইলের ছেদিত ক্ষেত্রফল

μ = ঘর্ষণ সহগ (মাটি এবং কংক্রিটের মধ্যকার) = 0.3 to 0.35

p = মাটির ভারবহন ক্ষমতা (পাইলের পাদদেশে)

Cp = চাপের সহগ = $\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$

ϕ = অ্যাংগেল অব রিপোর্ট = 15° to 22°

উদাহরণ-১। পাইলের নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয় কর। যদি ড্রপ হ্যামারের ওজন ২০০০ কেজি এবং ৩৫ সেমি উচ্চতায় পাইলের উপর আঘাত করে। শেষের কয়েক আঘাতে গড় পেনিট্রেশন ০.৫ সেমি। পাইলের ওজন ১৫০০ কেজি।

সমাধান ঃ ড্রপ হ্যামারের দ্বারা পাইলের ভারবহন ক্ষমতা নিচের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়–

$$P = \frac{WH}{\left(1+\frac{w}{w}\right)_s}$$

এখানে, W = 2000 kg

H = 35cm = 0.35 m

W = 1500 kg

S = 0.5 Cm = 0.005m

$$\therefore P = \frac{2000 \times 0.35}{\left(1+\frac{1500}{2000}\right) \times 0.005} = 80000 \text{ kg}$$

উদাহরণ-২। স্টেম হ্যামারের সাহায্যে একটি প্রি-কাস্ট রিইনফোর্সমেন্ট কংক্রিট পাইল বসানো হল। হ্যামারের ওজন 2500 কেজি, স্ট্রোক দৈর্ঘ্য 0.75 মিটার এবং শেষের কয়েক আঘাতের গড় পেনিট্রেশন 0.3 সেমি হলে নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ স্ট্রেম হ্যামারের ক্ষেত্রে পাইলের ভারবহন ক্ষমতা

$$P = \frac{WH}{6(S + 0.25)}$$

এখানে, W = হ্যামারের ওজন = 2500 kg

H = স্ট্রোক দৈর্ঘ্য = 0.75 m

S = গড় পেনিট্রেশন = 0.3 cm = 0.003m

$$\therefore P = \frac{2500 \times 0.75}{6\ (0.003 + 0.25)} = 54545 \text{ kg}$$

এবং নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা $= \frac{P}{F} = \frac{54545}{6} = 9090.83$ kg

উদাহরণ-৩। নিম্নের তথ্যাদি ও হিলে'স সূত্রের সাহায্যে আর.সি.সি পাইলের চরম লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর।

তথ্যাদি ঃ পাইলের সেকশন = 50 সেমি × 50 সেমি

পাইলের দৈর্ঘ্য = 15 মিটার

কংক্রিটের ওজন = 2.4 টন/ঘনমিটার

ড্রপ হ্যামারের ওজন = 5 টন

মুক্ত পতনের উচ্চতা = 1.0 মিটার

শেষ ১০টি আঘাতের গড় পেনিট্রেশন = 5 মিমি

হ্যামারের কর্মক্ষমতা = 100%

হ্যামারের সহগ = 0.5

মোট ইলাস্টিক কম্প্রেশন = 30 মিমি

পাইলের সর্বোচ্চ চরম লোড বহন ক্ষমতাও নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ হিলে'স ফর্মুলা

$$R = \frac{eWH}{S + \frac{C}{2}} \times \frac{K^2W_1}{W+W_1}$$

R = চরম লোড বহন ক্ষমতা

e = হ্যামারের কর্মক্ষমতা = 100% = 1

W = হ্যামারের ওজন = 5 টন = 5000kg

H = মুক্ত পতন উচ্চতা = 1.0m = 100 cm

K = পূর্বাবস্থায় ফিরে আসার সহগ (Coefficient of restitution) = 0.50

W_1 = পাইলের ওজন = 0.50 × 0.50 × 15 × 2400 = 9000 kg

S = পাইলের গড় বসন বা পেনিট্রেশন = 5mm = 0.50 cm

C = Total elastic Compression in cm = 30mm = 3cm

$$\therefore R = \frac{1 \times 5000 \times 100}{0.50 + \frac{3}{2}} \times \frac{5000 + (0.5)^2 \times 9000}{5000 + 9000}$$

$$= 250000 \times 0.518$$

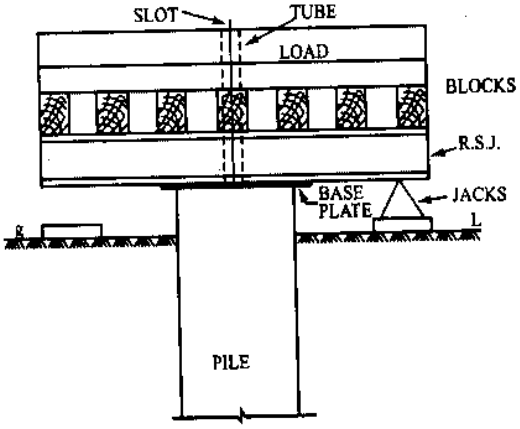
$$= 129464 \text{ kg} = 129.464 \text{ tonnes.}$$

সর্বোচ্চ ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে S = 0 ধরতে হবে। অর্থাৎ বসন হবে না।

$$\therefore R = \frac{1 \times 5000 \times 100}{0 + \frac{3}{2}} \times \frac{5000 + (0.5)^2 \times 9000}{5000 + 9000}$$

$$= 173200 \text{ kg} = 173.2 \text{ tonnes}$$

পাইল লোড টেস্ট পরিচালনা (Conduct of pile load test) ঃ পাইলের ভারবহন ক্ষমতা জানার জন্য লোড টেস্ট করা হয়। নিম্নের চিত্রে এক ধরনের লোডিং প্লাটফর্ম দেখানো হল। প্রয়োজনীয় গভীরতায় পাইল বসানোর পর পাইলের উপর চাপান লোড (Superimposed load) ধীরে ধীরে বাড়ান হয়। এ কারণে পাইল হেডের উপর প্লাটফর্ম তৈরি করা হয়। পাইলের উপর একটি স্টীল প্লেট ব্যবহার করে এর উপর একজোড়া আর.এস. জয়েস্ট (যাকে আই-বীম বলে) স্থাপন করা হয়। আই বীম (I-Beam)-এর উপর ৬ থেকে ৮ টি টিম্বার লগ আড়াআড়িভাবে স্থাপন করে একটি বর্গাকার প্লাটফর্ম তৈরি করা হয়। বর্গাকার প্লাটফর্মের বাহুর দৈর্ঘ্য ৪.০ মিটার থেকে ৪.৫০ মিটার এর মধ্যে হয়। আই-বীম এবং টিম্বার লোডের আকার-আকৃতি নির্ভর করে টেস্ট লোডের পরিমাণের উপর। লোড চাপানোর সময় প্লাটফর্মের টিলটিং প্রতিরোধী করার জন্য জ্যাকস, ক্রিবস বা ওয়েজেস (Jacks, cribs or wedges) ব্যবহার করা হয়। বসনের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য পাইল হেডের কেন্দ্রে একটি খাড়া লেভেল রড স্থাপন করা হয়।



Load test of the pile.

চিত্র ঃ ১০.৩৩ Load test of the Pile

পাইল লোড টেস্ট করার জন্য নিম্নের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়–

১। ধাপে ধাপে লোড প্রয়োগ করা হয়। প্রতিবারে লোড বৃদ্ধির পরিমাণ ডিজাইন লোডের $\frac{১}{২}$ অংশের বেশি হবে না।

২। পরবর্তী লোড প্রয়োগের পূর্বে ২৪ ঘন্টা যাবৎ পাইলের বসন পর্যবেক্ষণ করতে হবে।

৩। প্রতিবার লোড প্রয়োগ করে বসনের পরিমাণ লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৪। কমপক্ষে এক সপ্তাহ ধরে সম্পূর্ণ ডিজাইন লোড চাপান হবে।

৫। এরপর ডিজাইন লোডের $১\frac{১}{২}$ গুণ লোড এক সপ্তাহ ধরে ধাপে ধাপে প্রয়োগ করা হয়।

৬। এখন লোড অপসারণ করে প্লাটফর্ম ভেঙে ফেলা হয় এবং পাইলের নেট বা অবশেষ বসনের পরিমাণ পরিমাপ করা হয়।

৭। লোড-সেটেলমেন্ট কার্ভ অঙ্কন করা হয়। এ কার্ভ থেকে ১২ মিমি বসনে পাইলের সর্বোচ্চ ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয় করা হয়। তবে নেট বা অবশেষ বসনের পরিমাণ ৬ মিমি এর বেশি না হয়, তার হিসাবও করা প্রয়োজন।

পাইল লোড টেস্ট চলাকালীন সময়ে নিম্নের গুরুত্ব বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়–

১। পর্যায়ক্রমিক লোড বৃদ্ধির মধ্যে পর্যাপ্ত বিরতি দেয়া উচিত।

২। টেস্ট চলাকালীন সময়ে পাইলের বসন খুবই সতর্কতার সাথে পড়তে হবে। এ রিডিং টেস্ট পাইল ১৫ থেকে ৩০ মিটার ব্যাসার্ধের মধ্যে দুটি প্রতিষ্ঠিত বেঞ্চ মার্কের সাহায্যে গ্রহণ করা উচিত।

৩। একটি ধাতব টিউব বা কাঠের বাক্সের মধ্যে লেভেল রড বা বোল্ট রাখা উচিত।

৪। প্লাটফর্মের উপর লোডিং এবং আনলোডিং করার সকল খেয়াল রাখা উচিত, যাতে কোনরূপ ধাক্কা বা কম্পন না হয়।

৫। লোড টেস্টে পাইলের ব্যর্থতার জন্য পর্যাপ্ত সময়ের প্রয়োজন এবং ডিজাইন লোডের $১\frac{১}{২}$ গুণ লোড প্রয়োগ করতে হবে।

৬। সব পাইল বসানোর পর ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয় করার জন্য একটি বা দুটি পাইলকে পরীক্ষার জন্য নির্বাচন করা উচিত।

পাইল লোড টেস্ট=এর উপরোক্ত পদ্ধতি হল প্রচলিত পদ্ধতি। এ পদ্ধতির কিছু সীমাবদ্ধতা আছে। নিম্নের পদ্ধতিগুলোর সাহায্যে পাইল লোড টেস্ট করা হয়–

১। সাইক্লিক লোড পদ্ধতি (Cyclic load method)

২। ধ্রুব পেনিট্রেশন পদ্ধতি (Constant penetration method)

৩। হাউসেলস্ পদ্ধতি (Housel's method)

৪। সাম্য পদ্ধতি (Equilibrium method)

অনুশীলনী-১০

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। গভীর ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?

[বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]

উত্তর ঃ যে সকল ভিত্তির গভীরতা প্রস্থের তুলনায় অনেক বেশি হয় তাদেরকে গভীর ভিত্তি বলে। সাধারণ গর্ত খনন করে গভীর ভিত্তি নির্মাণ করা হয় না। ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি যদি উত্তম ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন কোন স্তর না পাওয়া যায়, তবে প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন স্তর পাওয়ার জন্য মাটির অনেক গভীরে কাঠামোর ভিত্তি স্থাপন করা হয়। এ জাতীয় ভিত্তিই গভীর ভিত্তি।

২। নির্মাণকৌশল অনুযায়ী গভীর ভিত্তি কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর ঃ নির্মাণকৌশল অনুযায়ী গভীর ভিত্তি তিন প্রকার, যথা–

১। পাইল ভিত্তি;

২। কফার ড্যাম;

৩। কেইসান বা ওয়েল ভিত্তি।

৩। পাইল ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?

অথবা, পাইল কেন ব্যবহার করা হয়?

[বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর ঃ প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতাসম্পন্ন স্তরের গভীরতা বেশি হলে অথবা ভূপৃষ্ঠ অত্যধিক ঢালবিশিষ্ট হলে সেখানে পাইলের উপর কাঠামোর যে ভিত্তি নির্মাণ করা হয় তাকে পাইল ভিত্তি বলে। সংকোচনশীল মাটি, জলাবদ্ধ মাটি, ভরাটকৃত মাটি ইত্যাদির ক্ষেত্রে যে-কোন ধরনের কাঠামোর জন্য পাইল ভিত্তি নিরাপদ।

৪। **ব্যবহার অনুযায়ী পাইল কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর ব্যবহার অনুযায়ী পাইল সাত প্রকার, যথা–

১। ভারবাহী বা বিয়ারিং পাইল;
২। ঘর্ষণ বা ফ্রিকশন পাইল;
৩। শীট পাইল;
৪। নোংগর বা অ্যাংকর পাইল;
৫। ব্যাটার পাইল;
৬। ফেন্ডার পাইল;
৭। কম্প্যাকশন পাইল।

৫। **নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী পাইল কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী পাইল পাঁচ প্রকার, যথা–

১। টিম্বার পাইল;
২। কংক্রিট পাইল;
৩। কম্পোজিট পাইল;
৪। স্টীল পাইল;
৫। স্যান্ড পাইল।

৬। **শীট পাইল কী? এটি কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর কংক্রিট, কাঠ বা স্টীল দ্বারা তৈরি এক ধরনের পাতলা পাইলকে শীট পাইল বলে। শীট পাইল চার প্রকার, যথা–

১। টিম্বার শীট পাইল;
২। প্রি-কাস্ট কংক্রিট শীট পাইল;
৩। পি- স্ট্রেসড কংক্রিট শীট পাইল;
৪। স্টীল শীট পাইল।

৭। **স্টীল পাইল কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর স্টীল পাইল পাঁচ প্রকার, যথা–

১। H – Pile;
২। Pipe pile;
৩। Screw pile;
৪। Disc pile;
৫। Sheet pile

৮। **বিয়ারিং পাইল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর নরম মাটি বা পানির মধ্য দিয়ে যে পাইল প্রয়োজনীয় ভারবাহী ক্ষমতাসম্পন্ন শক্ত স্তরে কাঠামোর লোডকে স্থানান্তরিত করে তাকে বিয়ারিং পাইল বলে। এ পাইল সরাসরি মাটির অভ্যন্তরের শক্ত স্তরের উপর স্থাপন করা হয়। এটা পিলার হিসাবে সুপারস্ট্রাকচারকে সাপোর্ট দেয় এবং নিরাপদ ভারবাহী স্তরে লোডকে ছড়িয়ে দেয়। বিয়ারিং পাইল কাঠের বা কংক্রিটের হতে পারে।

৯। **ফ্রিকশন পাইল বা ফ্লোটিং পাইল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০]

উত্তর যেসব জায়গার মাটি অনেক গভীরতা পর্যন্ত দুর্বল বা নরম থাকে, যেখানে প্রবিষ্ট পাইলের পার্শ্ববর্তী মাটি এবং পাইল সারফেসের মধ্যে উৎপন্ন ঘর্ষণ বল লোড বহন করে। অর্থাৎ স্কীন ফ্রিকশনের মাধ্যমে লোডকে স্থানান্তরিত করে। এ ধরনের পাইলকে ফ্রিকশন পাইল বা ফ্লোটিং (Floating) পাইল বলে।

১০। **শ্রেণিবদ্ধ পাইল বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর একাধিক পাইল কাছাকাছি বসিয়ে পাইলের গ্রুপ বা গুচ্ছ তৈরি করা হয়। একটি গ্রুপের সব পাইলকে একটি নির্দিষ্ট গভীরতা পর্যন্ত বসিয়ে পাইলগুলোর উপরের অংশ একই সমতলে এনে একটি কংক্রিট ক্যাপ দ্বারা সংযোগ দেয়া হয়। এ পাইল ক্যাপ-এর উপর সুপারস্ট্রাকচার তৈরি করা হয়। সুতরাং একটি পাইল ক্যাপের মধ্যে অনেক পাইল বসানোর পদ্ধতিকে শ্রেণিবদ্ধ পাইল বা পাইলের গুচ্ছ বলে।

১১। **পাইলকে শ্রেণিবদ্ধ করার সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?**

উত্তর পাইলকে শ্রেণিবদ্ধ করার সময় নিম্নের বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়–

১। শ্রেণিবদ্ধ পাইলের উপর মাটির ভারবহন ক্ষমতার অতিরিক্ত লোড দেয়া উচিত নয়, তাহলে শ্রেণিবদ্ধ পাইলগুলো একত্রে বসে যাবে।
২। পাইলগুলোর পারস্পরিক দূরত্ব ৭০ থেকে ৯০ সেমি এর কম হবে না। এর কম হলে পাইলের ভারবহন ক্ষমতা হ্রাস পাবে।
৩। শ্রেণিবদ্ধ পাইলে আপতিত লোড সমভাবে বণ্টিত হওয়া উচিত। কিন্তু লম্বা টাওয়ার ও চিমনির ক্ষেত্রে বাতাসের পার্শ্বচাপ আপতিত লোডকে অসমভাবে প্রয়োগ করে।

১২। স্যান্ড পাইলের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর: স্যান্ড পাইলের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ–

১। নির্মাণ করা সহজ।
২। ছোট কাঠামোর ক্ষেত্রে আর্থিক সামগ্রী।
৩। সাব-সয়েলে পানি থাকলেও এ পাইল ব্যবহার করা যায়।
৪। বালির পরিবর্তে গ্রাভেলও ব্যবহার করা যায়।
৫। ভূ-নিম্নস্থ পানিতে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

১৩। কফার ড্যাম কী?

[বাকাশিবো-২০০৬, ১০]

অথবা, কফার ড্যাম বলতে কী বুঝ?

উত্তর: কফ্যার ড্যাম হল এক ধরনের অস্থায়ী বেষ্টনী, যা নদী, হ্রদ ইত্যাদি এলাকায় নির্মাণকাজ চলাকালে পানি প্রবেশে বাধাদান করে। নির্মাণ এলাকা শুষ্ক রাখার জন্য কফার ড্যাম তৈরি করে পানিকে নিষ্কাশন করা হয়। এর দেওয়ালগুলো যথাসম্ভব পানি নিরোধ হওয়া দরকার।

১৪। কেইসন কী?

[বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]

উত্তর: কাঠ, স্টীল অথবা আর.সি.সি. ইত্যাদি দ্বারা নির্মিত বাক্সের ন্যায় আয়তাকার অথবা বৃত্তাকার পানিরোধী কাঠামোকে কেইসন বলে। মাটি অথবা পানির নিচে প্রয়োজনীয় গভীরতার ভিত্তি স্থাপনের জন্য কেইসন বসানো যায়। সাধারণত ব্রিজ পায়ার অথবা অ্যাবাটমেন্টের ভিত্তির জন্য কেইসন ব্যবহার করা হয়।

১৫। কী উদ্দেশ্যে কেইসন নির্মাণ করা হয়?

উত্তর: নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে কেইসন নির্মাণ করা হয়–

১। ব্রিজ পায়ার, অ্যাবাটমেন্ট অথবা ভারী কলামের লোডকে উত্তম ভারবাহী স্তরে পৌঁছানোর জন্য।
২। পাম্প অথবা অন্য মেশিনারি বসানোর জন্য মাটির অভ্যন্তরে আবদ্ধ স্থান তৈরি করার জন্য।
৩। গভীর টানেলে পৌঁছানোর প্রবেশ মুখে।
৪। পানির মধ্যে গভীর ভিত্তি স্থাপনের জন্য।

১৬। কোন কোন ক্ষেত্রে কেইসন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: নিম্নলিখিত কাঠামোর ক্ষেত্রে কেইসন ব্যবহৃত হয়–

১। ব্রিজ পায়ার, অ্যাবাটমেন্ট ইত্যাদি।
২। জাহাজ নির্মাণ কারখানা, জাহাজ ঘাটের দেওয়াল এবং জাহাজ ঘাট।
৩। উপকূলীর বৃহত্তম কাঠামো।
৪। উপকূল রক্ষাকারী কাঠামো।

১৭। কেইসন কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর: কেইসন তিন প্রকার, যথা–

১। ওপেন কেইসন বা কূপ ভিত্তি;
২। বক্স কেইসন বা ফ্লোটিং কেইসন;
৩। নিউম্যাটিক কেইসন।

১৮। বিভিন্ন প্রকার ওপেন কেইসনের নাম লিখ।

অথবা, ওপন কেইসন কয় প্রকার ও কী কী?

[বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর: ওপেন কেইসন বিভিন্ন প্রকার হতে পারে, যথা–

১। একক বৃত্তাকার;
২। জোড়া বৃত্তাকার/টুইন সার্কুলার;
৩। ড্যাম্প ওয়েল;
৪। ডাবল-ডি;
৫। টুইন হেক্সাগোনাল;
৬। টুইন অক্টাগোনাল;
৭। আয়তাকার।

১৯। কূপ ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: দুই মুখ খোলা একটি স্টীল, আর.সি.সি. অথবা কাঠের সিলিন্ডার বা পাইপবিশেষ, যা মাটির নির্দিষ্ট গভীরতায় স্থাপন করে উপরে ওয়েল ক্যাপের সাহায্যে কাঠামোর ভিত্তি নির্মাণ করা হয়, তাকে কূপ ভিত্তি বলে। অনেক গভীরতায় স্বল্প খরচে কূপ ভিত্তি সহজেই নির্মাণ করা যায়। ব্রিজের ভিত্তি নির্মাণে সাধারণত কূপ ভিত্তি ব্যবহার করা হয়।

২০। কূপ ভিত্তির আকার নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর: কূপ ভিত্তির আকার নির্বাচনে বিবেচ্য বিষয়সমূহ নিম্নরূপ–

১। পায়ার অথবা অ্যাবাটমেন্টের বেইজের আকার।
২। খননকাজে সুবিধা-অসুবিধা।
৩। খননকার্য এবং সাটারিং-এর ব্যয়।
৪। কূপের উপর আগত আনুভূমিক এবং খাড়া বলসমূহ।
৫। খননকালে কূপের নড়াচড়া অথবা স্থানান্তরের সম্ভাবনা।

২১। কেইসড কাস্ট-ইন-সিটু পাইল কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর: কেইসড কাস্ট-ইন-সিটু পাইল পাঁচ প্রকার, যথা–

১। রেমন্ড পাইল;
২। ম্যাক-আর্থার কেইসড পাইল;
৩। মনোটিউব পাইল;
৪। সোয়াগ পাইল;
৫। বাটন বটম পাইল।

২২। আনকেইসড কাস্ট-ইন-সিটু পাইল কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর: আন কেইসড কাস্ট-ইন-সিটু পাইল চার প্রকার, যথা–

১। সিমপ্লেক্স পাইল;
২। ফ্রাংকি পাইল;
৩। ভাইব্রো পাইল;
৪। প্যাডেস্টাল পাইল।

২৩। পাইল বসাতে কী কী যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়?

উত্তর: পাইল বসাতে নিম্নের যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়, যেমন–

১। পাইল ফ্রেম;
২। পাইল হ্যামার;
৩। লীড;
৪। চাকা ঘুরানোর হাতল;
৫। আনুষঙ্গিক যন্ত্রপাতি।

২৪। কী কী পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১২

উত্তর: সাধারণত চারটি পদ্ধতির সাহায্যে পাইল বসানো হয়, যথা–

(ক) ড্রপ হ্যামার পদ্ধতি
(খ) স্টীম হ্যামার পদ্ধতি
  ১। সিংগেল অ্যাকটিং
  ২। ডাবল অ্যাকটিং
  ৩। ডিফারেনশিয়াল অ্যাকটিং
(গ) ওয়াটার জেট পদ্ধতি
(ঘ) বোরিং।

২৫। হ্যামার কত প্রকার ও কী কী?

উত্তর: হ্যামার চার প্রকার। যেমন–

১। ড্রপ হ্যামার
২। সিংগেল অ্যাকটিং স্টীম হ্যামার
৩। ডাবল অ্যাকটিং স্টীম হ্যামার
৪। ডিজেল হ্যামার।

২৬। পাইল ক্যাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকশিবো-২০০১, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]

অথবা, পাইল ক্যাপ কেন দেয়া হয়?

উত্তর: পাইলের মাথা মূলভিত্তির মধ্যে প্রবেশ করিয়ে দেয়ার প্রয়োজন। কারণ পাইলের উপর যদি মূল বুনিয়াদ তৈরি করা হয়, তবে যে-কোন মুভমেন্টে বুনিয়াদ স্থানান্তরিত হয়ে যেতে পারে। ফলে বুনিয়াদের পার্শ্বস্থ চাপ অসম বসন হতে পারে, এজন্য পাইলের মাথাগুলো একই লেভেল করে বুনিয়াদের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে কংক্রিট ব্লক তৈরি করে নিতে হয়। পাইল ও মূল বুনিয়াদের সংযোগ (স্থাপনের জন্য পাইল ক্যাপ দেয়া হয়।)-স্থলে যে কাঠামো তৈরি করা হয় তাকে পাইল ক্যাপ বলে।

২৭। ড্রপ হ্যামারের ওজন কত? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: কংক্রিট ও টিম্বার পাইলের ক্ষেত্রে $\frac{১}{২}$ থেকে ২ টন ওজনের হ্যামার এবং ভারী পাইলের ক্ষেত্রে ২ থেকে ৪ টন ওজনের হ্যামার ব্যবহার করা হয়।

২৮। হ্যামারের পতন দৈর্ঘ্য বা স্ট্রোক দৈর্ঘ্য কত? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: ড্রপ হ্যামারের ক্ষেত্রে $১\frac{১}{২}$ থেকে ৩ মিটার, সিংগেল অ্যাকটিং হ্যামারের ক্ষেত্রে ১ মিটার এবং ডাবল অ্যাকটিং হ্যামারের ক্ষেত্রে $১\frac{১}{২}$ মিটার পতন দৈর্ঘ্য হয়ে থাকে।

২৯। হ্যামার দ্বারা প্রতি মিনিটে পাইলের মাথায় আঘাতের সংখ্যা কত? [বাকাশিবো-২০০৬]

উত্তর: প্রতি মিনিটে আঘাতের সংখ্যা ড্রপ হ্যামারের ক্ষেত্রে ৪ থেকে ৮টি, সিংগেল অ্যাকটিং স্ট্রেম হ্যামারের ক্ষেত্রে ৫০ থেকে ৬০টি এবং ডাবল অ্যাকটিং স্ট্রেস হ্যামারের ক্ষেত্রে ১০০ থেকে ২০০টি।

৩০। ব্যাটার পাইল কী? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর: আনুভূমিক অথবা তীর্যক বলকে প্রতিরোধ করার জন্য তীর্যকভাবে বসান পাইলকে ব্যাটার পাইল বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৫, ২০০৮, ২০১৩]

উত্তর: ১০.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। বিয়ারিং এবং ফ্রিকশন পাইলের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। টিম্বার পাইলের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর টিম্বার পাইলের সুবিধা দ্রষ্টব্য।

৪। টিম্বার পাইলের অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর টিম্বার পাইলের অসুবিধা দ্রষ্টব্য।

৫। প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর প্রি-কাস্ট পাইলের সুবিধা ও অসুবিধা দ্রষ্টব্য।

৬। কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের সুবিধা ও অসুবিধা দ্রষ্টব্য।

৭। কংক্রিট ও কাঠের পাইলের মধ্যে তুলনা কর।

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। স্টীল পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর: ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর স্টীল পাইলের সুবিধা ও অসুবিধা দ্রষ্টব্য।

৯। স্যান্ড পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর স্যান্ড পাইলের সুবিধা ও অসুবিধা দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০১০]

১০। কী কী বিষয় বিবেচনা করে শীট পাইলের প্রকার নির্ধারণ করা হয়?

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর শীট পাইল দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০১০, ২০১১]

১১। শীট পাইলের কাজগুলো লিখ।

অথবা, কী উদ্দেশ্যে শীট পাইল ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর শীট পাইলের কাজ দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০০৮, ২০০৯]

১২। কী উদ্দেশ্যে কফার ড্যাম ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর কফার ড্যামের ব্যবহার দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৯]

১৩। কফার ড্যাম নির্বচনে কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?

অথবা, কফার ড্যাম নির্বাচনে প্রভাবকারী বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ এর ড্যামের প্রভাবকারী বিষয় দ্রষ্টব্য।

১৪। বিভিন্ন প্রকার কফার ড্যামের নাম লিখ।

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ এর কফার ড্যামের প্রকারভেদ দ্রষ্টব্য।

১৫। বিভিন্ন প্রকার কেইসনের নাম লিখ।

উত্তর ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ-এর কেইসনের প্রকারভেদ দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৬, ২০০৯]

১৬। সিমপ্লেক্স পাইলের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর ১০.৪ নং অনুচ্ছেদ-এর সিমপ্লেক্স পাইল দ্রষ্টব্য।

১৭। চিত্রসহ ফ্রাংকি পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর ১০.৪ নং অনুচ্ছেদ-এর ফ্রাংকি পাইল দ্রষ্টব্য।

১৮। চিত্রসহ পেডেস্টাল পাইল নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর ১০.৪ নং অনুচ্ছেদ-এর পেডেস্টাল দ্রষ্টব্য।

১৯। পাইল ড্রাইভ ক্যাপ-এর পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর ১০.৩২ নং চিত্র দ্রষ্টব্য।

২০। পাইল লোড টেস্ট করার ধাপগুলো লিখ।

উত্তর ১০.৬ নং অনুচ্ছেদ-এর টেস্টের ধাপ দ্রষ্টব্য।

২১। পাইল ডিজাইন করার সময় কী কী লোড বিবেচনা করা হয়?

উত্তর ১০.৬ নং অনুচ্ছেদ-এর পাইল লোড দ্রষ্টব্য। [বাকাশিবো-২০১৩

২২। ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলাটি লিখে সাংকেতিক অক্ষরগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর ১০.৬ নং অনুচ্ছেদ-এর ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলা দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা সুবিধাজনক?

উত্তর সংকেত ১০.২ নং অনুচ্ছেদ প্রথম অংশ দ্রষ্টব্য।

২। ব্যবহার অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকার পাইলের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ এর 'ক' থেকে 'ছ' পর্যন্ত দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্রসহ কাঠের পাইলের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ এর কাঠের পাইল দ্রষ্টব্য।

৪। স্ক্রু এবং ডিস্ক পাইলের চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদ এর স্ক্রু এবং ডিস্ক পাইল দ্রষ্টব্য।

৫। চিত্রসহ স্যান্ড পাইলের বর্ণনা দাও এবং সুবিধা ও অসুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদের স্যান্ড পাইল দ্রষ্টব্য।

৬। চিত্রসহ কূপ ভিত্তির নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৯, ১০, ১১]

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদের কূপ ভিত্তি নির্মাণপদ্ধতি দ্রষ্টব্য।

৭। কাঠের পাইল বসানো চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ১০.৫ নং অনুচ্ছেদের কাঠের পাইল বসানোর পদ্ধতি দ্রষ্টব্য।

৮। পূর্ব ঢালাইকৃত কংক্রিট পাইলের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১১, ১০]

উত্তর সংকেত ১০.৪ নং অনুচ্ছেদের "খ" দ্রষ্টব্য।

৯। চিত্রসহ ড্রপ হ্যামার পদ্ধতিতে পাইল বসানো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০]

উত্তর সংকেত ১০.৫ নং অনুচ্ছেদের পাইল বসানোর পদ্ধতির ড্রপ হ্যামার দ্রষ্টব্য।

১০। কংক্রিট পাইল ও কাঠের পাইলের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ১০.৩ নং অনুচ্ছেদের কংক্রিট পাইল ও কাঠের পাইলের মধ্যে তুলনা দ্রষ্টব্য।

১১। হ্যামারের ওজন ৫০০ কেজি, পতন উচ্চতা ২ মিটার এবং প্রতি আঘাতে ৬ মিমি পাইল পেনিট্রেশন হলে একটি আর.সি.সি পাইলের নিরাপদ লোড (Safe load) বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত ১০.৬ নং অনুচ্ছেদের উদাহরণ-২ দ্রষ্টব্য।

১২। নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলা ব্যবহার করে একটি টিম্বার পাইলের লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর। তথ্যাদির হ্যামারের ওজন ও পতন উচ্চতা যথাক্রমে ২০০০ কেজি এবং ১ মিটার। শেষ পাঁচটি আঘাতের গড় পেনিট্রেশন ৫ মিমি।

উত্তর সংকেত ১০.৬ নং অনুচ্ছেদের ১। ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলা দ্রষ্টব্য।

১৩। একটি ড্রপ হ্যামারের ওজন ২০০০ কেজি, পতন উচ্চতা ৩৭৫ মিমি, ড্রাইভিং চলাকালীন সময়ে শেষের কয়েক আঘাতের গড় সেনিট্রেশন ৫ সিসি। যদি পাইল সু, ক্যাপ ইত্যাদিসহ পাইলের ওজন ১০০০ কেজি হলে পাইলের নিরাপদ লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর। ফ্যাক্টর অব শেফটি ৪।

উত্তর সংকেত ১০.৬ নং অনুচ্ছেদের উদাহরণ-১ দ্রষ্টব্য।

১৪। কাস্ট-ইন্ সিটু পাইলের নির্মাণপদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত ১০.৪ অনুচ্ছেদের 'ক' দ্রষ্টব্য।

১৫। চিত্রসহ বিয়ারিং পাইল ও ফ্রিকশন পাইলের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ১০.৩ অনুচ্ছেদের 'ক' ও 'খ' অংশ দ্রষ্টব্য।

১৬। কম্প্যাকশন পাইল বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ১০.৩ অনুচ্ছেদের 'ছ' দ্রষ্টব্য।

ইটের গাঁথুনি
(Brick Masonry)

অধ্যায় ১১

১১.০ গাঁথুনি ও উহার প্রকারভেদ (Types of masonry) ঃ

ইট বা পাথরের নির্মাণ কলাকৌশলকে ম্যাসনরি বলে। ইট বা পাথরগুলোকে মসলার সাহায্যে একত্রিত করা হয়। সুতরাং পর্যায়ক্রমিকভাবে সুশৃঙ্খল পদ্ধতিতে ইট বা পাথর বিছিয়ে এদেরকে মসলার মাধ্যমে একক পদার্থে পরিণত করা হয়, যা ব্যর্থতা ব্যতিরেকেই আপতিত লোড বহন করে, এরূপ কলাকৌশলকে গাঁথুনি বা ম্যাসনরি বলে। সামর্থ্য, পানিরোধিতা, তাপরোধিতা, অগ্নিরোধিতা, স্থায়িত্বতা এবং নির্মাণব্যয় ইত্যাদি বিবেচনা করে ম্যাসনরির নির্মাণসামগ্রী নির্বাচন করা হয়।

নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরির প্রকারভেদ নিম্নরূপ ঃ

(ক) পাথরের গাঁথুনি (Stone masonry)

(খ) ইটের গাঁথুনি (Brick masonry)

(গ) রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি (Reinforced brick masonry)

(ঘ) কম্পোজিট ম্যাসনরি (Composite masonry)

(ঙ) হলো কংক্রিট ব্লক ম্যাসনরি (Hollow concrete block masonry)

(চ) লোড বিয়ারিং ওয়াল টাইল ম্যাসনরি (Load bearing wall tile masonry)

দালানের ভিত্তি, দেওয়াল, কলাম বা পিলার এবং ঐ জাতীয় কাঠামোর অংশসমূহের নির্মাণকাজে সাধারণত গাঁথুনি করা হয়। ভারবাহী কাঠামো হিসাবে ব্যবহার করাই হল গাঁথুনির প্রধান কাজ। তাছাড়াও গাঁথুনি নিম্নলিখিত বিবিধ কাজ সম্পাদন করে থাকে। যেমন–

১। সাপোর্টিং লোড (Supporting load)

২। স্থান বিভক্তিকরণ (Sub-dividing space)

৩। তাপীয় এবং শব্দ প্রতিরোধক (Providing thermal and acoustic insulation)

৪। অগ্নি এবং আবহাওয়া প্রতিরোধক (Fire and weather protection)

১১.১ ইটের গাঁথুনি (Brick masonry) ঃ

মসলার সাহায্যে ইটগুলোকে একত্রিত করে নির্মাণ করাকে ইটের গাঁথুনি বা ব্রিক ম্যাসনরি বলে। ইটের গুণাগুণ, মসলার গুণাগুণ এবং বন্ডের পদ্ধতির উপর ব্রিক ম্যাসনরির সামর্থ্য (Strength) নির্ভর করে। ব্রিক ম্যাসনরি বা ইটের গাঁথুনির ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত প্রকারের মসলা ব্যবহার করা হয়। যেমন–

১। সিমেন্ট মসলা (Cement mortar)

২। চুন মসলা (Lime mortar)

৩। সিমেন্ট-চুন মসলা (Cement-lime mortar)

৪। চুন-সুরকি মসলা (Lime-surkhi mortar)

৫। মাড মসলা (Mud mortar)।

ইটের কাজের প্রয়োজনীয় সামর্থ্য (Strength) বিবেচনা করে ইটের গাঁথুনিতে কী ধরনের মসলা ব্যবহার করা হবে, তা নির্বাচন করা হয়। তবে ভারী কাঠামো এবং গুরুত্বপূর্ণ নির্মাণকাজে সিমেন্ট মসলা ব্যবহার করা হয়। অস্থায়ী নির্মাণকাজে মাড মসলা ব্যবহার করা হয় এবং সাধারণ কাজে বা সকল ধরনের নির্মাণকাজে লাইম বা সুরকি মসলা ব্যবহার করা হয়।

ভাল গুণাগুণসম্পন্ন ইট এবং মসলা ব্যবহার করে যদি কলাকৌশলবিহীন (Unbonded) কাঠামো নির্মাণ করলে দেখা যাবে যে এর সামর্থ্য ও স্থায়িত্ব খুবই কম।

নিম্নলিখিত কারণে ইটের গাঁথুনি করা সহজ হয়–

১। ইটের আকার সুষম হয় এবং যে-কোন সুনির্দিষ্ট প্যাটার্নে স্থাপন করা যায়।

২। ইটের ওজন হালকা এবং আকার-আকৃতি ছোট বলে সহজেই নাড়াচাড়া করা যায়।

৩। ইটকে ড্রেসিং-এর প্রয়োজন হয় না।

৪। ইট স্থাপনের কলাকৌশল সহজে বুঝা যায় এবং অদক্ষ মিস্ত্রিও ইটের গাঁথুনি করতে পারে অপরদিকে, পাথরের গাঁথুনির ক্ষেত্রে দক্ষ মিস্ত্রির প্রয়োজন হয়।

৫। ইটকে যে-কোন স্থানে সহজে পাওয়া যায়।

৬। ইট দ্বারা কারুকার্য খচিত কাজ সহজে করা যায়।

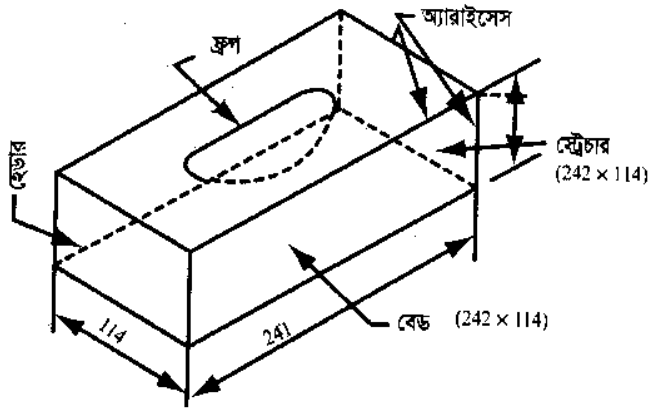
৭। হালক পার্টিশন ওয়ালা এবং ফিলার ওয়াল ইটের গাঁথুনি দ্বারা নির্মাণ করা সহজ।

ইটের প্রকার (Types of bricks) ঃ গাঁথুনি বা ম্যাসনরির কাজে দুই ধরনের ইট ব্যবহার করা হয়। যথা ঃ

১। প্রচলিত ইট (Traditional bricks)

২। মডুলার ইট (Modular bricks)

১। প্রচলিত ইটের আকার ঃ



চিত্র ঃ ১১.১ প্রচলিত ইট

(ক) এফ.পি.এস. পদ্ধতিতে ইটের আকার = $৯\frac{১''}{২} \times ৪\frac{১''}{২} \times ২\frac{৩''}{৪}$ এবং

মসলাসহ = ১০″ × ৫″ × ৩″ ।

(খ) মেট্রিক পদ্ধতিতে ইটের আকার = ২৪২ × ১১৪ × ৭০ মিমি এবং

মসলাসহ = ২৫০ × ১২৭ × ৭৬ মিমি।

২। **মডুলার ইটের আকার ঃ** মেট্রিক পদ্ধতিতে মডুলার ইটের আকার = ১৯০ × ৯০ × ৯০ মিমি এবং মসলাসহ = ২০০ × ১০০ × ১০০ মিমি।

যেহেতু বাংলাদেশে মেট্রিক পদ্ধতিতে ইটের আকার নির্ধারণ করা হয়নি, সেহেতু মেট্রিক পদ্ধতিতে প্রচলিত ইটের আকার অনুযায়ী লেখা হয়েছে।

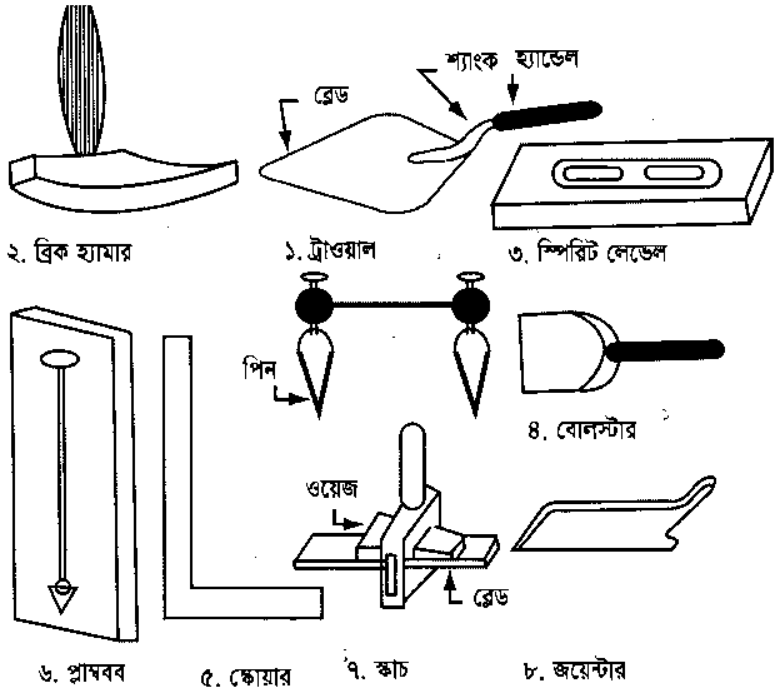
১১.২ ইটের গাঁথুনির কাজে প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি (Tools for brick masonry) ঃ

ইটের গাঁথুনির কাজে রাজমিস্ত্রীরা যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে, তা হলঃ

১। কর্ণিক (Trowel)
২। বাতুলি (Brick hammer)
৩। স্পিরিট লেভেল (Spirit level)
৪। ওলন (Plumbbob)
৫। গুণিয়া (Mason's square)
৬। পিন ও সুতলি (Line and pins)
৭। দাগযন্ত্র (Scutch)
৮। বোলস্টার (Bolster)
৯। জয়েন্টার (Jointer)
১০। মিটার রুল (Metre rule) ।

১১.৩ যন্ত্রপাতির বর্ণনা ঃ

কর্ণিক (Trowel) ঃ এর সাহায্যে মসলা কড়াই হতে উঠিয়ে ইটের উপর রাখা হয় ও বিছানো হয়। এর সাহায্যে ইটও কাটা যায়।



চিত্র ঃ ১১.২ ম্যাসনরি কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি

বাগুলি (Brick hammer) ঃ ইট কাটার জন্য ব্যবহার করা হয় এবং ইটকে আঘাত করে কোর্সের মধ্যে বসান হয়।

স্পিরিট লেভেল (Spirit level) ঃ ইটের গাঁথুনির সমান্তরালতা পরীক্ষা করা হয়।

ওলন (Plumb bob) ঃ দেওয়ালের খাড়াই (Vertical) পরীক্ষা করা হয়।

পিন ও সুতলি (Line and pins) ঃ এর সাহায্যে কোর্সের অ্যালাইনমেন্ট ঠিক করা হয়।

গুণিয়া (Mason's square) ঃ এর সাহায্যে দেওয়ালের সমকোণীতা (Right angle) পরীক্ষা করা হয়।

দাগযন্ত্র (Scutch) ঃ এর সাহায্যে নরম ইট কাটা হয় এবং পৃষ্ঠদেশ ড্রেসিং করা হয়।

বোলস্টার (Bolster) ঃ এর সাহায্যে সঠিকভাবে (Accurate) ইট কাটা হয়।

জয়েন্টার (Jointer) ঃ জোড়ের পয়েন্টিং করতে ব্যবহার করা হয়।

মিটার রুল (Metre rule) ঃ এক মিটার লম্বা।

১১.৪ পাথর এবং ইটের গাঁথুনির মধ্যে তুলনা ঃ

১। সামর্থ, স্থায়িত্ব এবং আবহাওয়ারোধী গুণাবলি ব্রিক ম্যাসনরির চেয়ে স্টোন ম্যাসনরির অনেক বেশি।

২। পাথরের ক্রাশিং স্ট্রেংথ অধিক বলে পায়ার, জাহাজ ঘাট, ড্যাম এবং অন্যান্য সমুদ্র উপকূলীয় নির্মাণকাজে ব্যবহৃত হয়। পক্ষান্তরে এ ধরনের নির্মাণকাজে ইটকে উপযোগী বিবেচনা করা হয় না।

৩। ভাল গঠনসম্পন্ন উজ্জ্বল পাথরের গাঁথুনিতে এর পৃষ্ঠদেশ কোন ট্রিটমেন্ট (Treatment) ছাড়াই সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে। অপর পক্ষে ক্রটিযুক্ত ইটের গাঁথুনি প্লাস্টার ছাড়া ঢেকে দেয়া সম্ভব হয় না।

৪। স্মৃতিস্তম্ভের ন্যায় আর্কিটেকচারাল ভিউ অনুসারে বৃহৎ বর্ধিতাংশ (Projection) এর নির্মাণকাজে পাথর অত্যন্ত উপযোগী। আর হাল্কা কারুকার্যের জন্য ইট উপযোগী।

৫। ইটের গাঁথুনি প্লাস্টার না করলে স্যাঁতসেঁতে হওয়ার সম্ভাবনা থাকে এবং ম্যাসনরিকে ক্ষতিগ্রস্ত করে। পাথরের গাঁথুনি আর্দ্রতার জন্য ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

৬। ইটের গাঁথুনিতে প্লাস্টার করা না থাকলে সিউয়েজের লবণ দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে, তাই প্লাস্টার করতে হয়। অন্যদিকে কোন আবরণ ছাড়াই পাথরের গাঁথুনি ব্যবহার করা যায়।

৭। পাহাড়ি এলাকা ছাড়া অন্যত্র পাথরের গাঁথুনি খুব ব্যয়বহুল বলে সহজপ্রাপ্য এবং স্বল্প ব্যয়সাপেক্ষ ইট দ্বারা গাঁথুনি করা হয়।

৮। উত্তম নির্মাণকাজের জন্য নির্মাণসামগ্রীর যে গুণাবলির প্রয়োজন, প্রথম শ্রেণির ইটের সে গুণাবলি রয়েছে বিধায় অনেক ক্ষেত্রে পাথরের পরিবর্তে ইটের গাঁথুনি ব্যবহার করা হয়।

৯। সুষম আকার ও আকৃতির ইটের জন্য ম্যাসনরির কাজে উত্তম বন্ডের সৃষ্টি এবং স্বল্প সময়ে নির্মাণকাজ শেষ করা যায়। অন্যদিকে প্যথরকে সুষম আকারের করার জন্য অধিক সময় এবং অতিরিক্ত মজুরির প্রয়োজন হয়।

১০। দরজা-জানালার জ্যাম্বস, স্থূলকোণী এবং সূক্ষ্মকোণী দেওয়াল নির্মাণ করতে পাথরের চেয়ে ইটের গাঁথুনিতে বেশি সুবিধাজনক।

১১। ইট দ্বারা যে-কোন ধরনের মোল্ডিং (Moulding) সহজে এবং স্বল্প খরচে করা যায়, কিন্তু পাথরের দ্বারা তৈরি করতে হলে খরচ বেশি পড়ে।

১২। পাথরের সুন্দর গাঁথুনির জন্য সুদক্ষ মিস্ত্রির প্রয়োজন হয়। কারণ পাথরের নির্মাণত্রুটি সহজে সংশোধন সম্ভব নয়। অন্যদিকে ইটের গাঁথুনির ত্রুটি প্লাস্টার দ্বারা ঢেকে দেওয়া হয়।

১৩। ইট হাল্কা এবং ওজনে কম বলে নাড়াচাড়া এবং যে-কোন উচ্চতায় উত্তোলন করা সুবিধাজনক। কিন্তু পাথরের ব্লকগুলো ভারী বলে নাড়াচাড়া ও উত্তোলনের জন্য যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

১৪। স্বল্প পুরুত্বের (অর্থাৎ ১০, ২০ সেমি) ইটের দেওয়াল তৈরি করা সম্ভব। পক্ষান্তরে ৩০ সেমি এর চেয়ে কম পুরুত্বের পাথরের দেওয়াল নির্মাণ করা সম্ভব হয় না।

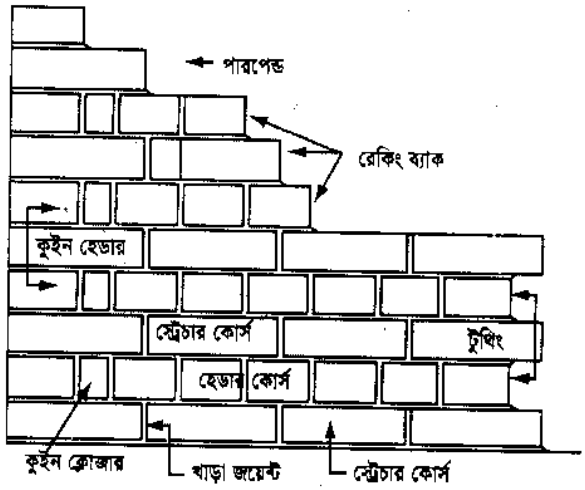
১৫। পাথরের গাঁথুনির চেয়ে ইটের গাঁথুনি বেশি অগ্নিনিরোধক গুণসম্পন্ন।

১১.৫ ব্রিক ম্যাসনরির কাজে ব্যবহৃত কারিগরি শব্দের পরিচয় ঃ

১। স্ট্রেচার (Stretcher) ঃ দেওয়াল পৃষ্ঠের সাথে সমান্তরালভাবে ইটের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থাপন করলে বাহির থেকে ইটের যে পার্শ্ব দেখা যাবে তাকে স্ট্রেচার বলে। স্ট্রেচারের মাপ ১। প্রচলিত ইটের ক্ষেত্রে ২৫.৪ × ৭.৬ সেমি এবং ২। মডুলার ইটের ক্ষেত্রে = ১৯ × ৯ সেমি।

২। হেডার (Header) ঃ দেওয়াল পৃষ্ঠের সাথে আড়াআড়িভাবে ইটের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থাপন করলে বাহির থেকে ইটের যে পার্শ্ব দেখা যাবে তাকে হেডার বলে। হেডারের মাপ ১। প্রচলিত ইটের ক্ষেত্রে ১২.৭ × ৭.৬ সেমি এবং ২। মডুলার ইটের ক্ষেত্রে ৯ × ৯ সেমি।

৩। কোর্স বা রদ্দা (Course) ঃ মাটির সঙ্গে সমান্তরাল এবং সমতলে এক লেয়ার বা স্তর ইটের গাঁথুনিকে বলা হয় এক কোর্স গাঁথুনি বা এক রদ্দা গাঁথুনি। কোর্সের পুরুত্ব = এক ইটের পুরুত্ব + একদিকের জোড়ার মসলার পুরুত্ব। অর্থাৎ এক কোর্সের পুরুত্ব = ৭০ + ৬ = ৭৬ মিমি (প্রচলিত ইটের ক্ষেত্রে) এবং ৯০ + ১০ = ১০০ মিমি (মডুলার ইটের ক্ষেত্রে)।



চিত্র ঃ ১১.৩ ইটের দেওয়াল

৪। ফ্রগ (Frog) : ইটের চ্যাপ্টা পৃষ্ঠের গর্তকে ফ্রগ বলে। তিনটি উদ্দেশ্য সাধনের জন্য ফ্রগ ব্যবহার করা হয়, যথা :

১। জোড়ার মসলার সাথে ফ্রগের মসলা মিলে চাবি তৈরি করে, যা ইটের সরণ প্রতিরোধ করে।

২। ইটের ওজন হ্রাস করার জন্য, যাতে স্থানান্তর খরচ কম হয়।

৩। প্রস্তুতকারকের নাম লিখার জন্য দেওয়াল নির্মাণকালে ফ্রগ উপরে রাখা হয়।

৫। হেডার কোর্স (Header course) : ইটের গাঁথুনিতে যদি কোন কোর্স সম্পূর্ণভাবে হেডার দ্বারা নির্মাণ করা হয়, তবে তাকে হেডার কোর্স বলে।

৬। স্ট্রেচার কোর্স (Stretcher course) : ইটের গাঁথুনিতে যদি কোন কোর্স সম্পূর্ণভাবে স্ট্রেচার দ্বারা নির্মাণ করা হয়, তবে তাকে স্ট্রেচার কোর্স বলে (চিত্র : ১১.৩)।

৭। ফেস (Face) : দেওয়ালের যে পার্শ্ব আবহাওয়ার দিকে অর্থাৎ বাহিরের দিকে উন্মুক্ত থাকে তাকে ফেস বলে।

৮। ফেসিং (Facing) : দেওয়ালের ফেস-এ ব্যবহৃত পদার্থকে ফেসিং বলে।

৯। ব্যাক (Back) : দেওয়ালের ভিতরের পার্শ্ব যা আবহাওয়ার দিকে উন্মুক্ত থাকে না তাকে ব্যাক বলে।

১০। ব্যাকিং (Backing) : দেওয়ালের ব্যাক নির্মাণের কাজে ব্যবহৃত পদার্থকে ব্যাকিং বলে।

১১। হার্টিং (Hearting) : দেওয়ালের ব্যাকিং এবং ফেসিং-এর মধ্যবর্তী অংশকে হার্টিং বা ফিলিং বলে।

১২। বন্ড (Bond) : একটি ইটের সঙ্গে অপর একটি ইটের জোড়া দেওয়ার কলাকৌশলকে বন্ড বলে একটি দেওয়ালের অলটারনেট কোর্সে ইটের অভারল্যাপিং দ্বারা সম্পূর্ণ দেওয়ালকে একত্রে সংযোগ করাকে বন্ড বলে। গাঁথুনিতে অবিচ্ছিন্নভাবে খাড়া জোড়া পরিহার করার জন্য বন্ডের প্রয়োজন।

১৩। বেড (Bed) : মাটির সমান্তরালে এবং যে সমতলে এক কোর্স ইট গাঁথা হয়, তাকে ঐ কোর্সের বেড বলে। অন্য কথায়, এক কোর্স ইটের বেড হচ্ছে ঐ কোর্স ইটের নিম্নতল। উদাহরণস্বরূপ তৃতীয় কোর্সের গাঁথুনির বেড হচ্ছে দ্বিতীয় কোর্সের গাঁথুনির উপরের সমতল ক্ষেত্র।

১৪। বেড জয়েন্ট (Bed Jlont) : দু'টি পাশাপাশি কোর্সের মধ্যবর্তী অনুভূমিক জোড়াকে বেড জয়েন্ট বলে।

১৫। অ্যারাইস (Arrises) : ইটের যে-কোন দু'টি তলের প্রান্তদ্বয় যে রেখায় পরস্পর মেলে তাকে অ্যারাইস বলে। উত্তম ইটের অ্যারাইসগুলো সোজা এবং তীক্ষ্ণ।

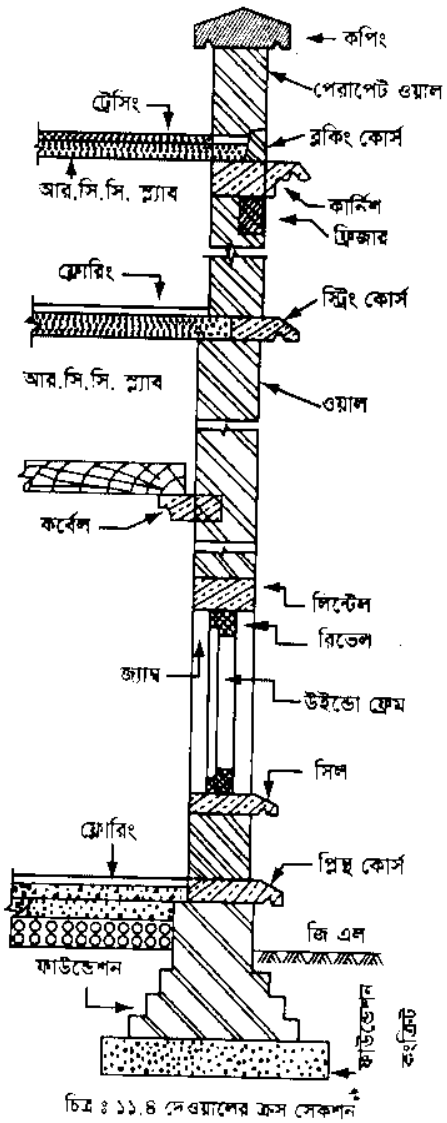
১৬। পারপেন্ড (Perpends) : দেওয়াল পৃষ্ঠের অল্টারনেট কোর্সের ভার্টিক্যাল জোড়গুলো একই রেখায় অবস্থিত হলে তাকে পারপেন্ড বলে। (চিত্র : ১১.৩)।

১৭। জয়েন্ট (Joint) : দুই বা ততোধিক ইটের সংযোগস্থলকে জয়েন্ট বলে। জয়েন্ট সিমেন্ট মসলা বা চুন মসলার হতে পারে। ইটের বেডের সমান্তরালের জয়েন্টকে বেড জয়েন্ট বলে। অন্য কথায়, মসলার আনুভূমিক জয়েন্ট, যার উপর ম্যাসনরি স্থাপন করা হয় তাকে বেড জয়েন্ট বলে। বেড জয়েন্ট ব্যতীত যে জয়েন্ট দেওয়াল পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে তাকে ক্রস জয়েন্ট বা সিম্পল জয়েন্ট বলে। যে জয়েন্ট দেওয়ালের ফেস-এর সমান্তরালে থাকে তাকে ওয়াল জয়েন্ট বলে।

১৮। রেকিং ব্যাক (Raking back) : ধাপ পদ্ধতিতে (Stepped fashion) দেওয়ালের অসমাপ্ত কাজ বন্ধ রাখার পদ্ধতিকে রেকিং ব্যাক বলে।

১৯। ব্যাট (Bat) : ইটের দৈর্ঘ্যের কিছু অংশ কেটে ফেলাকে ব্যাট বলে। অর্থাৎ ইটের ভাঙা টুকরাকে ব্যাট বা আধলা ইট বলে।

২০। ক্লোজার (Closer) : একটি ইটের লম্বাপার্শ্ব অক্ষত রেখে ইটের অন্য পার্শ্ব কাটা হলে ক্লোজার ইট পাওয়া যাবে। অন্য কথায়, ক্লোজার হল ইটের সুনির্দিষ্টভাবে ভাঙা একটি টুকরা।



চিত্র : ১১.৪ দেওয়ালের ক্রস সেকশন

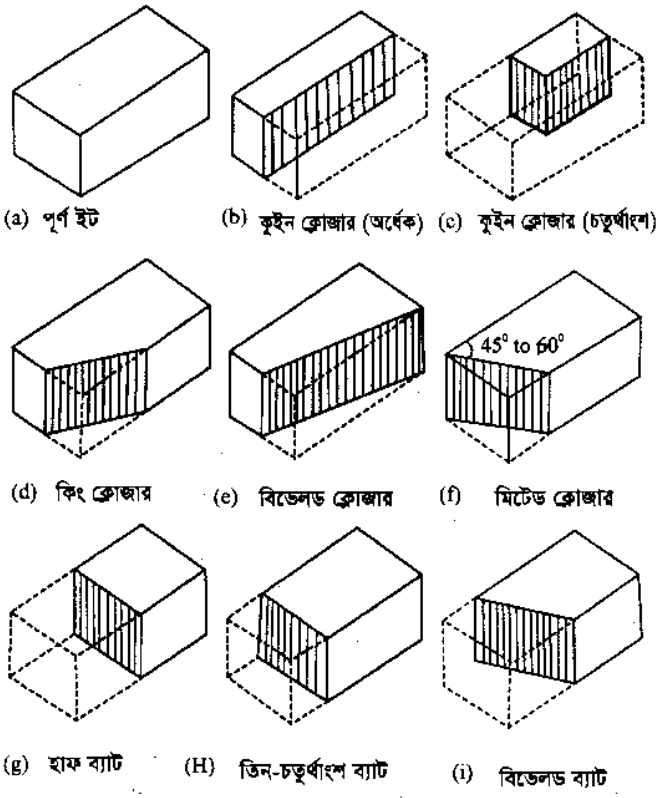
২১। কিং ক্লোজার (King closer) ঃ একটি পূর্ণ ইটের প্রান্তের প্রস্থের অর্ধেক ত্রিভুজাকারে কেটে ফেললে কিং ক্লোজার ইট পাওয়া যায়। অন্য কথায়, ইটের প্রস্থের দিকের অর্ধেক এবং দৈর্ঘ্যের দিকের অর্ধেক কেটে ফেললে যে খণ্ডগুলো থাকে, তাকে কিং ক্লোজার বলে। এটা একটি বিশেষ ধরনের ইট, যা Splayed ব্রিক ওয়ার্কে ব্যবহার করা হয়।

২২। কুইন ক্লোজার (Queen closer) ঃ ইটকে লম্বালম্বি সমান দু'ভাগ করলে অর্থাৎ অর্ধেক প্রস্থবিশিষ্ট পূর্ণ দৈর্ঘ্যের ইটকে কুইন ক্লোজার বলে।

২৩। বেভেলড ক্লোজার (Bevelled closer) ঃ এটা দেখতে কিং ক্লোজারের মত। তবে পার্থক্য এই যে, ইটের প্রস্থের দিকের অর্ধেক এবং সমস্ত দৈর্ঘ্য বরাবর কোনাকুনিভাবে কেটে ফেলে দেওয়া হয়।

২৪। মিটারড ক্লোজার (Mitred closer) ঃ একটি ইটের চওড়া দিকের সম্পূর্ণ অংশকে কোনাকুনিভাবে কেটে ফেললে মিটারড ক্লোজার উৎপন্ন হয়।

২৫। কুইন (Quoin) ঃ দুই দেওয়ালের বাহিরের দিকের সংযোগে যে কোণ সৃষ্টি হয়, তাকে কোনা বা কুইন বলে।



(a) পূর্ণ ইট (b) কুইন ক্লোজার (অর্ধেক) (c) কুইন ক্লোজার (চতুর্থাংশ)
(d) কিং ক্লোজার (e) বিভেলড ক্লোজার (f) মিটেড ক্লোজার
(g) হাফ ব্যাট (H) তিন-চতুর্থাংশ ব্যাট (i) বিভেলড ব্যাট

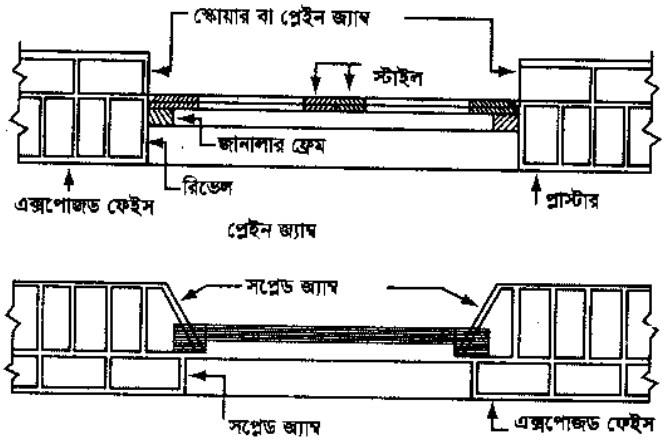
চিত্র ঃ ১১.৫ বিভিন্ন প্রকার ইটের অংশ

২৬। প্লিন্থ (Plinth) ঃ বৃষ্টি ও আবহাওয়ার প্রভাব থেকে মুক্ত রাখার জন্য ভূপৃষ্ঠ থেকে বাড়ির মেঝে কিছুটা উঁচুতে করা হয়, এ উচ্চতাকে প্লিন্থ উচ্চতা বলে। প্লিন্থ উচ্চতা সুপারস্ট্রাকচার দেওয়ালের নিম্নপ্রান্ত থেকে বাহিরের দিকে আনুভূমিকভাবে কিছুটা বাড়িয়ে দেয়া হয়। এ বর্ধিতাংশকে প্লিন্থ বলে।

