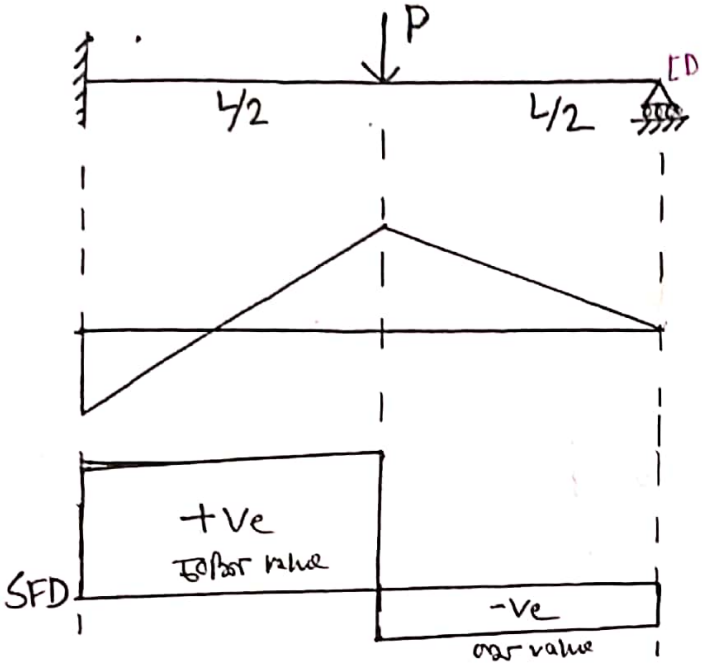
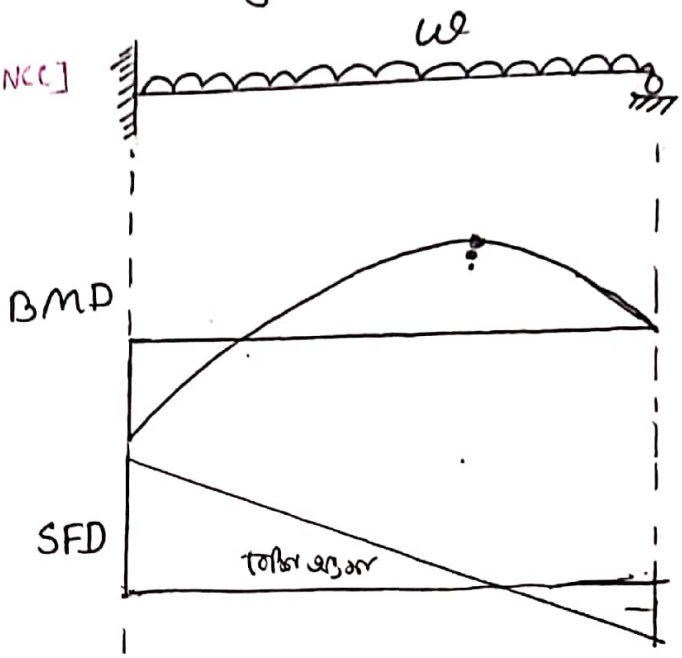
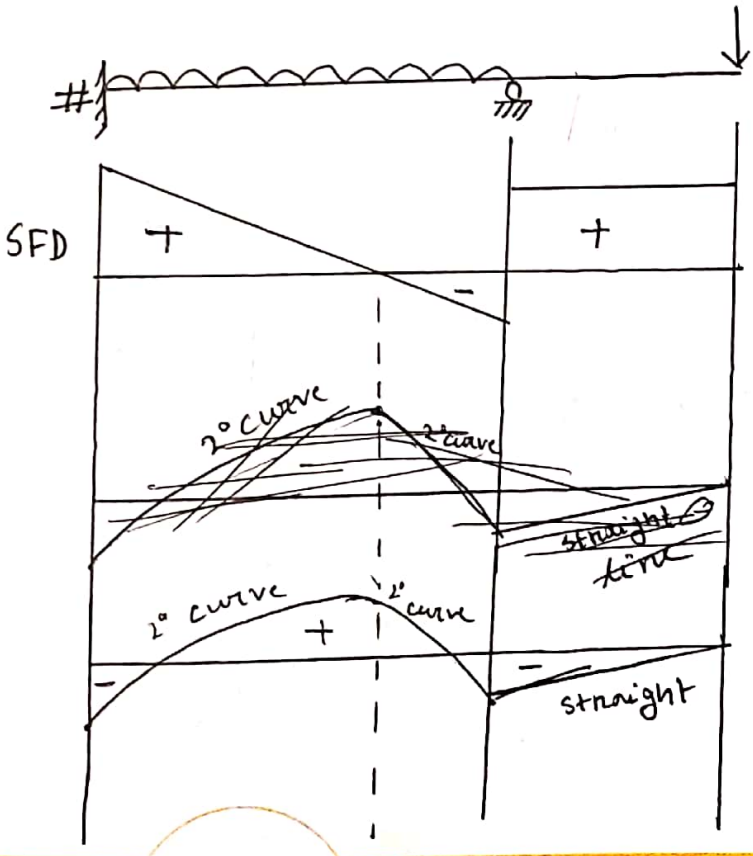
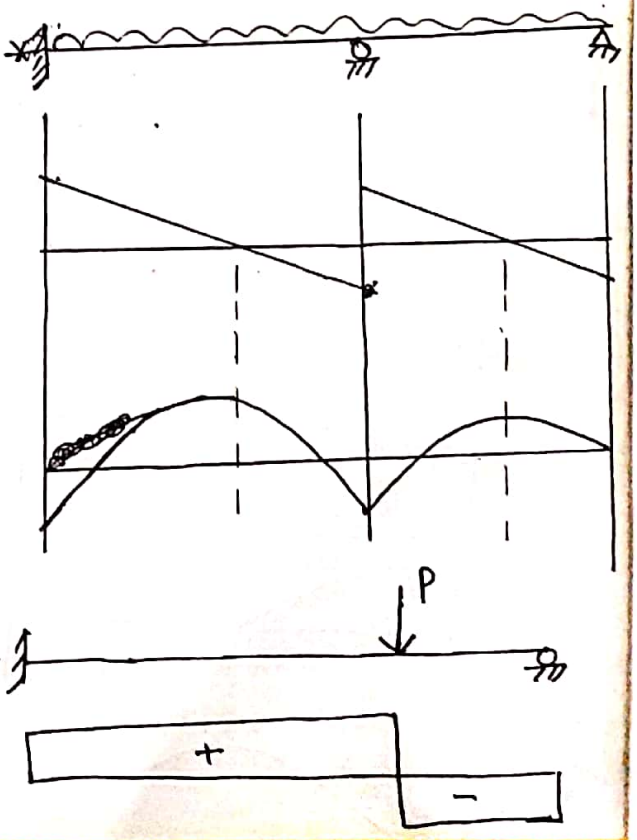
Viva (SFD-BMD)

