DIGITAL CONTENT
FOR
7TH SEMESTER STUDENT, CIVIL TECHNOLOGY.
SIRAJGANJ POLYTECHNIC INSTITUTE, SIRAJGANJ.

SUBJECT NAME : DESIGN OF STRUCTURE-2
SUBJECT CODE : 66474

7TH SEMESTER
CIVIL

MD. SHARIFUL ISLAM
CHIEF INSTRUCTOR (TECH) CIVIL
B.Sc. ENGINEERING IN CIVIL (DUET)

CIVIL TECHNOLOGY

Welcome

অধ্যায়:১ ফ্লোর স্ল্যাবের ধারণা

১.১ বিভিন্ন প্রকার আরসিসি ফ্লোর/রুফ স্ল্যাবের বর্ণনা

রিইনফোর্সড কংক্রিট ফ্লোর/রুফ স্ল্যাব সাধারণত প্রশস্ত, সমতল এবং অনুভূমিক হয়ে থাকে। স্ল্যাবের উপরিতল এবং নিম্নতল প্রায়ই সমান্তরাল হয়। স্ল্যাব সাধারণত রিইনফোর্সড কংক্রিট বিম অথবা ম্যাশনারি দেওয়াল অথবা স্টিল মেম্বার অথবা সরাসরি কলাম অথবা ভূমির উপরে অবস্তান করে।

RCC Floor/Roof slab এর প্রকারভেদ

সামগ্রিকভাবে আরসিসি ফ্লোর(R.C.C FLOOR)/ রুফ(ROOF SLAB) স্ল্যাবকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়। যথাঃ

১.একমুখী স্ল্যাব(One Way Slab)

২.দ্বিমুখি স্ল্যাব(Two Way Slab)

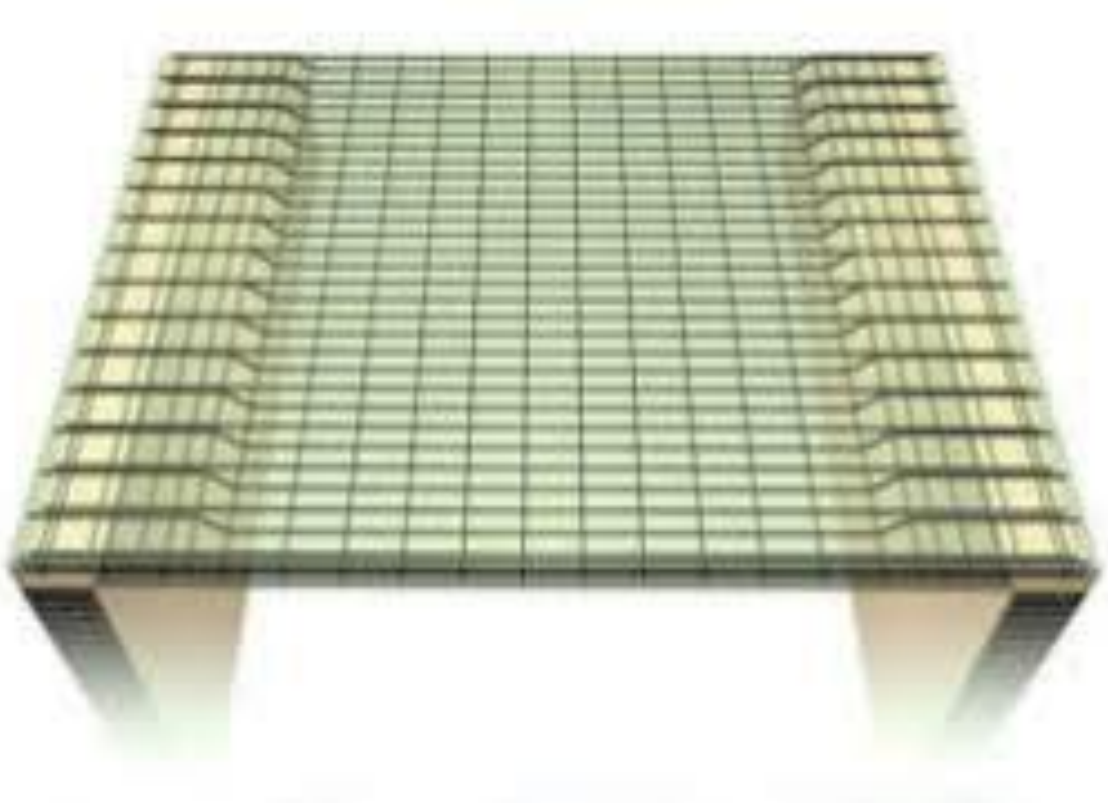
৩.ফ্লাট স্ল্যাব(Flat Slab)

৪.রিবড স্ল্যাব(Ribbed Slab)

৫.আরবি স্ল্যাব(RB Slab)

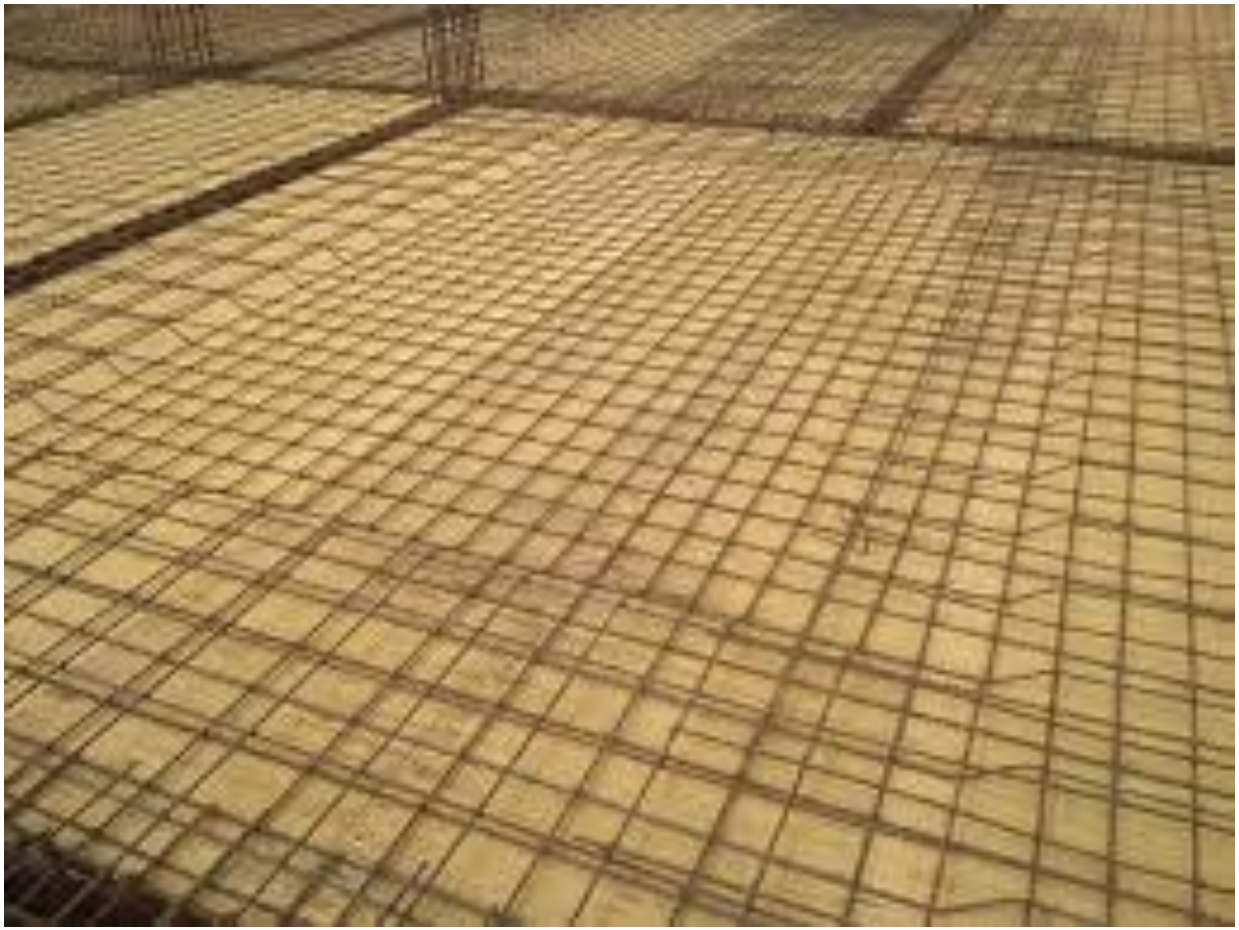
(১) একমুখী স্ল্যাব(One Way Slab):

যে সব স্ল্যাবের প্রান্তদ্বয় দেওয়াল বা বিম সাপোর্টর উপর অবস্তান করে এবং স্ল্যাবের খাটো প্রান্তদ্বয় সাপোর্ট বিহীন থাকে তাকে একমুখী স্ল্যাব(One Way Slab) বলে।



(২)দ্বিমুখি স্ল্যাব (Two Way Slab)

যে সমস্ত স্ল্যাবের চারিদিকে দেওয়াল বা বিমের উপর অবস্তান করে এবং স্ল্যাবের প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট দুই দিকেই ব্যবহার করা হয় তাকে দ্বিমুখি স্ল্যাব বলে।



(৩)ফ্লাট স্ল্যাব (Flat Slab)

যে সমস্ত স্ল্যাব কোনো প্রকার বিম অথবা গার্ডারের উপর অবস্তান না করে সরাসরি কলামের উপর লোড সরবরাহ করে সেই সমস্ত স্ল্যাবকে ফ্লাট স্ল্যাব বলে।

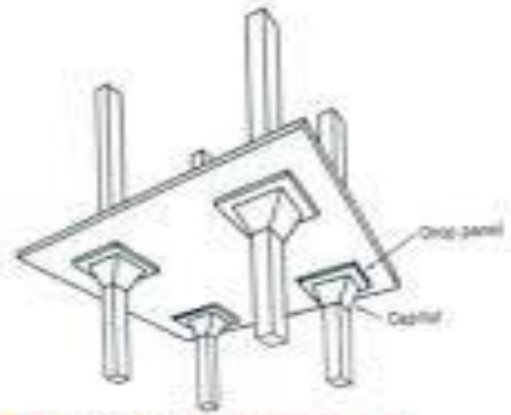
ড্রপ প্যানেলঃ(Drop Panel)

স্ল্যাবের মধ্য অংশের কলামের উপরে অবস্তিত অতিরিক্ত গভীরতা বিশিষ্ট আংশিক স্ল্যাবকে ড্রপ প্যানেল(Drop Panel) বা ড্রপ বলে।

কলাম ক্যাপিটালঃ(Column Capital)

ফ্ল্যাট স্ল্যাবের নিচে ব্যবহৃত কলামের উপরের অংশ ক্রমশ প্রশস্ত রাখা হয় কলামের উপরে এই প্রশস্ত অংশকে কলাম ক্যাপিটাল বলে।

Types of Two-way Slabs:

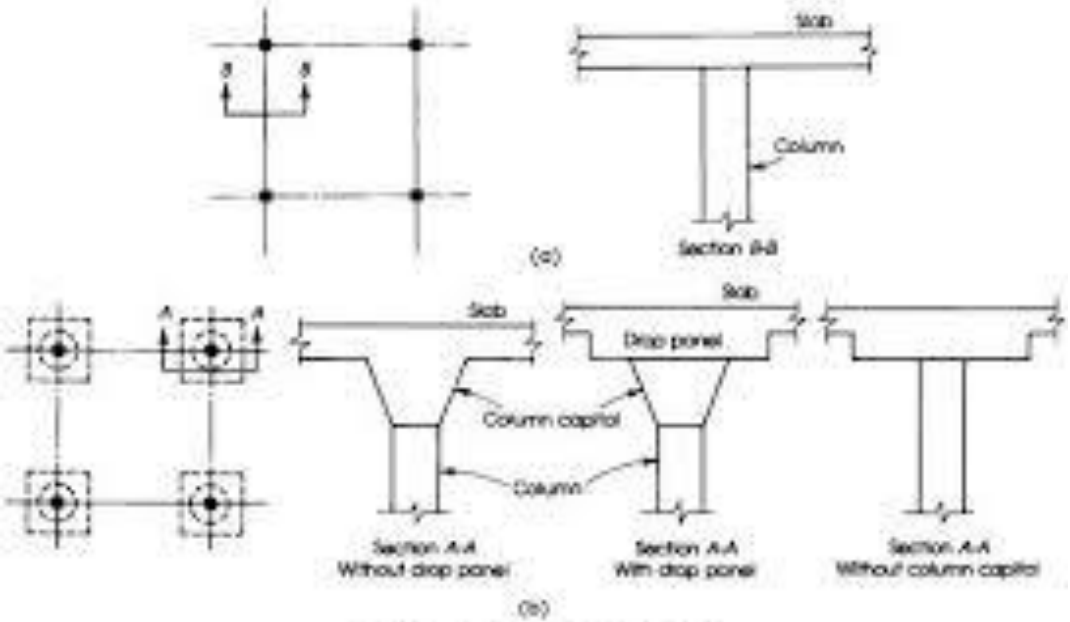


FLAT SLABS WITH DROP PANELS

PANELS

TWO-WAY SLABS WITH BEAMS

BEAMS



Two-way slabs without beams:

(a) flat plate floor and section; (b) flat slab floor and sections; (c) ribbed slab and sections.

(৪)রিবড স্ল্যাবঃ

হালকা বা মাঝারি লাইভ লোডের জন্য এ ধরনের স্ল্যাব ব্যবহার অর্থনৈতিক দিক থেকে উপযোগী। তবে অধিক লোডের জন্য ওয়ান ওয়ে বা টু ওয়ে স্ল্যাবের ন্যায় উপযোগী নয়।

রিবেট ডিজাইনে নিম্নোক্ত বিষয়গুলো বিবেচনা করা হয়ঃ

*রিবের পুরুত্বঃ

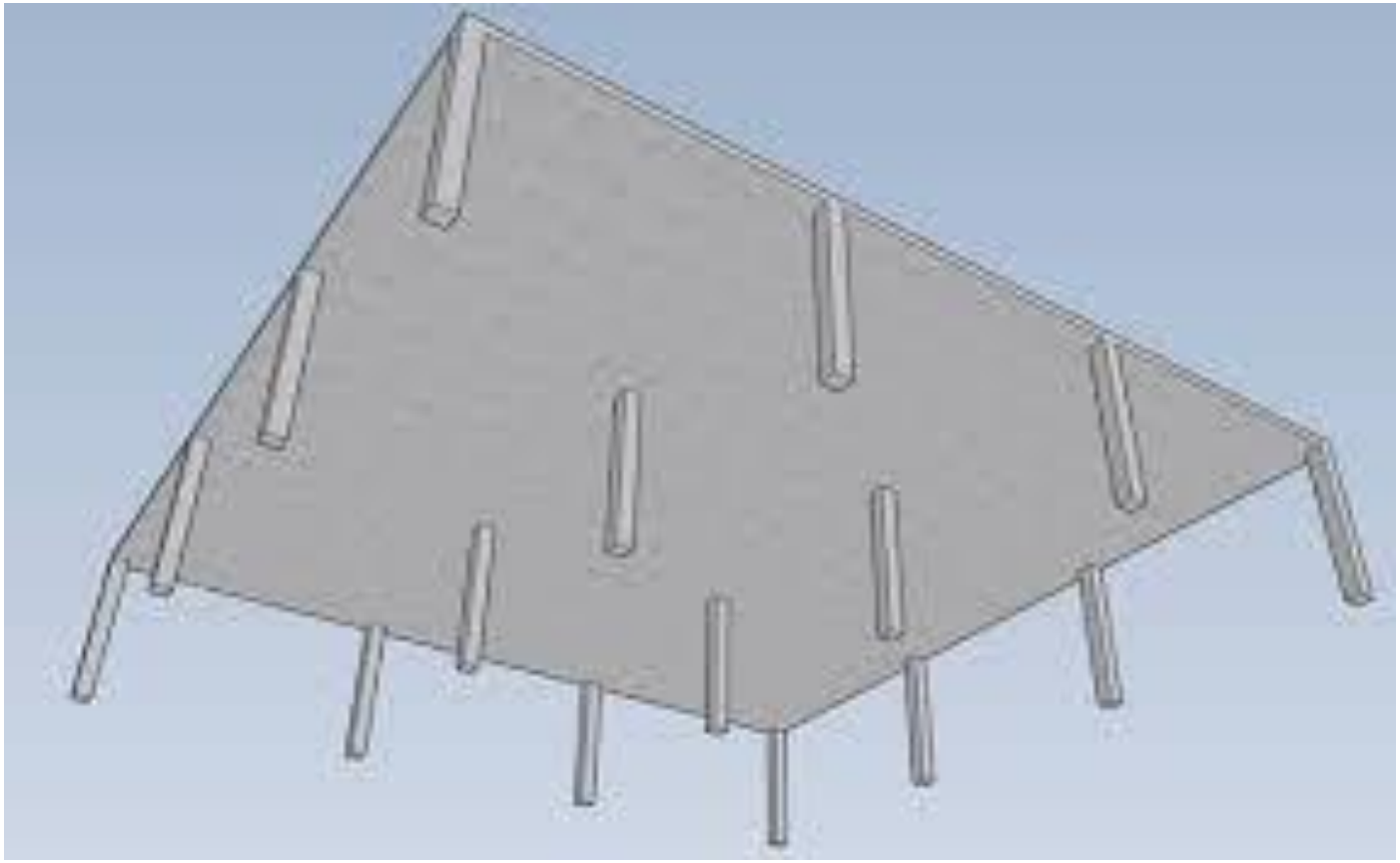
*রিবের গভীরতাঃ

*রিবের প্রস্থঃ

*রিবের ব্যবধানঃ

*রিইনফোর্সমেন্টঃ

- ১.১.১ ফ্লাট প্লেট স্ল্যাব(Flat Plat Slab)
- ক্যাপিটাল ছাড়াও স্ল্যাব নিমার্ণ করা যেতে পারে। যখন স্ল্যাবের নিচে এবং কলামের উপরে ক্যাপিটাল থাকে না তখন ঐ স্ল্যাবের ফ্ল্যাট প্লেট স্ল্যাব বা ফ্ল্যাট প্লেট কনস্ট্রাকশন বলে।