২৭। প্লিন্থ কোর্স (Plinth course) ঃ প্লিন্থের সর্বোচ্চ কোর্সকে প্লিন্থ কোর্স বলে। একে মাটির সাথে আনুভূমিক করে নির্মাণ করা হয়।

২৮। সিল (Sill) ঃ জানালার নিম্নস্থ দেওয়ালকে বৃষ্টির পানি থেকে রক্ষা করার জন্য জানালার খাড়া মেম্বারের নিচে ইট, পাথর, কংক্রিট অথবা কাঠ দ্বারা নির্মিত আনুভূমিক মেম্বারকে সিল বলে। সিলকে দেওয়ালের বাহিরে একটু বাড়িয়ে দেওয়া হয়।

২৯। জ্যাম্বস (Jambs) ঃ দরজা, জানালার ফাঁকা জায়গার খাড়া পার্শ্বদ্বয়কে জ্যাম্বস বলে। জ্যাম্বস সমতল। রিবেটেড অথবা স্পেলেড (Splayed) হতে পারে। স্পেলেড জ্যাম্বস করা ভাল। কারণ সাটারগুলো স্থূলকোণে খোলা যায়।

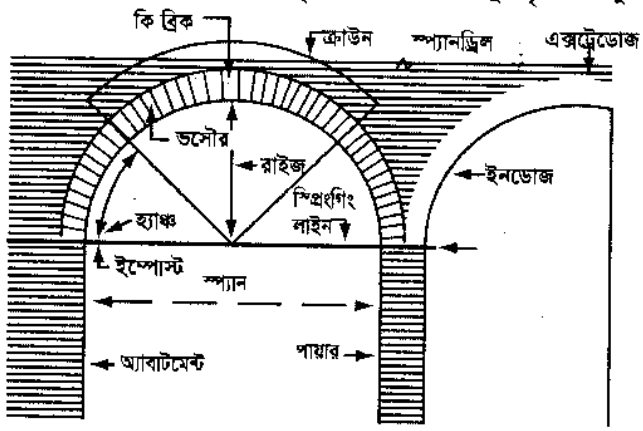


চিত্র ঃ ১১.৬ জ্যাম্বস এবং রিভিলস

৩০। রিভিলস (Reveals) ঃ দরজা, জানালার চৌকাঠ লাগানোর পরে দেওয়ালের উন্মুক্ত (বাহিরের) পার্শ্বে যে খাড়া পৃষ্ঠদেশ অবশিষ্ট থাকে তাকে রিভিলস বলে।

৩১। লিন্টেল (Lintel) ঃ কোন ফাঁকা জায়গার উপরস্থ কাঠামোর লোডকে দুই পার্শ্বের সাপোর্টে স্থানান্তর করার জন্য পাথর, ইট, কাঠ অথবা আর.সি.সি. দ্বারা নির্মিত আনুভূমিক মেম্বারকে লিন্টেল বলে।

৩২। আর্চ (Arch) ঃ দেওয়ালের কোন ফাঁকা জায়গার উপরস্থ কাঠামোর লোডকে দুই পার্শ্বের সাপোর্টের উপর ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য ওয়েজ আকার (Wedge shaped) ইট বা পাথর দ্বারা সুশৃঙ্খলভাবে নির্মিত ধনুকাকৃতির গাঁথুনিকে আর্চ বা খিলান বলে।



চিত্র ঃ ১১.৭ আর্চ

৩৩। স্ট্রিং কোর্স (String course) ঃ মাটির সমান্তরালে এক কোর্স গাঁথুনি যদি দেওয়াল পৃষ্ঠ থেকে কিছুটা বের হয়ে থাকে, তবে তাকে স্ট্রিং কোর্স বলে। দেওয়ালের দৈর্ঘ্য বরাবর প্রত্যেক তলার ছাদে, প্যারাপেটের তলায়, জানালার নিচে এ জাতীয় স্ট্রিং কোর্স নির্মাণ করা হয়। সৌন্দর্য বৃদ্ধি এবং বৃষ্টির পানি থেকে দেওয়ালকে রক্ষা করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়।

৩৪। কার্নিস (Cornice) ঃ মাটির সমান্তরালে দালানের উপরের প্রান্তে অথবা দেওয়াল ও ছাদের সংযোগস্থলে দেওয়ালের বাহিরের দিকে যে অংশ বর্ধিত থাকে তাকে কার্নিস বলে। এটা কাঠামোর সৌন্দর্য বৃদ্ধি এবং বৃষ্টির পানি থেকে দেওয়াল পৃষ্ঠকে রক্ষা করে।

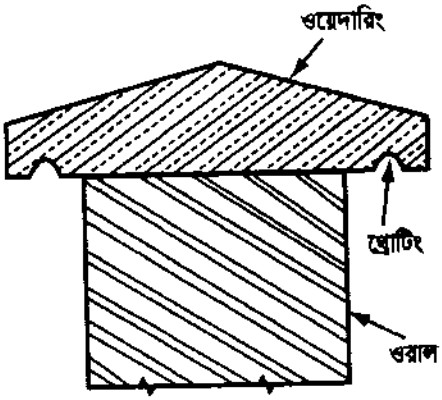
৩৫। ফ্রিজ (Frieze) ঃ কার্নিসের নিচে এক কোর্স পাথরের গাঁথুনিকে ফ্রিজ বলে। এটা দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে। এটা দেওয়ালের সমতলে অথবা বর্ধিত আকারে হতে পারে।

৩৬। ব্লকিং কোর্স (Blocking course) ঃ কার্নিসের উপরে এক কোর্স পাথরের গাঁথুনিকে ব্লকিং কোর্স বলে। এটা কার্নিসকে উল্টে পড়া থেকে রক্ষা এবং সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে।

৩৭। প্যারাপেট (Parapet) ঃ ছাদের উপর চারিদিকে স্বল্প উচ্চতা, সম্পন্ন যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয়, তাকে প্যারাপেট বলে। ছাদ ব্যবহারকারীদের নিরাপত্তার জন্য এটা নির্মাণ করা হয়।

৩৮। কোপিং (Coping) ঃ দেওয়ালে বৃষ্টির পানি এবং আর্দ্রতার অনুপ্রবেশ বন্ধ করার জন্য বহিঃস্থ দেওয়ালের উপর বিশেষভাবে নির্মিত শেষ কোর্স গাঁথুনিকে কোপিং বলে। এটা কংক্রিট, পাথর অথবা ইটের হতে পারে। ছাদের প্যারাপেটে, কম্পাউন্ড ওয়ালের উপর এটা ব্যবহার করা হয়।

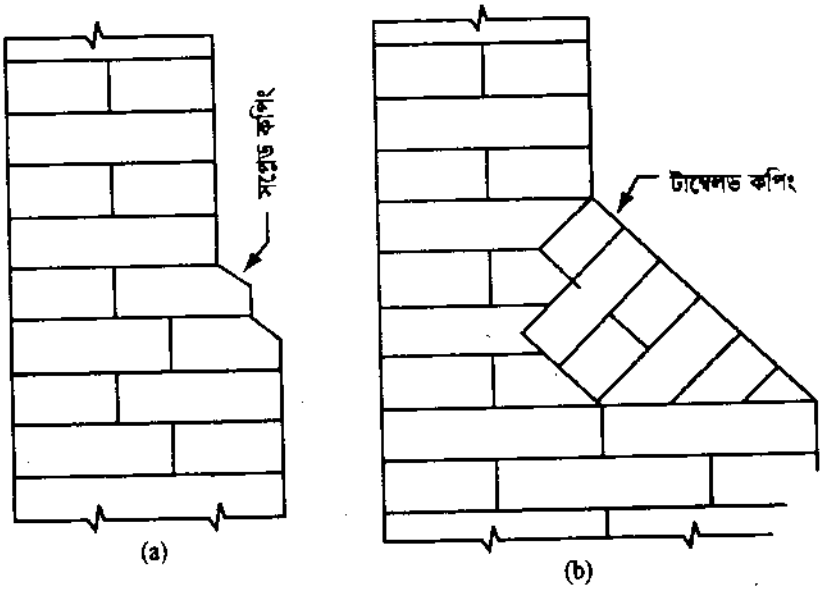
৩৯। টুথিং (Toothing) ঃ ম্যাসনরির কাজে উত্তম বন্ডের জন্য গাঁথুনির অল্টারনেট কোর্সের ইটকে বর্ধিত রাখা হয়, যাতে ভবিষ্যতে পুনরায় গাঁথুনির কাজ করা যায়। এভাবে অলটারনেট কোর্সের ইটকে বর্ধিত রাখাকে টুথিং বলে।



চিত্র ঃ ১১.৮

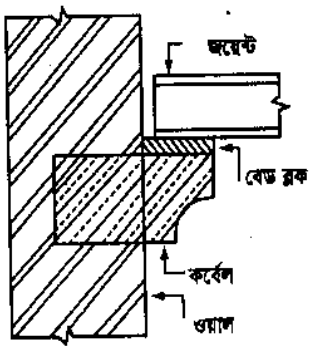
৪০। ওয়েদারিং এবং থ্রোটিং (Weathering and throating) ঃ পাথরের ঢালু উপরিতলকে ওয়েদারিং বলে। এটা সিল, কার্নিস, স্ট্রিং কোর্স, কোপিং ইত্যাদির ঢালু পৃষ্ঠকে বুঝায়। ঢালু উপরিতল বৃষ্টির পানি গড়িয়ে পড়ার জন্য খুবই উপযোগী। ঐ সমস্ত ঢালু পৃষ্ঠের পানি প্রজেক্টিং কোর্সের তলা দিয়ে গড়িয়ে যাতে দেওয়ালে আসতে না পারে সেজন্য কোর্সের বর্ধিতাংশের নিচে খাঁজ (Groove) কাটা হয়, এ খাঁজকে থ্রোটিং বলে।

লম্বা দেওয়ালকে বহির্মুখী ধাক্কা হতে প্রতিরোধ করার জন্য দেওয়ালের কিছু দূরত্ব পর পর বহিঃস্থ পার্শ্বের পুরুত্ব ধাপে ধাপে বৃদ্ধি করা হয়, একে বাট্রেস বলে। বাট্রেস দেওয়ালের বহিঃস্থ পার্শ্বে নির্মাণ করা হলেও মূল দেওয়ালের সাথে উত্তম বন্ডের ব্যবস্থা করা হয়।



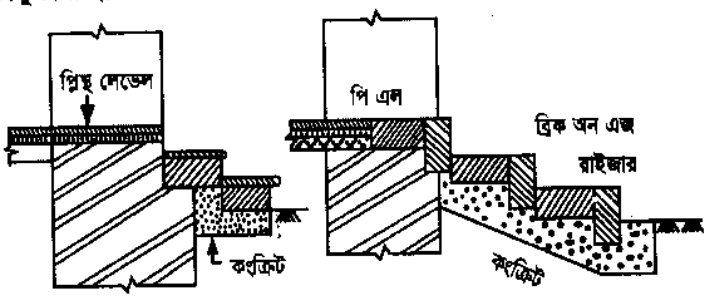
চিত্র ঃ ১১.৯ বাট্রেস

৪১। কর্বেল (Corbel) ঃ দেওয়াল থেকে বের হয়ে থাকা ইট বা পাথরের এক বা একাধিক কোর্সকে কর্বেল বলে। ওয়াল প্লেটকে সাপোর্ট দেওয়ার জন্য সুশৃঙ্খলভাবে কোর্সকে বর্ধিত করা হয়। ওভার টার্নিং প্রতিরোধ করার জন্য ব্যবহৃত পাথরের $\frac{২}{৩}$ অংশ দেওয়ালের অভ্যন্তরে প্রবেশ করাতে হবে। কর্বেল তৈরি করার সময় পাথর সাজানোর পদ্ধতিকে কর্বেলিং বলে।



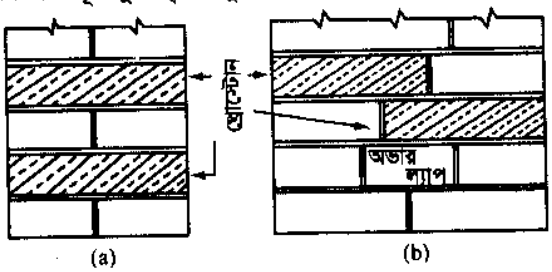
চিত্র ঃ ১১.১০ কর্বেল

৪২। থ্রেস হোল্ডস (Thresh holds) ঃ মাটির লেভেল থেকে প্লিন্থ লেভেল পর্যন্ত একই সাথে সিঁড়ির ব্যবস্থা করাকে থ্রে হোল্ড বলে। নির্মাণকাজের শেষ পর্যায়ে এটা নির্মাণ করা হয়। সিমেন্ট মসলা দ্বারা উক্ত কাজ সমাধা করা হয় এবং পানি নিষ্কাশনে জন্য বাহিরের দিকে কিছুটা ঢালু রাখা হয়।



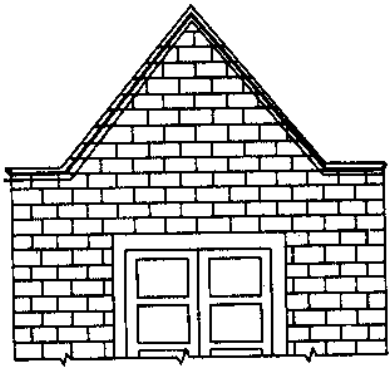
চিত্র ঃ ১১.১১ থ্রেস হোল্ড

৪৩। থ্রো স্টোন (Through stone) ঃ দেওয়ালের পুরুত্বের সমান লম্বা পাথর দ্বারা গাঁথুনি করা হলে দেওয়ালের উভয় প দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ হয়। এরূপ লম্বা পাথর দ্বারা পূর্ণ পুরুত্বের গাঁথুনি করা হলে তাকে থ্রো স্টোন বলে।



চিত্র ঃ ১১.১২ থ্রো স্টোন

৪৪। গেবল (Gable) ঃ ঢালু ছাদের প্রান্তে নির্মিত ত্রিভুজাকার গাঁথুনিকে গেবল বলে।



চিত্র ঃ ১১.১৩ গেবল

৪৫। টেমপ্লেট বা বেড ব্লক (Template or bed block) ঃ এটা পাথর অথবা কংক্রিটের তৈরি ব্লক, যা বীম অথবা গার্ডারের কেন্দ্রীভূত লোডকে বিস্তৃত এলাকায় ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য বীম অথবা গার্ডারের নিচে ব্যবহার করা হয়।

৪৬। স্পাল (Spalls) ঃ পাথরের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র টুকরা (চিপস) অথবা বড় পাথরের ক্ষুদ্র অংশ, যা পাথর ড্রেসিং করার সময় পাওয়া যায়। এ ক্ষুদ্র অংশকে স্পাল বলে। গাঁথুনির সময় পাথরের মধ্যবর্তী ফাঁকসমূহ ভরাট করতে ব্যবহৃত হয়।

৪৭। ইনডেন্টিং (Indenting) ঃ ভবিষ্যতে বন্ডিং কথা বিবেচনাপূর্বক গাঁথুনির কাজ আপাতত বিরতি দেওয়ার পদ্ধতিকে ইনডেন্টিং বলে।

৪৮। হানিকম্ব (Honey comb) ঃ অনেক সময় আলো-বাতাস যাতায়াতের জন্য দেওয়ালে পাশাপাশি ছোট ছোট জানালার বদলে ফোকর বা ছিদ্র রাখা হয়। ফলে জানালা তৈরির প্রয়োজন হয় না। সাধারণত রান্নাঘর, পায়খানা এবং বারান্দার প্রান্তের অর্ধ ইটের পুরু দেওয়ালে ১০ × ৭.৫ সেমি মাপের ফোকর রাখা হয়, একে হানিকম্ব গাঁথুনি বলে।

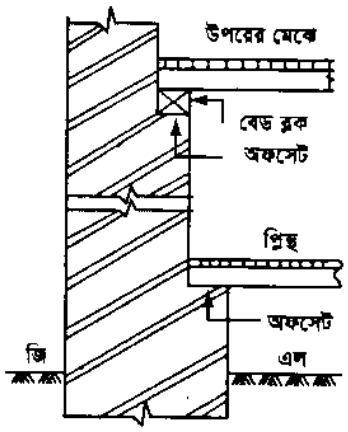
৪৯। কলাম (Column) ঃ এটা একটি একক ভার্টিক্যাল লোড বিয়ারিং মেম্বার। এটা দেওয়াল হতে পৃথক করে নির্মাণ করা হয়। এর প্রস্থচ্ছেদের বড় মাপটি ছোটটির চার গুণের বেশি হবে না।

৫০। পায়ার বা পিলস্টার (Pier or pilaster) ঃ আর্চ, বীম অথবা লিন্টেলকে সাপোর্ট দেওয়ার জন্য ইট বা পাথরের একক ভার্টিক্যাল মেম্বার নির্মাণ করা হয়, একে পায়ার বলে। এর প্রস্থ পুরুত্বের চার গুণের বেশি হবে। যদি ওয়ালের একত্রে নির্মাণ করা হয় এবং বীম, ট্রাস ইত্যাদির সাপোর্ট দেওয়ার জন্য কিছু অংশ বাহিরে বর্ধিত করা হয়, একে পিলস্টার বলে।

৫১। বেসমেন্ট (Basement) ঃ কোন ভবনের মাটির নিচের তলাকে বেসমেন্ট বা ভূগর্ভ তলা বলে।

৫২। বুলনোজ (Bullnose) ঃ ইটের এক প্রান্ত গোলাকার করাকে সিংগেল বুলনোজ এবং দুই প্রান্ত গোলাকার করাকে ডাবল বুলনোজ বলে।

৫৩। ল্যাপ (Lap) ঃ পার্শ্ববর্তী দুই কোর্সের মধ্যবর্তী পারপেন্ডের আনুভূমিক দূরত্বকে ল্যাপ বলে। একটি উত্তম ইটের $\frac{১}{৪}$ অংশের কম ল্যাপ হওয়া উচিত নয়।



চিত্র ঃ ১১.১৪ অফসেট

৫৪। অফসেট (Offsets) ঃ সরু আনুভূমিক পৃষ্ঠ যা দেওয়ালের পুরুত্ব কমিয়ে তৈরি করা হয়। ম্যাসনরি ফুটিং হিসাবে অফসেট প্রদান করা হয়।

চিত্র ঃ ১১.১৫ অফসেট

১১.৬ ইটের কাজের ত্রুটি (Defects in brick masonry) ঃ

নিম্নলিখিত কারণে ব্রিক ম্যাসনরিতে ত্রুটি দেখা দিতে পারে–

১। সালফেটে আক্রান্ত হয়ে (Sulphate attack)

২। ইটে লোনা ধরে (Crystallization of salts from bricks)

৩। দৃঢ়ভাবে স্থাপিত ফিক্সারে ক্ষয় হয়ে (Corrosion of embedded fixtures)

৪। সংকোচনের ফলে (Drying shrinkage) ।

১। সালফেটে আক্রান্ত হয়ে ঃ এটা একটি সাধারণ ত্রুটি। বাউন্ডারি ওয়াল, বাহিরের প্লাস্টারবিহীন দেওয়াল অথবা যে সমস্ত জায়গার ইটের কাজ সরাসরি আর্দ্র আবহাওয়ার সংস্পর্শে থাকে, সে সমস্ত জায়গায় এ ধরনের ত্রুটি দেখা দিতে পারে। চুন মসলার হাইড্রলিক লাইম এবং সিমেন্ট মসলার সিমেন্টের অ্যালুমিনিয়ামের সাথে ইটের সালফেট লবণের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া হয়। এ কারণে ঐ জায়গার মসলার আয়তন বৃদ্ধি পায়, ফলে ইট ভেঙে যায় এবং জোড়ের মধ্যে ফাটলের সৃষ্টি হয়।

২। ইটে লোনা ধরা ঃ যে মাটি দিয়ে ইট তৈরি করা হয় তাতে অনেক সময় অতিরিক্ত লবণ থাকতে পারে। বৃষ্টি অথবা আর্দ্রতার কারণে ঐ লবণ গলে যায় এবং ইটের পৃষ্ঠদেশে এক ধরনের সাদা স্বচ্ছ পাউডারের মত দেখা যায়, একে লোনা ধরা বলে। এ কারণে ইটের পৃষ্ঠকে কুৎসিৎ দেখায়। মাঝে মাঝে ঝাড়ু দিয়ে এবং ধৌত করে এর হাত থেকে রক্ষা করা যেতে পারে।

৩। ফিক্সারে মরিচা পড়া ঃ লাইম মর্টার দ্বারা দরজা-জানালার হোল্ড ফাস্ট অথবা পাইপ অথবা আয়রন ও স্টীলের ফিক্সার ইটের গাঁথুনির মধ্যে আবদ্ধ করলে আর্দ্রতার কারণে অনেক সময় ফিক্সারে মরিচা পড়ে। ফলে আয়তনে বৃদ্ধি পায় এবং গাঁথুনিতে ফাটল দেখা দেয়। এজন্য সিমেন্ট মর্টার দ্বারা ফিক্সারকে ভালভাবে দৃঢ়াবদ্ধ করতে হবে।

৪। সংকোচন ঃ যখন আর্দ্র আবহাওয়া ইটের গাঁথুনিতে অনুপ্রবেশ করে তখন এটা চারদিকে প্রসারিত হয়। বায়বীয় তাপে বাষ্পীভবনের মাধ্যমে আর্দ্রতা শুকানোর সময় ইট সংকুচিত হয়। ফলে গাঁথুনির জয়েন্টে ফাটলের সৃষ্টি হয়।

১১.৭ ব্রিক ম্যাসনরির সাধারণ নিয়মসমূহ ঃ

ম্যাসনরি কাজের সামর্থ্য নিম্নলিখিত তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল, যথাঃ

১। ব্যবহৃত মালামালের গুণাগুণ (Type of material used)

২। কারিগর-এর দক্ষতা (Nature of workmanship)

৩। পরিদর্শন (Supervision)।

অদক্ষ কারিগর ও পরিদর্শনের অভাবে সর্বোত্তম মালামাল ব্যবহার করেও সুন্দর নির্মাণকাজ আশা করা যায় না। সুন্দর নির্মাণকাজের জন্য সাধারণ নিয়মাবলি নিম্নরূপঃ

১। ভাল ইটের গাঁথুনির কাজে ইটকে অবশ্যই নিখুঁত, শক্ত, উত্তমভাবে পোড়ানো, ধাতব শব্দযুক্ত এবং সম আকার ও আকৃতি এবং সমবর্ণবিশিষ্ট হবে। ইটে কোন ফাটল, ফাঁপা, ভাঙা দাগ, ছিদ্র, কাঁকর এবং চুনের পিণ্ড অথবা কোন ত্রুটি-বিচ্যুতি থাকবে না। নখ দ্বারা ইটের উপর দাগ দিলে দাগ পড়বে না, এমন পৃষ্ঠ হবে। দু'টি ইটকে পরস্পর আঘাত করলে ধাতব শব্দ উৎপন্ন হবে এবং ৯০ থেকে ১২০ সেমি উপর থেকে 'T' আকারে সমতল মাটির উপর ফেলে দিলে ইট ভাঙবে না। ২৪ ঘন্টা যাবৎ ইটকে পানিতে ভিজিয়ে রাখলে এর শুকনা ওজনের ২০% বা $\frac{১}{৫}$ অংশের বেশি পানি শোষণ করবে না।

২। গাঁথুনির কাজে ব্যবহারের পূর্বে ইটকে ভালভাবে ভিজিয়ে নিতে হবে। যতক্ষণ পর্যন্ত বুদবুদ উঠতে থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত ভিজিয়ে রাখতে হবে। ইটের গায়ে কোন ময়লা আবর্জনা বা লবণজাতীয় পদার্থ থাকলে তা পরিষ্কার করতে হবে। কিন্তু মাটি বা ফ্যাট লাইম (Fat lime) মর্টার দ্বারা গাঁথুনি করতে হলে ইটকে ভিজানো চলবে না।

৩। প্রথমে সম্পূর্ণ বেডের (Full bed) উপর মসলা বিছিয়ে ইটকে আস্তে আস্তে চাপ দিয়ে বসাতে হবে, যাতে মসলার সাথে লেগে যায়। সমস্ত কোর্সগুলো আনুভূমিক হবে এবং খাড়া জোড়গুলো সঠিকভাবে খাড়া হবে।

৪। সমস্ত জোড়গুলো মসলা দ্বারা পূর্ণ করে সমতল (Flush) করে দিতে হবে, যেন কোন ফাঁকা না থাকে।

৫। যদি দেওয়াল দুই বা ততোধিক ইটের পুরু হয়, তবে প্রত্যেক কোর্সে মসলা দ্বারা বেডিং ও ফ্লাসিং (Bedding and flushing) করা ছাড়াও গ্রাউটিং (Grouting) করা উচিত।

৬। প্রয়োজন ব্যতিরেকে গাঁথুনির কাজে কোন ব্রিক ব্যাট (Brick bats) ব্যবহার করা যাবে না।

৭। ইটের গাঁথুনির কাজে ইংলিশ বন্ড ব্যবহার করা ভাল। কারণ সমস্ত কাজে একই ধরনের বন্ড ব্যবহার করা যায়।

৮। ভাল গুণাগুণসম্পন্ন মসলা ব্যবহার করতে হবে এবং সম্পূর্ণ কাজে একই রকম মসলা ব্যবহার করতে হবে। আর জোড়ের পুরুত্ব কোন অবস্থাতেই 13 মিমি এর বেশি হবে না।

৯। ব্রিক-অন-এজ (Brick-on-edge) নির্দেশ করা না হলে ফ্রগকে (Frog) উপরে রেখে বেডের উপর ইট বিছাতে হবে।

১০। প্লিন্থ, জানালার সিল, মেঝে, ছাদ লেভেল এবং প্যারাপেট দেওয়ালের উপরে ব্রিক-অন-এজ এ ইট বিছানো উচিত।

১১। ম্যাসনরি কাজের অগ্রগতি সমস্ত জায়গায় একই লেভেলে হওয়া উচিত। এক অংশ হতে অন্য অংশের গাঁথুনির উচ্চতার তারতম্য ১০০ সেমি এর বেশি হওয়া উচিত নয়। যদি এরূপ সম্ভব না হয়, তবে বন্ড অনুসারে রেকিং ব্যাক (Raking back) করা উচিত। দেওয়াল গাঁথুনির কাজ সর্বদা উল্লম্বিক হবে।

১২। বাট্রেস, কাউন্টার ফোর্ট ইত্যাদির কাজে এক কোর্স নির্মাণের পর অন্য কোর্স নির্মাণ করতে হবে এবং মূল দেওয়ালের সাথে অবশ্যই বন্ড ঠিক রাখতে হবে। কোনক্রমেই দেওয়াল নির্মাণ শেষে বাট্রেস নির্মাণ করা চলবে না।

১৩। আয়রন ফিক্সার (যেমন– পাইপ, দরজা-জানালার হোল্ড ফাস্ট ইত্যাদি) যদি দেওয়ালে স্থাপন করার প্রয়োজন হয়, তবে সিমেন্ট মসলা অথবা সিমেন্ট কংক্রিট দ্বারা স্থাপন করতে হবে।

১৪। মসলা নরম থাকা অবস্থায় ফেস জয়েন্টের মসলা কমপক্ষে ১০-১৫ মিমি গভীরে রেকিং করা হয় যাতে প্লাস্টারিং এবং পয়েন্টিং কাজে চাবি (Key) সৃষ্টি হয়।

১৫। ইটের গাঁথুনির কাজ শেষ হওয়ার ২৮ দিন পরে প্লাস্টারিং করা উচিত, যাতে ম্যাসনরি এবং কংক্রিট কাজে সংকোচন (Shrinkage) হওয়ার জন্য পর্যাপ্ত সময় পায়।

১৬। যে সমস্ত কাজে প্লাস্টারিং অথবা পয়েন্টিং করা হবে না, সে সমস্ত ক্ষেত্রে গাঁথুনির কাজের সময়েই জয়েন্টগুলো ফ্লাস করে চূড়ান্ত করা হয়।

১৭। গাঁথুনির কাজ শেষ হলে কমপক্ষে সাতদিন ভিজিয়ে রাখতে হয়।

১৮। যখন পুরাতন দেওয়ালকে শক্তিশালী করার জন্য পুরু করার প্রয়োজন, তখন পুরাতন দেওয়ালকে এক ইট পরিমাণ কেটে ফেলতে হবে। উত্তম বন্ডিং-এর জন্য পৃষ্ঠকে খোঁচিয়ে এবড়োথেবড়ো করে নতুন কাজ শুরু করতে হয়।

১৯। ভবিষ্যতে দেওয়ালের দৈর্ঘ্য যদি বৃদ্ধি করার সম্ভাবনা থাকে, তবে দেওয়ালে টুথিং (Toothing) করে কাজ বন্ধ করতে হবে।

২০। শীত ও গ্রীষ্মকালীন তাপমাত্রার পার্থক্য প্রায় ১০০° ফাঃ হয়, তবে উক্ত তাপমাত্রার ব্যবধানে ৩০ মিটার লম্বা দেওয়ালে প্রায় ১০ মিমি দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। তাই প্রতি ৩০-৪০ মিটার দৈর্ঘ্যে কমপক্ষে ১৮ মিমি চওড়া প্রসারণ জোড় দিতে হবে।

২১। ইটের দেওয়ালে কাঠের ছাদ বা মেঝে করতে হলে জয়েন্টগুলো অবশ্যই কর্বেল বা ব্রাকেটের উপর স্থাপন করতে হবে।

২২। অতিরিক্ত লোড বহনকারী কাঠের, স্টীলের অথবা আর. সি. সি. বীমের প্রান্তে পাথর, কংক্রিট অথবা আর.সি.সি. নির্মিত বেড ব্লকের উপর স্থাপন করতে হবে।

২৩। ইটের গাঁথুনির উপর আর.সি.সি. ছাদ বা মেঝে তৈরি করতে হলে উপর ছাদের কার্যকরী গভীরতা বা ১০ সেমি এ দু'য়ের মধ্যে যেটি বড় সে পরিমাণ দেওয়ালের উপর স্থাপন করতে হবে।

২৪। সাধারণত কুইন (quoin) এর গাঁথুনিতে হেডার এবং স্ট্রেচার অল্টারনেট কোর্সে ব্যবহার করতে হবে। কুইন ক্লোজারের পর কুইন হেডার ব্যবহার করলে উত্তম বন্ডের সৃষ্টি হয়।

২৫। অর্ধ ইট পুরুত্ববিশিষ্ট পার্টিশন দেওয়াল গাঁথুনির ক্ষেত্রে প্রতি তিন বা চার কোর্স পর পর রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করতে হবে।

২৬। একদিনে সর্বোচ্চ ১.৫ মিটার এর বেশি ইটের গাঁথুনি করা উচিত নয়।

২৭। অধিক উচ্চতায় দেওয়ালের গাঁথুনির জন্য সিংগেল স্কেফোল্ডিং ব্যবহার করা হয়। দেওয়াল থেকে কিছু হেডার বের করে স্কাফোল্ডিং ইহার সাপোর্ট সৃষ্টি করা হয়, বা পরবর্তীতে আবার গাঁথুনি করে দিতে হয়।

২৮। প্রথমে দেওয়ালের দুই প্রান্ত নির্মাণ করে পরে মধ্যের গাঁথুনি করা হয়। একটি সুতা টেনে কোর্সের অ্যালাইনমেন্ট ঠিক রাখা হয়। এভাবে সকল কোর্স একই লেভেলে নির্মাণ করা হয়।

অনুশীলনী-১১

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৮]

উত্তর ঃ মসলার সাহায্যে ইট বা পাথরের নির্মাণকাজকে ম্যাসনরি বলে। অর্থাৎ পর্যায়ক্রমিকভাবে সুশৃঙ্খল পদ্ধতিতে ইট বা পাথর বিছিয়ে এদেরকে মসলার সাহায্যে একক পদার্থে পরিণত করা হয়, যা ব্যর্থতা ব্যতিরেকেই আপতিত লোড বহন করে, এরূপ কলাকৌশলকে ম্যাসনরি বলে।

২। **নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরি কত প্রকার ও কী কী?** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]

উত্তর ঃ নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরি ছয় প্রকার, যথা ঃ

১। স্টোন ম্যাসনরি,
২। ব্রিক ম্যাসনরি,
৩। রিইনফোর্সড ম্যাসনরি,
৪। কম্পোজিট ম্যাসনরি,
৫। হলো কংক্রিট ব্লক ম্যাসনরি,
৬। লোড ওয়াল টাইল ম্যাসনরি।

৩। **গাঁথুনি (Masonry) কী কী কাজ সম্পাদন করে?**

উত্তর ঃ গাঁথুনি নিম্নলিখিত কাজগুলো সম্পাদন করে, যেমন–

১। সাপোর্টিং লোড,
২। স্থান বিভক্তিকরণ,
৩। তাপীয় এবং শব্দ প্রতিরোধক,
৪। অগ্নি এবং আবহাওয়া প্রতিরোধক।

৪। **ব্রিক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ মসলার সাহায্যে ইটগুলোকে একত্র করে নির্মাণের কলাকৌশলকে ব্রিক ম্যাসনরি বলে। ইটের গুণাগুণ, মসলার গুণাগুণ ও বন্ডের পদ্ধতির উপর ব্রিক ম্যাসনরির সামর্থ্য নির্ভর করে।

৫। **ব্রিক ম্যাসনরিতে কী কী মসলা ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ ব্রিক ম্যাসনরি বা ইটের গাঁথুনির ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত প্রকারের মসলা ব্যবহার করা হয়। যেমন–

১। সিমেন্ট মসলা,
২। চুন মসলা,
৩। সিমেন্ট-চুন মসলা,
৪। চুন-সুরকি মসলা,
৫। মাড মসলা।

৬। বাংলাদেশে প্রচলিত ইটের আকার লিখ।

[বাকাশিবো-২০০২, ১৩

উত্তর: প্রচলিত ইটের আকার হল মেট্রিক পদ্ধতিতে ইটের আকার– ২৪২ মিমি × ১১৪ মিমি × ৭০ মিমি এবং মসলাসহ ইটের আকার– ২৫৪ মিমি × ১২৭ মিমি × ৭৬ মিমি।

৭। স্ট্রেচার এবং হেডার কী?

[বাকাশিবো-২০১৩

উত্তর: দেওয়াল পৃষ্ঠের সমান্তরালভাবে ইটের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থাপন করলে বাহির থেকে ইটের যে পার্শ্ব দেখা যাবে তাকে স্ট্রেচার বলে। স্ট্রেচারের মাপ (প্রচলিত ইট)– ২৫৪ মিমি × ৭৬ মিমি। আর দেওয়াল পৃষ্ঠের সাথে আড়াআড়িভাবে ইটের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থাপন করলে বাইরে থেকে ইটের যে পার্শ্ব দেখা যাবে তাকে হেডার বলে। হেডারের মাপ (প্রচলিত ইট)– ১২৭ মিমি × ৭৬ মিমি।

৮। ইটে ফ্রগ রাখা হয় কেন?

[বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর: নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে ইটে ফ্রগ রাখা হয়। যথা ঃ

১। জোড়ার মসলার সাথে ফ্রগের মসলা মিলে চাবি তৈরি করে, যা ইটের সরণ প্রতিরোধ করে।

২। ইটের ওজন হ্রাস করার জন্য, যাতে স্থানান্তর খরচ কম হয়।

৩। প্রস্তুতকারকের নাম লেখার জন্য।

৯। কিং ক্লোজার কী?

[বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]

উত্তর: একটি পূর্ণ ইটের প্রান্তের প্রস্থের অর্ধেক ত্রিভুজাকারে কেটে ফেললে কিং ক্লোজার পাওয়া যায়। অন্য কথায়, ইটের পাশাপাশি দিকের প্রস্থের অর্ধেক এবং দৈর্ঘ্যের দিকের অর্ধেক কেটে ফেললে যে খণ্ড থাকে, তাকে কিং ক্লোজার বলে। এটি বিশেষ আকারের ইট, যা স্পেলেড (Splayed) ব্রিক ওয়ার্কে ব্যবহার করা হয়।

১০। কুইন ক্লোজার কী?

উত্তর: ইটকে লম্বালম্বি সমান দু'ভাবে কেটে ফেললে কুইন ক্লোজার পাওয়া যাবে। অর্থাৎ অর্ধেক প্রস্থ বিশিষ্ট পূর্ণ ইটকে কুইন ক্লোজার বলে।

১১। ক্লোজার ইট কী?

[বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১৪]

উত্তর: ইটের একটি লম্বাপার্শ্ব অক্ষত রেখে অন্য পার্শ্ব কাটা হলে ক্লোজার ইট পাওয়া যাবে। অন্য কথায়, ক্লোজার হল ইটের সুনির্দিষ্টভাবে ভাঙা একট টুকরা, যার একটি লম্বাপার্শ্ব অক্ষত অবস্থায় থাকে।

১২। জ্যাম্বস এবং রিভিলস কী?

[বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর: দরজা-জানালার জন্য নির্মিত ফাঁকা জায়গার খাড়া পার্শ্বদ্বয়কে জ্যাম্বস বলে। জ্যাম্বস সমতল, রিবেটেড অথবা স্পেলেড (Splayed) হতে পারে। স্পেলেড জ্যাম্বস করা ভাল। কারণ সাটারগুলো স্থূলকোণে খোলা যায় আর দরজা-জানালা চৌকাঠ লাগানোর পর দেওয়ালের উন্মুক্ত পার্শ্বে যে খাড়া পৃষ্ঠদেশ অবশিষ্ট থাকে তাকে রিভিলস বলে।

১৩। স্ট্রিং কোর্স এবং ব্লকিং কোর্স কী?

উত্তর: মাটির সমান্তরালে এক কোর্স গাঁথুনি যদি দেওয়াল পৃষ্ঠ থেকে কিছুটা বাড়িয়ে নির্মাণ করা তবে তাকে স্ট্রিং কোর্স বলে। দেওয়ালের দৈর্ঘ্য বরাবর ছাদে, প্যারাপেটের তলায় ও জানালার নিচে স্ট্রিং কোর্স নির্মাণ করা হয়। সৌন্দর্য বৃদ্ধি এবং বৃষ্টির পানি থেকে দেওয়ালকে রক্ষা করার জন্য এটা ব্যবহার করা হয়। আর কার্নিসের উপরে এক কোর্স পাথরের গাঁথুনিকে ব্লকিং কোর্স বলে। উল্টে পড়া থেকে রক্ষা এবং সৌন্দর্য বৃদ্ধি করতে এটা নির্মাণ করা হয়।

১৪। কোপিং কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ দেওয়ালে বৃষ্টির পানি এবং আর্দ্রতার অনুপ্রবেশ বন্ধ করার জন্য বহিঃস্থ দেওয়ালের উপর বিশেষভাবে নির্মিত শেষ কোর্স গাঁথুনিকে কোপিং বলে। কোপিং কংক্রিট, পাথর অথবা ইটের হতে পারে। ছাদের প্যারাপেট ও কম্পাউন্ড ওয়ালের উপর এটা ব্যবহার করা হয়।

১৫। ওয়েদারিং এবং থ্রোটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ পাথর দ্বারা নির্মিত জানালার সিল, কার্নিশ, স্ট্রিং কোর্স, কোপিং ইত্যাদির ঢালু উপরিতলকে ওয়েদারিং বলে। ঢালু উপরিতল বৃষ্টির পানি গড়িয়ে পড়ার জন্য উপযোগী। আর ঐ সমস্ত ঢালু পৃষ্ঠের পানি প্রজেক্টিং কোর্সের তলা দিয়ে গড়িয়ে যাতে দেওয়ালে আসতে না পারে, সেজন্য কোর্সের বর্ধিতাংশের নিচে খাঁজ (Groove) কাটা হয়, এ খাঁজকে থ্রোটিং বলে।

১৬। কর্বেল এবং কর্বেলিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ দেওয়াল থেকে বের হয়ে থাকা ইট বা পাথরের এক বা একাধিক কোর্সকে কর্বেল বলে। ওয়াল প্লেটকে সাপোর্ট দেয়ার জন্য সুশৃঙ্খলভাবে কোর্সকে বর্ধিত করা হয়। আর কর্বেল তৈরি করার সময় পাথর সাজানোর পদ্ধতিকে কর্বেলিং বলে।

১৭। হানিকম্ব বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ অনেক সময় আলো-বাতাস যাতায়াতের জন্য দেওয়ালে জানালার বদলে পাশাপাশি ছোট ছোট ফোকর বা ছিদ্র রাখা হয়। এ ধরনের ফোকরযুক্ত গাঁথুনিকে হানিকম্ব গাঁথুনি বলে। সাধারণত রান্নাঘর, পায়খানা এবং বারান্দার প্রান্তের অর্ধ ইটের পুরু দেওয়ালে ১০০ মিমি × ৭৫ মিমি মাপের ফোকর রাখা হয়।

১৮। ইটের কাজের ত্রুটিগুলো কী কী?

উত্তর ঃ ইটের কাজের ত্রুটিগুলো নিম্নরূপ–

১। সালফেট দ্বারা আক্রান্ত হওয়া,

২। ইটে লোনা ধরা,

৩। ফিল্ডারে মরিচা পড়া,

৪। সংকোচনের ফলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। কী কারণে ইটের গাঁথুনি করা হয়?

উত্তর ঃ ১১.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ প্রচলিত ইটের মাপগুলো দেখাও।

উত্তর ঃ ১১.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। গাঁথুনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৩, ১৪

উত্তর ঃ ১১.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। চিত্রসহ জ্যাম্বস এবং রিভিলস-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর ঃ ১১.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **ওয়েদারিং এবং থ্রোটিং চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।**

উত্তর ১১.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **চিত্রসহ কর্বেল-এর সংজ্ঞা দাও।**

উত্তর ১১.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **ইটের কাজের ত্রুটিগুলো আলোচনা কর।**

উত্তর ১১.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। **গাঁথুনির পূর্বে ইটকে উত্তমরূপে ভেজাতে হয় কেন?** [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]

উত্তর গাঁথুনির পূর্বে ইটকে উত্তমরূপে ভেজাতে হয় যেন ইট গাঁথুনির মসলা থেকে আর্দ্রতা/পানি শোষণ করতে না পারে এবং এর জন্য গাঁথুনি অধিক শক্তিশালী হয়।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। পাথর এবং ইটের গাঁথুনির মধ্যে তুলনা কর।

উত্তর সংকেত ১১.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। গাঁথুনির কাজে রাজমিস্ত্রিরা যে সকল যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে তার নামসহ ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ১১.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ভিত্তির বেইজ হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কোপিং পর্যন্ত (জানালাসহ) একটি দেওয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত ১১.৫ নং অনুচ্ছেদের চিত্র ১১.৪ দ্রষ্টব্য।

৪। বিভিন্ন প্রকার ক্লোজার-এর চিত্র অঙ্কন কর

উত্তর সংকেত ১১.৫ নং অনুচ্ছেদের ২০ থেকে ২৪ এবং চিত্র ১১.৫ এর b থেকে f দ্রষ্টব্য

৫। ইটের কাজ পরিদর্শনের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলো আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৪]

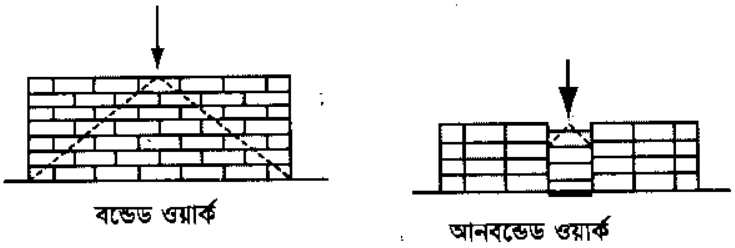
উত্তর সংকেত ১১.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

বন্ড
(Bond)

অধ্যায় ১২

১২.১ ইটের কাজে বন্ড (Bond in brick work) ঃ

কোন নিয়মকানুন বা পদ্ধতি ছাড়া এলোমেলোভাবে ইট বা পাথর গেঁথে দেওয়াল বা অন্য কোন কাঠামো তৈরি করলে তা টেকসই হয় না। এজন্য একই আকার-আকৃতির ইট দ্বারা নিয়মকানুন অনুযায়ী গাঁথুনি করা হয়, যাতে এটা শক্ত এবং টেকসই হয়। তাই ইটকে একের পর এক সাজিয়ে শৃঙ্খলাবদ্ধ করে অবিচ্ছিন্ন দেওয়ালে পরিণত করার পদ্ধতিকে বন্ড (Bond) বলে। অন্য কথায়, একটি ইটের সঙ্গে অপর একটি ইটের জোড়াই করার পদ্ধতিকে বন্ড বলে। ইংরেজিতে বলা হয়- ("Bond is the method of arranging stones or bricks in masonry work, so that they are tied together to form a solid mass with proper cohesion." গাঁথুনির সময় পরপর দুই কোর্সের খাড়া জোড়গুলো পরিহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১২.১ বন্ড

বন্ডিং বা ইট সাজানোর নিয়মাবলি ঃ ভাল বন্ডের জন্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর প্রতি লক্ষ রাখতে হয় ঃ

১। ইটের আকার, আয়তন সুষম হবে। ইটের দৈর্ঘ্য = ২ × ইটের প্রস্থ + মসলার জয়েন্টের পুরুত্ব। অর্থাৎ ইটের দৈর্ঘ্য (২৪১) = ২ × ১১৪ + ১৩। ফলে সুষম ল্যাপ পাওয়া যাবে।

২। কমপক্ষে ইটের $\frac{১}{৪}$ অংশ ল্যাপ হবে।

৩। কম সংখ্যক ব্যাট বা আধলা ইট ব্যবহার করা উচিত।

৪। অল্টারনেট কোর্সে হেডারের সেন্টার লাইন এবং স্ট্রেচারের সেন্টার লাইন একই উল্লম্ব রেখায় ছেদ করবে।

৫। অল্টারনেট কোর্সের খাড়া জয়েন্টগুলো একই খাড়া লাইনে হবে।

৬। ফেসিং-এ স্ট্রেচার এবং হার্টিং-এ হেডার ব্যবহার করা উচিত।

১২.২ উত্তম বন্ডের কাজ (Function of good brick bonding) ঃ

১। দেওয়াল বা কাঠামোর শক্তি এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করার জন্য।

২। খাড়া জোড়া পরিহার করার জন্য।

৩। দেওয়ালের উপর আপতিত লোডকে সুষমভাবে বন্টন করার জন্য।

৪। শিয়ার প্রতিরোধের জন্য।

৫। সৌন্দর্য বৃদ্ধি এবং নির্মাণকাজ দ্রুত করার জন্য।

৬। ইটের পারস্পরিক ইন্টারলকিং সৃষ্টি করার জন্য।

১২.৩ ইটের গাঁথুনির সঠিক পদ্ধতি ঃ

ইটের গাঁথুনি করার মধ্যে ইট স্থাপনই সবচেয়ে বড় কৌশল। ভাল ইট, সঠিক সিমেন্ট-বালি বা চুন-সুরকির মসলা ব্যবহার করেও ইটের কাজ খারাপ ও কমজোরী হতে পারে। কারণ সঠিকভাবে ইট স্থাপন, কোর্স সজ্জন, বন্ড, জোড়, ওলন ঠিক রাখা ইত্যাদি প্রয়োজন। তাই সঠিকভাবে কাজ করতে হলে নিম্নলিখিত পদ্ধতি অনুসরণ করা উচিত–

১। **ইট বাছাই (Selection of bricks) ঃ** দেওয়ালের বিভিন্ন অংশ, যেমন– ফেসিং, ব্যাকিং এবং হার্টিং ইত্যাদির জন্য ইট বাছাই করতে হবে। দেওয়াল কত পুরু হবে তার উপর নির্ভর করে ইট বাছাই করতে হয়। ফেসিং কাজের জন্য ভাল এবং সমান মাপের ইট নির্বাচন করতে হবে।

২। **ইট সাজান (Stacking of bricks) ঃ** কাজের জায়গায় ইট ঠিকভাবে সাজিয়ে রাখতে হবে। এক হাজার কিংবা দুই হাজার করে ইট একটি স্ট্যাকে রাখতে হবে। ইট সাজানো থাকলে ইটের কোণাগুলো বা ধারগুলো সহজে নষ্ট হয় না।

৩। **ইট ভিজানো (Wetting of bricks) ঃ** শুকনা ইটের পানি শোষণের প্রবণতা সবচেয়ে বেশি। তাই ইটকে কাজে লাগানোর পূর্বে পানিতে ভিজিয়ে রাখতে হবে। এজন্য চৌবাচ্চা তৈরি করে ইট ভিজানোর ব্যবস্থা করতে হয়। একে 'তাগাড়' দেওয়া বলে। প্রতিদিনের কাজের শেষে পরের দিনে যত ইট কাজে লাগানো হবে তা চৌবাচ্চায় ডুবিয়ে রাখতে হবে। নিম্নলিখিত কারণে ইট ভিজানোর প্রয়োজন ঃ

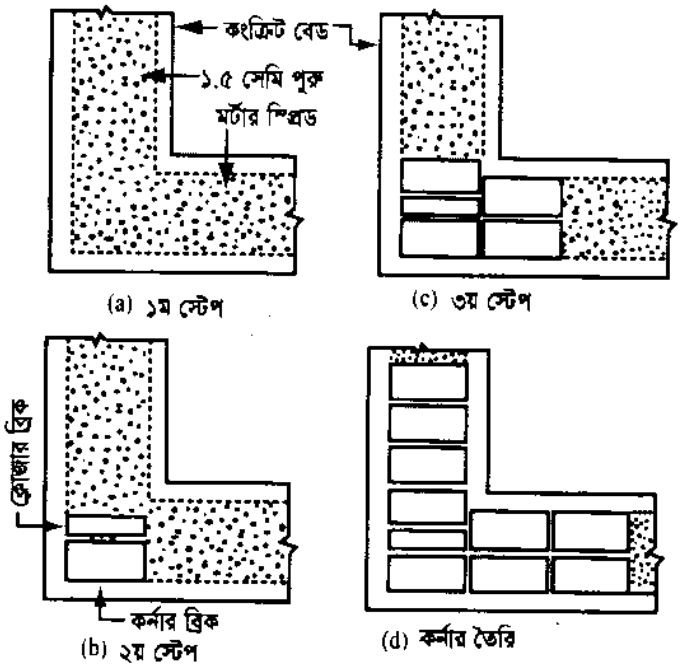
(ক) ইটের গায়ে সহজেই সমানভাবে মসলা লাগানো যায়।

(খ) শুকনা ইট, মসলা থেকে পানি শোষণ করে। ফলে সিমেন্টের রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পন্ন হতে পারে না। যার কারণে ইটের গাঁথুনি দুর্বল বা ব্যর্থ হতে পারে।

(গ) চুল্লির ময়লা আবর্জনা বা লবণজাতীয় পদার্থ ইটের গায়ে থাকলে তা পরিষ্কার হয়ে যায়। ফলে উত্তম জোড়া ও বন্ড উৎপন্ন হবে।

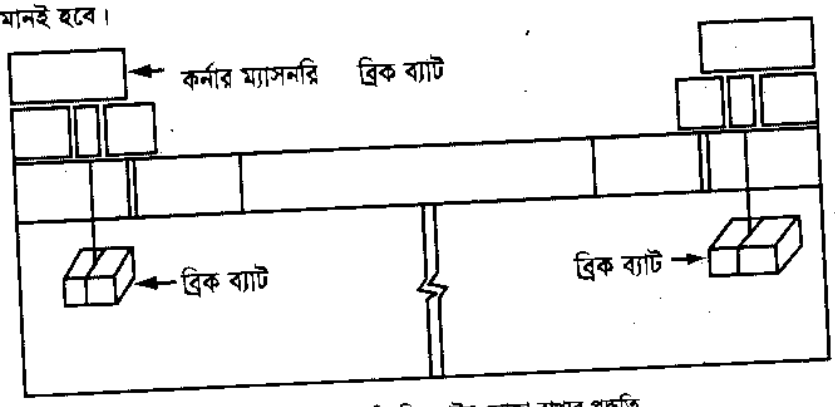
৪। **ভিত্তির উপর মসলা বিছানো (Spreading mortar on foundations) ঃ** ভিত্তির ঢালাই-এর উপর কমপক্ষে ১.৫ সেমি গভীরতা করে মসলা বিছিয়ে দিতে হবে। প্রথমে দুই দেওয়ালের জোড় (Corner joint) যেখানে পড়বে সেখানে মসলা বিছিয়ে গাঁথুনির কাজ আরম্ভ করতে হয় অর্থাৎ কর্নার থেকে গাঁথুনির কাজ শুরু করতে হয়।

৫। **কর্নার তৈরি (Laying first course of corner) ঃ** রাজমিস্ত্রি প্রথমে কর্নারে ইট বসাবে। বেডের উপর যে মসলা বিছানো আছে, তার উপর ইটকে আস্তে আস্তে চাপ দিয়ে বসাবে। চাপার পরে কংক্রিট এবং ইটের মধ্যে ১ সেমি মসলা থাকবে। পরবর্তী ইটের মধ্যবর্তী খাড়া জোড়া যেন ১ সেমি হয় সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।



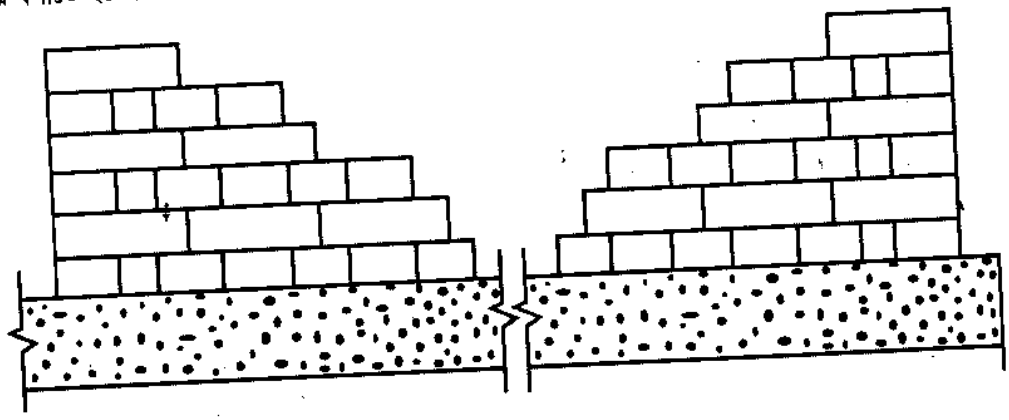
চিত্র ঃ ১২.২ কর্নার দেওয়াল তৈরি

৬। **গাঁথুনির লাইন সোজা রাখা ঃ** দেওয়ালের দুই প্রান্তে প্রথম কোর্স ইটের গাঁথুনি করে তার উপর সুতা দ্বারা ইট দিয়ে সুতার দুই প্রান্তে ঝুলিয়ে দিলে সুতা টান টান হয়ে থাকবে। এখন মাঝের অংশে ইটের গাঁথুনি সুতা বরাবর করলে গাঁথুনির লাইন ও মাথা সুতার লাইনের মত সমানই হবে।



চিত্র ঃ ১২.৩ গাঁথুনির লাইন সোজা রাখার পদ্ধতি

৭। **দ্বিতীয় কোর্স স্থাপন (Laying second course) ঃ** প্রথম স্তরের উপর কমপক্ষে ১.৫ সেমি পুরু করে মসলা বিছিয়ে দিতে হবে। প্রান্তে স্ট্রেচার ইট, মর্টারের উপর এমনভাবে বসাতে হবে যেন ১ সেমি পুরু জোড় থাকে। খাড়া পার্শ্বে মর্টার চেপে দিয়ে দ্বিতীয় স্ট্রেচার বসাতে হবে। লেভেলের সাহায্যে সমতলতা এবং প্লাম্ব-এর সাহায্যে খাড়া পরীক্ষা করা হয়।



চিত্র ঃ ১২.৪

৮। দেওয়ালের উচ্চতা ১ থেকে ১.৫ মিটার হলে রাজমিস্ত্রিরা মাটিতে দাঁড়িয়ে আর গাঁথুনি করতে পারে না। তাই কাজ করার জন্য প্লাটফর্মের প্রয়োজন, যাকে স্কেফোল্ডিং বলে।

৯। যতদূর সম্ভব সমস্ত দেওয়ালকে সমউচ্চতায় গাঁথুনি করা উচিত। তবে দুই দেওয়ালের উচ্চতার পার্থক্য ১ মিটারের বেশি না হওয়া উচিত।

১০। অল্টারনেট কোর্সের ভার্টিক্যাল জয়েন্ট অর্থাৎ পারপেন্ড (Per-Pend) একই লাইনে হওয়া উচিত। স্ট্রেইট এজ (Straight edge) এবং স্কোয়ারের সাহায্যে এটা পরীক্ষা করা উচিত।

১১। ইটের ফ্রগ পৃষ্ঠকে উপরে রেখে গাঁথুনি করতে হবে এবং গাঁথুনির সময় মর্টার দিয়ে পূর্ণ করে দিতে হবে।

১২। প্রত্যেক দিন কাজ শেষে সমস্ত জয়েন্টগুলো পরিষ্কার এবং সমাপ্ত (Finished) করে দেওয়া উচিত।

১৩। পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে প্রথমে মসলাকে দেওয়ালের বেড বরাবর বিছিয়ে দিতে হবে। তারপর ফেসিং ইট স্থাপন করে ব্যাকিং-এর ইটকে চাপের সাহায্যে বসান হয়।

১২.৪ বন্ডের প্রকারভেদ (Types of bonds) ঃ

১। ইংলিশ বন্ড (English Bond)

২। ফ্লেমিশ বন্ড (Flemish Bond)

(ক) ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড (Double Flemish Bond)

(খ) সিংগেল ফ্লেমিশ বন্ড (Single Flemish Bond)

৩। স্ট্রেচার বন্ড (Stretcher Bond)

৪। হেডার বন্ড (Header Bond)

৫। গার্ডেন ওয়াল বন্ড (Garden Wall Bond)

(ক) ইংলিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড (English Garden Wall Bond)

(খ) ফ্লেমিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড (Flemish Garden Wall Bond)

৬। ফেসিং বন্ড (Facing Bond)

৭। রেকিং বন্ড (Raking Bond)

(ক) হেরিং বোন বন্ড (Herring Bone Bond)

(খ) ডায়াগোনাল বন্ড (Diagonal Bond)

৮। ডাচ বন্ড (Dutch Bond)

৯। ইংলিশ ক্রস বন্ড (English Cross-Bond)

১০। জিগ-জ্যাগ বন্ড (Zig-Zag Bond)

১১। ব্রিক-অন-এজ বন্ড (Brick-on-edge Bond)
অথবা, সিলভার লক বন্ড (Silver Lock's Bond)।

১২.৫ বন্ডের ছবি ঃ

ইংলিশ বন্ড (English bond) ঃ এ প্রকার বন্ড অল্টারনেট কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার দ্বারা গঠিত। অর্থাৎ এতে একস্তর স্ট্রেচার এবং অপর স্তর হেডার গাঁথুনি হবে। কোন কোর্সে বা স্তরে হেডার ও স্ট্রেচার পাশাপাশি বসবে না। অল্টারনেট কোর্সে হেডার বা স্ট্রেচারের খাড়া জোড় একই লাইনে হবে। খাড়া জোড়গুলো একই রেখায় যাতে না পড়ে সেজন্য হেডার কোর্সের প্রথম হেডারের পর একটি কুইন ক্লোজার বসাতে হয়। তাছাড়া চওড়া দেওয়ালের মাঝখানে কখনও স্ট্রেচার বসবে না। প্রায় সব ধরনের নির্মাণকাজে এ জাতীয় বন্ড ব্যবহার করা হয়।

ইংলিশ বন্ডে কোন গাঁথুনি করতে হলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর প্রতি লক্ষ রাখতে হয় ঃ

১। হেডার কোর্সে কখনও কুইন ক্লোজার দিয়ে আরম্ভ করতে নেই। কারণ সহজেই স্থানান্তরিত হয়ে যেতে পারে। কুইন (Quoin) হেডারের পরেই কুইন ক্লোজার দিতে হবে। স্ট্রেচার কোর্সে কুইন ক্লোজারের প্রয়োজন নেই।

২। অল্টারনেট কোর্স হেডার অথবা স্ট্রেচার হবে।

৩। প্রত্যেক অল্টারনেট কোর্সে হেডার, স্ট্রেচারের কেন্দ্র বরাবর হবে।

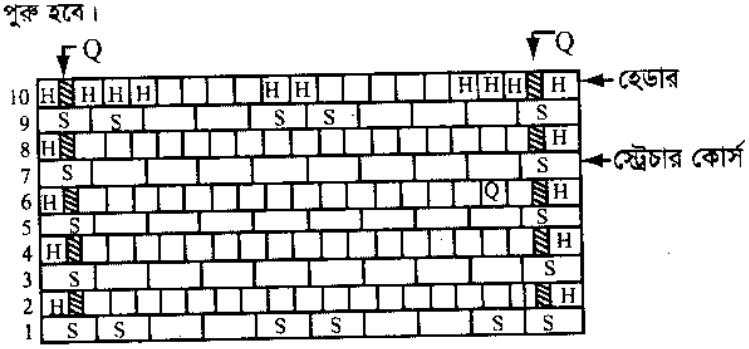
৪। শেষপ্রান্ত ব্যতীত অবিরাম ভার্টিক্যাল জয়েন্ট হবে না।

৫। অর্ধ ইটের জোড় সংখ্যক গুণিতকবিশিষ্ট চওড়া দেওয়ালের (১,২, ৩. . . . ইটের দেওয়াল) ক্ষেত্রে দেওয়ালের সামনে ও পিছনে উভয় দিকে একই কোর্সে হেডার অথবা স্ট্রেচার দেখা যাবে।

৬। অর্ধ ইটের বেজোড় সংখ্যক গুণিতকবিশিষ্ট চওড়া দেওয়ালের ($১\frac{১}{২}$, $২\frac{১}{২}$, $৩\frac{১}{২}$ . . . . ইটের দেওয়াল) ক্ষেত্রে একই কোর্সে দেওয়ালের সামনের দিকে যদি হেডার দেখা যায়, তবে পিছনের দিকে স্ট্রেচার দেখা যাবে।

৭। বেশি চওড়া দেওয়ালের হাটিং সর্বদা হেডার দ্বারা পূর্ণ করতে হবে।

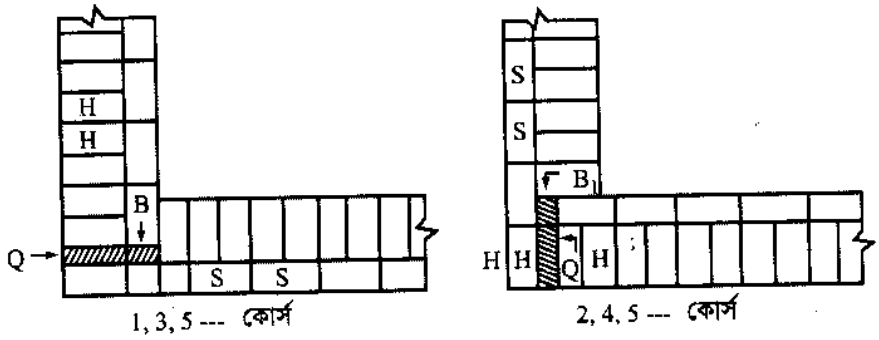
৮। যেহেতু হেডার কোর্সের জয়েন্ট সংখ্যা, স্ট্রেচার কোর্সের জয়েন্ট সংখ্যার দ্বিগুণ। তাই হেডার কোর্সের জয়েন্ট, স্ট্রেচার কোর্সের চেয়ে পুরু হবে।



S = স্ট্রেচার কোর্স Q = কুইন ক্লোজার

H = হেডার কোর্স

(a) English Bond



(b) Plan for $1\frac{1}{2}$ Brick Thick wall

H = Header facing; S = Stretcher facing

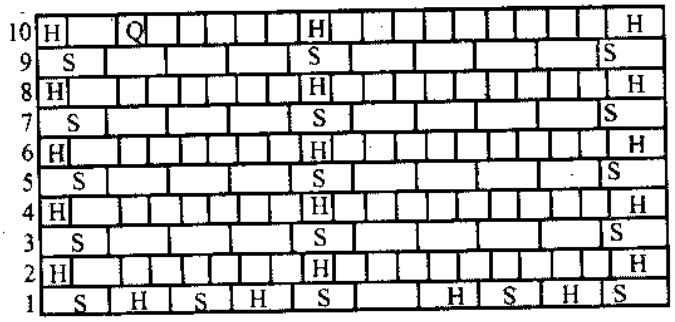
Q = Queens closer; B_1 = Quarter Qkueen's closer

চিত্র ঃ ১২.৫ ইংলিশ বন্ড

ফ্লেমিশ বন্ড (Flemish bond) ঃ এ প্রকার বন্ডে একই কোর্সে হেডার ও স্ট্রেচার পাশাপাশি বসবে। প্রতিটি কোর্সের হেডার ইটের কেন্দ্রে থাকবে। এতে অধিক সংখ্যক ব্যাট ব্যবহার করা যায় বলে খরচ কম হয়। ফ্লেমিশ বন্ড দুই প্রকার। যথা ঃ