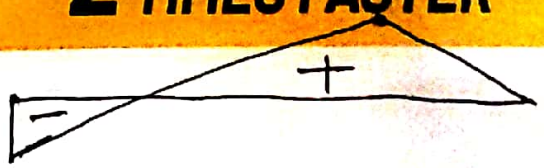
Draw BMD of the following beams

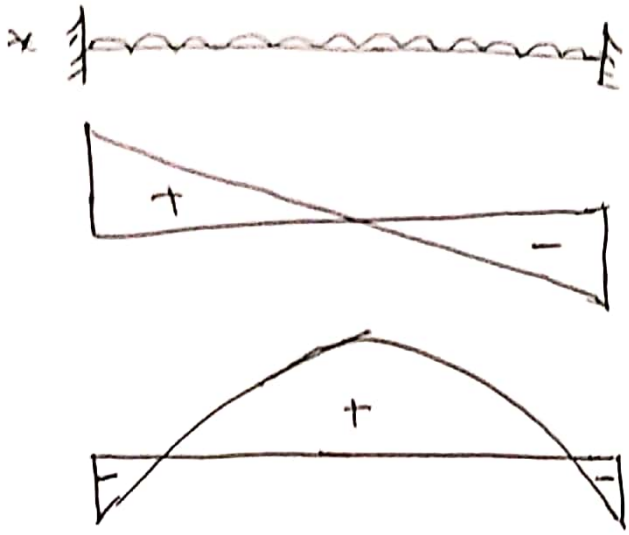


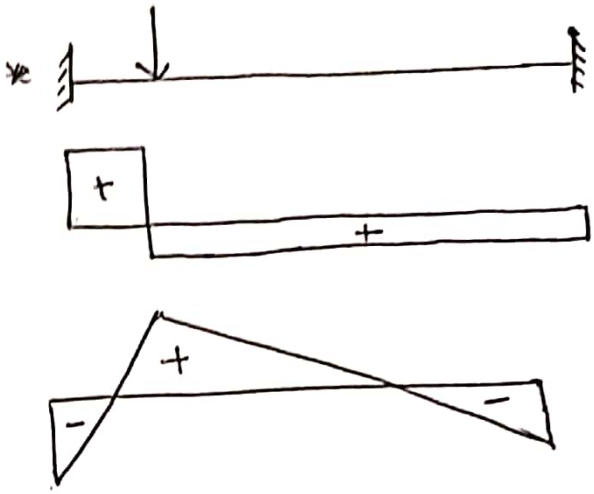


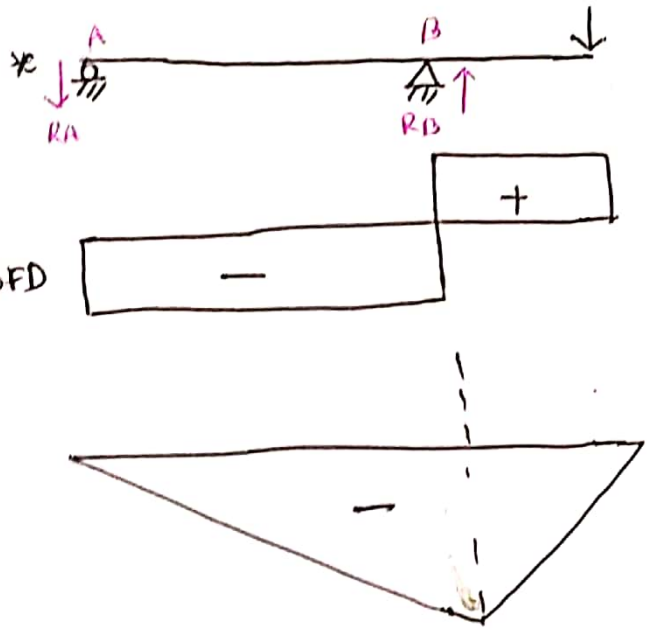


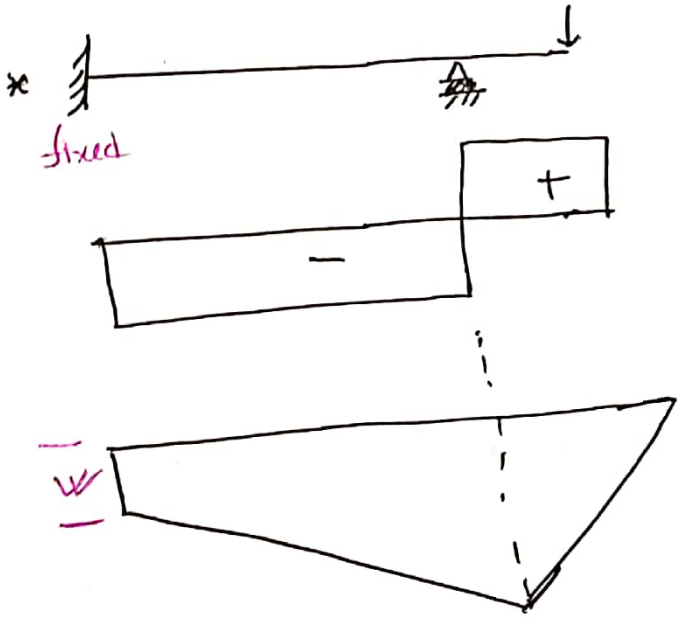


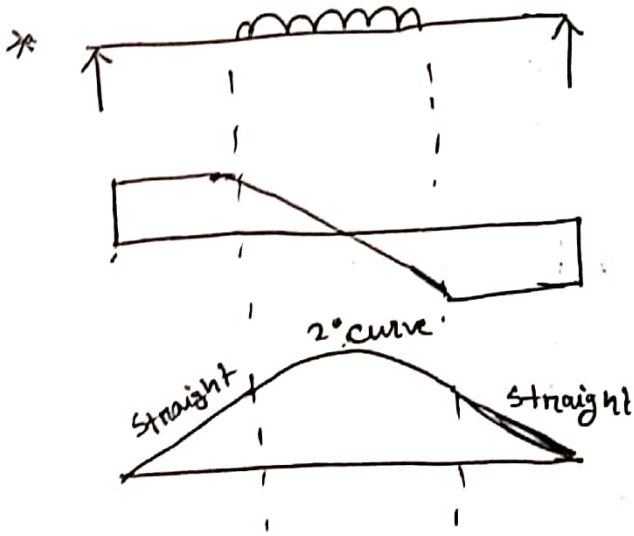


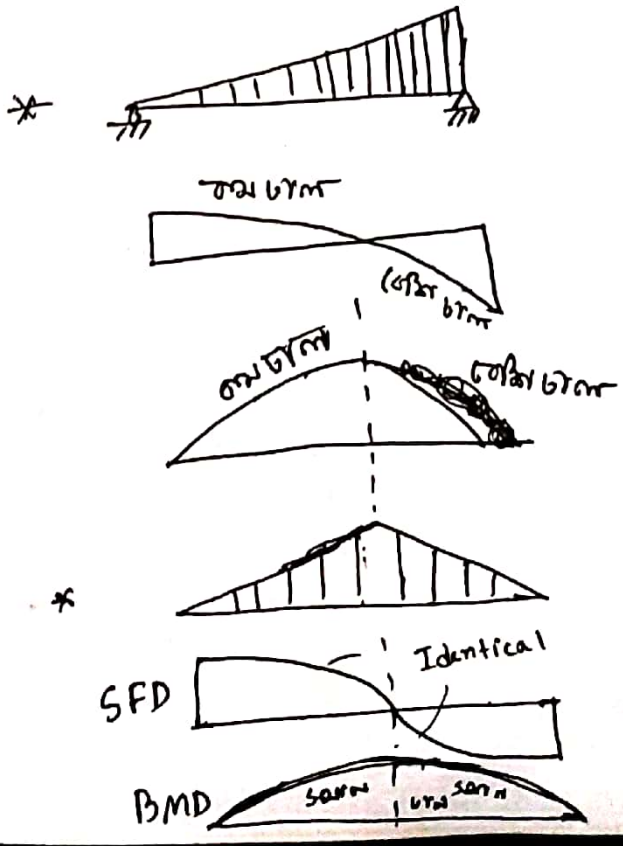

+
−
+
−
+

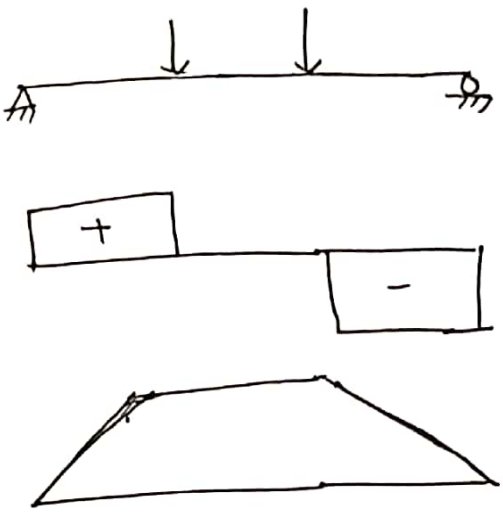

+
+
+
−
−

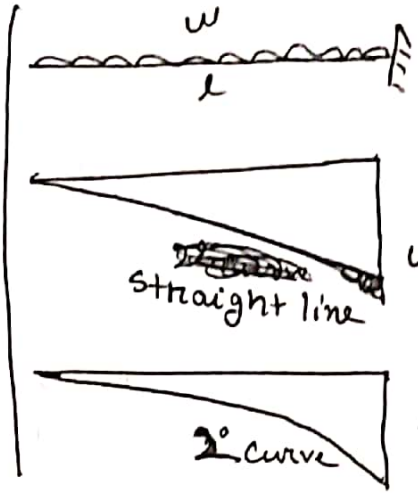

A
B
RA
RB
+
SFD
−
−

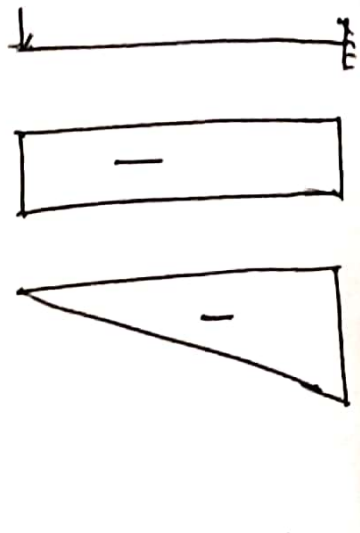

fixed
+
−
W

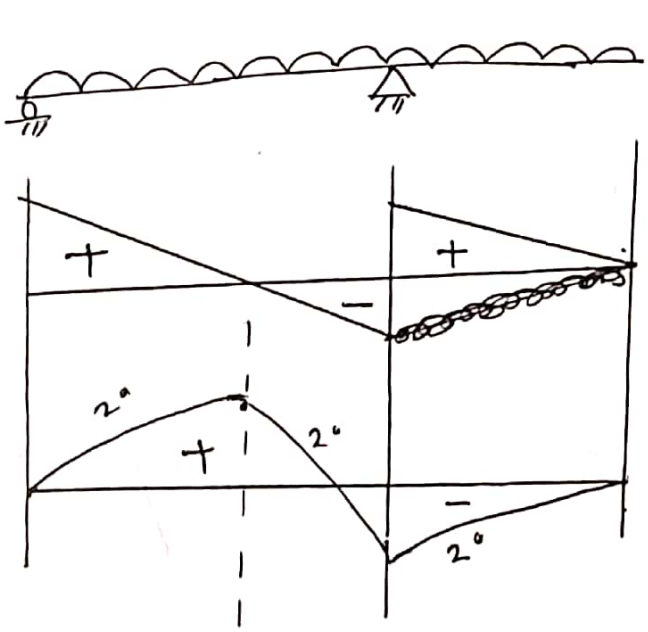

2° curve
Straight
Straight

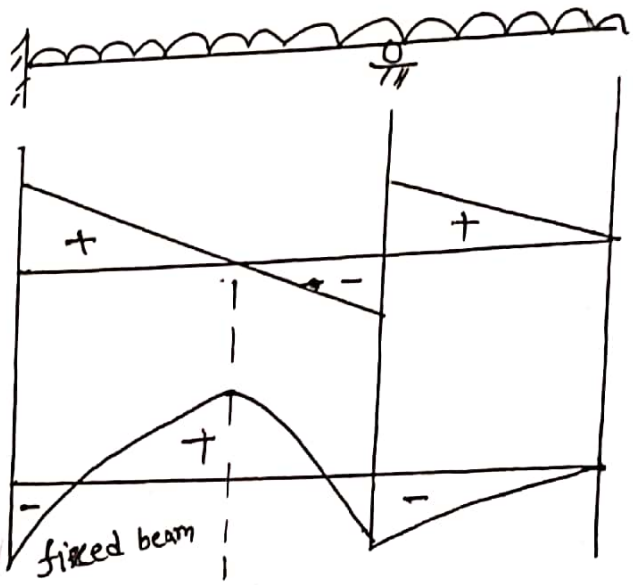

SFD
Identical
BMD

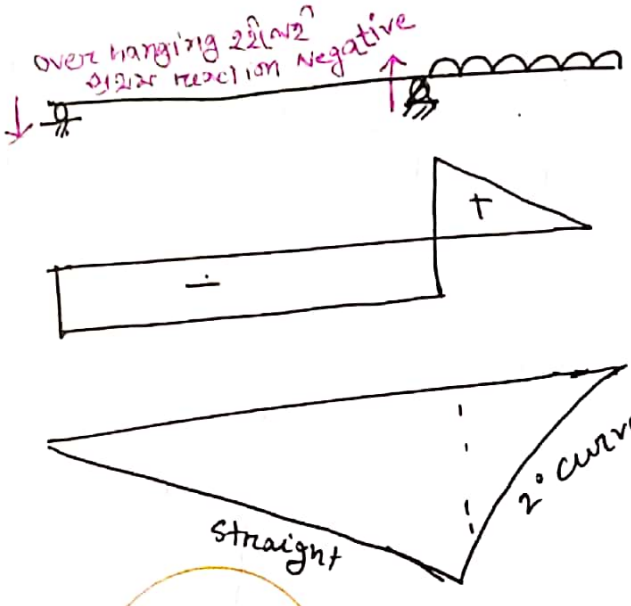


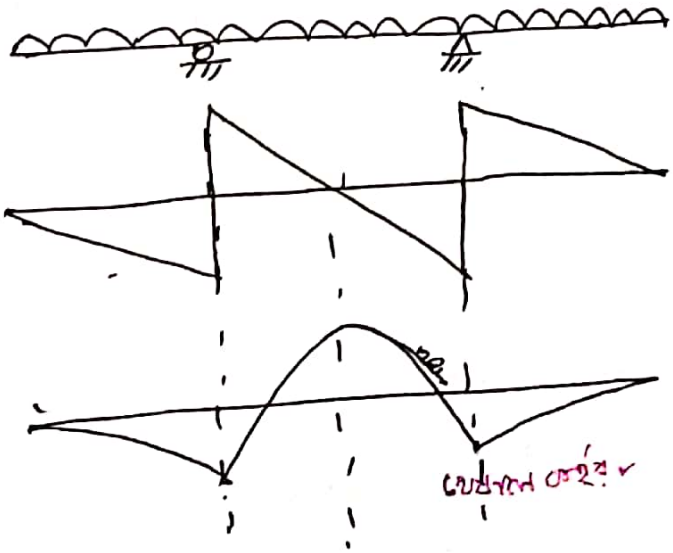


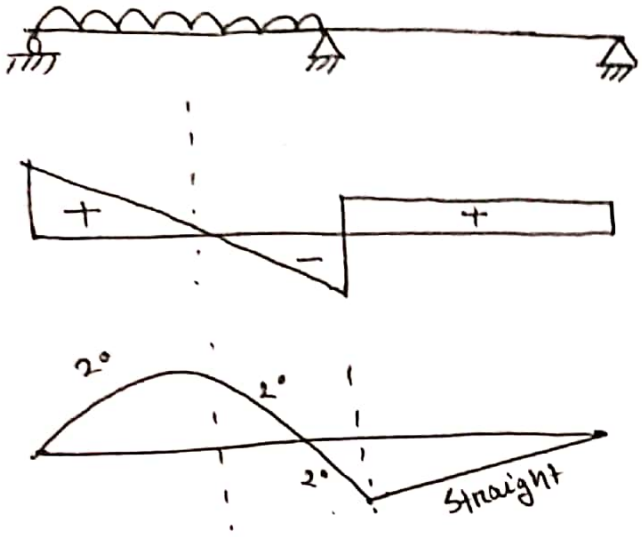


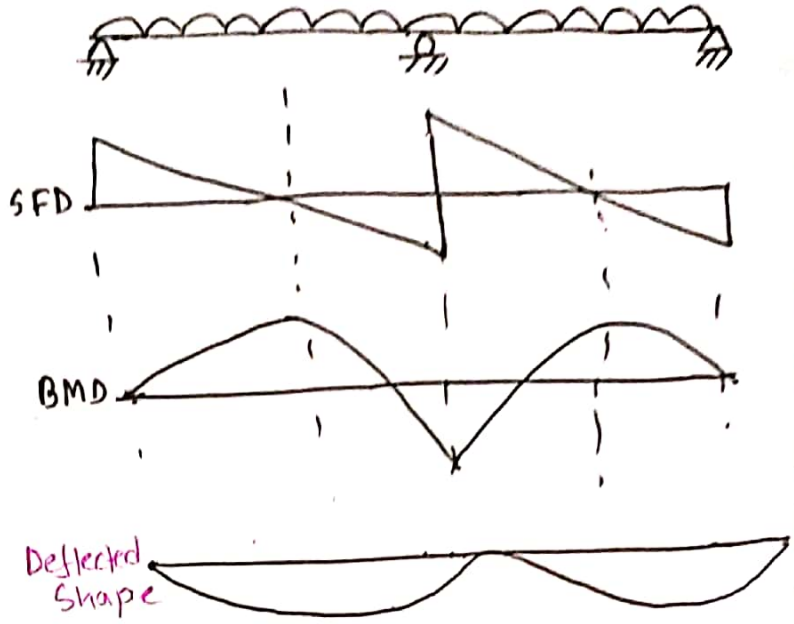


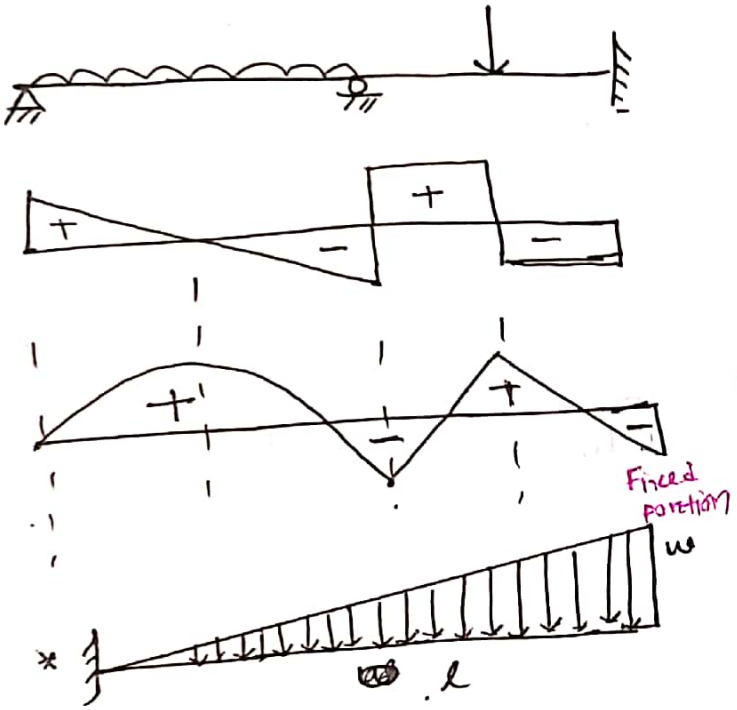


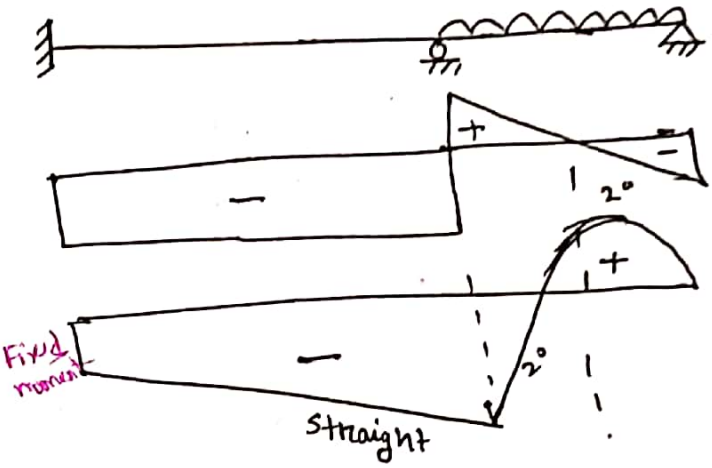


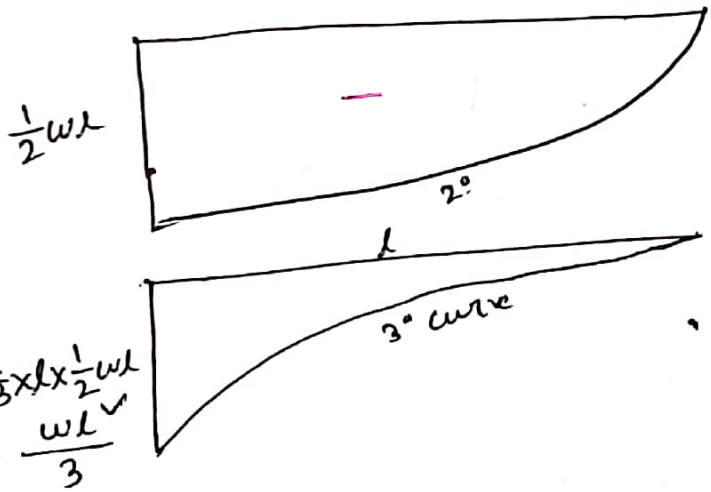






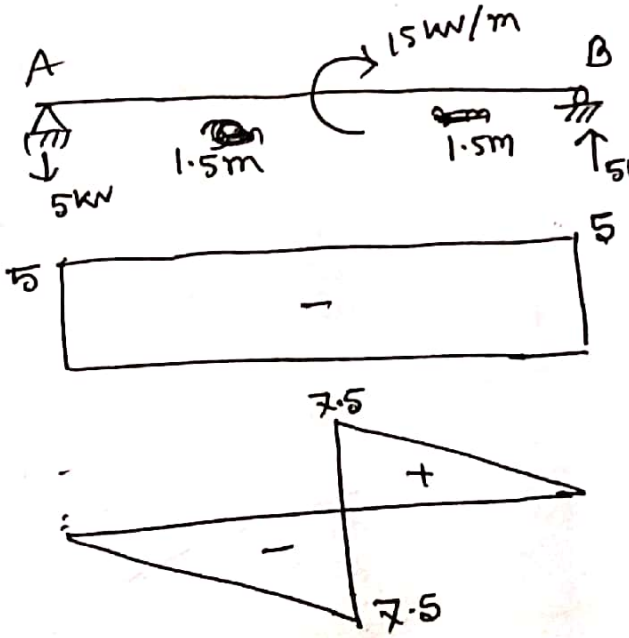






$\frac{2}{3} \times l \times \frac{1}{2} wl$

$= \frac{wl^2}{3}$



$R_B \times 3 = 15$

$\therefore R_B = 5 kN \uparrow$

$\therefore R_A = -5 kN (\downarrow)$

Constructions & Materials

Portland cement কে portland বলা হয়?