১.২ RCC ফ্লোর স্ল্যাবের উপর ক্রিয়ারত লোড

ক.ডেড লোড বা নিশ্চল ভার

খ.সচল লোড

গ. এনভায়রনমেন্টাল বা পরিবেশগত লোড

দ্বিতীয় অধ্যায়ঃ(One Way Slab)

আরসিসি একমুখী স্ল্যাব ডিজাইনের নীতি

২.১ আরসিসি একমুখী সলিড স্ল্যাবের নূন্যতম পূরুত্ব বর্ণ্

ক.সাধারণভাবে স্তাপিত স্লাবের নূন্যতম পুরুত্ব, t=L/25

খ.আংশিক অবিচ্ছিন্ন স্লাবের নূন্যতম পুরুত্ব, t=L/30

গ.সম্পূর্ণ অবিচ্ছিন্ন স্লাবের নূন্যতম পুরুত্ব, t=L/35

ঘ.ক্যান্টিলিভার স্লাবের নূন্যতম পুরুত্ব, t=L/12

স্ল্যাবের আনুমানিক নূন্যতম পুরুত্ব বা গভীরতাঃ

t= প্রতি মিটার কার্যকরী স্প্যান দৈর্ঘ্যে 3.3 সে.মি থেকে 4 সে.মি ধরা হয়।

অর্থাৎ0.033L থেকে 0.04L সে.মি ধরা হয়।

L= কার্যকরী স্প্যান দৈর্ঘ্য

২.২ একমুখী স্ল্যাব এর সংকোচন ও তাপীয় রডের প্রয়োজনীয়তা :

স্ল্যাব প্যানেলের লং স্প্যান বরাবর কংক্রিটের জমাট বাধাঁজনিত সংকোচন এবং তাপমাত্রার পরিবর্তনজনিত সংকোচন প্রতিহত করার জন্য প্রধান রডের আড়াআড়ি যে বিশেষ রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয় তাকে সংকোচন এবং তাপীয় বা বিতরণী রড বলে।

ACI কোড অনুযায়ীঃ

তাপীয় রডের নূন্যতম পরিমান হবে-

১.মসৃণ বারের জন্য 0.0025bt

২.অমসৃণ বারের জন্য 0.0018bt থেকে 0.002bt

এখানে bt হচ্ছে স্ল্যাবের বিবেচিত স্ট্রিপ বা ফালির প্রস্থছেদীয় ক্ষেত্রফল।

ACI অনুযায়ী এ রডের সর্বোচ্চ ব্যবধান স্ল্যাবের পুরুত্বের ৫ গুন বা ৪৫ সে.মি এর বেশি হবে না।

২.৩আরসিসি একমুখী সলিড স্ল্যাবের ডিজাইন অনুসরণকৃত ধাপসমূহ

ধাপ-১ ডিজাইন লোড

ধাপ-২ সর্বোচ্চ শিয়ার

*সাধারণভাবে স্থাপিত / অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের ক্ষেত্রে, সর্বোচ্চ শিয়ার$V=W/2$

*আংশিক অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের ক্ষেত্রে,$V=0.4W\&0.6W$

ধাপ-৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

ধাপ-৪ স্ল্যাবের গভীরতা

ধাপ-৫ টান রডের ক্ষেত্রফল

ধাপ-৬ শিয়ার পীড়ন

ধাপ-৭ বন্ড স্ট্রেস

ধাপ-৮ সংকোচন তাপ রডের ক্ষেত্রফল

ACI কোড অনুযায়ী কংক্রিট প্রতিরোধ কভারিং হবে,

ক.স্ল্যাব এবং দেওয়ালের ক্ষেত্রে (মাটির সংস্পর্শে না থাকলে নূন্যতম ক্লিয়ারেন্স (মুক্ত কভারিং) হবে 2 সে.মি।

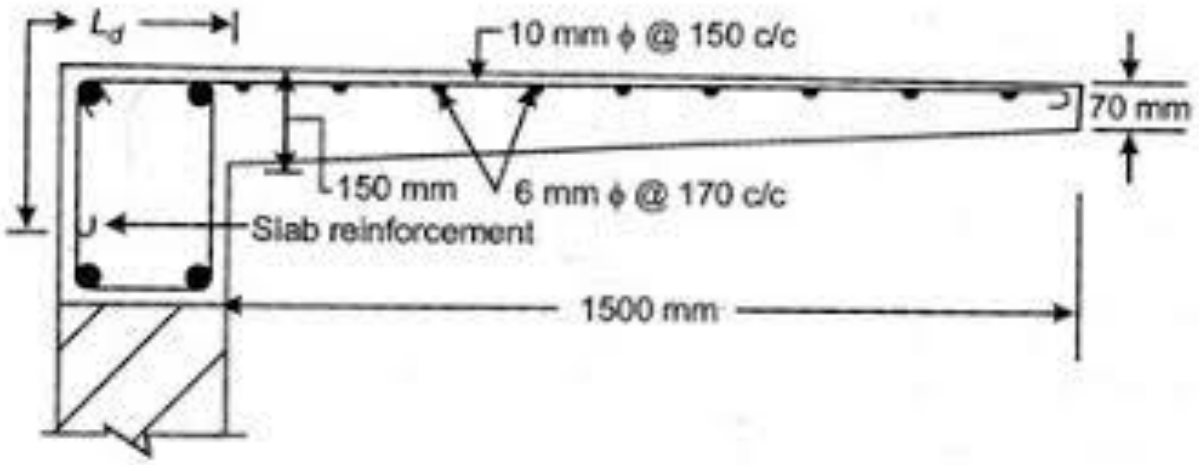
খ.বিম এবং কলামের ক্ষেত্রে (মাটির সংস্পর্শে না থাকলে) মুক্ত কভারিং 4 সে. মি.-এর কম হবে না।(সাধারণত 4-5 সে.মি.ধরা হয়) এবং রডের কেন্দ্র থেকে 6.5 সে.মি.-এর কম হবে না।

গ.মাটির সংস্পর্শে থাকলে কমপক্ষে 6.5 সে.মি. ধরা হয়।

ঘ.মাটির সংস্পর্শে এবং শাটারিং ব্যবহার না করলে কমপক্ষে 7.5 সে.মি. কভারিং দেওয়া হয়।

ক্যান্টিলিভার স্ল্যাবের রড কর্তন বলতে কী বুঝায়?

ক্যান্টিলিভার স্ল্যাবের সাপোর্টে বেন্ডিং মোমেন্ট সর্বোচ্চ এবং মুক্ত প্রান্তে শূন্য। যেহেতু স্ল্যাবের গভীরতা এবং রডের পরিমাণ বেন্ডিং মোমেন্টে সাপেক্ষে নির্ণয় করা হয় সে কারণে সাপোর্টের তুলনায় মুক্ত প্রান্তে গভীরতা ও লোহার পরিমাণ কম প্রয়োজন । সুতারাং ব্যয় হ্রাসের উদ্দেশ্যে স্প্যানের এক বা একাধিক সেকশনে রডের পরিমাণ হ্রাস করাকে রড কর্তন বা রডের সাশ্রয়করণ বলা হয়।



তৃতীয় অধ্যায়ঃ দ্বিমুখী স্ল্যাব

RCC Two Way Solid Slab ডিজাইনের নীতিসমুহঃ

ACI কোড অনুযায়ী দ্বিমুখী স্ল্যাবকে তিন শ্রণিতে বিভক্ত করা যায়। যথাঃ

ক. সমভাবে বিস্তৃত লোড এবং স্ল্যাবের কর্ণারগুলো মুক্তভাবে উত্তোলন যোগ্যসহ চারপ্রান্ত সাধারনভাবে স্থাপিত।

খ.সমভাবে বিস্তৃত লোড এবং স্ল্যাবের কর্ণারগুলো নিচু করে রাখাসহ চারপ্রান্ত সাধারণভাবে স্থাপিত।

গ.সমভাবে বিস্তৃত স্ল্যাবের প্রান্তগুলো আবদ্ধ অথবা অবিচ্ছিন্ন।

RCC দ্বিমুখী সলিড স্ল্যাবের নীতিসমূহ

১.এটা চারিদিকে বিম অথবা কলামের উপর অবস্থান করবে।

২.এর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত দ্বিগুনের বেশি হবে না।

৩.১ RCC দ্বি-মুখী সলিড স্ল্যাবের নূন্যতম পুরুত্ব

t = স্ল্যাবের পরিসীমা/180

=2(L+S)X100/180 সে.মি.

অথবা, 9 সে.মি. কম হবে না

৩.২ RCC দ্বিমুখী সলিড স্ল্যাব ডিজাইনের বেন্ডিং মোমেন্ট কো-ইফিসিয়েন্টের ব্যবহার

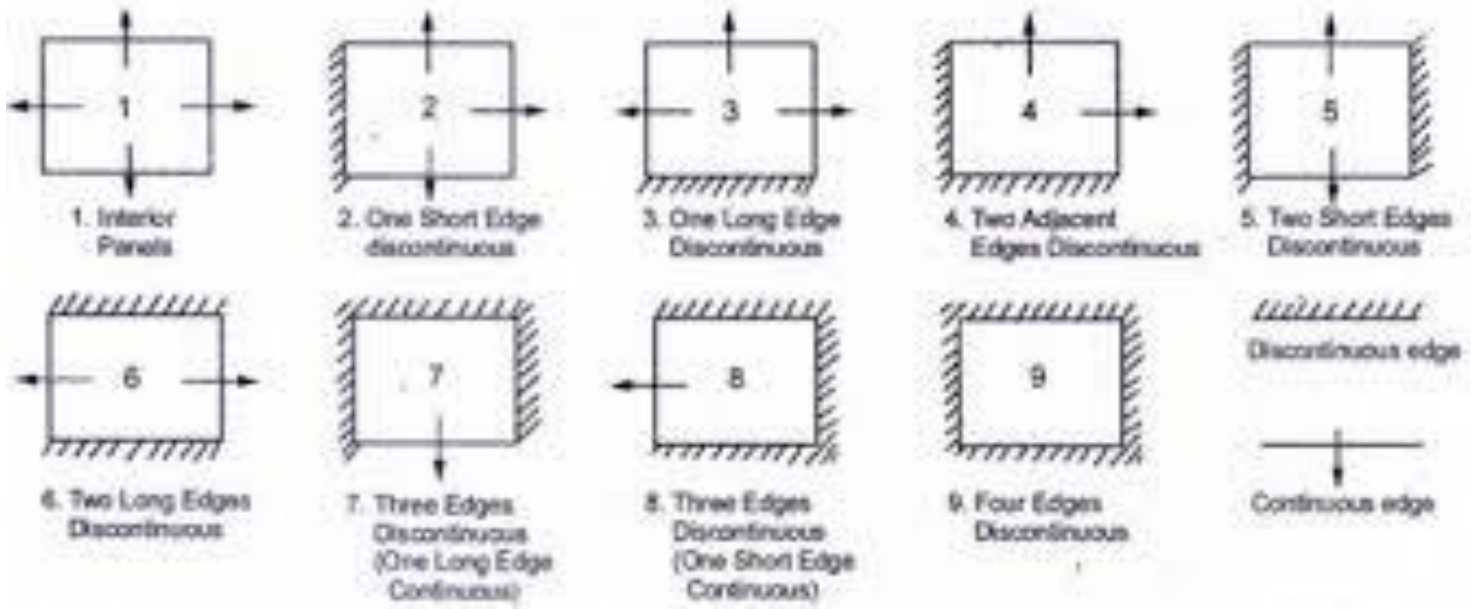
ক. সম্পূর্ণ অবিচ্ছিন্ন বা অভ্যন্তরীণ প্যানেল

খ. এক প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

গ.দুই প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

ঘ.তিন প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

ঙ.চার প্রান্ত বিচ্ছিন্ন বা পরোপরি বিচ্ছিন্ন

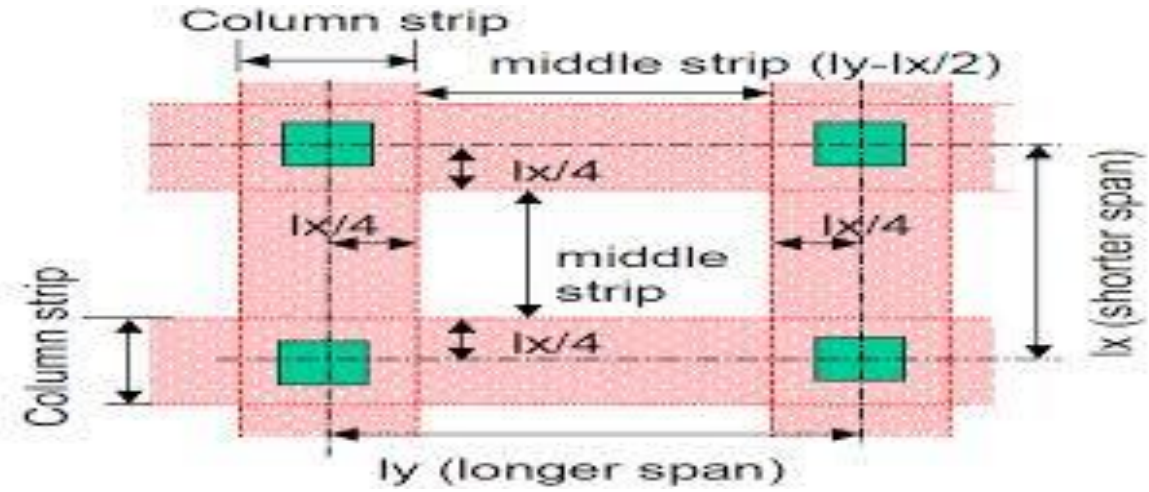


৩.৩ কলাম স্ট্রিপ ও মিডল স্ট্রিপ-এর বর্ণনা

টু ওয়ে স্ল্যাব ডিজাইনের সময় প্রতিটি ফ্লোর স্ল্যাবকে দুটি অংশে ভাগ করা হয়। যথাঃক. মিডল স্ট্রিপ এবং খ. কলাম না এজ স্ট্রিপ

স্ল্যাব প্যানেলের উভয় দিকের মধ্য অর্ধেকাংশ স্ট্রিপকে মিডল স্ট্রিপ বলে এবং প্যানেলের প্রত্যেক পার্শ্বের এক চতুর্থাংশ স্ট্রিপকে কলাম স্ট্রিপ বা এজ স্ট্রিপ বলে।

লং ডিরেকশন ১টি মিডল স্ট্রিপ ও দুটি কলাম স্ট্রিপ রয়েছে। অনুরুপভাবে শর্ট ডিরেকশন ১টি মিডল স্ট্রিপ ও দুটি কলাম স্ট্রিপ রয়েছে।