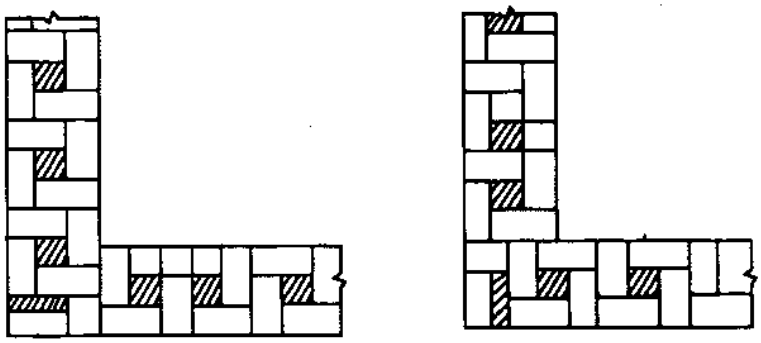
(ক) ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড

(খ) সিঙ্গেল ফ্লেমিশ বন্ড



(a) English Bond

(a) Flemish Bond (Elevation)



1, 3, 5 ..... COURSES 2, 4, 6 ..... COURSE

(b) Plan for $1\frac{1}{2}$ Brick thick wall

S = Stretcher; H = Header; Q = Queen closer; B_2 = Half bat; $B_3 = \frac{3}{4}$ Brick

চিত্র ঃ ১২.৬ ফ্লেমিশ বন্ড

ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড (Double flemish Bond) ঃ এ প্রকার বন্ডে প্রত্যেক কোর্সে বাহির এবং ভিতর উভয় দিকে একই রকম দেখা যাবে। অর্থাৎ একই কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার পাশাপাশি থাকবে। একটি হেডারের দু পার্শ্বে দুইখানি স্ট্রেচার ইট থাকবে। এ প্রকার বন্ড ইংলিশ বন্ডের চেয়ে দেখতে সুন্দর। এতে ব্যাট ব্যবহার করা হয় বলে খরচ কম হয়। তবে ইংলিশ বন্ডের চেয়ে এই বন্ড তুলনামূলকভাবে দুর্বল হয়।

এ প্রকার বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। প্রত্যেক স্তরের হেডার এবং স্ট্রেচার পরস্পর ব্যবহার করা হয়।

২। প্রতি কোর্সে স্ট্রেচার এবং হেডারকে অল্টারনেটভাবে ফেসিং-এ এবং ব্যাকিং-এ স্থাপন করা হয়।

৩। অল্টারনেট কোর্সে কুইন হেডারের পার্শ্বে কুইন ক্লোজার দেওয়া হয়। খাড়া জোড়াগুলো যাতে একই লাইনে না পড়ে তার জন্য এরূপ করা হয়।

৪। উপরের কোর্সের হেডারের কেন্দ্র নিচের কোর্সের স্ট্রেচারের কেন্দ্র বরাবর হবে।

৫। অর্ধ ইটের বেজোড় সংখ্যক গুণিতকবিশিষ্ট চওড়া দেওয়ালের ক্ষেত্রে ব্যাটস ব্যবহার করা হয়

৬। অর্ধ ইটের জোড় সংখ্যক গুণিতকবিশিষ্ট চওড়া দেওয়ালের ক্ষেত্রে ব্যাট ব্যবহার করা হয় না

সিংগেল ফ্লেমিশ বন্ড (Single flemish bond) ঃ এ প্রকার বন্ড ইংলিশ এবং ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের সহযোগে গঠিত। এতে প্রতি কোর্সের ফেসিং-এ ফ্লেমিশ বন্ডের এবং ব্যাকিং ও ফিলিং-এ ইংলিশ বন্ড হবে। ফলে উভয় প্রকার বন্ডের সুবিধা পাওয়া যায়। তবে এ প্রকার বন্ডের দেওয়ালের চওড়া ন্যূনতম $১\frac{১}{২}$ ইটের হবে।

সিংগেল ফ্লেমিশ বন্ডের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ফ্লেমিশ বন্ডের সৌন্দর্য এবং ইংলিশ বন্ডের সামর্থ্য একই সাথে পাওয়া যাবে।

২। উত্তম গুণাবলিসম্পন্ন ইট ফেসিং-এ ব্যবহার করা যাবে এবং সস্তা ইট ফিলিং ও ব্যাকিং-এ ব্যবহার করা যাবে।

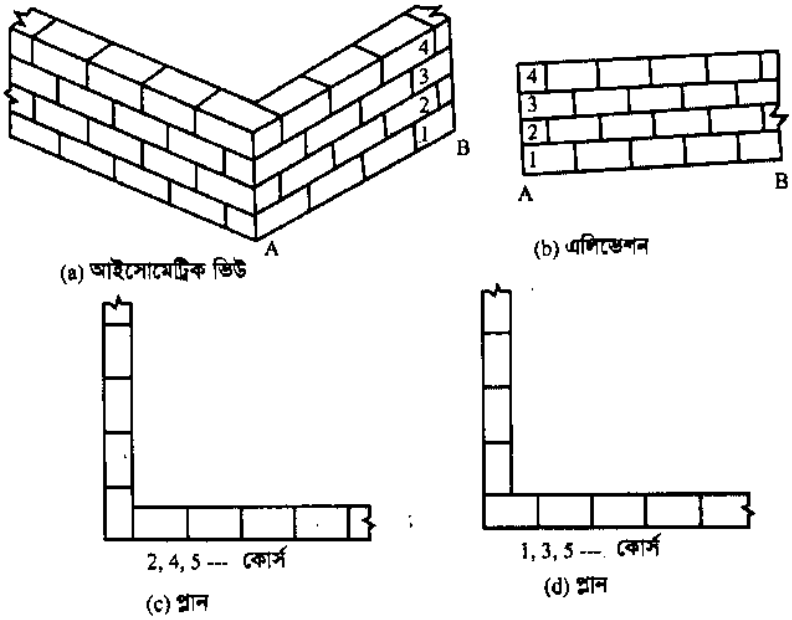
অসুবিধাগুলো ঃ

১। $১\frac{১}{২}$ ইটের কম পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে এটি সম্ভব নয়।

২। অবিরাম খাড়া জয়েন্ট গঠন করে, যা দেওয়ালকে দুর্বল করে দেয়।

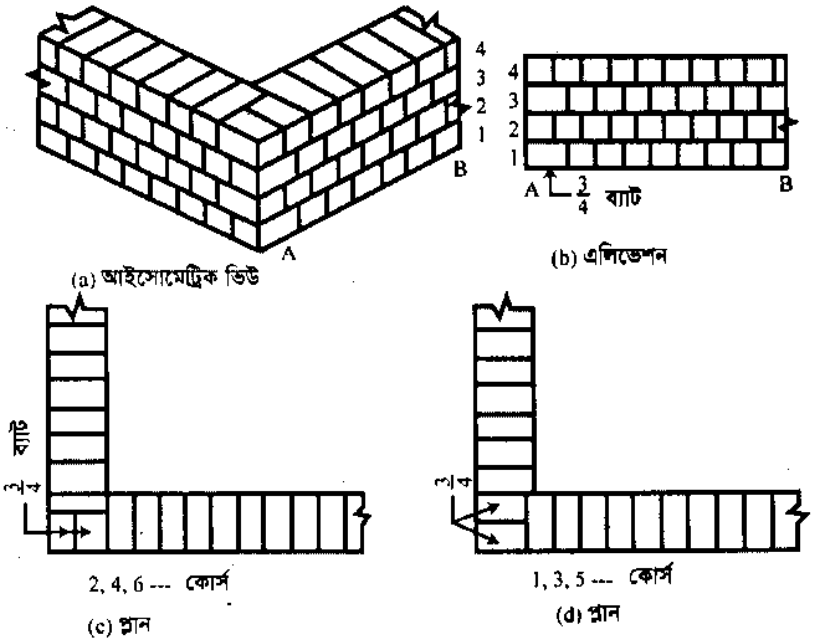
৩। নির্মাণকাজে দক্ষ কারিগরের প্রয়োজন।

স্ট্রেচার বন্ড (Stretcher bond) ঃ এ প্রকার বন্ডে প্রতি কোর্সে সমস্ত ইটকেই দেওয়ালের লম্বাদিকে লম্বালম্বিভাবে অর্থাৎ স্ট্রেচার হিসাবে স্থাপন করা হয়। কেবলমাত্র অর্ধ ইট পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়। যেমন– পার্টিশন দেওয়াল, স্লিপার দেওয়াল (Sleeper wall), ডিভিশন দেওয়াল (Division wall) ইত্যাদি। একে রানিং বন্ড (Running bond)-ও বলে।



চিত্র ঃ ১২.৭ স্ট্রেচার বন্ড

হেডার বন্ড (Header bond) ঃ এ প্রকার বন্ডে প্রতি কোর্সে ইটকে হেডার হিসাবে স্থাপন করা হয়। এক ইটের দৈর্ঘ্যের সমান পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের জন্য অথবা বাঁকা (Curved) ওয়াল নির্মাণ করার জন্য হেডার বন্ড ব্যবহার করা হয়। কিন্তু মোটা দেওয়ালে এ ধরনের বন্ডে কাজ হয় না। কারণ তখন আড়াআড়ি কোন বন্ড সৃষ্টি হয় না। এক ইটের সমান পুরুত্ববিশিষ্ট গোলাকার দেওয়াল বা যেখানে ইটের ধাপ ছাড়া হয়, কর্বেলিং (Corbeling), কার্নিস-এর কাজ এবং ফুটিং-এর কাজে ব্যবহার করা হয়।



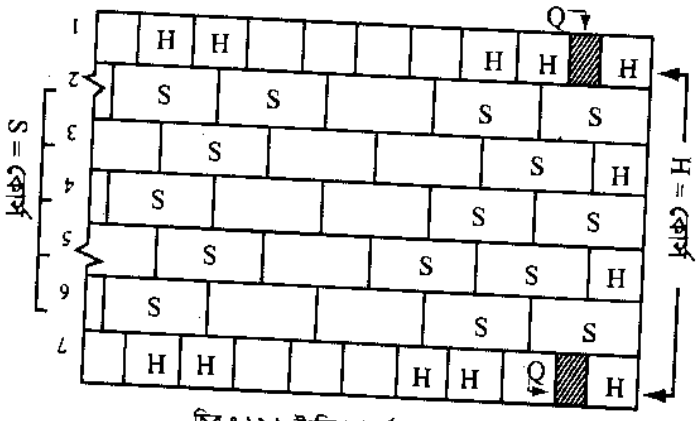
চিত্র ঃ ১২.৮ হেডার বন্ড

গার্ডেন ওয়াল বন্ড (Garden wall bond) ঃ এ জাতীয় বন্ড গার্ডেন ওয়াল, বাউন্ডারি ওয়াল, কম্পাউন্ড ওয়াল নির্মাণের জন্য ব্যবহার করা হয়। এক ইটের পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে যেখানে দেওয়ালের উচ্চতা দুই মিটারের বেশি হয় সেখানে এ প্রকার বন্ড ব্যবহৃত হয়। এ বন্ডে দেওয়ালের উভয় পার্শ্ব একই আকৃতিবিশিষ্ট হবে এবং নির্মাণব্যয় কম হবে। যদিও ইংলিশ বন্ডের মত এ বন্ড শক্তিশালী নয়, তথাপিও দেখতে খুবই আকর্ষণীয়। গার্ডেন ওয়াল বন্ড দুই প্রকার, যথা ঃ

(ক) ইংলিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড

(খ) ফ্লেমিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড।

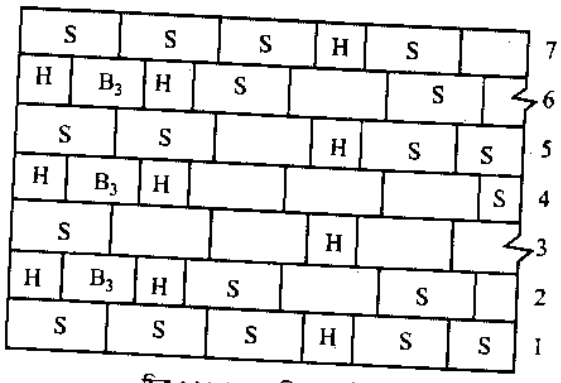
ইংলিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড ঃ এ প্রকার বন্ডে এক কোর্স হেডার স্থাপন করার পর ৩ বা ৫ কোর্স স্ট্রেচার স্থাপন করে তৈরি করতে হয়। হেডার কোর্সে কুইন হেডার (Quoin header) এর পর কুইন ক্লোজার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১২.৯ ইংলিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড

ফ্লেমিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ড ঃ এ প্রকার বন্ড প্রতি অল্টারনেট কোর্সে ৩ বা ৫ টি স্ট্রেচারের পর একটি হেডার স্থাপন করতে হয়। অন্য অল্টারনেট কোর্সে কুইন (Quoin) হেডারের পর $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট বসিয়ে পুনরায় হেডার স্থাপন করা হয়। শেষোক্ত হেডারটির কেন্দ্র এর নিম্নস্থ কোর্সের স্ট্রেচারের মধ্য বরাবর হবে। এ প্রকার বন্ডকে স্কচ বা স্যাসেক্স (Scotch or Sussex) বন্ডও বলে।

ফেসিং বন্ড (Facing bond) ঃ যখন বিভিন্ন মাপের ইট বাহিরের দিকে ও ভিতরের দিকে (Facing and backing) লাগান হয় তখন ফেসিং বন্ড ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে কয়েক কোর্স স্ট্রেচার স্থাপনের পর একটি হেডার কোর্স স্থাপন করা হয়। পর পর দুই হেডার কোর্সের মধ্যবর্তী দূরত্ব হবে, ফেসিং এবং ব্যাকিং ইটের ল. সা. গু. (Least common multiple) এর সমান। যেমন– মনে করি, জয়েন্টের মসলাসহ ফেসিং ইটের পুরুত্ব ১০ সেমি এবং ব্যাকিং ইটের পুরুত্ব ৯ সেমি। তাহলে দুই হেডার কোর্সের মধ্যবর্তী দূরত্ব হবে ৯০ সেমি, যা ১০ এবং ৯ এর ল. সা.গু। যেহেতু ফেসিং এবং ব্যাকিং-এর জয়েন্ট সংখ্যার পার্থক্য রয়েছে, তাই লোড বন্টন অসম হবে এবং অসম বসনের সম্ভাবনা থাকবে।

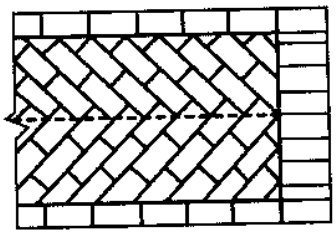


চিত্র ঃ ১২.১০ ফেসিং গার্ডেন ওয়াল বন্ড

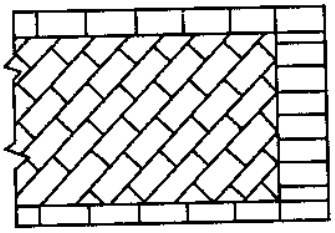
রেকিং বন্ড (Raking bond) ঃ পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ জাতীয় বন্ড ব্যবহার করা হয়। পুরু বা মোটা দেওয়ালের দুই ধারে ইটগুলো হয় স্ট্রেচার হিসাবে, না হয় হেডার হিসাবে সাজান হয়। কিন্তু মাঝের ইটগুলো স্ট্রেচার অথবা হেডার হিসাবে থাকে। ফলে মাঝের ইটের বন্ধন খুব জোরদার হয় না। অর্থাৎ লম্বিক দৃঢ়তা কম। কারণ ফেসিং এবং ব্যাকিং-এর মধ্যে স্ট্রেচারের তুলনায় হেডার বেশি ব্যবহার করা হয়। এ ত্রুটি দূরীকরণের জন্য ছয় বা আট কোর্স ইট গাঁথার পর একটি রেকিং বন্ড ব্যবহার করা হয়। এ বন্ডে মাঝের ইটগুলো কোনাকুনিভাবে স্থাপন করা হয়। ফলে উপরের এবং নিচের কোর্সগুলোর যে বন্ধন তা একই সরলরেখায় থাকে না। সেজন্য সমস্ত দেওয়ালের বন্ধন জোরদার হয়। রেকিং বন্ড দুই প্রকার, যথা ঃ

(ক) হেরিং বোন বন্ড (খ) ডায়াগোনাল বন্ড।

হেরিং বোন বন্ড (Herring bone bond) ঃ চার ইটের অধিক পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ ধরনের বন্ড খুবই উপযোগী। দেওয়ালের কেন্দ্ররেখা হতে উভয় দিকে ৪৫° কোণে ইট সাজান হয়, যাতে দুই ভাগের ইটের মধ্যে ৪৫° কোণ সৃষ্টি হয়। রাস্তার কাজে হেরিং বন্ডযুক্ত বুনিয়াদ বিশেষ প্রয়োজন। বর্তমানে মেঝেতেও এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়।



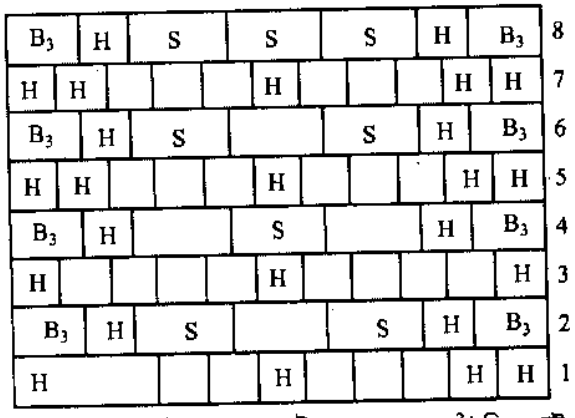
চিত্র ঃ ১২.১১ হেরিং বোন বন্ড



চিত্র ঃ ১২.১২ ডায়াগোনাল বন্ড

ডায়াগোনাল বন্ড (Diagonal bond) ঃ দুই হতে চার ইটের পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ ধরনের বন্ড খুবই উপযোগী। ইটগুলো কোনাকুনিভাবে সাজান হয়, যেন একই দিকে ৪৫° কোণ উৎপন্ন করে। প্রতি পাঁচ অথবা সাত কোর্স ইট গাঁথার পর এক কোর্সে এ ধরনের বন্ড ব্যবহার করা হয়। ফেসিং এবং ব্যাকিং-এ ইট বসানোর পর অভ্যন্তরীণ ইটগুলো নির্দিষ্ট দিকে একই কোণে বসান হয়। প্রান্তের ছোট ত্রিভুজাকার স্থানগুলো ইটকে কেটে ত্রিভুজাকার অথবা প্রয়োজনীয় আকার করে স্থাপন করা হয়। সাধারণত রাস্তার নিচে এ প্রকার বন্ডে ইট সাজানো হয়।

ডাচ বন্ড (Dutch bond) ঃ এ প্রকার বন্ড ইংলিশ বন্ডের রূপান্তর মাত্র। এটা দেওয়ালের কর্নারকে শক্তিশালী করে। এ বন্ডের বৈশিষ্ট্য হল ঃ



H n= হেডর S = স্ট্রেচার $B_3 = \frac{3}{4}$ ব্রিক ব্যাট

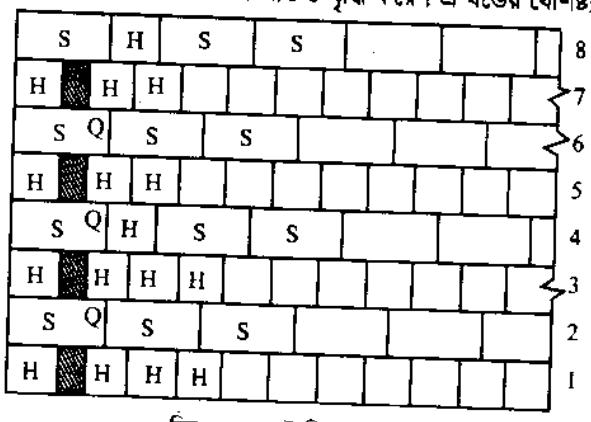
চিত্র ঃ ১২.১৩ ডাচ বন্ড

১। ইংলিশ বন্ডের মত অল্টারনেট কোর্সে হেডার অথবা স্ট্রেচার হবে।

২। স্ট্রেচার কোর্সে কুইন (quoin) হিসাবে $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট ব্যবহার করতে হয়। অর্থাৎ $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট দিয়া আরম্ভ করতে হয়।

৩। প্রতি অল্টারনেট স্ট্রেচার কোর্সে $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট এর পরে একটি হেডার ইট বসাতে হয়।

ইংলিশ ক্রস বন্ড (English cross bond) ঃ এটা এক প্রকার ইংলিশ বন্ড। দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করার জন্য এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়। সৌন্দর্য বৃদ্ধির সাথে সাথে দেওয়ালের শক্তিও বৃদ্ধি করে। এ বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো হল ঃ



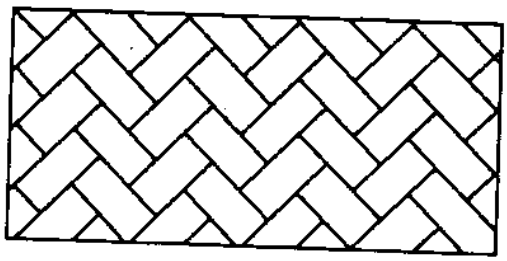
চিত্র ঃ ১২.১৪ ইংলিশ ক্রস বন্ড

১। ইংলিশ বন্ডের মত অল্টারনেট কোর্স স্ট্রেচার এবং হেডার হবে।

২। কুইন হেডার (Quoin header)-এর কুইন ক্লোজার স্থাপন করতে হয়।

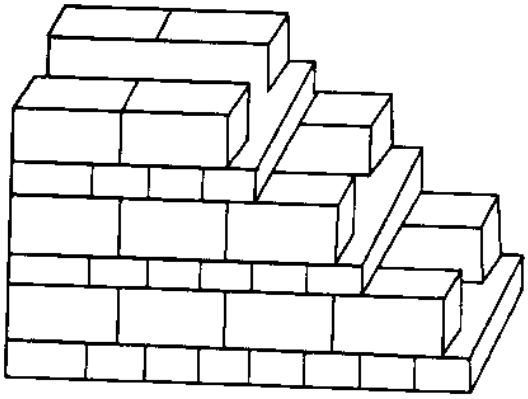
৩। প্রতি অল্টারনেট স্ট্রেচার কোর্সে কুইন স্ট্রেচার এর পরে হেডার বসাতে হয়।

জিগ-জাগ বন্ড (Zig-Zag Bond) ঃ এ ধরনের বন্ড অনেকটা হেরিং বোন বন্ডের মত। মাদুর বুননীর মত বন্ধন মনে হয়। সাধারণত রাস্তার কাজে এবং মেঝেতে এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১২.১৫ জিগ-জাগ বন্ড

ব্রিক-অন-এজ বন্ড বা সিলভার লক বন্ড (Brick-on-edge Bond or Silver lock's Bond) ঃ এ পদ্ধতিতে ইটকে প্রান্তের উপর স্থাপন করতে হয়। এ প্রকার বন্ড দুর্বল কিন্তু খরচ কম হয়। এটা গার্ডেন ওয়াল, কম্পাউন্ড ওয়াল বা পার্টিশন ওয়ালে ব্যবহৃত হয়। অল্টারনেট কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার এমনভাবে স্থাপন করা হয় যে, হেডার কোর্সের উপর স্ট্রেচার কোর্সের ইটগুলোর প্রান্ত স্থাপন করা থাকে। ফলে অবিরাম ফোকর (Cavity) থাকে।



চিত্র ঃ ১২.১৬ ব্রিক-অন-এজ বন্ড

১২.৬ ইংলিশ বন্ড এবং ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা ঃ

১। $১\frac{১}{২}$ ইট বা ততোধিক চওড়া দেওয়ালের ক্ষেত্রে ফ্লেমিশ বন্ডের চেয়ে ইংলিশ বন্ড অধিকতর শক্ত ও মজবুত।

২। ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের ফেসিং-এর দৃশ্য ইংলিশ বন্ডের চেয়ে সর্বদা আকর্ষণীয় হয়।

৩। ভাঙ্গা ইটের টুকরা ব্যবহার করা হয় বলে ফ্লেমিশ বন্ডে বেশি মসলার প্রয়োজন হয়।

৪। ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড নির্মাণের জন্য দক্ষ কারিগর ও সুষ্ঠু তদারকি দরকার। কারণ অল্টারনেট কোর্সের খাড়া জোড়াগুলো একই লাইনে দেওয়ার জন্য সচেষ্ট হতে হবে।

৫। এক ইটের চওড়া দেওয়ালের ক্ষেত্রে ফ্লেমিশ বন্ডের জোড়া ইংলিশ বন্ডের চেয়ে বেশি মজবুত।

ইংলিশ বন্ড এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা ঃ

১। $১\frac{১}{২}$ ইট বা ততোধিক চওড়া দেওয়ালের ক্ষেত্রে ইংলিশ বন্ড, ফ্লেমিশ বন্ডের চেয়ে অধিকতর মজবুত।

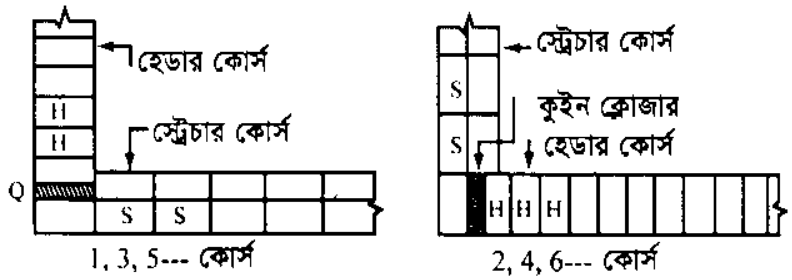
২। ইংলিশ বন্ডের চেয়ে ফ্লেমিশ বন্ডের ফেসিং সর্বদা আকর্ষণীয় হবে।

৩। ইংলিশ বন্ডের চেয়ে ফ্লেমিশ বন্ড আর্থিক সাশ্রয়কারী। কেননা ব্যাটস ব্যবহার করা যায়। কিন্তু ব্যাটস ব্যবহারের ফলে অতিরিক্ত জোড়া দিতে হয়, তাই বেশি মসলার প্রয়োজন।

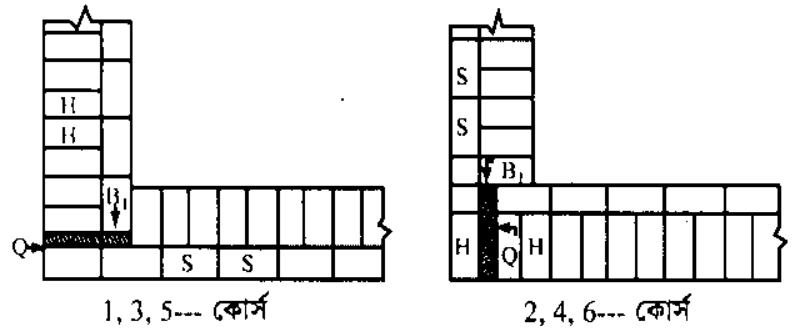
৪। ফ্লেমিশ বন্ড নির্মাণে দক্ষ কারিগর এবং সুষ্ঠু তদারকির প্রয়োজন। তাছাড়া অল্টারনেট কোর্সের খাড়া জয়েন্টগুলো একই লাইনে আনার জন্য বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়।

১২.৭ কর্নার দেওয়ালের বন্ড (Bond in corner wall) ঃ

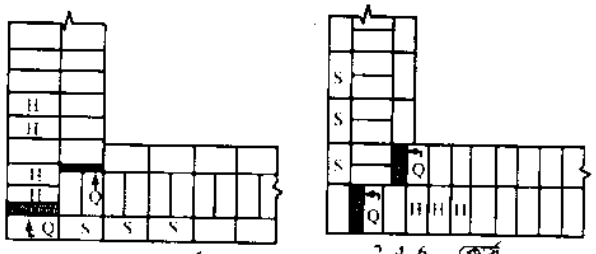
(ক) ইংলিশ বন্ড ঃ



(a) Plan for 1 Brick Thick Wall

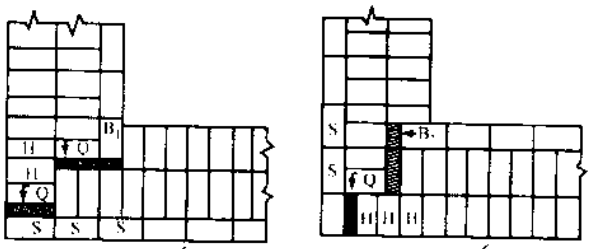


(b) Plan For $1\frac{1}{2}$ Brick Thick Wall



1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(c) Plan For 2 Brick Thick Wall



1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

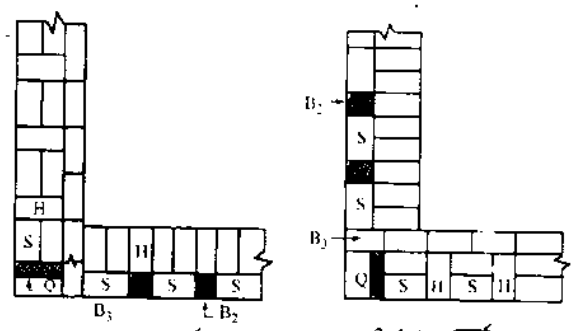
(d) Plan For $2\frac{1}{2}$ Brick Thick Wall

H = Header Facing; S = Streteeer Facin g;

Q = Queens Closer; B = Quarter Queens Closer;

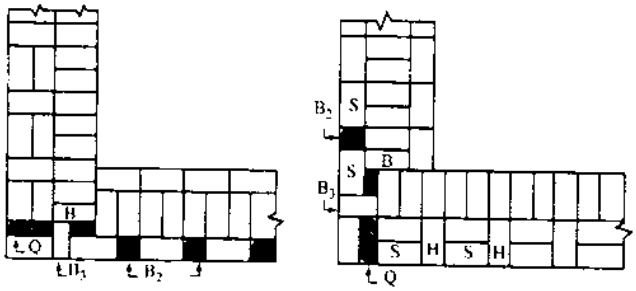
চিত্র ঃ ১২.১৭ কর্নার দেওয়াল

(খ) ফ্লেমিশ বন্ড ঃ



1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(a) Plan For $1\frac{1}{2}$ Brick Thick Wall



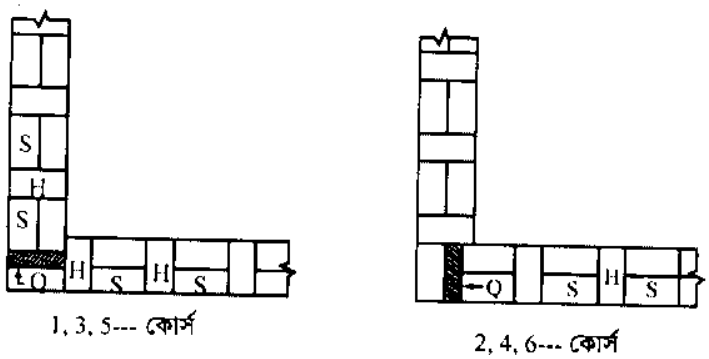
1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(a) Plan For $1\frac{1}{2}$ Brick Thick Wall

S = Stretcher; H = Header; Q = Queen Closer

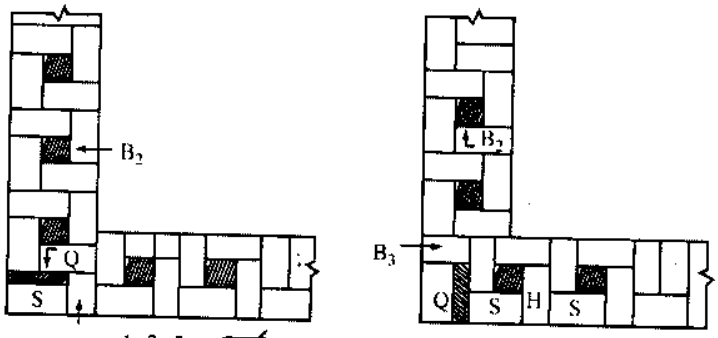
B2 = Half bat; B3 = Brick; B = Quarter bat

চিত্র ঃ ১২.১৮ কর্নার দেওয়াল



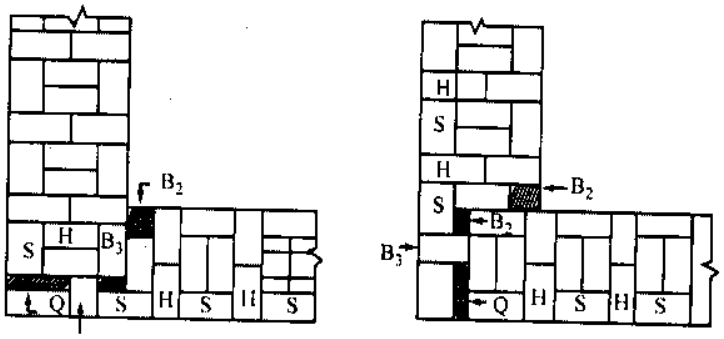
1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(a) Plan For 12 Brick Thick Wall



1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(b) Plan For 1 1/2 Brick Thick Wall



1, 3, 5--- কোর্স 2, 4, 6--- কোর্স

(c) Plan For 2 Brick Thick Wall

S = Stretcher; H = Header; Q = Queen Closer;
B2 = Half brick bat; B3 = Brick; B = Quarter bat

চিত্র ঃ ১২.১৯ কর্নার দেওয়াল

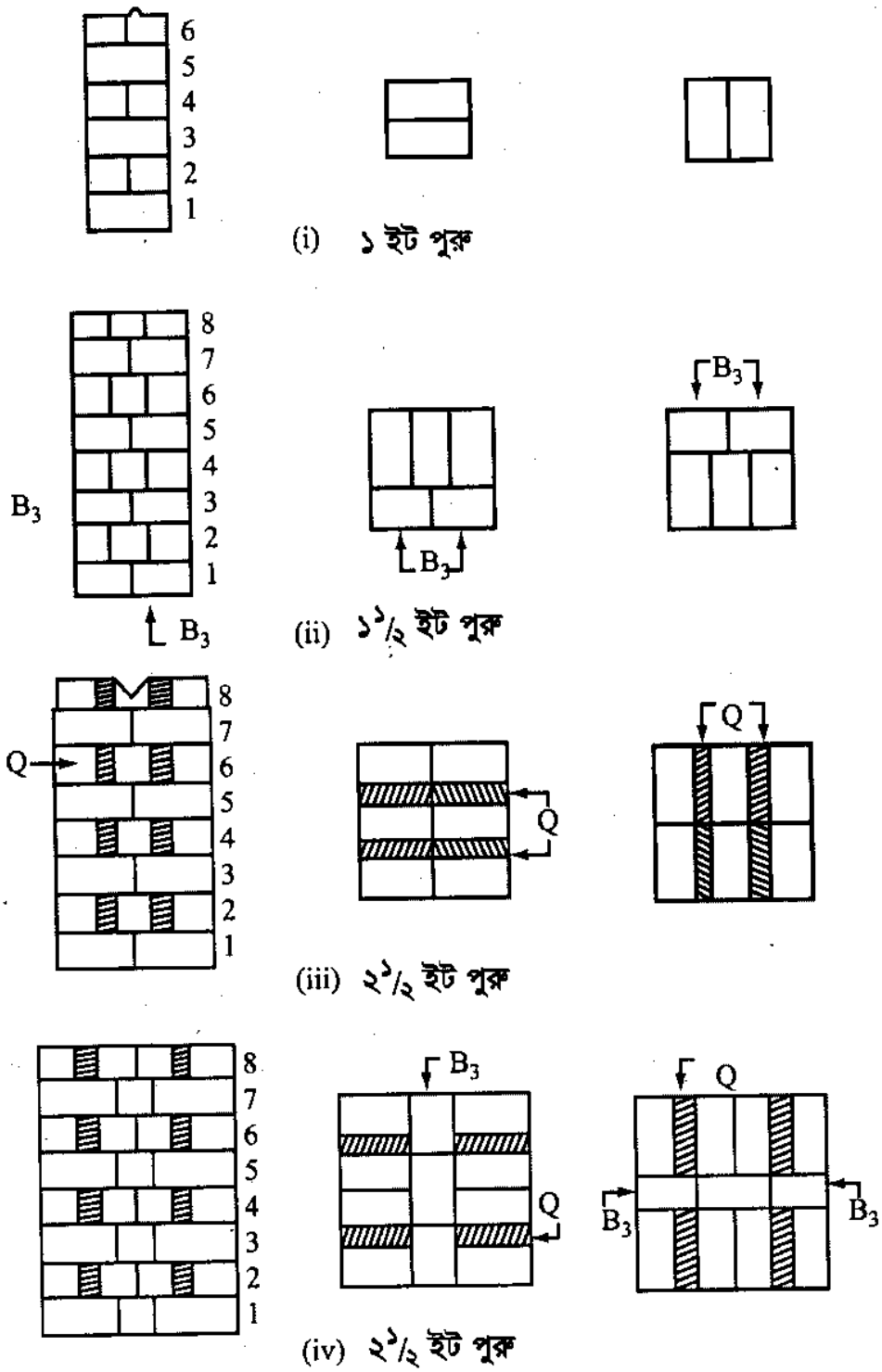
ইটের পায়ার-এর বন্ড (Bond in brick piers) ঃ ইটের দেওয়ালের শক্তি বাড়ানোর জন্য এবং দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করার জন্য পায়ার নির্মাণ করা হয়। পায়ার দেওয়াল থেকে কিছুটা বেরিয়ে থাকে এবং কলাম (খুঁটি)-এর মত কাজ করে। এটা বীম, ট্রাস বা অন্যান্য কাঠামোর সাপোর্ট (Support) হিসাবে ব্যবহারের জন্য তৈরি করা হয়। পায়ারকে কলাম বা পিলারও বলা হয়। অবস্থানের উপর ভিত্তি করে (Depending upon their location) পায়ারকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যথাঃ

(ক) আইসোলেটেড পায়ার (Isolated piers)

(খ) সংযুক্ত পায়ার (Attached piers)।

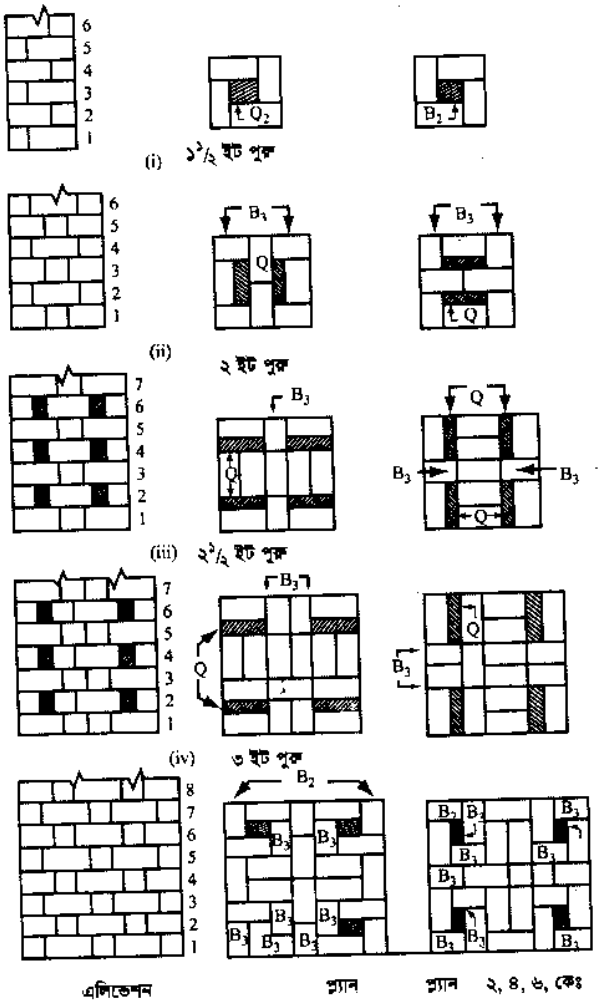
(ক) আইসোলেটেড পায়ার ঃ এটা ইংলিশ এবং ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের হয়ে থাকে। নিম্নে ইংলিশ এবং ফ্লেমিশ বন্ডের বিভিন্ন আকারের পায়ারের চিত্র দেওয়া হল ঃ

১। ইংলিশ বন্ডের পায়ার (Piers in English bond) ঃ



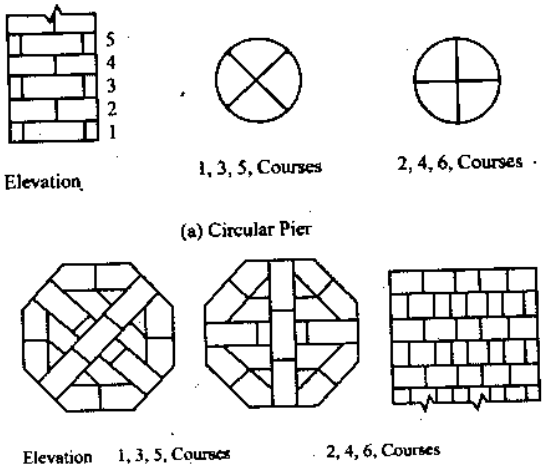
চিত্র ঃ ১২.২০ ইংলিশ বন্ডের পায়ার

২। ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের পায়ার (Piers in double flemish bond) ঃ



চিত্র ঃ ১২.২১ ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের পায়ার

৩। গোলাকার এবং অষ্টভুজাকার পায়ার (Circular and octagonal piers) ঃ



চিত্র ঃ ১২.২২ পায়ার

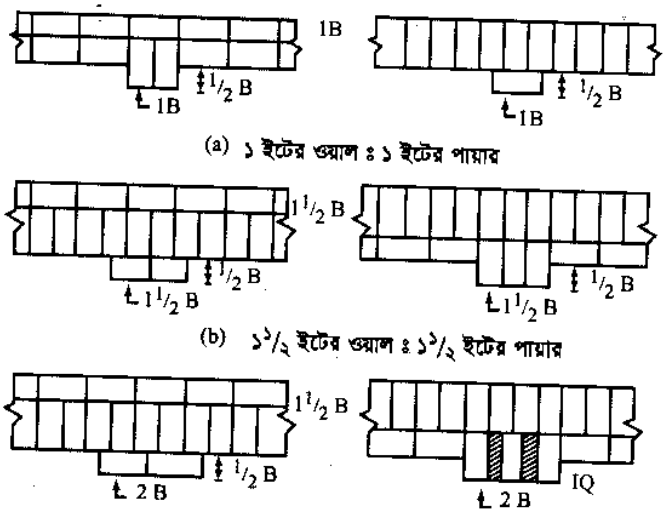
(খ) সংযুক্ত পায়ার (Attached piers) ঃ দু'টি উদ্দেশ্যে দেওয়ালে সংযুক্ত পায়ার নির্মাণ করা হয়–

১। ভারী গার্ডার, ছাদ ইত্যাদির জন্য বৃহত্তর ভারবহনের ক্ষেত্রফল প্রদান করে।

২। দেওয়ালের দৃঢ়তা (Stiffness) প্রদান করে।

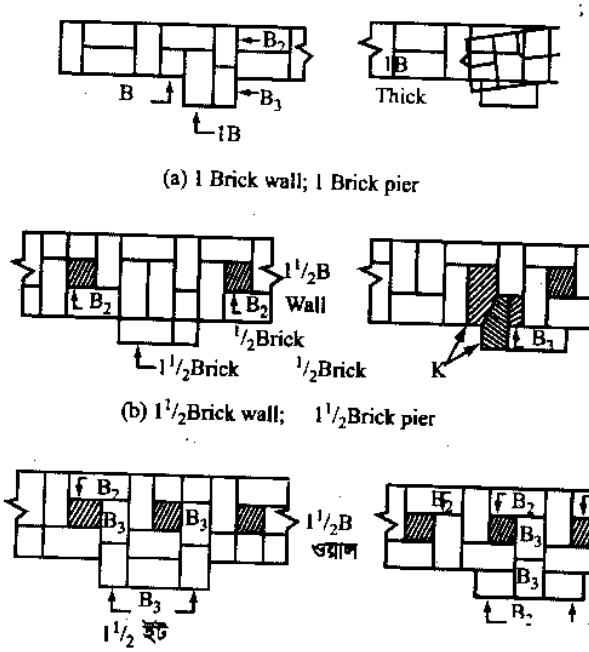
নিম্নে সংযুক্ত পায়ারের চিত্র প্রদান করা হল ঃ

(i) **ইংলিশ বন্ড ঃ**



চিত্র ঃ ১২.২৩ ইংলিশ বন্ডের সংযুক্ত পায়ার

(ii) **ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড ঃ**



K = King closer; B2 1/2brick bat;
B1 = 1/4 Brick bat; B3 3/4 Brick bat

চিত্র ঃ ১২.২৪ ফ্লেমিশ বন্ডের সংযুক্ত পায়ার

অনুশীলনী-১২

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বন্ড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ ইটকে একের পর এক সাজিয়ে শৃঙ্খলাবদ্ধ করে একক অবিচ্ছিন্ন দেওয়ালে পরিণত করার পদ্ধতিকে বন্ড বলে। অন্য কথায়, একটি ইটের সঙ্গে অপর একটি ইটের জোড়াই করার পদ্ধতিকে বন্ড বলে। গাঁথুনির সময় পরপর দুই কোর্সের খাড়া জোড়গুলো পরিহার করা হয়।

২। **গাঁথুনির কাজে বন্ডের প্রয়োজনীয়তাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০২, ০৯, ১০, ১১]

অথবা, উত্তম বন্ডের প্রয়োজনীয়তাগুলো লিখ।

অথবা, বন্ডের কাজ কী?

উত্তর ঃ গাঁথুনির কাজে বন্ডের প্রয়োজনীয়তা বা উত্তম বন্ডের প্রয়োজনীয়তাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। দেওয়াল বা কাঠামোর শক্তি এবং স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করার জন্য।

২। খাড়া জোড়া পরিহার করার জন্য।

৩। দেওয়ালের উপর আপতিত লোডকে সুষমভাবে বণ্টন করার জন্য।

৪। শিয়ার প্রতিরোধের জন্য।

৫। সৌন্দর্য বৃদ্ধি এবং নির্মাণকাজ দ্রুত করার জন্য।

৬। ইটের মধ্যে পারস্পরিক ইন্টারলকিং সৃষ্টি করার জন্য।

৩। **কী কারণে ইটকে পানিতে ভিজানো হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত কারণে ইটকে পানিতে ভিজানো হয়–

১। ইটের গায়ে সহজে সমানভাবে মসলা লাগানো যায়।

২। শুকনো ইট মসলা থেকে পানি শোষণ করে। ফলে সিমেন্টের রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পন্ন হতে পারে না, যে কারণে ইটের গাঁথুনি দুর্বল বা ব্যর্থ হতে পারে।

৩। চুল্লির ময়লা আবর্জনা বা লবণজাতীয় পদার্থ ইটের গায়ে থাকলে তা পরিষ্কার হয়ে যায়। ফলে উত্তম জোড়া ও বন্ড উৎপন্ন হয়।

৪। **ইংলিশ বন্ড বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ যে বন্ডে অল্টারনেট কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার দ্বারা গঠিত তাকে ইংলিশ বন্ড বলে। অর্থাৎ এতে একস্তর স্ট্রেচার-এর উপর অপর স্তর হেডার গাঁথুনি হবে এবং কোন স্তরে হেডার ও স্ট্রেচার পাশাপাশি বসবে না। অল্টারনেট কোর্সে হেডার বা স্ট্রেচারের খাড়া জোড়া একই লাইনে হবে। পরপর দুই স্তরের খাড়া জোড়গুলো একই রেখায় যাতে না পড়ে সেজন্য হেডার কোর্সের প্রথম হেডারের পর একটি কুইন ক্লোজার বসাতে হয়। তাছাড়া চওড়া দেওয়ালের মাঝখানে কখনও স্ট্রেচার বসবে না। প্রায় সব ধরনের নির্মাণকাজে এ জাতীয় বন্ড ব্যবহার করা হয়।

৫। **ফ্লেমিশ বন্ড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০০৮]

উত্তর ঃ যে বন্ডে এ কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার পাশাপাশি বসলে তাকে ফ্লেমিশ বন্ড বলে। এ বন্ডে প্রতিটি কোর্সের হেডার ইটের কেন্দ্রে থাকবে। একটি হেডারের দুই পার্শ্বে একটি করে স্ট্রেচার ইট থাকবে। এতে অধিকসংখ্যক ব্যাট ব্যবহার করা হয় বলে খরচ কম হয়। এ বেন্ডে গাঁথুনির ভেতর ও বাইর একই রকম দেখায়।

৬। **স্ট্রেচার এবং হেডার বন্ডের মৌলিক পার্থক্য কী?** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ **স্ট্রেচার বন্ড ঃ** এ প্রকার বন্ডে প্রতি কোর্সে সমস্ত ইটকেই দেওয়ালের লম্বালম্বিভাবে অর্থাৎ স্ট্রেচার হিসাবে স্থাপন করা হয়। অর্ধ ইটের পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ বন্ড ব্যবহার করা হয়।

হেডার বন্ড ঃ এ প্রকার বন্ডে প্রতি কোর্সে ইটকে হেডার হিসাবে স্থাপন করা হয়। এক ইটের পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়াল নির্মাণ করার জন্য হেডার বন্ড ব্যবহার করা হয়।

৭। **গার্ডেন ওয়াল বন্ড বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ গার্ডেন ওয়াল, বাউন্ডারি ওয়াল, কম্পাউন্ড ওয়াল নির্মাণের জন্য যে বন্ড ব্যবহার করা হয় তাকে গার্ডেন ওয়াল বন্ড বলে। এক ইটের পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ জাতীয় বন্ড ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে দেওয়ালের উভয় পার্শ্ব একই আকৃতিবিশিষ্ট হয় এবং নির্মাণব্যয় কমে যায়।

৮। **হেরিং বোন বন্ড বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ চার ইটের অধিক পুরু দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ ধরনের বন্ড খুবই উপযোগী। দেওয়ালের কেন্দ্ররেখা হতে উভয় দিকে ৪৫° কোণে ইট সাজান হয়, যাতে দুই ভাগের ইটের মধ্যে ৪৫° কোণ সৃষ্টি হয়। রাস্তার হেরিং বোন বন্ডযুক্ত বুনিয়াদ বিশেষ প্রয়োজন। বর্তমানের মেঝেতেও এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়।

৯। **ডাচ বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ডাচ বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। ইংলিশ বন্ডের মত অল্টারনেট কোর্সে হেডার এবং স্ট্রেচার হবে।

২। স্ট্রেচার কোর্সের শুরুতে কুইন (Quoin) হিসাবে $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট ব্যবহার করতে হয়।

৩। প্রতি অল্টারনেট স্ট্রেচার কোর্সে $\frac{৩}{৪}$ ব্যাট এর পরে একটি হেডার ইট বসাতে হবে।

১০। **কী উদ্দেশ্যে সংযুক্ত পায়ার (Pier) প্রদান করা হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে সংযুক্ত পায়ার নির্মাণ করা হয়–

১। ভারী গার্ডার, ছাদ ইত্যাদির জন্য বৃহত্তর ভারবহনের ক্ষেত্রফল প্রদান করে।

২। দেওয়ালের দৃঢ়তা প্রদানের জন্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বন্ডিং-এর নিয়মগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১২.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **বিভিন্ন প্রকার বন্ডের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০]

অথবা, বিভিন্ন প্রকার ১০টি বন্ডের নাম লিখ।

উত্তর ঃ ১২.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **ইংলিশ বন্ডের সাধারণ নিয়মগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ফ্লেমিশ বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **ইংলিশ এবং ডাবল ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা কর।**

উত্তর ঃ ১২.৭ ও ১২.৮ নং চিত্র দ্রষ্টব্য।

৬। **স্ট্রেচার এবং হেডার বন্ডের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ ১২.৮ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **রাস্তার কাজে কোন ধরনের বন্ড ব্যবহার করা হয়, তার পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর ঃ ১২.১১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। **ইংলিশ এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১০, ১১, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ ১২.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **কোথায় কী ধরনের বন্ড ব্যবহার করা হয় বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ ও ১২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **ইংলিশ বন্ডে $১\frac{১}{২}$ ইটের এবং ২ ইটের দুই স্তর কর্নার দেওয়ালের চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৭ নং অনুচ্ছেদের (ক) এর চিত্র b ও c দ্রষ্টব্য।

৩। **ফ্লেমিশ বন্ডে $১\frac{১}{২}$ ইটের এবং ২ ইটের দুই স্তর কর্নার দেওয়ালের চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৭ নং অনুচ্ছেদের (খ) এর চিত্র ১২.১৮ দ্রষ্টব্য।

৪। **ইংলিশ এবং ফ্লেমিশ বন্ডে $২\frac{১}{২}$ ইটের দুই স্তর পায়ারের চিত্র অঙ্কন কর।**

উত্তর সংকেত ঃ চিত্র ১২.২০ এর (iv) ও চিত্র ১২.২১ এর (iii) অংশ দ্রষ্টব্য।

৫। **ইটের গাঁথুনির সঠিক পদ্ধতিগুলো আলোচনা কর।** [বাকাশিবো-২০০২

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **সকল প্রকার বন্ড এর নাম উল্লেখপূর্বক যে-কোন পাঁচটি বন্ডের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৪ ও ১২.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। ফ্লেমিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ডের চিত্র অঙ্কন করে দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০

উত্তর সংকেত ঃ ১২.৫ অনুচ্ছেদের চিত্র ১২.১০ দ্রষ্টব্য।

কম্পোজিট ম্যাসনরি
(Composite masonry)

অধ্যায় ১৩

১৩.১ কম্পোজিট ম্যাসনরি ঃ

বিভিন্ন ধরনের নির্মাণসামগ্রী এবং বিভিন্ন শ্রেণির গাঁথুনির সমন্বয়ে নির্মিত গাঁথুনিকে কম্পোজিট ম্যাসনরি বলে। এক্ষেত্রে দেওয়ালের ফেসিং-এ এবং ব্যাকিং-এ ভিন্ন ভিন্ন নির্মাণসামগ্রী ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ফেসিং উৎকৃষ্ট মানের মালামাল অথবা উত্তম শ্রেণির গাঁথুনি আর ব্যাকিং-এ নিম্নমানের মালামাল অথবা গাঁথুনি ব্যবহার করা হয়। এ কারণে নির্মাণব্যয় অনেক কম হয়। সুতরাং স্বল্পব্যয়ে দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করার জন্য দুই বা ততোধিক নির্মাণসামগ্রীর সমন্বয়ে যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয়, তাকে কম্পোজিট ম্যাসনরি বলে।

নিম্নোক্ত দু'টি উদ্দেশ্যে কম্পোজিট ম্যাসনরি ব্যবহার করা হয়। যথা ঃ

১। দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করার জন্য।

২। সহজলভ্য মালামাল ব্যবহার করে সর্বোচ্চ আর্থিক সাশ্রয়ের জন্য।

এ পদ্ধতিতে উত্তম গুণাবলির নির্মাণসামগ্রী দেওয়ালের ফেসিং-এ ব্যবহার করা হয়। তাই আবহাওয়ার প্রভাব দেওয়ালকে বেশি ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে না। ফলে কাঠামো দীর্ঘস্থায়ী হয়। কম্পোজিট ম্যাসনরি কাঠামোকে অধিকতর সৌন্দর্য প্রদান করে। সাধারণত পাথর, ইট, কংক্রিট এবং টাইল কম্পোজিট ম্যাসনরিতে ব্যবহার করা হয়।

কম্পোজিট ম্যাসনরি নির্মাণকাজ চলাকালে সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত। কারণ ত্রুটিপূর্ণ নির্মাণকাজে অসম বসনের সম্ভাবনা থাকে এবং ফেসিং ও ব্যাকিং ওয়াল পৃথক হয়ে যেতে পারে। তাই নির্মাণকাজ চলাকালে নিম্নলিখিত সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত–

১। ফেসিং এবং ব্যাকিং অংশ যুগপৎভাবে (Simultaneously) নির্মাণ করতে হবে।

২। ফেসিং এবং ব্যাকিং উভয় অংশ শক্তিশালী সিমেন্ট মর্টার দ্বারা গাঁথুনি করতে হবে।

৩। পর্যাপ্ত পরিমাণ শক্ত পাথর ব্যবহার করতে হবে।

৪। মেটাল ক্লাম্প, লীড প্লাগ, ডুয়েল ইত্যাদি প্রয়োগ করতে হবে, যাতে দেওয়ালের ফেসিং-এবং ব্যাকিং এর মধ্যে সংযোগ স্থাপিত হয়।

কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। মোট খরচ কম হয়, যা কাঠামোর সৌন্দর্য বৃদ্ধিতে কোন প্রভাব ফেলে না।

২। ফেসিং-এ উৎকৃষ্ট গুণাবলির মালামাল ব্যবহার করা হয় বলে বাহিরের আবহাওয়ায় ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। ফলে ব্যাকিং-এ নিম্নমানের মালামাল ব্যবহার করা যায়।

৩। অল্প খরচে কাঠামোর সৌন্দর্য বৃদ্ধি করা যায়।

১৩.২ কম্পোজিট ম্যাসনরির প্রকারভেদ ঃ

কম্পোজিট ম্যাসনরি নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে, যথা ঃ

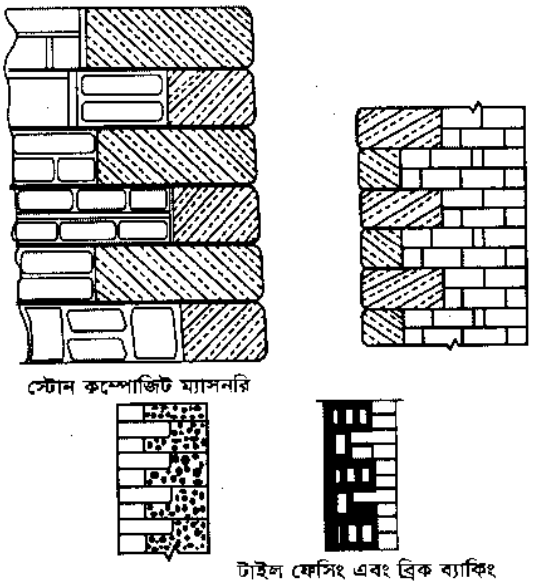
১। স্টোন কম্পোজিট ম্যাসনরি (Stone composite masonry)

২। ব্রিক স্টোন কম্পোজিট ম্যাসনরি (Brick stone composite masonry)

(ক) অ্যাশলার ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং

(খ) স্টোন স্লাব ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং

(গ) ব্রিক ফেসিং এবং রাবল ব্যাকিং



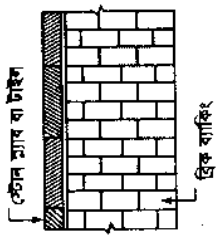
(a) Stone Composite masonry. (b) Brick backed ashlar masonry
(c) Brick Facing with concrete block backing. (d) Tile facing and brick backing

চিত্র ঃ ১৩.১ বিভিন্ন প্রকার ম্যাসনরি

৩। সিমেন্ট কংক্রিট ম্যাসনরি (Cement concrete masonry)
   (ক) ব্রিক ফেসিং এবং কংক্রিট ব্যাকিং
   (খ) স্টোন ফেসিং এবং কংক্রিট ব্যাকিং
৪। হলো ক্লে টাইল ম্যাসনরি (Hollow clay tile masonry)
   (ক) টাইল ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং
   (খ) টাইল ওয়াল
৫। কংক্রিট ব্লক ম্যাসনরি (Concrete block masonry)
৬। রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি (Reinforced brick masonry)
৭। গ্লাস ব্লক ম্যাসনরি (Glass block masonry)।

১৩.৩ স্টোন স্লাব ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং (Brick backed stone slab masonry) ঃ

ফেসিং-এ স্টোন স্লাব অথবা স্টোন টাইল এবং ব্যাকিং-এ বন্ড অনুযায়ী ইটের কোর্স ব্যবহৃত হবে। এ ধরনের নির্মাণকাজ বহুল প্রচলিত। স্টোন টাইলগুলো মার্বেল স্টোন হতে পারে। যদি স্টোন স্লাব ব্যবহার করতে হয়, তবে পাথরগুলোকে সুনিপুণভাবে কেটে বৃহদাকার প্যানেল তৈরি করতে হবে। মেটাল ক্লাসপ ব্যবহার করে দেওয়ালের ফেসিং এবং ব্যাকিংকে সংযুক্ত করা হয়। যদি ফেসিং স্ল্যাব খুব পাতলা হয় (২০-৩০ মিমি পুরু), তবে ব্যাকিং-এ প্লাস্টার অব প্যারিস প্যাড (Plaster of paris pad) ব্যবহার করা হয়, সেই সাথে ব্রাস ডাওয়েল (Dowel)-ও ব্যবহার করা যেতে পারে।



চিত্র ঃ ১৩.২ স্টোন স্ল্যাব ফেসিং এবং ব্রিক ব্যাকিং

১৩.৪ রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি (Reinforced brick masonry)ঃ

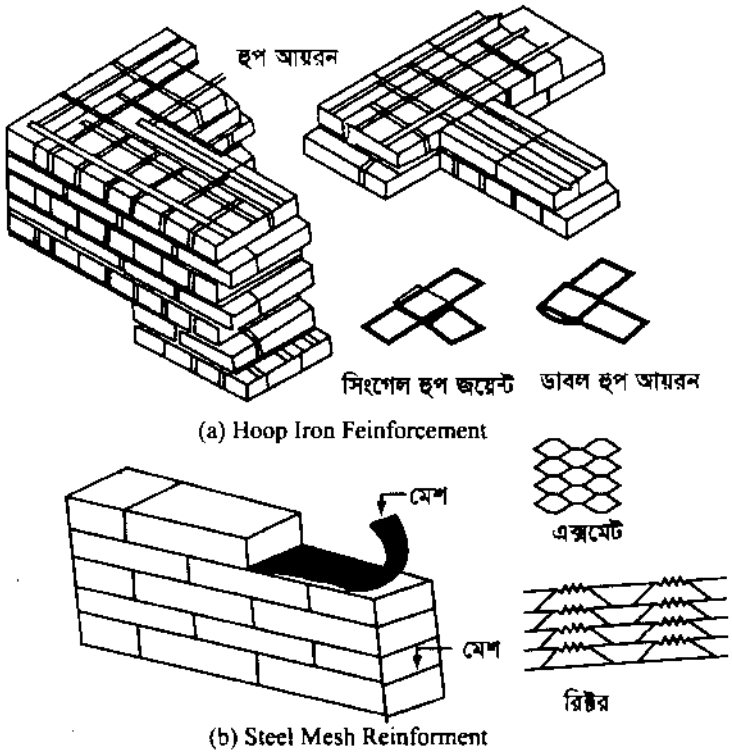
ব্রিক ম্যাসনরির শক্তি বৃদ্ধি করার জন্য মাইল্ড স্টীল ফ্লাট (Mild steel flat), হুপ আয়রন (Hoop iron), এক্সপ্যানডেড মেশ (Expanded mesh) অথবা বার দ্বারা যে ইটের গাঁথুনি করা হয় তাকে রিইনফোর্সড্ ব্রিক ম্যাসনরি বলে। নিম্নলিখিত অবস্থায় রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি ব্যবহার করা হয়–

১। যখন ইটের গাঁথুনিকে টেনসাইল এবং শিয়ার স্ট্রেস বহন করতে হয়।
২। লম্বালম্বি বন্ডের (Longitudinal bond) বৃদ্ধির প্রয়োজনে।
৩। ফাঁকা জায়গার উপরে যখন ইটের গাঁথুনি বীম বা লিন্টেল হিসাবে কাজ করে।
৪। যখন ইটের গাঁথুনি পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে, যেমন– রিটেইনিং ওয়াল।
৫। যখন ইটের দেওয়ালকে চাপাবল বহন করতে হয়।
৬। ভূ-কম্পন এলাকায় ইটের গাঁথুনি ব্যবহার করলে।
৭। যখন মাটির উপরই ইটের গাঁথুনি করা হয়, তখন বৃহৎ বসনের হাত থেকে রক্ষা করতে