Ans: কারণ এই cement এর color এবং quality England এর Dorset নামক জায়গায় পাওয়া portland stone এর সাথে মিলে।

Portland Cement type -

Ans: worldwide 5 type এর portland cement পাওয়া যায়, যেমন

Type I → ordinary
Type II → Modified
Type III → High early strength
Type IV → Low Heat
Type V → Sulphate resistance

বাংলাদেশে সচরাচর 2 ধরনের portland cement পাওয়া যায়।

CEM-I (ordinary Portland cement - OPC)
CEM-II (Portland Composite cement - PCC)

CEM-I (OPC)
Clinker → 95-100%
Gypsum → 0-5%
এটা মেনে চলে→
BDS EN 197-1:2003
CEM-I/ 52.5N

PCC
* CEM II/AM 42.5N
Clinker → 80-94%
S-V-L → 6-20%
Gypsum → 0-5%

CEM II/B-M 42.5N
Clinker: 65-79%
S-V-L → 21-35%
Gypsum → 0-5%

* S-V-L
S = blust furnace slag
V = fly ash
L = Limestone

BDS EN 197-1:2003
BD Standard Code

52.5 N
Normal Strength gain
52.5 Grade 52.5MPa

* যদিও 28 দিনে OPC যতটা strength থাকবে কিন্তু 90 দিনে গিয়ে OPC, PCC সমান হয়ে যায়।

Cement Components

(1) Clinker
- → Tricalcium Silicate (C_3S) → $3CaO.SiO_2$
- → Dicalcium Silicate (C_2S) → $2CaO.SiO_2$
- → Tricalcium Aluminate (C_3A) → $3CaO.Al_2O_3$
- → Tetracalcium Aluminoferrite (C_4AF) $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

(2) Fly ash
(3) Limestone ($CaCO_3$)
(4) Blust furnace slag
(5) Gypsum

* Cement তৈরিতে মূল উপাদান Clinker. আর Clinker এর মূল উপাদান lime. cement এ 60-65% lime থাকবে। lime মানে CaO.

* Type ভেদে cement এ 5-35% fly ash মানে,

* limestone থাকে max^m 5%

* Gypsum মানে 0-5%

* C_3A (Tricalcium Aluminate) cement এ quick setting property show করে।

Function of Gypsum in Cement

Gypsum এর মূল কাজ হলো hydration প্রসেস কে slow করে cement এর setting time বাড়ানো। পানি add করার সাথে সাথেই C_3A এর সাথে বিক্রিয়া করে শক্ত হয়ে যেতে চায় এই প্রসেস কে slowed down করে gypsum.

Function of flyash in cement

→ hydration প্রসেস এ উৎপন্ন তাপ reduce করে thermal crack হইতে দেয়না।

→ water requirements কমায় workability বাড়ায়।

→ ~~flyash cement এর~~ concrete এর bleeding কমায়।

→ concrete এর impermeability improve করে durability বাড়ায়।

→ যদিও 28 দিনের strength কম হয় flyash OPC ও PCC এর চেয়ে 90 দিন পরে টেস্ট করলে তার strength প্রায় বেশি হয়ে যায়।

Cement কাকে বলে?

cement একটি binder materials যেটি পানির উপস্থিতিতে hydration প্রক্রিয়া মাধ্যমে শক্ত হয়ে যায় এবং stone chips, বালি, steel এর মত construction ম্যাটেরিয়ালগুলোকে একসাথে ধরে রাখে।

Cement এর hydration এর ফলে যে compound সৃষ্টি হয় তার নাম কী?

⇒ calcium-silicate-hydrate (C-S-H) জেল আকার calcium hydroxide $[Ca(OH)_2]$ ও form হয়।

Setting time of cement

Initial setting time not less than 45minutes and final setting time not more than 375minutes (45min থেকে শুরু করে 375min এর মধ্যে)

FM of cement

Ans: Zero (0)

Specific gravity of cement

Ans: 3.10 to 3.16

What is hydration of cement?

পানির সাথে cement এর বিক্রিয়াকে hydration বলে। এটা একটা exothermic reaction যেখানে তাপ উৎপন্ন হয়।

Which kind of rock is marble?

Ans: limestone

Which type of cement is used in marine structure?

Ans: Sulphate resisting cement [যেটার S-V-L বেশি]

which type of cement is used in underwater construction?

Ans: Quick setting cement [High Alumina cement]

cement এর lab tests —

(i) Normal consistency test
(ii) Fineness test
(iii) Soundness test
(iv) Initial & final setting time test
(v) Heat of hydration test
(vi) Density & Sp. gravity test

Normal consistency test

The amount of water content that brings the cement paste to a standard condition of wetness is called normal consistency.

যে পরিমাণ water content এ vicat plunger mould এ 30sec এ 10mm penetrate করে সেটাই Normal consistency

Initial Setting time test —

The time required to obtain 25mm penetration by 1mm dia needle of vicat apparatus. cement surface হতে 50mm নিচে হতে হবে।

Field tests of cement –

(i) Cement Packing date → সাধারণত উৎপাদনের ৯০ দিনের ভেতরে cement use করার উচিত

(2) Color test: light grey or greenish shade থাকবে cement এ এবং প্রায় সবখানে same color থাকবে।

(3) Lump presence test: cement এ কোনো lump বা দলা থাকবে না, দলা থাকলে বুঝতে হবে ঐ cement moisture এর সংস্পর্শে এসেছে।

(4) Smoothness test: cement হাতে নিলে খুবই মিহি লাগবে।

(5) Cement temperature test: সিমেন্টে হাত দিলে ঠান্ডা অনুভূতি হবে।

(6) Cement Float test: এক মুঠো cement পানিতে ছেড়ে দিলে কিছুক্ষণ ভেসে থাকবে, আস্তে আস্তে ডুবে যাবে।

Standard size of bricks

→ Brick size 9.5"x4.5"x2.75" with mortar, 10"x5"x3"

Compressive strength of bricks

→ compressive strength of 1st class bricks is in the range of 5 to 8 ksi

unit weight of bricks $\geq 125 lbs/ft^3$

Write down the characteristics of 1st class bricks

(i) uniform color, size & shape বড় হতে হবে।
(ii) কোন crack থাকা যাবে না।
(iii) 24 ঘন্টা পানিতে ডুবিয়ে রাখলে self weight বড় 15-20% বড় পরিমাণ পানি absorb করতে।
(iv) Compressive strength ৫~8 ksi বড় হওয়া হবে।
(v) soluble salts 2.5% বড় হবে না।

Efflorescence

Efflorescence হইলো ইট or concrete surface এ উপর সাদাটে soluble salts.
ইটকে 24 ঘন্টা পানিতে ডুবিয়ে রাখতে হবে তার পর শুকালে যদি কোন greyish deposit দেখা যায় তাহলে বুঝতে হবে সাদাটে উপস্থিতি আছে।

Field tests of bricks:

(i) নখ দিয়ে আঁচড় কাটতে চাইলে যদি দাগ পড়ে যায় তবে ইট ভালো হবে না।
(ii) দুটি brick পরস্পরের সাথে বাড়ি দিলে metalic sound হলে ভালো ইট।
(iii) দুটি ইট দিয়ে T shape বানিয়ে 6ft উচ্চতা থেকে ফেলে দিতে হবে যদি ভেঙ্গে যায় তবে ভালো ইট না।

Brick Laboratory Tests

(i) Absorption test (ii) Crushing strength test (iii) Efflorescence test

Field tests of sand

(i) sand হাতে নিয়ে ঘষার পরে যদি হাতে দাগ লেগে থাকে তাহলে sand এ ~~stain~~ earthy matter আছে। ভেজাল।

(ii) কাচের sand গ্লাসের পানিতে দিয়ে ঝাকিয়ে ঘন্টার রেখে দিতে হবে। clean sand পানির নিচে settle হয়ে যাবে আর sand এ যদি silt থাকে তাহলে উপরে পানির উপরে আলাদা layer হয়ে থাকবে।

(iii) এক চিমটি sand জিহ্বায় রেখে দিয়ে taste করলে যদি লোনা স্বাদ পাইলে বুঝতে হবে লবণ আছে। লোনাজাতীয় use করা যাবেনা এই ধরনের ~~salt~~ sand.

Laboratory tests for sand:

→ specific gravity & absorption capacity

→ Fineness Modulus & gradation

→ Test for bulking of sand (পানি use করলে ফুলে যাওয়ার)

Field tests for stones –

→ 3/4" downgraded হইতে হবে।

→ rounded shape হওয়া যাবেনা।

→ ফ্ল্যাট ধরনের হওয়া যাবেনা। (Flaky)

→ ভাঙ্গার হতে হবে তা surface roughness থাকতে হবে।

→ unit weight হবে $160 lb/ft^3$

construction এর জন্য অবশ্যই 3/4" downgraded stone হতে হবে।

Spacific gravity of sand –

2.65 – 2.67 ***

F.M of sand – 2.0 – 3.5, Sylhet sand 2.5

construction materials এ salinity থাকলে সমস্যা কী?

→ Efflorescence হয়।

→ corrosion of rebar হয় durability কমে।

সমাধানের উপায় –

→ ইট পানিতে ভালো করে soaking or washing করে নিতে হবে। efflorescence হলে 5% এসিটিক এসিড (ভিনেগার) দিয়ে sponging করতে হবে।

why desert sand is not used in construction?

→ very low FM

→ very smooth & rounded shape. সুতরাং doesn't bond properly.

why we don't use sea water in construction?

Sea water contains Na^+, Cl^-, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, K^+ ions যা steel এর সংস্পর্শে আসলে steel এ মরিচা তৈরি করে steel কে brittle করে দেয়। আবার sea water দিয়ে curing করলে salt থেকে যায় যেগুলো absorb হয়ে moisture কে attract করে এবং দীর্ঘমেয়াদি হয় যা সবসময় damp রাখে।

Laboratory tests for steel

(i) Tensile strength test
(ii) Yield stress test
(iii) Bend & Rebend test
(iv) Chemical analysis

* **Yield stress**

Steel 0.00207 strain পর্যন্ত elastic deformation show করে। যে পরিমাণ stress এর জন্য steel এ 0.00207 strain পাওয়া যায় তাই yield stress

Steel Grade	Yield strength	Tensile strength
500W (72.5ksi)	72.5ksi (500MPa)	1.15×72.5
~~400W (60G)~~ 420W ~~415W~~ (60G)	60 ksi (415MPa)	1.5×60
250W (40G)	~40ksi	1.5×40

* W = weldable

1MPa = 145Psi

$$500\,MPa = \frac{500 \times 145}{1000} = 72.5\,ksi$$

TMT বার কী?

TMT → Thermomechanically treated বার। এর inner কোর soft হয়, বাইরের কোর খুবই tough হয়।

Benifits

(1) High tensile strength
(2) বাইরের core tough আর ভেতরের core soft হওয়ায় অধিক ductility প্রদর্শন করে। যা ভূমিকম্পরোধী ভূমিকা রাখে

(3) fire resistant ***
(4) corrosion resistant
(5) weldable ***
(6) cost effective

Carbon percentage in steel :

Mild steel - 0.15-0.30%
Stainless steel - 2.1% [illegible]

Unit weight of steel : 7850kg/m^3, 490 lb/ft^3

Unit weight of RCC : 150pcf or 25 KN/m^3

What is concrete?

concrete is a construction material composed of cement, fine aggregates (sand) & coarse aggregates mixed with water which hardnes with time.

~~5 cement~~

5 concrete materials

(1) Cement (2) sand (3) Brick chips (4) stone chips
(5) water (6) admixtures

* concrete এরমধ্যে sand এর FM 2.3 ~ 3.1 এর মধ্যে থাকবে ASTM code অনুযায়ী।
* Stone chips 3/4" downgraded হতে হবে।

* economical করার জন্য সাধারণত Sylhet sand : Local sand কে 3:2 or 2:1 অনুপাতে মিশ্রণ হয়।

Coarse aggregate – #4 (4.75mm) sieve এ retain করবে

Fine aggregate – #4 (4.75mm) sieve এ pass করবে কিন্তু #100 (0.15mm) sieve এ retain করবে।

Silt & clay – #200 (0.075mm) sieve দিয়ে যা pass করবে।

Workability of concrete

কোনো Freshly mixed concrete কে যত সহজে পরিবহন করা, compact করা যায় তাকেই ~~concrete~~ কংক্রিটের ক্ষমতাকে workability বলে।

যত বেশি পানি ব্যবহার করা হবে তত বেশি workability বাড়বে। কিন্তু একই সাথে আবার strength কমবে।

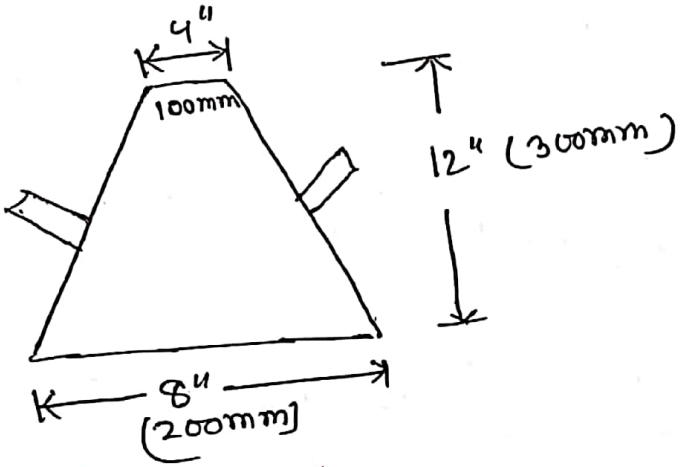
workability এবং strength ঠিক রাখার জন্য concrete এ w/c ratio 0.45 to 0.6 রাখা হয় সাধারণত। workability বাড়ানোর জন্য Admixture use করা হয়।

Slump test for concrete:

Slump test করার দ্বারা concrete এর consistency এবং consistency is a degree of wetness of concrete.

Slump is the distance measured in inches or milimeter, the concrete settles after the slump cone is removed.

Higher slump indicates higher water content in cement.