৩.৩.১ দ্বিমুখী স্ল্যাবের লোড বন্টন ব্যবস্থা

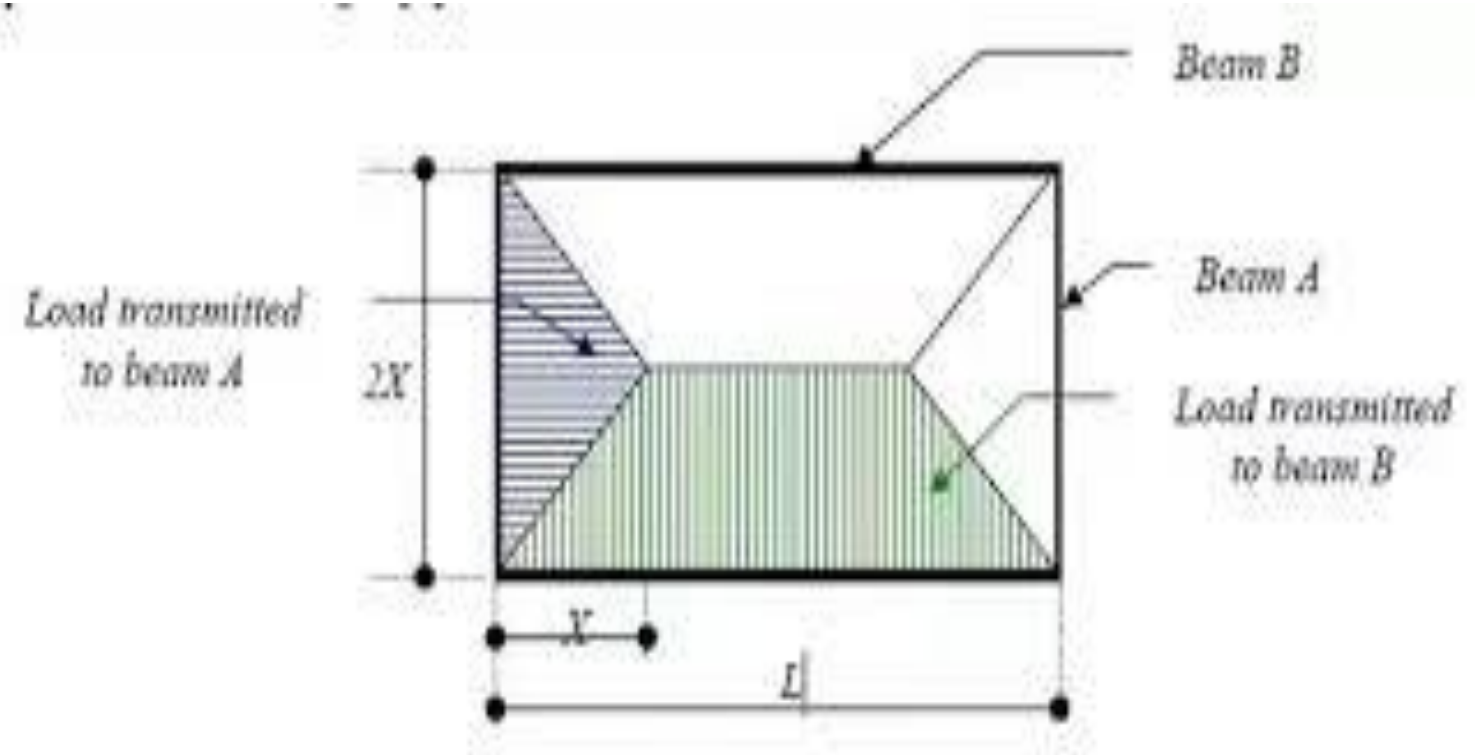


Fig. 1: Load distribution for beams [1]

৩.৪ RCC টু ওয়ে সলিড স্ল্যাব ডিজাইনের WSD পদ্ধতিঃ

ধাপ-১ সর্বোচ্চ লোড নির্ণয়

ধাপ-২ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

ধাপ-৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

ধাপ-৪ স্ল্যাবের গভীরতা

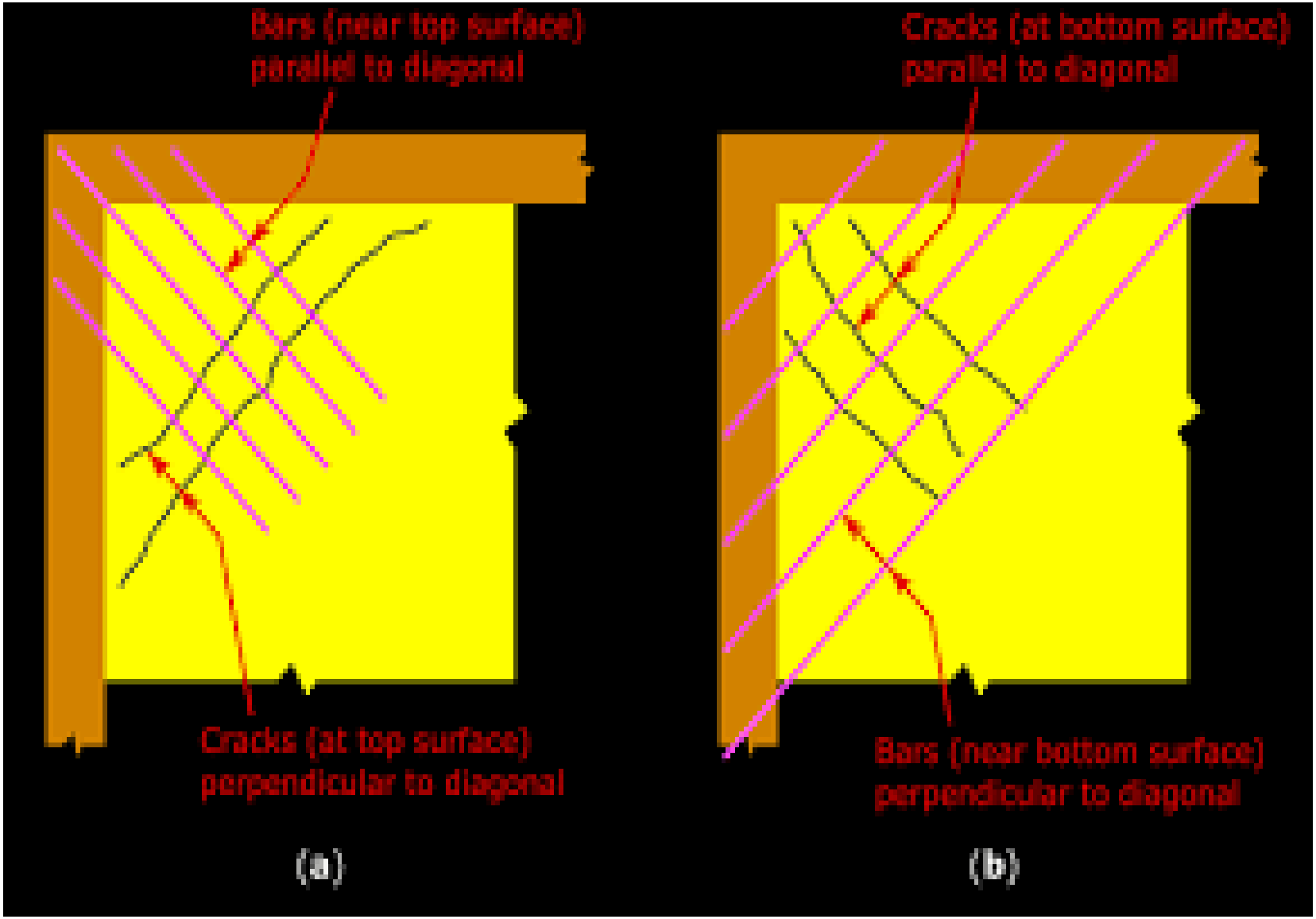
ধাপ-৫ টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের ক্ষেত্রফল

ধাপ-৬ শিয়ার স্ট্রেস

ধাপ-৭ বন্ড স্ট্রেস

ধাপ-৮ কলাম স্ট্রেপের রিইনফোর্সমেন্টের ব্যবধান

৩.৫ RCC টু ওয়ে সলিড স্ল্যাব কর্ণার রিনফোসমেন্টের প্রয়োজনীয়তাঃ



চতুর্থ অধ্যায়ঃ সিড়িঁ স্ল্যাব

4.0 RCC সিড়িঁ স্ল্যাব ডিজাইনের নীতিসমূহ

ইমারতের একতলা থেকে অপর তলায় নিরাপদে, অনায়াসে এবং দ্রুত ওঠানামা করার জন্য কতগুলো ধাপের সাহায্য যে পথ নির্মাণ করা হয় তাকে সিড়িঁ বলে। বসতবাড়ির সিড়িঁর প্রস্থ ৯০ সে.মি এবং পাবলিক ভবনের জন্য ১.৫ মিটার থেকে ১.৮ মিটার হওয়া উচিত ।আর ওঠানার সুবিধার জন্য প্রতিটি ফ্লাইটে ১০-১২ টি ধাপ রাখা শ্রেয়। তবে ৩টির কম ধাপ রাখা উচিত নয়। সিড়িঁর হেডরুম কমপক্ষে ২.১ মিটার হতে ২.৩ মিটার হওয়া উচিত। আর ল্যান্ডিং এর চওড়া ফ্লাইটের চওড়ার কম হওয়া উচিত নয়।

৪.১ বিভিন্ন প্রকার সিড়িঁর তালিকা

১.একমুখী সিড়িঁ

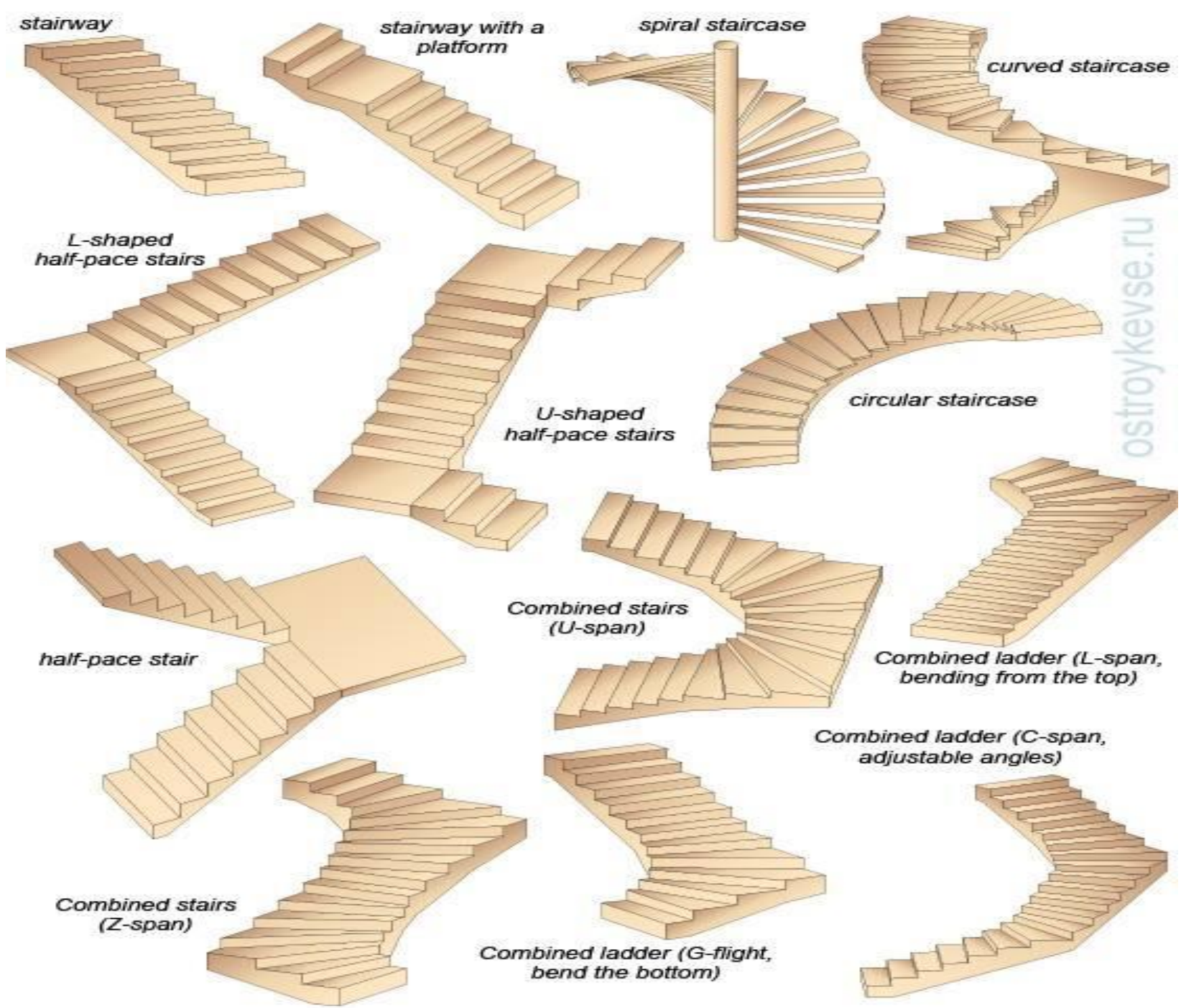
২.ডগ-লেগড সিড়িঁ

৩.ওপেন নিউয়েল বা ওপেন ওয়েল সিড়িঁ

৪.জিওমেট্রিক্যাল সিড়িঁ

৫.বৃত্তাকার সিড়িঁ

৬.বাইফারকেটেড সিড়িঁ


stairway
stairway with a platform
spiral staircase
curved staircase
L-shaped half-pace stairs
U-shaped half-pace stairs
circular staircase
ostroykevse.ru
half-pace stair
Combined stairs (U-span)
Combined ladder (L-span, bending from the top)
Combined ladder (C-span, adjustable angles)
Combined stairs (Z-span)
Combined ladder (G-flight, bend the bottom)

৪.২ আমেরিকান ও ইন্ডিয়ান স্ট্যান্ডার বা মান/ মানদন্ড অনুসারে ট্রেড ও রাইজারের মধ্যে সম্পর্ক

আমেরিকান কোড অনুসারে

(ক)ট্রেড+রাইজার=৪৪ সে.মি

(খ)ট্রেডxরাইজার=৪০০ হতে ৫০০বর্গ সে.মি

বিএনবিসি কোড অনুসারে

(ক)ট্রেড+২x রাইজার=৬০ সে.মি

(খ)ট্রেডxরাইজার=৪০০ হতে ৪৫০বর্গ সে.মি

বসতবাড়িতে ব্যবহৃত সিঁড়ি স্ল্যাবের রাইজারের পরিমাপ ১৫ হতে ১৮ সে.মি এবং ট্রেডের পরিমাপ ২৩ হতে ২৭ সে.মি। পাবলিক বিল্ডিং সিড়িঁ স্লাবের রাইজারের পরিমাপ ১৪ হতে ১৫ সে.মি এবং ট্রেডের পরিমাপ ২৫ হতে ৩০ সে.মি।

৪.৩ ওয়েস্ট স্ল্যাব ও স্ট্রেপের ওজন নির্ণয়ে ব্যবহৃত ফর্মূলা/পদ্ধতি বর্ণনা

ওয়েস্ট স্ল্যাবের ওজন $= SX\sqrt{(R^2+T^2)}\ 24/T$

স্ট্রেপের ওজন $= 12R$

পঞ্চম অধ্যায়ঃ কলাম

৫.১ বিভিন্ন প্রকার আরসিসি কলামের প্রকারভেদ বর্ণ্না

যে সমস্ত ভার্টিক্যাল মেম্বারগুলো তার অক্ষ বরাবর কম্প্রেসন লোড বহন করে তাকে কলাম না কম্প্রেসন মেম্বার বলে। ACI কোড অনুযায়ী বৃত্তাকার কলামের নূন্যতম ব্যাস ২৫ সে.মি এর কম হওয়া উচিত নয়। আয়তাকার কলামের নূন্যতম পাশ্ব মাপ ২০ সেমি হবে। কলামের মোট ক্ষেত্রফল ৬২০ বর্গমিটারের কম হবে না।

১. শর্ট কলামঃ যখন দৈর্ঘ্য এবং নূন্যতম পার্শ্ব পরিমাপের অনুপাত ১০ বা ১০ এর কম তাকে শর্ট কলাম বলে। $L/b \leq 10$

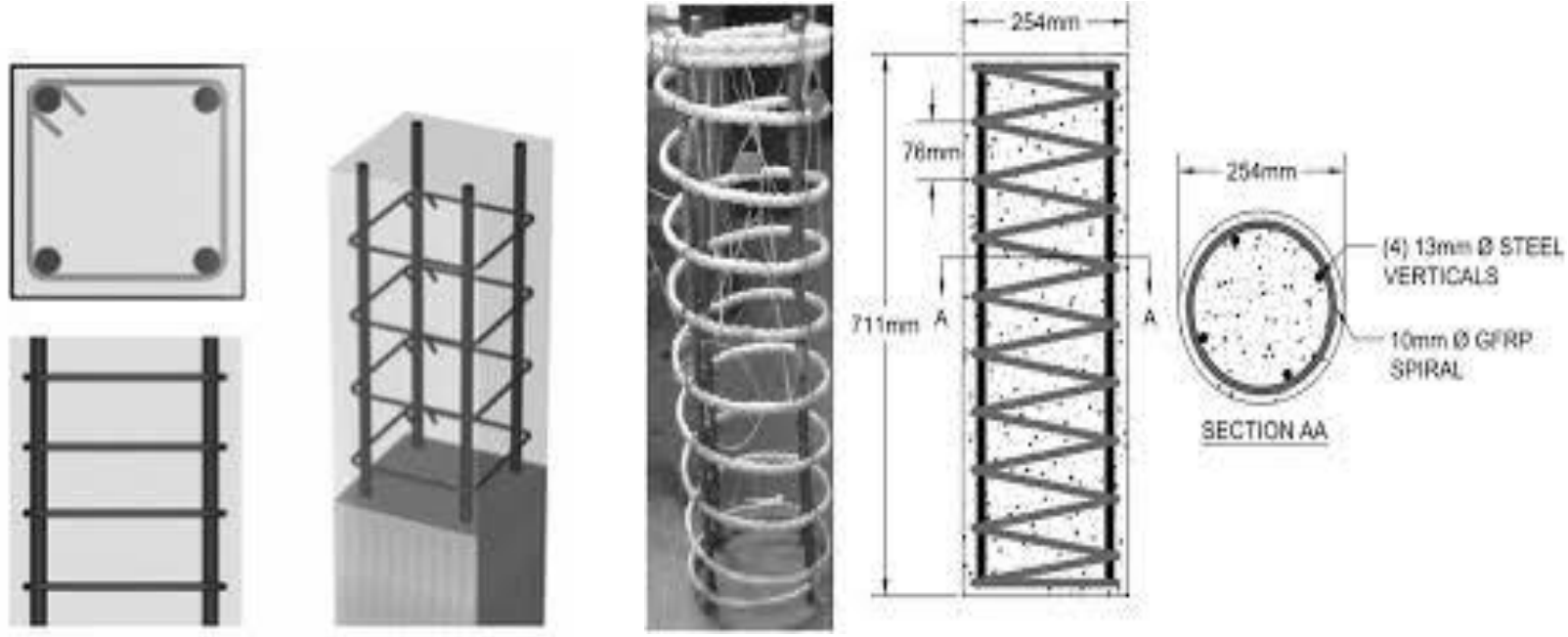
২. লং কলামঃ যখন দৈর্ঘ্য এবং নূন্যতম পার্শ্ব পরিমাপের অনুপাত ১০ এর বেশি তাকে লং কলাম বলে।$L/b > 10$