সাধারণত দু'ভাবে রিইনফোর্সমেন্ট স্থাপন করতে হয়। যেমন–

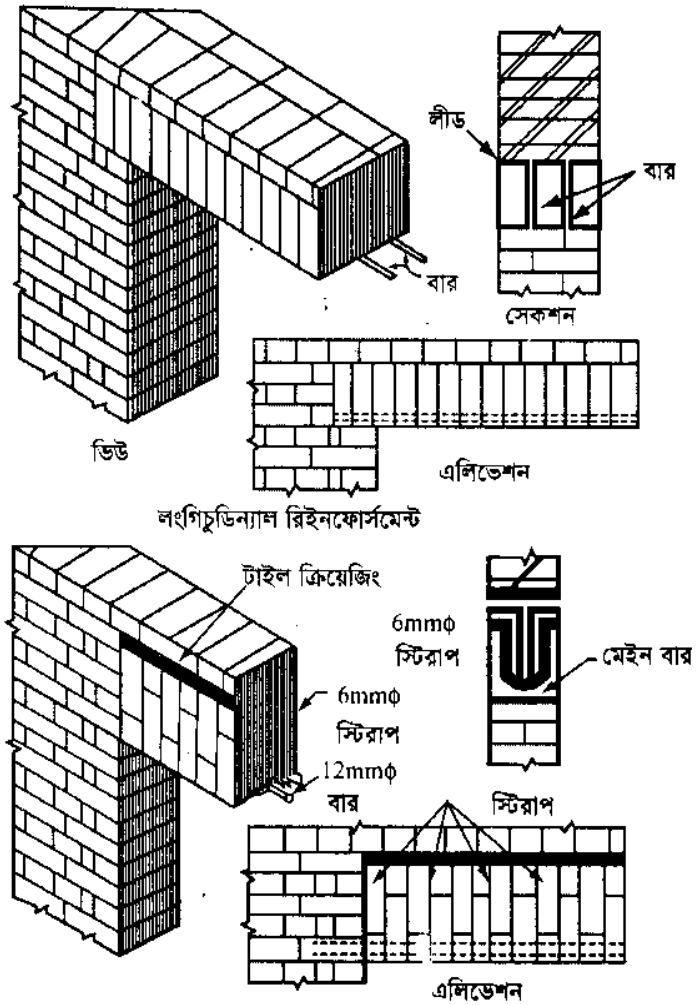
(ক) আনুভূমিকভাবে (Horizontally)
(খ) খাড়াভাবে (Vertically)।

আনুভূমিকভাবে রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করে ঃ রট আয়রন ফ্লাট বার (Wrought iron flat bar) যা হুপ আয়রন (Hoop iron) নামে পরিচিত অথবা স্টীল মেশ (Steel mesh) আনুভূমিক রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে দেওয়ালে ব্যবহার করা হয়। ইটের দেওয়ালে হুপ আয়রন স্থাপনের চিত্র দেখান হল (চিত্র ঃ ১৩.৩ a)। সাধারণত স্ট্রেচার ইটে দুই স্ট্রিপ এবং হেডার ইটে এক স্ট্রিপ হুপ আয়রন ব্যবহার করা হয়। মাইল্ড স্টীল ফ্লাটও হুপ আয়রনের পরিবর্তে ব্যবহার করা হয়। প্রতি ছয় কোর্স পর পর এটা ব্যবহার করা হয়। মাইল্ড স্টীল ফ্লাটের চওড়া ২২ থেকে ৩২ মিমি এবং পুরুত্ব ০.২৫ মিমি হতে ১.৬ মিমি। মরিচা [illegible] গরম টারের (Tar) মধ্যে ডুবানো হয় এবং আসঞ্জন (Adhesion) বৃদ্ধি করার জন্য তৎক্ষণাৎ বালি ছিটিয়ে দেয়া হয়। [illegible] আয়রন কমই ব্যবহৃত হয়। কারণ এতে খরচ বেশি পড়ে এবং পুরু জয়েন্ট না হলে এটা ব্যবহার করা যায় না।



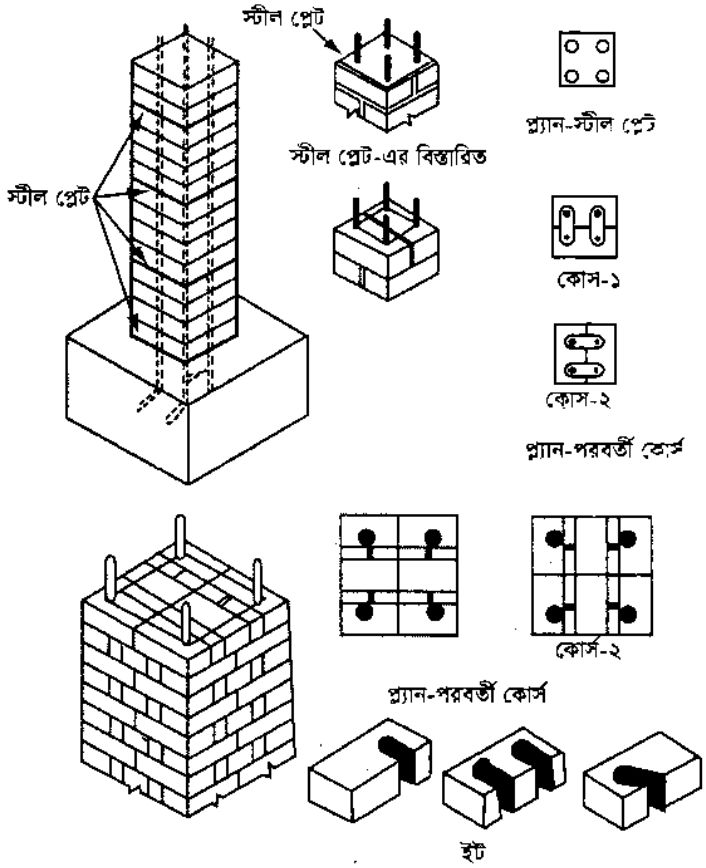
চিত্র ঃ ১৩.৩ আনুভূমিক রিইনফোর্সমেন্ট

স্টীল মেশ (Steel mesh) নামক এক ধরনের লোহার জালি, যাকে এক্সমেট (Exmet) বলা হয়, বর্তমানে ব্যাপকভাবে আনুভূমিক রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। পাতলা রোলড স্টীল প্লেটকে বিশেষভাবে কাটিং মেশিনের সাহায্যে টেনে ডায়মন্ড আকৃতির জালে পরিণত করা হয়, যা এক্সপ্যানডেড মেটাল (এক্সমেট) নামে পরিচিত। প্রতি তৃতীয় কোর্সে এক্সমেট ব্যবহার করা হয়। এটি চওড়া ৬৫ হতে ১৭৮ মিমি এবং ২৩০ হতে ৩০৫ মিমি পর্যন্ত। আর পুরুত্ব ০.৬ মিমি, ০.৮ মিমি এবং ১ মিমি। এটি ৮.৩ মিটার লম্বা কয়েল (Coil) আকারে পাওয়া যায়। ক্ষয় প্রতিরোধ করার জন্য তৈলের প্রলেপ এবং অ্যাসফাল্টাম পেইন্ট (Asphaltum paint)-এর মধ্যে ডুবানো হয়। গাঁথুনির যে কোর্সের উপর এক্সমেট স্থাপন করতে হবে, সে কোর্স বা বেডের উপর প্রথমে সিমেন্ট মর্টারকে ট্রাওয়েল দ্বারা ভালভাবে ছড়িয়ে দিতে হবে। তারপর এক্সমেট বিছিয়ে চাপ দিয়ে মর্টারের মধ্যে বসানো হয়। ব্রিকটর (Bricktor) নামে আরও এক প্রকার রিইনফোর্সমেন্টের জালি পাওয়া যায় (চিত্র ঃ ১৩.৩)। এটি কতকগুলো সোজা টেনশন তার (১.৪ মিমি) এবং বাইন্ডিং তার (১.১ মিমি) সাহায্যে জালের আকারে তৈরি করা হয়। অর্ধ ইটের পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালে এ ব্রিকটর ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১৩.৪ আর.বি. লিন্টেলের কাজ

ইটের লিন্টেলের ক্ষেত্রে আনুভূমিক রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয় (চিত্র ঃ ১৩.৪a)। সাধারণত 6 মিমি থেকে ১২ মিমি ব্যাসবিশিষ্ট মাইল্ড স্টীল বার, খাড়া জয়েন্ট বরাবর আনুভূমিকভাবে লিন্টেলের স্প্যান জুড়ে প্রদান করা হয়। যদি লিন্টেল ভারী লোড বহন করে, তাহলে বেশি শিয়ার ফোর্স সৃষ্টি হবে। তাই এ শিয়ার ফোর্সকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ৬ মিমি ব্যাসের স্টীল তার (Steel wire) স্টিরাপ হিসাবে প্রতি তৃতীয় খাড়া জয়েন্টে প্রদান করা হয় (চিত্রঃ ১৩.৪ b)। আর মেইন রিইনফোর্সমেন্ট (Longitudinal steel)-কে জ্যাম্ব এর ১৫০ মিমি অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়।

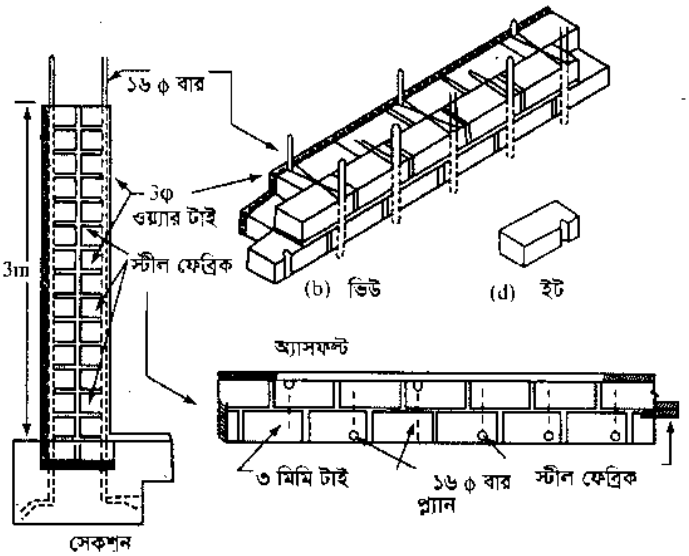


চিত্র ঃ ১৩.৫ আর.বি.পায়ার

খাড়াভাবে রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করে ঃ ইটের কলাম, দেওয়াল এবং রিটেইনিং ওয়ালে ভার্টিক্যাল রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে মাইল্ড স্টীল বার ব্যবহার করা হয়। বিশেষ ইট, যার ফেস পর্যন্ত একটি বা দু'টি ছিদ্র (চিত্র ঃ ১৩.৫e) থাকে। সে ছিদ্রের মধ্যে খাড়া রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে মাইল্ড স্টীল বার প্রবেশ করিয়ে স্টীল প্লেট বা তারের টাই (Steel plate or wire tie) দ্বারা কিছু দূরত্ব পর পর বেঁধে দেওয়া হয়। চিত্র ঃ ১৩.৫-এ রিইনফোর্স ব্রিক পায়ার দেখান হল ঃ

ইটের রিটেইনিং ওয়ালে প্রায়ই রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়। তিন মিটার পর্যন্ত আর.সি.সি. রিটেইনিং ওয়ালের চেয়ে রিইনফোর্সড ব্রিক রিটেইনিং ওয়ালে খরচ অনেক কম হয়।

ওয়ালের দুই পার্শ্বে খাড়াভাবে বার (Bar) স্থাপন করা হয় এবং স্টীল মেশের স্ট্রীপ প্রতি চতুর্থ কোর্সে প্রয়োগ করা হয়। ইটের এক পার্শ্বে খাঁজ (Groove) কাটা থাকে। খাঁজের আকার বারের ব্যাসের চেয়ে সামান্য বেশি রাখা হয়, যাতে বারকে ক্ষয়প্রাপ্তির হাত থেকে রক্ষা করতে সিমেন্ট মর্টার-এর গ্রাউট (Grout) করে দেওয়া যায়। প্রতি চতুর্থ কোর্সে ৩ মিমি ব্যাসের স্টীল দ্বারা বেঁধে দেয়া হয়। সকল প্রকার রিইনফোর্সড ইটের কাজে ১ ঃ ৩ অনুপাতের শক্তিশালী মর্টার ব্যবহার করে স্টীল রিইনফোর্সমেন্টকে দৃঢ়াবদ্ধ (Embed) করা হয়।



চিত্র ঃ ১৩.৬ রিইনফোর্সড ব্রিক রিটেইনিং ওয়াল

১৩.৫ রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরির সুবিধাসমূহ ঃ

১। শিয়ার এবং টেনশাইল স্ট্রেস প্রতিরোধে সক্ষম।

২। বেশি চাপাবল বহনে সক্ষম।

৩। ভূকম্পন এলাকায় ব্যবহারে সুবিধাজনক।

৪। ৩ মিটার পর্যন্ত আর.সি.সি. রিটেইনিং ওয়ালের চেয়ে রিইনফোর্সড ব্রিক রিটেইনিং ওয়ালে খরচ অনেক কম হয়।

৫। বসনের (Settlement) হাত থেকে রক্ষা করে।

৬। দরজা-জানালার উপর ফাঁকা জায়গায় রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি সুবিধাজনক।

রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরির অসুবিধাসমূহ ঃ

১। হুপ আয়রন ব্যবহারে খরচ বেশি পড়ে। কারণ কম পুরুত্বের জয়েন্টে এটা ব্যবহার করা অসুবিধাজনক।

২। বেশি উঁচু রিটেইনিং ওয়ালের জন্য সুবিধাজনক নয়।

৩। বেশি ফাঁকা জায়গায় এটা প্রদান করা যায় না।

৪। উচ্চ কম্প্রেসিভ স্ট্রেংথসম্পন্ন উন্নতমানের (প্রথম শ্রেণির) ইট ছাড়া এ গাঁথুনি সম্ভব নয়।

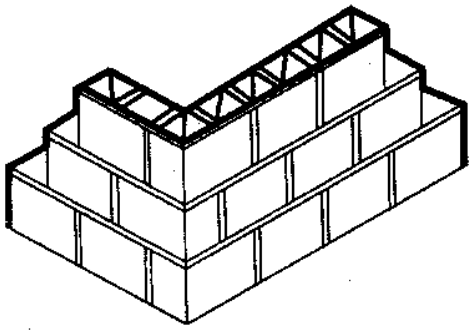
৫। খাড়া রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করতে বিশেষ ধরনের ইট ছাড়া সম্ভব নয়।

৬। শক্তিশালী মসলা (১ ঃ ৩) ব্যবহার করতে হয় বলে খরচ বেশি পড়ে।

৭। ক্ষয় প্রতিরোধক ব্যবস্থা ভাল না হলে রিইনফোর্সমেন্টে মরিচা ধরে এবং ভবিষ্যতে গাঁথুনিতে ফাটল দেখা দিতে পারে।

১৩.৬ হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি (Hollow clay block masonry) ঃ

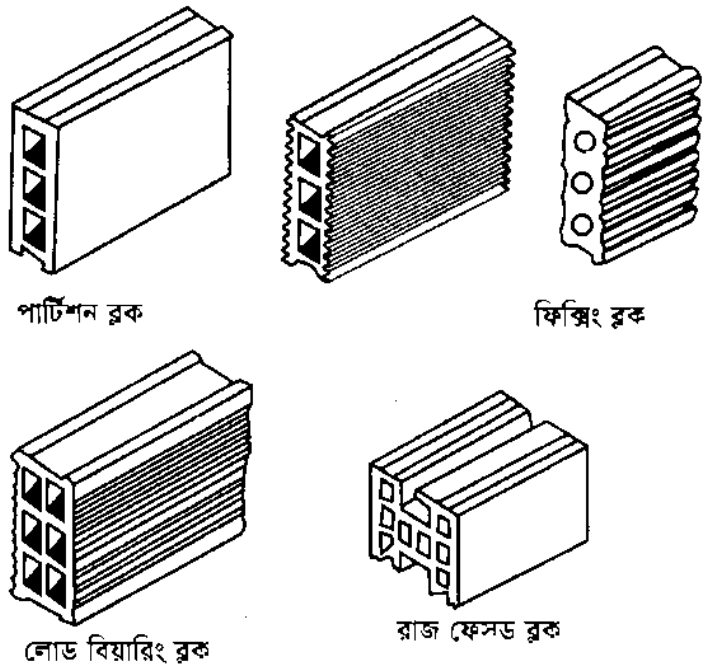
নির্বাচিত মাটি দ্বারা বিভিন্ন আকারের ফাঁপা ক্লে ব্লক বা টালি তৈরি করা হয় এবং ব্লকগুলো উত্তমরূপে শুকানোর পর পোড়ান হয় ভিত্তি, দেওয়াল, পার্টিশন, মেঝে এবং কাঠামো নির্মাণের জন্য ক্লে ব্লক বা টালি ব্যবহার করা হয়। যদিও ব্লকগুলো পাতলা তথাপি এটা শক্তিশালী এবং হালকা। এটা অগ্নিরোধী, উইপোকা (Termite) রোধী, আর্দ্রতা এবং রাসায়নিক দ্রব্যে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না ব্লকগুলো ফাঁপা থাকার ফলে এটা থার্মাল ও সাউন্ড ইনসুলেটর হিসাবে কাজ করে (চিত্রঃ ১৩.৭)।



চিত্র ঃ ১৩.৭ হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি

বিভিন্ন আকার-আকৃতির এবং বিভিন্ন গ্রেড (যেমন– লোড বিয়ারিং (L.B) এবং এক্সট্রা লোড বিয়ারিং (L. B. X.) এর ফাঁপা ব্লক নির্মাণ করা হয়। ফাঁপা ব্লকের শেল বা খোলসের পুরুত্ব ২ সেমি এবং ওয়েবের পুরুত্ব ১ সেমি এর কম হবে না। ব্লক বা টালি এক বা একাধিক পার্শ্বে খাঁজ (Groove)-কাটা থাকে। খাঁজের ক্ষেত্রফল খাঁজপার্শ্বের ক্ষেত্রফলের ৫০% এর বেশি হবে না। যেখা প্লাস্টারিং করা হবে সেখানেই খাঁজকাটা টালি ব্যবহার করতে হবে। অন্যথায় মসৃণ টালি ব্যবহার করতে হবে। লোড বিয়ারিং প্রধ দেওয়াল এবং পার্টিশন ওয়াল নির্মাণে ১ ঃ ১ ঃ ৬ (সিমেন্ট ঃ চুন ঃ বালি) এবং নন-লোড বিয়ারিং প্রধান দেওয়াল ও পার্টিশন ওয় নির্মাণে ১ ঃ ২ ঃ ৯ অনুপাতের মসলা ব্যবহার করা হয়।

ব্লক ব্যবহারের পূর্বে পানিতে ভিজিয়ে নিতে হবে। প্রথমে দেওয়ালের প্রান্তে কর্নার ব্লক বসিয়ে কাজ শুরু করতে হবে দেওয়ালের শেষের দিকে প্রয়োজন হলে ক্লোজার বসিয়ে কাজ শেষ করতে হবে। কম্বুইট অথবা ক্লোজার ব্লকের ক্যাভিটি খাড়াভা বসাতে হবে। লোড বিয়ারিং ব্লকের ক্যাভিটিগুলো আনুভূমিকভাবে বসাতে হবে। বিশেষ ব্লকের সাহায্যে জ্যাম্ব নির্মাণ করতে হবে।



চিত্র ঃ ১৩.৮ হলো ক্লে ব্লক

হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির সুবিধাসমূহ ঃ

১। সলিড গাঁথুনির চেয়ে এ গাঁথুনিতে মাল মসলা কম লাগে।

২। ব্লকগুলো পাতলা কিন্তু শক্তিশালী এবং হালকা।

৩। ইটের দেওয়ালের পুরুত্বের চেয়ে এ দেওয়ালের পুরুত্ব অনেক কম এবং এ দেওয়ালের ক্রাশিং স্ট্রেংথ অনেক বেশি।

৪। ব্লকগুলোর মাপ বড় হওয়ায় খুব তাড়াতাড়ি গাঁথুনি করা যায় ; জোড়ার সংখ্যা কম হওয়ায় মসলাও কম লাগে।

৫। ইটের দেওয়ালকে আবহাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করার জন্য প্লাস্টার করা হয়। কিন্তু ফাঁপা ব্লকের দেওয়ালের ক্ষেত্রে তা প্রয়োজন হয় না।

৬। প্রত্যেকটি ব্লকের মাপ সমান হওয়ায় সহজেই গাঁথুনি করা যায়।

৭। এটা থার্মাল ও সাউন্ড ইনসুলেটর হিসাবে ভাল কাজ করে।

৮। এতে নির্মাণখরচ অনেক কম হয়।

৯। এটা অগ্নিরোধী, উইপোকারোধী, আর্দ্রতা এবং রাসায়নিক দ্রব্যে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির অসুবিধাসমূহ ঃ

১। নির্ধারিত মাটি ছাড়া ফাঁপা ক্লে ব্লক বা টালি তৈরি করা যায় না।

২। প্লাস্টারিং-এর পৃষ্ঠদেশ ছাড়া খাঁজকাটা টালি ব্যবহার করা যায় না।

৩। শক্তিশালী মসলা ছাড়া গাঁথুনি করা সুবিধাজনক নয়।

অনুশীলনী-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কম্পোজিট ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১১, ১২, ১৩]

উত্তর ঃ স্বল্পব্যয়ে দেওয়ালের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করার জন্য দুই বা ততোধিক নির্মাণসামগ্রীর সমন্বয়ে যে দেওয়ালের নির্মাণ করা হয় তাকে কম্পোজিট ম্যাসনরি বলে। এক্ষেত্রে দেওয়ালের ফেসিং-এ উৎকৃষ্ট মানের মালমাল অথবা উত্তম শ্রেণির গাঁথুনি আর ব্যাকিং-এ নিম্নমানের মালামাল অথবা গাঁথুনি ব্যবহার করা হয়। সুতরাং একাধিক নির্মাণ-সামগ্রী এবং বিভিন্ন শ্রেণির গাঁথুনির সমন্বয়ে নির্মিত গাঁথুনিকে কম্পোজিট ম্যাসনরি বলে।

২। **কী উদ্দেশ্যে কম্পোজিট ম্যাসনরি ব্যবহার করা হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে কম্পোজিট ম্যাসনরি ব্যবহার করা হয়–

১। দেওয়ালের সৌন্দর্য্য বৃদ্ধি করার জন্য।

২। সহজলভ্য মালামাল ব্যবহার করে সর্বোচ্চ আর্থিক সাশ্রয়ের জন্য।

৩। **কম্পোজিট ম্যাসনরি নির্মাণকালে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করা হয়?**

উত্তর ঃ কম্পোজিট ম্যাসনরি নির্মাণকালে নিম্নলিখিত সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত–

১। ফেসিং এবং ব্যাকিং যুগপৎভাবে (Simuoltaneously) নির্মাণ করতে হবে।

২। ফেসিং এবং ব্যাকিং উভয় অংশ শক্তিশালী সিমেন্ট মর্টার দ্বারা গাঁথুনি করতে হবে।

৩। পর্যাপ্ত পরিমাণ শক্ত পাথর ব্যবহার করতে হবে।

৪। মেটাল ক্লাম্প, লীড প্লাগ, ডুয়েল ইত্যাদি প্রয়োগ করতে হবে, যাতে দেওয়ালের ফেসিং এবং ব্যাংকিং-এর মধ্যে সংযোগ স্থাপিত হয়।

৪। **কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধাগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। মোট খরচ কম হয়, যা কাঠামোর সৌন্দর্য বৃদ্ধিতে কোন প্রভাব ফেলে না।

২। ফেসিং-এ উৎকৃষ্ট গুণাবলির মালামাল ব্যবহার করা হয় বলে বাইরের আবহাওয়ায় ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। ফলে ব্যাকিং-এ নিম্নমানের মালামাল ব্যবহার করা যায়।

৩। অল্প খরচে কাঠামোর সৌন্দর্য বৃদ্ধি করা যায়।

৫। **রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর ঃ ব্রিক ম্যাসনরির শক্তি বৃদ্ধি করার জন্য ফ্লাট মাইল্ড স্টীল (Flat mild steel), হুপ আয়রন (Hoop Iron), এক্সপ্যানডেড মেশ (Expanded mesh) অথবা বার দ্বারা যে ইটের গাঁথুনি করা হয় তাকে রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি বলে।

৬। **কী অবস্থায় রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি নির্মাণ করা হয়?**

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত অবস্থায় রিইনফোর্স ব্রিক ম্যাসনরি নির্মাণ করা হয়–

১। যখনই ইটের টেনসাইল এবং শিয়ার স্ট্রেস বহন করতে হয়।

২। লম্বালম্বি বন্ডের শক্তি বৃদ্ধির প্রয়োজন হলে।

৩। ফাঁকা জায়গার উপরে যখন ইটের গাঁথুনি বীম বা লিন্টেল হিসাবে কাজ করে।

৪। যখন ইটের গাঁথুনি পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে। যেমন- রিটেইনিং ওয়াল।

৫। যখন ইটের দেওয়ালকে চাপা বল বহন করতে হয়।

৬। ভূ-কম্পন এলাকায় ইটের গাঁথুনি ব্যবহার করলে।

৭। কাঠামোর অসম বসনের হাত থেকে রক্ষা করতে।

৭। **হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ নির্বাচিত মাটি দ্বারা বিভিন্ন আকারের ফাঁপা ক্লে ব্লক বা টালি তৈরি করা হয় এবং উত্তমরূপে শুকিয়ে পোড়ানো হয় এ ব্লক বা টালি দিয়ে নির্মিত গাঁথুনিটি হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি বলে। ভিত্তি, দেওয়াল, পার্টিশন, মেঝে এবং কাঠামো নির্মাণে জন ক্লে ব্লক বা টালি ব্যবহার করা হয়। যদিও ব্লকগুলো পাতলা তথাপি এটা শক্তিশালী এবং হালকা। এটা অগ্নিরোধী উইপোকারোধী, আর্দ্রতা এবং রাসায়নিক দ্রব্যে ক্ষতিগ্রস্ত হয় না। ব্লকগুলো ফাঁপা থাকার ফলে থার্মাল ও সাউন্ড ইনসুলেট হিসাবে কাজ করে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **বিভিন্ন প্রকার কম্পোজিট ম্যাসনরির নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫

উত্তর ঃ ১৩.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **চিত্রসহ স্টোন স্ল্যাব ফেসিং ব্রিক ব্যাকিং ম্যাসনরির বর্ণনা দাও।**

উত্তর ঃ ১৩.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১৩.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১]

উত্তর ঃ ১৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। চিত্রসহ রিইনফোর্সমেন্টের অবস্থান দেখিয়ে রিইনফোর্সড ব্রিক রিটেইনিং ওয়ালের বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১৩.৪ নং অনুচ্ছেদের খাড়াভাবে রেইনফোর্সমেন্টের ব্যবহার দ্রষ্টব্য।

২। চিত্রসহ রিইনফোর্সড ব্রিক লিন্টেলের বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১৩.৪ নং অনুচ্ছেদের অনুভূমিকভাবে রেইনফোর্সমেন্টের ব্যবহার দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্রসহ হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০২, ০৯]

উত্তর সংকেত ঃ ১৩.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলি লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ১৩.১ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

পার্টিশন ওয়াল
(Partition Wall)

অধ্যায় ১৪

১৪.১ পার্টিশন ওয়াল ঃ

কোন কক্ষ বা কক্ষের কোন অংশকে বিভক্ত করার জন্য ইট, কাঠ, গ্লাস, কংক্রিট অথবা এ জাতীয় পদার্থ দ্বারা যে পাতলা অভ্যন্তরীণ দেওয়াল (Thin internal wall) নির্মাণ করা হয়, তাকে পার্টিশন ওয়াল বলে। পার্টিশন ওয়াল ভারবাহী অথবা অভারবাহী উভয় প্রকার হয়ে থাকে। সাধারণত পার্টিশন দেওয়ালগুলো অভারবাহী (Non-load bearing) হয়ে থাকে। এটা ফোল্ডিং, কব্জাপছিবল অথবা আবদ্ধ (Fixed) হতে পারে। এ প্রকার দেওয়াল গোপনীয়তা রক্ষার কাজে ব্যবহৃত হয়। এটা শব্দ ও দৃশ্য প্রতিরোধক হবে। একটি উত্তম অভারবাহী পার্টিশন ওয়াল অবশ্যই সস্তা, হালকা, পাতলা, অগ্নিরোধী এবং সহজে নির্মাণযোগ্য হবে।

১৪.২ পার্টিশন ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যসমূহ (General features of partition wall) ঃ

পার্টিশন দেওয়ালের বৈশিষ্ট্যগুলো বা অবশ্য পূরণীয় শর্তগুলো নিম্নরূপঃ

১। পার্টিশন ওয়াল এরূপ শক্তিশালী হবে যেন নিজের ওজন বহন করতে পারে।

২। দালানে সংঘটিত কোন আঘাত প্রতিরোধে সক্ষম হবে।

৩। সৌন্দর্যবর্ধক পৃষ্ঠদেশকে সাপোর্ট (Support) দেওয়ার মত সামর্থ্য থাকতে হবে।

৪। ওয়াল ফিক্সার, ওয়াশ বেসিন, পাইপ সংস্থাপনে সাপোর্ট প্রদানের জন্য যথেষ্ট শক্তিশালী হবে।

৫। পার্টিশন ওয়াল যতদূর সম্ভব ওজনে হালকা হবে।

৬। পার্টিশন ওয়াল যতদূর সম্ভব পাতলা (Thin) হবে।

৭। বিশেষত পার্টিশন ওয়াল যখন কক্ষকে দুইটি অংশে বিভক্ত করে, তখন এটা শব্দ প্রতিরোধী হিসাবে কাজ করে।

৮। পার্টিশন ওয়াল অগ্নিরোধী হবে।

১৪.৩ পার্টিশন ওয়ালের কার্য বা গুণাবলি (Function of partition wall) ঃ

উত্তম পার্টিশন ওয়ালের নিম্নলিখিত গুণাবলি থাকতে হবে ঃ

১। পার্টিশন ওয়ালের প্রস্থচ্ছেদ পাতলা হবে, যাতে মেঝের সর্বাধিক ক্ষেত্রফল ব্যবহার করা যায়।

২। এটা দৃশ্য এবং শব্দ প্রতিরোধী করে পর্যাপ্ত গোপনীয়তা সংরক্ষণকারী হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

৩। এটা মূল কাঠামোর সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ এবং স্বল্প ব্যয়সাপেক্ষে নির্মিত হবে।

৪। এটা অগ্নি, তাপ, আর্দ্রতা ইত্যাদি প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন হবে।

৫। এটা আঘাত বা ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন হবে।

৬। এটা স্যানিটারি ফিটিংস এবং ভারী ফিক্সার বহনক্ষম হবে।

পার্টিশন ওয়ালের সুবিধাসমূহ ঃ

১। এটা মেঝের পূর্ণ ক্ষেত্রফলকে কয়েকটি কক্ষে রূপান্তরিত করতে সাহায্য করে।

২। এটা শব্দ ও দৃশ্য প্রতিরোধ করে কক্ষের গোপনীয়তা রক্ষা করে।

৩। এটা ওজনে হালকা এবং দামে সস্তা বলে নির্মাণব্যয় হ্রাস করে।

৪। এটা পাতলা বলে মেঝের কম জায়গা দখল করে।

৫। যে-কোন স্থানে অতি সহজেই নির্মাণ করা যায়।

১৪.৪ পার্টিশন ওয়ালের প্রকারভেদ (Types of partition walls) ঃ

নির্মাণ উপকরণ অনুযায়ী পার্টিশন ওয়াল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে, যথাঃ

১। ব্রিক পার্টিশন (Brick partition)

২। হলো ব্লক পার্টিশন (Hollow block partition)

৩। গ্লাস পার্টিশন (Glass partition)

৪। কংক্রিট পার্টিশন (Concrete partition)

৫। মেটাল লাথ পার্টিশন (Metal lath partition)

৬। অ্যাসবেস্টস শীট বা জি.আই. শীট পার্টিশন (Asbestos sheet or G.I. sheet partition)

৭। প্লাস্টার শ্ল্যাব পার্টিশন (Plaster slab partition)

৮। টিম্বার পার্টিশন (Timber partition)।

১৪.৫ পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি ঃ

(i) ব্রিক পার্টিশন ওয়াল (Brick partition wall) ঃ সস্তা বলে সর্বত্র এরূপ পার্টিশন ওয়াল ব্যবহার করা হয়। এটা তিন প্রকার, যথা ঃ

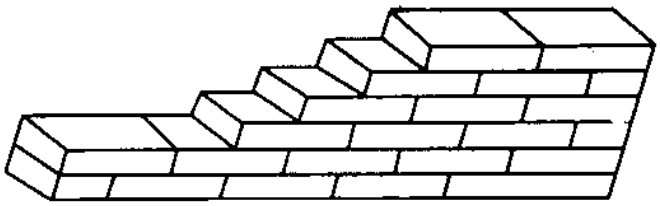
(ক) প্লেইন ব্রিক পার্টিশন (Plain brick partition)

(খ) রিইনফোর্সড ব্রিক পার্টিশন (Reinforced brick partition)

(গ) ব্রিক নগিং পার্টিশন (Brick nogging partition)।

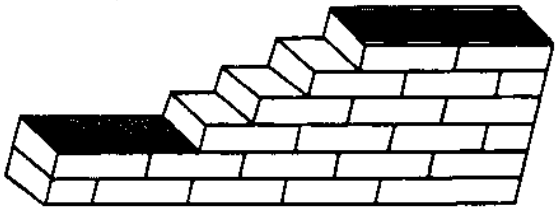
প্লেইন ব্রিক পার্টিশন (Plain brick partition) ঃ

এ প্রকার পার্টিশন ওয়ালের পুরুত্ব অর্ধ ইটের পুরুত্বের সমান। ইটকে স্ট্রেচার হিসাবে ব্যবহার করে এ পার্টিশন ওয়াল তৈরি করা হয়। এর উভয় পার্শ্ব প্লাস্টার করা হয়। যথাযথভাবে নির্মাণকাজ সমাধা করলে দেওয়াল তুলনামূলকভাবে শক্তিশালী এবং অগ্নিনিরোধক হবে। (চিত্র ঃ ১৪.১)।



চিত্র ঃ ১৪.১ ব্রিক পার্টিশন

রিইনফোর্সড ব্রিক পার্টিশন (Reinforced brick partition) ঃ এটা প্লেইন পার্টিশন অপেক্ষা বেশি মজবুত। যখন দেওয়ালের লম্বালম্বি বন্ডের প্রয়োজন অথবা যদি দেওয়ালকে আপতিত লোড বহন করতে হয়, তখন এ জাতীয় পার্টিশন ওয়াল তৈরি করা হয়। দেওয়ালের পুরুত্ব অর্ধ ইটের পুরুত্বের সমান। রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে এক্সমেট (Exmet) ব্যবহার করা হয়। বিশেষভাবে পাতলা স্টীল প্লেটকে কেটে মেশিনের সাহায্যে টেনে ডায়মণ্ড আকৃতির জালে পরিণত করা হয়, যা এক্সপ্যানডেড মেটাল নামে পরিচিত। প্রতি তৃতীয় কোর্সে এক্সমেট ব্যবহার করা হয়। ব্রিকটর নামে আরও এক প্রকার রিইনফোর্সমেন্টের জালি পাওয়া যায়। এটা কিছু টেনশন তার এবং বাইন্ডিং তারের মাধ্যমে জালের আকারে তৈরি করা হয়, এছাড়াও ৬ মিমি ব্যাসের মাইল্ড স্টীল বার ব্যবহার করা যেতে পারে। (চিত্র ঃ ১৪.২)।



চিত্র ঃ ১৪.২ রিইন ফোর্সড ব্রিক পার্টিশন

ব্রিক নগিং পার্টিশন (Brick nogging partition) ঃ কাঠ দ্বারা তৈরি ফ্রেমের মধ্যে ইটের গাঁথুনি করে ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়াল তৈরি করা হয়। এর পুরুত্ব অর্ধ ইটের পুরুত্বের সমান। কাঠের ফ্রেম নিম্নোক্ত মেম্বারের সমন্বয়ে গঠিত। যথা ঃ

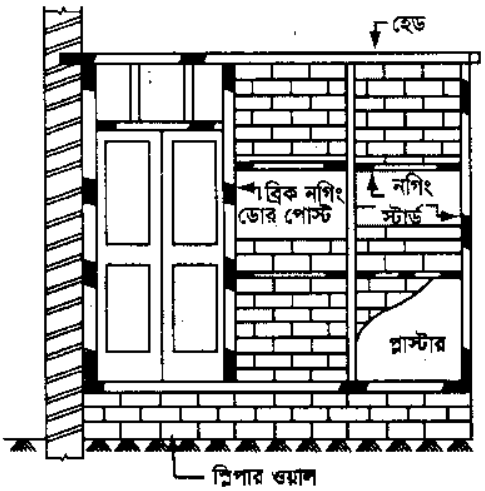
(ক) সিল (Sill)–কাঠের ফ্রেমের সর্বনিম্ন অনুভূমিক মেম্বার।

(খ) হেড (Head)–কাঠের ফ্রেমের সর্বোচ্চ অনুভূমিক মেম্বার।

(গ) স্টাড (Stud)–কাঠের ফ্রেমের খাড়া মেম্বার।

(ঘ) নগিং পিছ (Nogging picce)–হেড ও সিল ব্যতীত কাঠের ফ্রেমের অন্যান্য অনুভূমিক মেম্বার।

স্টাডগুলো ইটের দৈর্ঘ্যের ৪ থেকে ৬ গুণ অর্থাৎ ৬০ থেকে ১৫০ সেমি অনুভূমিক দূরত্ব পর পর খাড়াভাবে বসান হয়। নগিং পিছগুলো ৬০ থেকে ৯০ সেমি খাড়া দূরত্ব পরপর অনুভূমিকভাবে বসান হয়। দরজা-জানালা খোলা বা আটকানোর জন্য সৃষ্ট কম্পন অথবা পার্শ্বস্থ লোডকে প্রতিহত করার জন্য কাঠের ফ্রেম ওয়ার্ক ব্যবহার করা হয়। ইটকে ফ্রেমের মধ্যে সমতল (Flat) অথবা পার্শ্বভাবে বসাতে হবে। গাঁথুনির কাজে ১ ঃ ৩ অনুপাতের সিমেন্ট মসলা ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজনবোধে ইটের গাঁথুনির প্রতি ৩ স্তরে রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা যেতে পারে। কাঠের ফ্রেমের যে পার্শ্বগুলো ব্রিক ওয়ার্কের সাথে স্পর্শ করবে, সে পার্শ্বগুলো আলকাতরা (Coal tar) দ্বারা আবৃত্ত করে দিতে হবে। নগিং এবং স্টাড-এর চওড়ার পরিমাণ পার্টিশন ওয়ালের পুরুত্ব হবে, যাতে দেওয়াল পৃষ্ঠ একই সমতলে থাকতে পারে। গাঁথুনির পর উভয় পৃষ্ঠকে প্লাস্টার করে দিতে হয়। এ ধরনের পার্টিশন ওয়ালের অসুবিধা হল স্টাড এবং নগিং-এর কাঠগুলো নষ্ট হয়ে যেতে পারে এবং গাঁথুনির কাজ সমাপ্তির কিছুদিন পর কাঠের মেম্বার থেকে গাঁথুনি আলগা হয়ে যেতে পারে।



চিত্র ঃ ১৪.৩ ব্রিক নগিং পার্টিশন

ব্রিক নগিং পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। ওজন হালকা বলে ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম।

২। যে-কোন স্থানে অতি সহজেই নির্মাণ করা যায়।

৩। যথাযথভাবে নির্মাণ করলে দেওয়াল শক্তিশালী এবং অগ্নিরোধক হবে।

৪। শব্দ প্রতিরোধক হয়।

৫। পাতলা বলে মেঝের কম জায়গা দখল করে।

৬। নির্মাণব্যয় তুলনামূলক কম হয়।

অসুবিধাসমূহ ঃ

১। ব্রিক নগিং পার্টিশনের ক্ষেত্রে স্টাড এবং নগিং-এর কাঠগুলো নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

২। কাঠের মেম্বার থেকে গাঁথুনি পৃথক হয়ে যেতে পারে।

৩। কাঠের পার্শ্বগুলো আলকাতরা দ্বারা প্রলেপ দিতে হয়। ফলে খরচ বেশি হয়।

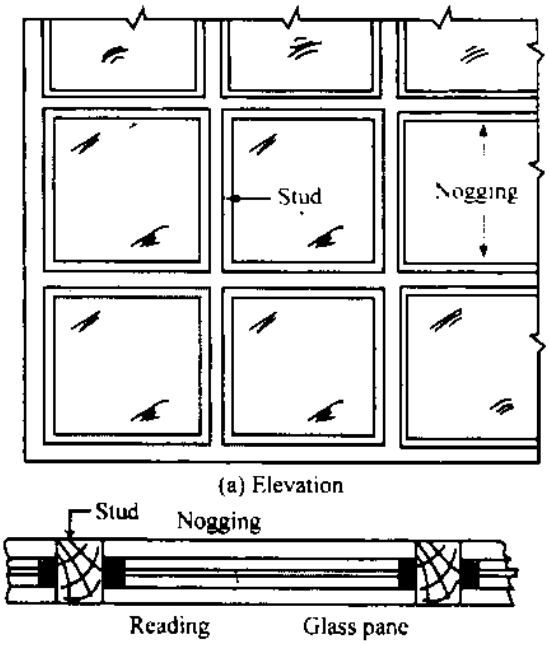
(ii) গ্লাস পার্টিশন (Glass partition) ঃ

গ্লাস পার্টিশন ওয়াল দুই ধরনের। যেমন–

(ক) গ্লাস শীট পার্টিশন (Glass sheet partition)

(খ) হলো ব্লক (Hollow block)

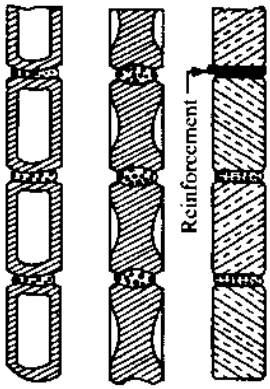
গ্লাস শীট পার্টিশন ঃ কাঠের ফ্রেমের মধ্যে গ্লাস শীটকে আবদ্ধ করে এ জাতীয় পার্টিশন তৈরি করা হয়। সম্পূর্ণ ক্ষেত্রটিকে আনুভূমিক এবং খাড়া মেম্বারের সাহায্যে কতকগুলো প্যানেলে বিভক্ত করে ফ্রেমের কাজ করা হয়। পরে প্যানেলের মধ্যে গ্লাস শীটকে সঠিক স্থানে ধরে রাখার কাঠের বিড (Timber bead) বা পুটি (Putty) ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ঃ ১৪.৪

এ জাতীয় পার্টিশন ওয়াল হালকা, শব্দ প্রতিরোধক, আর্দ্রতারোধক হয়।

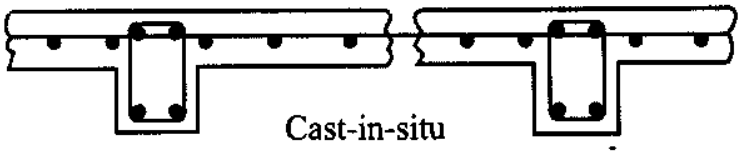
হলো গ্লাস ঃ হলো গ্লাস ব্লক স্বচ্ছ, ওজনে হালকা এবং বিভিন্ন পুরুত্বে ও আকার-আকৃতিকে পাওয়া যায়। সচরাচর ১০ মিমি পুরুত্বের ১৪ সেমি × ১৪ সেমি অথবা ১৯ সেমি × ১৯ সেমি বর্গাকৃতিকারই বেশি ব্যবহার করা হয়। মর্টার-এর সাহায্যে সংযোগ দিয়ে এ জাতীয় ওয়াল তৈরি করা হয়। ব্লকের উচ্চতা ১৫ সেমি এর বেশি হলে প্রতি তিন বা চার স্তরে এক্সপ্যানডেড মেটাল স্ট্রিপকে রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়। আর উচ্চতা ২৫ সেমি এর বেশি হলে প্রতি স্তরে রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়।



(a) Glass Block Walls

চিত্র ঃ ১৪.৫

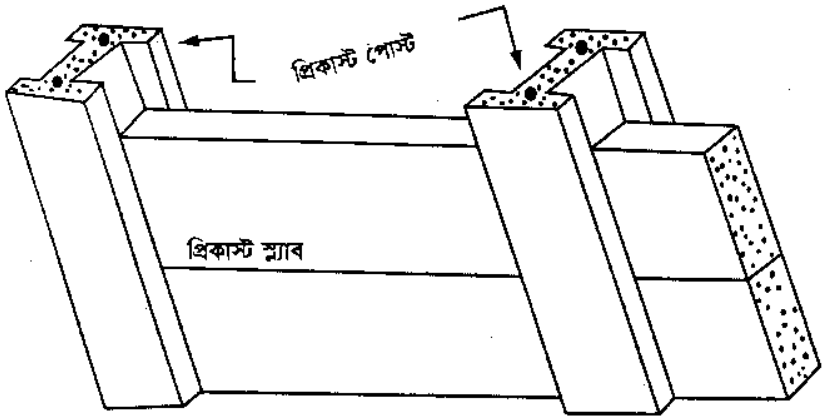
(iii) কংক্রিট পার্টিশন (Concrete partition) ঃ কংক্রিট স্লাবকে ভার্টিক্যাল মেম্বার দ্বারা আটকিয়ে কংক্রিট পার্টিশন ওয়াল তৈরি করা হয়। ভার্টিক্যাল মেম্বারগুলো পার্শ্বস্থ চাপ প্রতিহত করে। এটা প্লেইন কংক্রিট অথবা আর.সি.সি. এর হতে পারে। স্লাবগুলো কাস্ট-ইন-সিটু বা প্রি-কাস্ট হতে পারে। কংক্রিটের অনুপাত সাধারণত ১ঃ ২ঃ ৪ হয়।



চিত্র ঃ ১৪.৬ কাস্ট-ইন-সিটু-পার্টিশন

কাস্ট-ইন-সিটু আর.সি.সি. ওয়াল ঃ কাস্ট-ইন-সিটু বা স্ব-স্থানে ঢালাই কংক্রিট পার্টিশন ওয়াল ৮ থেকে ১০ সেমি পুরু হয়ে থাকে। ওয়ালের পুরুত্বের মধ্য বরাবর স্টীল রড অথবা বি.আর.সি. ফেব্রিক (B.R.C fabric) অনুভূমিকভাবে এবং খাড়াভাবে স্থাপন করা হয় ওয়ালগুলো মধ্যবর্তী কলামের সাথে একত্রে ঢালাই করতে হয়। চিত্রে কলামসহ আর.সি.সি. ওয়াল দেখান হল ঃ

কলামসহ ওয়াল একত্রে ঢালাই করলে দৈর্ঘ্য এবং উচ্চতা বরাবর পার্টিশন দৃঢ় ও স্থায়ী হতে পারে। এ ধরনের নির্মাণকাজে ফর্ম ওয়ার্কের খরচ বেশি হয়। দেওয়ালের পুরুত্ব বেশি হলে রিইনফোর্সমেন্টকে দেওয়ালের দুই পার্শ্বে খাড়াভাবে এবং আড়াআড়িভাবে স্থাপন করা হয়।



চিত্র ঃ ১৪.৭ প্রি-কাস্ট কংক্রিট পার্টিশন

প্রি-কাস্ট আর.সি.সি. ওয়াল ঃ বিশেষ আকারে নির্মিত প্রি-কাস্ট কংক্রিট পোস্টের খাঁজের মধ্যে প্রি-কাস্ট স্লাবকে অনুভূমিকভাবে বসিয়ে এ প্রকার দেওয়াল নির্মাণ করা হয়। কংক্রিট স্লাবের পুরুত্ব ২.৫ সেমি হতে ৪ সেমি পর্যন্ত হয়ে থাকে। সাধারণত ৩২ মিমি পুরু স্লাব বেশি ব্যবহৃত হয়। স্লাবের কংক্রিটের অনুপাত ১ ঃ ২ ঃ ৪ হয়ে থাকে। স্লাবের জয়েন্টগুলো সিমেন্ট মসলা দ্বারা পূর্ণ করা হয়। এছাড়া U (ইউ) অথবা T (টি) অথবা L (এল) আকারের প্রি-কাস্ট কংক্রিট ব্লক দ্বারাও অন্য ধরনের কংক্রিট পার্টিশন দেওয়াল নির্মাণ করা যেতে পারে। এটা ওজনে হালকা বলে কোন খাড়া পোস্টের প্রয়োজন হয় না। জয়েন্টের জন্য ১ ঃ ৩ অনুপাতের সিমেন্ট মসলা ব্যবহার করতে হয়।

কংক্রিট পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। রড প্রয়োগ করায় এ জাতীয় পার্টিশন ওয়াল দৃঢ় ও স্থায়ী হয়।

২। লোড বা ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম।

৩। এটা অগ্নি, তাপ ও আর্দ্রতা প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন।

৪। শব্দ প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন।

৫। এটা স্যানিটারি ফিটিংস এবং ভারী ফিক্সার বহনে সক্ষম।

৬। এ পার্টিশন ওয়ালের প্রস্থচ্ছেদ পাতলা বলে মেঝের সর্বাধিক ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়।

অসুবিধা ঃ

১। নির্মাণব্যয় তুলনামূলক বেশি।

২। প্লেইন কংক্রিটের হলে দৃঢ় কম হয়।

৩। এটা তৈরি করতে দক্ষ লোকের প্রয়োজন হয়।

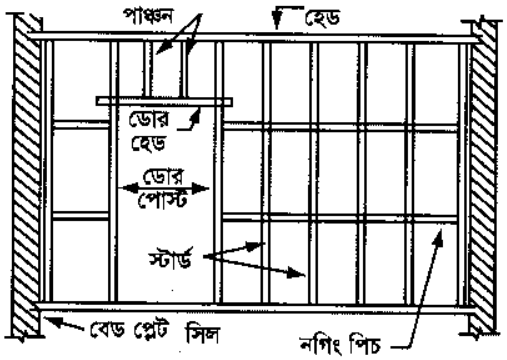
৪। নির্মাণকাজে ফর্ম ওয়ার্কের প্রয়োজন হয় বিধায় খরচ বেশি হয়।

(iv) টিম্বার পার্টিশন ওয়াল ঃ মেঝে এবং পার্শ্বস্থ দেওয়ালের সাথে কাঠের ফ্রেম সংযুক্ত করে এ প্রকার পার্টিশন নির্মাণ করা হয়। কাঠের ফ্রেমের এক বা উভয় পার্শ্বে তক্তা লাগিয়ে আবৃত করা হয়। কাঠের পার্টিশন হালকা কিন্তু ব্যয়বহুল। এটা উঁইপোকা বা ঘুণে ধরার সম্ভাবনা থাকে। এটা অগ্নিরোধী নয়। কাঠের পার্টিশন দুই প্রকার, যথা ঃ

(ক) সাধারণ বা স্টাড পার্টিশন (Common or stud partition)

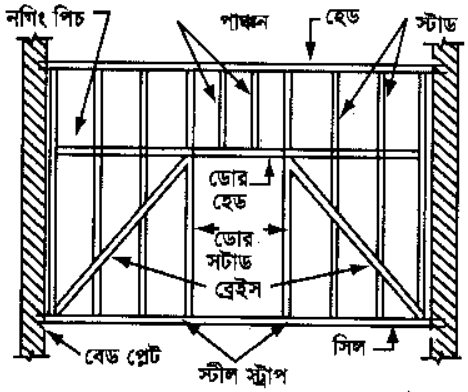
(খ ট্রাসড বা ব্রেইসড পার্টিশন (Trussed or braced partition)।

স্টাড পার্টিশন (Stud Partition) ঃ এ প্রকার পার্টিশন ওয়ালের জন্য প্রথমে কাঠের ফ্রেম তৈরি করতে হবে। এ ফ্রেম স্টাড (ভার্টিক্যাল মেম্বার) এবং নগিং (অনুভূমিক মেম্বার) এর সমন্বয়ে গঠিত। নগিং দ্বারা স্টাডকে মজবুত করা হয়। ওপেনিং-এর (দরজার) উপরে থাকে স্বল্পদৈর্ঘ্যের স্টাড, যাকে পাঞ্চন (Puncheon) বলে। সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন অনুভূমিক মেম্বারকে যথাক্রমে হেড এবং সিল বলে। ১০ সেমি X ৫ সেমি আকারের স্টাডগুলো ৩০ সেমি হতে ৪৫ সেমি পর পর বসাতে হয় এবং নগিং খণ্ডগুলো খাঁজ কেটে স্টাডের সাথে তারকাঁটা দিয়ে আটকাতে হবে। হেড এবং সিলের প্রস্থচ্ছেদী আকার ১০ সেমি X ৭.৫ সেমি। (চিত্র ঃ ১৪.৮)



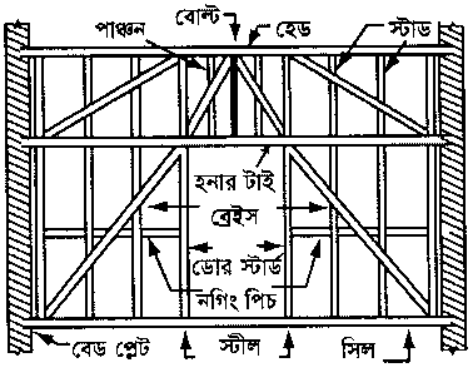
চিত্র ঃ ১৪.৮ স্টাড পার্টিশন (টিম্বার)

ট্রাসড বা ব্রেইসড পার্টিশন (Trussed or Braced) ঃ যেখানে পার্টিশনের প্রান্ত ব্যতিরেকে কোথাও সাপোর্ট দেওয়ার ব্যবস্থা নাই সেখানে এরূপ পার্টিশন নির্মাণ করা হয়। এটা স্টাড পার্টিশনের মত। তবে অতিরিক্ত মেম্বার হিসাবে ব্রেইস (হেলানো মেম্বার), স্টীল স্ট্রাপ এবং বোল্ট ব্যবহার করতে হয়। মাঝে মাঝে এ প্রকার পার্টিশন ওয়াল নিজের ওজন ছাড়াও মেঝের এবং ছাদের ওজন বহন করে। (চিত্র ঃ ১৪.৯)



চিত্র ঃ ১৪.৯ ট্রাসড পার্টিশন (টিম্বার)

এ জাতীয় পার্টিশনকে অতিরিক্ত মজবুত এবং দৃঢ় করার জন্য অনুভূমিক মেম্বার হিসাবে ইন্টার-টাই (inter-tie) ব্যবহার করা হয়। এটা হেড এবং সিলের মধ্যে স্থাপন করা হয়। আর হেড এবং সিলের প্রান্তদ্বয় ওয়ালের মধ্যে স্থাপিত স্টোন টেমপ্লেট (Stone template) উপরে স্থাপন করা হয়। ট্রাসের ন্যায় ক্রিয়া করার ফলে কোন কোন জয়েন্টে টেনসন উৎপন্ন হতে পারে। তাই সমস্ত জয়েন্টে স্টীল স্ট্রাপ অথবা বোল্ট লাগাতে হয়।



চিত্র ঃ ১৪.১০ট্রাসড পার্টিশন (ভারী)

টিম্বার পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। এ জাতীয় পার্টিশন শব্দ এবং তাপরোধী।

২। এটা খুবই হালকা।

৩। নিজস্ব ওজন ছাড়া ছাদ বা মেঝের ওজন বহন করতে পারে।

৪। এটা খুবই পাতলা বলে মেঝের কম জায়গা দখল করে।

অসুবিধাসমূহ ঃ

১। এটা অগ্নি নিরোধক নয়।

২। কাঠের পার্টিশন ব্যয়বহুল।

৩। উইপোকা বা ঘুণে ধরার সম্ভাবনা থাকে।

৪। জয়েন্টে টেনশন সৃষ্টি হয় বলে স্টীল স্ট্রাপ অথবা বোল্ট ব্যবহার করতে হয়। ফলে খরচ বেড়ে যায়।

৫। ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম নয়।

১৪.৬ বিভিন্ন ধরনের পার্টিশন দেওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

ব্রিক পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। ওজন হালকা বলে ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম।

২। যে-কোন স্থানে অতি সহজেই নির্মাণ করা যায়।

৩। যথাযথভাবে নির্মাণ করলে দেওয়াল শক্তিশালী এবং অগ্নিরোধক হবে।

৪। শব্দ প্রতিরোধক হয়।

৫। পাতলা বলে মেঝের কম জায়গা দখল করে।

৬। নির্মাণব্যয় তুলনামূলক কম হয়।

অসুবিধাসমূহ ঃ

১। ব্রিক নগিং পার্টিশনের ক্ষেত্রে স্টাড এবং নগিং-এর কাঠগুলো নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

২। কাঠের মেম্বার থেকে গাঁথুনি পৃথক হয়ে যেতে পারে।

৩। কাঠের পার্শ্বগুলো আলকাতরা দ্বারা প্রলেপ দিতে হয়। ফলে খরচ বেশি হয়।

কংক্রিট পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। রড প্রয়োগ করায় এ জাতীয় পার্টিশন ওয়াল দৃঢ় ও স্থায়ী হয়।

২। লোড বা ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম।

৩। এটা অগ্নি, তাপ ও আর্দ্রতা প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন।

৪। শব্দ প্রতিরোধ ক্ষমতাসম্পন্ন।

৫। এটা স্যানিটারি ফিটিংস এবং ভারী ফিক্সার বহনে সক্ষম।

৬। এ পার্টিশন ওয়ালের প্রস্থচ্ছেদ পাতলা বলে মেঝের সর্বাধিক ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়।

অসুবিধা ঃ

১। নির্মাণব্যয় তুলনামূলক বেশি।

২। প্লেইন কংক্রিটের হলে দৃঢ় কম হয়।

৩। এটা তৈরি করতে দক্ষ লোকের প্রয়োজন হয়।

৪। নির্মাণকাজে ফর্ম ওয়ার্কের প্রয়োজন হয় বিধায় খরচ বেশি হয়।

টিম্বার পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ ঃ

সুবিধাসমূহ ঃ

১। এ জাতীয় পার্টিশন শব্দ এবং তাপরোধী।

২। এটা খুবই হালকা।

৩। নিজস্ব ওজন ছাড়া ছাদ বা মেঝের ওজন বহন করতে পারে।

৪। এটা খুবই পাতলা বলে মেঝের কম জায়গা দখল করে।

অসুবিধাসমূহ ঃ

১। এটা অগ্নিনিরোধক নয়।

২। কাঠের পার্টিশন ব্যয়বহুল।

৩। উইপোকা বা ঘুণে ধরার সম্ভাবনা থাকে।

৪। জয়েন্টে টেনশন সৃষ্টি হয় বলে স্টীল স্ট্রাপ অথবা বোল্ট ব্যবহার করতে হয়। ফলে খরচ বেড়ে যায়।

৫। ধাক্কাজনিত কম্পন প্রতিরোধে সক্ষম নয়।

১৪.৭ দেওয়াল (Wall) ঃ

দেওয়াল দালানের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এর প্রাথমিক কাজ হল দালানের চারিদিকে ঘের দেওয়া বা স্থানকে বিভক্ত করা, যাতে ব্যবহার এবং অধিক কার্যোপযোগী করা যায়। দেওয়াল গোপনীয়তা, নিরাপত্তা প্রদান করে এবং গরম, ঠাণ্ডা, রৌদ্র বৃষ্টি ইত্যাদির হাত থেকে রক্ষা করে। দেওয়ালকে এমনভাবে ডিজাইন করা হয়, যাতে–

(ক) শক্ত এবং স্থায়িত্ব (Strength and stability)

(খ) আবহাওয়া প্রতিরোধক (Weather resistance)

(গ) স্থায়িত্বতা (Durability)

(ঘ) অগ্নি প্রতিরোধক (Fire resistance)

(ঙ) তাপ প্রতিরোধক (Thermal insulation)

(চ) শব্দ প্রতিরোধক (Sound insulation) হয়।

দেওয়াল প্রধান (Basically) দুই ধরনের–

১। ভারবাহী দেওয়াল (Load-bearing wall)

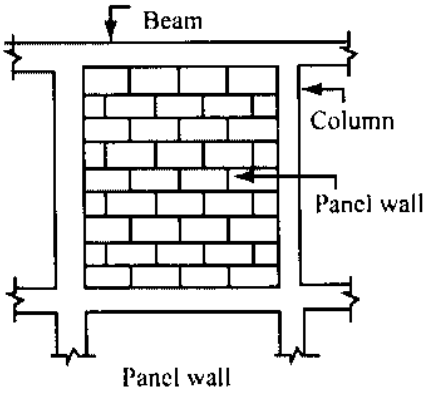
২। অভারবাহী দেওয়াল (Non-load bearing wall)

প্রত্যেক প্রকার দেওয়ালকে আবার দু'ভাগে ভাগ করা যায়–

(ক) বহিঃস্থ বা ঘের দেওয়াল (External or enclosing wall)

(খ) অন্তঃস্থ বা পৃথককরণ দেওয়াল (Internal or divide wall)

ভারবাহী দেওয়ালকে এমনভাবে ডিজাইন করা হয়, যেন আপতিত লোড (Super-inposed load) বহনক্ষম হয়। অপরদিকে অভারবাহী দেওয়াল কেবলমাত্র নিজস্ব ওজন বহন করার উপযোগী করে তৈরি করা হয়। সাধারণত এ জাতীয় দেওয়ালকে পার্টিশন বা পৃথককরণ দেওয়াল (Divide or partition wall) বলা হয়। আর বহিঃস্থ অভারবাহী দেওয়াল ফ্রেম স্ট্রাকচারের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় এবং একে প্যানেল দেওয়াল (Panel wall) বলা হয়।



চিত্র ঃ ১৪.১১

দালানের মধ্যস্থ স্থানকে কক্ষ আকারে বিভক্ত করার জন্য যে পাতলা দেওয়াল নির্মাণ করা হয়, তাকে পার্টিশন ওয়াল বলে। এটা ভারবাহী অথবা অভারবাহী দেওয়াল হতে পারে। ভারবাহী পার্টিশন দেওয়ালকে অন্তঃস্থ দেওয়াল (Internal wall বলে। ভারবাহী দেওয়াল নিম্নলিখিত প্রকারের হয়ে থাকে। যেমন–

১। নিরেট গাঁথুনির দেওয়াল (Solid masonry wall)

২। ফেসড দেওয়াল (Faced wall)

৩। ভিনার্ড দেওয়াল (Veneered wall)

অনুশীলনী-১৪

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। পার্টিশন ওয়াল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১২

উত্তর ঃ কোন কক্ষ বা কক্ষের কোন অংশকে বিভক্ত করার জন্য ইট, কাঠ, গ্লাস, কংক্রিট অথবা এ জাতীয় পদার্থ দ্বারা যে পাতলা অভ্যন্তরীণ দেওয়াল (Thin internal wall) নির্মাণ করা হয়, তাকে পার্টিশন ওয়াল বলে। এ প্রকার দেওয়াল শব্দ ও দৃশ্য প্রতিরোধক হবে এবং গোপনীয়তা রক্ষার কাজে ব্যবহৃত হয়।

২। ইটের পার্টিশন দেওয়াল কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, বিভিন্ন প্রকার পার্টিশন ওয়ালের নাম লিখ।

উত্তর ঃ ইটের পার্টিশন দেওয়াল তিন প্রকার, যথা ঃ

(ক) প্লেইন ব্রিক পার্টিশন।

(খ) রিইনফোর্সড ব্রিক পার্টিশন।

(গ) ব্রিক নগিং পার্টিশন।

৩। রিইনফোর্সড ব্রিক পার্টিশন দেওয়াল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ঃ যখন দেওয়ালের লম্বালম্বি বন্ডের প্রয়োজন অথবা দেওয়ালকে আপতিত লোড বহন করতে হয়, তখন দেওয়ালে পুরুত্বের সমান করে রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে এক্সমেট (ডায়মন্ড আকৃতির তারের হালি) প্রতি তৃতীয় কোর্সে ব্যবহার করে যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয়, তাকে রিইনফোর্সড পার্টিশন বলে। দেওয়ালের পুরুত্ব অর্ধ ইটের পুরুত্বের সমান হয়। এক্সমেট ছাড়া টেনশন তার এবং বাইন্ডিং তারে মাধ্যমে জালের আকারে তৈরি করেও ব্যবহার করা হয়। এছাড়া ৬ মিমি ব্যাসের মাইল্ড স্টীল বার ব্যবহার করা যেতে পারে।

৪। **ব্রিক নগিং পার্টিশনের বিভিন্ন উপাংশগুলোর নাম লিখ।**

উত্তর ঃ ব্রিক নগিং পার্টিশনে কাঠের ফ্রেমের উপাংশগুলো–

১। স্টীল (Steel)– কাঠের ফ্রেমের সর্বনিম্ন অনুভূমিক মেম্বার।
২। হেড (Head)– কাঠের ফ্রেমের সর্বোচ্চ অনুভূমিক মেম্বার।
৩। স্টাড (Stud)–কাঠের ফ্রেমের খাড়া মেম্বার।
৪। নগিং পিচ (Nogging piece)– হেড ও স্টীল ব্যতীত ফ্রেমের অন্যান্য অনুভূমিক মেম্বার।

৫। **পাঞ্চন (Puncheon) বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ কাঠের ফ্রেমের সাহায্যে টিম্বার পার্টিশন তৈরি করা হয়। এ ফ্রেম স্টাড (খাড়া মেম্বার) এবং নগিং (অনুভূমিক মেম্বার)-এর সমন্বয়ে গঠিত। নগিং দ্বারা স্টাডকে মজবুত করা হয়। আর ওপেনিং-এর উপরে থাকে স্বল্প-দৈর্ঘ্যের স্টাড, যাকে পাঞ্চন (Puncheon) বলে।