* mould এর internal surface অবশ্যই মসৃণ এবং নিরট হতে
* mould এ 3 layer এ concrete ভরতে হবে প্রতিটি layer এ 25 টি করে blow দিতে হবে।

Mix Ratio & their Strength:

1:1.5:3 → 4000psi (W/C ratio 0.42~0.45)

1:2:4 → 3000psi

Slump value

Pile → 125-150mm

বাকি সব RCC works এ → 30-50mm

Lab tests of concrete

(1) Compressive strength test
(2) Slump test
(3) Air content test
(4) Water permeability test
(5) Unit weight test

Sample size for concrete compressive strength test:

Cylinder shape - 6in dia by 12inch height
Cube shape - 6in × 6in

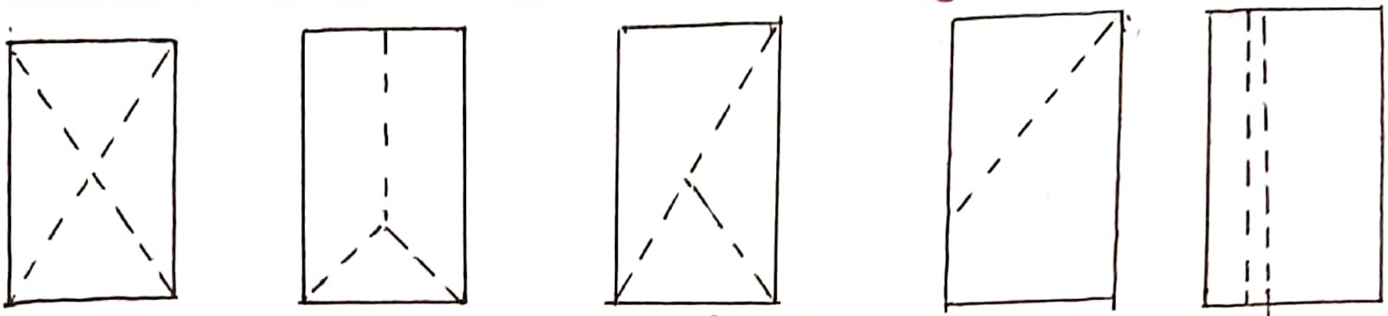
Compressive strength test procedure:

3ট 6in by 12 in cylinder mould প্রস্তুত করে strength এর average করলেই concrete compressive strength বের হয়।
প্রতিটি mould এ 3 layer এ concrete ভরতে হবে, প্রতিটি layer এ 16mm rod দিয়ে 25টি blow দিতে হবে।
mould প্রস্তুত করার পর 24hrs নরমাল তাপমাত্রায় রেখে দিতে হবে, 24 hrs পর cylinder টি mould থেকে বের করে 28 দিন পর্যন্ত পানিতে ভিজিয়ে রাখতে হবে, 28 দিন পর compressive strength test করতে হবে।

Test করার machine এর নাম - Universal Testing Machine

Cube strength = 1.25 × Cylindrical strength

Failure Pattern in Concrete Cylinder



Concrete strength gain with time

3 days → 40%
7 days → 65%
14 days → 90%
28 days → 99%

False Setting & Flash Setting –

False Setting: cement এ পানি মিশানোর কয়েক মিনিটের মধ্যেই
cement শক্ত হয়ে গেলে তাহলে আবার
যদি নাড়া দেওয়া হয় ও cement আবার নরম হয়ে যায় তাহলে cement এ
false set বলে। এটা হওয়ার কারণ হলো plaster of paris
Gypsum ($CaSO_4 \cdot 5H_2O$) এর বদলে plaster of paris
($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) এর উপস্থিতি। যদি grinder এ অনেক উচ্চ
তাপমাত্রায় clinker এর সাথে Gypsum মিশানো হয় তখন
Gypsum dehydrate হয়ে plaster of paris হয়ে যায়।
যদিও পরবর্তীতে পানি পেয়ে plaster of paris আবার
Gypsum হয়ে যায় ফলে এই কারণে হওয়া cement কে
remix করে নিলেই চলে। এজন্যে তেমন strength
loss হয়না।

Flash setting: পানির উপস্থিতিতে C_3A প্রচন্ড তাপোৎপাদী প্রক্রিয়ায় cement এর setting হয়ে যেতে। এক্ষেত্রে cement কে কখনোই remix করে আবার strength ও আনা যায় না। Flash setting prevent করার জন্যই cement এ Gypsum add করা হয়।

Lime Concrete

Cement এর আগে লাইম use হত।

limestone ($CaCO_3$) কে তীব্র তাপে pure lime (CaO) পাওয়া যায়। একে quick lime ও বলে। এর তীব্র খুবই reactive প্রকৃতির আচরণ। তাই binding material হিসাবে hydraulic lime use করা হয়। hydraulic lime clinker এর মত, এতে CaO এর আকার 30% clay impurities like silica, alumina, iron oxide থাকে।

আরেক form এও use করা হয়, তাকে slaked lime. $Ca(OH)_2$ এর মত।

Concrete mix ratio & W/C ratio

M15 → 1:2:4 → 0.50
M20 → 1:1.5:3 → 0.55
M25 → 1:1:2 → 0.60

Honeycomb কী এবং কেন হয়?

Honeycomb হইলো concrete mass বা surface বা inside এ hollow space or cavity. concrete বা segregation হইলে অর্থাৎ fine and coarse aggregate ভিন্নভাবে mixed না হইলে, ভিন্নভাবে compact করার না হলে সব বড়গুলি coarse aggigate well graded না হলে Honeycomb হয়ে থাকে।

Honeycomb বা কারণে strength কমে যায়, মরিচা ধরে moisture প্রবেশ করে steel এ মরিচা ধরে etc.

এছাড়া formwork/shutter এ ফাঁকা থাকলে leakage হলেও honeycomb হয়ে থাকে।

Segregation কী?

segregation হইলো concrete বা cement paste, fine aggregate আর coarse aggregate আলাদা হয়ে যাওয়া। concrete এ coarse aggregate বা grading ভিন্ন হলে, W/C ratio ভিন্ন হলে, ভিন্নভাবে compaction করলে,

যেন অতিরিক্ত compaction না হয়। উপাদানে প্রয়োজন মাফিক, ঢালাইয়ের সময় 1.5m এর বেশি উচ্চতা থেকে concrete ফেলা যাবে না। বেশি উচ্চতা থেকে ঢালতে চাইলে inclined chute এর সাহায্য নিতে হবে। তাহলে segregation থেকে রক্ষা পাবে।

Bleeding of Concrete

Bleeding হলো এমন একটি freshly placed concrete এর surface এ পানি উঠে। এটা একটি natural প্রক্রিয়া। concrete জমাট বাঁধা শুরু না হওয়া পর্যন্ত পানি উঠতেই থাকে। তবে excessively উঠলে তখন সেটা প্রবলেম হয়।

compaction এর সময় ভারী components গুলি নিচে চলে যায়। পানি উপরে উঠে আসে। ওগুলো পানিকে উপরে ঠেলে দেয়। এটাই bleeding

Methods of reducing bleeding:

→ Add minimum water content. use chemical admixture to reduce demand of water.

→ Add extra cement in the mix

→ Increase amount of fly ash

→ using air entraining admixture is very effective in reducing the bleeding

Laitance কী?

Laitance is the weak, milky or powdery layer of cement dust, lime and sand fines that appear on the surface of concrete. Laitance is caused due to bleeding of concrete.

Types of Admixtures

- → water reducing
- → Retarding
- → Accelerating
- → superplasticizers → high range water reducer
- → ~~air entraining~~
- → air entraining
- → corrosion-inhibiting

Curing কী? কেন Curing দরকার?

Curing হলো concrete mass এ প্রয়োজনীয় moisture এবং তাপমাত্রা নিশ্চিত করা যাতে সিমেন্ট hydration reaction নিরবচ্ছিন্ন হয় এবং concrete পূর্ণ শক্তি অর্জন করতে পারে।
Curing এর জন্য relative humidity 80% এর অধিক হতে হবে। এবং তাপমাত্রা 10°C এর বেশি হতে হবে। সাধারণত 3-28 days পর্যন্ত curing করা হয়।

Curing কেন করা হয়? / Ponding কেন করা হয়? (curing = ponding)

concrete এর full strength gain করতে 28 দিনের মত সময় লাগে; এইসময় hydration reaction হতে থাকে। hydration reaction একটি তাপোৎসারী প্রক্রিয়া। তাপমাত্রার থেকে কোন water evaporate হয়ে যায়। তাছাড়া atmospheric action formwork সরিয়ে ফেললেও evaporate হয়ে যায়। ফলে concrete জন্য পানি evaporate হয়ে যায়। এ hydration reaction এর জন্য পর্যাপ্ত পানির যোগান দিতে curing করা হয়।

ponding মানে হলো পানি দিয়ে পুকুর তৈরি করা

সাটারিং কতদিন পর খুলতে হয়:

কলাম ও বীমের সাইড খুলতে হবে ৩ দিন পর
বীমের তলার ২১ দিন পর
ছাদের তলার = ২৩ দিন পর (span length < 15ft)
= ২১ দিন পর (span length > 15 ft)

কিউরিং এর সময়:

কিউরিং সাধারণত 10–12 ঘন্টা পরেই শুরু করতে হয়।

⇒ Load bearing member (beam/column/floor)
এ 28 দিন curing করতে হবে।
Lintle, sunshade এ 21 দিন পর্যন্ত curing করতে হবে।

Short note on DPC

A damp-proof course (DPC) is a barrier provided at plinth level, 150mm from ground level to prevent moisture rising through the structure by capillary action.

DPC তে bitumen বেশি use করা হয়। cement concrete ও use হয়।

pH of concrete 7–9

Quality of water for concrete:

খাবার পানির মতোই quality হওয়া উচিত। কোন ধরনের organic or inorganic impurities, soluble salts, suspended matter থাকা যাবে না। pH 6.5–8.5 এর মধ্যে থাকা উচিত।

1:2:4 , 1:3:6, 1:1.5:3 অনুপাতে 100cft concrete এ কত কত্তা সিমেন্ট লাগবে?

Ans: 1:3:6 ratio তে হবে, $\frac{1}{10} \times (1.54 \times 100)$

$= \frac{154}{10} = 15.4 \text{ cft}$

$= \frac{15.4}{1.25} = 12 \text{ bags}$

1.25cft = 1bag = 50kg

1:2:4 ratio তে হবে $\frac{154}{7} = 22 \text{ cft} = 18 \text{ bags}$

1:1.5:3 ratio তে হবে $= \frac{154}{5.5} = 28 \text{ cft} \approx 22 \text{ bags}$

100cft brickwork এ কয়টি লাগবে-

$\frac{100}{\frac{10 \times 5 \times 3}{123}} = 1152$ টি

[mortar সহ brick size
10"x5"x3"
mortar ছাড়া ইটের size 9.5"x4.5"x2.75"]

5" wall এ (mortar) মোর্টারে সিমেন্ট বালির অনুপাত - 1:4
10" wall এ মোর্টারে সিমেন্ট বালির অনুপাত - 1:6

10'x10' একটি দেয়াল 5" wall এ কয়টি ইট লাগবে?

Ans: Volume = 10x10x5 = 500 cft

∴ brick required = 1152x5 = 5760 টি

100 cft মোর্টার তৈরিতে ইট লাগে 830 টি

1sft brick soling এ ইট লাগে 3টি
∴ 100sft brick soling এ ইট লাগবে = 3x100 = 300টি

Standard Sieve & their size

#4 → 4.75 mm		#30 → 0.60 mm	
#8 → 2.36 mm		#50 → 0.30 mm	
#16 → 1.18 mm		#100 → 0.15 mm	

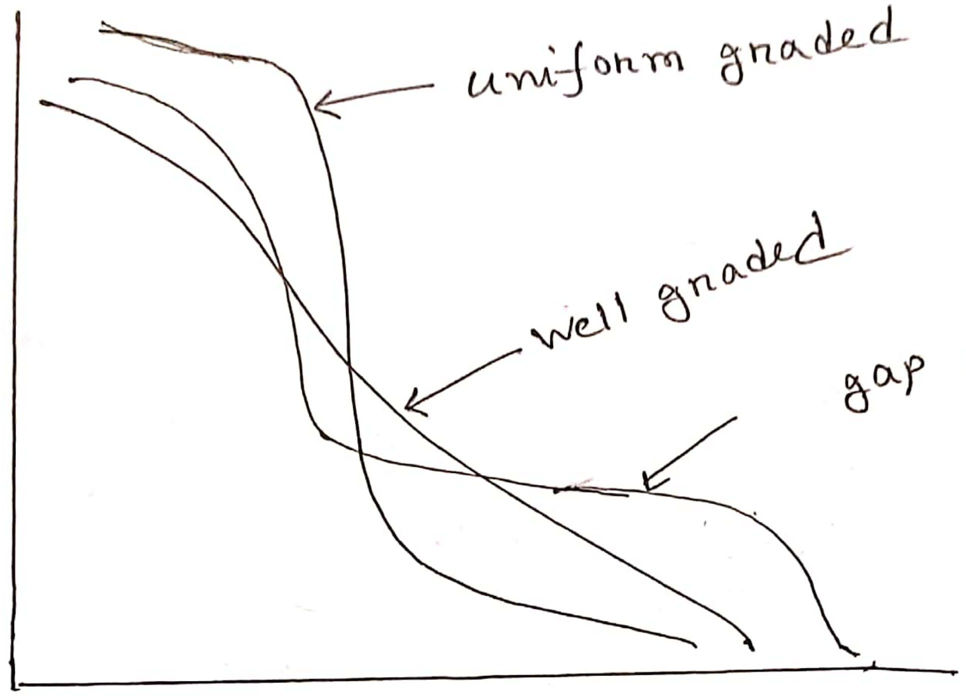
#100 sieve বলতে কী বুঝ?

#100 sieve মানে per square inch এ 100 টি opening

Why we suggest stone chips over brick chips?

⇒ কারণ stone chips এর strength, toughness, hardness brick chips থেকে বেশী। ~~stone~~ brick chips পানি absorb ~~এর চেয়ে 10~~. brick chips 10-20% করে. যেখানে stone chips করে মাত্র 1-2%. তাছাড়া brick chips থেকে বেশি compact হওয়ায় brick chips থেকে ভালো হয় তাই ভালো,

Aggrigate Size Distribution Curve



* D_{10} মানে 90% perticle এটার চেয়ে বড়

Concrete Clear cover -

Floor beam	1.5"	
Grade beam	2.5"	
Column	1.5"	(above grade beam)
	3"	(below grade beam)
Pile	3"	
Slab	0.75"	

ছাদকে water leakage এবং ভেতরের রুমে অতিরিক্ত তাপ থেকে রক্ষা করতে ছাদের উপর ৩ ইঞ্চি পুরু চুন সুরকি (ইটের গুড়াকে সুরকি বলে) ও খোয়ার যে আবরণ দেওয়া হয় তাই জলছাদ। এর সাথে চিটাগুড় এবং মেথি ভিজানো পানিও use করা হয়।

অনুপাত - 2 : 2 : 9 - (খোয়া)
(চুন, সুরকি)

ছাদ ঢালাইয়ের Check-list

→ Reinforcement এর dia এবং spacing design অনুযায়ী আছে কিনা। Check bar bending schedule.

→ Cover blocks are at right position. সিমেন্টের 20mm or 0.75" হতে হবে height.