স্লিন্ডারনেস রেশিওঃ কলামের প্রকৃত দৈর্ঘ্যর সাথে এর নূন্যতম রেডিয়াস অব জাইরেশন এর অনুপাতকে স্লিন্ডারনেস রেশিও বলে।

স্লিন্ডারনেস রেশিও$=h/r$

৫.২ টাইড কলাম এবং স্পাইরাল কলামে ব্যবহৃত রডের নূন্যতম আকার ও সংখ্যা বর্ণা

ACI কোড অনুযায়ী টাইড কলামে প্রধান রড হিসেবে খাড়াভাবে নূন্যতম ৪টি ১৬ মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করা হবে । স্পাইরাল কলামে কলামে প্রধান রড হিসেবে খাড়াভাবে নূন্যতম ৬টি ১৬ মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করা হবে।



- ৫.৩ কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য
- ৫.৪ কলামের রিডাকশন ফ্যাক্টর বর্ণা

ষষ্ঠ অধ্যায়ঃ আরসিসি ফুটিং

6.0 আরসিসি ফুটিং ডিজাইন এর নীতিসমূহ অনুধাবন

কাঠামোর যে ভূনিম্নস্থ অংশ সুপার স্ট্রাকচারের হিসেবে কাজ করে এবং কাঠামো নিজস্ব ওজন ও এর উপরস্ত অন্যান্য ওজনকে কাঠামোর নিম্নস্থ শক্ত মাটির স্তরে স্তান্তরিত করে তাকে ভিত্তি বা ফাউন্ডেশন বলে বা সাব স্ট্রাকচার বলে ।এ অংশ বিশেষভাবে তৈরি করা হয় যেন আপাতিত লোড মাটির ভারবহন ক্ষমতা অপেক্ষা কম হয় ।এই উদ্দেশ্যে ভিত্তির সর্বনিম্ন অংশকে প্রশস্ত করা হয়, সে অংশকে ফুটিং বলে। অধিক আরোপিত হলে ফুটিং আরসিসি এর তৈরি করতে হয়।

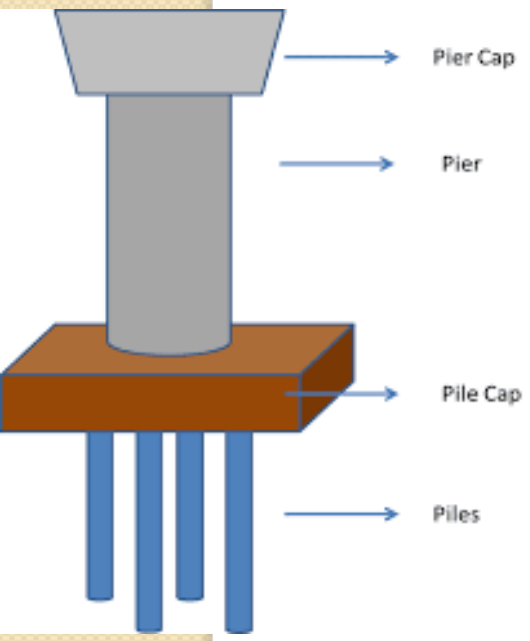
ভিত্তি বা ফাউন্ডেশন কে মূলত দুই ভাগে ভাগ করা হয় যথা-

১।গভীর ভিত্তি (Deep Foundation)

২। অগভীর ভিত্তি (Shallow Foundation)

গভীর ভিত্তি :যখন সুপারস্টারের সর্বনিম্ন অংশকে মাটির অনেক গভীরে ফুটিং প্রদান করা হয় তখন তাকে গভীর ভিত্তি বলে।

যেমন -পাইল ভিত্তি, পায়ার ভিত্তি, ওয়েল ভিত্তি , ক্যাশন ভিত্তি ইত্যাদি



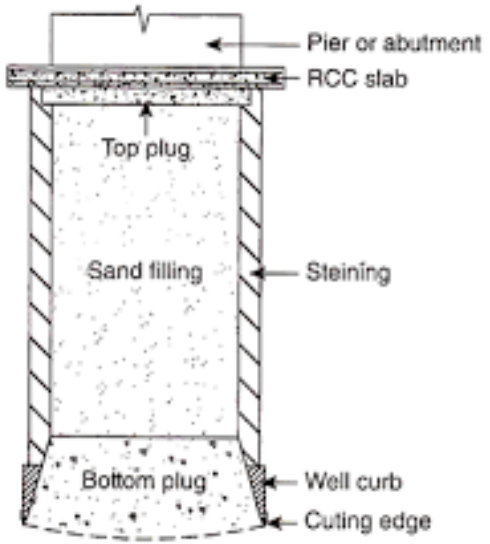
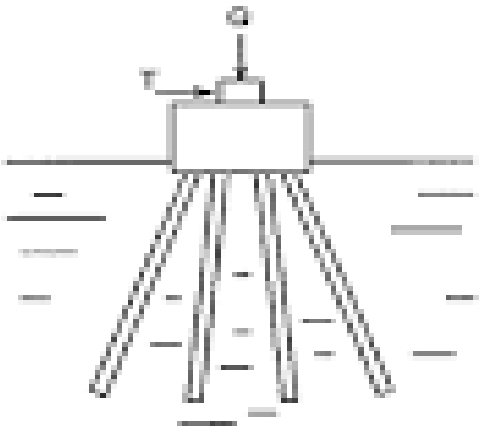
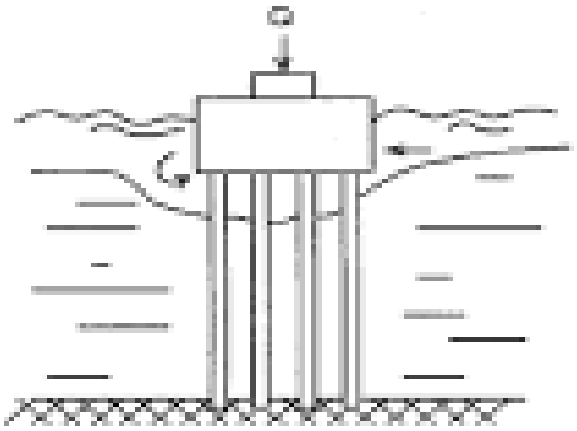


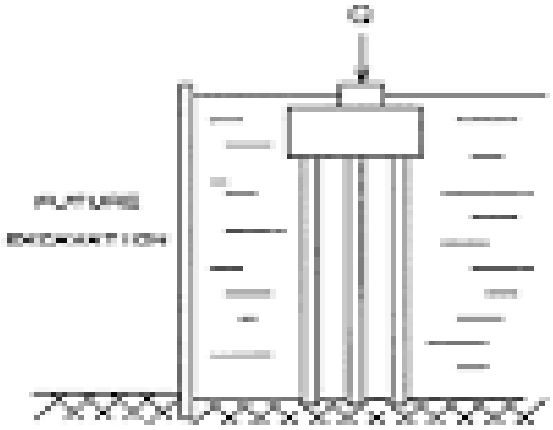
Figure 21.5 Components of a well foundation.



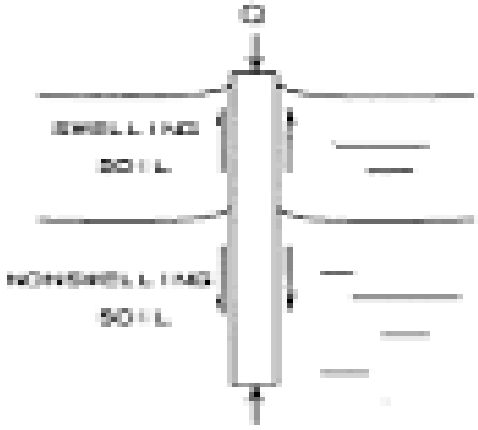
e. BATTERED GROUP



f. LOAD TRANSFER BELOW SCOUR DEPTH

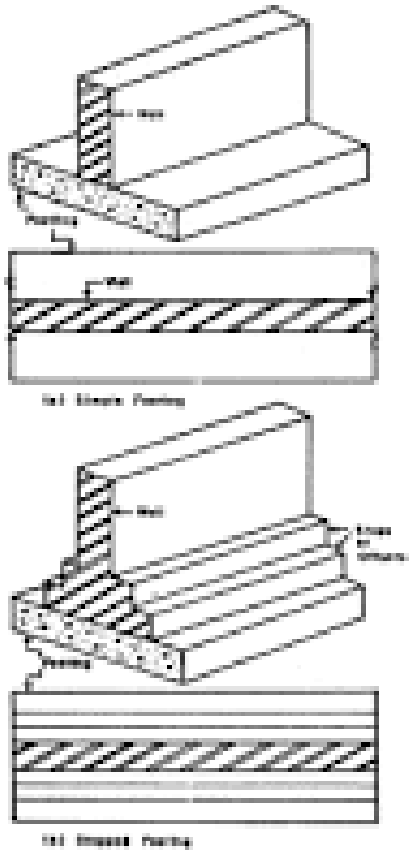


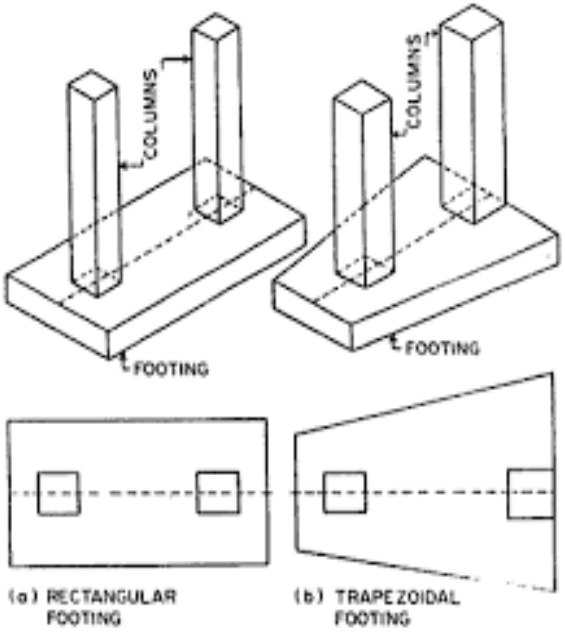
g. SUPPORT FOR FUTURE EXCAVATION

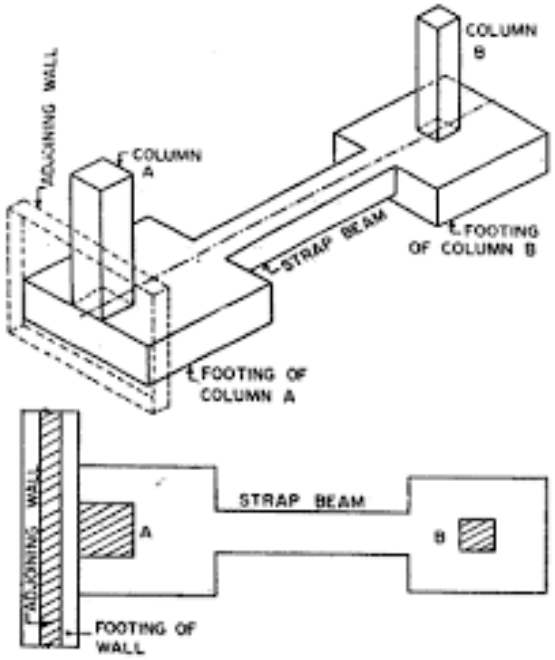


h. PILE ANCHORED IN NONSWELLING SOIL

অগভীর ভিত্তিঃযখন সুপারস্টারের সর্বনিম্ন অংশকে মাটির অভ্যন্তরে স্বল্প গভীরতায় স্থাপন করা হয়, তখন তাকে অগভীর ভিত্তি বলে। অগভীর ভিত্তি মূলত তিন ধরনের ১। স্প্রেড ফুটিং ২। কম্বাইন্ড ফুটিং ৩।ম্যাট বা র্যাফট ভিত্তি







footing
column
connecting beam
footing
connecting beam's reinforcement
footing's reinforcement

স্প্রেড ফুটিং ভিত্তিকে মূলত দু ভাগে ভাগ করা হয় যথা

(ক) ওয়াল ফুটিং

(খ)স্বতন্ত্র কলাম ফুটিং

ওয়াল ফুটিংকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়

১। ম্যাসনারি ওয়াল ফুটিং ২। কংক্রিট ওয়াল ফুটিং

স্বতন্ত্র কলাম ফুটিং আকারের উপর ভিত্তি করে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়