৬। **ভারবাহী দেওয়াল কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ ভারবাহী দেওয়াল তিন প্রকার, যথা ঃ ১। নিরেট গাঁথুনির দেওয়াল, ২। ফেসড দেওয়াল, ৩। ভিনার্ড দেওয়াল।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **পার্টিশন ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।**
অথবা, পার্টিশন ওয়ালের প্রয়োজন হয় কেন? [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১১]

উত্তর ঃ ১৪.২ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। **উত্তম পার্টিশন ওয়ালের গুণাবলি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর ঃ ১৪.৩ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। **বিভিন্ন প্রকার পার্টিশন ওয়ালের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]

উত্তর ঃ ১৪.৪ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। **ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১৪.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। **কংক্রিট পার্টিশনের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।**

উত্তর ঃ ১৪.৬ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। **টিম্বার পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর ঃ ১৪.৫ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। **ভারবাহী ও অভারবাহী দেওয়াল বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ ১৪.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত ঃ ১৪.৫নং অনুচ্ছেদের ব্রিক নগিং পার্টিশন দ্রষ্টব্য।

২। ট্রাসড পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর সংকেত ঃ ১৪.৫ নং অনুচ্ছেদের ট্রাসড বা ব্রেইসড পার্টিশন দ্রষ্টব্য।

৩। প্লেইন ব্রিক পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর সংকেত ঃ ১৪.৫ নং অনুচ্ছেদের প্লেইন ব্রিক পার্টিশন দ্রষ্টব্য।

ক্যাভিটি ওয়াল বা ফাঁপা দেওয়াল
(Cavity wall)

অধ্যায় ১৫

১৫.১ ক্যাভিটি ওয়াল (Cavity Wall) ঃ

দু'টি পৃথক দেওয়ালের সমন্বয়ে যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয় তাকে ক্যাভিটি ওয়াল বলে। অর্থাৎ দেওয়ালের মধ্যে ৫ সেমি থেকে ৮ সেমি ফাঁক রেখে যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয় তাকে ক্যাভিটি ওয়াল বলে। ক্যাভিটি ওয়ালের তিনটি অংশ আছে। যথা ঃ

১। আউটার লীফ (Outer leaf)-দেওয়ালের বহিঃস্থ অংশ ।

২। ইনার লীফ (Inner leaf)-অন্তঃস্থ দেওয়াল।

৩। ক্যাভিটি (Cavity)-অবিচ্ছিন্ন ফাঁকা অংশ।

দু'টি সমান্তরাল দেওয়ালকে মাঝে ওয়াল টাই (Wall tie) দ্বারা আটকিয়ে রাখা হয়। দু'টি দেওয়ালের পুরুত্ব সমান অথবা ইনার লীফ-এর পুরুত্ব বেশি হতে পারে। আপতিত লোডকে বহন করতে হবে বলে ইনার লীফকে যথেষ্ট শক্তিশালী এবং পুরুত্ব হতে হয়। আউটার এবং ইনার লীফ-এর পুরুত্ব কোন অবস্থাতেই অর্ধ ইটের কম হবে না। অবিরাম ফাঁকা থাকার কারণে বাহিরের আবহাওয়া ভিতরের দেওয়ালে কোন প্রভাব ফেলতে পারে না।

১৫.২ ক্যাভিটি ওয়ালের প্রয়োজনীয়তা (Need for cavity wall) ঃ

নিম্নলিখিত উদ্দেশ্য সাধনের জন্য অথবা প্রয়োজনে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা হয়, যথা ঃ

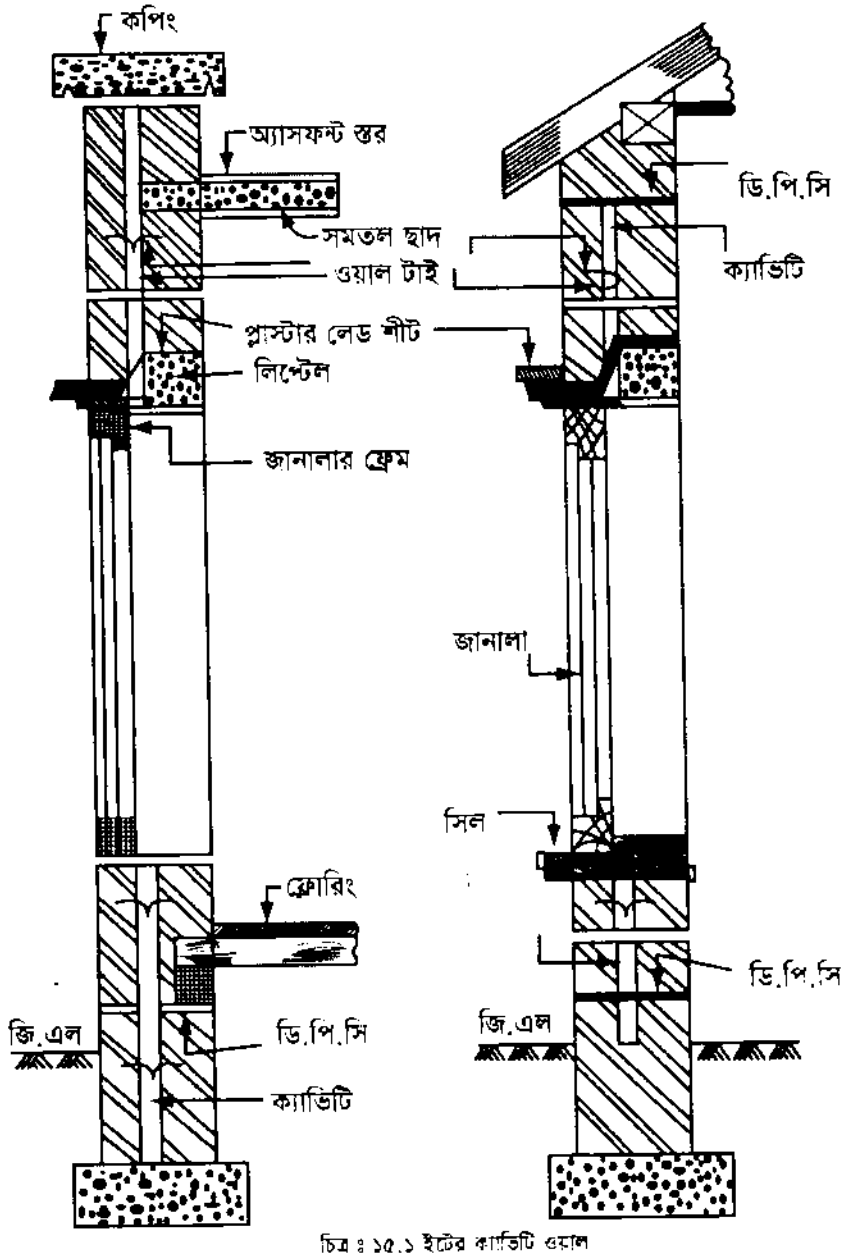
১। **আর্দ্রতা প্রতিরোধ (Damp prevention) ঃ** ক্যাভিটি ওয়াল, আউটার লীফ থেকে ইনার লীফে আর্দ্রতা প্রবেশে বাধা দান করে এবং দালানের ভিতরে আর্দ্রতা মুক্ত থাকে। যখন আর্দ্রতা আউটার লীফ থেকে ভিতরে প্রবেশ করে তখন ক্যাভিটির বাতাস দ্বারা উক্ত আর্দ্রতা বাষ্পীভবন হয় এবং ক্যাভিটিকে Well ventilated রাখে।

২। **তাপ নিরোধক (Thermal insulation) ঃ** ফাঁপা জায়গার বাতাস কুপরিবাহী হিসাবে কাজ করে বলে বহিঃস্থ দেওয়াল থেকে অন্তঃস্থ দেওয়ালে তাপ সঞ্চালন করতে পারে না। সুতরাং ক্যাভিটি ওয়ালের তাপ নিরোধক ক্ষমতা বেশি।

৩। **শব্দ নিরোধক (Sound insulation) ঃ** ক্যাভিটির বাতাস উত্তম শব্দ বিশোষক হিসাবে কাজ করে। যদি দালানে ক্যাভিটি ওয়াল প্রদান করা যায়, তবে বাহিরের শব্দকে ক্যাভিটি শোষণ করে লয়। ফলে দালান শব্দ নিরোধক হয়।

৪। **লোনা ধরা প্রতিরোধ (Efflorescence Prevention) ঃ** ক্যাভিটি আর্দ্রতা প্রবেশে বাধাদান করে। তাই ক্যাভিটির অন্তঃস্থ ভারবাহী দেওয়াল সব সময় লোনা ধরা থেকে মুক্ত থাকে।

৫। **আর্থিক সাশ্রয় (Economy) ঃ** একই পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে সলিড ওয়ালের তুলনায় ক্যাভিটি ওয়াল-এর নির্মাণব্যয় প্রায় ২০% কম হয়।



চিত্র ঃ ১৫.১ ইটের ক্যাভিটি ওয়াল

১৫.৩ ক্যাভিটি ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্য (General features of cavity wall) ঃ

চিত্রে সমতল ও ঢালু ছাদের জন্য ক্যাভিটি ওয়ালের ভার্টিক্যাল সেকশন দেখান হয়েছে। ক্যাভিটি ওয়ালের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ ঃ

১ সাধারণত ইটের ফাঁপা দেওয়াল হলে ভিতরের দিকের দেওয়াল, বাহিরের দিকের চেয়ে মোটা হবে। আর এ দেওয়ালই লোড বহনের উপযুক্ত হবে। অন্য দেওয়ালটার গুরুত্ব কম হবে, যার কাজ হবে দুই দেওয়ালের মাঝখানে বাতাসকে আটকে রাখা।

২। ক্যাভিটির বাহির এবং ভিতরের দেওয়াল কোন ক্রমেই অর্ধ ইটের (১২৭ মিমি প্রচলিত ইটের ক্ষেত্রে এবং ১০০ মিমি মডুলার ইটের ক্ষেত্রে) কম পুরুত্ব হবে না। মধ্যের ফাঁপা অংশ ৫ সেমি হতে ৮ সেমি এর মধ্যে হবে। এ ধরনের ক্যাভিটি ওয়াল দ্বিতল আবাসিক ভবন পর্যন্ত নিরাপদ হবে।

৩। যদি অতিরিক্ত লোড দেওয়ালে আরোপিত করার প্রয়োজন হয়, তবে অন্তঃস্থ দেওয়ালকে অর্ধ ইটের গুণিতক বিশিষ্ট পুরুত্বে নির্মাণ করতে হবে।

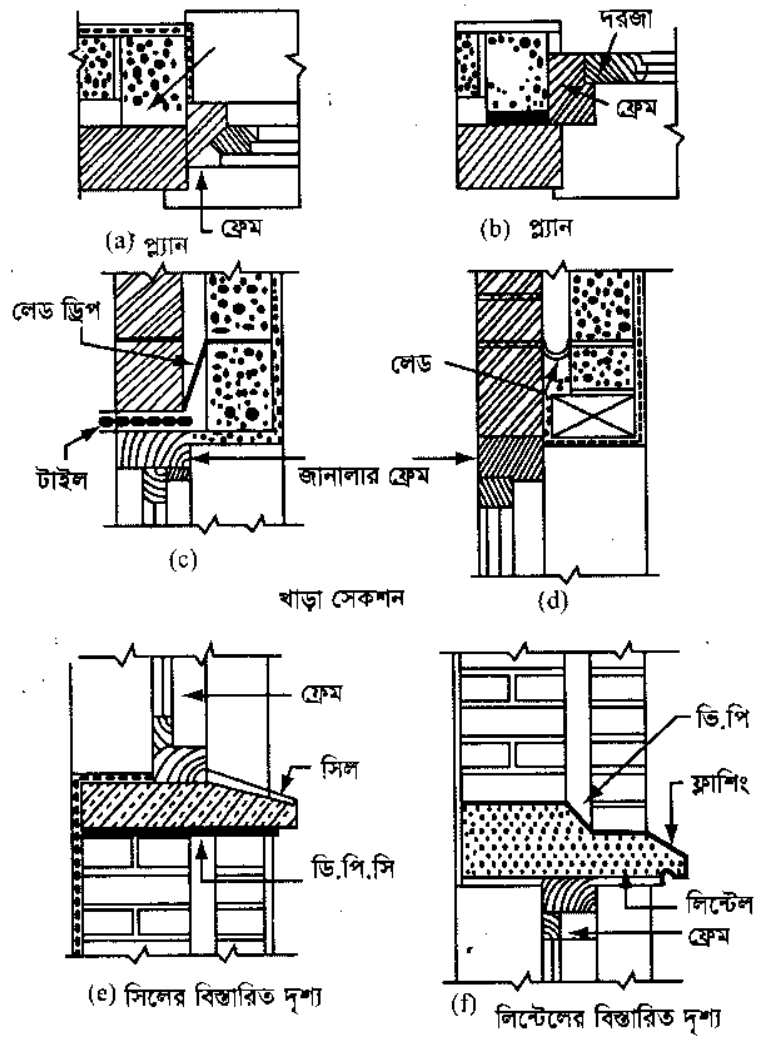
৪। বিশেষভাবে নির্মিত ওয়াল টাই দ্বারা অন্তঃস্থ ও বহিঃস্থ দেওয়ালকে সংযুক্ত করা হয়। ওয়াল টাইগুলোকে মরিচা রোধ করার জন্য গ্যালভানাইজিং করতে হবে। U. K. ভবন নির্মাণের নীতিমালা অনুসারে ৯০ সেমি আনুভূমিক দূরত্বে এবং ৪৫ সেমি খাড়া দূরত্ব পর পর টাই স্থাপন করতে হবে। দেওয়ালের দরজা জানালার নিকটে এবং কর্নার দেওয়ালে ৩০ সেমি খাড়া দূরত্ব পর পর ওয়াল টাই ব্যবহার করতে হবে। এতে দেওয়ালের স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি পাবে। গাঁথুনির সঙ্গে সঙ্গে ওয়াল টাই বসাতে হবে।

৫। যেহেতু আর্দ্রতা প্রতিরোধের জন্য ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা হয়, তাই দরজা জানালার লিন্টেলের উপরে এবং জানালার সিলের নিচে ডি.পি.সি. প্রয়োগ করতে হবে। ডি.পি.সি. অবশ্যই ফ্লেক্সিবল হবে। ফ্লেক্সিবল ডি.পি.সি. পদার্থের মধ্যে হট বিটুমেন অথবা হট অ্যাসফল্ট, বিটুমিনাস ফেল্ট অথবা অ্যাসফাল্টিক ফেল্ট, বিটুমিনাস শীট, প্লাস্টিক বা পলিথিন শীট, তামা বা সীসার শীট উল্লেখযোগ্য।

৬। সমতল ছাদের ক্ষেত্রে ভিত্তি থেকে প্যারাপেট পর্যন্ত অবিচ্ছিন্নভাবে ক্যাভিটি রাখা হয়। প্যারাপেটের উপরে কোপিং স্থাপন করে ফাঁকা বন্ধ করে দিতে হবে। আর ঢালু ছাদের ক্ষেত্রে ঈভস লেভেল (Eaves level) পর্যন্ত ক্যাভিটি রাখা হয়।

৭। যখন দুই দেওয়াল সমান পুরু হয় তখন ছাদের বা মেঝের ওজন দুই দেওয়ালই সমানভাবে বহন করবে। আর একটি দেওয়াল মোটা হলে, সেই দেওয়াল সম্পূর্ণ ওজন বহন করবে।

ফাঁকা স্থানে ক্যাভিটি ওয়াল (Cavity wall at openings) ঃ



চিত্র ঃ ১৫.২ ফাঁকা স্থানে ক্যাভিটি ওয়াল

দরজা জানালার ফাঁকা স্থানে বিচ্ছিন্ন ক্যাভিটি-এর প্ল্যান (চিত্র ঃ ১৫.২) প্রদান করা হল এবং আর্দ্রতা প্রতিরোধক সামগ্রী ব্যবহারের বিস্তারিত অবস্থান দেখান হল (চিত্র ঃ ১৫.২)। চিত্র ঃ ১৫.২-এ দরজা-জানালার ফ্রেমে খাঁজ (Groove) কেটে আর্দ্রত প্রতিরোধক সামগ্রী ব্যবহারের প্রক্রিয়া দেখান হল। আর্দ্রতা প্রতিরোধক হিসাবে দুই স্তর শ্লেট অথবা সিমেন্টের স্তর দেওয়া হয়। আ খাঁজে (Groove) অয়েল ম্যাস্টিক (Oil mastic) দিয়া পূর্ণ করা হয়। চিত্র ঃ ১৫.২-এ লীড (Lead), অ্যাসফল্ট ফেল্ট (Asphal felt) অথবা দুই স্তর শ্লেট জ্যাম্ব (Jamb)-এ প্রদান করা হয়।

যদি অবিচ্ছিন্ন ক্যাভিটি হয়, তবে দরজা, জানালা ইত্যাদি ফাঁকা জায়গার উপরে প্রত্যেক দেওয়ালের জন্য পৃথক পৃথক লিন্টে প্রদান করা উচিত। আর্দ্রতা প্রতিরোধের জন্য এটা অবশ্য প্রয়োজন। কেননা বহিঃস্থ দেওয়ালের ত্রুটিযুক্ত জোড় দিয়ে পানি ভিতরে প্রবেশ করে এবং লিন্টেলের সংস্পর্শে এসে ভিতরে ছড়িয়ে পড়বে। চিত্র ঃ ১৫.২ c ও d-এ লীড, কপার অথবা অ্যাসফল্ট ফেল্ট কভারিং হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে, তা দেখান হল। এ কভারিং ফাঁকার উভয় পার্শ্বে অথবা লিন্টেলের মধ্যে ৭৫ মিমি হতে ১৫ মিমি প্রবেশ করাতে হবে।

সিল লেভেলে এবং লিন্টেল লেভেলে পানি প্রতিরোধী স্তর প্রদানের নিয়ম চিত্র ঃ ১৫.২ e ও f -এ দেখান হল।

১৫.৪ ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা (Advantages and limitations of cavity wall) ঃ

ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধাগুলো নিম্নরূপ ঃ

১। যেহেতু ওয়াল টাই (Wall tie) ছাড়া অন্তঃস্থ এবং বহিঃস্থ দেওয়ালের মধ্যে কোথাও সংযোগ নেই, তাই বাহিরের দেওয়া অতিক্রম করে আর্দ্রতা ভিতরের দেওয়ালে প্রবেশ করতে পারে না।

২। ক্যাভিটির বাতাস কুপরিবাহী হিসাবে কাজ করে বলে বাহিরের দেওয়াল থেকে রুমের ভিতরে তাপ সঞ্চালন খুবই ক হয়। তাই নিরেট দেওয়ালের তুলনায় ফাঁপা দেওয়ালের ২৫% তাপ নিরোধক ক্ষমতা বেশি।

৩। ক্যাভিটি ওয়াল-এর উত্তম শব্দ নিরোধক গুণাবলি রয়েছে।

৪। এটা আর্থিক সাশ্রয়কারী।

৫। ক্যাভিটির জন্য কাঠামোর লোড হ্রাস পায়। ফলে ভিত্তির উপর লোডের পরিমাণ কমে যায়।

৬। যেখানে জলবায়ুর তীব্রতা খুব বেশি থাকে। যেমন– সমুদ্রের উপকূলে, গ্রীষ্ম মণ্ডলীয় এলাকায় অথবা যেখানে প্রবল ব হয়, সেখানে প্রাকৃতিক দুর্যোগের হাত হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য এ দেওয়াল নির্মাণ সুবিধাজনক।

সীমাবদ্ধতা বা অসুবিধা ঃ

১। ওয়াল টাই মরিচা পড়ে নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

২। ক্যাভিটি ওয়াল তৈরি করতে দক্ষ শ্রমিকের প্রয়োজন হয়।

৩। ক্যাভিটির মধ্যে অনেক সময় সাপ, তেলাপোকা, মশামাছি, ইঁদুর ইত্যাদি ক্ষতিকারক প্রাণী প্রবেশ করতে পারে।

৪। দরজা জানালার ফাঁকার উপরে ও নিচে বিশেষ ব্যবস্থার মাধ্যমে ডি.পি.সি. প্রয়োগ করতে হয়, ফলে নির্মাণব্যয় বেড়ে যায়।

৫। কম পুরুত্বের দেওয়ালের ক্ষেত্রে ক্যাভিটি ওয়াল প্রদান করা সম্ভব নয়।

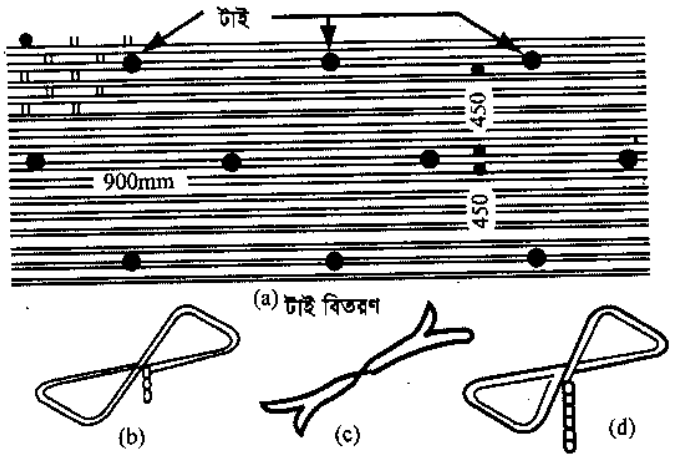
৬। নির্মাণব্যয় তুলনামূলকভাবে অনেক বেশি।

১৫.৫ এবং ১৫.৬ ওয়াল টাই (Wall tie) ঃ

ক্যাভিটি ওয়ালের উভয় লীফ বা দেওয়াল ওয়াল টাই ছাড়া একে অপরের সংস্পর্শে আসবে না। দুই লীফকে একত্রে ধ রাখবার জন্য ওয়াল টাই ব্যবহার করা হয়। এ উদ্দেশ্যের জন্য ব্যবহৃত ওয়াল টাইকে যথেষ্ট শক্তিশালী, অক্ষয় (Noncorrodible এবং এমন আকৃতির হওয়া উচিত যে, এর দ্বারা পানি বাহিরের দেওয়াল হতে ভিতরে প্রবেশ করতে না পারে।

ওয়াল টাইগুলো আনুভূমিকভাবে ৯০ সেমি পর পর এবং খাড়াভাবে ৪৫ সেমি পর পর স্থাপন করা হয়। তবে আনুভূমিক বা খাড়াভা যেখানে এ টাই স্থাপন করা হচ্ছে, তার ঠিক উপরে বা নিচে বা পাশাপাশি দুই টাই যেন একই লাইনে না হয়। অর্থাৎ প্রথম, তৃতীয়, পঞ্চম টা আনুভূমিকভাবে যে লাইনে বসবে, দ্বিতীয়, চতুর্থ, ষষ্ঠ টাই ঠিক তার মাঝে মাঝে বসবে (Staggred)। (চিত্র ঃ ১৫.৩ a)।

ওয়াল টাই মাইল্ড স্টীলের (Mild steel) তৈরি, গ্যালভানাইজিং করে অথবা পুরু গরম টার (Tar)-এর প্রলেপ দিয়ে মরিচারো করা হয়। গুরুত্বপূর্ণ দালানে অথবা সমুদ্র তীরবর্তী দালানে কপার বা ব্রোঞ্জ বা ঐ জাতীয় টেকসই এবং উচ্চ মরিচারোধী মেটাল টাই ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন প্রকার ওয়াল টাই-এর চিত্র দেখান হল (চিত্র ঃ ১৫.৩ b, c ও d)।

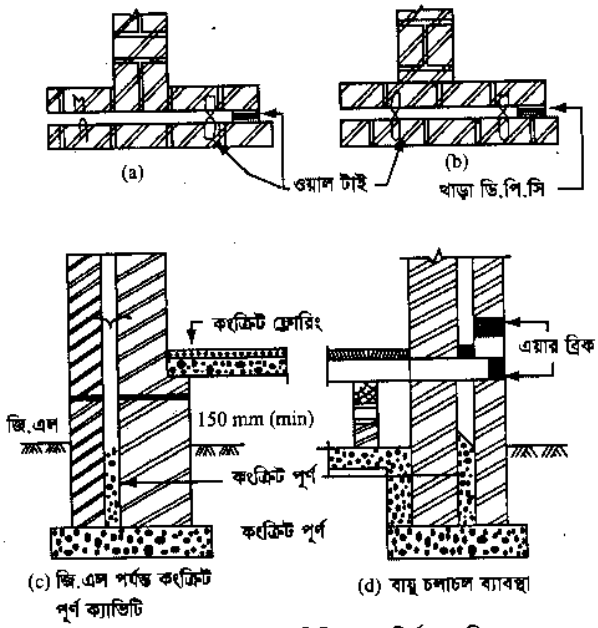


চিত্র ঃ ১৫.৩ ওয়াল টাই

চিত্র ঃ ১৫.৩ b-তে দেখান ওয়াল টাই সচরাচর ব্যবহৃত হয়, একে ওয়্যার টাই (Wire tie) বলে। এর দুই প্রান্ত একত্রে মোচড়িয়ে (Twisted) নিচের দিকে ঝুলান থাকে, যাতে আর্দ্রতা প্রবেশ করে ফোটায় ফোটায় পানি ফাঁকা জায়গায় পড়তে পারে। ৩ বা ৪ মিমি ব্যাসের তার দিয়ে এ ওয়াল টাই তৈরি করা হয়। চিত্র ঃ ১৫.৩ d-তে ফ্লাট বার (Flat bar)-এর ওয়াল টাই দেখান হল। এর দুই প্রান্ত একত্রে মোচড়ানো। চিত্র ঃ ১৫.৩ c-তে কাঁটাওয়ালা প্রান্ত (Forked ends) বিশিষ্ট ফ্লাট বারের তৈরি ওয়াল টাই দেখান হল। এর মাঝখানে মোচড়ানো থাকে এবং এটা শক্ত এবং টেকসই।

১৫.৭ ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি (Construction of cavity wall) ঃ

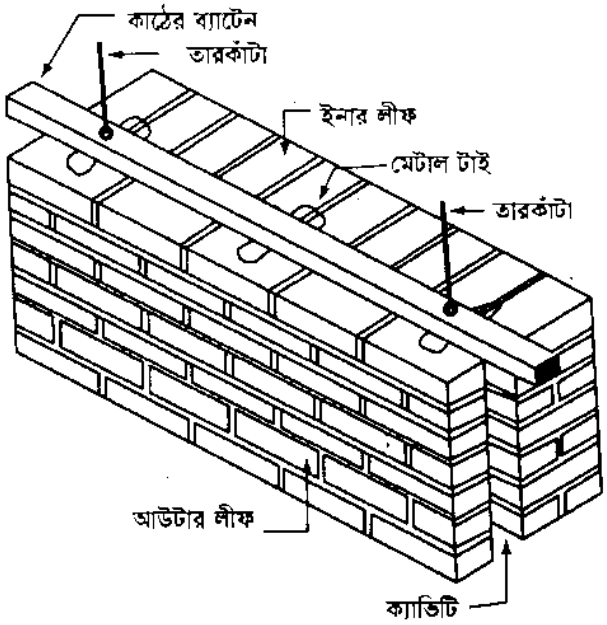
ফুটিংবিহীন ওয়ালের ক্ষেত্রে কংক্রিট বেইজের উপর থেকে ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণকাজ আরম্ভ করতে হবে। ক্যাভিটির নিচ থেকে ভূমির লেভেলের কিছুটা উপর পর্যন্ত হালকা কংক্রিট দ্বারা পূর্ণ করে দিতে হয় এবং কংক্রিটের উপর প্রান্ত ঢালু করে এক মিটার পর পর বহিঃস্থ দেওয়ালে উইপ হোল (Weep hole) প্রদান করতে হয় (চিত্র ঃ ১৫.৪ c, d)। অন্তঃস্থ দেওয়াল সাধারণ ইট দ্বারা এবং বহিঃস্থ দেওয়াল যে-কোন ডিজাইনের ফেসিং ব্রিক অথবা উত্তম সমাপনী কাজসহ সাধারণ ইট দিয়েও তৈরি করা যায়। দু'টি দেওয়ালকে একত্রে ওয়াল টাই দ্বারা সংযোগ করা হয়।



চিত্র ঃ ১৫.৪ ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণপদ্ধতি

অর্ধ ইটের পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে স্টেচার হিসাবে ইটকে স্থাপন করতে হয়। যেখানে দেওয়ালের পুরুত্ব বেশি সেখানে ইংলিশ অথবা ফ্লেমিশ যে-কোন ধরনের বন্ড দ্বারা ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা যায়। একটি নিরেট দেওয়াল (Solid wall)-এর সাথে ক্যাভিটি ওয়ালের সংযোগের চিত্র দেখান হল (চিত্র ঃ ১৫.৪)।

ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সময় খুবই সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়। মসলা যাতে ক্যাভিটির মধ্যে না পড়ে সেদিকে খেয়াল রাখতে হয়। ওয়ালের দুটি লীফই সমআকারে এবং একই উচ্চতায় নির্মাণ করতে হবে। পূর্বনির্ধারিত ওয়াল টাই-এর অবস্থান অনুযায়ী ওয়াল টাই বসাতে হবে। ক্যাভিটির মধ্যে যাতে মর্টার (Mortar) না পড়ে সে জন্য ২৫ মিমি পুরু এবং ক্যাভিটির চেয়ে ১২ মিমি কম চওড়াবিশিষ্ট কাঠের ব্যাটেন (Timber batten) ওয়াল টাই-এর উপর ব্যবহার করতে হয়। ব্যাটেনকে উত্তোলন করার জন্য ব্যাটেনের সাথে ওয়্যার এবং নেইল (Wire and nail) সংযোগ করতে হয় (চিত্রঃ ১৫.৫)। ওয়াল টাই-এর উপর ব্যাটেন রেখে পরবর্তী টাই-এর সারি পর্যন্ত ইটের গাঁথুনি করা হয়, তারপর ব্যাটেন উত্তোলন করে পরিষ্কার করা হয়, পরবর্তী টাই-এর সারির উপর স্থাপন করা হয়। আবার গাঁথুনি করা হয়। এমনিভাবে ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণকাজ শেষ করতে হবে।



চিত্র ঃ ১৫.৫ ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ

১৫.৮ ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণে সতর্কতাসমূহ ঃ

১। যথাসম্ভব দুই দেওয়ালের মধ্যে ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শ পরিহার করতে হবে।

২। অর্ধ ইটের পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে বহিঃস্থ দেওয়ালটি স্টেচার বন্ড দ্বারা নির্মাণ করতে হবে।

৩। দুই লীফে বা দেওয়ালের জন্য আলাদা ডি.পি.সি. এর স্তর দিতে হবে।

৪। আনুভূমিক ড্যাম্প প্রুপ কোর্স ক্যাভিটির নিম্নতল থেকে ১৫ সেমি উপরে হবে।

৫। আর্দ্রতার অনুপ্রবেশ প্রতিরোধকল্পে ক্যাভিটির নিম্নতল, মাটির লেভেলের ১৫ সেমি উপরে থাকতে হবে।

৬। আনুভূমিক ডি.পি.সি. এর একটু নিচেই এক মিটার পর পর উইপ হোল (Weep hole) বা পানি নিষ্কাশনী ছিদ্র রাখতে হবে, যাতে ক্যাভিটি ওয়ালের মধ্যে অবাধে বায়ু চলাচল করতে পারে।

৭। দরজা অথবা জানালার ফাঁকার উপরে ও নিচে ডি.পি.সি. প্রয়োগ করতে হবে।

৮। নির্মাণকালে ব্রিক রাবিশ অথবা মসলা যাতে ক্যাভিটির মধ্যে না পড়ে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে। সেজন্য গাঁথুনির সময় ক্যাভিটির মধ্যে কাঠের ব্যাটেন বসিয়ে গাঁথুনি করতে হবে।

৯। গ্যালভানাইজিং করে ওয়াল টাইকে মরিচারোধী করতে হবে।

১০। উভয় দেওয়াল একই হারে ও একই উচ্চতায় গাঁথুনির কাজ করতে হবে এবং ওয়াল টাই-এর অবস্থান পূর্বাহ্নেই নির্ধারণ করে রাখতে হবে।

১১। ক্যাভিটির মধ্যে যাতে মশামাছি প্রবেশ করতে না পারে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।

অনুশীলনী-১৫

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ক্যাভিটি ওয়াল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর ঃ পাশাপাশি দু'টি দেওয়ালের মধ্যে ৫ থেকে ৮ সেমি ফাঁকা রেখে যে দেওয়াল নির্মাণ করা হয় তাকে ক্যাভিটি ওয়াল বা ফাঁপা দেওয়াল বলে। দু'টি সমান্তরাল দেওয়ালকে মাঝে মাঝে ওয়াল টাই দ্বারা আটকানো হয়। পুরুত্ব সমান অথবা অন্তঃস্থ দেওয়ালের পুরুত্ব বেশি রাখা হয়। আপতিত লোডকে বহন করতে হয় বলে অন্তঃস্থ দেওয়ালকে যথেষ্ট শক্তিশালী করতে হয়। উভয় দেওয়ালের পুরুত্ব কোন অবস্থাতেই অর্ধ ইটের কম হবে না।

২। ক্যাভিটি ওয়ালের অংশগুলো কী কী?

উত্তর ঃ ক্যাভিটি ওয়ালের তিনটি অংশ, যথা ঃ

১। আউটার লীফ বা বহিঃস্থ দেওয়াল।

২। ইনার লীফ বা অন্তঃস্থ দেওয়াল।

৩। ক্যাভিটি বা অবিচ্ছিন্ন ফাঁকা অংশ।

৩। ক্যাভিটি ওয়ালের অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ ক্যাভিটি ওয়ালের অসুবিধা বা সীমাবদ্ধতা নিম্নরূপ–

১। ওয়াল টাই মরিচা পড়ে নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

২। দক্ষ শ্রমিকের প্রয়োজন হয়।

৩। ক্যাভিটির মধ্যে অনেক সময় সাপ, তেলাপোকা, মশামাছি, ইঁদুর ইত্যাদি ক্ষতিকারক প্রাণী প্রবেশ করতে পারে।

৪। দরজা-জানালার ফাঁকার উপরে ও নিচে বিশেষ ব্যবস্থার মাধ্যমে ডি.পি.সি. প্রয়োগ করতে হয়, ফলে নির্মাণব্যয় বেড়ে যায়।

৫। কম পুরুত্বের দেওয়ালের ক্ষেত্রে ক্যাভিটি ওয়াল প্রদান করা সম্ভব নয়।

৬। এ ওয়ালের নির্মাণব্যয় তুলনামূলকভাবে অনেক বেশি।

৪। ওয়াল টাই কী? [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর ঃ নির্দিষ্ট আকার-আকৃতির যে মাইল্ড স্টীলের রড দ্বারা ক্যাভিটি ওয়ালের উভয় লীফ বা দেওয়ালকে সংযুক্ত করা হয়, তাকে ওয়াল টাই বলে। দুই লীফকে একত্রে ধরে রাখার জন্য ওয়াল টাই ব্যবহার করা হয়। গ্যালভানাইজিং করে অথবা পুরু গরম টার-এর প্রলেপ দিয়ে ওয়াল টাইকে মরিচারোধী করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কী উদ্দেশ্যে বা প্রয়োজনে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা হয়?** [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১]

উত্তর ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

২। **ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সুবিধাগুলো কী কী?** [বাকাশিবো-২০১২]

উত্তর ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **দরজা বা জানালার উপরের ক্যাভিটি ওয়ালের চিত্র দাও।**

উত্তর ঃ চিত্র ১৫.২ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সময় কী কী সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত?** [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]

উত্তর ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫। **ক্যাভিটি ওয়ালের পরিচ্ছন্ন চিত্রসহ বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।** [বাকাশিবো-২০০৫]

উত্তর ঃ চিত্র ১৫.১ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **ক্যাভিটি ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। **ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০০২, ১১]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩। **ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধা ও সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ।** [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। **ফাঁকা স্থানে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের কৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৫.৩ নং দ্রষ্টব্য।

ব্যবহারিক
(Practical)

পরীক্ষণ নং-০১	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ **বিভিন্ন আকারের অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মতার গুণাংক নির্ণয়ের জন্য গ্রেডিং কার্ভ অংকনকরণ (Draw the grading curves for various samples of aggregates to find out the FM value).**

তত্ত্ব ঃ অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মতার গুণাংক নির্ণয় করার জন্য গ্রেডিং চার্ট ও গ্রেডিং কার্ভ অংকন করা হয়। কোন অ্যাগ্রিগেটের সূক্ষ্মত গুণাংক বেশি হলে বুঝতে হবে ঐ অ্যাগ্রিগেটের কণার আকার বড় এবং সূক্ষ্মতার গুণাংক কম হলে বুঝতে হবে ঐ অ্যাগ্রিগেটের কণ আকার ছোট হবে।

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ বালি (সূক্ষ্ম বালি ও স্থূল বালি), কোর্চ অ্যাগ্রিগেট (২০ মিলিমিটার ডাউন গ্রেডেড ও ৪ মিলিমিটার ডাউন গ্রেডেড), একসেট চালুনি (৮০ মিমি, ৪০ মিমি, ২০ মিমি, ১০ মিমি, ৪.৭৫ মিমি, ২.৩৬ মিমি, ১.১৮ মি ০.৬০০ মিমি, ০.৩০০ মিমি, ০.১৫০ মিমি, ০.০৭৫ মিমি. এবং প্যান) সিভ স্যাগার মেশিন, নিক্তি গ্রাফ পেপার, পেন্সিল ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। প্রথমে বিভিন্ন গ্রেডের অ্যাগ্রিগেট (কের্চ ও ফাইন) বাছাই করতে হবে।

২। দুই ধরনের ফাইন অ্যাগ্রিগেটের স্যাম্পল এবং দুই ধরনের কোর্চ এগ্রিগেটের স্যাম্পলকে SP–1, SP–2, SP–3 ও SP- ধারা চিহ্নিত করতে হবে।

৩। ফাইন এগ্রিগেট দুইটি SP–1 এবং SP–2 দ্বারা, কোর্চ অ্যাগ্রিগেট দুইটি SP–3 এবং SP–4 দ্বারা চিহ্নিত করতে হবে।

৪। ফাইন অ্যাগ্রিগেটের স্যাম্পল ১০০০ গ্রাম বা ১ কেজি করে এবং কোর্চ অ্যাগ্রিগেটের স্যাম্পল ১০০০০ গ্রাম বা ১০ কে করে নিতে হবে।

৫। এবার SP–1 কে চালুনিতে উঠাতে হবে। চালুনির বড় আকার সবার উপরে এবং ছোট আকার নিচে। সবার নিচে প দ্বারা চালুনি সেট সাজাতে হবে। সবার উপরের চালুনি ঢাকনা দ্বারা ঢেকে আটকাতে হবে।

৬। সবার উপরে ৮০ মিমি, এর নিচে ৪০ মিমি, তার নিচে ২০ মিমি, তার নিচে ১০ মিমি, তার নিচে ৪.৭৫ মিমি, তার নি ২.৩৬ মিমি তার নিচে ১.১৮ মিমি. তার নিচে ০.৬০০ মিমি. বা ৬০০ মাইক্রো মি., তার নিচে ০.৩০০ মিমি, বা ৩ মাইক্রো মি. তার নিচে ০.১৫০ মিমি বা ১৫০ মাইক্রো মি. তার নিচে ০.০৭৫ মিমি. বা ৭৫ মাইক্রো মি. এবং সর্বে প্যান দ্বারা চালুনি সেট তৈরি করতে হবে।

৭। এবার SP বা স্প্যাসিমেন্টসহ চালুনিকে ভালোভাবে ঝাঁকাতে হবে বা সিভ স্যাগার মেশিনে ৫ মিনিট ঝাঁকাতে হবে।

৮। তারপর চালুনি খুলে প্রত্যেক চালুনির অবশেষ নিক্তি দ্বারা ওজন করতে হবে এবং তা খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে।

৯। এভাবে SP–2, SP–3 and SP–4 এর জন্য একইভাবে করতে হবে।

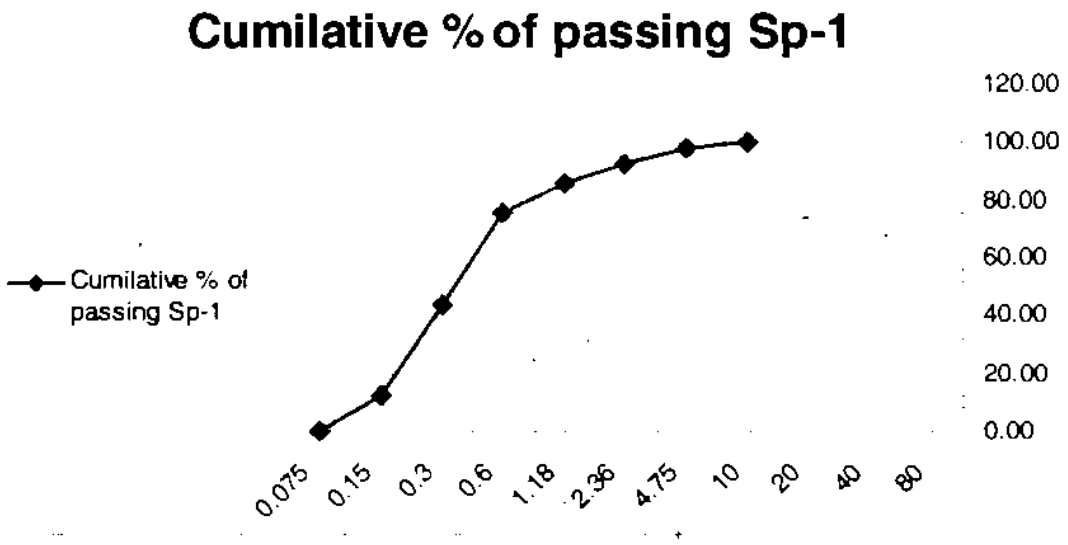
১০। এখন নিম্নের ছক অনুযায়ী প্রত্যেক স্প্যাসিমেন্ট-এর জন্য সূক্ষ্মতার গুণাংক (FM) নির্ণয় করতে হবে এবং পুঞ্জীভূত শত অবশেষ থেকে পুঞ্জীভূত শতকরা পাসিং নির্ণয় করতে হবে।

১১। নিম্নের ডাটা অনুযায়ী FM এবং গ্রেডিং কার্ভ অংকন করা হল–

টেবিল– প্রত্যেক প্রকার স্প্যাসিমেন্টের শতকরা অবশেষ FM নির্ণয় চার্ট ঃ

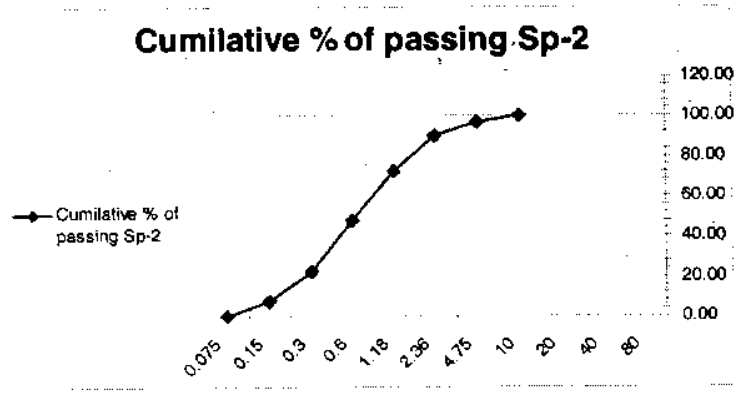
Sieve Size mm	Weight of retained (gm)				% of retained				Cumilative % of retained				Cumilatve % of passing			
	SP–1	SP–2	SP–3	SP–4	SP–1	SP–2	SP–3	SP–4	SP–1	SP–2	SP–3	SP–4	SP–1	SP–2	SP–3	SP–4
80	0.00	0.00	0.00	500.00	0.00	0.00	0.00	5.00			0.00	5.00			100.00	95.00
40	0.00	0.00	300.00	1000.00	0.00	0.00	3.00	10.00			3.00	15.00			97.00	85.00
20	0.00	0.00	1000.00	4500.00	0.00	0.00	10.00	45.00			13.00	60.00			87.00	40.00
10	0.00	0.00	4000.00	2000.00	0.00	0.00	40.00	20.00	0.00	0.00	53.00	80.00	100.00	100.00	47.00	20.00
4.75	20.00	30.00	2000.00	1000.0	2.00	3.00	20.00	10.00	2.00	3.00	73.00	90.00	98.00	97.00	27.00	10.00
2.36	50.00	70.00	1000.00	250.00	5.00	7.00			7.00	10.00	73.00	90.00	93.00	90.00	27.00	10.00
1.18	70.00	175.00	750.00	300.00	7.00	17.50			14.00	27.50	73.00	90.00	86.00	72.50		
0.6	100.00	250.00	500.00	200.00	10.00	25.00			24.00	52.50	73.00	90.00	76.00	47.50		
0.3	325.00	250.00	300.00	100.00	32.50	25.00			56.00	77.50	73.00	90.00	43.50	22.50		
0.15	310.00	150.00	100.00	75.00	31.00	15.00			87.00	92.50	73.00	90.00	12.50	7.50		
0.075	100.00	75.00	50.00	50.00									0.00	0.00		
Pan	25.00	0.00	0.00	25.00												
Sum	1000.00	1000.00	10000.00	1000.00					191.00	263.00	507.00	700.00				
								FM=	1.91	2.63	5.07	7.00				

Speciment No-01



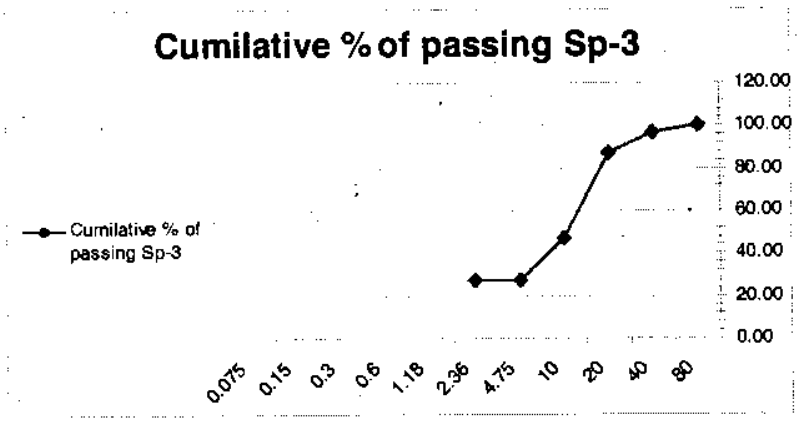
গ্রেন সাইজ ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ

Speciment No-02



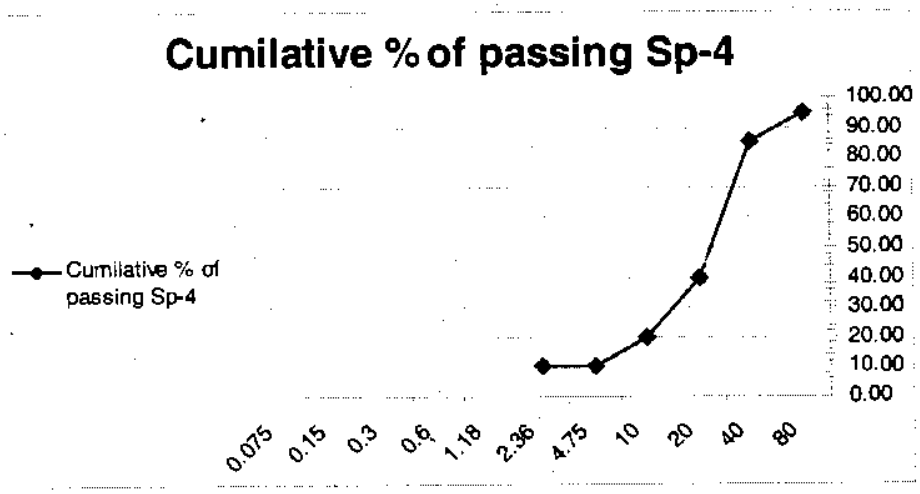
গ্রেন সাইজ ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ

Speciment No-03



গ্রেন সাইজ ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ

Speciment No-04



গ্রেন সাইজ ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ

ফলাফল ঃ গ্রেন সাইজ ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ ইংরেজি অক্ষর S এর ন্যায় হয়ে থাকে। ডিস্ট্রিবিউশন কার্ভ *s* এর ন্যায় হলে ঐ অ্যাগ্রিগেট কংক্রিটের জন্য খুবই বেশি উপযোগী। আমাদের প্রাপ্ত SP–2 এবং SP–3 কংক্রিটের জন্য বেশি উপযোগী। কারণ এস *s* এর ন্যায় কার্ভ হলে কংক্রিটের সকল এগিগ্রেটের উপাদানের অনুপাত সঠিক হয়।

সাবধানতা ঃ চালুনি সঠিকভাবে সেট করতে হবে। ভালোভাবে ঝাঁকাতে হবে এবং প্রত্যেক চালুনির অবশেষ ভালোভাবে পরিমাণ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং কাকে বলে?

উত্তর ঃ অ্যাগ্রিগেটের বিভিন্ন কণার আকার চালুনি বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রকাশ করাকেই অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলা হয়।

২। সূক্ষ্ম পূরক অ্যাগ্রিগেটের আকার কত?

উত্তর ঃ সূক্ষ্ম পূরক অ্যাগ্রিগেটের আকার সর্বনিম্ন ০.১৫ মিলিমিটার এবং সর্বোচ্চ ৪.৭৫ মিলিমিটার।

৩। স্থূল পূরক অ্যাগ্রিগেটের আকার কত?

উত্তর ঃ স্থূল পূরক অ্যাগ্রিগেটের সর্বনিম্ন আকার ৪.৭৫ মিলিমিটার এবং সর্বোচ্চ আকার ৪.৭৫ মিলিমিটার থেকে বড়, কিন্তু ৮০ মিলিমিটারের বড় হতে পারবে না।

৪। গ্রেডিং কার্ভের শেপ কেমন হওয়া উচিত?

উত্তর ঃ গ্রেডিং কার্ভের শেপ ইংরেজি অক্ষর এস (s) এর ন্যায় হওয়া উচিত

৫। সূক্ষ্ম পূরকের FM নির্ণয়ের জন্য চালুনির আকার লিখ।

উত্তর ঃ সূক্ষ্ম পূরকের FM নির্ণয়ের জন্য চালুনি সেট হল ৪.৭৫ মিমি; ২.৩৬ মিমি; ১.১৮ মিমি' ০.৬ মিমি, ০.৩ মিমি এবং ০.১৫ মিমি।

৬। স্থূল পূরকের FM নির্ণয়ের জন্য চালুনির আকার লিখ।

উত্তর ঃ স্থূল পূরকের FM নির্ণয়ের জন্য চালুনি সেট হল ৮০ মিমি; ৪০ মিমি; ২০ মিমি; ১০ মিমি এবং ৪.৭৫ মিমি।

পরীক্ষণ নং-০২	তারিখ ঃ	সময় .....
জবের নাম ঃ	**বিভিন্ন ধরনের কংক্রিটের কাজের নতির পরিমাণ বাহিরকরণ (Determine the slump for different concrete works).**	

তত্ত্ব ঃ কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা (Workability) নির্ণয় করার জন্য এই পরীক্ষা করা হয়।

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ সদ্য প্রস্তুতকৃত কংক্রিট মিশ্রণ, দুদিকে হাতলযুক্ত স্লাম্প কোণ, পানি অশোষক লোহা বা কাচের সমতল প্লেট, ১৬ মিলিমিটার ($\frac{৫''}{৮}$) ব্যাসের ৬০ সেন্টিমিটার লম্বা রড, মেজারিং টেপ ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। দুদিকে হাতলযুক্ত লোহার স্লাম্প কোনকে পানি অশোষক লোহা বা কাচের সমতল প্লেটের উপর স্থাপন করতে হবে

২। স্লাম্প কোণ-০এর আকার উচ্চতা ৩০ সেন্টিমিটার, উপরের প্রান্তের ব্যাস ১০ সেন্টিমিটার এবং নিচের প্রান্তের ব্যাস ২০ সেন্টিমিটার।

৩। সদ্যমিশ্রিত কংক্রিট চার স্তরে স্লাম্প কোণের মধ্যে ভর্তি করতে হবে।

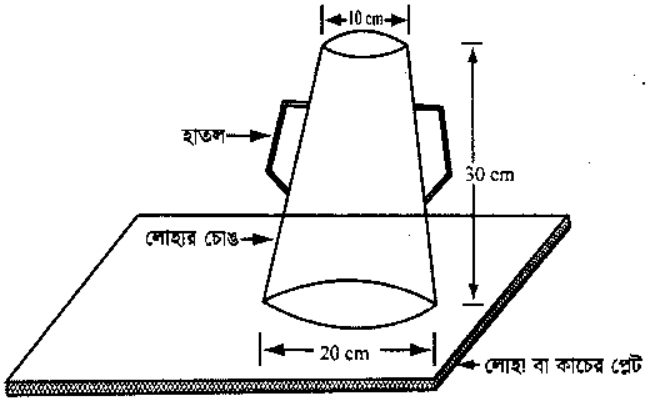
৪। প্রতি স্তর ভর্তির সময় ১৬ মিলিমিটার ব্যাসের ৬০ সেন্টিমিটার লম্বা রড দ্বারা ২৫ বার খুঁচিয়ে কংক্রিটকে ভালোভাবে গাদাতে (Compaction) হবে।

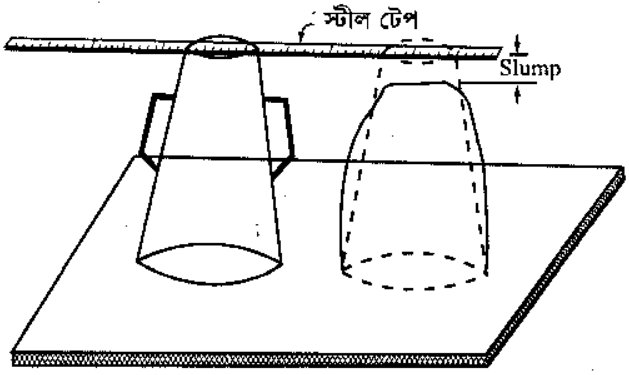
৫। সম্পূর্ণ ভর্তি হয়ে যাওয়ার পর উপরিভাগটা সমান করে তৎক্ষণাৎ স্লাম্প কোণের হাতল ধরে সোজা উপরের দিকে টেনে উঠাতে হবে

৬। দেখা যাবে কংক্রিট আস্তে আস্তে নিচের দিকে বসে যাচ্ছে। অর্থাৎ কংক্রিটের উচ্চতা কমে যাচ্ছে।

৭। কংক্রিটের উচ্চতা যতটুকু হ্রাস পাবে উক্ত মানই হবে কংক্রিটের Slump বা নতি।

৮। উক্ত মান নির্ণয়ের জন্য কংক্রিটের পাশে প্লেটের উপর রাখা স্লাম্প কোণের উপর দিয়ে একটি পাতলা স্টীলের স্কেল স্থাপন করে খুব সহজে স্কেল হতে কংক্রিটের উপরিভাগের পরিমাণ পরিমাপ করা যাবে।





৯। কংক্রিটের বিভিন্ন প্রকার নির্মাণ উপকরণের জন্য স্লাম্প বা নতি-এর মান ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে।

১০ ACI কোড অনুযায়ী অনুমোদিত বিভিন্ন ধরনের নির্মাণকাজের জন্য স্লাম্প বা নতির মান নিম্নে প্রদান করা হল ঃ

ক্রমিক নং	নির্মাণ কাজের ধরন	অনুমোদিত নতির মান (সেন্টিমিটার)
১	আর.সি.সি স্ল্যাব, বীম ও দেওয়াল	৫.০ থেকে ১০.০
২	কলাম, রিটেইনিং ওয়াল	৭.৫ থেকে ১৫.০
৩	পানিরোধী নির্মাণকাজ	৭.৫ থেকে ১২.০
৪	সাধারণ কংক্রিট ফুটিং, কেইশন ফাউন্ডেশন	২.৫ থেকে ৭.৫
৫	পুরু কংক্রিট	২.৫ থেকে ৫.০
৬	আর.সি.সি ফুটিং ও অল্প পুরুত্বের দেওয়াল	৫.০ থেকে ১০.০
৭	ভাইব্রেটেড কংক্রিট	১.২ থেকে ২.৫
৮	রাস্তার ক্ষেত্রে কংক্রিট	২.০ থেকে ৩.০
৯	ব্রিজের ডেক নির্মাণের কংক্রিট	২.৫ থেকে ৭.৫

ফলাফল ঃ কংক্রিটের স্লাম্প বা নতির মান যত বেশি হবে ইহার কার্যোপযোগিতা (Workability) তত বেশি হবে এবং স্লাম্প বা নতির মান যত কম হবে ইহার কার্যোপযোগিতা (Workability) তত কম হবে।

সতর্কতা ঃ নতি পরীক্ষা (Slump test) করার সময় খুব ভালো করে খেয়াল রাখতে হবে কোন ধরনের কাজের জন্য পরীক্ষা করা হচ্ছে এবং উক্ত কাজের জন্য ACI কোড অনুযায়ী নতি (Slump) এর মান প্রদত্ত মাত্রার মধ্যে আছে কি না।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **নতি পরীক্ষা কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কংক্রিটের মিশ্রণের কার্যোপযোগিতা (Workability) নির্ণয় করার জন্য স্লাম্প কোণের মাধ্যমে যে পরীক্ষা করা হয় তাকেই নতি পরীক্ষা বলে।

২। **নতি পরীক্ষা কেন করা হয়?**

উত্তর ঃ কংক্রিটের বিভিন্ন ধরনের কাজের জন্য কংক্রিটের মিশ্রণের ঘনত্ব বিভিন্ন হয়ে থাকে, যার কারণে কংক্রিটের স্লাম্প টেস্টে নতির পরিমাণ ভিন্ন ভিন্ন হয়। কোন ধরনের নির্মাণকাজের জন্য নতির পরিমাণ কত তা নির্ণয় করার এবং যাচাই করার জন্য নতি পরীক্ষা করা হয়।

৩। **কোন ধরনের কাজে নতির পরিমাণ সবচেয়ে কম ও বেশি?**

উত্তর ঃ ভাইব্রেটেড কংক্রিট এবং ব্রিজের ডেক নির্মাণের জন্য কংক্রিটের নতি সর্বনিম্ন হয়ে থাকে এবং কলাম ও রিটেইনিং ওয়াল নির্মাণের জন্য কংক্রিটের নতি সর্বোচ্চ হয়ে থাকে।

৪। **নতি পরীক্ষা কীসের মাধ্যমে করা হয়?**

উত্তর ঃ নতি পরীক্ষা স্টীলের তৈরি হাতলযুক্ত স্লাম্প কোণের মাধ্যমে করা হয়।

৫। **স্লাম্প কোণের আকার কেমন?**

উত্তর ঃ স্লাম্প কোণের উচ্চতা ৩০ সেন্টিমিটার, নিচের ব্যাস ২০ সেন্টিমিটার এবং উপরের ব্যাস ১০ সেন্টিমিটার।

৬। **স্লাম্প কোণে কত স্তরে কংক্রিট ভর্তি করতে হয়?**

উত্তর ঃ চার স্তরে স্ল্যাম্প কোণে কংক্রিট ভর্তি করা হয়।

৭। **স্লাম্প কোণে কংক্রিট কীভাবে দৃঢ়াবদ্ধ (Compaction) করা হয়?**

উত্তর ঃ প্রতি স্তরে ১৬ মিলিমিটার ডায়ার ৬০ সেন্টিমিটার লম্বা রড কংক্রিট হতে ৫০ সেমি উঁচু থেকে ছেড়ে দিতে হবে ২৫ বার করে। রডের নিজস্ব ওজনে কংক্রিট দৃঢ়াবদ্ধ (Compaction) হবে।

৮। **কংক্রিটের নতির মাত্রা সর্বোচ্চ কীসের উপর নির্ভর করে?**

উত্তর ঃ কংক্রিটের সর্বোচ্চ নতির মাত্রা নির্ভর করে কংক্রিটের পানি-সিমেন্টের অনুপাতের উপর।

পরীক্ষণ নং-০৩	তারিখ ঃ	সময় .....
জবের নাম ঃ	**কংক্রিটের তৈরি কিউবের সর্বোচ্চ চাপশক্তি পরীক্ষা (Conduct the compressive strength of cube for concrete and interpret the results).**	

তত্ত্ব ঃ কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন (Ultimate strength of concrete) নির্ণয় করার জন্য চাপশক্তি পরীক্ষা করা হয়। কংক্রিট দ্বারা কিউব বা ঘনক তৈরি করে এই পরীক্ষা করা হয়।

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ সিমেন্ট, বালি, খোয়া, পানি, মিক্সার মেশিন বা কোদাল বা ব্যালচা, কড়াই, কর্ণিক, লোহার তৈরি কিউব আকৃতির ফর্মওয়ার্ক, কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেসটিং মেশিন, ক্যালকুলেটর ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। ভিন্ন ভিন্ন মিক্স রেশিওতে (১ ঃ ১ ঃ ২; ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ ঃ ৩; ১ ঃ ২ ঃ ৪; ১ ঃ ৩ ঃ ৬) এবং ভিন্ন ভিন্ন ওয়াটার রেশিওতে (০.৪০; ০.৫০; ০.৬০) কংক্রিট তৈরি করে কিউব নির্মাণ করতে হবে।

২। প্রত্যেক ধরনের জন্য ৩টি করে কিউব নির্মাণ করতে হবে।

৩। যেমন ১ ঃ ১ ঃ ২ মিক্স রেশিওতে ০.৪০; ০.৫০ এবং ০.৬০ এই তিন ধরনের ওয়াটার সিমেন্ট রেশিওতে ৩টি ধরন বা আইটেম অর্থাৎ ৩ × ৩ = ৯ টি কিউব নির্মাণ করতে হবে।

৪। তাহলে ৪ ধরনের মিক্স রেশিওতে সর্বমোট ৯ × ৪ = ৩৬টি কিউব বা ঘনক নির্মাণ করতে হবে।

৫। ঘনকের বা কিউবের আকার দৈর্ঘ্য = ১৫ সেন্টিমিটার, প্রস্থ = ১৫ সেন্টিমিটার এবং উচ্চতা = ১৫ সেন্টিমিটার।

৬। বিভিন্ন মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিমেন্ট রেশিওতে হিসাব করে কংক্রিট প্রস্তুত করতে হবে।

৭। লোহার কিউবের ফর্মওয়ার্ক পরিষ্কার করে তাতে লুব্রিকেটিং প্রদান করতে হবে।

৮। কিউবের চারিদিকের স্ক্রুগুলো ভালোভাবে লাগাতে হবে যেন মসলা/কংক্রিট ভর্তি করার সময় খুলে না যায়।

৯। এবার প্রস্তুতকৃত কংক্রিট দ্বারা কিউবের ফর্মওয়ার্ক ভর্তি করে কিউব বা ঘনক তৈরি করতে হবে।

১০। কংক্রিট স্থাপনের ২৪ ঘণ্টা পরে ফর্মওয়ার্ক থেকে অপসারণ করে কিউরিং করতে হবে।

১১। কিউরিং সর্বনিম্ন ৭ দিন থেকে ১৪ দিন, ২১ দিন এবং সর্বোচ্চ ২৮ দিন পর্যন্ত করা যাবে। সুতরাং সর্বমোট কিউব নির্মাণ করতে হবে ৩৬ × ৪ = ১৪৪টি।

১২। কংক্রিটের কিউরিং-এর উপর শক্তির বিশেষ প্রভাব আছে।

১৩। কিউরিং শেষে কিউব বা ঘনক পানি থেকে তুলে সার্ফেস শুষ্ক করতে হবে।

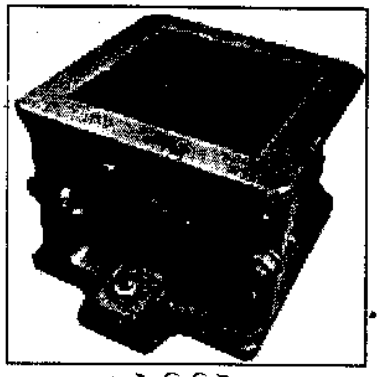
১৪। পানি থেকে তোলার সময় মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও এর পৃথক পৃথক কিউবগুলো আলাদা আলাদা চিহ্নিত রাখতে হবে।

১৫। এবার একটি একটি করে কিউবকে কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিনে স্থাপন করতে হবে এবং লোড প্রয়োগ করে কিউবকে ক্র্যাসিং বা ভাঙতে হবে। কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেসস্টিং মেশিনের প্রদত্ত পাঠ খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে।