→ Chair bar ঠিকঠাক আছে কিনা। (Chair bar হলো টপ আর বটম বারের distance maintain করার জন্য  এরকম টাইপের বার) প্রতি 1m পর পর chair বার দিতে হবে। chair bar 12mm এর হতে হবে।)

→ ঢালাই আগে shuttering check করতে হবে এর পর reinforcement.

→ quality of shuttering plates. Avoid using plates with uneven surface.

→ Load বহন করার মত মজবুত Shuttering হতে হবে।

→ Shuttering এ oil বা lubricant দিতে হবে যাতে shuttering সহজেই remove করা যায়,

→ Shuttering এ যেন leakage হওয়া যাবেনা।

→ props (support ঠেকা/খুটি) গুলোর দূরত্ব 2 ft এর বেশি হবেনা।

→ ~~beam~~ bar এর lapping ঠিকঠাক আছে কিনা চেক করতে হবে। lapping অবশ্যই যেন beam বা slab এর মাঝে না পড়ে।

→ concrete batching, mixing ভালোভাবে observe করতে হবে।

→ concrete কখনোই 1.5m এর উপর থেকে ফেলা যাবেনা। দরকারে inclined chute use করতে হবে।

→ নিয়মিত compaction করতে হবে।

Shuttering এ বাঁশ দিলে হবে কী করব?

BNBC 2020 অনুযায়ী props হিসেবে বাঁশ use করা যাবেনা। steel use করতে হবে।

Why we use mild steel instead of cast iron in construction?

⇒ mild steel is ductile
⇒ linear elastic material
⇒ easily weldable
⇒ এটার thermal expansion coefficient কংক্রিটের thermal expansion এ ও similar হয়— প্রায় সমান হওয়ায় thermal হয় strong বন্ড নিশ্চিত করে। অন্যদিকে cast iron হয়ে যায় brittle। এটার tensile strength ও relatively low.

Mild steel chemical composition

Fe → 98.7%
Mn → 0.54%
Si → 0.20%
P → 0.16%
C → 0.17%

construction এর জন্য bricks, stone কেন ভিজিয়ে রাখতে হয়?

→ কারণ তারা প্রয়োজনীয় পানি অনেক absorb করে। ভিজা থাকে না, ফলে concrete mixing থেকে পানি শোষণ করে তখন hydration process এ problem হবে।

Which one is more elastic? steel or rubber?

→ Elasticity: The property of a material to regain it's original shape and size after removal of deforming forces.

যার young's modulus যত বেশি তার elasticity ও তত বেশি।

Young's modulus, $E = \frac{Stress}{Strain}$

বেশি পরিমাণ stress $= \frac{F}{A}$ এর জন্য Steel এর চেয়ে রাবারে অনেক বেশি strain হয়- যখন রাবারের ক্ষেত্রে E এর মান অনেক কম হয়। তাই steel বেশি elastic

Poisson's ratio: পার্শ্ব বিকৃতি এবং দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত- একটি ধ্রুবসংখ্যা, এ অনুপাতকে poisson's ratio বলে।

Materials Properties

~~Elastic/Young's Modulus~~: ~~যখন কোনো materials এ~~ ~~stress এর বিপরীতে~~

Elastic/Young's Modulus: Stress - strain এর অনুপাত।

elastic range এর মধ্যে যার Young's Modulus এর মান যত বেশি সেটি তত elastic.

** Stiffness: বস্তুর বিকৃতি প্রতিরোধের সামর্থ্যকে stiffness বলে। যে বস্তু যত stiff তার বস্তুতে deformation ঘটাতে তত বেশি বল দরকার।

Ductility: বস্তুর যে গুণের জন্য বস্তুকে tension বল প্রয়োগ করলে plastic limit এর মধ্যে বস্তু fracture না হয়ে বরং লম্বা হতে থাকে তাকে ductility বলে।  চিকন লম্বা হচ্ছে এখন।

Malleability: A property of metals that defines their ability to be hammered, pressed or rolled into thin sheets without breaking.
এর ductility ঠিক এর malleability ও ঠিক।

Modulus of Resilience: কোনকিছু সাধারণত deformation হওয়ার আগে প্রতি একক আয়তনে যে পরিমাণ strain energy absorb করতে পারে তাকে modulus of resilience বলে।

Toughness modulus: সুতোকুর fracture হওয়ার আগ পর্যন্ত কোন বস্তু প্রতি একক আয়তনে যে পরিমাণ strain energy absorb করতে পারে তাই toughness modulus.

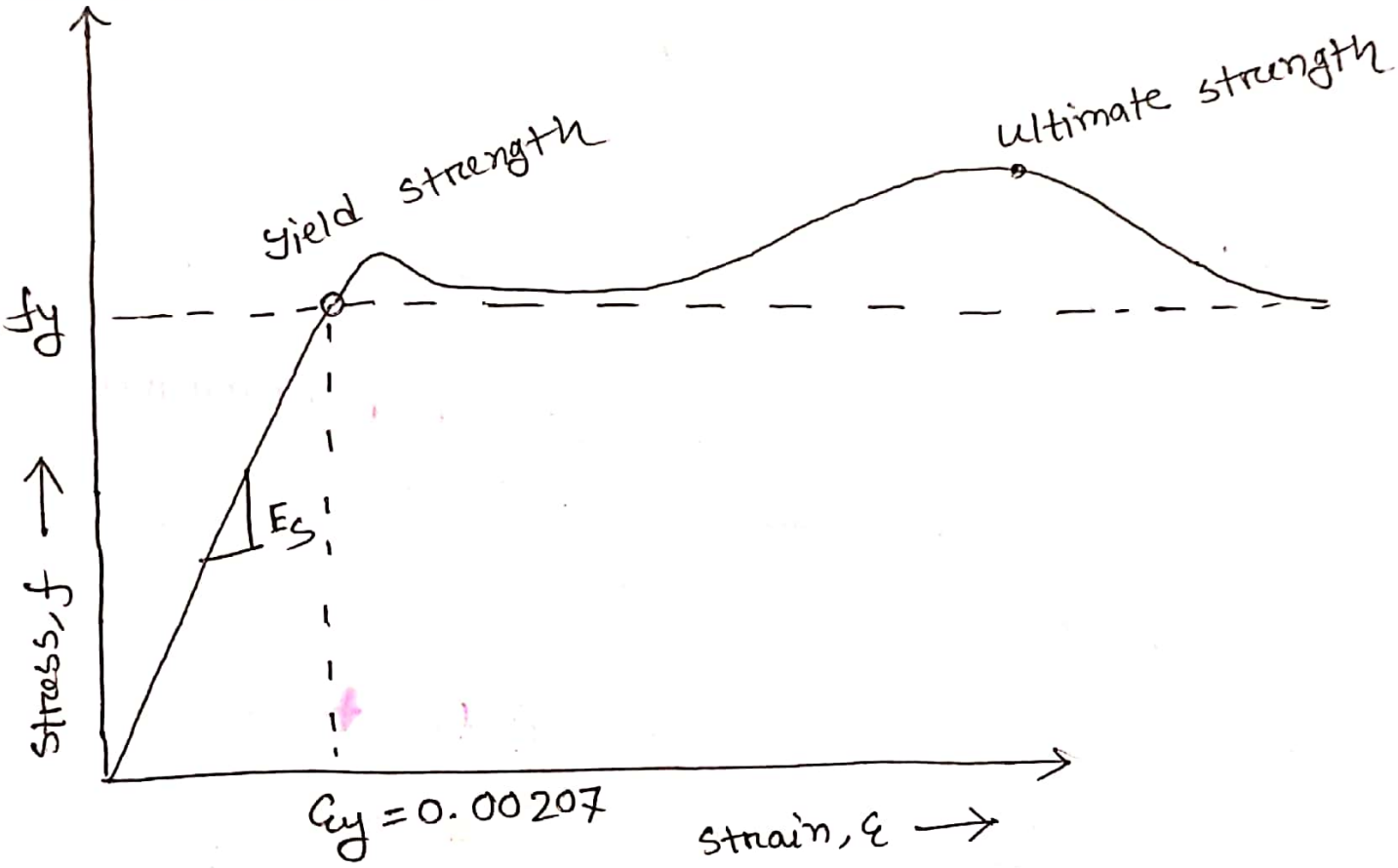
* Modulus of resilience হচ্ছে elastic range এর আর toughness modulu হচ্ছে plastic range এর।

Modulus of rigidity: ইলাস্টিক রেঞ্জের মধ্যে shear stress ও shear strain এর ratio হল modulus or rigidity

Creep কী?

দীর্ঘ সময় ধরে ধ্রুবক load থাকলে যে permanent inealstic deformation হয় তাকে creep.

Stress- strain diagram



Modulus of Elasticity of steel, $E_S = 29 \times 10^6$ psi
$= 200$ GPa

Fatigue Load:

fatigue হচ্ছে cyclic loading এর জন্য হয়, যেমন creep হয় sustained loading এর জন্য।

Date :

Sun | Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat

Fatigue VS Creep:

Fatigue হলো cyclic loading এর জন্য হওয়া deformation এর পরিবর্তে failure হয়ে থাকে।
90% machine components ই fatigue এর জন্য fail করে, যেমন একটা steel wire টেনে ভাঙ্গার সময় না হলেও এটার ওপর বার বার মোচড়ানো মোচড়ানো হলে ঠিকই ভেঙ্গে যায়।

Creep হলো continuous sustained load এর জন্য প্রাপ্ত deformation. যেমন ইলেক্ট্রিক wire যে টান টান করে টানলেও কিছুদিন পর এটা নিজের weight এর জন্যই sag হয়ে ঝুলে যায়।

Structure

Basic wind speed:

Cox's Bazar - 80 m/s
Dhaka — 65.7m/s
Chittagong - 80m/s

Earthquake zone

Zone-I (Z=0.12) → Khulna, Barisal division
Zone-II (Z=0.20) → Cumilla, Dhaka also Tongi
Zone-III (Z=0.28) → Chittagong, Gazipur
Zone-IV (Z=0.36) → Sylhet Rigion, ~~Part of Mymensingh~~
Mymensingh Rigion

Yield Strength vs tensile strength

permanently deformed হয়ে যাওয়ার আগে যেকোন material যে পরিমাণ stress endure করতে পারে তাকে তার yield strength বলে। elastic limiter এর মধ্যে সর্বোচ্চ stress হল yield strength.

maximum stress a material can endure before braking is tensile strength

বাজারে কী কী Rebar পাওয়া যায়?

⇒ 550W (80G), 500W (72.5G), 420W (60G), 230 (40G)

One way & two way slab

$\frac{\text{length}}{\text{breadth}} \geq 2$ হলে one way slab (bending in one direction)

$\frac{\text{length}}{\text{breadth}} < 2$ হলে two way slab (bending in both direction)

Slab thickness

For two way slab, thickness = $\frac{\text{perimeter}}{180}$

For one way slab,

Simply supported — L/20
one end continuous → L/24
both end continuous → L/28
Cantilever → L/10

* Minimum slab thickness = 5 inch

One way slab এ main reinforcement কোন direction এ দেওয়া হয়?

⇒ one way slab এ bending হয় short direction এ। one way slab এ reinforcement short direction এ দেওয়া হয়। তাই main reinforcement

~~# way is th~~

One way slab এ কেন main reinforcement নিচে এবং distribution reinforcement উপরে দেওয়া হয়?

⇒ Moment = $A_s f_s j d$ ∴ Moment ∝ d

effective depth, moment ও বৃদ্ধি পাবে। তাই main bar নিচে depth বেশি পাওয়া যায় ফলে moment ও বেশি পাওয়া যায়। দেওয়া হয়।

slab এ corner reinforcement কেন দেওয়া হয়?

Two way slab এর corner এ twisting moment resist করার জন্য corner reinforcement দেওয়া হয়, longer span $\frac{5}{}$ এর নিচে পর্যন্ত দেওয়া হয়- corner reinforcement slab এ crank bar 45° angle হিসেবে।

Diagonal tension of Beam:

Shear এর জন্য beam এ support এর কাছে এবং tension zone এ যে crack আসে তাকে diagonal tension crack.

- Diagonal tension cracks are two types —

(i) web-shear crack

(ii) flexure shear crack

* Diagonal tension resist করার জন্য beam এ stirrup use করা হয়।

Mix Ratio & their Strength:

1:1.5:3 → 4000psi

1:2:4 → 3000psi

(w/c ratio 0.42~0.45)

Slump value

Pile → 125-150mm

বাকি সব RCC works এ → 30-50mm

Lap length:

Column এর উপরে- 40D

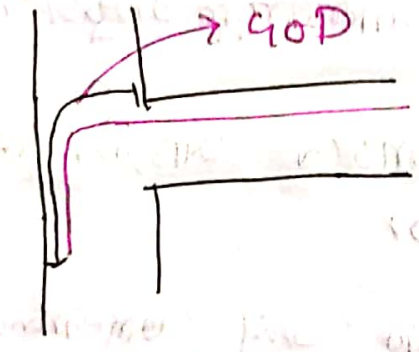
মাঝে support এর- 1/4 উচ্চতায়-

মাঝে কোন lapping থাকবে না।

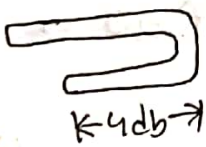
Lapping এ middle এ।

beam এর মধ্যবর্তী দুই support এর ১/৪ দূরত্বের মধ্যে lapping দিতে হবে। middle এ lapping দেয়া নিষেধ।

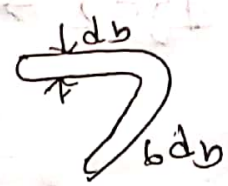
development length : beam বা column এ rod দেয়ার পর bonding create করার জন্য।



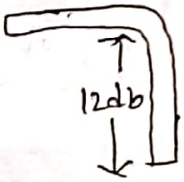
Hook size:



180° hook



135° hook



90° hook

* Temp. Reinforcement কেন দেওয়া হয় Slab এ?

→ Shrinkage stress resist করার জন্য।

→ main bar কে তাপমাত্রা-জনিত ফাটল থেকে রক্ষা করার জন্য।

Shrinkage reinforcement = 0.0018bh

* ভিন্ন Stirrup কেন ব্যবহার করা হয়?

→ main rod কে ফাটল থেকে রক্ষা করার জন্য, shear/diagonal stress resist করার জন্য, Stirrup আর web reinforcement same.