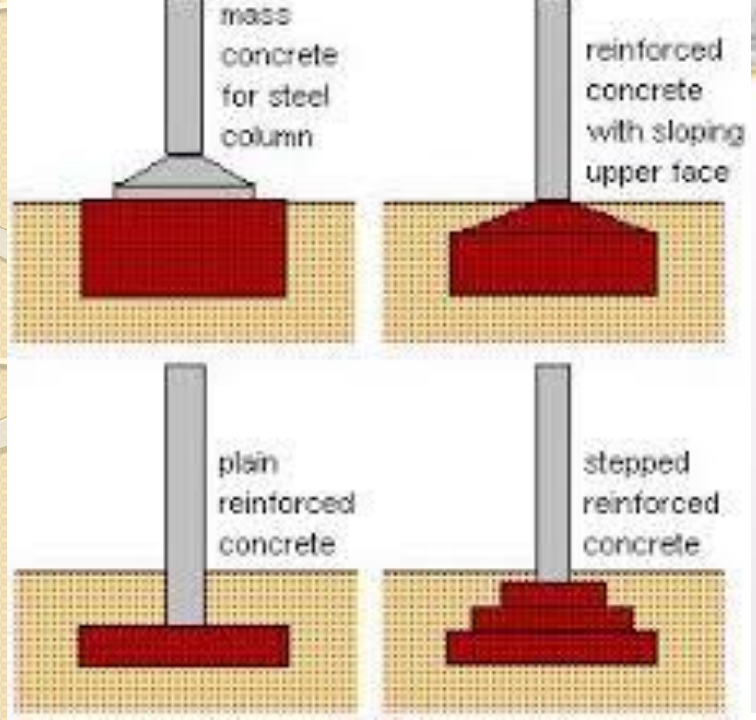
১। সমপুরুত্বের বর্গাকৃতির ফুটিং

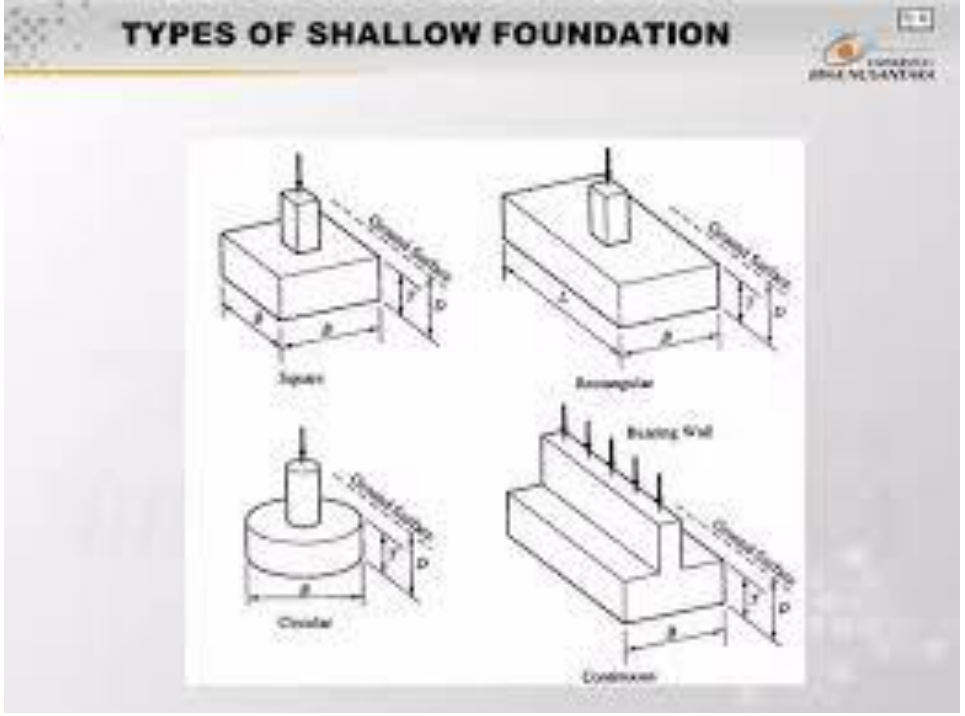
২। ঢালু বর্গাকৃতি ফুটিং

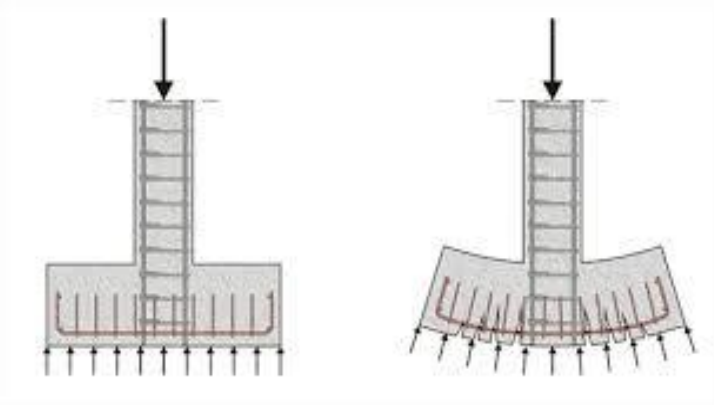
৩।ধাপ বিশিষ্ট বর্গাকৃতি ফুটিং

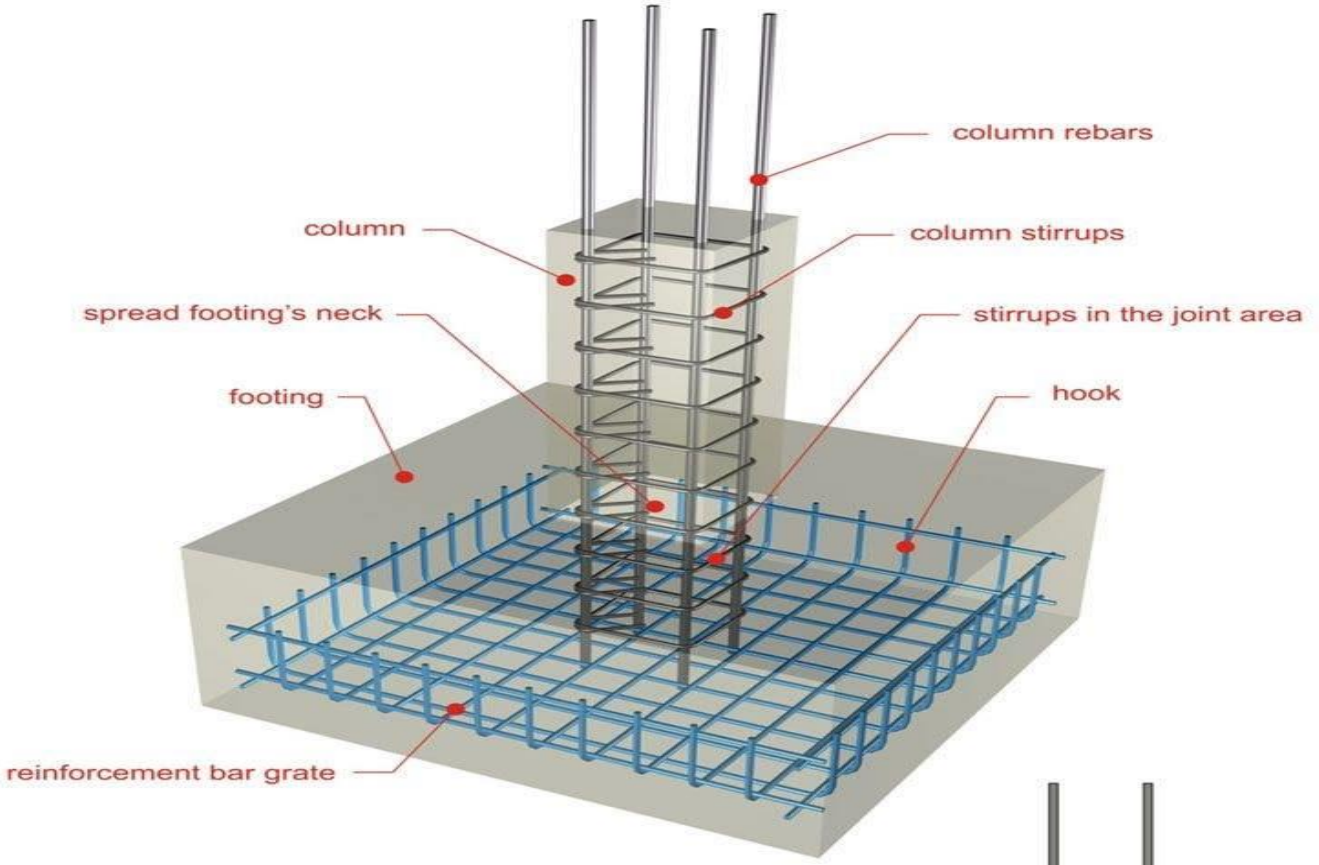
৪।সমপুরুত্বের আয়তাকার ফুটিং

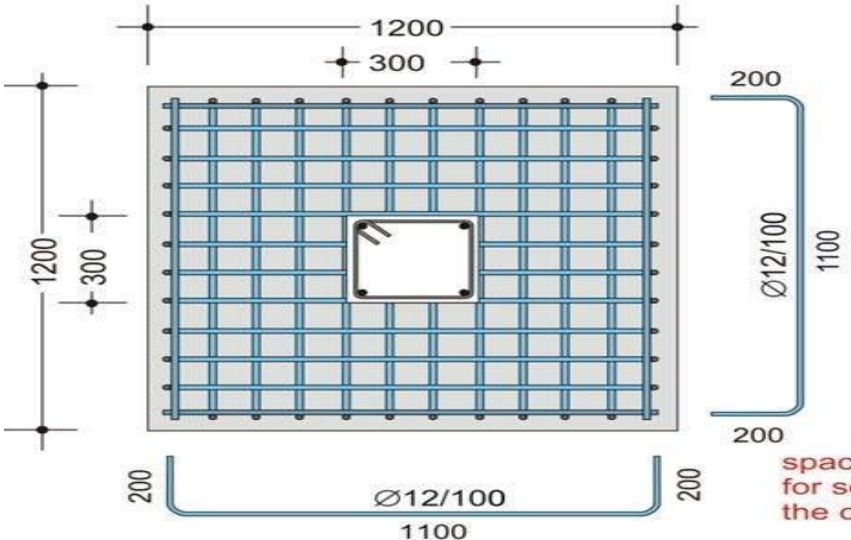
৫। ঢালু আয়তাকার ফুটিং

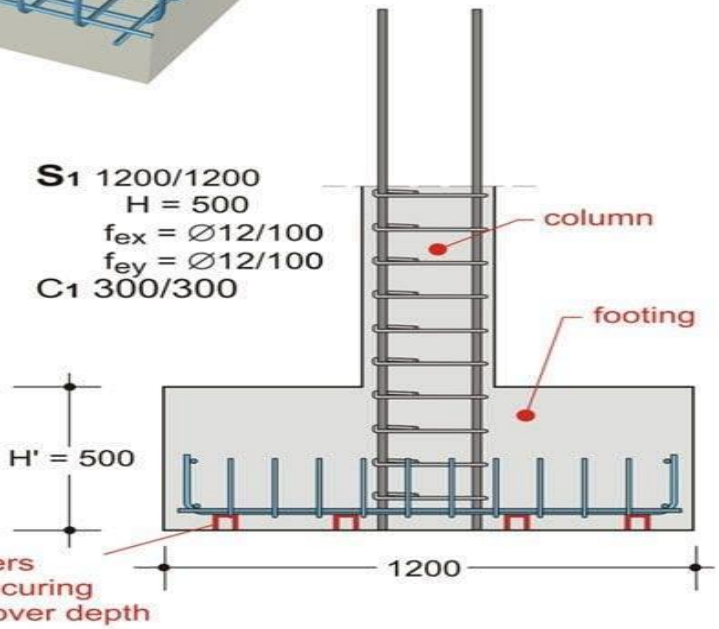

mass
concrete
for steel
column
reinforced
concrete
with sloping
upper face
plain
reinforced
concrete
stepped
reinforced
concrete


TYPES OF SHALLOW FOUNDATION




column rebars
column
column stirrups
spread footing's neck
stirrups in the joint area
footing
hook
reinforcement bar grate


1200
300
200
1200
300
Ø12/100
1100
200
200
Ø12/100
200
1100


S1 1200/1200
H = 500
fex = Ø12/100
fey = Ø12/100
C1 300/300
column
footing
H' = 500
spacers
for securing
the cover depth
1200

৬.০.১ মাটির নিরাপদ ভবন ক্ষমতা

সাব সয়েলের ব্যর্থতা ব্যতিরেকে প্রতি একক ক্ষেত্রের লোড বহন ক্ষমতাকে মাটির ভার বহন ক্ষমতা বলে।এর একক কেজি /বর্গমিটার বা টন /বর্গফুট ইত্যাদি দ্বারা প্রকাশ করা হয়। মাটির কণার উপর মাটির ভার বহন ক্ষমতা নির্ভর করে।

৬.১ স্প্রেড ফুটিং এবং আরসিসি ওয়াল ফুটিং এর বেডের ভিত্তির প্রশস্ততা

কাঠামোর সর্বনিম্ন তল যা মাটির সংস্পর্শে থাকে তাকে ভিত্তি তল বলে। এই অংশের প্রশস্ততা কে ভিত্তির প্রস্ত বলে।এই প্রস্ত নির্ণয় করতে ভিত্তি তলের কাঠামো থেকে আগত প্রতি মিটারে মোট লোড নির্ণয় করে তাকে মাটির ভারবহন ক্ষমতা দ্বারা ভাগ করা হয়।

ভিত্তির প্রশস্ততা $L=W/P$

$W=$ প্রতি মিটারে কাঠামোর মোট ভর kg/m

$P=$মাটির ভার বহন ক্ষমতা kg/m^2

ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়

র‍্যানকিনের সূত্রের সাহায্যে ভিত্তির গভীরতা নির্ণয় করা যায়। ভিত্তিতে ন্যূনতম গভীরতা প্রধান না হলে কাঠামোর উপর মাটির পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া প্রভাব পড়ে, যেমন বাতাসের গতিবেগ বেশি হলে কাঠামো উল্টে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এই অবস্থা থেকে কাঠামোকে রক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় গভীরতা প্রদান করতে হয়। তবে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা ধরা হয় 75 সেন্টিমিটার ।

র‍্যানকিনের সূত্রের অনুসারে ভিত্তির গভীরতা নির্ণয়

$$D=P/W(1-\sin\phi/1+\sin\phi)$$

এখানে,P=মাটির ভারবহন ক্ষমতা

W=মাটির একক ওজন

Ø=স্থিরতা কোণ

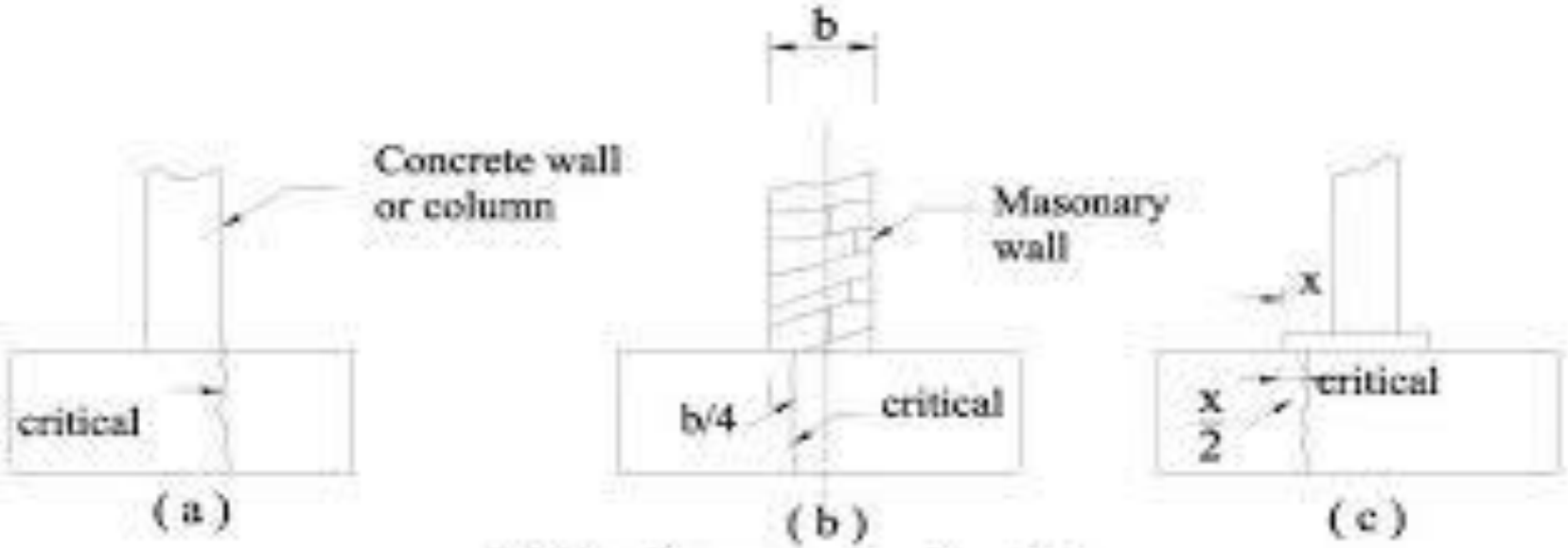
৬.২ ব্রিক ওয়াল ফুটিং এবং কংক্রিট ওয়াল ফুটিং এর মোমেন্ট শিয়ার এবং বন্ডের জন্য ক্রিটিক্যাল সেকশন বর্ণনা

ACI কোড অনুসারে কংক্রিট দেওয়ালের জন্য মোমেন্ট ও বন্ডের ক্রিটিক্যাল সেকশন দেওয়ালে পৃষ্ঠ বরাবর বিবেচনা করা হয়।

শিয়ারের জন্য ক্রিটিক্যাল সেকশন দেওয়ালের পার্শ্ব থেকে কার্যকরী গভীরতা d দূরত্বে ধরা হয়।

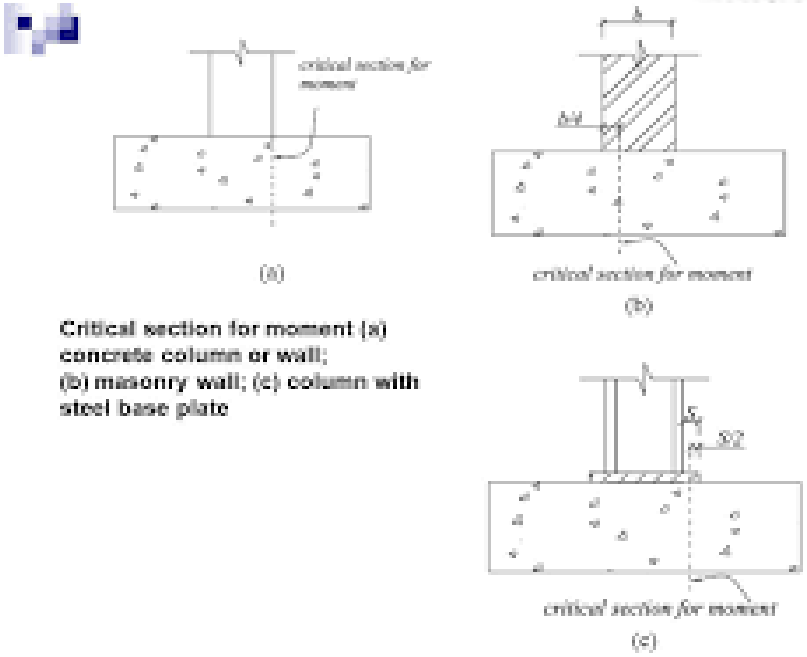
ইটের দেওয়াল ও ম্যাশনরি দেওয়ালের জন্য মোমেন্ট ও বন্ডের ক্রিটিক্যাল সেকশন দেওয়াল পৃষ্ঠ থেকে দেওয়াল পুরুত্ব a এর এক-চতুর্থাংশ ভিতরে ধরা হয়।

শিয়ার জনিত ক্রিটিক্যাল সেকশন আরসিসি দেওয়ালের অনুরূপ অর্থাৎ দেওয়াল পৃষ্ঠ থেকে কার্যকরী গভীরতা d দূরত্বে।



Section for computing bending moment

Fig. (10)



Critical section for moment (a) concrete column or wall; (b) masonry wall; (c) column with steel base plate