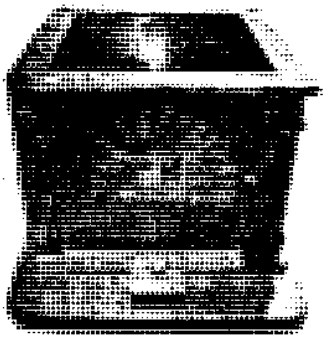
১৬। এভাবে প্রত্যেকটি কিউব ভাঙতে হবে এবং মেশিন থেকে প্রাপ্ত লোড খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে। মেশিনে প্রদত্ত লোড কিলোনিউটনে (KN) পাওয়া যাবে।

নিম্নে নমুনা ছক দেওয়া হল ঃ

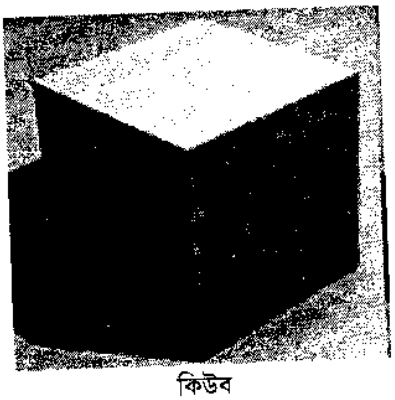
মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	মেশিন থেকে প্রদত্ত লোড (KN)			
		কিউরিং ৭ দিন	কিউরিং ১৪ দিন	কিউরিং ২১ দিন	কিউরিং ২৮ দিন
১ ঃ ১ ঃ ২	০.৪০	—	—	—	—
	০.৫০	—	—	—	—
	০.৬০	—	—	—	—
১ ঃ ১½ ঃ ৩	০.৪০	—	—	—	—



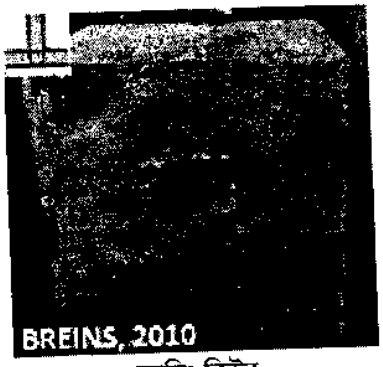
লোহার তৈরি কিউবের বক্স



কিউব বক্স



কিউব



ক্রাসিং কিউব

১৭। প্রতিটি ধরনের তিনটি কিউবের প্রদত্ত পীড়নের গড় মানই হলো কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন। সর্বোচ্চ চাপ পীড়নকে F_c' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক (kg/cm^2) এ নির্ণয় করতে হবে।

হিসাব ঃ মনে করি, কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিন থেকে প্রদত্ত শক্তি P kN

কিউবের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A = 15 \times 15 = 225$ বর্গসেন্টিমিটার।

সুতরাং সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন $= \frac{P}{A} = \frac{P}{225}\ kN/cm^2$

$$= \frac{P}{225} \times \frac{1000}{9.81}\ kg/cm^2$$

$$= 0.453\ p\ kg/cm^2$$

১৮। ১৬ নং কাজের ধারার টেবিল হতে প্রাপ্ত লোডকে 0.453 দ্বারা গুণ করে নিম্নের ছক পূরণ করতে হবে এবং প্রত্যেক ধরনের তিনটি কিউবের গড় করে সর্বোচ্চ চাপশক্তি নির্ণয় করতে হবে।

মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	হিসাব করে প্রদত্ত পীড়ন (kg/cm^2)							
		৭ দিন	গড়	১৪ দিন	গড়	২১ দিন	গড়	২৮ দিন	গড়
১:২:৪	০.৪০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
১:১½:৩	০.৪০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	

মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	হিসাব করে প্রদত্ত পীড়ন (kg/cm²)							
		৭ দিন	গড়	১৪ দিন	গড়	২১ দিন	গড়	২৮ দিন	গড়
১:২:৪	০.৪০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
১:১½:৩	০.৪০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	

ফলাফল ঃ প্রত্যেক ধরনের জন্য অর্থাৎ একই মিক্স রেশিও এবং একই ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও-এর তিনটি কিউবের প্রাপ্ত ফলাফলের গড় মানই হবে কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন বা চাপশক্তি।

সতর্কতা ঃ কিউব নির্মাণের সময় মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও-এর পৃথক পৃথক ধরনের জন্য আলাদা আলাদাভাবে চিহ্নিত করে রাখতে হবে এবং কিউরিং-এর দিন পৃথক পৃথকভাবে বিভক্ত করে কিউরিং শেষে টেস্ট করে ফলাফল নির্ধারণ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কংক্রিটের চাপশক্তি বা বা চাপ পীড়ন কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কংক্রিটের একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত সর্বোচ্চ প্রতিরোধী বলকে সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন বলা হয়। একে f_c' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অনুমোদিত চাপ পীড়ন সর্বোচ্চ চাপ পীড়নের ৪৫% ধরা হয়। একে f_c দ্বারা প্রকাশ করা হয় অর্থাৎ $f_c = 0.45\ f_c'$।

২। **চাপ পীড়ন নির্ণয়ে কিউবের আকার কেমন?**

উত্তর ঃ চাপ পীড়ন নির্ণয়ে কিউব বা ঘনকের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা ১৫ সেন্টিমিটার করে।

৩। **কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন কত হয়ে থাকে?**

উত্তর ঃ কিউব বা ঘনক পরীক্ষা করে সাধারণ কংক্রিটের চাপ পীড়ন ১৭৫ কেজি/বর্গসেন্টিমিটার (175 kg/cm²) হয়ে থাকে।

৪। **কংক্রিটকে কতদিন কিউরিং করলে সর্বোচ্চ শক্তি পাওয়া যায়?**

উত্তর ঃ সাধারণত ২৮ দিন কিউরিং করলে কংক্রিটের সর্বোচ্চ শক্তি পাওয়া যায়।

৫। **কংক্রিটকে কত তাপমাত্রায় কিউরিং করতে হয়?**

উত্তর ঃ ল্যাবরেটরিতে সাধরণত ২৭ ± ২°C তাপমাত্রায় পানির মধ্যে কংক্রিটকে কিউরিং করা হয়।

পরীক্ষণ নং-০৪	তারিখ ঃ	সময় .....
জবের নাম ঃ	**কংক্রিটের তৈরি সিলিন্ডারের সর্বোচ্চ চাপশক্তি পরীক্ষা (Conduct the compressive strength of cylinder for concrete and interpret the results).**	

তত্ত্ব ঃ কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন (Ultimate strength of concrete) নির্ণয় করার জন্য চাপশক্তি পরীক্ষা করা হয়। কংক্রিট দ্বারা সিলিন্ডার (Cylinder) তৈরি করে এই পরীক্ষা করা হয়।

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ সিমেন্ট, বালি, খোয়া, পানি, মিক্সার মেশিন বা কোদাল বা ব্যালচা, কড়াই, কর্ণিক, লোহার তৈরি সিলিন্ডার আকারের ফর্মওয়ার্ক, কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিন গ্রাইনিং, মেশিন, ক্যালকুলেটর ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। ভিন্ন ভিন্ন মিক্স রেশিওতে (১ ঃ ১ ঃ ২; ১ ঃ ১$\frac{১}{২}$ ঃ ৩; ১ ঃ ২ ঃ ৪; ১ ঃ ৩ ঃ ৬) এবং ভিন্ন ভিন্ন ওয়াটার সিমেন্ট রেশিওতে (০.৪০; ০.৫০; ০.৬০) কংক্রিট তৈরি করে সিলিন্ডার নির্মাণ করতে হবে।

২। প্রত্যেক ধরনের জন্য ৩টি করে সিলিন্ডার নির্মাণ করতে হবে।

৩। যেমন ১ ঃ ১ ঃ ২ মিক্স রেশিওতে ০.৪০; ০.৫০ এবং ০.৬০ এই তিন ধরনের ওয়াটার সিস্টেম রেশিওতে ৩টি ধরন বা আইটেম অর্থাৎ ৩ × ৩ = ৯টি সিলিন্ডার নির্মাণ করতে হবে।

৪। তাহলে ৪ ধরনের মিক্স রেশিওতে সর্বমোট ৯ × ৪ = ৩৬ টি সিলিন্ডার নির্মাণ করতে হবে।

৫। সিলিন্ডারের আকার– উচ্চতা = ৩০ সেন্টিমিটার এবং ব্যাস = ১৫ সেন্টিমিটার।

৬। বিভিন্ন মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিমেন্ট রেশিওতে হিসাব করে কংক্রিট প্রস্তুত করতে হবে।

৭। লোহার সিলিন্ডারের ফর্মওয়ার্ক পরিষ্কার করে তাতে লুব্রিকেটিং প্রদান করতে হবে।

৮। সিলিন্ডারের ফর্মওয়ার্কের চারিদিকের স্ক্রুগুলো ভালোভাবে লাগাতে হবে যেন কংক্রিট ভর্তি করার সময় খুলে না যায়।

৯। এবার প্রস্তুতকৃত কংক্রিট দ্বারা সিলিন্ডারের ফর্মওয়ার্ক ভর্তি করে সিলিন্ডার তৈরি করতে হবে।

১০। কংক্রিট স্থাপনের ২৪ ঘন্টা পরে ফর্মওয়ার্ক থেকে অপসারণ করে কিউরিং করতে হবে।

১১। কিউরিং সর্বনিম্ন ৭ দিন থেকে ১৪ দিন, ২১ দিন এবং সর্বোচ্চ ২৮ দিন পর্যন্ত করা যাবে। সুতরাং সর্বমোট সিলিন্ডার নির্মাণ করতে হবে ৩৬ × ৪ = ১৪৪টি।

১২। কংক্রিটের কিউরিং-এর উপর শক্তির বিশেষ প্রভাব আছে।

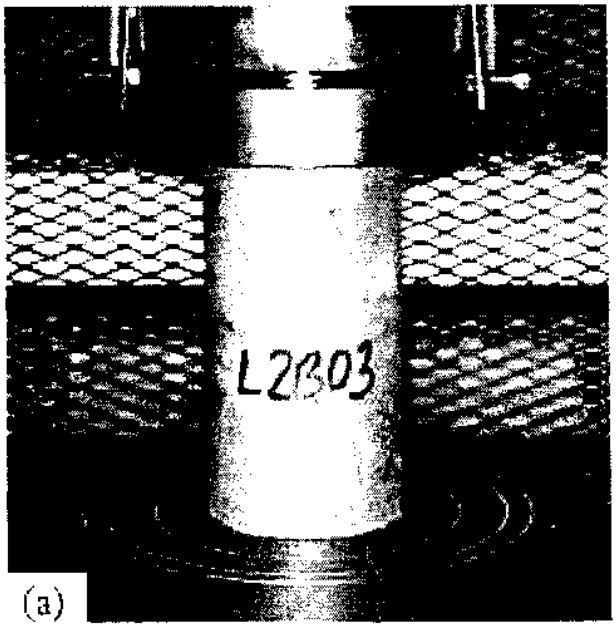
১৩। কিউরিং শেষে সিলিন্ডার পানি থেকে তুলে উভয় প্রান্ত গ্রাইনিং মেশিন দ্বারা ঘষে সমতল করতে হবে।

১৪। পানি থেকে তোলার সময় মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও-এর পৃথক পৃথক সিলিন্ডারগুলো আলাদা আলাদা চিহ্নিত রাখতে হবে।

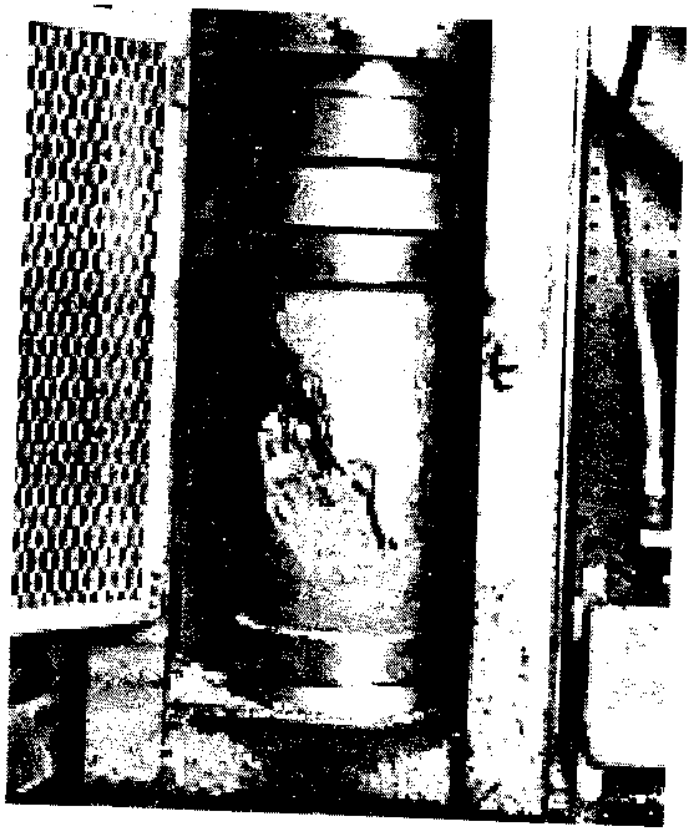
১৫। এবার একটি একটি করে সিলিন্ডারকে কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিনে স্থাপন করতে হবে এবং লোড প্রয়োগ করে সিলিন্ডারকে ভাঙতে/ক্র্যাসিং করতে হবে। কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিনের প্রদত্ত পাঠ খাতায় লিপিবদ্ধ করতে হবে।

১৬। এভাবে প্রত্যেকটি সিলিন্ডার ভাঙতে হবে এবং মেশিন থেকে প্রাপ্ত লোড অর্থাৎ ক্র্যাসিং লোড খাতার ছক কাগজে লিপিবদ্ধ করতে হবে। কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিনে প্রাপ্ত লোড কিলোনিউটনে (KN) পাওয়া যাবে। নিম্নে নমুনা ছক দেওয়া হল–

সিলিন্ডার



কমপ্রেসিত মেশিনে সিলিন্ডার



ক্রাসিং সিলিন্ডার

নিম্নে নমুনা ছক দেওয়া হল ঃ

মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	মেশিন থেকে প্রদত্ত লোড (KN)			
		কিউরিং ৭ দিন	কিউরিং ১৪ দিন	কিউরিং ২১ দিন	কিউরিং ২৮ দিন
১ ঃ ১ ঃ ২	০.৪০				
	০.৫০				
	০.৬০				
১ ঃ ১½ ঃ ৩	০.৪০				

১৭। প্রতিটি ধরনের তিনটি সিলিন্ডারের প্রান্ত পীড়নের গড় মানই হলো কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন। সর্বোচ্চ চাপ পীড়নকে f_c' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। চাপ পীড়ন-এর একক (kg/cm^2) এ নির্ণয় করতে হবে।

হিসাব ঃ মনে করি, কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিন থেকে প্রাপ্ত লোড P kN

সিলিন্ডারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $A = \frac{\pi \times 15^2}{4} = 176.72\ cm^2$

সুতরাং সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন $= \frac{P}{A} = \frac{P}{176.72}$ kN/cm^2

$= \frac{P}{176.72} \times \frac{1000}{9.81}$ kg/cm^2

$= 0.577$ p kg/cm^2

১৮। ১৬ নং কাজের ধারার টেবিল হতে প্রাপ্ত লোডকে 0.577 দ্বারা গুণ করে নিম্নের ছক পূরণ করতে হবে এবং প্রত্যেক ধরনের তিনটি কিউবের গড় করে সর্বোচ্চ চাপশক্তি নির্ণয় করতে হবে।

মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	হিসাব করে প্রদত্ত পীড়ন (kg/cm^2)							
		৭ দিন	গড়	১৪ দিন	গড়	২১ দিন	গড়	২৮ দিন	গড়
১:১.৫:৩	০.৪০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
১:২:৪	০.৪০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
১:২.৫:৪	০.৪০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—		—		—	
		—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	

মিক্স রেশিও	ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও	হিসাব করে প্রদত্ত পীড়ন (kg/cm²)							
		৭ দিন	গড়	১৪ দিন	গড়	২১ দিন	গড়	২৮ দিন	গড়
১ : ২ : ৪	০.৪০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৫০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	
	০.৬০	—		—	—	—	—	—	—
		—		—		—		—	
		—		—		—		—	

ফলাফল ঃ প্রত্যেক ধরনের জন্য অর্থাৎ একই মিক্স রেশিও এবং একই ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও-এর তিনটি সিলিন্ডারের প্রাপ্ত ফলাফলের গড় মানই হবে কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন বা চাপশক্তি।

সতর্কতা ঃ সিলিন্ডার নির্মাণের সময় মিক্স রেশিও এবং ওয়াটার সিস্টেম রেশিও-এর পৃথক পৃথক ধরনের জন্য আলাদা আলাদাভাবে চিহ্নিত করে রাখতে হবে এবং কিউরিং-এর দিন পৃথক পৃথকভাবে বিভক্ত করতে হবে। কিউরিং শেষে সমস্ত সিলিন্ডার টেস্ট করে ফলাফল নির্ধারণ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। কংক্রিটের চাপশক্তি পরীক্ষা করার মাধ্যম কয়টি ও কী কী?

উত্তর ঃ কংক্রিটের চাপশক্তি পরীক্ষা করার মাধ্যম দুইটি, যথা–

(i) সিলিন্ডার-এর চাপশক্তি পরীক্ষা এবং

(ii) কিউব বা ঘনক-এর চাপশক্তি পরীক্ষা।

২। কোন পরীক্ষাতে কংক্রিটের শক্তি বেশি পাওয়া যায় এবং কেন?

উত্তর ঃ কংক্রিটের ঘনক পরীক্ষার থেকে সিলিন্ডার পরীক্ষায় চাপশক্তি বেশি পাওয়া যায়। কারণ একই ক্ষেত্রফলের আয়তাকার কোন সেকশন হতে বৃত্তাকার কোন সেকশনের মেম্বার বেশি লোড বহন করতে পারে।

৩। আয়তাকার সেকশন অপেক্ষা বৃত্তাকার সেকশন কত লোড বেশি নিতে পারে?

উত্তর ঃ একই ক্ষেত্রফলের আয়তাকার সেকশন অপেক্ষা বৃত্তাকার সেকশন ১৫% থেকে ২০% বেশি লোড নিতে পারে।

৪। সিলিন্ডার টেস্টে কংক্রিটের শক্তি কত?

উত্তর ঃ সিলিন্ডার টেস্টে সাধারণ কংক্রিটের শক্তি ২১০ কেজি/বর্গসেন্টিমিটার (210 kg/cm²) পাওয়া যায়।

৫। সিলিন্ডারের আকার কত?

উত্তর ঃ সিলিন্ডারের উচ্চতা ৩০ সেন্টিমিটার এবং ব্যাস ১৬ সেন্টিমিটার।

৬। কমপ্রেসিভ স্ট্রেংথ মেশিনে সিলিন্ডারের আর কী টেস্ট করা হয়?

উত্তর ঃ স্ট্রেংথ টেস্টিং মেশিনের সাহায্যে সিলিন্ডারের মাধ্যমে কংক্রিটের মডুলাস অব ইলাস্টিসিটি (Modulus of elusticity) এবং মডুলাস অব রাফচার (Modulus of rufture) পরীক্ষা করা হয়।

পরীক্ষণ নং-০৫	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ (২৫ × ২৫) সেন্টিমিটার থেকে (৭৫ × ৭৫) সেন্টিমিটার আকারের সাধারণ ইটের পিলার ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample brick pillars of size 25 cm × 25 cm to 75 cm × 75 cm width English bond)।

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১ সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

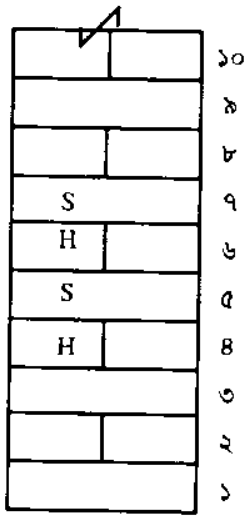
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

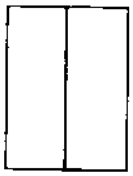
৫। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

(i) ২৫ সেন্টিমিটার × ২৫ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণ করার জন্য বন্ড নিম্নে দেখানো হল–



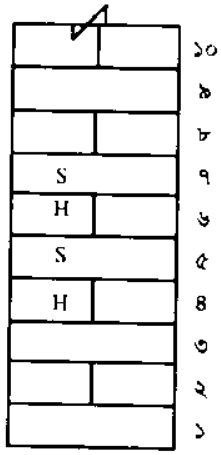
এলিভেশন

১, ৩, ৫.... কোর্চ

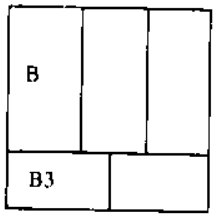


২, ৪, ৬..... কোর্চ

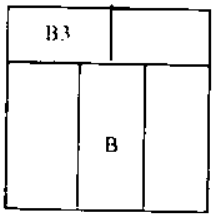
(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার × ৩৭.৫ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন

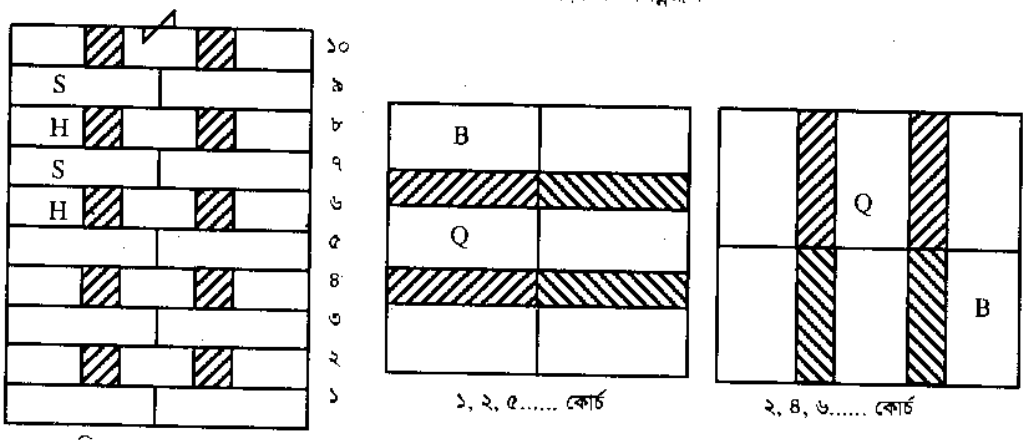


১, ৩, ৫.... কোর্চ



২, ৪, ৬..... কোর্চ

(iii) ৫০ সেন্টিমিটার × ৫০ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ –

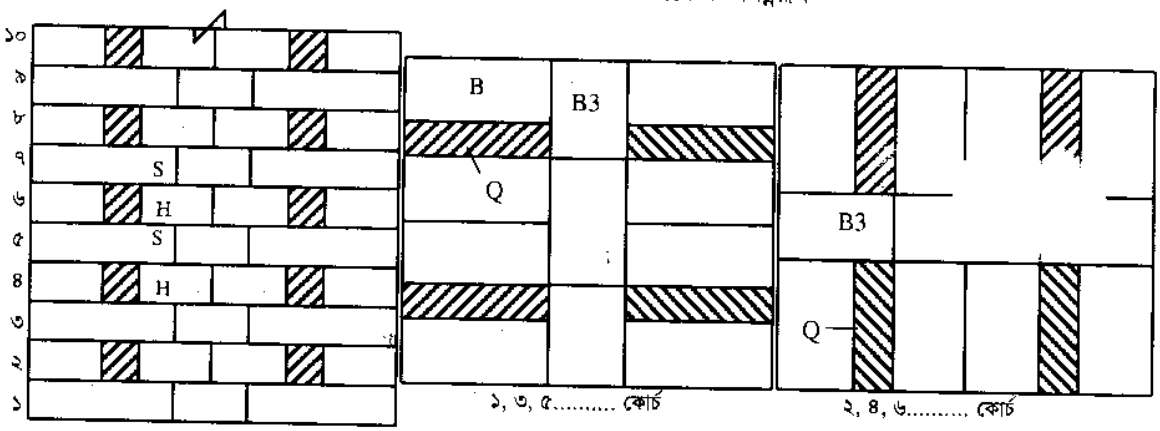


এলিভেশন

১, ২, ৫..... কোর্স

২, ৪, ৬..... কোর্স

(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার × ৬২.৫ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–

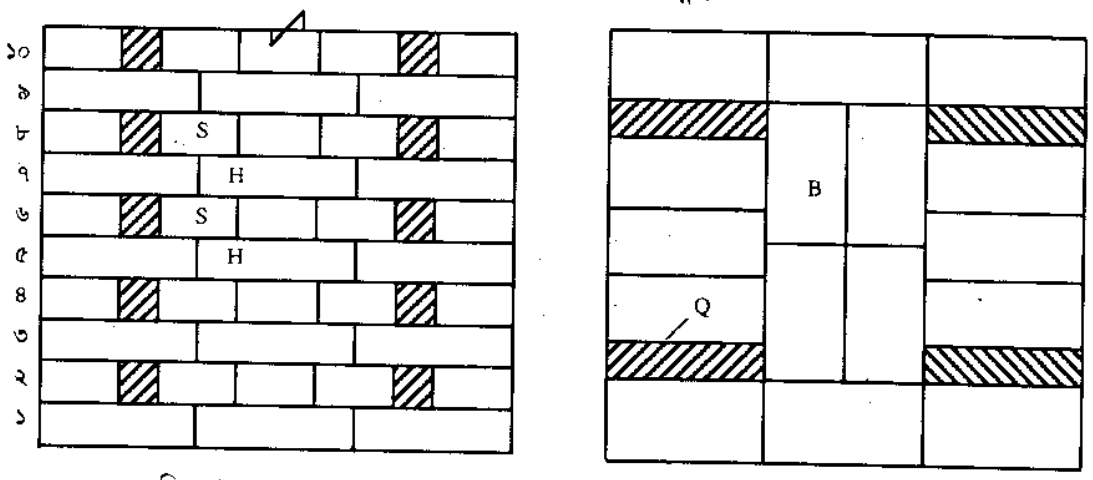


এলিভেশন

১, ৩, ৫..... কোর্স

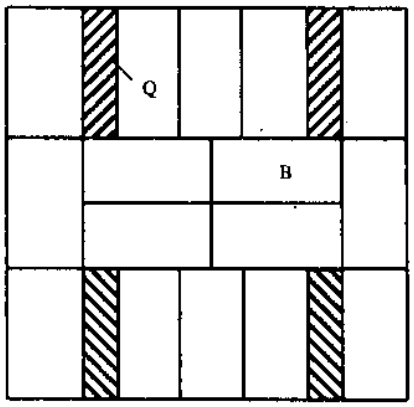
২, ৪, ৬..... কোর্স

(v) ৭৫ সেন্টিমিটার × ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন

১, ৩, ৫..... কোর্স



২, ৪, ৬ ..... কোর্চ

নোট ঃ B = Brick; B3 = $\frac{3}{4}$ Brick; Q = Queen closer.

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই বরাবর না হয়। সে জন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে স্মরণ রাখতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইটের গাঁথুনিতে বন্ড কাকে বলে?**

উত্তর ঃ একই আকার-আকৃতির ইট দ্বারা নিয়ম অনুযায়ী গাঁথুনি করা হয়, যাতে গাঁথুনি শক্ত এবং টেকসই হয়। ইটকে একের পর এক সাজিয়ে শৃঙ্খল বদ্ধ করে অবিচ্ছিন্ন দেওয়ালে পরিণত করার পদ্ধতিকে ইটের গাঁথুনিতে বন্ড বলে।

২। **বন্ড কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ বন্ড দশ প্রকার, যথা–

(i) ইংলিশ বন্ড (English bond)

(ii) ফ্লেমিশ বন্ড (Flemish bond)

(iii) স্ট্রেটার বন্ড (Stretcher bond)

(iv) হেডার বন্ড (Header bond)

(v) গার্ডেন ওয়াল বন্ড (Garden wall bond)

(vi) ফেসিং বন্ড (Facing bond)

(vii) রেকিং বন্ড (Raking bond)

(viii) ডাচ বন্ড (Dutch bond)

(ix) ইংলিশ ক্রস বন্ড (English cross bond)

(x) জিগজ্যাগ বন্ড (Zig-zag- bond)

৩। **ইংলিশ বন্ড কাকে বলে?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে এক কোর্চ হেডার এবং তার উপরের কোর্চ স্ট্রেচার দ্বারা তৈরি করাকেই ইংলিশ বন্ড বলে। অর্থাৎ, ইংলিশ বন্ড অলটারনেটিং হেডার এবং স্ট্রেচার কোর্চ দ্বারা গঠিত হয়। এতে কোন কোর্চ বা স্তরে হেডার-এর পাশে স্ট্রেচার বসবে না। দুইটি কোর্চের ইটের জয়েন্টের রেখা একই বরাবর হবে না।

পরীক্ষণ নং-০৬	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ (২৫ × ২৫) সেন্টিমিটার থেকে (৭৫ × ৭৫) সেন্টিমিটার আকারের সাধারণ ইটের পিলার ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample brick pillars of size 25 cm × 25 cm to 75 cm × 75 cm width Flemish bond).

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

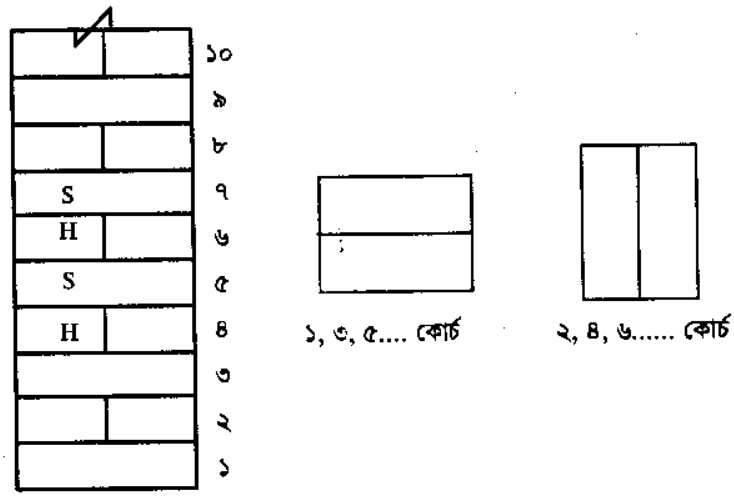
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

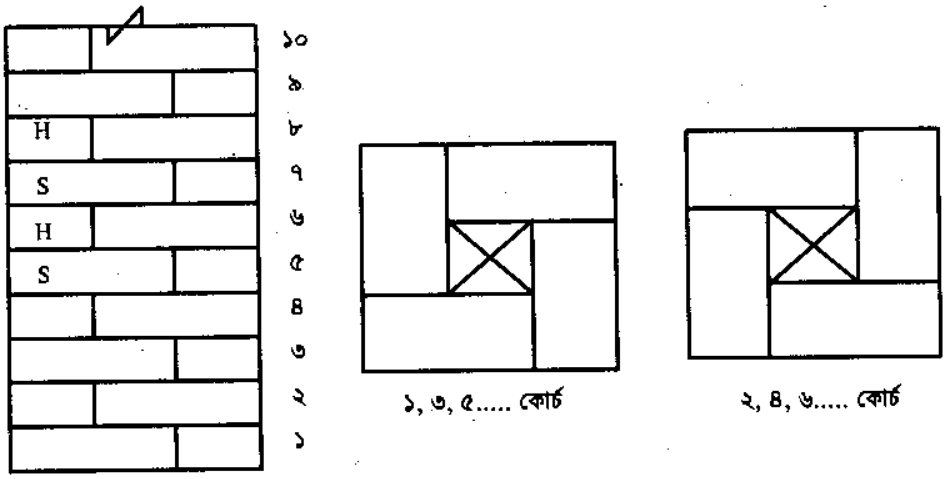
৫। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

(i) ২৫ সেন্টিমিটার × ২৫ সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



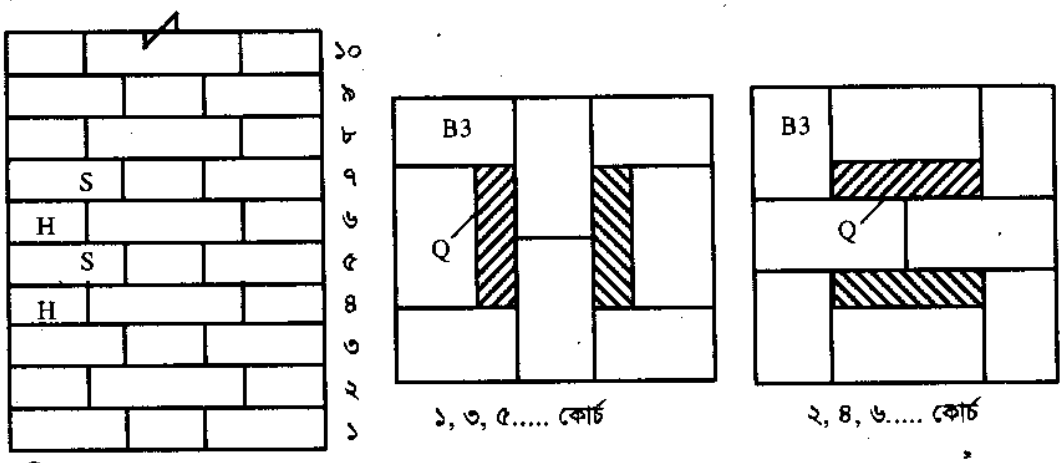
এলিভেশন

(ii) (৩৭.৫ × ৩৭.৫) সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



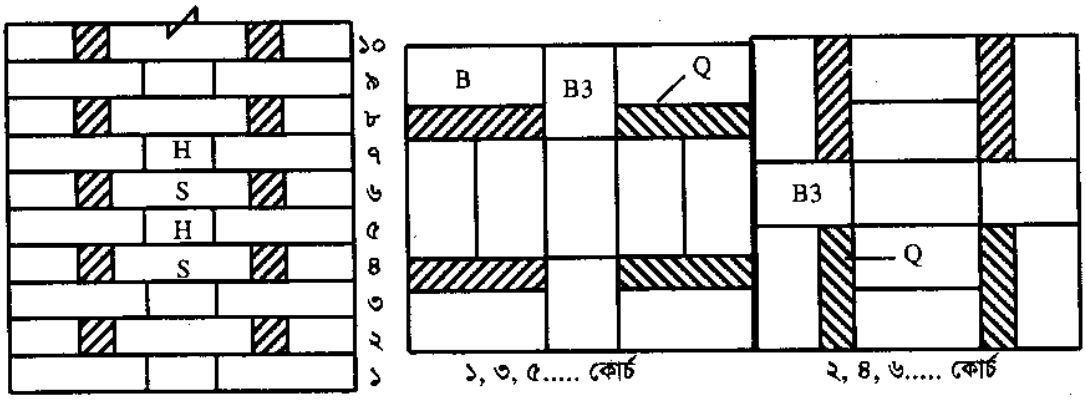
এলিভেশন

(iii) (৫০ × ৫০) সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



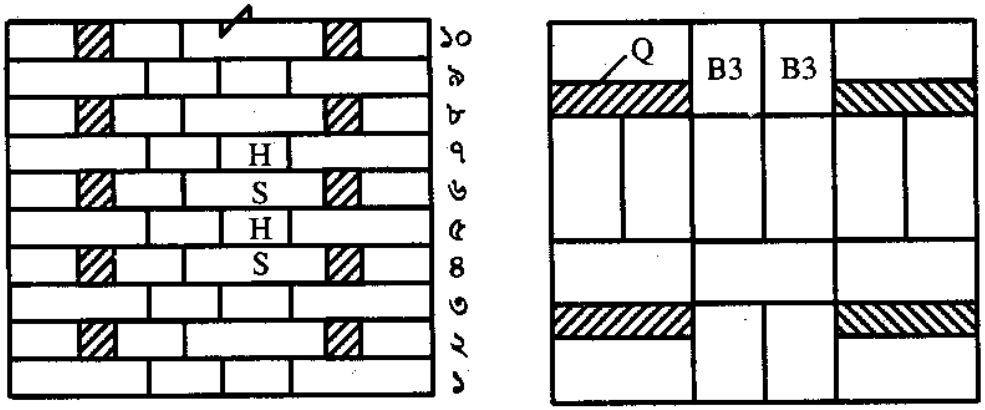
এলিভেশন ১, ৩, ৫..... কোর্স ২, ৪, ৬..... কোর্স

(iv) (৬২.৫ × ৬২.৫) সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–

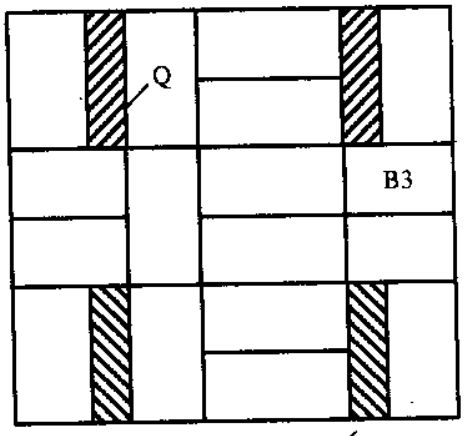


এলিভেশন ১, ৩, ৫..... কোর্স ২, ৪, ৬..... কোর্স

(v) (৭৫ × ৭৫) সেন্টিমিটার আকারের পিলার নির্মাণে বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন ১, ৩, ৫.... কোর্স



২, ৪, ৬, ... কোর্চ

সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সে জন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ফ্লেমিশ বন্ড কাকে বলে?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে একই কোর্চে হেডার বা স্ট্রেচার পাশাপাশি থাকলে যে বন্ড তৈরি হয় তাকে ফ্লেমিশ বন্ড বলে। এ বন্ডের প্রত্যেক কোর্চ প্রায় একই রকম দেখতে। দুই কোর্চের ইটের জয়েন্ট একই রেখা বরাবর হবে না।

২। **ফ্লেমিশ বন্ড কত প্রকার ও কী কী?**

উত্তর ঃ ফ্লেমিশ বন্ড দুই প্রকার, যথা–

(i) ডাবল ফ্লেমিশ বন্ড (Double Flemish bond) এবং

(ii) সিঙ্গেল ফ্লেমিশ বন্ড (Single Flemish bond)

৩। **ফ্লেমিশ বন্ডে ইটের ল্যাপিং কত হবে?**

উত্তর ঃ যে-কোন প্রকার ফ্লেমিশ বন্ডের ক্ষেত্রে ইটের ল্যাপিং সর্বনিম্ন এক ইটের চারভাগের একভাগ $\left(\frac{১}{৪}\text{ ইট}\right)$ হতে হবে।

পরীক্ষণ নং-০৭	তারিখ ঃ	সময় .....
জবের নাম ঃ	**২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেওয়াল-এর কর্নার বা এল জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample corner (L) Joints of 25 cm to 75 cm width English bond brick wall).**	

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

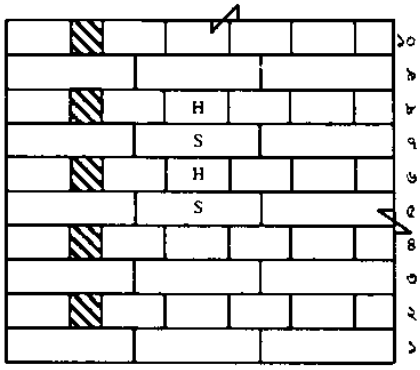
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

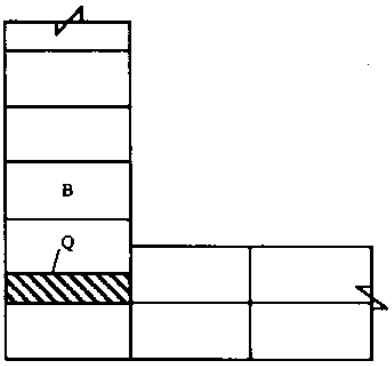
৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

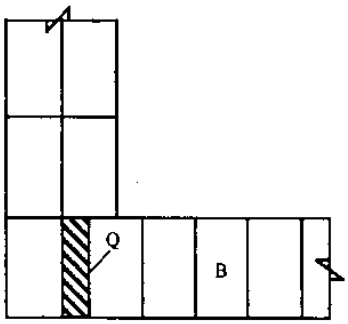
(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ ঃ



এলিভেশন

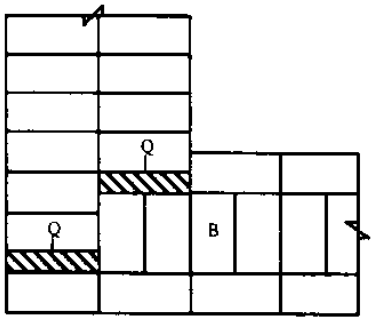


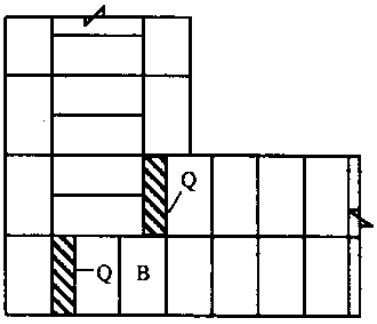
১, ৩, ৫..... কোর্চ



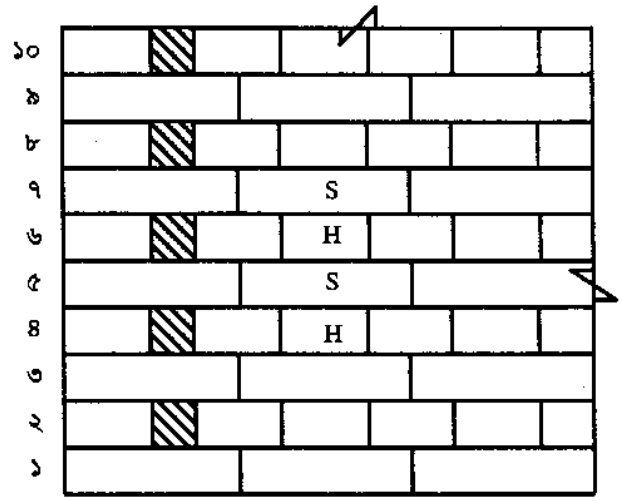
২, ৪, ৬ ..... কোর্চ

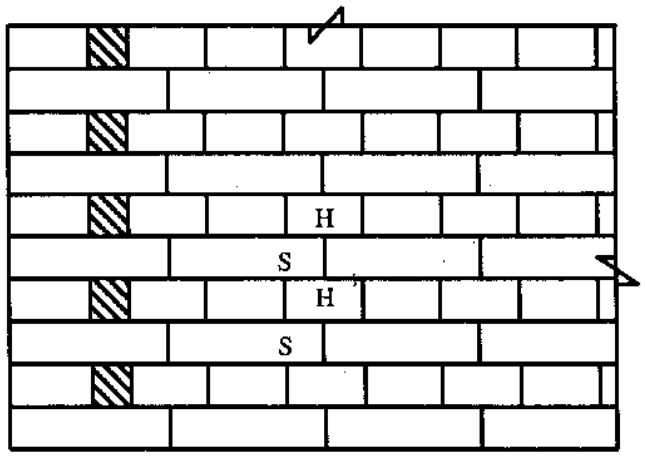
(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ ঃ



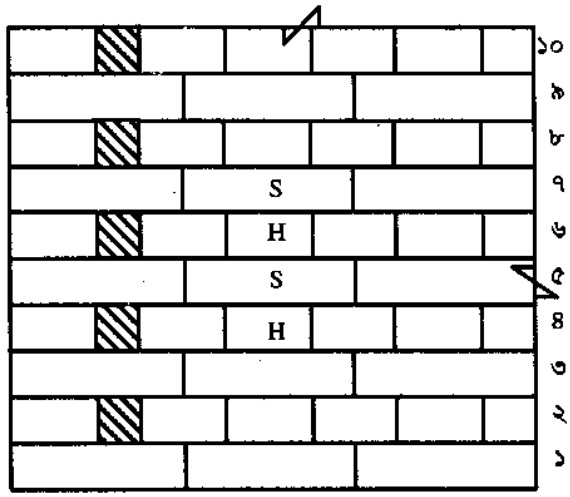


(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ ঃ

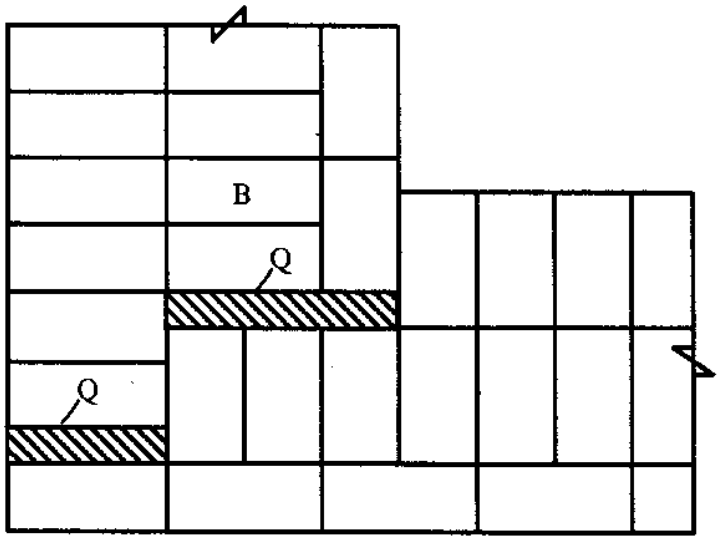




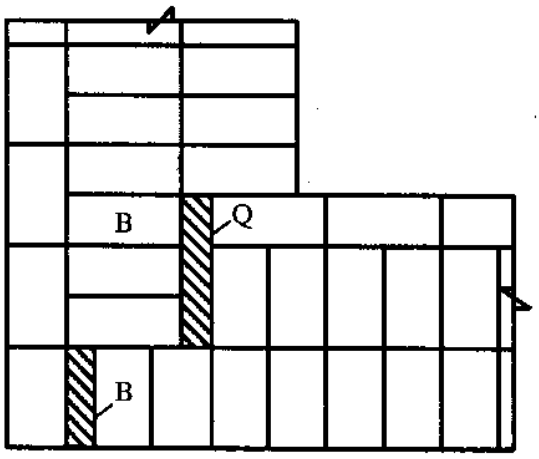
(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ ঃ



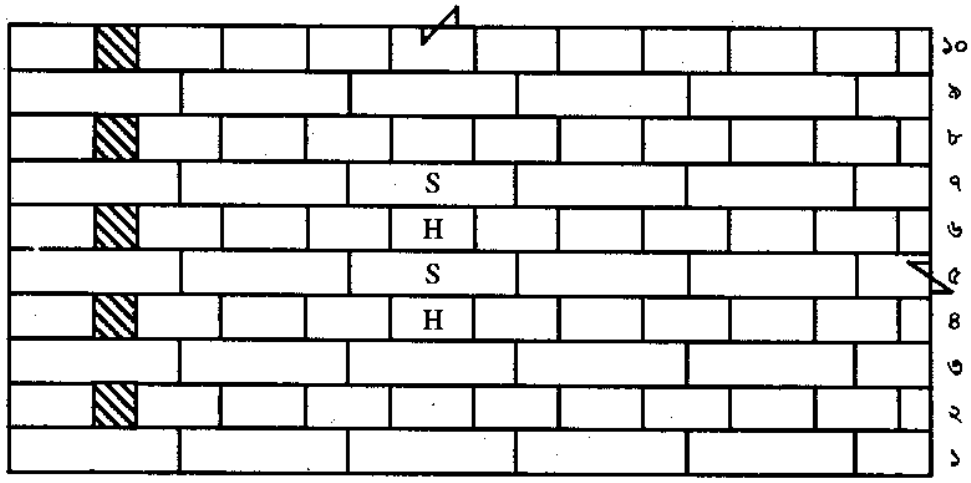
এলিভেশন



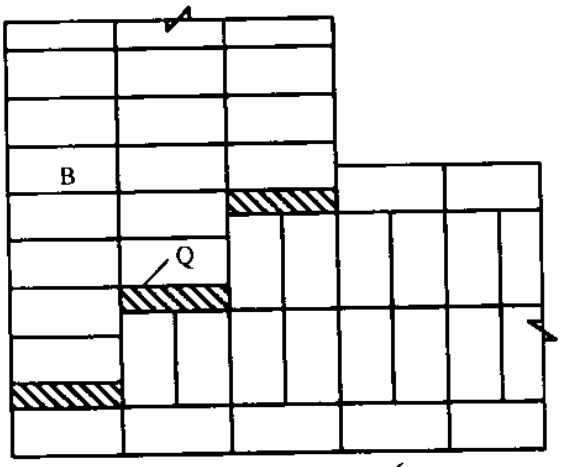
১, ৩, ৫, ... কোর্স



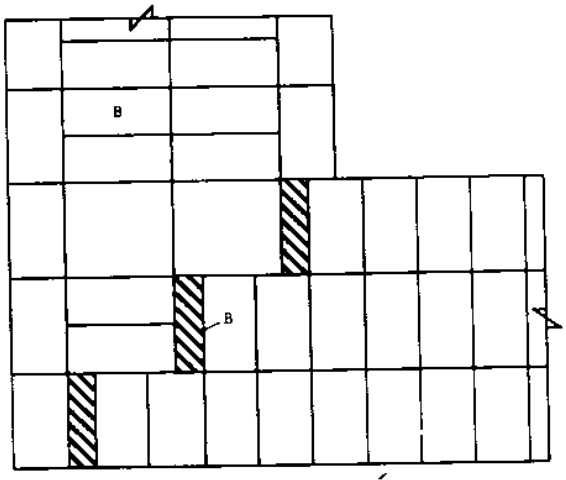
(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ ঃ



এলিভেশন



১, ৩, ৫, ... কোর্চ



২, ৪, ৬, ... কোর্চ

নোট ঃ B = Brick; Q = Queen closer

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কর্নার দেওয়াল কাকে বলে?**

উত্তর ঃ কোন ভবনের সর্বশেষ এবং শুরুর প্রান্তে সর্বনিম্ন চারটি কোনা পাওয়া যায়। ঐ চার কোনার উভয় দিকের দেওয়ালকেই কর্নার দেওয়াল বলা হয়।

২। **ইটের গাঁথুনিতে $\frac{১}{২}$ ইট বা ব্যাট ব্যবহার করা হয় কেন?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে এক কোর্চ বা এক লেয়ার-এর উপর অন্য কোর্চ বা লেয়ার প্রদানের সময় দুই লেয়ারের জয়েন্ট যাতে একই লাইন বরাবর না হয় সে জন্য $\frac{১}{২}$ ইট বা ব্যাট ব্যবহার করা হয়।

পরীক্ষণ নং-০৮	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্ট ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample corner (L) joints of 25 cm to 75 cm width Flemish bond brick wall).

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

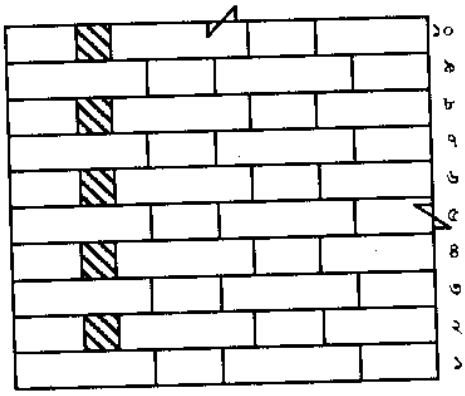
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

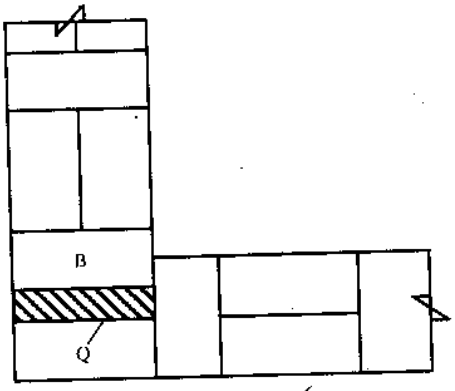
৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

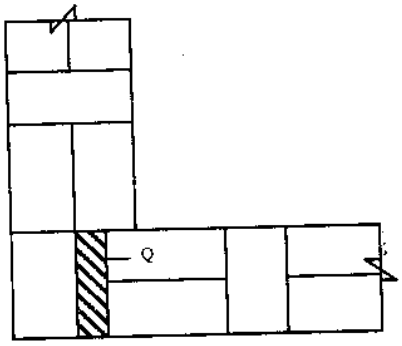
(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন

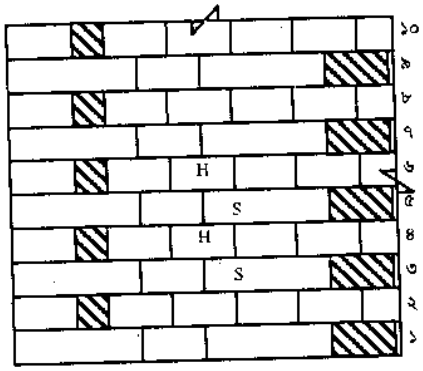


১, ৩, ৫..... কোর্স

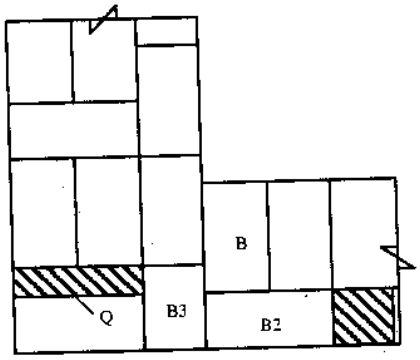


২, ৪, ৬ ..... কোর্স

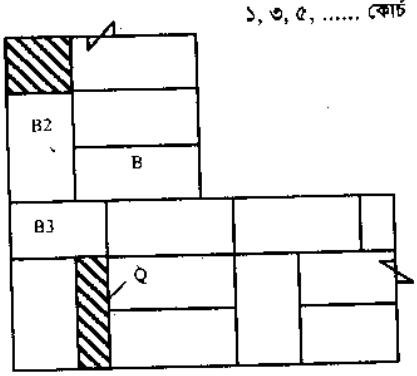
(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



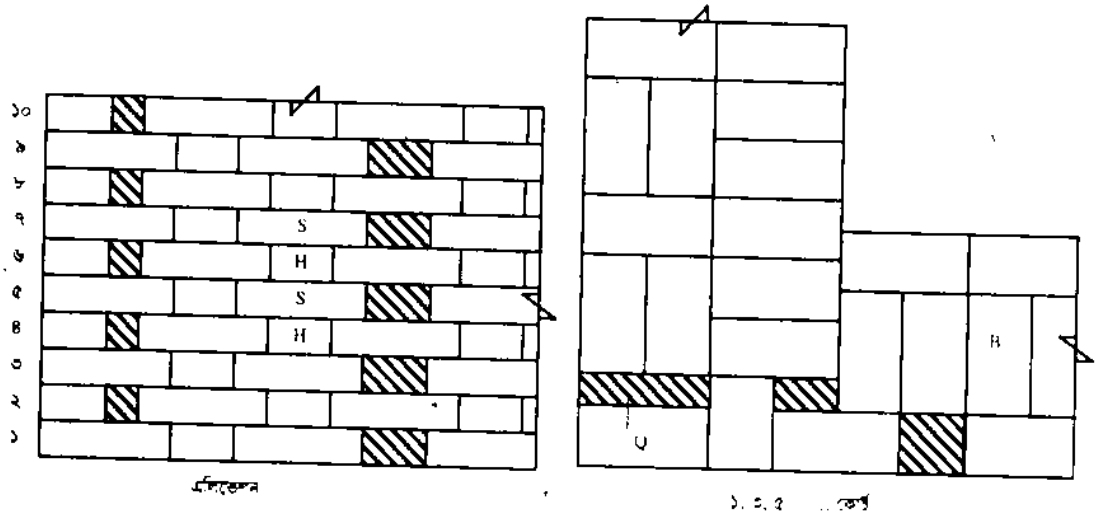
এলিভেশন



১, ৩, ৫, ... কোর্স

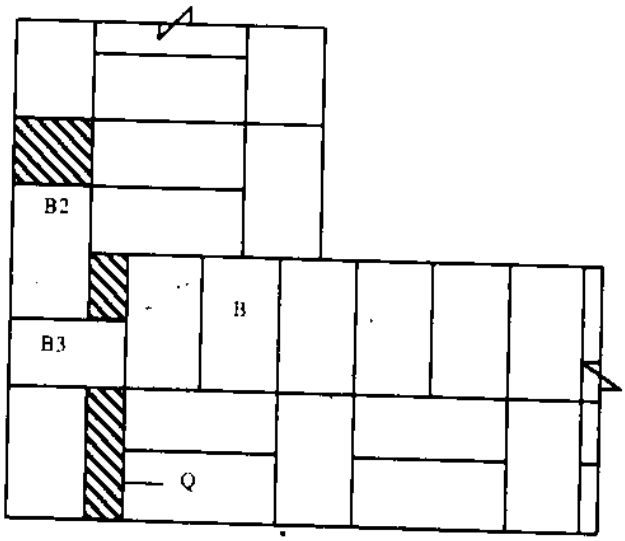


(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



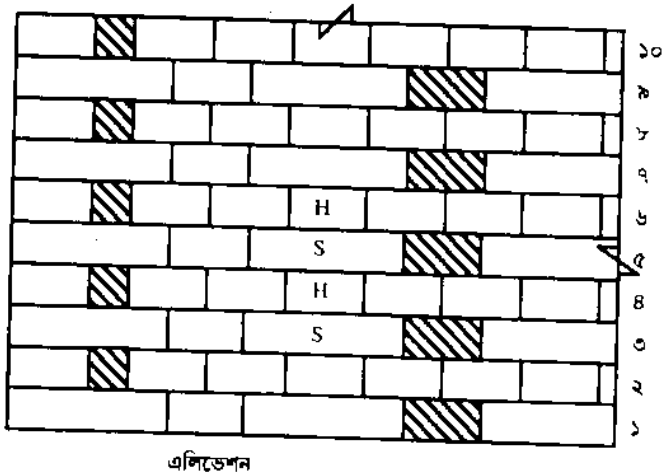
এলিভেশন

১, ৩, ৫ ..... কোর্স

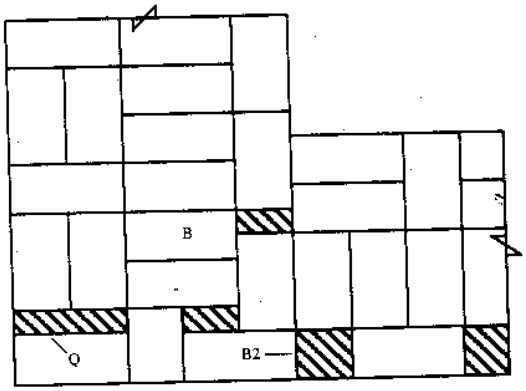


২, ৪, ৬ ..... কোর্স

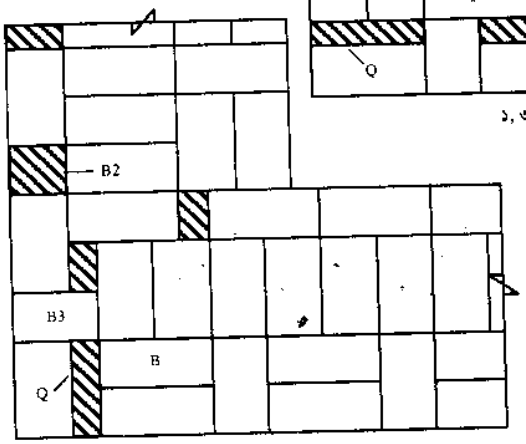
(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন

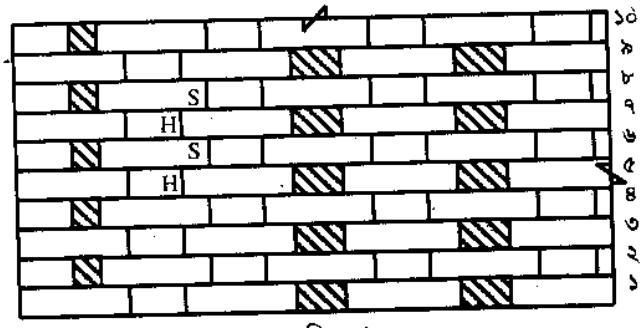


১, ৩, ৫..... কোর্স

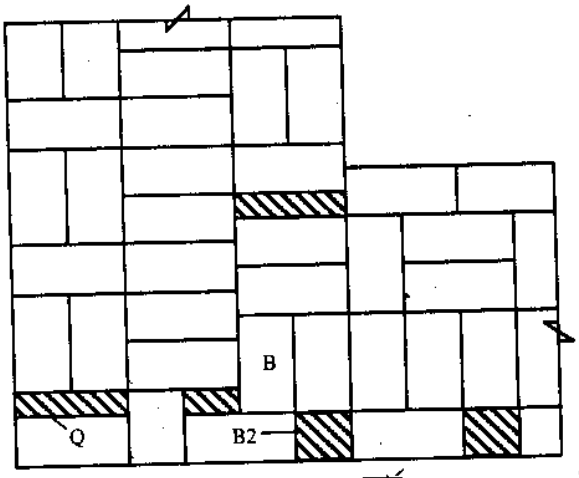


২, ৪, ৬..... কোর্স

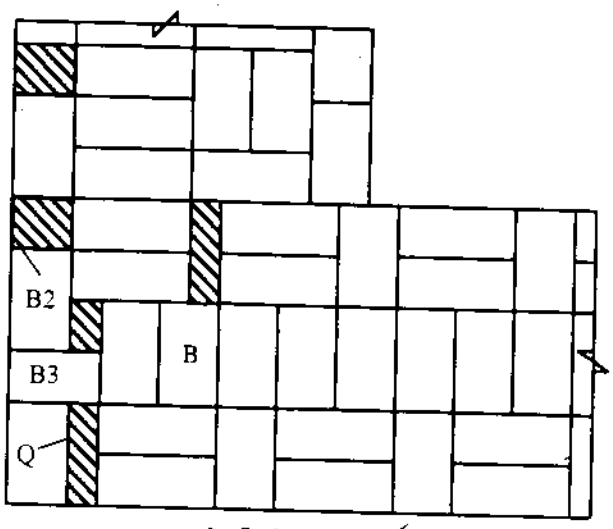
(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের কর্নার বা এল জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



এলিভেশন



১, ৩, ৫, ...কোর্স



২, ৪, ৬..... কোর্চ

নোট ঃ B = Brick; B2 = $\frac{1}{2}$ Brick or bat; B3 = $\frac{3}{4}$ Brick; Q = Qeen closer.

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইটের গাঁথুনিতে বন্ড-এর প্রয়োজনীয়তা কী?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে বন্ডের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। উপর হতে আগত লোড সমভাবে দেওয়ালের সর্বত্র জড়িয়ে দেওয়াই বন্ডের প্রধান কাজ। বন্ড না হলে দেওয়াল খুব দ্রুত নষ্ট হয়ে যায় বা ভেঙে যায়। বন্ডের কারণে লোড ৪৫° কোণে বিস্তৃত হয়।

২। **ইটের গাঁথুনিতে কোন বন্ড বেশি কার্যকরী?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে ফ্লেমিশ বন্ডের থেকে ইংলিশ বন্ড বেশি কর্যকরী। কারণ ইংলিশ বন্ডের স্থায়িত্ব এবং দৃঢ়াবদ্ধ ফ্লেমিশ বন্ডের থেকে বেশি। কিন্তু ফ্লেমিশ বন্ডের বাহ্যিক সৌন্দর্য ইংলিশ বন্ডের থেকে বেশি।

পরীক্ষণ নং-০৯	তারিখ ঃ	সময় .....
জবের নাম ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের দেওয়ালের টি জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample tee (T) Joint of 25 cm to 75 cm width English bond brick wall).		