Stirrup spacing ঃ support এর কাছে $\frac{\text{effective depth}}{2}$ দূরত্বে, middle এ $\frac{\text{effective depth}}{4}$ দূরত্বে ব্যবহার করতে। কারণ shear force support এ বেশি, middle এ কম।

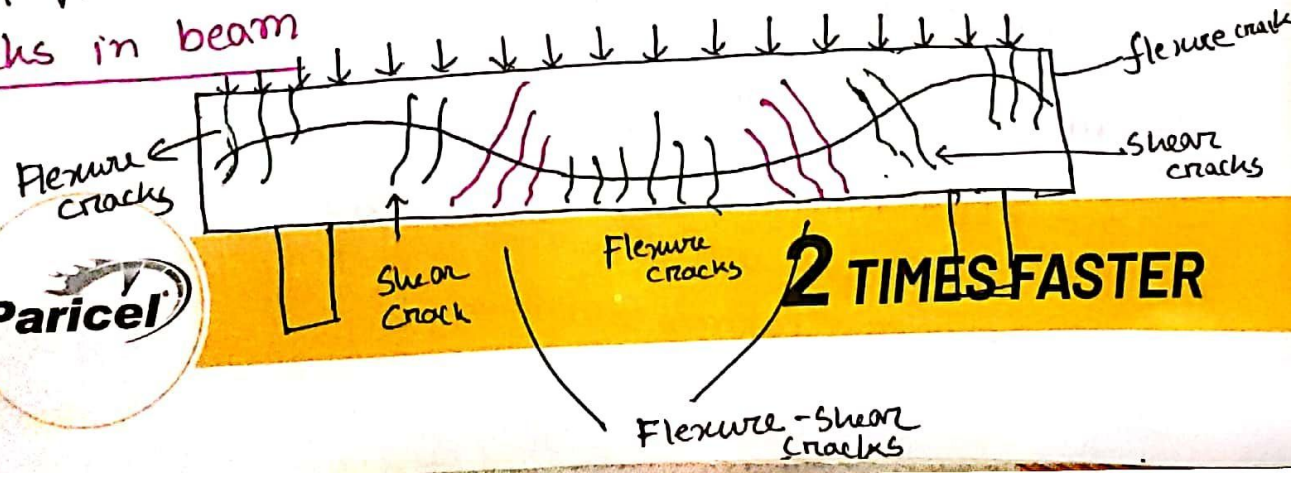
~~# Flat plate vs~~

Flat slab : a two-way slab যেটা সরাসরি column এ load transfer করে, কোন beam or girder থাকে না।

Flat plate vs Flat slab :

Flat slab এর column এ চওড়া column capital or drop panel থাকে punching shear reduce করার জন্য। Flat plate এ নিচু থাকে।

Cracks in beam



Minimum Column size – 12" X 12"

Reinforcement ratio → 1 – 8%
(min – max)

Minimum beam size – b x d 10 X 2

Column buckling –

Euler's buckling stress, $\sigma_E = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{Le}{r_{min}}\right)^2}$

~~* E = Young's Modulus~~

* E = Modulus of elasticity

r_{min} = radius of gyration = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Le = effective length

End condition

(1) Both end pinned/hinged
(2) fixed – free
(3) fixed – hinged
(4) fixed – fixed

Effective length

Le = ℓ
Le = 2ℓ
Le = 0.7ℓ
Le = 0.5ℓ

Slenderness ratio, R = $\frac{\text{effective length}}{\text{least radius of gyration, } r_{min}}$

$SR \geq 40 \Rightarrow$ Long column (buckling occurs)

Column tie bar spacing

S = 16 x main bar dia
= 48 x tie bar dia
= Least column dimension

} minimum of this three

Why tie bars are used in column?

→ To hold main reinforcement in position
→ Column এর buckling prevent করে।
→ Shear force / lateral load resist করে।

Circular এবং rectangular column এ minimum কয়টি reinforcement থাকা লাগে?

Rectangular এ 4 টি, circular এ 6 টি।

Positive bending momet :  sagging

Negative bending moment :  hogging

Why circular or spiral columns provide more strength than rectangular columns?

→ spiral shape এ reinforcement থাকার জন্য better confinement দেয়।
→ circular column এর bending এবং bucking resistence সব দিকে সমান ভাবে ছড়িয়ে থাকে।
→ rectangular column এর দুই কোনায় stress concentrate করে থাকে। ~~weak corner~~ এ stress এই কারণে stiffness কম সেই side

Stiffness – unit deformation এর জন্য যে পরিমাণ force apply করা লাগে সেটিই হচ্ছে stiffness

WSD vs USD

(1) Working stress method vs Ultimate strength method

(2) WSD - serviceability beshi
USD - serviceability ekar

(3) WSD - less economical
USD - more economical

(4) WSD - only consider elastic limit. Full strength use korar.
USD → use ultimate strength of concrete

Modulus of Elasticity:

Elastic Range er modulus of elasticity. Stress - strain er ratio ke

FAR: Floor Area ratio. Ratio of plinth area to the total area of land.

punching stress, column er face theke $\frac{d}{2}$ dure—ebong
Shearing stress column er face theke d dure.

Abutment vs Pier

Abutment → dui shesher end pier of bridge
pier → Intermediate support

High rise building: 12 floors or over
Skyscraper: over 40 floors

Load consideration of buildings:

→ Wind load
→ Lateral load
→ earthquake load
→ base shear load
→ Live load
→ dead load

Base shear

Max^m expected lateral force on the base of structure due to seismic activity.

Fazlur Rahman Khan / F.R. Khan

→ একজন architect, একজন structural engineer
→ ~~টিউব method এর মাধ্যমে~~ বিশ্বের উচ্চতম
→ টিউব ইন টিউব মেথডের মাধ্যমে ১০৮ তলা উঁচু, তৎকালীন
ডিজাইন করেন। এর ~~[illegible]~~ বর্তমান এর নাম Willis tower
সবচেয়ে উঁচু skyscraper।
→ এছাড়াও তিনি John Hancock centre, কিং আব্দুল আজিজ airport এর হজ্জ terminal, King Abdul Aziz Univery design করেন।

Father of Civil Engineering: John Smeaton

* column এ বেশি Factor of safety use করা হয়— কারণ column failure beam এর চেয়ে বেশি ~~cata~~ catastrophic

Shear Walls

Shear wall হলো ভার্টিক্যাল reinforced load bearing walls. এটা high rise building এ lateral force resist করে। lateral force যেমন wind load, earthquake resist করে। এদের lateral stiffness অনেক বেশি। তেমনি stiffness এর column বানাতে গেলে অনেক বড় সাইজের হয়ে যাবে যা practical না।

Shear wall vs columns

Concrete Columns	Shear walls
Ratio of breadth/width < 0.4	Ratio of breadth/width > 0.4
mainly resist axial loads	mainly resist lateral loads i.e. wind & seismic loads
Reinforcement ratio 1-8%	reinforcement ratio 0.25-3%

Indeterminate vs Determinate structure:

Determinate: Conditions of equilibrium are sufficient to analyze the structure.

Indeterminate: Conditions of equilibrium are insufficient to analyze the structure.

Beam vs girder

সাধারণত bridge বা flyover এর supporting beam কে girder বলে। girder এর span length অনেক বড় হয়। girder এটা moving / dynamic load সাপোর্ট করে যেখানে beam static load ~~সাপোর্ট~~ বহন করে।

Steel connection types

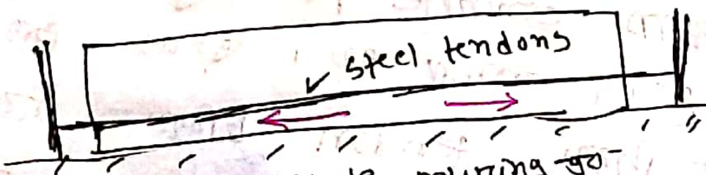
On the basis of connecting medium –

(1) Rivated connections → No longer used
(2) bolted connections
(3) Welded connections
(4) bolted-Welded connections

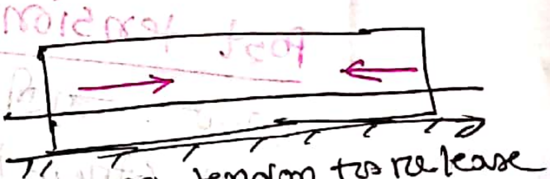
Prestressed concrete

Prestressed concrete is that compressive stresses induced by the high strength steel tendons in a concrete member before loads are applied. this will balance the stresses imposed in the member during the service.

এত বড় বড় span গুলোর bridge বা flyover গুলোতে মাঝের load bear করতে হয় যাদের অনেক large scale এ load, সেসব structure এ শুধুমাত্র reinforcement দিয়ে necessary tensile strength provide করা সম্ভব না, এমন সময়েই crack তৈরি হতে পারে। serviceability কমে যায়। এমন flexural strength বাড়ানোর জন্য prestressed concrete use করা হয়।

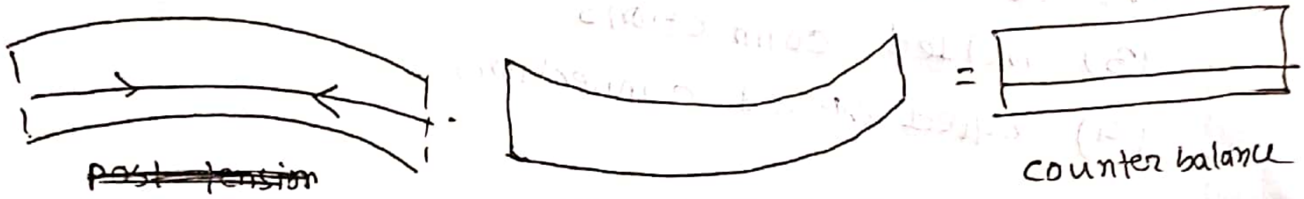


concrete pouring এর সময় tendon কে hydraulic Jack এর মাধ্যমে stressed করা হয়।



এরপর tendon কে release করে দিলে এটা compression generate করে।

এই উদ্ভূত compression এই girder এ আসা load ~~এর~~ এর জন্য compression কে counter balance করে।



pre ~~post~~ compression এর জন্য বাঁকানো beam condition (~~post tension~~)

load এর জন্য বাঁকানো অবস্থান

counter balance হয়ে zero deflection

Prestressed concrete two types -

(1) Pretensioned concrete

(2) Post tensioned concrete

Pretensioned concrete: আগেই highstrength tendon কে tension এ রেখে তারপর এর মধ্যে concrete pouring করে concrete full strength gain করলে তারপর hydraulic jack খুলে দেওয়া হয়। bond action এর ফলে concrete - steel এর মধ্যেকার জন্য pre-stressing হয়।

Post tensioned concrete: girder এর মধ্যে ducts রেখে খালি জায়গায় concrete pouring করে। concrete full strength gain করলে হয়। এর পর উক্ত ফাঁকা ducts এর মধ্যে দিয়ে tendon ঢুকিয়ে tendon কে hydraulic jack দ্বারা tension দেওয়া হয়।

Post tensioning on site এ করা হয়। কারণ duct এর মধ্যে, ভেতরে tendon দিয়ে tension দিলেই হয়। যাতে যন্ত্রপাতির ইত্যাদিও site এ আনতে হয়। তাছাড়াও তুলনামূলক tension stress loss, pretensioning এর চেয়ে অনেক কম।

Non destructive test methods of RCC structure concrete:

(1) ~~Surface hardness~~

(1) Rebound hammer test: (strength বোঝা যায়)

2) Penetration test

(3) Pull out resistance

(4) Pull off resistance

(5) Resonant frequency test

(6) Maturity test on concrete

Prominent Railway bridges in Bangladesh:

(1) বঙ্গবন্ধু ঢাল bridge (under construction)
(4.8km)

(2) Rupsha

(3) Hardgine → Cantilever bridge

(4) Tista

(5) হৈভর- [illegible]

no stone chips

Cement এর গ্রেড C33 বলতে কী বুঝায়?

⇒ Cement এর গ্রেড C33 বলতে বুঝায় cement mortar এর 2 inch (50mm) cube এর 28 দিনের compressive strength 33 MPa.

** 33 grade indian standard. বাংলাদেশের cement এর grade ~~নরমালি~~ 52.5N (OPC) এবং 42.5N (PCC) হয়।

দুই তলা বিল্ডিং এর জন্য কি সয়েল টেস্ট লাগবে?

⇒ আমাদের দেশের মাটির bearing capacity সাধারণত 9-10 Ton/m² (SPT N 5-9) হয়ে থাকে। ~~[illegible]~~ আর ~~দুই/[illegible] 2/3টা~~ দুই/তিন তলার পর্যন্ত বিল্ডিং এর foundation এর pressure সাধারণ এর মধ্যেই হয়। soil test না করলেও চলে।

Soil boring specifications

* মিনিমাম ~~[illegible]~~ তিনটা boring করতেই লাগবে।

* ছোট building এর জন্য মধ্যে bore hole এর ~~boring~~ distance soil uniform হয়। 60m হতে হতে 30মিটার হল 45m

* multistoried building এর boring করতে

* মিনিমাম 60ft গভীরতার পর্যন্ত boring করতে হবে, 5ft অন্তর অন্তর 18inch (1.5ft) এর N value নিতে হবে যেখানে প্রথম 6inch এর N value ~~[illegible]~~ বাদ যাবে।

* ৩ তলার কম = ৩টি ডিজাইন
* ৩-৫ তলার = ৫টি ডিজাইন
* ৬-১০ তলার = ৮টি ডিজাইন

Steel Structure vs RCC structure

Steel Structure	RCC structure
→ smaller x-section	→ larger x-section
→ lower durability prone to rust and other environmental attacks	→ higher durability. less affected by environment
→ ductile in nature, higher resistance to earthquake & wind load	→ highly brittle in nature. less resistance to earthquake load
→ lower self weight, higher load carrying capacity	→ heigher self weight, lower load carrying capacity
→ lower foundation depth required as lower self weight of structure	→ higher foundation depth required as heigher self weight
→ [illegible] দিয়ে তৈরি করা যায়	→ ঢালাই করা যায়
→ অভিজ্ঞ কারিগর skilled labour যায় যা	→ skilled labour যায়
** Fire resistance	** Fire resistance যা

* High rise building এর জন্য steel structure preferable কারণ low self weight, higher load bearing capacity, speed of construction.

Retrofitting Techniques:

Earthquake resistant করানোর জন্য or load bearing capacity বাড়ানোর জন্য existing structure-কে modify করার প্রক্রিয়া হলো retrofitting

→ Adding new shear walls
→ Adding steel bracing
→ base isolation technique
  → superstructure কে foundation থেকে isolate করে যাতে seismic load কে absorb করতে পারে.
→ steel Jacketing
→ Epoxy injection for repairing cracks
→ section enlarging

* base isolation এ ব্যবহৃত spring type isolator use করে যাতে seismic load এ building movement কম করে.

* Hollow ব্রিক কেন ব্যবহার করা হয়?

→ Hollow brick সাউন্ড ও heat insulation হিসেবে কাজ করে। dead load কমায়, পরিবেশ বান্ধব।
আর dead load কম হলে foundation এ load কম আসে ফলে আকারে হ্রাস করা হবে।

Fly ash কেন ব্যবহার করা হয়?

→ heat of hydration reduce করে ফলে thermal crack কম আসে ফলে concrete এর durability বাড়ে।

→ ~~w/c ratio~~ water requirements কমায়- workability বাড়ায়।

→ Fly ash cement এর fine volume বাড়ায়- bleeding কমায়।

Spalling of wall/foundation কী? কখন হয়? কারণগুলো উপায়?