৬.৩ ব্রিক ওয়াল এর জন্য আরসিসি ফুটিং ডিজাইনের ধাপসমূহঃ

ধাপ ১ ডিজাইন লোড নির্ণয়

ধাপ ২ ফুটিং এর চওড়া নির্ণয়

ধাপ ৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট নির্ণয় নির্ণয়

ধাপ ৪ ফুটিং এর গভীরতা নির্ণয়

(i)বেন্ডিং মোমেন্ট এর সাপেক্ষে

(ii)শিয়ার স্ট্রেস সাপেক্ষে

ধাপ ৫ টেনশন রেইনফর্সমেন্ট এর ক্ষেত্রফল

ধাপ ৬ বন্ড পীড়ন

ধাপ ৭ ডিস্ট্রিবিউশন রডের ক্ষেত্রফল

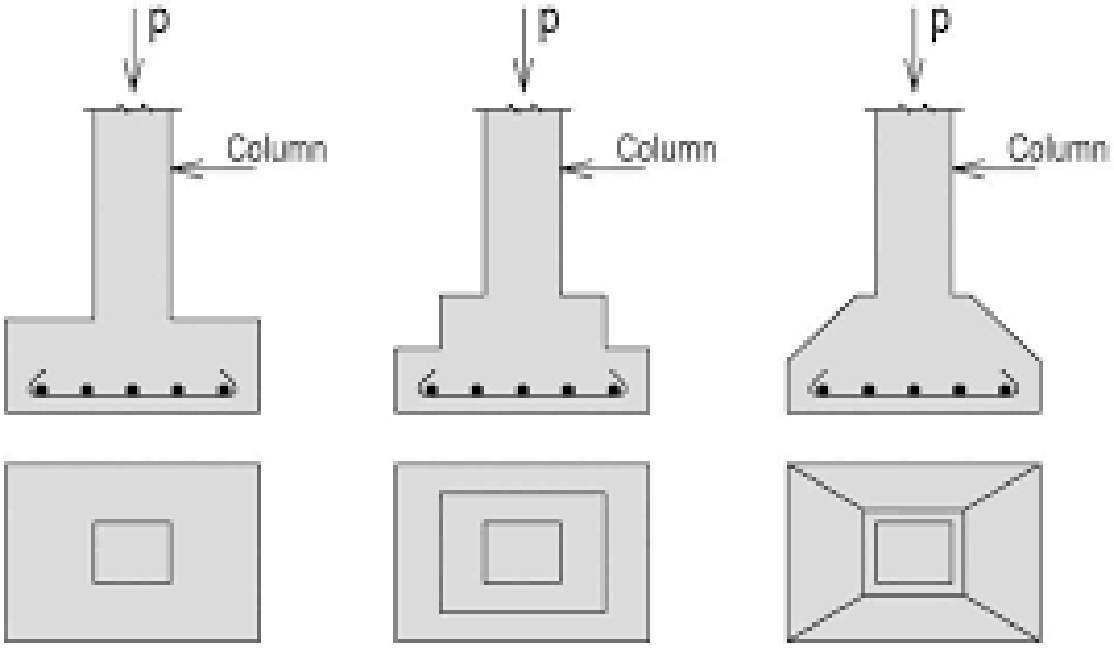
ধাপ ৮ ফুটিং এর নিজস্ব ওজন যাচাই

ধাপ ৯ চিত্র অংকন

৬.৬ স্বতন্ত্র আরসিসি বর্গ এবং আয়তকার কলাম (স্লোপড) ডিজাইন

কলাম হতে ক্রমশ চারটি ঢালু তল দ্বারা যদি কোন ফুটিংয়ের উপরিতল গঠিত হয় তবে তাকে স্লোপড বা স্টেপড ফুটিং বলে। স্বতন্ত্র কলাম ফুটিং এর সর্বোচ্চ মোমেন্ট উৎপন্ন হয় কলামের পৃষ্ঠ বরাবর এবং মোমেন্ট এর মান কমতে কমতে ফুটিং এর কিনারায় শূন্য হয়। একইভাবে শিয়ার ফোর্স এর মান ফুটিং এর কিনারায় বা পরিসীমায় শূন্য। সেহেতু শিয়ার ও মোমেন্ট এর ভিত্তিতে যদি প্রকৃত প্রয়োজনীয়তা প্রয়োগ করা হয় তবে ফুটিং নির্মাণ খরচ হ্রাস ও মালামালে অপচয় রোধ করা যাবে।

সাধারণত ছোট ছোট আকারের কলাম ফুটিং এর জন্য ব্লক ফুটিং করা যায়। কিন্তু ফুটিং আকার বড় হলে কলামের পৃষ্ঠ থেকে ক্রমান্বয়ে কিনারার দিকে ঢালু করা হয়।তবে কিনার অন্তত ১৫ সেন্টিমিটার পুরো রাখা আবশ্যক



(a) Pad Footing (b) Stepped Footing (c) Sloped Footing

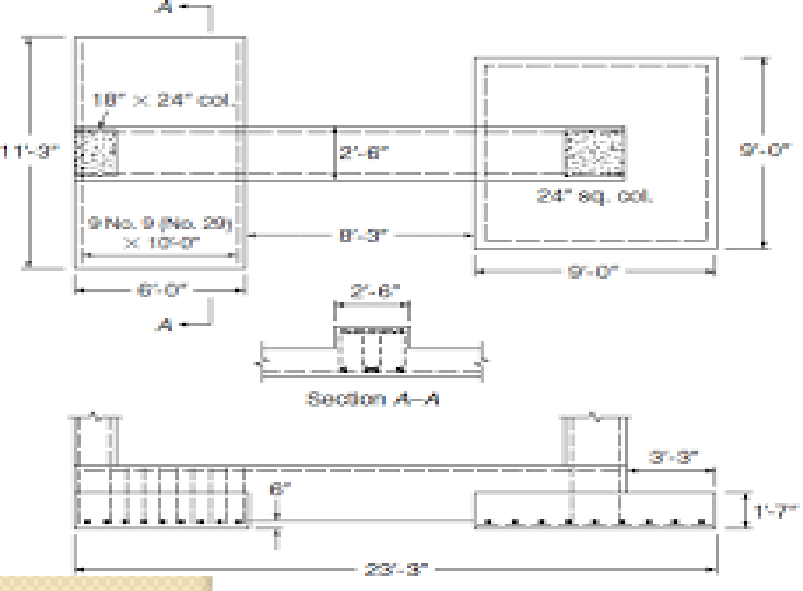
৬.৭ কম্বাইন্ড ফুটিং ডিজাইন

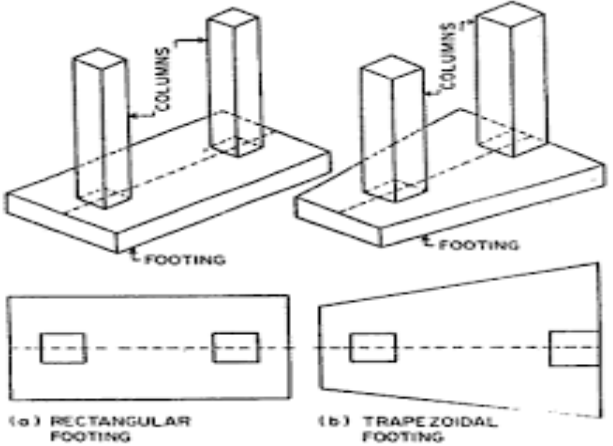
যখন একটি স্প্রেড ফুটিংকে দুই বা ততোধিক কলাম দ্বারা সাপোর্ট দেওয়া হয় তখন তাকে কম্বাইন্ড ফুটিং বলে।কম্বাইন্ড ফুটিং আয়তাকার বা ট্রাপিজয়ডাল হতে পারে। মাটির নিম্নলিখিত অবস্থায় এই ফুটিং প্রদান করা হয়

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

২ যখন দুটি কলাম খুব কাছাকাছি হয় এবং তাদের ফুটিং ওভারল্যাপ করলে।

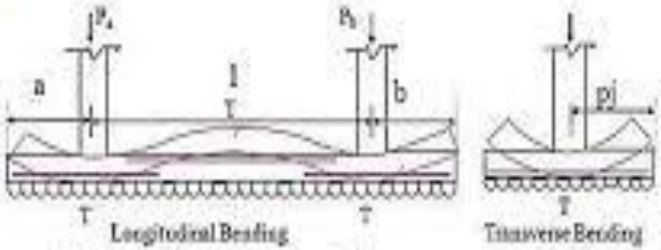
৩ যখন কলাম প্রান্ত সীমারেখায় পড়ার ফলে ফুটিংকে সীমানা রেখার বাহিরে বর্ধিত করার সুযোগ না থাকলে

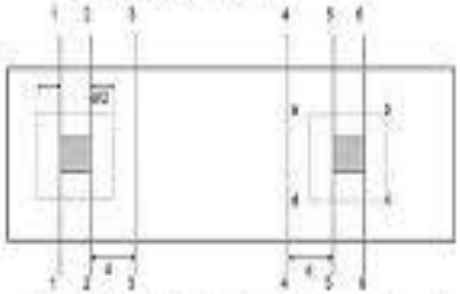




Design of combined foundation

Forces





- Longitudinally, the footing acts as an upward loaded beam spanning between columns and cantilevering beyond.
- Using statics, the **shear force** and **bending moment** diagrams in the longitudinal direction are drawn.
- The footing is also subjected to **transverse bending**.

Section 1-1, 2-2, 5-5, and 6-6 are sections for critical moment
Section 3-3, 4-4 are sections for critical shear (one way)
Section for critical two way shear is abcd

সপ্তম অধ্যায়ঃ

আরসিসি ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল

৭.০ চিত্রসহ বিভিন্ন ধরনের রিটেইনিং ওয়াল

যে সমস্ত এলাকায় প্রাকৃতিক ঢাল দ্বারা লুজ ম্যাটেরিয়ালস বা বৃহদায়তনের মাটিকে ধরে রাখা সম্ভব নয় সেখানে রিটেইনিং ওয়াল দ্বারা উক্ত লুজ মেটেরিয়ালস বা মাটির স্তুপ কে ধরে রাখা হয়। রিটেইনিং ওয়াল নিজস্ব অবস্থানে স্তির থেকে মাটি বা অন্য কোন পদার্থের পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে। এ ওয়াল এর প্রতিরোধী বলদ্বয়ের পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে। সাধারণত পাহাড়ি রাস্তার পাশে নদীর বা জলাশয়ের পাড়ে যেখানে মাটি ধসে পড়ার সম্ভাবনা থাকে সেখানে রিটেইনিং ওয়াল বা পার্শ্বচাপ প্রতিরোধী ওয়াল ব্যবহার করা হয়।

রিটেইনিং ওয়াল যে সকল পদার্থের পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে তাকে ব্যাকফিল বলে। ব্যাকফিলের উচ্চতা যদি ওয়ালের উপরিভাগের সাথে আনুভূমিক থাকে, তবে এরূপ ক্ষেত্রে নির্মিত ওয়ালকে নরমাল লোডেড বলে বা নন-সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল বলে।

আবার ব্যাকফিল যদি রিটেইনিং ওয়ালের উপরিভাগের সাথে আনুভূমিক না থেকে হেলানো ভাবে থাকে তবে এরূপ ক্ষেত্রে নির্মিত ওয়ালকে ওভার লোডেড সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল বলে।

বেইজ স্ল্যাবের যে অংশটুকু ব্যাকফিলের দিকে থাকে তাকে হিল(Heel) বলে এবং যে অংশটুকু বাইরের দিকে থাকে তাকে টো(Toe)বলে। টো এর নূন্যতম বর্ধিতাংশের বা প্রস্তের পরিমাণ বেইজ স্ল্যাবের প্রস্থের এক তৃতীয়াংশ থেকে এক চতুথাংশ পরিমাণ রাখা হয়।

রিটেইনিং ওয়াল এর প্রকারভেদ

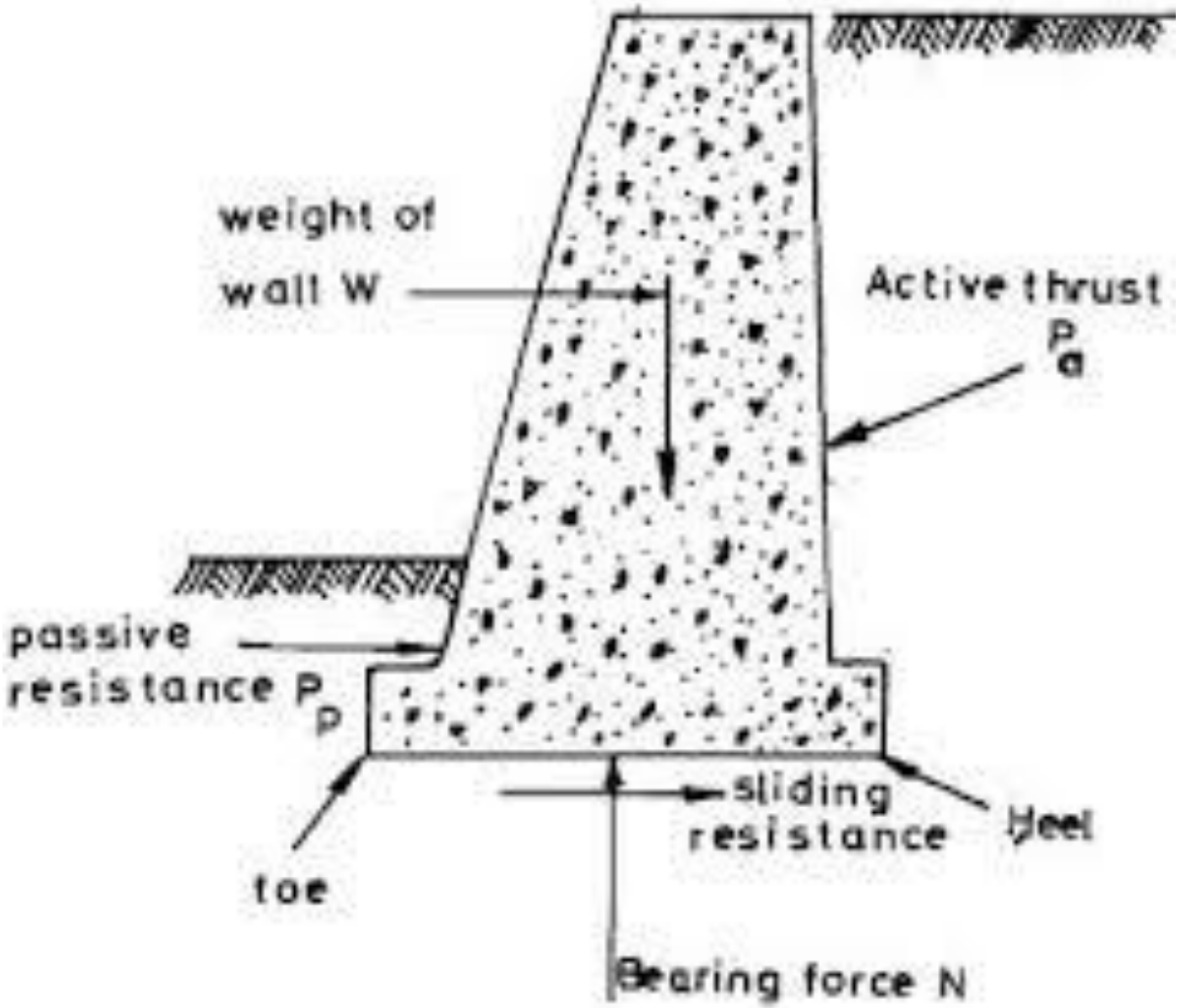
(ক) গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল

(খ) ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল

(গ) কাউন্টার ফোর্ট রিটেইনিং ওয়াল

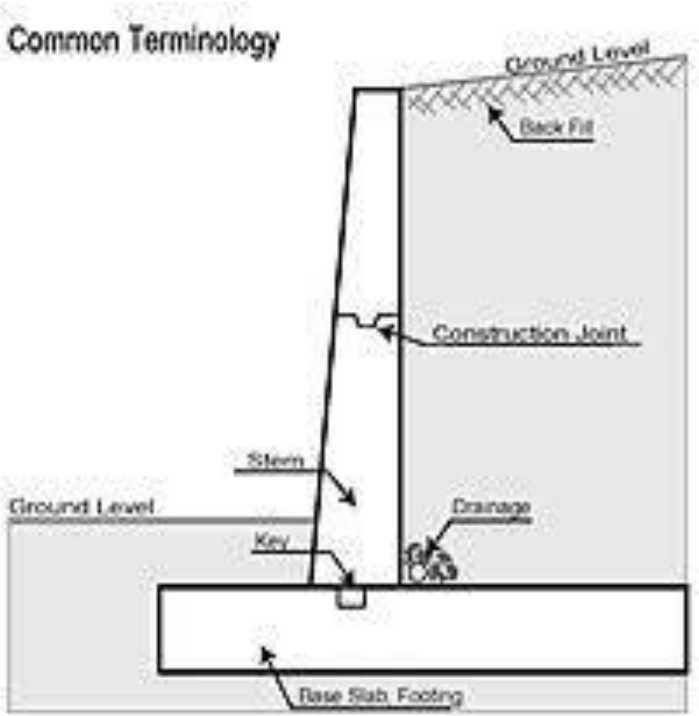
(ক) গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়ালঃ

যে সমস্ত রিটেইনিং ওয়াল তাদের নিজস্ব ওজনের প্রভাবে এর উপর প্রযুক্ত পার্শ্বচাপ প্রতিহত করে তাদেরকে গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল বলে। গ্রাভিটি ওয়াল এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে ওয়ালটি এর নিজস্ব ওজন দ্বারাই ধারণকৃত মাটির পার্শ্বচাপকে সম্পূর্ণরূপে প্রতিরোধ করতে সক্ষম হয়। সাধারণত স্বল্প উচ্চতার ক্ষেএ গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল ওয়াল ডিজাইন করা হয়। এ ধরনের ওয়াল ব্রিক ম্যাসনরী বা স্টোন ম্যাসনরি দ্বারা নির্মাণ করা হয়। 3 মিটার পর্যন্ত উচ্চতা সম্পন্ন ওয়ালের ক্ষেত্রে গ্রাভিটি ওয়াল নির্মান করা সাশ্রয়ী হয়ে থাকে।


weight of
wall W
Active thrust
P_a
passive
resistance P_p
sliding
resistance
Heel
toe
Bearing force N