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

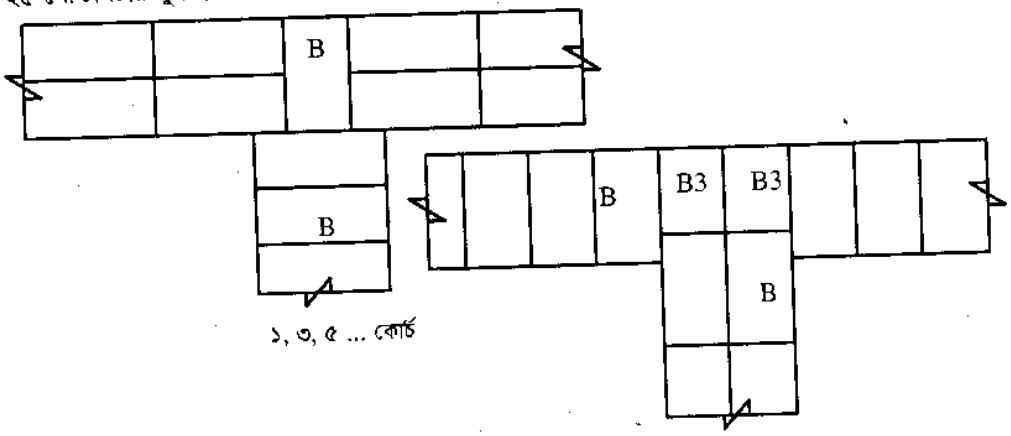
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে

৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫। নিম্নের চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

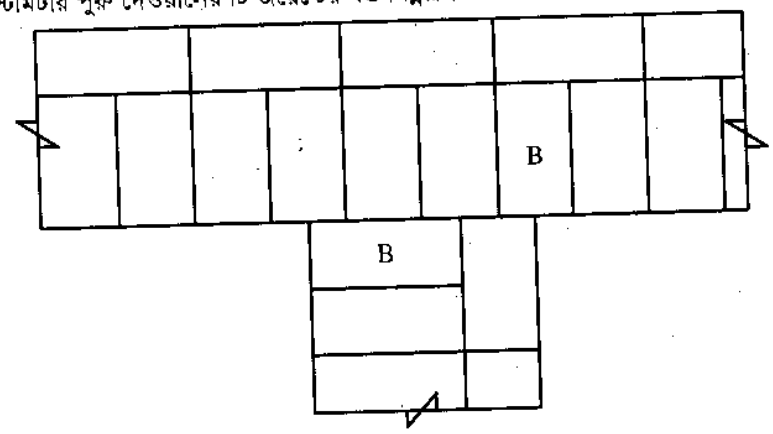
(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



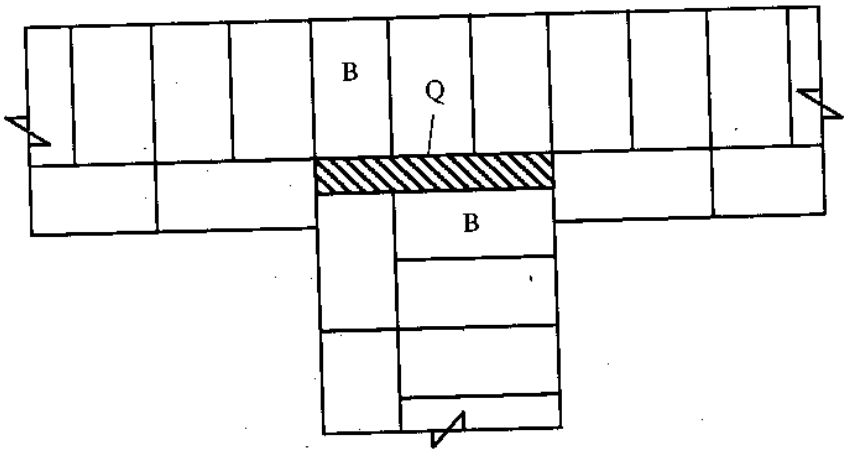
১, ৩, ৫ ... কোর্স

২, ৪, ৬ ... কোর্স

(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

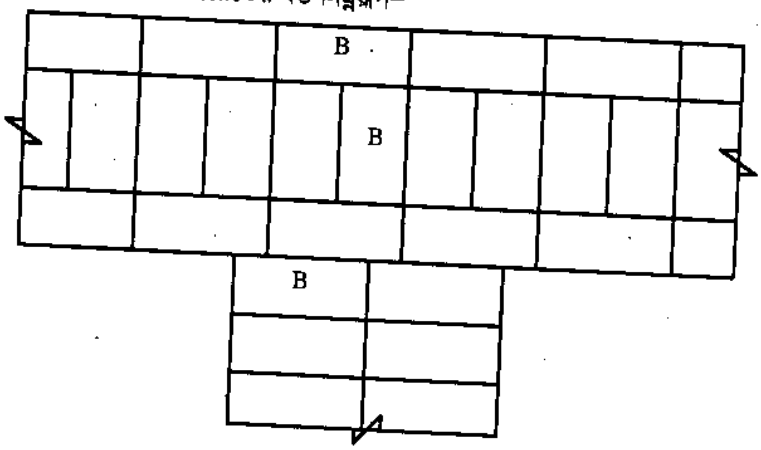


১, ৩, ৫..... কোর্স

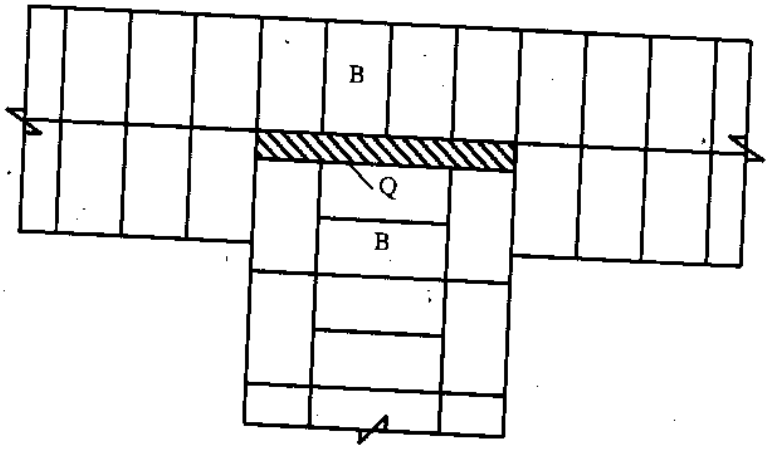


২, ৪, ৬..... কোর্স

(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

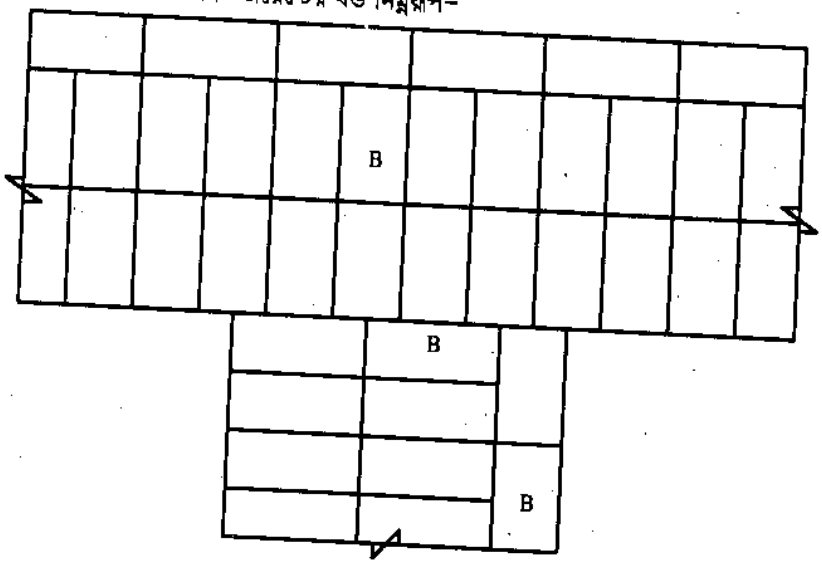


১, ৩, ৫ ..... কোর্স

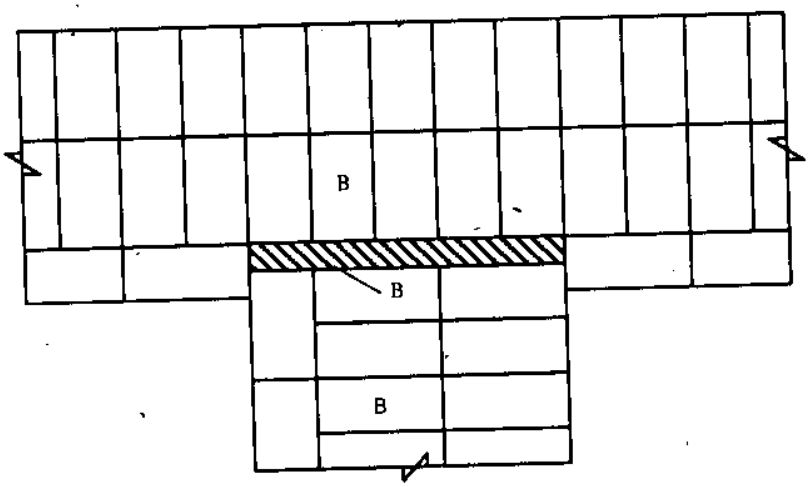


২, ৪, ৬ ..... কোর্স

(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

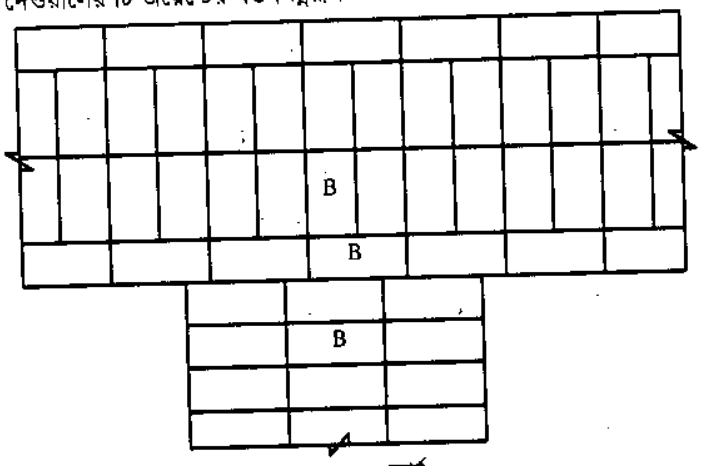


১, ৩, ৫..... কোর্স

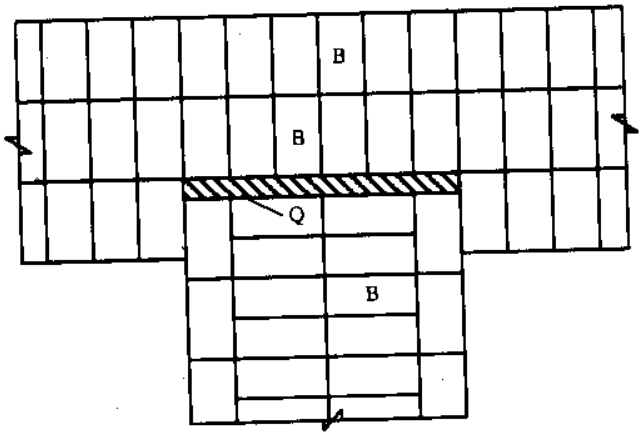


২, ৪, ৬..... কোর্স

(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



১, ৩, ৫..... কোর্স



২, ৪, ৬..... কোর্স

নোট ঃ B = Brick; B3 = $\frac{3}{4}$ Brick; Q = Queen closer.

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইটের গাঁথুনিতে টি জয়েন্ট কেন দেওয়া হয়?**

উত্তর ঃ কোন স্ট্রাকচার বা ভবন নির্মাণের সময় ভবনের বিভিন্ন ধরনের কক্ষ নির্মাণ করতে হয়। ভবনের বাহিরের দেওয়ালের সাথে দুই বা ততোধিক কক্ষ নির্মাণ করলে এ কক্ষগুলোর মাঝে যে দেওয়াল নির্মাণ করতে হয় তা বাহিরের দেওয়ালের সাথে সংযোগ স্থাপন করলে ইংরেজি অক্ষর টি-এর ন্যায় দেখা যায়। সেই কারণে ঐ সমস্ত জায়গায় টি জয়েন্ট দেওয়া হয়।

২। **কোন ধরনের গাঁথুনিতে ইংলিশ বন্ডের প্রয়োজনীয়তা বেশি?**

উত্তর ঃ ইংলিশ বন্ড অন্যান্য বন্ড অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী এবং দৃঢ়বদ্ধ। সেই কারণে সব ধরনের গাঁথুনিতে ইংলিশ বন্ডের প্রয়োজনীয়তা বা গুরুত্ব বেশি।

পরীক্ষণ নং-১০	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্ট ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample tee (T) joints of 25cm to 75 cm width Flemish bond brick wall.).

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১ সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

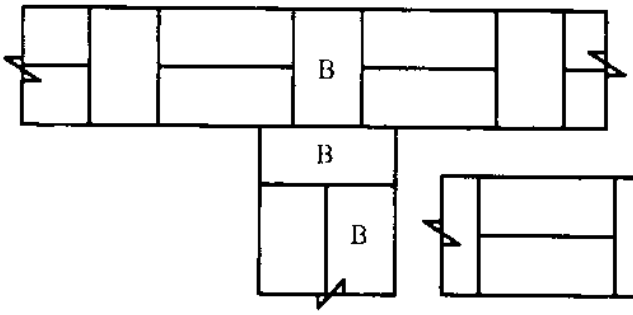
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

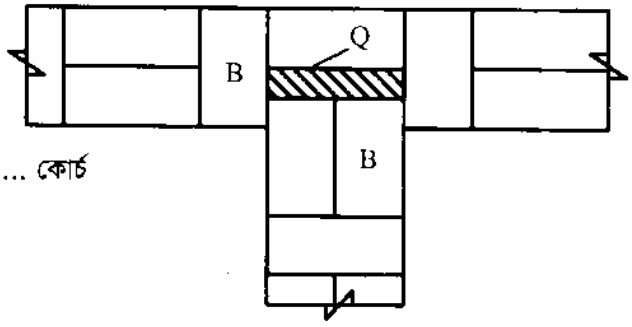
৪ এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫ নিম্নে চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

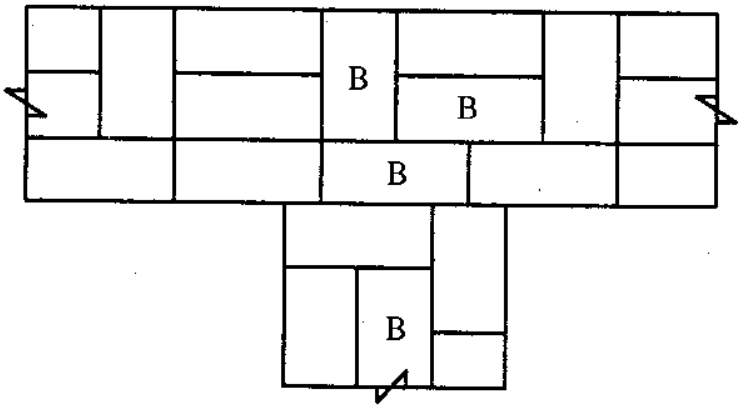


১, ৩, ৫ ... কোর্চ

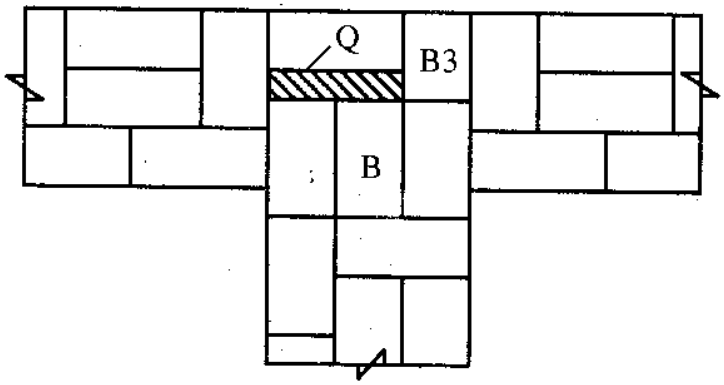


২, ৪, ৬ ... কোর্চ

(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

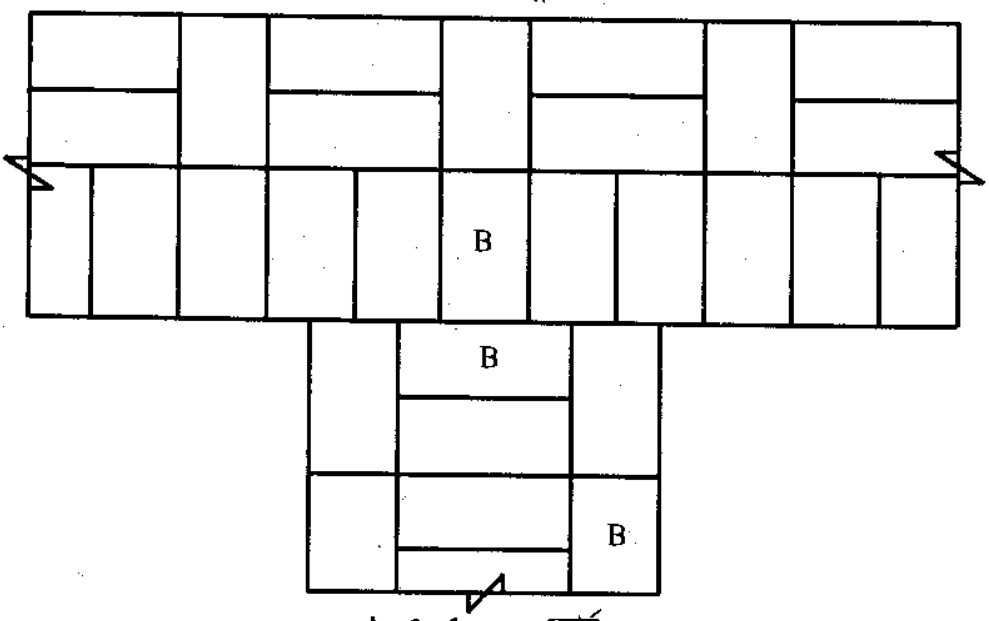


১, ৩, ৫ ... কোর্স

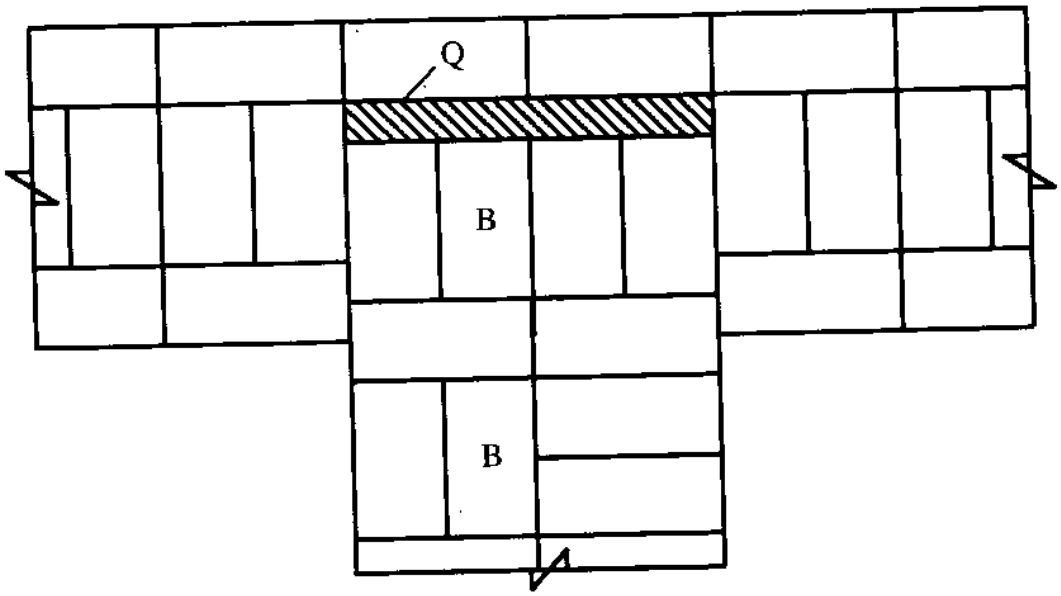


২, ৪, ৬ ... কোর্স

(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

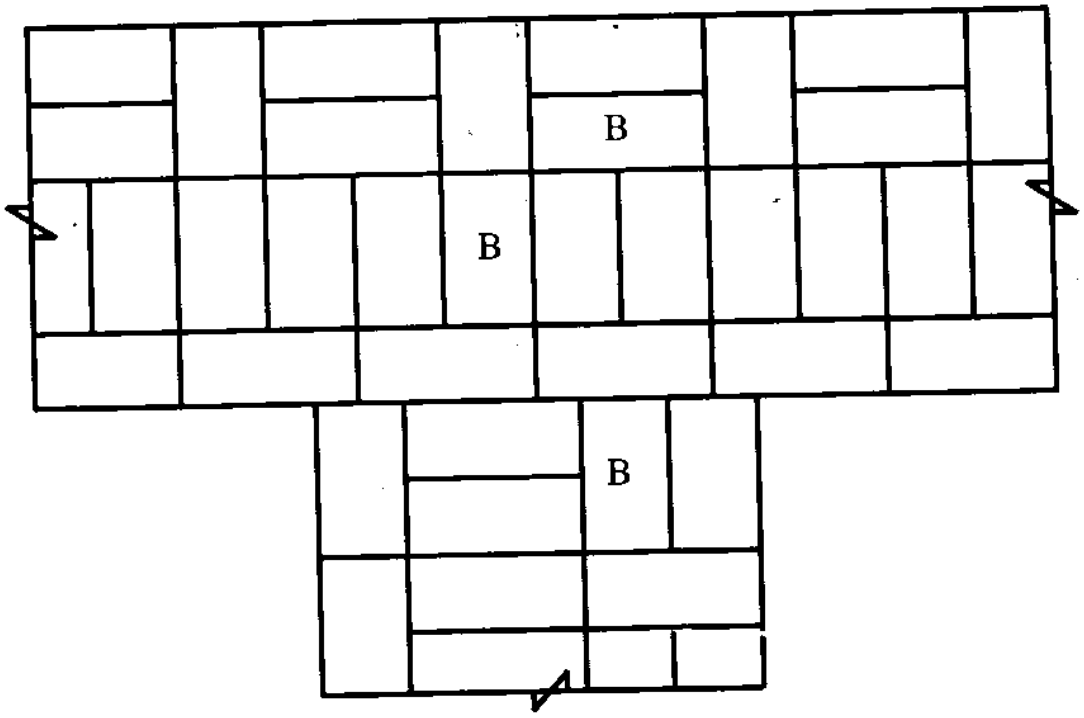


১, ৩, ৫..... কোর্স

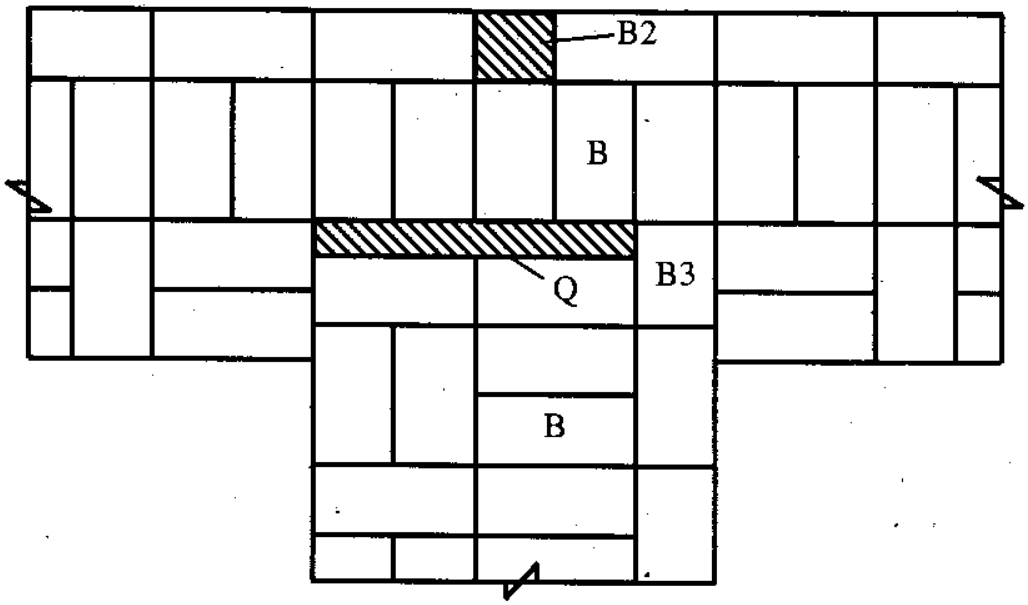


২, ৪, ৬..... কোর্চ

(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–

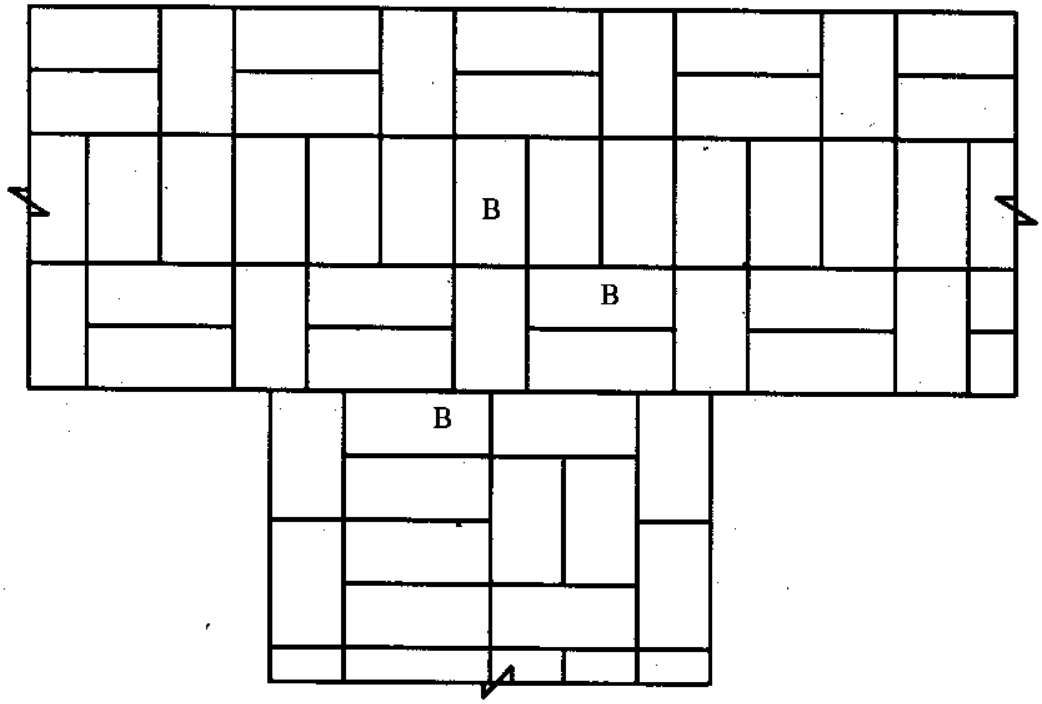


১, ৩, ৫..... কোর্চ

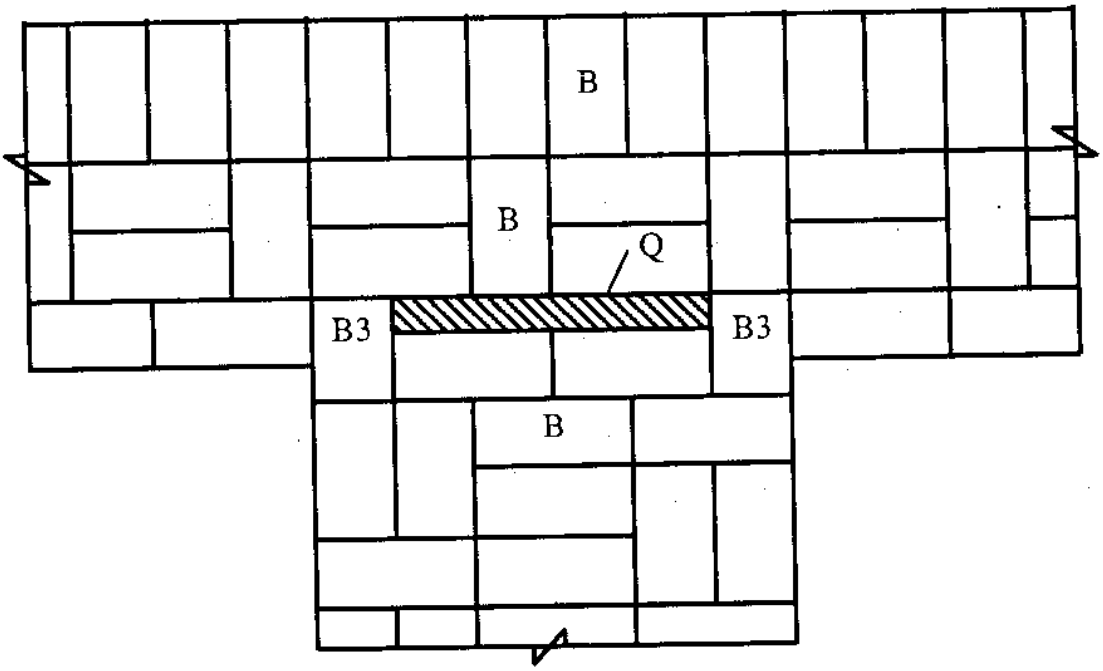


২, ৪, ৬..... কোর্চ

(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের টি জয়েন্টের বন্ড নিম্নরূপ–



১, ৩, ৫, ... কোর্চ



২, ৪, ৬, ... কোর্চ

নোট ঃ B = Brick; B2 = $\frac{1}{2}$ Brick or bat; B3 = $\frac{3}{4}$ Brick; Q = Qeen closer.

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **কোন ধরনের স্ট্রাকচারের ইটের গাঁথুনিতে বন্ড গুরুত্বপূর্ণ?**

উত্তর ঃ কোন স্ট্রাকচার বা ভবন নির্মাণের ক্ষেত্রে যদি ইটের দেওয়াল স্ট্রাকচারের সমস্ত লোড বহন (Load Bearing Wall) করে তাহলে ঐ সমস্ত দেওয়ালের ক্ষেত্রে বন্ড অত্যন্ত জরুরি এবং গুরুত্বপূর্ণ।

২। **কোন বন্ড পয়েন্টিং-এর জন্য বেশি ভালো?**

উত্তর ঃ ফ্লেমিশ বন্ডের দেওয়াল পয়েন্টিং-এর জন্য বেশি ভালো, কারণ এই বন্ডের প্রত্যেক কোর্চে হেডার-এর পাশে স্ট্রাকচার থাকে, এ জন্য দেখতে সুন্দর লাগে।

৩। **বন্ডের কাজ কী?**

উত্তর ঃ দেওয়াল বা কাঠামোর স্থায়িত্বতা বৃদ্ধি করা, খাড়া জোড়া পরিহার করা, দেওয়ালের উপর আরোপিত লোড সমভাবে বন্টন করা, শিয়ার প্রতিরোধ করা এবং ইটের পারস্পরিক ইন্টারপকিং সৃষ্টি করা।

পরীক্ষণ নং-১১	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্ট ইংলিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample cross (+) joints of 25 cm to 75 cm width English bond brick wall.)

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

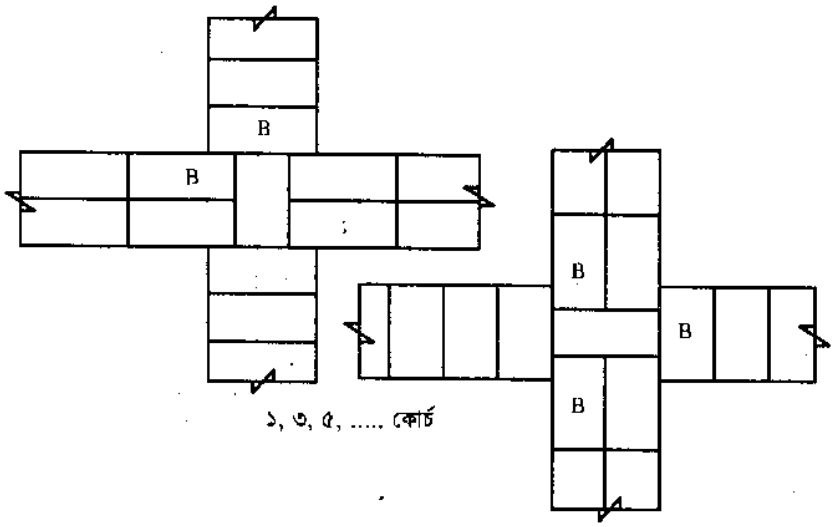
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫। নিম্নে চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

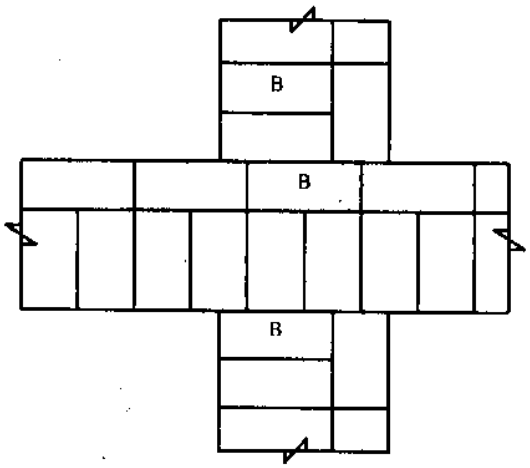
(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–



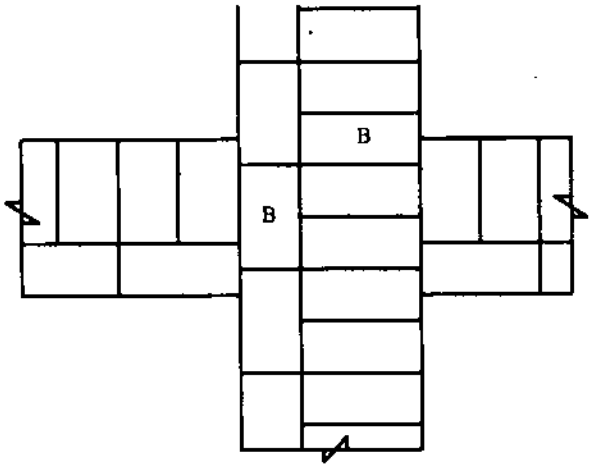
১, ৩, ৫, ... কোর্চ

২, ৪, ৬, ... কোর্চ

(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–

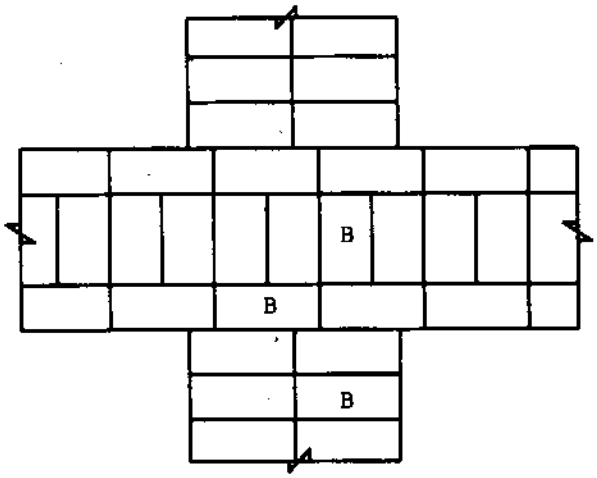


১, ৩, ৫..... কোর্চ

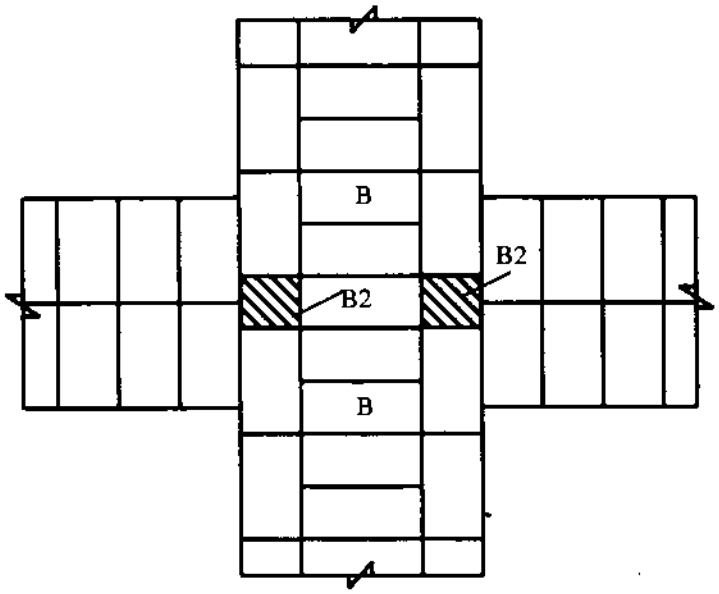


২, ৪, ৬..... কোর্স

(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–

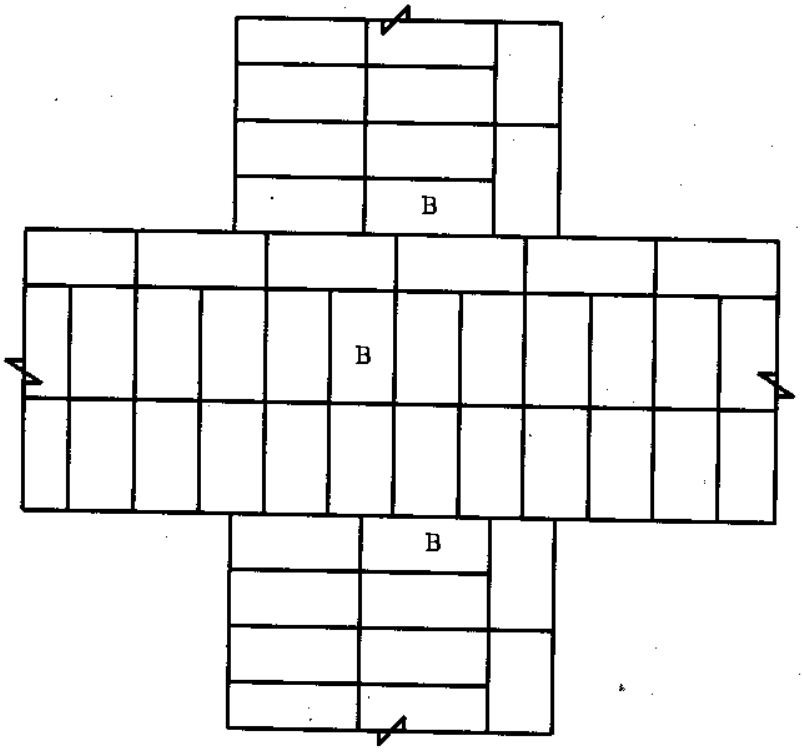


১, ৩, ৫..... কোর্স

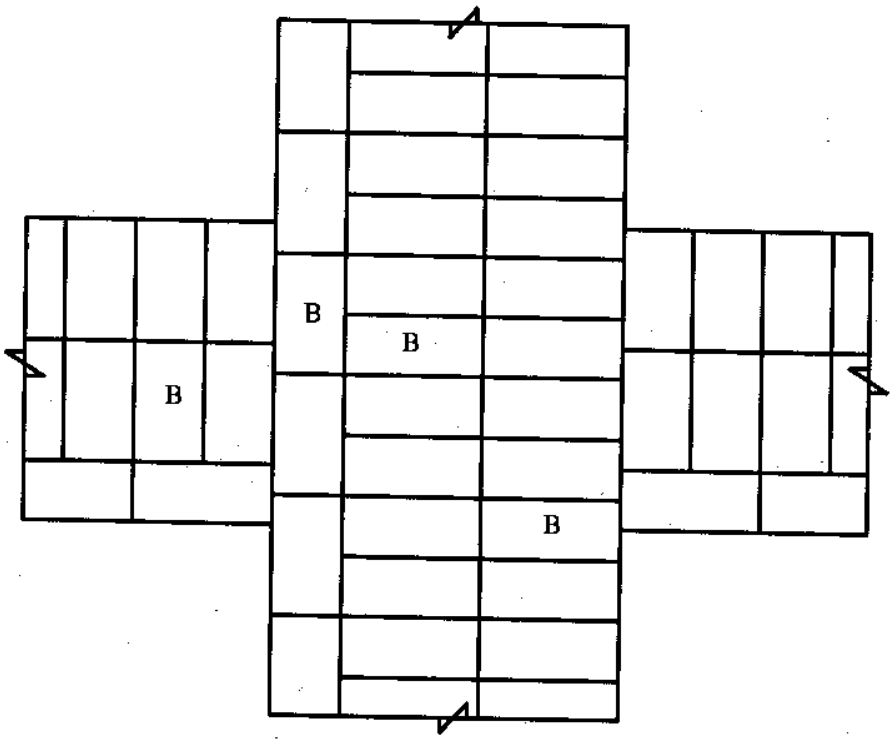


২, ৪, ৬..... কোর্স

(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–

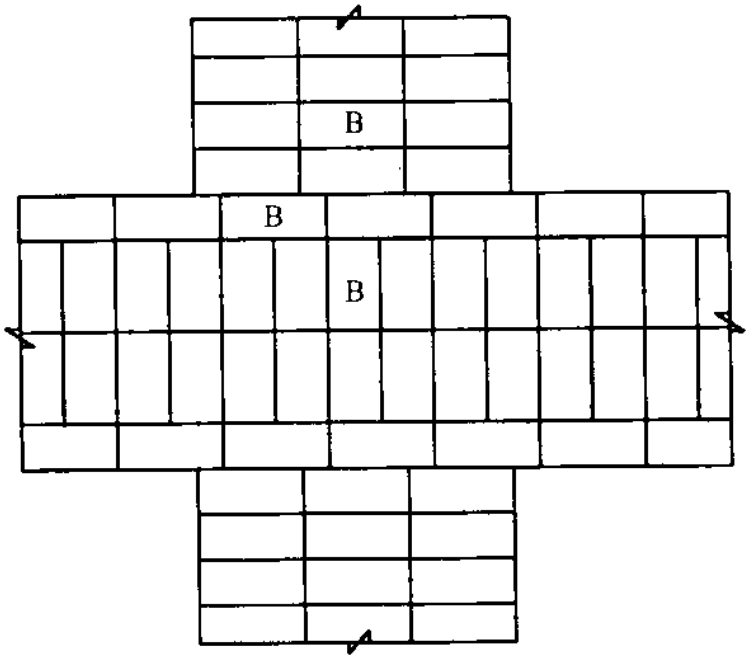


১, ৩, ৫..... কোর্স

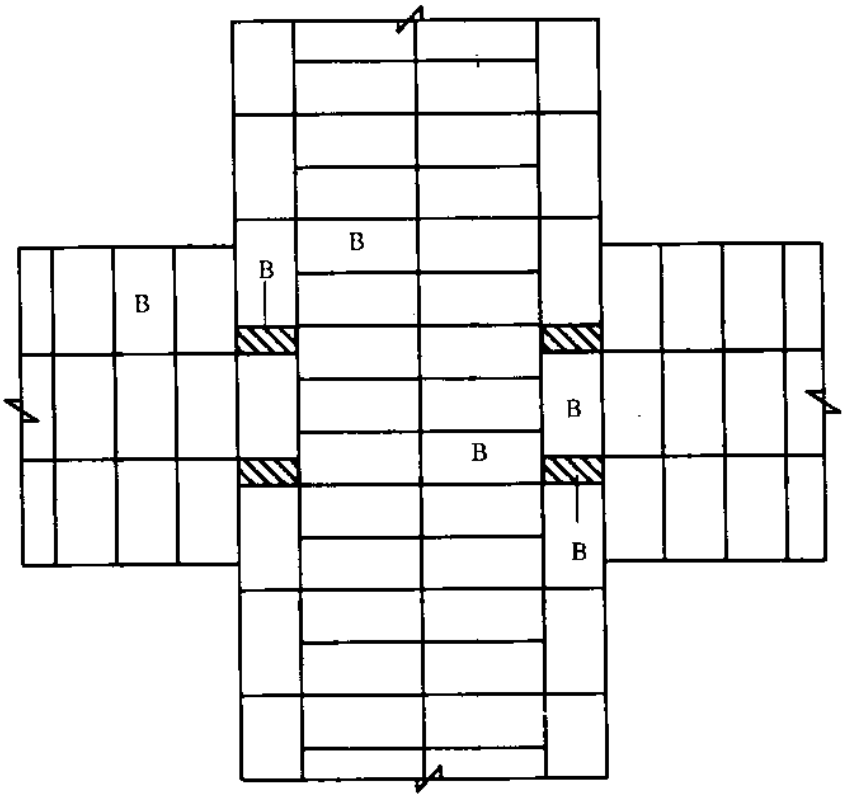


২, ৪, ৬..... কোর্স

(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–



১, ৩, ৫ ..... কোর্স



২, ৪, ৬ ..... কোর্স

নোট ঃ B = Brick; B2 = $\frac{1}{2}$ Brick or bat; Q = Queen closer.

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ এক কোর্চ ইট গাঁথার পর অন্য কোর্চ ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **ইটের দেওয়ালে ক্রস জয়েন্ট কখন দেওয়া হয়?**

উত্তর ঃ কোন ভবন নির্মাণের ক্ষেত্রে ভবনের ভিতরে অনেক কক্ষ নির্মাণ করতে হয়। ভিতরের দুই কক্ষের সংযোগস্থলে দেওয়াল দুইটি একটি অপরটিকে ক্রস করে চলে যায়। এমন স্থানে ইটের গাঁথুনিতে ক্রস জয়েন্ট প্রদান করা হয়।

২। **ইটের গাঁথুনিতে ক্রস জয়েন্টের সুবিধা কী?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে ক্রস জয়েন্টে সাধারণত পূর্ণ ইট প্রদান করে নির্মাণ করা যায়। সেজন্য খুবই মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। ইট বেশি ভাঙার প্রয়োজন হয় না।

৩। **ইটের গাঁথুনিতে কী পরিমাণ মসলা লাগে?**

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে ইটের গাঁথুনির আয়তনের ৩৫% শুকনা মসলা লাগে।

পরীক্ষণ নং-১২	তারিখ ঃ	সময় .....

জবের নাম ঃ ২৫ সেন্টিমিটার থেকে ৭৫ সেন্টিমিটার আকারের ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্ট ফ্লেমিশ বন্ডের মাধ্যমে প্রস্তুতকরণ (Construct sample cross (+) joints of 25 cm to 75 cm width Flemish bond brick wall).

প্রয়োজনীয় উপকরণ ও যন্ত্রপাতি ঃ ইট, মর্টার, হাতুড়ি, কর্ণিক, ওলন, বাঁসলে, সুতা ইত্যাদি।

কাজের ধারা ঃ

১। সমতল পৃষ্ঠ প্রস্তুত করে সুন্দরভাবে লেভেলিং করে গাঁথুনি আরম্ভ করার মত তৈরি করতে হবে।

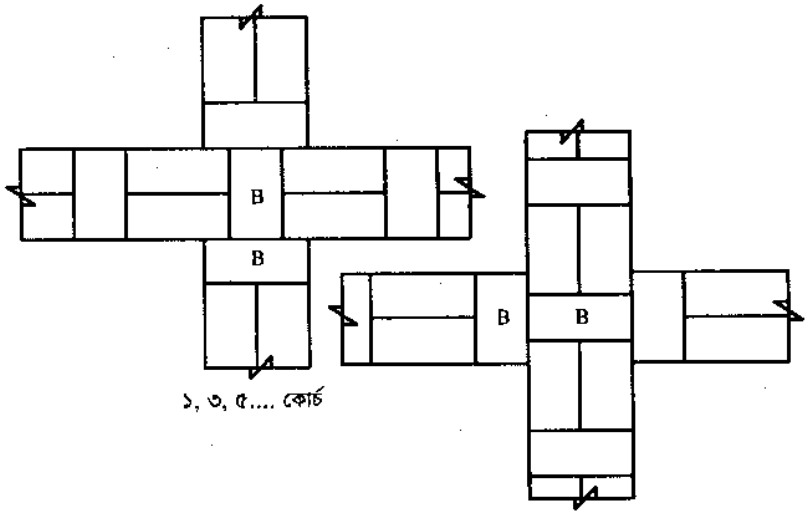
২। সিমেন্ট, বালি ও পানি মিশ্রিত করে মর্টার প্রস্তুত করতে হবে।

৩। প্রথম এক লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছানোর পর তার উপর ২য় লেয়ার বা কোর্চ ইট বিছাতে বা গাঁথতে হবে।

৪। এভাবে এক লেয়ার বা কোর্চ-এর উপর আরেক লেয়ার বা কোর্চ ইট গেঁথে প্রয়োজন অনুযায়ী উচ্চতা পর্যন্ত তৈরি করতে হবে।

৫। নিম্নে চিত্রে বিভিন্ন ধরনের আকারের পিলার নির্মাণকৌশল বিস্তারিত দেখানো হলো–

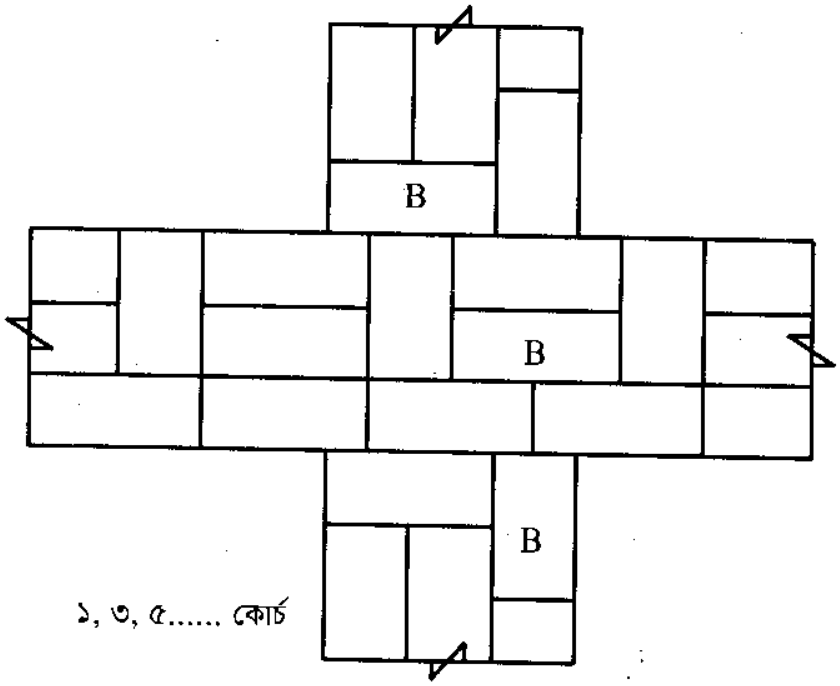
(i) ২৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–



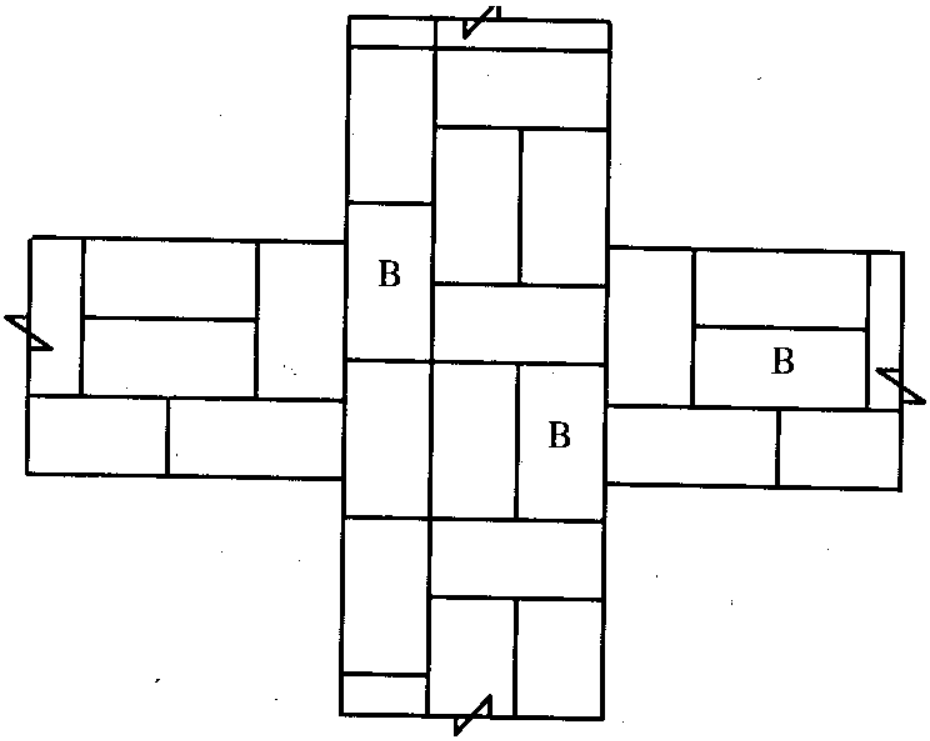
১, ৩, ৫.... কোর্চ

২, ৪, ৬.... কোর্চ

(ii) ৩৭.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ-

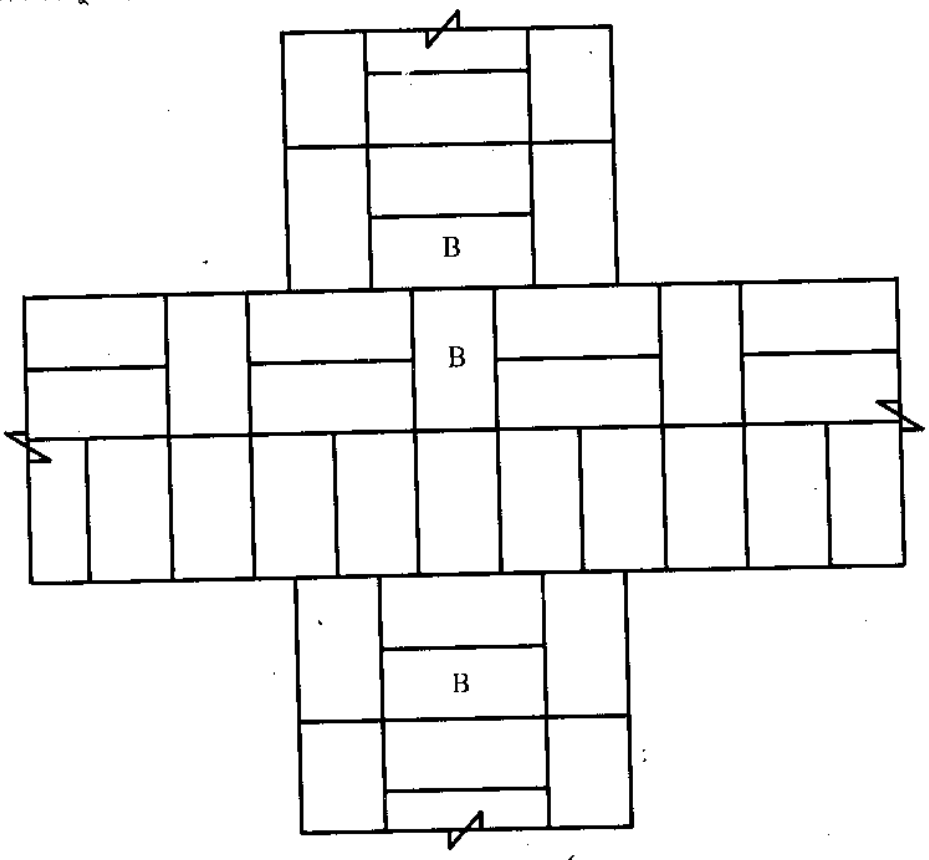


১, ৩, ৫..... কোর্স

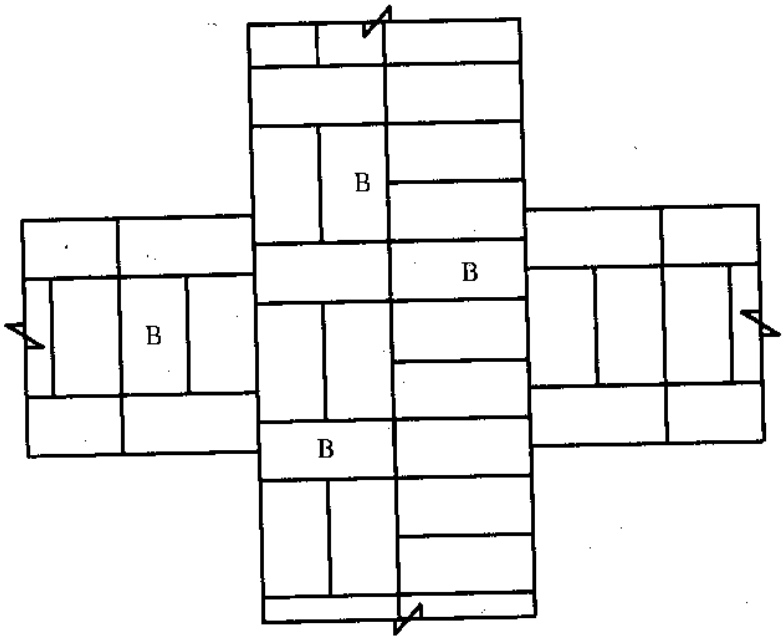


২, ৪, ৬..... কোর্স

(iii) ৫০ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–

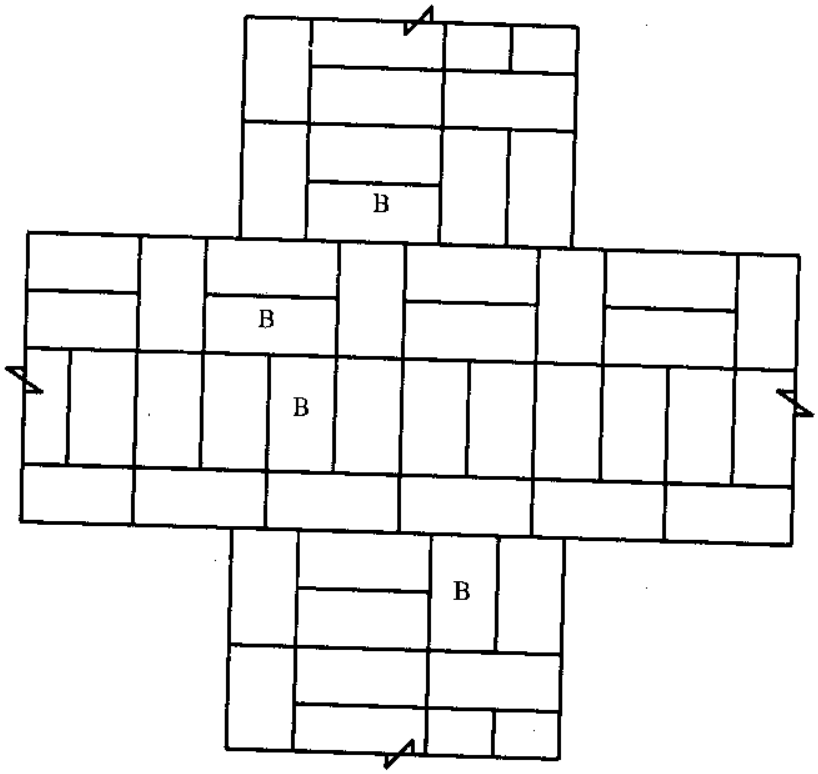


১, ৩, ৫..... কোর্স

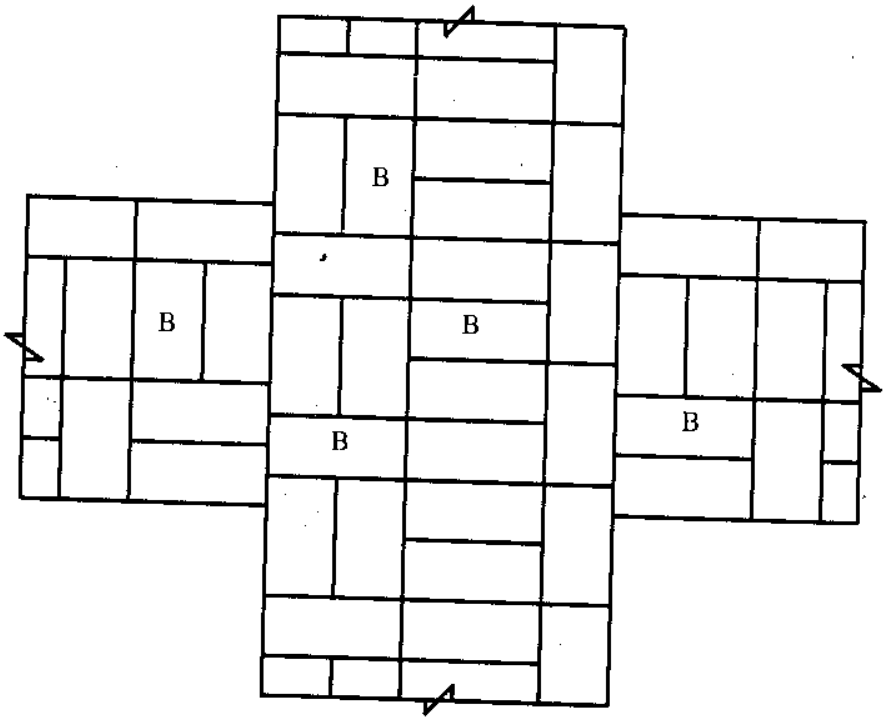


২, ৪, ৬.... কোর্স

(iv) ৬২.৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–

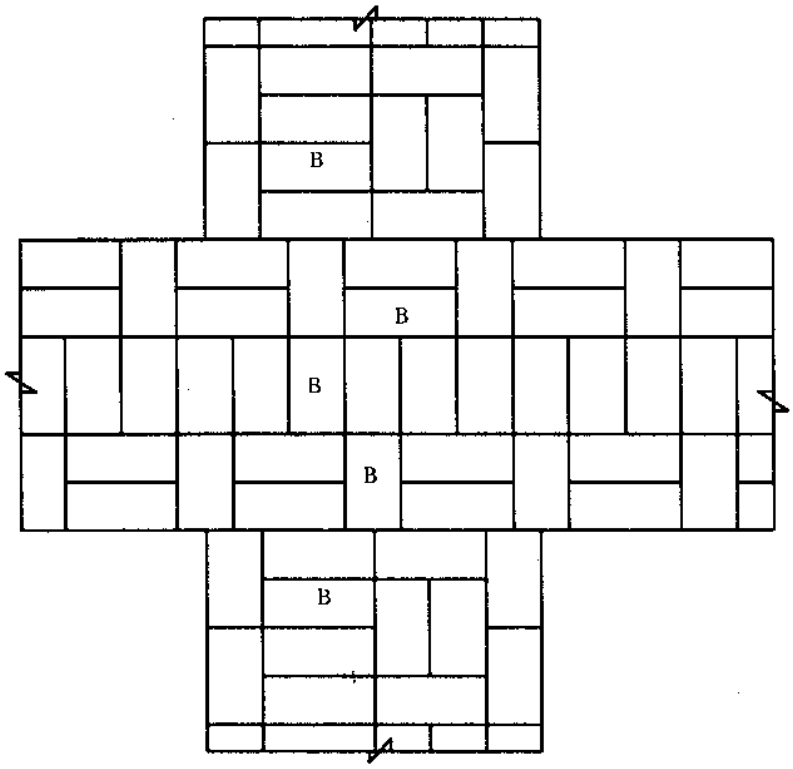


১, ৩, ৫..... কোর্চ

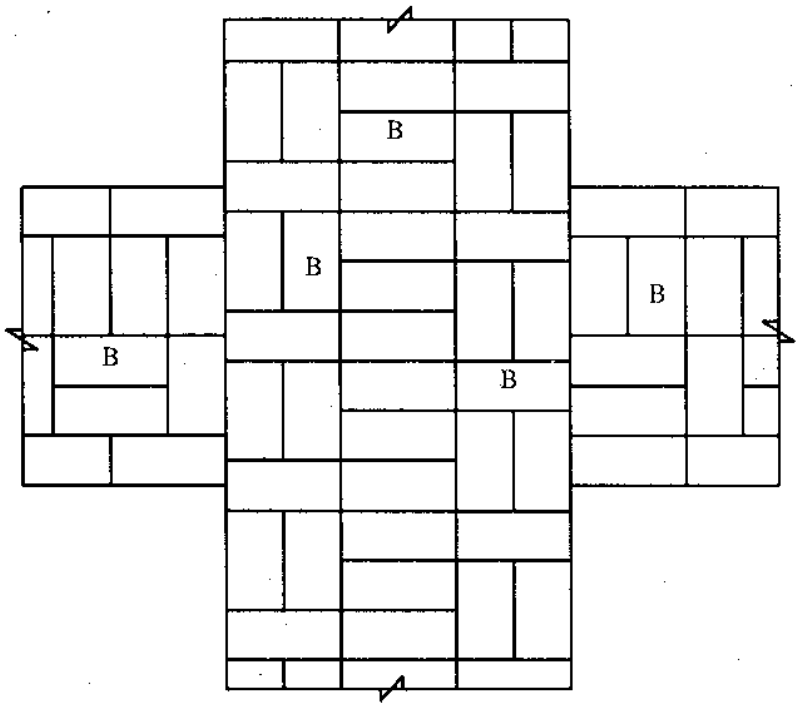


২, ৪, ৬..... কোর্চ

(v) ৭৫ সেন্টিমিটার পুরু ইটের দেওয়ালের ক্রস জয়েন্টে বন্ড নিম্নরূপ–



১, ৩, ৫..... কোর্স



২, ৪, ৬..... কোর্স

নোট ঃ B = Brick

সাবধানতা/সতর্কতা ঃ

এক কোর্স ইট গাঁথার পর অন্য কোর্স ইট গাঁথুনির সময় দেখতে হবে ইটের জয়েন্ট যেন কোন অবস্থাতেই একই লাইন বরাবর না হয়। সেজন্য চিত্রে প্রদত্ত সেকশনগুলো ভালোভাবে খেয়াল রেখে ইটের দেওয়াল গাঁথুনির কাজ করতে হবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ইটের গাঁথুনিতে কুইন ক্লোজার (Queen closer) কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে এক কোর্স এর উপর অন্য কোর্স স্থাপনের সময় যেন একই লাইন বরাবর জয়েন্ট না হয় সে জন্য কুইন ক্লোজার (Queen closer) ব্যবহার করা হয়।

২। ইটের গাঁথুনিতে মসলার উপাদানের অনুপাত কত?