Concrete surface crumble বা গুঁড়ো গুঁড়ো হয়ে যাওয়া, ভেতরের steel দেখা যাওয়া।

Concrete foundation বা wall এ capillary action এর মাধ্যমে পানি উঠলে, long term water exposed হলে ~~salt~~ alkali salt এর জন্য efflorescence হয়। ফলে spalling হয়।

Measures to prevent:

(1) DPC (Damp proof course) apply করতে হবে।

(2) Apply a good water sealant (সিলেন্ট)

(3) use sulphate resisting cement

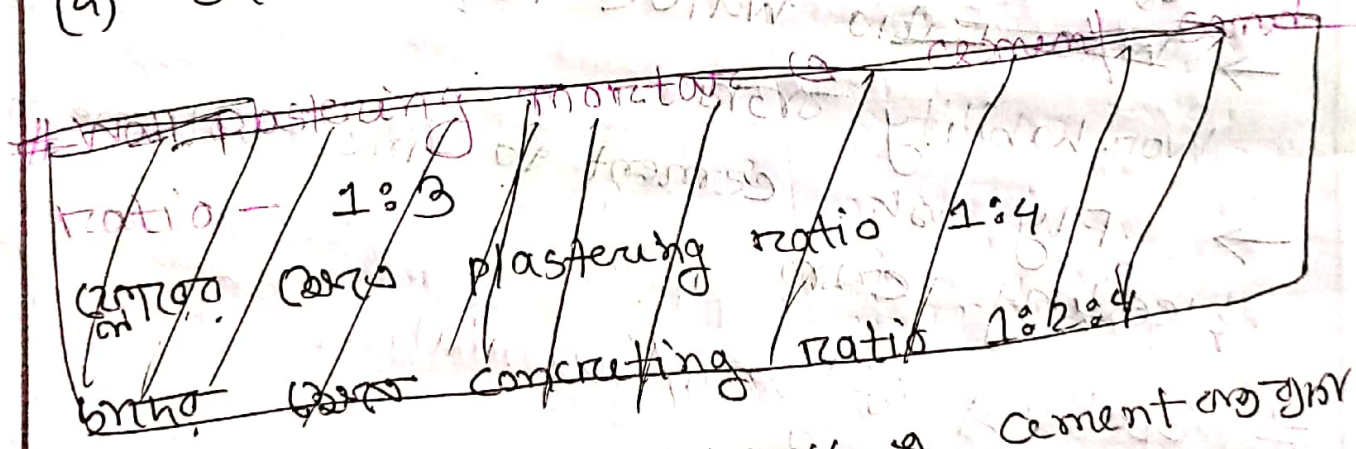
How to repair

(1) loose concrete সরিয়ে ফেলতে হবে।

(2) corroded steel bar কে clean করে - জন্যে protective coat use করতে হবে।

(3) নতুন করে mortar apply করতে হবে।

(4) উপরে weather coating দিতে হবে।



1000 sft এর 6" thickness এ cement কত বস্তা লাগবে?

Ans: Dry volume = $1.54 \times 1000 \times \frac{6}{12}$

$= 770$ cft

$\therefore$ cement লাগবে = $\frac{1}{1+2+4} \times 770$

$= 110$ cft

$= 88$ bag

Green building :-

→ Efficiently using energy, water and other resources

→ Protecting health of employees and improving employee productivity

→ Reducing waste, pollution and environmental degradation.

Fire Protection:

Sprinklers

SPM

· মহেশখালী আনোয়ারার হয়ে

220KM double pipeline

135KM সমুদ্রের নিচে

50 হাজার ঘনমিটার অপরিশোধিত তেলের 3টি এবং 30 হাজার ঘনমিটার ডিজেল ধারণ ক্ষমতার 3টি স্টোরেজ tank।
বর্তমান তেল খালাস করতে হয় — 40 দিনে। SPM হলে আরো সময় 14 দিন বাঁচবে।
[illegible] প্রায়- 3 মাস

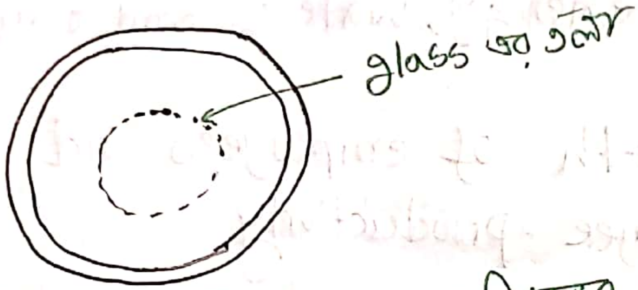
Job responsibilites of a civil engineer in Oil & Gas Sector –

→ design construction & maintenance of buildings, warehouses workshops & control rooms.

→ layout and arrangement of pipes, tubes & vents

→ Ensuring the proper maintenance of oil plants –

Top view of glass :



সিভিল ইঞ্জিনিয়ার হিসেবে কাজ-

ইঞ্জিনিয়ারিং সেক্টর অনেকটি ভাগ করে কাজ করে। যেমনকেউ প্ল্যানিং, কেউ management, কেউ design এ থাকে, কেউ decesion making & executive pannel এ থাকে। প্রত্যেকে একটি প্রজেক্টকে কাজের পর্যায়- ধাপগুলো- প্রতিষ্ঠানটির ~~নীতাতে~~ যেকোন output এর ক্ষেত্রে তার কর্মদক্ষতার প্রমাণ দেখায়- তাই কাজে তার কাজ করে।

Civil construction steps :

(1) Feasibility study

~~Detailed & land accuisition~~

(2) Land acquisition

~~(3) Soil testing~~

(3) Detailed design

(4) Tendering

(5) Procurement

(6) ~~Soil~~ Civil works

প্রজেক্ট স্টাডি এনার কাজ:

(1) Feasibility study
(2) Drawing design
(3) Preliminary cost estimate
(4) তবে budget ecnec
(5) Tendering
(6) প্রজেক্টের কাজ শুরু এনার resettlement, ভূমি উন্নয়ন

Types of tenders

(1) Open tender: সকলের জন্য উন্মুক্ত tender

(2) Selective tender: সকলের জন্য উন্মুক্ত না করে নির্দিষ্ট preference বা উহার ভিত্তি করে নির্দিষ্ট criteria র contractor দের জন্য এই tender আহ্বান করা হয়।

(3) Negotiated tender: এখানে pre-contract বা post contract negotiation করা হয়, যখন deadline খুবই tight থাকে তখন এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। পূর্ববর্তী কাজের অভিজ্ঞতার ভিত্তিতে employer বা contractor কর্তৃক বিভিন্ন বিষয়ে সমঝোতার মাধ্যমে negotiated tender করা হয়।

Procurement: Procurement is simply the process of obtaining goods or services.

Methods of procurements

(1) open tendering
(2) Selective tendering
(3) Request for Quotation (দরপত্র আহ্বান)
(4) Direct procurement method
(5) Two state tendering method (এখন stage এ complete information specification এবং stage এ দরপত্র।)

e-GP কি?

⇒ Electronic Government Procurement. সরকারি procurement related সকল কার্যক্রম single platform এ করা হয়।

LDC থেকে উত্তরণ –

2026 সালে উত্তরণ করতে যা প্রয়োজন:

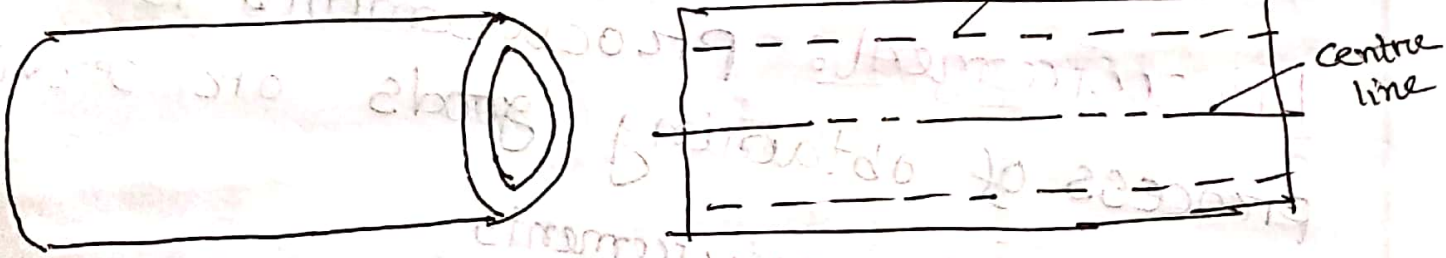
ক্রাইটেরিয়া –

মাথাপিছু আয় ≥ 1230 USD (বর্তমানে 2628 USD)

মানবসম্পদ সূচক ≥ 66

অর্থনৈতিক ভঙ্গুরতা ≤ 32

Engineering Drawing:

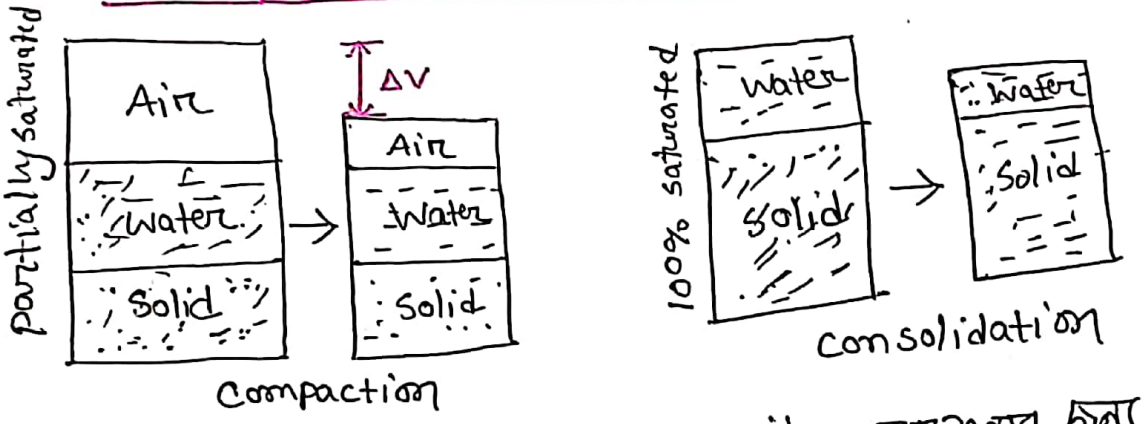


Concrete mix ratio

1 : 1.5 : 3 (3000psi) stone chips

1 : 1 : 2 (5500 psi) কাজের ধরনের

Compaction vs consolidation



⇒ soil এর bearing capacity বাড়ানোর জন্য, settlement কমানোর জন্য, প্রকৌশলিগণ soil densification করার প্রক্রিয়ার নাম compaction

⇒ অর্থাৎ sustained static load এর জন্য subsoil এর volume হ্রাস হওয়ার প্রক্রিয়ার নাম consolidation

⇒ compaction করা soil এর stability, bearing capacity বাড়ানো হয়। soil properties এর উন্নতি করা হয়। অর্থাৎ compaction একটি unwanted process।

⇒ compaction এ soil এর air void হ্রাস পায়। consolidation এ subsoil এর water water expulsion ঘটে।

⇒ consolidation এর জন্য unwanted settlement-ই।

⇒ consolidation সাধারণত cohesive i.e clay soil এ হয়। অর্থাৎ ~~consolidation~~ compaction সব soil এই করা যায়।

Field Dry Density (FDD) ~~[illegible]~~ test by Sand Replacement Method

→ প্রথমেই সমান 100mm hole বিশিষ্ট প্লেটকে চুঁড় মাটিতে fixed করে তারপর 150mm ~~hole~~ গর্ত করে field এর Soil উঠিয়ে তার weight মেজার করি।

→ এরপর কোনো known specific gravity এর dry sand, cone এর সাহায্যে গর্ত ভরাট করি। সেখান থেকে গর্তের volume বের করা যায়। density $= \frac{M}{V}$

density of sand $= \dfrac{\text{গর্ত ভরাট করার আগে sand সহ cone এর ওজন} - \text{গর্ত ভরাট করার পরে cone এর ওজন}}{V}$

$\therefore v = ?$

* এক্ষেত্রে ottawa sand use করা হয়ে থাকে। কারণ-এটি খুব পরিষ্কার। fined grained. মাটির সাথে কোনো বন্ধন থাকে না অর্থাৎ non-cementeous.

→ এবার গর্তের ভলিউম আর গর্তের মাটির ওজন থেকে ~~[illegible]~~ মাটির bulk density measure করা যায়।

$\therefore \gamma_b = \frac{M}{V}$

→ গর্তের মাটির থেকে lab test বা moisture content meter এর সাহায্যে ~~[illegible]~~ water content বের করলে field dry density হবে, water content জানলে field dry density ও ~~[illegible]~~ জানা ~~[illegible]~~ যায়। ~~[illegible]~~ $FDD = \frac{\gamma_b}{1+w}$

$\therefore$ Relative compaction $= \frac{FDD}{MDD} \times 100\%$

$\approx$ 95% compaction say

Field compaction 80% থেকে 90% এ কীভাবে উন্নীত করবেন?

আমরা জানি 100% compaction অর্থাৎ maxm dry density attain করার আগ পর্যন্ত water content বাড়ালে compaction percentage বাড়তে থাকে। সুতরাং, 80% থেকে 90% এ নিতে হলে ~~moisture~~ water add করে roller দিয়ে ভাইব্রেট করতে হবে, সাধারণত প্রতিবারে 300mm করে layer এ layer এ compact করা হয়। এক layer এর পর আরেক layer.

Field এ OMC কীভাবে ensure করবেন?

OMC varies from 12-25% for fine grained soils and 7-12% for well-graded granular soils.

Thumb rule to check moisture content of soil.

হাতে অল্প পরিমাণ মাটি নিয়ে squeeze করতে হবে।

⇒ হাত খোলার সময়,

(i) soil অনেক dry হলে মাটি টুকরো টুকরো হয়ে যাবে।

(ii) খুব বেশি ভেজা হলে পানি বের হবে squeeze করলে,

(iii) OMC এর কাছাকাছি moisture থাকলে হাত খোলার পরেও মাটির দলা পাকিয়ে বল আকারে থাকবে।

⇒ ১ম কন্ডিশন হলে পানি ছিটিয়ে দিয়ে moisture content ঠিক করতে হবে,

⇒ ২য় কন্ডিশনে মাটিকে অনেক সময় শুকাতে হবে compaction এর আগে।

Differential Settlement কেন হয়?

→ Consolidation of soil

→ Foundation এর size নির্ধারণ না করলে। soil এর allowable bearing capacity অনুযায়ী কোনো footing এর ডিজাইন করা হয় না গেলে, তার depth কম হলে।

→ নিচের soil compact না করলে।

→ Excavation near structure

→ Vibration

→ Expansive clay

→ Change in the water table

Liquifaction কী? Earthquake এর কোন wave এর জন্য হয়?