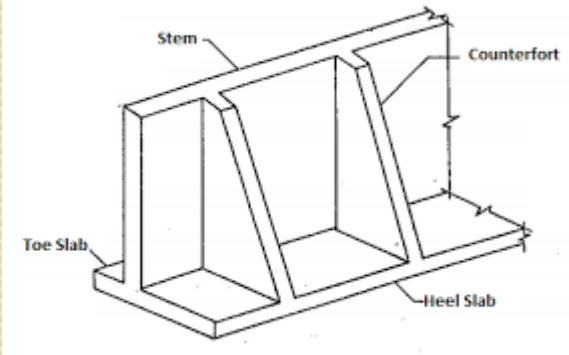
(খ)ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়ালঃ

এটা আরসিসি নির্মিত ওয়াল এর দুটি অংশ থাকে। প্রথম অংশটি উলম্ব আরসিসি স্ল্যাব যাকে বলে স্টেম(Stem) বলে। স্টেম মাটির পার্শ্বচাপ কে প্রতিরোধ করে এবং মাটিকে যথাস্থানে ধরে রাখে। দ্বিতীয় অংশটি অনুভূমিক আরসিসি স্ল্যাব যাকে বেইজ স্ল্যাব বলে। বেইজ স্ল্যাব আবার টো এবং হিল নিয়ে গঠিত। বেইজ স্ল্যাবের হিলের উপর অর্পিত মাটির লোড ওয়াল এর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে। 3 মিটার থেকে 6 মিটার উচ্চতা পর্যন্ত ক্যান্টিলিভার ওয়াল নির্মাণ করা হয়



(গ)কাউন্টার ফোর্ট রিটেইনিং ওয়ালঃ

এর গঠন প্রণালী ক্যান্টিলিভার ওয়ালের নেয়।6 মিটারের অধিক উচ্চতা সম্পন্ন ক্যান্টিলিভার ওয়ালের ক্ষেত্রে, স্টেম এর বেন্ডিং মোমেন্ট হ্রাস করার জন্য ওয়ালের দৈর্ঘ্য বরাবর ওয়াল উচ্চতার দেড় গুণ 1.5 গুন বা তার চেয়ে কিছু বেশি দূরত্ব পর পর কাউন্টার ফোর্ট (ত্রিভুজ আকৃতির ক্রস ওয়াল) নির্মাণ করে কাউন্টার ফোর্ট ওয়াল তৈরি করা হয়। এরূপ ত্রিভুজ আকার ক্রস ওয়াল ওয়াল স্টিম, এবং বেইজকে পরস্পর দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করে রাখে।



৭.১ ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল এর বিভিন্ন উপাদানের বর্ণনা

(১) টো এবং হিলঃ রিটেইনিং ওয়ালের বেইজ স্ল্যাব এর যে অংশটুকু ব্যাকফিলের দিকে থাকে তাকে হিল(Heel) বলে এবং যে অংশটুকু বাইরের দিকে থাকে তাকে টো(Toe)বলে। টো ন্যূনতম বর্ধিতাংশের পরিমাণ বেইজ স্ল্যাব এর প্রস্থের 1/3 অংশ থেকে ¼ অংশের মধ্যে রাখা হয় ।

(২)স্টেম এবং বেইজ স্ল্যাবঃ এটা আরসিসি নির্মিত ওয়াল এর দুটি অংশ থাকে প্রথম অংশটি উলম্ব আরসিসি স্ল্যাব যাকে স্টেম বলে। স্টেম মাটির পার্শ্ব চাপকে প্রতিরোধ করে এবং মাটিকে যথাস্থানে ধরে রাখে।

(২) ব্যাক ফিলঃ রিটেইনিং ওয়াল যে সকল পদার্থের পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে তাকে ব্যাকফিল বলে।

৭.২ ক্যান্টিলিভার নন-সারচার্জড রিটেইনিং ওয়ালের সাথে সম্পর্কিত মাটির চাপ নির্ণয়

ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়ালের ওয়ালে দুই প্রকার চাপ পরিলক্ষিত হয় যথা

(১)মাটির প্রত্যেক্ষ চাপ

(২) মাটির পরোক্ষ চাপ

(১)মাটির প্রত্যেক্ষ চাপ (Active Earth Pressure):

রিটেইনিং ওয়ালকে ব্যাকফিল বা ধারণকৃত মাটি থেকে হঠাৎ সরিয়ে ফেলা বা স্থানচ্যুত করা হয়। তবে ব্যাকফিল বা ধারনকৃত মাটির যে অংশে গড়িয়ে পড়বে। রিটেইনিং ওয়ালের উপর উক্ত গড়িয়ে পড়া মাটির পার্শ্বচাপ কে মাটির প্রত্যেক্ষ চাপ বা (Active Earth Pressure) বলে।

(২) মাটির পরোক্ষ চাপ(Passive Earth Pressure)

যদি রিটেইনিং ওয়াল কে ব্যাকফিলের দিকে ঠেলে সরানো হয়। তবে ব্যাকফিলের যে কীলক অংশটি ব্যাকফিলের দিকে উঠতে চেষ্টা করবে করবে। ব্যাকফিলের উক্ত কিলোক অংশ যে পরিমাণ পার্শ্বচাপ প্রদান করে তাকে মাটির পরোক্ষ চাপ বলে।

অ্যাঙ্গেল অব সারচার্জ(Angle of Surcharge)

সারচার্জ বা অতিরিক্ত বোঝা বহনকারী রিটেইনিং ওয়ালের সারচার্জ উপরিতল অনুভূমিক রেখার সাথে যে কোন উৎপন্ন করে তাকে অ্যাঙ্গেল অব সারচার্জ বলে। এ কোনকে α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অ্যাঙ্গেল অব রিপোজ (Angle of Repose):

আগলা মাটিকে অনুভূমিক সমতল পৃষ্ঠে স্তূপীকৃত করে রাখলে এটা স্বাভাবিক গড়িয়ে গিয়ে নিজেই একটি স্থায়ী স্তুপ আকার ধারন করে। অনুভূমিক তলের সাথে স্তুপকার মাটির পাশ্বদেশ যে কোন করে স্থিরতা লাভ করে তাকে স্থিরতা কোন বা সর্বোচ্চ প্রাকৃতিক ঢাল বলে।

৭.৩ লব্ধি বলের রিটেইনিং ওয়ালের চাপ নির্ণয় এবং নন সারচার্জ রিটেইনিং ওয়ালের মাটির চাপ নির্ণয়

রিটেইনিং ওয়ালের নিজস্ব ওজন ও পার্শ্বচাপের লব্ধি বলের অবস্থান নির্ণয়ের জন্য নিম্নলিখিত ধাপগুলি অনুসরণ করতে হয় হয়।

(i) মাটির পার্শ্বচাপ, P নির্ণয়।

(ii) মাটিসহ রিটেইনিং ওয়ালের মোট ওজন, W নির্ণয়।

(iii) পার্শ্বচাপ, P এর অবস্থান অর্থাৎ h/3 নির্ণয়।

(iv) বেইজ স্ল্যাবের যেকোন এক পার্শ্বের (টো অথবা হিল) সাপেক্ষে ভরের মোমেন্ট নির্ণয়।

(v) মোট মোমেন্টকে, মোট ওজন দ্বারা ভাগ করে ভরকেন্দ্র, X নির্ণয়।

(vi) ভরকেন্দ্র থেকে লব্ধি বলের দূরত্ব $x=Ph/3W$ নির্ণয়।

(vii) বিবেচিত মোমেন্ট বিন্দু থেকে লব্ধি বলের দূরত্ব $=X\pm x$ নির্ণয়

৭.৪ রিটেইনিং ওয়ালের ক্যান্টিলিভার স্থায়িত্ব তার শর্তসমূহ ব্যাখ্যা

ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়ালের এর স্থায়িত্বতার জন্য নিম্নোক্ত শর্তসমূহ নিরীক্ষা করা হয়ঃ

(i) উল্টানোর ফলে (By overturning)

(ii) বেইজ বরাবর অনুভূমিকভাবে পিছলানোর ফলে (By horizontally sliding along its base)

(iii) অসম বসন(Under settlement)

(i) উল্টানোর প্রবণতা মুক্ত হওয়ার শর্তঃ

ওয়ালটি অভারটানিং বা উল্টে পড়ার প্রবণতা মুক্ত হতে হলে টো এর সাপেক্ষে আনুভূমিক পার্শ্বচাপ জনিত অভারটানিং মোমেন্ট (Mo) এর পরিমাণ, টো এর সাপেক্ষে লোড জনিত প্রতিরোধী মোমেন্ট (MR) এর চেয়ে ছোট হতে হবে। অথাৎ$Mo<MR$ হবে।

নিরাপদ সহগ = প্রতিরোধী মোমেন্ট / উল্টানো মোমেন্ট

$=MR/Mo\geq 2$ হবে।

(ii)ওয়াল পিছলিয়ে যাওয়ার প্রবণতা (Sliding)মুক্ত হওয়ার শর্ত:

প্রতিরোধী বল ও স্লাইডিং বলের ভাগফলকে নিরাপদ সহগ বলে। যদি এক্ষেত্রে নিরাপদ সহগের মান 1.5 বা তার বেশি হয় তবে নিরাপদ বিবেচনা করা হয়।

নিরাপদ সহগ= প্রতিরোধই বল/ পিছলানো বল

$$=F/P=\mu W/P\geq 1.5$$

(iii) অসম বসন মুক্ত হওয়ার শর্ত

রিটেইনিং ওয়ালের উপর মাটির পার্শ্বচাপ ও ওয়ালে নিজস্ব ওজনের জন্য ভিত্তি তলে উৎপন্ন পীড়নের পরিমাণ বেশি হলে ওয়াল ধীরে ধীরে বসে যাবে। এতে ওয়ালের অসম বসনের কারণে ফাটলের সৃষ্টি হয়ে ফেল হতে পারে।

শর্তানুসারে $f_{max} < f_{soil}$

৭.৫ বিকেন্দ্রীকতার অবস্থাভেদে ভিত্তি তলের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন চাপ নির্ণয়

মধ্য তৃতীয়াংশ সূত্রঃ (Middle Third Law)

রিটেইনিং ওয়ালের প্রস্থচ্ছেদ বা আকার আকৃতি এমন হওয়া উচিত যাতে ব্যাকফিলের পার্শ্বচাপ P এবং ওয়ালের ওজন W এবং লব্ধি বল R ওয়াল বেইজের সেন্টার লাইনে ছেদ করে। ওয়ালের তলদেশের প্রস্থকে সমান তিন অংশে বিভক্ত করলে দুই পার্শ্বে দুটি বহিঃস্থ তৃতীয়াংশ এবং মধ্যস্থানে একটি মধ্য তৃতীয়াংশ পাওয়া যাবে। লব্ধি বল R ওয়াল বেইজের মধ্য তৃতীয়াংশ দিয়ে অতিক্রম করলে টো প্রেসার গ্রহণযোগ্য পর্যায়ে হ্রাস পাবে ওয়ালে অসম বসন দূরীভূত হবে, হিলে টেনশন উৎপন্ন হবে না এবং ওয়ালটি উল্টিয়ে পড়বে না একে মধ্য তৃতীয়াংশ সূত্র বলে।

৭.৬ আরসিসি ক্যান্টিলিভার নন-সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল ডিজাইন

ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল ডিজাইনে এর ধাপসমূহ

(ক) ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়ালের বিভিন্ন অংশের পরিমাপ নির্বাচন

(খ) স্থিতিশীলতা নিরীক্ষা করা

(গ) স্টেম ডিজাইন

(ঘ) টো স্ল্যাব ডিজাইন

(ঙ) হিল স্ল্যাব ডিজাইন

অষ্টম অধ্যায়ঃ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট এর ধারণা

৮.১ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট

যে কংক্রিটে এমন পরিমাণ ও বিস্তৃতির অভ্যন্তরীণ প্রবর্তন করা হয় যে, এটা বাইরের লোড হতে উদ্ভূত স্ট্রেস ঈস্পিত মাত্রাই প্রশমিত করে তাকে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট বলে। অর্থাৎ টান এলাকার কংক্রিটের মধ্যে প্রদত্ত চাপ পীড়নের এর পরিমাণ এমন হবে যে আপতিত লোডের ফলে স্ট্রাকচারের উৎপন্ন টান পীড়ন এবং প্রদত্ত চাপ পীড়ন পরস্পর সমান্বয় হয়ে যায়। প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট মেম্বারের সমস্ত কংক্রিট বেন্ডিং পীড়ন প্রতিহত করে।ফলে সমস্ত কংক্রিটই সক্রিয় ভাবে ব্যবহৃত হয়।

৮.২ আরসিসি ও প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট এর সুবিধা ও সীমাবদ্ধতার মধ্যে তুলনা

আরসিসি ও প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের মধ্যে পার্থক্য

(i)প্রি-স্ট্রেসিং দ্বারা কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপশক্তি এবং স্টিলের সর্বোচ্চ টানশক্তি ব্যবহার করে সাশ্রয়ী স্ট্রাকচার নির্মাণ করা যায়। পক্ষান্তরে আরসিসি-এর ক্ষেত্রে উচ্চ শক্তির কংক্রিট ব্যবহার অসাশ্রয়ী কারণ অধিকতর স্টিল ব্যবহার করতে হয়

(ii) আরসিসি-তে মাইল্ড স্টিল (এম.এস) ব্যবহার করা হয়। পক্ষান্তরে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন স্টিল প্রি-স্ট্রেসড় কংক্রিটে ব্যবহার করা হয়, যাকে টেনডন বলে।

(iv)প্রি-যেসৃড় কংক্রিটের মেম্বারের আকার আরসিসি-এর তুলনায় কম হয়।

আরসিসি-তে ব্যবহৃত স্টিল সাধারণভাবে কংক্রিটে বসানো থাকে। কিন্তু প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে ব্যবহৃত টেনডনগুলো উচ্চ টানে আটকানো থাকে।

(v)আরসিসি-এর তুলনায় স্থাপত্য কাজে ব্যবহারের জন্য প্রি-স্ট্রেড কংক্রিটের স্ট্রাকচার বেশি উপযোগী।

(vi)প্রি-কাস্ট প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের মেম্বারের ওজন স্বল্পতর হওয়ায় প্রি-কাস্ট আরসিসি-এর তুলনায়-এর ব্যবহার বেশি।

(vii)লং স্প্যান এবং অধিক ভারবহন কাঠামোর ক্ষেত্রে আরসিসি-এর তুলনায় প্রি-স্ট্রেসড় কাঠামো খুবই উপযোগী।

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা :

(1)লং স্প্যান এবং অধিক ভারবহন কাঠামোর ক্ষেত্রে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহার সুবিধাজনক।

(2)লম্বা মাস্তুল, টাওয়ার এবং চিমনি নির্মাণের ক্ষেত্রে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট উপযোগী।

(3)ব্যর্থতার পূর্বে প্রি-ট্রেসড কংক্রিট স্ট্রাকচারে ডিফ্লেকশন ঘটে। ফলে সতর্কীকরণ সংকেত পাওয়া যায়।

(4)বৃহৎ ব্যাসের কংক্রিট পাইপের ওয়াল পুরুত্ব হ্রাস করা যায়।

(5) মেম্বারের আকার ছোট থাকে ফলে নিজস্ব ওজন কম হয় সে কারণে বহুতল ভবন নির্মাণে সুবিধা পাওয়া যায় ।

(6) প্রি-ট্রেসড কংক্রিট দ্বারা তৈরি কাঠামোর স্থায়ীত্ব বেশি।

(7) ফাটলমুক্ত (ক্রাক ফ্রি) স্ট্রাকচার প্রাপ্তির জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

(8) ওয়াটার ট্যাংক ও সাইলো (খাদ্যগুদাম)-এর দেওয়াল পুরুত্ব, হ্রাস করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।

(9) কংক্রিটের ডায়াগোনাল টেনশন কমানো যায়।

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের সীমাবদ্ধতা :

(1) নির্মাণসামগ্রী, ইকুইপমেন্ট (যন্ত্রপাতি), টেনড়নকে টানা এবং এ্যাংকোরেজ করার ডিভাইস ইত্যাদি বিশেষ ধরনের যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় যা সহজপ্রাপ্য নয়।

[2] দক্ষ শ্রমিকের প্রয়োজন হয়।

{3} উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট এবং স্টিল ব্যবহৃত হয় যা সহজলভ্য নয়। সাধারণ মাইল্ড স্টিলের চেয়ে খরচ বেশি।

৮.৩ প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহৃত কংক্রিট এর গুনাগুন বর্ণনা

উচ্চ চাপযুক্ত সাধারণ কংক্রিট প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। সাধারণত 28 দিনের 240 kg/cm2 {4000 psi হতে 350 kg/cm^2 (5000 Psi) চাপশক্তি বিশিষ্ট কংক্রিট ব্যবহার করা হয়। নিম্নলিখিত কারণে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট ব্যবহৃত হয়।

(i)উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিটের স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্কের মান বেশি এ কারণে প্রি-স্ট্রেসড বল জনিত প্রাথমিক স্থিতিস্থাপক বিকৃতি এবং ক্রিপ বিকৃতি হ্রাস পায়।

(ii) পোস্ট টেনশন সিস্টেমে বিমের শেষ প্রান্তে বীমের বহনযোগ্য পীড়ন প্রতিরোধকল্পে উচ্চশক্তিসম্পন্ন কংক্রিটের প্রয়োজন।