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে মসলার অনুপাত সাধারণত ১ ঃ ৬ হয়ে থাকে। বিশেষ ক্ষেত্রে যদি $\frac{১}{২}$ ইট পুরু (৫″ থিক ওয়াল) দেওয়াল হয় তখন মসলার অনুপাত ১ ঃ ৫ ব্যবহার করা হয়।

৩। ইটের গাঁথুনিতে জয়েন্ট কত প্রকার হয় এবং কী কী?

উত্তর ঃ ইটের গাঁথুনিতে জয়েন্ট তিন প্রকারের হয়ে থাকে, যথা–

(i) কর্নার জয়েন্ট বা এল জয়েন্ট

(ii) টি জয়েন্ট এবং

(iii) ক্রস জয়েন্ট।

৪। প্রচলিত ও মেট্রিক ইটের আকার কত?

উত্তর ঃ প্রচলিত ইটের আকার– দৈর্ঘ্য ৯$\frac{১}{২}$ ইঞ্চি, প্রস্থ ৪$\frac{১}{২}$ ইঞ্চি এবং উচ্চতা ২$\frac{৩}{৪}$ ইঞ্চি (24.2 cm × 11.4 cm × 7.0 cm)।

মডুলার ইটের আকার– দৈর্ঘ্য ৭$\frac{১}{২}$ ইঞ্চি, প্রস্থ ৩$\frac{১}{২}$ ইঞ্চি এবং উচ্চতা ৩$\frac{১}{২}$ ইঞ্চি (19 cm × 9 cm × 9 cm)।

সুপার সাজেশনস্

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি ঃ

১। কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ১০, ১২, ১৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। আর.সি.সি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিটের উপাদানগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০২]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৫। বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১১, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০২]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭। সিমেন্ট ভেজাল কর্মগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। সিমেন্টের জমাট বাঁধা সময় বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। প্রি-স্ট্রেইসড কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৯]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০। বোন ড্রাই অ্যাগ্রিগেট কী?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১। ময়েস্ট অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বালির আয়তন স্ফীতির হার কত?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। অ্যাডমিক্সার বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। লাইম কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০, ১১]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কংক্রিটের গুণাগুণ নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিটের সিমেন্টের গাদ বা লেইটেন্স বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১৪]
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কংক্রিটের সেগ্রিগেশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২০। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]
অথবা, কংক্রিট তৈরির ধাপগুলো উল্লেখ কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২১। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিটের উপাদানের আনুপাতিকরণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২২। M_{150}/M_{200} বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৬, ০৯, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। হাতে কংক্রিট মিশ্রণের বিভিন্ন পর্যায়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কংক্রিট মিক্সার মেশিনের ১০/৭ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। 200 NT এবং 200 T বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। ভাইব্রেটর কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। এগ্রিগেট পরিমাপে ফেরা বা কাঠের বাক্সের মাপ কত? [বাকাশিবো-২০১০, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কিউরিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। উত্তম কিউরিং-এর ফলাফল বা কাজগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০, ১১, ১৪]
অথবা, কিউরিং-এর মূল উদ্দেশ্যগুলো কী কী?
অথবা, কিউরিং কেন করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কিউরিং করার পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ১০, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। সাধারণভাবে কংক্রিটের কী কী পরীক্ষা করা হয়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১]
অথবা, কংক্রিটের বৈশিষ্ট্য জানার জন্য কী কী পরীক্ষা করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। সিঙ্গেল সাইজড অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। অল-ইন-অ্যাগ্রিগেট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। কংক্রিটের নথি পরীক্ষা কেন করা হয়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। স্লাম্প কোণ-এর পরিমাপ লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯, ১০, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। বিশেষ ধরনের কংক্রিটগুলোর নাম লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। পলিমার কংক্রিট বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯, ১০, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। পলিমার কংক্রিটে কী কী মনোমার ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কোথায় কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। টেনডন কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ফেরো-সিমেন্ট কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। কী কী পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। ট্রিমি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১০, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ভিত্তিতল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। সাব-সয়েলের অসম বসন কী কী কারণে হয়? [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। অগভীর ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। ফুটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। অগভীর ভিত্তি বা ফুটিং কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। স্প্রেড ফুটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। আর.সি.সি. কলাম ফুটিং কী কী কারণে ব্যর্থ হতে পারে? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। কোন কোন ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং প্রদান করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৯, ১০, ০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। যুক্ত ফুটিং ডিজাইনের সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?
অথবা, যুক্ত ফুটিং কখন নির্মাণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। পায়ার ভিত্তি কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬২। ভিত্তি প্রধানত কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৩। গভীর ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬৪। পাইল ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?
অথবা, পাইল কেন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৬৫। ব্যবহার অনুযায়ী পাইল কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬৬। বিয়ারিং পাইল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৬৭। ফ্রিকশন পাইল বা ফ্লোটিং পাইল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৬৮। শ্রেণিবদ্ধ পাইল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৬৯। স্যান্ড পাইলের সুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৭০। কফার ড্যাম কী? [বাকাশিবো-২০০৬, ১০]
অথবা, কফার ড্যাম বলতে কী বুঝ?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭১। কেইসন কী? [বাকাশিবো-২০০৯, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭২। বিভিন্ন প্রকার ওপেন কেইসনের নাম লিখ।
অথবা, ওপন কেইসন কয় প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৭৩। কূপ ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য।

৭৪। কূপ ভিত্তির আকার নির্বাচনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০ নং দ্রষ্টব্য।

৭৫। পাইল বসাতে কী কী যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৩ নং দ্রষ্টব্য।

৭৬। কী কী পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ১২]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪ নং দ্রষ্টব্য।

৭৭। হ্যামার কত প্রকার ও কী কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৫ নং দ্রষ্টব্য।

৭৮। পাইল ক্যাপ বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৪]
অথবা, পাইল ক্যাপ কেন দেয়া হয়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭৯। ড্রপ হ্যামারের ওজন কত? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮০। হ্যামারের পতন দৈর্ঘ্য বা স্ট্রোক দৈর্ঘ্য কত? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮১। হ্যামার দ্বারা প্রতি মিনিটে পাইলের মাথায় আঘাতের সংখ্যা কত? [বাকাশিবো-২০০৬]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৯ নং দ্রষ্টব্য।

৮২। ব্যাটার পাইল কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০ নং দ্রষ্টব্য।

৮৩। ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৮]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮৪। নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরি কত প্রকার ও কী কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৮৫। ব্রিক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮৬। বাংলাদেশে প্রচলিত ইটের আকার লিখ। [বাকাশিবো-২০০২, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৮৭। স্ট্রেচার এবং হেডার কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৮৮। ইটে ফ্রগ রাখা হয় কেন? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৮৯। কিং ক্লোজার কী? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৯০। কুইন ক্লোজার কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৯১। ক্লোজার ইট কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৯২। জ্যাম্বস এবং রিভিলস কী? [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৯৩। স্ট্রিং কোর্স এবং ব্লকিং কোর্স কী?
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯৪। কোপিং কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৯৫। ওয়েদারিং এবং থ্রোটিং বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৯৬। কর্বেল এবং কর্বেলিং বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৯৭। হানিকম্ব বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৯৮। ইটের কাজের ত্রুটিগুলো কী কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯৯। বন্ড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৪, ০৯, ১০, ১২, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০০। গাঁথুনির কাজে বন্ডের প্রয়োজনীয়তাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০২, ০৯, ১০, ১১]
অথবা, উত্তম বন্ডের প্রয়োজনীয়তাগুলো লিখ।
অথবা, বন্ডের কাজ কী?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০১। কী কারণে ইটকে পানিতে ভিজানো হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১০২। ইংলিশ বন্ড বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১০৩। ফ্লেমিশ বন্ড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৮]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১০৪। স্ট্রেচার এবং হেডার বন্ডের মৌলিক পার্থক্য কী? [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১০৫। গার্ডেন ওয়াল বন্ড বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০৬। হেরিং বোন বন্ড বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

১০৭। কী উদ্দেশ্যে সংযুক্ত পায়ার (Pier) প্রদান করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১০৮। কম্পোজিট ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১০, ১২, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০৯। কী উদ্দেশ্যে কম্পোজিট ম্যাসনরি ব্যবহার করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১০। কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১১১। রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১২। কী অবস্থায় রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি নির্মাণ করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১১৩। হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১১৪। পার্টিশন ওয়াল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১৫। ইটের পার্টিশন দেওয়াল কত প্রকার ও কী কী?
অথবা, বিভিন্ন প্রকার পার্টিশন ওয়ালের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১৬। রিইনফোর্সড ব্রিক পার্টিশন দেওয়াল বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১৭। পাঞ্চন (Puncheon) বলতে কী বুঝায়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১১৮। ক্যাভিটি ওয়াল বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০২, ০৩, ০৪, ০৬, ০৯, ১০, ১১, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১১৯। ক্যাভিটি ওয়ালের অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১২০। ওয়াল টাই কী? [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি :

১। আর.সি.সি.-এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ২০১১, ২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির গুণাগুণ বা ধর্মগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০২, ১০, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ কী কী? [বাকাশিবো-২০১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়সমূহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৮। হাতে কংক্রিট মিশ্রণের ধাপগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১২, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। কংক্রিট সিলিন্ডারের চাপশক্তি পরীক্ষাটি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১২। পলিমার কংক্রিট ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বুঝায় এবং এটি কোথায় কোথায় ব্যবহৃত হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কংক্রিট কাজ পরিদর্শনের বিষয়গুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। RCC কাজে পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী? [বাকাশিবো- ২০০৬, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। ভিত্তি প্রদানের উদ্দেশ্য বা ভিত্তির কাজ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। উত্তম ভিত্তির প্রয়োজনীয়তা বা গুণাবলি লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ভিত্তির অসম বসনের কারণগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৮, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধে কী কী সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২১ অগভীর ভিত্তির শ্রেণিবিন্যাস দেখাও। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২২ অগভীর ভিত্তির সুবিধাগুলো লিখ
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। অগভীর ভিত্তির সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। র‍্যানকিনের সূত্রানুযায়ী ভিত্তির গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১]
অথবা, ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লিখ। [বাকাশিবো-২০১২, ১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। স্প্রেড ভিত্তির ব্যর্থতাগুলো বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। পায়ার ভিত্তির চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। পায়ার ভিত্তির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০২, ২০০৫, ২০০৮, ২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৯ টিম্বার পাইলের সুবিধাগুলো লিখ
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩০ টিম্বার পাইলের অসুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৯]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। কংক্রিট ও কাঠের পাইলের মধ্যে তুলনা কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। স্যান্ড পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। কী কী বিষয় বিবেচনা করে শীট পাইলের প্রকার নির্ধারণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০১০
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। শীট পাইলের কাজগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১০, ২০১১
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। কী উদ্দেশ্যে কফার ড্যাম ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৮, ২০০৯
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। কফার ড্যাম নির্বাচনে কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৫, ২০০৯
অথবা, কফার ড্যাম নির্বাচনে প্রভাবকারী বিষয়সমূহ কী কী?
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। সিমপ্লেক্স পাইলের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০৬, ২০০৯
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। চিত্রসহ ফ্রাংকি পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। পাইল ডিজাইন করার সময় কী কী লোড বিবেচনা করা হয়?
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলাটি লিখে সাংকেতিক অক্ষরগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। গাঁথুনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৩, ১৪
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। ইটের কাজের ত্রুটিগুলো আলোচনা কর।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। গাঁথুনির পূর্বে ইটকে উত্তমরূপে ভেজাতে হয় কেন? [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। বন্ডিং-এর নিয়মগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। বিভিন্ন প্রকার বন্ডের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮, ১০
অথবা, বিভিন্ন প্রকার ১০টি বন্ডের নাম লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ইংলিশ বন্ডের সাধারণ নিয়মগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৯। ফ্লেমিশ বন্ডের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫০। ইংলিশ এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ১০, ১১, ১২, ১৩
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

৫১। বিভিন্ন প্রকার কম্পোজিট ম্যাসনরির নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫২। রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৩। হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৬, ১০, ১১
উত্তর সংকেত ⇒ অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৫৪। পার্টিশন ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০, ১১]
অথবা, পার্টিশন ওয়ালের প্রয়োজন হয় কেন?
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৫। উত্তম পার্টিশন ওয়ালের গুণাবলি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫৬। বিভিন্ন প্রকার পার্টিশন ওয়ালের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০১০, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫৭। টিম্বার পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৫৮। কী উদ্দেশ্যে বা প্রয়োজনে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫৯। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সুবিধাগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১২]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬০। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সময় কী কী সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত? [বাকাশিবো-২০১০, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৬১। ক্যাভিটি ওয়ালের পরিচ্ছন্ন চিত্রসহ বিভিন্ন অংশের নাম লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। কংক্রিটের উপাদানগুলো ব্যাখ্যা কর।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২। "পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে"–উক্তিটির তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১০, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপসমূহ সংক্ষেপে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিসমূহ আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৬, ০৯, ০৮, ১০, ১১, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাণকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাপকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কিউরিং-এর পদ্ধতিগুলো সংক্ষেপে আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৮, ০৯, ১০, ১২, ১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। চিত্রসহ প্রি-টেনশনিং-এর বর্ণনা দাও।
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রি-স্ট্রেসিং পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, প্রি-টেনশনিং এবং পোস্ট টেনশনিং সম্পর্কে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৪]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১১। পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৩]
উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১২। গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপনে ক্ষতিকর প্রভাব এড়ানোর জন্য কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা হয়? [বাকাশিবো-১০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ লিখ। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৬, ১০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণসমূহের প্রতিকারের উপায় বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৫, ০৬, ১০, ১৪

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধের পূর্বাহ্নিক ব্যবস্থাসমূহ আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১২

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৬। স্প্রেড ফুটিং এবং র‍্যাফট ভিত্তির মাঝে মূল পার্থক্য চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। চিত্রসহ র‍্যাফট ফাউন্ডেশনের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। একটি কম্বাইন্ড ফুটিং-এর চিত্র অঙ্কন করে ইহা প্রদানের কারণগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২১৬০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ১৬০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৬

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২০। পায়ার ভিত্তির চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২১। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২৫,৩০০ কেজি/m^2, ওজন ১৬০০ কেজি/m^3, স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে? [বাকাশিবো-২০০৮, ০৯

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২২০০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ওয়াল ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৩

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা সুবিধাজনক?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। চিত্রসহ কাঠের পাইলের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। চিত্রসহ স্যান্ড পাইলের বর্ণনা দাও এবং সুবিধা ও অসুবিধা লিখ। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৬। চিত্রসহ কূপ ভিত্তির নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ০৯, ১০, ১১

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। চিত্রসহ ড্রপ হ্যামার পদ্ধতিতে পাইল বসানো বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯, ১০

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কংক্রিট পাইল ও কাঠের পাইলের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৩

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। হ্যামারের ওজন ৫০০ কেজি, পতন উচ্চতা ২ মিটার এবং প্রতি আঘাতে ৬ মিমি পাইল পেনিট্রেশন হলে একটি আর.সি.সি পাইলের নিরাপদ লোড (Safe load) বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলা ব্যবহার করে একটি টিম্বার পাইলের লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর। তথ্যাদি: হ্যামারের ওজন ও পতন উচ্চতা যথাক্রমে ২০০০ কেজি এবং ১ মিটার। শেষ পাঁচটি আঘাতের গড় পেনিট্রেশন ৫ মিমি।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। একটি ড্রপ হ্যামারের ওজন ২০০০ কেজি, পতন উচ্চতা ৩৭৫ মিমি, ড্রাইভিং চলাকালীন সময়ে শেষের কয়েক আঘাতের গড় সেমিস্ট্রেশন ৫ সিসি যদি পাইল সু, ক্যাপ ইত্যাদিসহ পাইলের ওজন ১০০০ কেজি হলে পাইলের নিরাপদ লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর। ফ্যাক্টর অব সেফটি ৪

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। কাস্ট-ইন সিটু পাইলের নির্মাণপদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩৩। চিত্রসহ বিয়ারিং পাইল ও ফ্রিকশন পাইলের পার্থক্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৪। কম্প্যাকশন পাইল বলতে কী বোঝায়? [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬ নং দ্রষ্টব্য।

৩৫। গাঁথুনির কাজে রাজমিস্ত্রিরা যে সকল যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে তার নামসহ ব্যবহার লিখ। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৬। ভিত্তির বেইজ হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কোপিং পর্যন্ত (জানালাসহ) একটি দেওয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লিখ [বাকাশিবো-২০০৫, ০৯, ১০, ১১, ১২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩৭। ইটের কাজ পরিদর্শনের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়গুলো আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০১০, ১১, ১৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩৮। ইংলিশ বন্ডে $1\frac{1}{2}$ ইটের এবং ২ ইটের দুই স্তর কর্নার দেওয়ালের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৪]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩৯। ফ্লেমিশ বন্ডে $1\frac{1}{2}$ ইটের এবং ২ ইটের দুই স্তর কর্নার দেওয়ালের চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪০। ইটের গাঁথুনির সঠিক পদ্ধতিগুলো আলোচনা কর। [বাকাশিবো-২০০২]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪১। সকল প্রকার বন্ড এর নাম উল্লেখপূর্বক যে-কোন পাঁচটি বন্ডের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর। [বাকাশিবো-২০০৫, ০৮]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪২। চিত্রসহ হলো ব্লক ব্লক ম্যাসনরির বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০০২, ০৯]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৩। কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলি লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৪৪। ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৫। ক্যাভিটি ওয়ালের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৪৬। ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০২, ১১]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৪৭। ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধা ও সীমাবদ্ধতাগুলো লিখ। [বাকাশিবো-২০১৩]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৪৮। ফাঁকা স্থানে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের কৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১০]

উত্তর সংকেত অনুশীলনী ১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৫

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১ (সিটি-৪৪৪)

[সময় ঃ ৩ ঘন্টা] [পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। কংক্রিটের প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩। সেগ্রিগেশন (Segregation) ও গাদ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ ও ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। কিউরিং করার পদ্ধতিগুলোর নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। কফার ড্যাম নির্বাচনে প্রভাবকারী বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৭। পাইল ক্যাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

৮। কী কী পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪নং দ্রষ্টব্য।

৯। কংক্রিটের নতি (Slump) পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১১। নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরির প্রকারভেদ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১২। স্ট্রেচার বন্ড ও হেডার বন্ডের মৌলিক পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৩। জ্যাম্বস ও সিল কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কংক্রিটে অ্যাডমিক্সার কেন দেওয়া হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কিং ক্লোজার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। উত্তম পার্টিশ দেওয়ালের গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৭। ক্যাভিটি ওয়ালের পরিচ্ছন্ন চিত্র অংকন করে উহার বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৮। বিভিন্ন প্রকার কম্পোজিট ম্যাসনরির নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ইংলিশ বন্ড ও ফ্লেমিশ বন্ডের মধ্যে তুলনামূলক সম্পর্ক লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্রি-স্ট্রেস্‌ড্ কংক্রিট বলতে কী বুঝায় এবং এটি কোথায় কোথায় ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ ও ৩নং দ্রষ্টব্য।

২১। ভিত্তি অসমভাবে বসনের কারণগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২২। আর.সি.সি কলাম ফুটিং-এর ব্যর্থতার কারণগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কিউরিং-এর মূল উদ্দেশ্যগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ফেরো সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বুঝায় এবং এটি কোথায় কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। ভিত্তির বেজ হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কপিং পর্যন্ত জানালাসহ একটি দেওয়ালের সেকশন অঙ্কনপূর্বক বিভিন্ন অংশের নাম লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৭। চিত্রসহ স্যান্ড (Sand) পাইলের বর্ণনা দাও এবং এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৮। স্পেড ফুটিং ও র‍্যাফ্‌ট ফাউন্ডেশনের মধ্যে মূল পার্থক্য চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৯। সকল প্রকার বন্ড (Bond)-এর নাম উল্লেখপূর্বক যে-কোন পাঁচটি বন্ডের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩০। প্লেন ব্রিক পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ভিত্তির ব্যর্থতা প্রতিকারের উপায়সমূহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৬

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার ও সিভিল (উড)

বিষয় ঃ কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১

[বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪]

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৭৫]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। লাইম কংক্রিট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

২। বালির আয়তন স্ফিতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিটের গাদ বা লেইটেন্স কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট মিশ্রণের শিরোনাম M_{200} বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। পানি-সিমেন্ট অনুপাত ০.৫৫ হলে, প্রতি ব্যাগ সিমেন্টে প্রয়োজনীয় পানির পরিমাণ কত?

উত্তর সংকেত ঃ = ৫০ × ০.৫৫ = ২৭.৫ কেজি = ২৭.৫ লিটার।

৬। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৭। ফেরো-সিমেন্টের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৮। কাঠামোর উপর কী কী লোড আসতে পারে?

উত্তর সংকেত ঃ =

৯। ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ে র‍্যাঙ্কিন-এর সূত্র নোটেশনসহ লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। পায়ার ভিত্তি কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১১। কফার ড্যাম বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১২। পাইল ক্যাপ কেন দেয়া হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কিং ক্লোজার বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ক্যাভিটি ওয়াল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৫। যুক্ত ফুটিং কখন নির্মাণ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিট প্রস্তুতের ধাপসমূহ উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

১৯। আর.সি.সি. কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়সমূহ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২০। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধির উপায়গুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

২১। স্যান্ড পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২২। পাইল বসানোর ড্রপহ্যামার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৭, ২৮, ২৯নং দ্রষ্টব্য।

২৩। গাঁথুনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির সুবিধাগুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২১৬০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ১৬০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। কংক্রিট স্থানান্তর পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। কাঠামোর ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলো উল্লেখ কর এবং প্রতিকারের উপায়গুলো লিখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কাস্ট-ইন্-সিটু পাইলের নির্মাণপদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ফ্লেমিশ বন্ডের ১.৫ ইট প্রস্থ কর্নার দেয়ালের দুই স্তর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩০। মাটি তদন্তের ওয়াশ বোরিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ

৩১। ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০০৯

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টেরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

[বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪]

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৫০]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। L. C. কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কী?

উত্তর সংকেত ঃ =

৩। ভিত্তিতল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৪। পাইল কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। Cavity wall বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। 200NT এবং 200T বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। কিউরিং কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮। পানি-সিমেন্ট অনুপাত ০.৪৫ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৯। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১০। কিং ক্লোজার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১১। বালি আয়তন স্ফীতির লেখচিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত ঃ ১.৭ অনুচ্ছেদের ৪-এর চিত্র ১.১নং দ্রষ্টব্য।

১২। পলিমার কংক্রিট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বন্ড কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। শীট পাইল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কেইসন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কীভাবে বাড়ানো যায়?

উত্তর সংকেত ঃ

১৭। হলো ক্লে ব্লক ম্যাসনরির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পায়ার ভিত্তির চিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৯। মাটি তদন্তের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ

২০। কী কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২১। বিয়ারিং পাইল ও ফ্রিকশন পাইলের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ ও ৯নং দ্রষ্টব্য।

২২। আর.সি.সি. কলাম ফুটিং-এর ব্যর্থতার কারণগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২৩। উত্তম পার্টিশন দেয়ালের গুণাবলি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। স্যান্ড পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২৫,৩০০ কেজি/m^2, ওজন ১৬০০ কেজি/m^3, স্থিরতা কোণ ৩০° হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। মাটি তদন্তের ওয়াশ বোরিং চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ

২৭। কফার ড্যাম চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৩ অনুচ্ছেদের কাফারড্যাম হতে কেইসন এর পূর্ব পর্যন্ত দ্রষ্টব্য।

২৮। প্লেন ব্রিক পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কাস্ট-ইন-সিটু ও প্রি-কাস্ট পাইলের পার্থক্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ ও ৬নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০০৮

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার, সিভিল, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

[বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪]

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৭৫]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। আর.সি.সি (R.C.C) বলতে কী বুঝ?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২। A.S.T.M-এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ American Society of Testing Materials.

৩। কংক্রিটের কার্যপোযোগিতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫। অল-ইন অ্যাগ্রিগেট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৬। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভিত্তি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ

৯। কী কী উদ্দেশ্যে কফারড্যাম ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

১০। পাইল ক্যাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

১১। মেসনরি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১২। ফ্লেমিশ বন্ড বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কাঠামোর ওপর কী কী লোড ক্রিয়া করে?

উত্তর সংকেত ঃ

১৪। কিং-ক্লোজার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৫। র‍্যাফ্‌ট্ বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। কংক্রিটে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। পানি-সিমেন্ট অনুপাত কীভাবে কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কীভাবে করা হয়, চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভিত্তি অসমভাবে বসনের কারণগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২১। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের উদ্দেশ্যগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২২। কোন্ কোন্ ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৩। গাঁথনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কিউরিং-এর মূল উদ্দেশ্যগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা 20900 কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন 1590 কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ 30″ হলে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা কত হবে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। মাটির ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয়ের প্লেট লোডিং টেস্টের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ

২৭। সকল প্রকার বন্ড (Bond) নাম উল্লেখপূর্বক যে-কোন চারটি বন্ডের পরিচ্ছন্ন চিত্র আঁক।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৮। স্প্রেড ফুটিং এবং র‍্যাফ্ট ফাউন্ডেশনের মাঝে মূল পার্থক্য চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৯। চিত্রসহ স্যান্ড (Sand) পাইলের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ব্রিক পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

২য়, ৪র্থ, ৬ষ্ঠ ও ৮ম পর্ব সমাপনী পরীক্ষা, ২০০৯

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

[বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪]

[সময় ঃ ৩ ঘণ্টা] [পূর্ণমান ঃ ৭৫]

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ১৫ × ১ = ১৫)

১। কংক্রিট মিশ্রণের শিরোনাম এম-১৫০ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২। 200NT এবং 200T বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৩। ক্যাভিটি ওয়াল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪। পাইপ ক্যাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

৫। কফার ড্যাম নির্বাচনে প্রভাব বিস্তারকারী বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

৬। বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭। পানি-সিমেন্ট অনুপাত ০.৫৫ হলে, প্রতি ব্যাগ সিমেন্টে প্রয়োজনীয় পানির পরিমাণ কত?

উত্তর সংকেত ঃ = ৫০ × ০.৫৫ = ২৭.৫ কেজি = ২৭.৫ লিটার।

৮। যুক্ত ফুটিং কখন নির্মাণ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৯। পলিমার কংক্রিট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১০। ইটের কাজে বন্ড কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১১। কিং ক্লোজার কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১২। ভিত্তি গভীরতা নির্ণয়ে র‍্যাংকিন-এর সূত্র নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কংক্রটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কাঠামোর ওপর কী কী লোড ক্রিয়া করে?

উত্তর সংকেত ঃ

১৫। নির্মাণসামগ্রী অনুযায়ী ম্যাসনরির প্রকারভেদ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৩ = ৩০)

১৬। কংক্রিট তৈরির ধাপগুলো উল্লেখ কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৭। উত্তম পার্টিশন দেয়ালের গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিটের উপাদানের আনুপাতিকরণ করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। পায়ার ভিত্তির চিত্র অংকন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২০। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট এবং রি-ইনফোর্সড কংক্রিটের মাঝে পার্থক্য কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩ ও ৪নং দ্রষ্টব্য।

২১। ফেরো সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বুঝায় এবং এটি কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২২। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বাড়ানোর উপায়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ

২৩। স্যান্ড পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৪। পাইল বসানোর ড্রপ হ্যামার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২৫। গাঁথুনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ৫ × ৬ = ৩০)

২৬। ভিত্তির বেস হতে শুরু করে প্যারাপেটের কপিং পর্যন্ত জানালাসহ একটি দেয়ালের সেকশন অংকনপূর্বক বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৭। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ফ্লেমিশ বন্ডের ১.৫ ইট প্রস্থ কর্নার দেয়ালের দু'স্তর এর চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৯। কাস্ট-ইন-সিটু পাইরের নির্মাণপদ্ধতি ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৩০। মাটি তদন্তে ওয়াশ বোরিং পদ্ধতি সচিত্র বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ

৩১। মাটির লেভেল হতে ৩.৫ মিটার উঁচু এবং ২৫ সেমি চওড়া দেয়ালের জন্য একটি স্ট্রাইপ ফুটিং ডিজাইন কর। মাটির একক ওজন ১৮০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা, কোণ ৩০° এবং মাটির নিরাপদ ভারবহন ক্ষমতা ১৬ টন/বর্গমিটার। দেয়াল প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ১২ টন লোড বহন করে। লাইম কংক্রিটের বেস এর ওপর গাঁথনি হবে। লাইম কংক্রিটের ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার এবং মডুলাস অব রাপচার ১৬ টন/বর্গমিটার। গাঁথনির ওজন ১৯৫০ কেজি ঘনমিটার।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

দ্বিতীয়, চতুর্থ ও ষষ্ঠ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ সিভিল (উড), আর্কিটেকচার ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান-১ × ১৫ = ১৫)

১। সিমেন্টের ভৌত ধর্মগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২। কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৪। কিউরিং-এর পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। অ্যাগ্রিগেডের গ্রেডিং বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৬। পলিমার কংক্রিট কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৭। রানার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ

৮। শোরিং কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ

৯। পাইল ক্যাপ কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

১০। মাটি তদন্তের পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ

১১। কফার ড্যাম কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৩নং দ্রষ্টব্য।

১২। হানিকম্ব বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭নং দ্রষ্টব্য।

১৩। কম্পোজিট ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ক্যাভিটি ওয়াল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কোন কোন ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং প্রদান করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-৩×১০=৩০)

১৬। কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৮। ফেরো সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৯। আর.সি.সি কাজ পরিদর্শনের বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভিত্তি ব্যর্থতার কারণগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২১। কী উদ্দেশ্যে শীট পাইল ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২২। ওয়েদারিং এবং থ্রোটিং চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৩। বিভিন্ন প্রকার ১০টি বন্ডের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। হলো ক্লে-ব্লক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৫। টিম্বার পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধা কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান-৬×৫=৩০)

২৬। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো সংক্ষেপে আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৭। কংক্রিটের নতিপরীক্ষা চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৮। চিত্রসহ ওয়াশ বোরিং-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৯। চিত্রসহ রেকিং শোর-এর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত:

৩০। চিত্রসহ ড্রপ হ্যামার পদ্ধতিতে পাইল বসানোর বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ভিত্তির বেইজ হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কোপিং পর্যন্ত জানালাসহ একটি ওয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১০

টেকনোলজি ঃ সিভিল (উড), আর্কিটেকচার ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান-১ × ১৫ = ১৫)

১। প্লেইন কংক্রিট ও রিইনফোর্সড কংক্রিট বলতে কী বুঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ ও ৪নং দ্রষ্টব্য।

২। A.S.T.M.-এর পূর্ণনাম ইংরেজিতে লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ American Society of Testing Materials.

৩। লেইটেন্স ও সেগ্রিগেশন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ ও ৫নং দ্রষ্টব্য।

৪। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং (Grading) বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৬। টেনডন কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৭। ভিত্তি কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৮। পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯। কাঠামোর উপর কী কী লোড (Load) ক্রিয়া করে?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। ডিজাইন অনুসারে অগভীর ভিত্তি প্রধানত কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১১। বন্ড কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১২। একটি মাটির কফার ড্যামের চিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর সংকেত ঃ ১০.৩ অনুচ্ছেদের কফার ড্যামের প্রকারভেদ এর ১ দ্রষ্টব্য।

১৩। ম্যাসনরির কাজে ব্যবহৃত পাঁচটি যন্ত্রের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পাইল ক্যাপ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কিং-ক্লোজার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-৩×১০=৩০)

১৬। কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কী কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সচার ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৮। উত্তম কিউরিং-এর কাজগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। আর.সি.সি কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৭ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২০। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২১। কংক্রিট মিক্সচার মেশিনের $^{১০}/_{৭}$ বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২২। ভাল ভিত্তির কী কী গুণাবলি থাকা উচিত?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৩। চিত্রসহ বিয়ারিং পাইল ও ফ্রিকশন পাইলের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৫নং দ্রষ্টব্য।

২৪। উত্তম বন্ডের কাজগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। বিভিন্ন প্রকার পার্টিশন ওয়ালের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান-৬×৫=৩০)

২৬। চিত্রসহ কংক্রিটের নতি পরীক্ষা বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৭। গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিটি আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়, বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণ ও প্রতিকারগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণে কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়, লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩১। মাটি তদন্তের ওয়াশ বোরিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা–২০১০

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন।

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস–১

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ–বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ–বিভাগের যে–কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক–বিভাগ (মান–১ × ১৫ = ১৫)

১ লাইম কংক্রিট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

২ সেগ্রিগেশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিট হাতে মিশ্রণের ধাপগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৪ কিউরিং কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫। সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক নির্ণয়ে ব্যবহৃত চালনিগুলোর ক্রমানুসারে নাম্বার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৬ পলিমার কংক্রিটে ব্যবহৃত মনোমারগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৭। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয় কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। সাব-সয়েলের অসম বসনের কারণ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৯। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। আর.সি.সি কলাম ফুটিং ব্যর্থ হওয়ার কারণ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১১। কম্প্যাকশন পাইল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১২। ক্লোজার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বন্ডের কাজ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৪। আর.বি. ম্যাসনরি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ক্যাভিটি ওয়াল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-৩×১০=৩০)

১৬। "পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে"- সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাণকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কী কী অবস্থায় সুপার-প্লাস্টিসাইজড কংক্রিট প্রয়োগ করা হয়, সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৯। নতুন কাঠামোর ক্ষেত্রে মাটি তদন্তের উদ্দেশ্যগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

২০। নির্মাণকাজে শীট পাইলের কাজ কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২১। ম্যাসনরি কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির চিত্রসহ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২২। ফ্লোমিশ গার্ডেন ওয়াল বন্ডের চিত্র অঙ্কন করে দেখাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৪। উত্তম পার্টিশন দেয়ালের গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বাড়ানোর উপায়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: সিলেবাস বহির্ভূত।

গ-বিভাগ (মান-৬×৫=৩০)

২৬। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রি-স্ট্রেসিং এর পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ের র‍্যাংকিন-এর সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৯। প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের নির্মাণকৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ব্রিক মেসনরির কাজ তত্ত্বাবধানে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান-১ × ১৫ = ১৫)

১ কোর্স অ্যাগ্রিগেট ও ফাইন অ্যাগ্রিগেট কীভাবে আলাদা করা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ চালুনি বিশ্লেষণের মাধ্যমে।

২ সিমেন্ট ও সেটিং টাইম কোন অ্যাপারেটাস-এর মাধ্যমে জানা যায়?

উত্তর সংকেত ঃ ভাইরেক্টর টেস্ট অ্যাপারেটাস।

৩ বালির আয়তন স্ফিতি কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৪ কংক্রিট সেগ্রিগেশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৫ খোয়া, বালি পরিমাপের কাঠের বাক্সের আকার কত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৬ ওয়াটার সিমেন্ট রেশিও বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭। কংক্রিট মিক্সারের ক্ষেত্রে 10/7 বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮। গ্রেডিং কার্ভ কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯ পলিমার কংক্রিট কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১০ 0°C তাপমাত্রায় কিউরিং করলে ২৮ দিনে শতকরা কত ভাগ শক্তি অর্জিত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ ৫০%।

১১ ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ের সূত্রটি নোটেশনসহ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১২ ব্যাটার পাইল কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩০নং দ্রষ্টব্য।

১৩। গাঁথুনির কাজে ক্লোজার ব্যবহার করা হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ উত্তম বন্ডের জন্য।

১৪। ক্যাভিটি ওয়াল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৫। পার্টিশন ওয়ালের প্রয়োজন হয় কেন?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-৩×১০=৩০)

১৬। অ্যাডমিক্সার কী কী উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা মেনে চলা উচিত?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২০। কংক্রিটের বৈশিষ্ট্য জানার জন্য কী কী পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২১। আর.সি.সি কলাম ফুটিং কী কী কারণে ব্যর্থ হয়?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য

২২। স্যান্ড পাইল নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৩। গাঁথুনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইংলিশ ও ফ্লেমিশ বন্ডের পার্থক্য লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২৫। হলো ব্লক ব্লক ম্যাসনরির সুবিধা লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান-৬×৫=৩০)

২৬। মাটির ভারবহন ক্ষমতা নির্ণয়ের প্লেটলোডিং টেস্ট বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত:

২৭। কূপ ভিত্তির নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ভিত্তির বেইজ হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কোপিং পর্যন্ত একটি দেয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কংক্রিট স্থানান্তর পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

চতুর্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১১

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড) ও আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ২৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ৭৫

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান-১ × ১৫ = ১৫)

১। লাইম কংক্রিট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২১নং দ্রষ্টব্য।

২। সেগ্রিগেশন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিট হতে মিশ্রণের ধাপগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। কিউরিং কেন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫। সূক্ষ্মতার গুণাঙ্ক নির্ণয়ে ব্যবহৃত চালনিগুলোর ক্রমানুসারে নাম্বার লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৬ পলিমার কংক্রিটে ব্যবহৃত মনোমারগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৭। প্রি-স্ট্রেস্ড্ কংক্রিটের কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয় কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৮। সাব-সয়েলের অসম বসনের কারণ লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৯ মাটির ভারবহন ক্ষমতা বলতে কী বোঝয়?

উত্তর সংকেত ঃ

১০। আর.সি.সি কলাম ফুটিং ব্যর্থ হওয়ার কারণ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১১। কম্প্যাকশন পাইল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৬নং দ্রষ্টব্য।

১২। ক্লোজার বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১৩। বন্ডের কাজ কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৪। আর.বি ম্যাসনরি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ক্যাভিটি ওয়াল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান-৩×১০=৩০)

১৬। "পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে"-সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিটের উপাদানগুলো পরিমাপকরণ প্রক্রিয়াটি সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কী কী অবস্থায় সুপার-প্লাস্টিসাইজড্ কংক্রিট প্রয়োগ করা হয়, সংক্ষেপে লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৯। নতুন কাঠামোর ক্ষেত্রে মাটি তদন্তের উদ্দেশ্যগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত:

২০। নির্মাণকাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির চিত্রসহ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২১। মেসনরি কাজে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রপাতির চিত্রসহ নাম লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২২। ফ্লেমিশ গার্ডেন ওয়ার বন্ডের চিত্র অঙ্কন করে দেখাও।

উত্তর সংকেত: = ১২.৫ অনুচ্ছেদের ১২.১০ চিত্র দ্রষ্টব্য।

২৩। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের উদ্দেশ্যগুলো লেখ।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৪। উত্তম পার্টিশন দেয়ালের গুণাবলি কী কী?

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বাড়ানোর উপায়গুলো লেখ।

উত্তর সংকেত:

গ-বিভাগ (মান-৬×৫=৩০)

২৬। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রি-স্ট্রেসিং এর পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ের র‍্যাংকিন-এর সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৯। প্রি-কাস্ট কংক্রিট পাইলের নির্মাণকৌশল চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ব্রিক মেসনরির কাজ তত্ত্বাবধানে বিচ্যে বিষয়গুলো বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত: অনুশীলনী-১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা –২০১২

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার, সিভিল, সিভিল (উড), সার্ভেয়িং, আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস–১

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা **পূর্ণমান ঃ ১২০**

ক ও খ বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। স্প্রেড ফুটিং কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২। কাঠামোর ওপর কী কী লোড ক্রিয়া করে?

উত্তর সংকেত ঃ

৩। ভিত্তি প্রধানত কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

৪। ট্রিমি কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৫। টেনডন কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৬। ভাইব্রেটর কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭। কংক্রিট-এর গুণাগুণ নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮। কংক্রিট বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৯। এক্সপান্ডেড মেটাল কাকে বলে?

উত্তর সংকেত ঃ

১০। কম্পোজিট ম্যাসনরি বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১১। বন্ড বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১২। পার্টিশন ওয়াল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাভিটি ওয়াল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৪। কী কী পদ্ধতিতে পাইল বসানো হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৪নং দ্রষ্টব্য।

১৫। শ্রেণিবদ্ধ পাইল বলতে কী বোঝায়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। কী কী উদ্দেশ্যে অ্যাডমিক্সার ব্যবহার করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করা হয়?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৮। প্রি-স্ট্রেস্ড্ কংক্রিট কাজে বিবেচ্য বিষয়গুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৯। উত্তম ভিত্তির কী কী গুণাবলি থাকা উচিত?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২০। কী কী পদ্ধতিতে মাটির ভারবহন ক্ষমতা বাড়ানো যায়?

উত্তর সংকেত ঃ

২১। নোটেশনসহ র‍্যানকিনের সূত্রটি লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২২। ওপেন কেইসন কয় প্রকার ও কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৮নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ব্রিক ম্যানসরিতে কী কী মর্টার ব্যবহৃত হয়?

উত্তর সংকেত ঃ সিমেন্ট মর্টার ও লাইম মর্টার।

২৪। ইংলিশ এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মাঝে তুলনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ক্যাভিটি ওয়ালের অসুবিধাগুলো কী কী?

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ভিত্তির অসম বসন প্রতিরোধের ব্যবস্থাগুলো আলোচনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। চিত্রসহ র‍্যাফ্ট্ ফাউন্ডেশনের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৯। চিত্রসহ স্যান্ড পাইলের বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ভিত্তি হতে প্যারাপেট পর্যন্ত জানালাসহ একটি দেয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩১। চিত্রসহ রিইনফোর্সড্ ব্রিক ম্যাসনরির বর্ণনা দাও।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ট্রাস্ড্ পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৩

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার, এ.আই.ডি.টি ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২। বিয়ারিং পাইল কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৩। বাংলাদেশে প্রচলিত ইটের আকার লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪। বন্ড বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৫। ক্যাভিটি ওয়াল বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৭। অ্যাডমিক্সার ব্যবহারের উদ্দেশ্য লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

৮। পানি-সিমেন্ট অনুপাত বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

৯। আর.সি.সি কলাম ফুটিং কী কী কারণে ব্যর্থ হতে পারে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১০। পলিমার কংক্রিটের সংজ্ঞা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১১। র‍্যাফ্ট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১২ কী কী পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৩ M_{30} বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৪ কী কী পদ্ধতিতে কিউরিং করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৫। কম্পোজিট ম্যাসনরি বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৩ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। ভিত্তির অসম বসনের কারণগুলো কী কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৭। প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৮। পলিমার কংক্রিট ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণের সময় কী কী সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২০। উত্তম পার্টিশন ওয়ালের গুণাবলি বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২১। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২২। কংক্রিট স্থাপনের সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৩। মাটির ভারবহন ক্ষমতা ২২০০০ কেজি/বর্গমিটার, মাটির ওজন ২০০০ কেজি/ঘনমিটার, মাটির স্থিরতা কোণ ৩০° হ
ওয়াল ফুটিং-এর গভীরতা নির্ণয় কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১২নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ইংলিশ ও ফ্লেমিশ বন্ডের মাঝে পার্থক্য লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কিউরিং-এর পদ্ধতিগুলো আলোচনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২৭। আর.সি.সি কাজ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কংক্রিট পাইল ও কাঠের পাইলের মাঝে পার্থক্য উল্লেখ কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১০নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধা ও সীমাবদ্ধতাগুলো উল্লেখ কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রসহ বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩১। র‍্যানকিনের ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা সূত্রটি প্রতিপাদন কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং
৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৩
টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার
অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। অ্যাডমিক্সার বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২০নং দ্রষ্টব্য।

২। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩। কংক্রিট কিউরিং করার পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৪। ফেরোসিমেন্ট কংক্রিট কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

৫। ক্যাভিটি ওয়াল কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। অগভীর ভিত্তি বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৭। বিয়ারিং পাইল কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

৮। পাইল ক্যাপ কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬নং দ্রষ্টব্য।

৯। কেইশন কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১০। কিং-ক্লোজারের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১১। স্ট্রেচার ও হেডার কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১২। কোপিং কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ইটে ফ্রগ মার্ক রাখা হয় কেন? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

১৪। বন্ড বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১২ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ওয়াল টাই কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। আর.সি.সি ও প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ ও ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিট স্থাপনে কী কী সতর্কতা মেনে চলা উচিত? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৮। উত্তম পার্টিশন ওয়ালের গুণাবলি লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

১৯। র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

২০। গাঁথনির পূর্বে ইটকে উত্তমরূপে ভেজাতে হয় কেন? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইংলিশ বন্ডে ৩৭.৫ সেমি চওড়া দু'স্তর কর্নার দেয়ালের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-১২ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২২। নোটেশনসহ ইঞ্জিনিয়ারিং নিউজ ফর্মুলাটি লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২২নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ইটের গাঁথনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কংক্রিট স্থানান্তরের পদ্ধতিগুলোর নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ক্যাভিটি ওয়ালের অসুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কংক্রিট সিলিন্ডারের চাপশক্তি পরীক্ষা বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রি-টেনশনিং ও পোস্ট-টেনশনিং সম্পর্কে বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

২৮। একটি কম্বাইন্ড ফুটিং-এর পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর এবং কম্বাইন্ড ফুটিং প্রদানের কারণগুলো লেখ।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী-৯ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

২৯। পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিগুলো সংক্ষেপে আলোচনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৩০। কম্পোজিট ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

৩১। চিত্রসহ ব্রিক নগিং পার্টিশন ওয়ালের বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পূর্ব পরিপূরক পরীক্ষা-২০১৪ (পরীক্ষার তারিখ ঃ ০৯-০৭-২০১৪)

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার, সিভিল, সিভিল (উড), সার্ভেয়িং ও

আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫ (পাঁচ) টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। প্লেইন কংক্রিট ও রিইনফোর্সড কংক্রিট বলতে কী বোঝায়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ ও ৪ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২। কিউরিং কেন করা হয়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৩। ভিত্তি বলতে কী বোঝায়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট মিক্সার মেশিনের ১০/৭ বলতে কী বোঝায়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৫ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৫। লেইটেন্স ও সেগ্রিগেশন কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৪ ও ৫ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৬। বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বোঝায়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৭ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৭। র‍্যাফ্‌ট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন কোথায় দেয়া হয়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৮। পানির নিচে কংক্রিট স্থাপনের পদ্ধতিগুলো কী কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৯। ASTM, BNGC-এর পূর্ণরূপ লেখ। *উত্তর সংকেত ঃ* সিলেবাস বহির্ভূত।

১০। পাইল ক্যাপ কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত ২৬ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১১। পলিমার কংক্রিটে ব্যবহৃত মনোমারগুলো কী কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত ৪ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১২। অ্যাগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বোঝায়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১৩। মাটির ভারবহন ক্ষমতা কাকে বলে? *উত্তর সংকেত ঃ* সিলেবাস বহির্ভূত।

১৪। ক্যাভিটি ওয়াল কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১৫। ক্লোজার বলতে কী বোঝায়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। "পানি-সিমেন্ট অনুপাত কংক্রিটের শক্তিকে প্রভাবিত করে"– উক্তিটি ব্যাখ্যা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ২ এর রচনামূলক ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিটের শক্তি নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো কী কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১৮। কিউরিং-এর উদ্দেশ্যগুলো লেখ। *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৪ এর সংক্ষিপ্ত ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

১৯। ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিট বলতে কী বোঝায়? এটি কোথায় ব্যবহৃত হয়?
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত ৩ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২০। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো কী কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২১। অ্যাডমিক্সার ব্যবহারের উদ্দেশ্যগুলো কী কী? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত ৫ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২২। কী কী কারণে ইটকে পানিতে ভেজানো হয়? *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত ৮ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৩। ম্যাসনরি কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নাম লেখ। *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৪। কংক্রিটে ব্যবহৃত পানির বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত ৭ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৫। বিভিন্ন প্রকারের পার্টিশন ওয়ালের নাম লেখ। *উত্তর সংকেত ঃ* অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত ৩ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কংক্রিট স্থানান্তরকরণের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৭। প্রিস্ট্রেসিং-এর পদ্ধতিগুলোর বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৬ এর রচনামূলক ২ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৮। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণ ও প্রতিকারগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক ১ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

২৯। ঘনকের চাপশক্তি পরীক্ষার কৌশল বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অধ্যায় ৫ এর অনুচ্ছেদ ৫.৪(গ) নং দ্রষ্টব্য

৩০। ব্রিক ম্যাসনরির কাজ তত্ত্বাবধানে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক ৫ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

৩১। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধির পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** সিলেবাস বহির্ভূত

৩২। ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ে র‍্যাংকিনের সূত্রটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত ৩ নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৪ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১০/০১/২০১৫]

টেকনোলজি ঃ সিভিল, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার, এ.আই.ডি.টি ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোনো ৫ (পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। কংক্রিট বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

২। A.S.T.M- এর পূর্ণঅর্থ কী? ***উত্তর ঃ*** American Society of Testing Materials.

৩। 200 NT এবং 200 T বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট মিক্সচার মেশিনে ড্রাম প্রতি মিনিটে কয়বার ঘোরতে পারে? ***উত্তর ঃ*** ড্রাম প্রতি মিনেটে মিক্সিং এর সময় ৬ থেকে ১৮ বার ঘোরে।

৫। কিউরিং কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

৬। সুপার প্লাস্টিসাইজড্ কংক্রিট কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

৭। ট্রিমিং কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৮। ফুটিং কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

৯। ম্যাট ভিত্তি কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১নং দ্রষ্টব্য।

১০। ফ্রিকশন পাইল কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯নং দ্রষ্টব্য।

১১। ম্যাসনরি কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১২। বেকিং বন্ড কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ১২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওয়াল টাই কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪নং দ্রষ্টব্য।

১৪। সিংগেল সাইজড্ এগ্রিগেট বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ভিত্তি তল কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। বালির আয়তন স্ফীতি বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

১৭। সেগ্রিগেশন ও গাদ-এর মাঝে পার্থক্য কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ ও ৫নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

১৯। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা কেন করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২০। ভিত্তির অসম বসনের কারণগুলো কী কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩নং দ্রষ্টব্য।

২১। R.C.C কলাম ফুটিং-এর ব্যর্থতার কারণগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭নং দ্রষ্টব্য।

২২। কাস্ট-ইন-সিটু পাইলের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো কী কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬নং দ্রষ্টব্য।

২৩। একটি আর্চ এঁকে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ১১.৫নং দ্রষ্টব্য।

২৪। ইংলিশ বন্ড এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মাঝে তুলনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮নং দ্রষ্টব্য।

২৫। পার্টিশন ওয়ালের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা নিয়ন্ত্রণের বিষয়গুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ২.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। কিউরিং-এর পদ্ধতিগুলো সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১নং দ্রষ্টব্য।

২৮। কংক্রিট পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা-অসুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩নং দ্রষ্টব্য।

৩০। চিত্রসহ ড্রপ হ্যামার পদ্ধতিতে পাইল বসানো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৯নং দ্রষ্টব্য।

৩১। ক্যাভিটি ওয়ালের নির্মাণ পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২নং দ্রষ্টব্য।

৩২। ব্রিক ম্যাসনরি কাজে কী বিষয়ের প্রতি লক্ষ রাখা উচিত, বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ১১.৭ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব পরিপূরক পরীক্ষা, ২০১৫ [পরীক্ষার তারিখঃ ২৮/৭/২০১৫]

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কন্সট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘন্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। সিমেন্ট কংক্রিটের উপাদানগুলোর নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। গাদ (Laitance) কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিট দৃঢ়ীকরণ করা হয়? ***উত্তর ঃ*** কংক্রিট দৃঢ়ীকরণ দুভাবে করা যেতে পারে– ১। হ্যান্ড কম্পাকশন (hand compaction), ২। মেশিন কম্পাকশন (Machine compaction)।

৪। কিউরিং কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কংক্রিটের নতি পরীক্ষায় ব্যবহৃত কোন (Cone)-এর মাপ লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বিশেষ ধরনের কংক্রিট কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কী কী পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভিত্তিতল কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৯। অগভীর ভিত্তি কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১০। প্রিকাস্ট পাইল কাকে বলে? ***উত্তর ঃ*** যে পাইল কার্যস্থল হতে দূরে সুবিধামতো স্থানে ঢালাই করা এবং কিউরিং করা হয়, পরে কার্যস্থলে বসানোর জন্য আনা হয়– এ ধরনের পাইলকেই প্রিকাস্ট বলে। এটা বৃত্তাকার, আয়তাকার, বর্গাকার, অষ্টভুজ আকারের হয়ে থাকে।

১১। টুথিং (Toothing) কী? ***উত্তর ঃ*** ম্যাসনরির কাজে উত্তম বন্ডের জন্য গাঁথুনির অল্টারনেট কোর্সের ইটকে বর্ধিত রাখা হয়, যাতে ভবিষ্যতে পুনরায় গাঁথুনির কাজ করা যায়। এভাবে অল্টারনেট কোর্সের ইটকে বর্ধিত রাখাকে টুথিং বলে।

১২। স্ট্রেচার বন্ড কাকে বলে? ***উত্তর ঃ*** স্ট্রেচার বন্ডে প্রতি কোর্সে সমস্ত ইটকেই দেওয়ালের লম্বাদিকে লম্বালম্বিভাবে অর্থাৎ স্ট্রেচার হিসাবে স্থাপন করা হয়। কেবলমাত্র অর্ধ ইট পুরুত্ববিশিষ্ট দেওয়ালের ক্ষেত্রে এ প্রকার বন্ড ব্যবহার করা হয়।

১৩। কম্পোজিট ম্যাসনরি ব্যবহারের দুটি উদ্দেশ্য লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। পার্টিশন ওয়াল কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। ক্যাভিটি ওয়ালের অংশগুলো কী কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। রিইনফোর্সড কংক্রিটের সুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য

১৭। কংক্রিট প্রস্তুতির ধাপগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কিউরিং করার পদ্ধতিগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ফেরো-সিমেন্ট কংক্রিটের বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য

২০। প্রি-স্ট্রেস্ড কংক্রিটের কক্ষ পরিদর্শনে বিবেচ্য বিষয়গুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২১। স্প্রেড ফুটিং-এর প্রকারভেদ লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ৯.১ নং দ্রষ্টব্য।

২২। পাইল ভিত্তি ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কিং-ক্লোজার এবং কুইন-ক্লোজার-এর চিত্র অঙ্কন কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অধ্যায়-১১ এর চিত্র ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য

২৪। কী কী অবস্থায় রিইনফোর্সড ব্রিক ম্যাসনরি নির্মাণ করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। ক্যাভিটি ওয়ালের সুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। কংক্রিট স্থানান্তরকরণের পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-৩ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। আর.সি.সি কলাম ফুটিং-এর চিত্রসহ বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ৯.৪(গ) নং দ্রষ্টব্য

২৮। কাস্ট ইন সিটু পাইলের নির্মাণপদ্ধতি বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ব্রিক ম্যাসনরির কাজ তত্ত্বাবধানে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ইংলিশ বন্ড এবং ফ্লেমিশ বন্ডের সম্মুখ চিত্র চার (৪) স্তর পর্যন্ত অঙ্কন করে চিহ্নিত কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ১১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কংক্রিট পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা-অসুবিধাগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। চিত্রসহ ড্রপ হ্যামার পদ্ধতিতে পাইল বসানো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী-১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৫ [পরীক্ষার তারিখ ঃ ১৬/০১/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ সিভিল, আর্কিটেকচার, সিভিল (উড), আর্কিটেকচার অ্যান্ড ইন্টিরিয়র ডিজাইন ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১

(বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪)

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

ক ও খ-বিভাগের **সকল** প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে কোনো ৫ **(পাঁচ)**টি প্রশ্নের উত্তর দাও

ক-বিভাগ (মান ঃ ২ × ১৫ = ৩০)

১। কিউরিং কেন করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৪ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য

২। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। পানি-সিমেন্ট অনুপাত কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য

৪। M_{20} বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৫। কেইশন কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৪ নং দ্রষ্টব্য

৬। কংক্রিট কিউব ও সিলিন্ডারের পরিমাপ লেখ। ***উত্তর ঃ*** কংক্রিট কিউব এর মাপ 15 সেমি এবং সিলিন্ডারের ব্যাস 15 সেমি ও উচ্চতা 30 সেমি।

৭। পলিমার কংক্রিট বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। ভিত্তি বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৯। কোন কোন ক্ষেত্রে যুক্ত ফুটিং ব্যবহার করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ নং দ্রষ্টব্য।

১০। বিয়ারিং পাইল বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য

১১। হানিকম্ব বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৭ নং দ্রষ্টব্য।

১২। বন্ড বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ক্যাভিটি ওয়াল কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য

১৪। কূপ ভিত্তি বলতে কী বোঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১৯ নং দ্রষ্টব্য

১৫। পাইল ক্যাপ কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২৬ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান ঃ ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। ম্যাট ফাউন্ডেশন কী? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১১ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। কংক্রিটের উৎকৃষ্টতা নিয়ন্ত্রণকারী বিষয়গুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৮। কী কী পদ্ধতিতে কংক্রিট স্থানান্তর করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। ইংলিশ বন্ডে ৩৭.২৫ সেমি. চওড়া দু'স্তর কর্নার দেয়ালের পরিচ্ছন্ন চিত্র অঙ্কন কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** ১২.৭ নং অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২০। গাঁথনির কাজে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইংলিশ ও ফ্লেমিশ বন্ডের মাঝে পার্থক্য লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২২। হলো ব্লক ম্যাসনরির সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১৩ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। কোন কোন ক্ষেত্রে পাইল ভিত্তি ব্যবহার করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। কী উদ্দেশ্যে ক্যাভিটি ওয়াল নির্মাণ করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১৫ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। পলিমার কংক্রিটের ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৬ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান ঃ ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। মাটির ভারবহন ক্ষমতা বৃদ্ধির পদ্ধতিগুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** সিলেবাস বহির্ভূত।

২৭। ভিত্তির বেইস হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কপিং পর্যন্ত (জানালাসহ) একটি দেয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। চিত্রসহ স্যান্ড পাইলের বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। ব্রিক নোজিং পার্টিশন ওয়ালের নির্মাণপদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
উত্তর সংকেত ঃ অনুশীলনী ১৪ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলোর প্রতিকারের উপায় বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কাঠ, কয়লা এবং গ্যাস দিয়ে পোড়ানো ইটের গুণাবলি বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** সিলেবাস বহির্ভূত।

৩২। কংক্রিটের নতি পরীক্ষা চিত্রসহ বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং

৪র্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা-২০১৬ [**পরীক্ষার তারিখ ঃ** ১৮/৭/২০১৬]

টেকনোলজি ঃ আর্কিটেকচার, সিভিল, সিভিল (উড), এআইডিটি ও এনভায়রনমেন্টাল (২০১০ প্রবিধান)

বিষয় ঃ কনস্ট্রাকশন প্রসেস-১

[বিষয় কোড ঃ ৬৪৪৪]

সময় ঃ ৩ ঘণ্টা পূর্ণমান ঃ ১২০

[ক-বিভাগ ও খ-বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং গ-বিভাগের যে-কোন ৫(পাঁচ)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।]

ক-বিভাগ (মান ঃ ৩ × ১০ = ৩০)

১। ASTM এর পূর্ণরূপ লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ১.৫ নং দ্রষ্টব্য।

২। কংক্রিটের কার্যোপযোগিতা বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ২ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। 200NT ও 200T বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৩ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

৪। কংক্রিট স্থাপন করার সময় কংক্রিট কত উপর থেকে ফেলতে হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুচ্ছেদ ৩.৭ নং দ্রষ্টব্য।

৫। এগ্রিগেটের গ্রেডিং বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৬। বিশেষ ধরনের কংক্রিটের নাম লেখ। ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৬ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

৭। কী কী পদ্ধতিতে পানির নিচে কংক্রিট স্থাপন করা হয়? ***উত্তর সংকেত ঃ*** অনুশীলনী ৭ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ১ নং দ্রষ্টব্য।

৮। সাব-সয়েলের অসম বসন কী কী কারণে হয়? ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৮ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৯। আরসিসি কলাম ফুটিং কী কী কারণে ব্যর্থ হতে পারে? ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৯ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১০। কাস্ট-ইন-সিটু পাইল কখন ব্যবহার করা হয়? ***উত্তর সংকেত :*** অনুচ্ছেদ ১০.৩ নং দ্রষ্টব্য।

১১। কিং ও কুইন ক্লোজার বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৯ ও ১০ নং দ্রষ্টব্য।

১২। হেডার এবং স্ট্রেচার কী? ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১১ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৭ নং দ্রষ্টব্য।

১৩। ওয়াল টাই (Wall tie) কাকে বলে? ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১৫ এর অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৪ নং দ্রষ্টব্য।

১৪। ফেরোসিমেন্ট বলতে কী বুঝায়? ***উত্তর সংকেত :*** অনুচ্ছেদ ৬.২ নং দ্রষ্টব্য।

১৫। প্যারাপেট ওয়াল কোথায় এবং কেন ব্যবহার করা হয়? ***উত্তর সংকেত :*** অনুচ্ছেদ ১১.৫ এর ৩৭ নং দ্রষ্টব্য।

খ-বিভাগ (মান : ৪ × ১০ = ৪০)

১৬। অ্যাডমিক্সার ব্যবহারের সুবিধা লেখ। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৫ নং দ্রষ্টব্য।

১৭। বালির আয়তন স্ফীতির কারণ কী? ***উত্তর সংকেত :*** অনুচ্ছেদ ১.৭ (৪) নং দ্রষ্টব্য।

১৮। চিত্রসহ কংক্রিটের নতি পরীক্ষার বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৫ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

১৯। নোটেশনসহ ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়ে র‍্যানকিনের সূত্র প্রতিপাদন কর।
উত্তর সংকেত : অনুশীলনী ৯ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২০। বিয়ারিং পাইল এবং ফ্রিকশন পাইলের মাঝে পার্থক্য লেখ। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১০ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ২ নং দ্রষ্টব্য।

২১। ইটের গাঁথুনির কাজ করার সময় কী কী বিষয় বিবেচনা করতে হয়?
উত্তর সংকেত : অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২২। একটি স্প্রেড ফুটিং এর পরিচ্ছন্ন চিত্র অংকন কর। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৯ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৩। ইংলিশ বন্ড এবং ফ্লেমিশ বন্ডের মাঝে পার্থক্যগুলো লেখ। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১২ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৮ নং দ্রষ্টব্য।

২৪। টিম্বার পার্টিশন ওয়ালের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১৪ এর সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ৬ নং দ্রষ্টব্য।

২৫। মাটির ভারবহন ক্ষমতা $25000 kg/m^2$ এবং মাটির একক ওজন $2000 kg/m^2$। মাটির স্থিরতা কোণ $35°$ হলে, ওয়াল ফুটিং এর গভীরতা নির্ণয় কর। ***উত্তর সংকেত :*** অধ্যায় ৯ এর উদাহরণ ৯.৭ নং দ্রষ্টব্য।

গ-বিভাগ (মান : ১০ × ৫ = ৫০)

২৬। গরম আবহাওয়ায় কংক্রিট স্থাপনে ক্ষতিকর প্রভাব এড়ানোর জন্য কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা হয়?
উত্তর সংকেত : অনুশীলনী ৭ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

২৭। ভিত্তির ব্যর্থতার কারণগুলো উল্লেখ করে এর প্রতিকারের উপায় বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৮ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১ নং দ্রষ্টব্য।

২৮। ব্রিক ম্যাশনরির কাজ তত্ত্বাবধানে বিবেচ্য বিষয়গুলো বর্ণনা কর। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৫ নং দ্রষ্টব্য।

২৯। কাস্ট-ইন সিটু পাইল স্থাপন পদ্ধতির বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ১০ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ১৪ নং দ্রষ্টব্য।

৩০। ভিত্তির বেইস হতে আরম্ভ করে প্যারাপেটের কোপিং পর্যন্ত জানালাসহ একটি ওয়ালের সেকশন অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
উত্তর সংকেত : অনুশীলনী ১১ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩১। কংক্রিট স্থানান্তর পদ্ধতির বর্ণনা দাও। ***উত্তর সংকেত :*** অনুশীলনী ৩ এর রচনামূলক প্রশ্নাবলি ২ নং দ্রষ্টব্য।

৩২। আরসিসি কংক্রিট ও প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের মাঝে পার্থক্য লেখ। ***উত্তর সংকেত :*** অনুচ্ছেদ ১.৬ এর (খ) ও (গ) নং দ্রষ্টব্য।

www.BDeBooks.Com/polytechnic

BDeBooks.com

E-BOOK

www.BDeBooks.com
FB.com/BDeBooksCom
BDeBooks.Com@gmail.com