(iii)প্রি-টেনশন পদ্ধতিতে উচ্চশক্তিসম্পন্ন কংক্রিট অধিক বন্ড পীড়ন সৃষ্টি করে।

(iv) প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের অধিকাংশই পূর্ণ ঢালাই কৃত এজন্য অধিক শক্তিসম্পন্ন কংক্রিটের প্রয়োজন।

8.4 প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে ব্যবহৃত স্টিল স্ট্যান্ড এর গুণাগুণ বর্ণনা

প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটে বিশেষ ধরনের উচ্চশক্তি সম্পন্ন ইল্ড বিন্দু এবং কার্যকরী পীড়ন স্টিল ব্যবহার করা হয়, একে স্টিল স্ট্রান্ড বলে।

প্রি-স্ট্রেসিং স্টিল তিন প্রকার

ক রাউন্ড বার

খ স্ট্রান্ডেড ক্যাবল

গ স্টিল বার

5 থেকে 7 মিলিমিটার হাই কার্বন স্টিল এর একাধিক প্রি-স্ট্রেসিং ওয়্যারকে পেচিয়ে প্রয়োজনীয় স্ট্রেন্থের প্রিস্ট্রেসিং টেনডন তৈরি করা হয়। বৃহত্তর একটি তারের উপর 6 টি তার জড়িয়ে স্ট্রান্ডেড ক্যাবল তৈরি করা হয়। এর ব্যাস 6.5 থেকে 13 মিলিমিটার হয়ে থাকে এবং গ্রেড 250 স্ট্রান্ড থেকে 270 স্ট্রান্ড পর্যন্ত হয়ে থাকে অ্যালয় স্টিল বার (প্লেইন বার ও ডিফর্মড বার) 13 থেকে 35 মিলিমিটার বেশি হয়ে থাকে ।

৮.৫ ও ৮.৬ তার / টেনডনের প্রি-টেনশনিং ও পোস্ট- টেনশনিং প্রি-স্ট্রেসিং এর কার্যপ্রণালী বর্ণনা

প্রি-স্ট্রেড কংক্রিটের স্টিল স্ট্রান্ডে বিভিন্ন ভাবে টান প্রয়োগ করা যায়।তন্মধ্যে নিম্নলিখিত দুটি বিশেষভাবে গ্রহণযোগ্য

১। পূর্বে টান প্রয়োগ পদ্ধতি

২। পরবর্তীতে টান প্রয়োগ পদ্ধতি

(১) পূর্বে টান পদ্ধতি : এ পদ্ধতিতে প্রথমে টেনডেনকে ডিজাইন প্যাটার্ন অনুসারে কাস্টিং বেডে স্থাপন করে প্রয়োজনীয় পরিমাণে টেনে কাস্টিং বেডের উভয় প্রান্তে অবস্থিত অ্যাঙ্কার পোস্টের সাথে আবদ্ধ করতে হবে। তারপর টেনশনকৃত টেনডনের চতুপার্শ্বে ফর্মওয়ার্ক এবং অন্যান্য রিইনফোর্সমেন্ট (ডিস্ট্রিবিউশন বার অথবা স্ট্রিপ ইত্যাদি)-কে যথাস্থানে স্থাপন করতে হবে। ফর্মওয়ার্কের অভ্যন্তরে কংক্রিট ঢেলে ভালোভাবে দৃঢ়াবদ্ধ করা হয়। কিউরিং করার পরে কংক্রিটের শক্তি ও সামর্থ্য আশানুরূপ পর্যায়ে উন্নতি হলে, টেনডন এবং অ্যাঙ্কার পোস্টের মধ্যকার সংযোগ খুলে দেয়া হয়। টেনশনকৃত টেনডন ছোট হতে চেষ্টা করলে টেনডন এবং কংক্রিটের মধ্যকার বন্ডের কারণে (মেম্বারের) কংক্রিটের উপর কমপ্রেসিভ ফোর্স উৎপন্ন হয় এবং এরূপে টেনসাইল জোনের কংক্রিট প্রি-স্ট্রেসড হয়ে থাকে। শেষ পর্যায়ে মেম্বারের উভয় প্রান্তের বাড়তি টেনডন কেটে প্রি-স্ট্রেসড মেম্বারকে প্রকল্প এলাকায় নেওয়ার সুবিধার্থে গুদামজাত করা হয়। যে সমস্ত ক্ষেত্রে স্টিল ও কংক্রিটের মধ্যকার বন্ডের প্রয়োজনের তুলনায় অপ্রতুল সেক্ষেত্রে টেনডনের উভয় প্রান্তে স্পেশাল । এ্যাংকরেজ ট্রিটমেন্ট প্রদান করতে হয়। এ পদ্ধতিতে সাধারণভাবে স্থাপিত স্ল্যাব, বীম, ফেন্সপোস্ট (বেড়ার খুঁটি) ইত্যাদি নির্মাণ করা যায়।

৮.৭ বাংলাদশে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট এর ব্যবহার

কংক্রিটের ব্যবহার বর্তমানে উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পেয়েছে। প্রতিটি কাঠামোর যেখানে প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহার - করা সম্ভব সেখানে এর ব্যবহার চলছে। এ ছাড়াও উচচ শক্তিসম্পন্ন স্টিল ও কংক্রিট সহজলভ্য নয় বিধায় প্রি-স্ট্রেসড কংক্রিটের ব্যবহারে সীমাবদ্ধতা আছে। বিদেশি দাতা দেশের সাথে যৌথভাবে নির্মিত সেতুতে প্রি-স্ট্রেড কংক্রিট ব্যবহার করা হয়েছে। যেমন -যমুনা নদীর উপর নির্মিত বঙ্গবন্ধু বহুমুখী সেতু, বুড়িগঙ্গা নদীর উপর নির্মিত চীন মৈত্রী সেতু, মেঘনা সেতু, দাউদকান্দি সেতু বাঘাবাড়ী, সেতু ব্রহ্মপুত্র সেতু ইত্যাদি বর্তমানে বাংলাদেশে বিদ্যুৎ উন্নয়ন বোর্ড (PDB) ইলেকট্রিক পোস্ট তৈরিতে এই পদ্ধতি অনুসরণ করে। বাংলাদেশ রেলওয়ে এ পদ্ধতিতে স্লিপার তৈরি করছে।

নবম অধ্যায়: বিবিধ আরসিসি কাঠামো

৯.১ নিচের কাঠামোগুলো রেইনফর্সমেন্ট প্রতিস্থাপন ব্যাখ্যা

(ক) র‍্যাফট/ম্যাট ফাউন্ডেশন- Raft/Mat foundation।

(খ) কম্বাইন্ড ফুটিং এবং ক্যান্টিলিভার ফুটিং- Combined footing and cantilever footing

(গ) পাইলক্যাম্পসহ পাইল- (Pile With Pile cap)।

(ঘ) বেজমেন্ট ফ্লোর (Basement Floor)।

(ঙ) কলাম এবং বিম সংযোগ (Column and Beam Connection)

(চ) টি-বিম ব্রিজের ডেক স্ল্যাব Deck Slab of T-beam Bridge

(ছ) কাউন্টার ফোর্ট রিটেইনিং ওয়াল- Counter fort retaining wall

(R) ফ্ল্যাট স্ল্যাব Flat Slab

(ঝ) ফ্ল্যাট প্লেট স্ল্যাব– Flat Plate Slab

(ঞ) র‍্যাম্প- Ramp

(ট) হেলিক্যাল স্টেয়ার স্ল্যাব– Helical Stair Slab

(ঠ) স্পাইরাল স্টেয়ার স্ল্যাব– Spiral Stair Slab

(ড) আয়তাকার ও গম্বুজাকার ওভারহেড পানির ট্যাংক- Overhead Water Tank of Rectangular and Dome Shaped.

(ঢ) আয়তকার আন্ডারগ্রাউন্ড পানির সঞ্চায়গার (Under Ground Water Reserver Unit of Rectangular)

(ণ) ফ্রেমড স্ট্রাকচার Framed Structure

(ত) টু-স্প্যান বক্স কালভার্ট– Two Span Box Culvert

(থ) সুইচ গেট- Sluice Gate)

(ক) র‍্যাফট ভিত্তি (Raft Foundation) :কোন ইমারত বা কাঠামোর নিম্নাংশের সমস্ত এলাকা জুড়ে ধারাবাহিকভাবে। নির্মিত আরসিসি স্ল্যাবকে র‍্যাফট বা ম্যাট ভিত্তি বলা হয়। যেখানে মাটির ভারবহন ক্ষমতা খুবই কম, ভরাট মাটি বা জলাশয় এলাকা এবং স্বতন্ত্র স্প্রেড ফুটিং নির্মাণের পর্যাপ্ত ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়না অর্থাৎ স্বতন্ত্র স্প্রেড ফুটিং-এর প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রফল একটির সঙ্গে অন্যটির খুবই কাছাকাছি বা একটির ক্ষেত্রফল অন্যটির উপর পতিত হয় এরূপ ক্ষেত্রে র‍্যাফট ফাউন্ডেশন নির্মাণ করা হয়। এছাড়াও ইমারত বা কাঠামোর নিম্নস্থ মাটি অসামঞ্জস্যপূর্ণভাবে দেবে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকলে এ জাতীয় ফাউন্ডেশন দেয়া হয়। বহুতল ভবন (সুউচ্চ বিল্ডিং), সাইলা, জলাধার, টাওয়ার ইত্যাদি জাতীয় কাঠামা নির্মাণে র‍্যাফট ভিত্তি সুবিধাজনক।

(খ) কম্বাইন্ড ফুটিং এবং ক্যান্টিলিভার ফুটিং (Combined Footing and Cantilever Footing)

(১)কম্বাইন্ড ফুটিং (Combined footing) : যখন দুটি কলাম খুব কাছাকাছি হয় এবং একটি ফুটিং অন্যটিকে ওভারল্যাপ করে অথবা কলাম প্রান্ত সীমানা রেখায় পড়ার কারণে ফুটিংকে সীমানা রেখার দিকে বর্ধিত করার সুযোগ থাকে না, অথবা মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম হলে অর্থাৎ স্বতন্ত্র কলাম ফুটিংয়ের জন্য বেশি জায়গার প্রয়োজন হলে সে সকল ক্ষেত্রে দুটি কলামকে সাপোর্ট প্রদান করার জন্য কম্বাইন্ড ফুটিং ব্যাবহার করা হয়।

(২) ক্যান্টিলিভার ফুটিং : দুই বা ততোধিক স্বতন্ত্র কলামের ফুটিং গুলোকে বিম দ্বারা সংযুক্ত করে একটি ফুটিং-এ অন্তর্ভুক্ত করলে তাকে ক্যান্টিলিভার বা স্ট্রাপ ফুটিং বলে। ক্যান্টিলিভার বিমের সাহায্যে লোড বন্টনকে সমন্বয় করা হয়।

(গ)পাইল ক্যাম্পসহ পাইল (Pile With Pile cap):

কাঠামোর লোড স্থানান্তর করাই হলো পাইলের প্রধান কাজ।যেখানে মাটির ভারবহন ক্ষমতা কম সেখানে পাইলের মাধ্যমে কাঠামোর লোডকে ভারবহন ক্ষমতা স্তরের উপর ছড়িয়ে দেওয়া হয়। প্রয়োজনীয় ভারবহন ক্ষমতা সম্পন্ন গভীরতা বেশি অথবা ভূ-পৃষ্ঠ অত্যাধিক ঢালবিশিষ্ট হলে যে কাঠামাে প্রদান করা হয় তাকে পাইল বলে। এটি একটি উল্লম্ব কাঠামো। সংকোচনশীল মাটি, জলাবদ্ধ মাটি এবং ভরাটকৃত মাটির ক্ষেত্রে এটি প্রযোজ্য। এটি কাঠ, কংক্রিট, স্টিল, স্যান্ড ইত্যাদি হতে পারে। পাইল ও মূল বুনিয়াদের সংযোগ স্থলে যে কাঠামা নির্মাণ করা হয় তাকে পাইল ক্যাপ (Pile cap) বলে ।

(ঘ) টি-বিম ব্রীজের ডেক স্ল্যাব (Bridge Deck Slab of T-Beam)

বর্তমানে ব্রিজ নির্মাণে রিইনফোর্সড কংক্রিটের বহুল ব্যবহার প্রচলিত। ফলে স্থায়ীত্বতা, দৃঢ়তা, মিতব্যয়িতা এবং সর্বোপরি তুলনামূলক বিচারে স্থাপত্যিক সুদৃশ্য আনয়নে রিইনফোর্সড কংক্রিটই উত্তম। ৪ হতে 16 মিটার স্প্যান বিশিষ্ট ছোট ও মধ্যম মানের ডেক গার্ডার টাইপ বা টি-বিম গার্ডার টাইপ ব্রিজ নির্মাণ করা হয়। যদি প্রি-কাস্ট পদ্ধতিতে গার্ডারসমূহ তৈরি করা হয়। এবং পরবর্তীতে ক্রেনের সাহায্যে যথাস্থানে স্থাপন করা হয়। গার্ডারসমূহ যথাস্থানে স্থাপনের পর তার উপর ডেক স্ল্যাব ঢালাই করে নির্মাণ করা হয় এবং ঢালাইকালে ডাউয়েল প্রদানের মাধ্যমে গার্ডারের সাথে যুক্ত করা হয়।

(ঙ) কাউন্টার ফেটি রিটেইনিং ওয়াল (Counter fort Retaining Wall)

এর গঠনপ্রণালি ক্যান্টিলিভার ওয়ালের ন্যায়। 6 মিটারের অধিক উচ্চতাসম্পন্ন ক্যান্টিলিভার ওয়ালের ক্ষেত্রে স্টেম (খাড়া ওয়াল)-এর বেন্ডিং মোমেন্ট হ্রাস করার জন্য ওয়ালের দৈর্ঘ্য বরাবর ওয়াল উচ্চতার 1.5 গুণ বা তার চেয়ে কিছু বেশি দূরত্ব পরপর কাউন্টারফোর্ট (ত্রিভুজাকৃতির ক্রস ওয়াল) নির্মাণ করে কাউন্টারফোর্টে ওয়াল তৈরি করা হয়। এরূপ ত্রিভুজাকার ক্রস ওয়াল, স্টেম এবং বেইজকে পরস্পর দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত করে রাখে।

(চ) ফ্ল্যাট স্লাব(Flat Slab) যে সমস্ত স্ল্যাব কোন প্রকার বিম অথবা গার্ডারের উপর অবস্থান না করে সরাসরি কলামের উপর লোড সরবরাহ করে সে সকল স্ল্যাবকে ফ্ল্যাট স্ল্যাব বলে। একে বিমহীন স্ল্যাবও বলা যায়। সাধারণত যে সমস্ত স্ল্যাব প্রায় বর্গাকৃতি এবং যার প্রস্থের মান অপেক্ষা দৈর্ঘ্যের মান 1.33 এর বেশি হয় না সে সকল ক্ষেত্রে ফ্ল্যাট-স্ল্যাব ডিজাইন করা হয়।

(ছ) ফ্ল্যাট প্লেট স্ল্যাব (Flat Plate Sab):

ক্যাপিটাল ছাড়াও স্ল্যাব নির্মাণ করা যেতে পারে। যখন স্ল্যাবের নিচে এবং কলামের উপরে ক্যাপিট্যাল থাকে না তখন ঐ স্ল্যাবকে ফ্লাট প্লেট স্ল্যাব (Flat Plate Slab) বা ফ্লাট প্লেট কনস্ট্রাকশন বলে।

(জ) আয়তাকার ও গম্বুজাকার ওভারহেড পানির ট্যাংক (Overhead Water Tank of Rectangular and Dome Shaped)

বহুতল ভবন বা উঁচু বিল্ডিংয়ে নিয়মিত পানি সরবাহের জন্য ওভারহেড ট্যাংক নির্মাণ করা হয় এবং ভবনের ছাদে নির্মিত পানির ট্যাংককেও ওভারহেড ট্যাংক বলে

(ঞ) টু-স্প্যান বক্স কালভাট (Two Span Box Culvert)

কালভার্ট একটি সেতু বিশেষ যা কোন প্রাকৃতিক অথবা কৃত্রিম, খালের উপর আড়াআড়িভাবে নির্মাণ করা হয়। এটা এমন যার নিচ দিয়ে পানি প্রবাহিত হয় এবং উপর দিয়ে যানবাহন বা লোকজন চলাচল করে। সাধারণত 6 মিটার স্প্যান বিশিষ্ট জলপথের সংযোগ কাঠামোকে কালভাট বলা হয়। কালভার্টের সাব স্ট্রাকচার ও সুপার স্ট্রাকচার একত্রে নির্মাণ করা হয়।

কালভার্ট সাধারণত চার ধরনের। যেমন- (i) স্ল্যাব কালভার্ট, (i) আর্চ কালভার্ট, (iii) পাইপ কালভার্ট এবং (iv) বক্স কালভার্ট। বর্তমানে সর্বত্র বক্স কালভার্টের ব্যবহার সর্বাধিক। কালভার্টের প্রান্ত সাপোর্টগুলোকে অ্যাবার্টমেন্টের বলে এবং অ্যাবার্টমেন্টের মধ্যবর্তী সাপোর্টকে পায়ার বলে। চিত্রে দুই স্প্যান বিশিষ্ট বক্স কালভার্ট দেখানো হলো।