→ Liquifaction সাধারণত sandy soil এ হয়। Earthquake এর সময় soil এর pore water pressure বেড়ে গিয়ে soil এর soil pressure এর সমান হয়ে যায়, তখন soil এর effective stress শূন্য হয়ে যায়, আর দানা soil এর shear strength ও zero হয়ে যায় এটাই liquifaction. এর কারণ হলো,

$$\tau = c + \sigma' \tan\phi$$

→ sand এর জন্য $c = 0$

$$\tau = 0 + 0 = 0$$

$$\sigma' = \sigma - u$$
$$= \sigma - \sigma \rightarrow \text{pore water = soil pressure}$$
$$= 0$$

সাধারণত surface wave যেমন love wave এবং Rayleigh wave এর জন্য liquifaction হয়।

Types of waves in Earthquake

Body wave → Primary wave → Longitudinal

Secondary wave → transverse ↑↓

Surface wave → Love wave → Horizontal transverse ⇄ ↑↓ =

Rayleigh wave → Rolling wave

Quicksand Condition

Sand এর সম্পূর্ণরূপে shear strength ও bearing capacity নষ্ট হয়ে গিয়ে তরলের মত আচরণ করে তাকে quicksand condition বলে।

quicksand ও liquifaction একই জিনিসের রূপান্তর। তবে quicksand হয় পানি প্রবাহের জন্য অন্যদিকে liquifaction হয় earthquake vibration এর জন্য।

Atterberg limit কী?

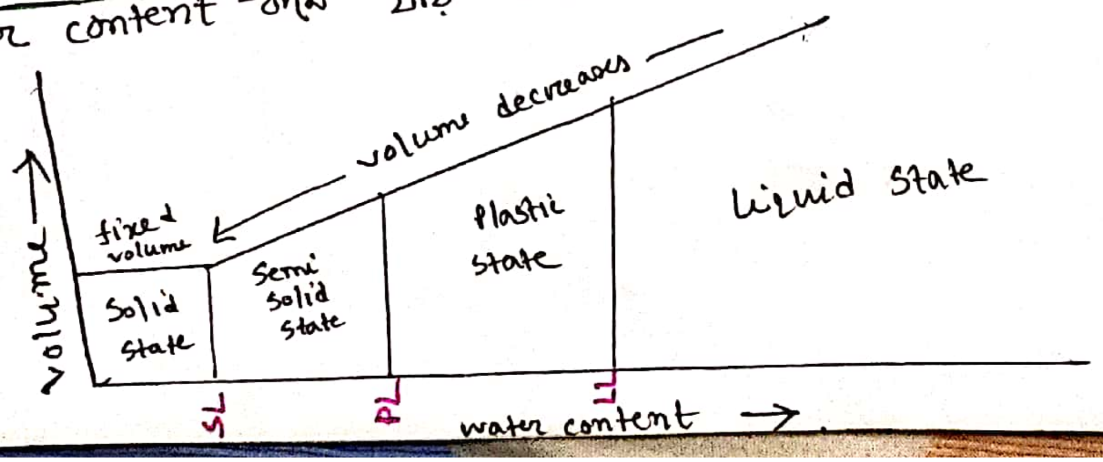
⇒ Atterberg limit tests estabish the moisture contents at which ~~fine grained clay and~~ soils transition between solid, semi-solid, plastic and liquid states.

Liquid Limit: যেই water content এ soil liquid state থেকে plastic এ পরিবর্তিত হয়।

Plastic limit: যেই state এ soil কে mould করে বিভিন্ন shape ধারণ করা যায় তাকেই plastic state. যেই water content এ soil plastic থেকে semi-solid এ পরিবর্তিত হয় তাকেই plastic limit.

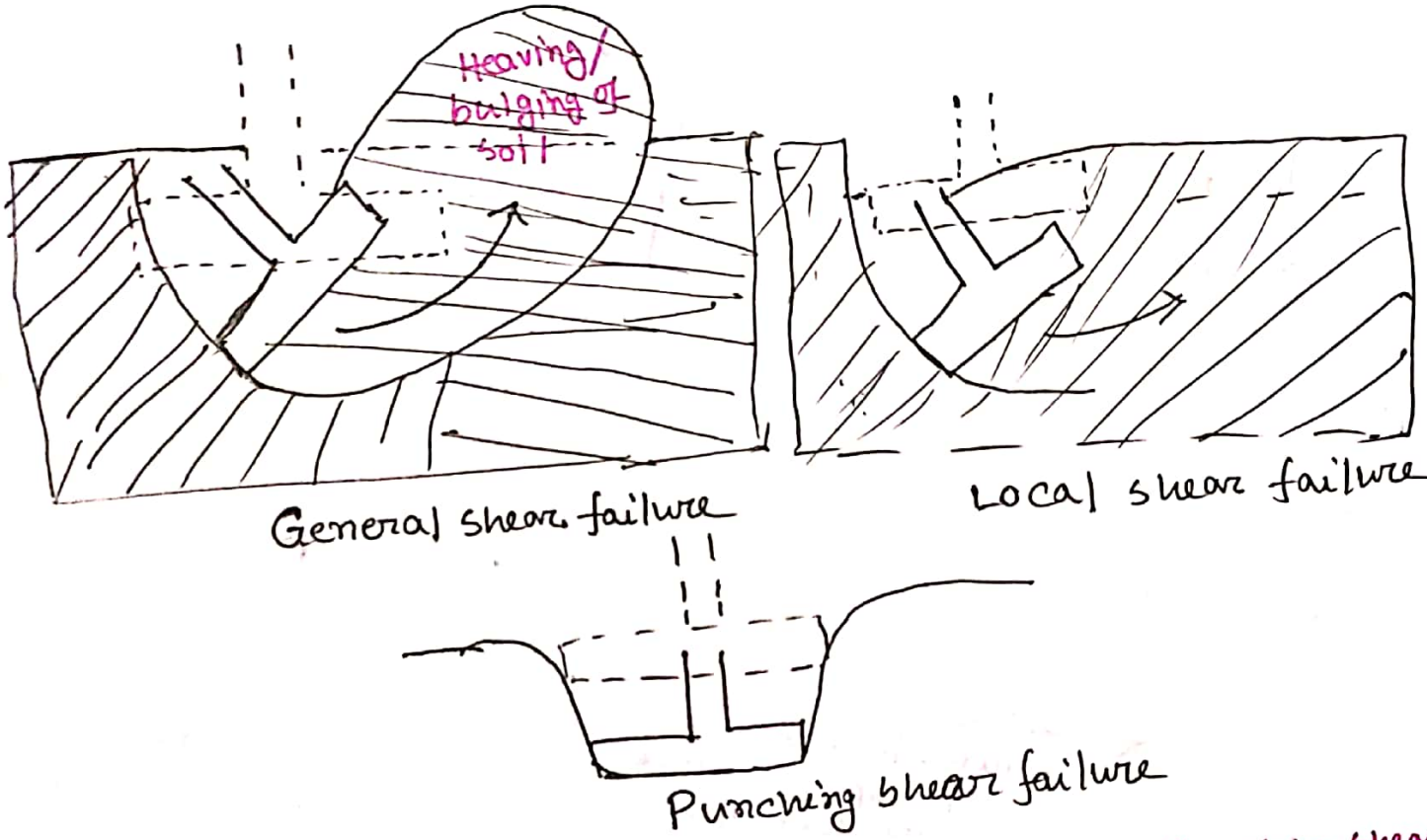
Shrinkage limit: যেই water content এ soil semi-solid থেকে solid state এ পরিবর্তিত হয় তাকে Shrinkage limit বলে। এর পর মাটির পরিবর্তন আরও কমালেও যেই water content এর পর soil volume decrease হবে না অর্থাৎ soil আর shrinkage হবে না তাকেই shrinkage limit.

Plastic limit পর্যন্ত soil fully saturated থাকে। অর্থাৎ water content কমে যায় এবং volume ও হ্রাস পায়।



Types of shear failure of foundation soils

3 Types
- General shear failure
- Local shear failure
- Punching shear failure



General shear failure	Local shear failure	Punching shear failure
settlement — less	moderate	Large
Bulging/heaving — significant	Less	No
Tilting —		No
Internal friction of soil ϕ $\phi > 36^\circ$ ***	$\phi < 28^\circ$	
Soil type — Dense soils, Rock, NC clays	Loose sand, soils,	Clay or very loose sand

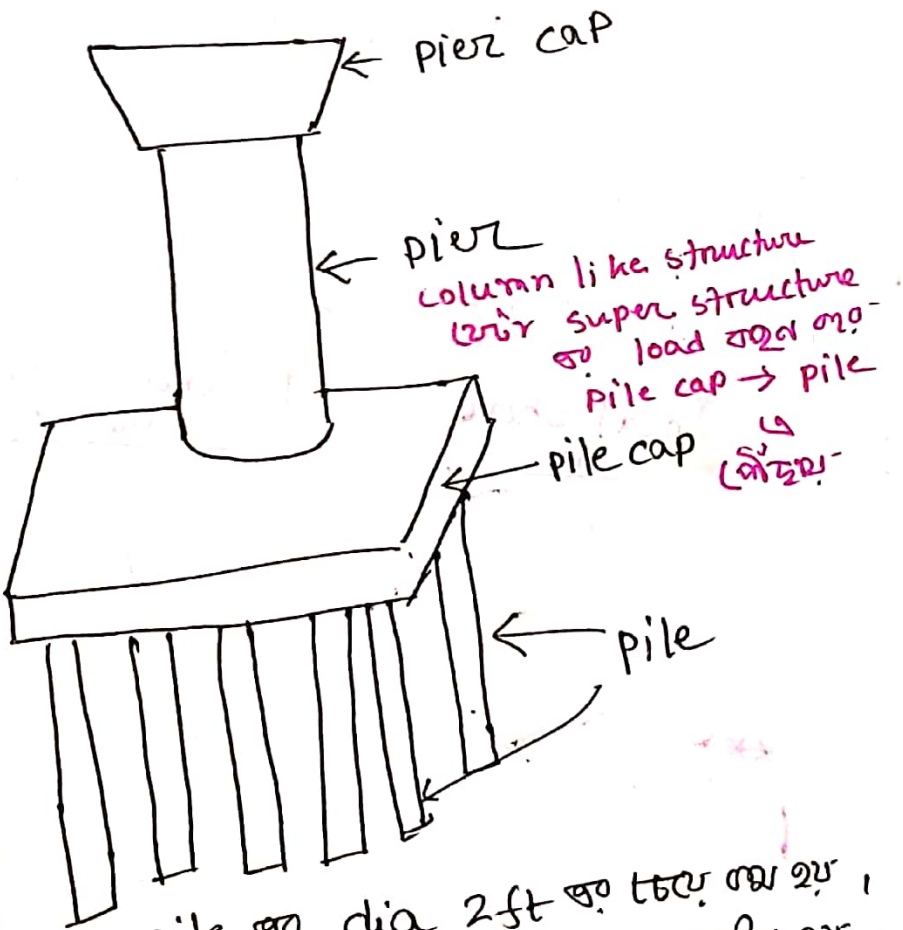
Types of foundation

(1) Shallow Foundation
- → isolated footing
- → combined footing
- → strip foundation
- → Raft or mat foundation

$\frac{D_f}{b} \leq 1$

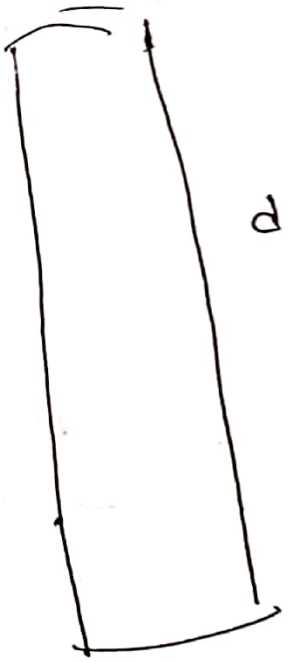
(2) Deep foundation
- → Pile foundation
- → Drilled shafts / drilled piers / board piles

$\frac{D_f}{b} > 1$



pile cap → pile

pile এর dia 2ft এর চেয়ে কম হয়,
এবং এদের depth অনেক বেশি হয়,
সর্বনিম্ন soil এর bearing capacity অনেক



এরা হলো pile foundation
use করে নিচের hard
strata তে load
transfer করে pile
foundation কিনা।

pile সাধারণত pile cap এর নিচে একসাথে অনেকগুলো থাকে।

অন্যদিকে drilled shaft সাধারণ 2.5ft এর চেয়ে বড় হয়, এদের diameter. এরা মাঝে অনেক বেশি হয় এবং subsoil এর bearing capacity মাঝে বেশি হলে drilled shaft খুবই economic অপশন। এর মাধ্যমে load সরাসরি soil এর ভিতরে দিয়ে দেওয়া যায়। এর depth pile foundation এর চেয়ে সাধারণত বড় হয়। Auger boring এর সাহায্যে মাটি তুলে এই drilled shaft গুলো concreting করা।

When to Choose Mat/Raft foundation?

→ Soil has low bearing capacity

→ Load of the structure has to distributed over a large area

→ ~~Individ~~ Strip / isolated footing যদি 70% এর বেশি ground area cover করে ফেলে।

→ যদি individual footing গুলি overlap করার সম্ভাবনা থাকে তখন combined বা বেশি হলে mat

→ যদি differential settlement এর সম্ভাবনা থাকে।

কখন pile foundation আর কখন mat foundation use করা উচিত?

⇒ Quora থেকে প্রাপ্ত কোনো একজন অভিজ্ঞ সিভিল ইঞ্জিনিয়ারের thumb rule অনুযায়ী –

self weight of structure এবং soil এর bearing capacity ratio ≤ 0.65 হলে isolated footing

0.65 to 1 হলে mat foundation

1.0 এর বেশি হলে pile foundation

Pile cap কেন provide করা হয়?

কলাম থেকে আসা load pile group এ evenly distribute করার জন্য।

Classification of piles according to construction method -

(1) cast in situ piles

(2) Precast piles

cast insitu piles আবার 2 টাইপের -

(1) Driven cast-insitu concrete pile -

প্রথমে একটি Hollow steel case drive করে মাটিতে ঢুকানো হয় এরপর steel case এর ভেতরের soil excavate করে reinforcement এবং concrete pouring করতে হবে। কিছু লোকেরা concreting সময় steel case তুলে ফেলা হয়, আবার কিছু –

বোরড পুলে ফেলা হয় না।

Bored cast in-situ concrete piles - ^ bore hole করতে হয় মাটিতে, তারপর temporary ^ casing tube use করে ~~তারপর না ঢালাই~~ concreting করা হয়, concreting করার casing tube তুলে নেয়া হয়।

* boared pile only end bearing এ সাধারণ load transfer করে। অন্যদিকে driven pile এতে smer friction এবং bearing দুইভাবেই load transfer করতে পারে।

Precast piles

এইগুলোর load bearing capacity কম। এ only side friction এর মাধ্যমে load transfer করে।

এতে top এ steel cap এবং bottom এ steel shoe use করা হয়, driving এর সময়।

#pile এর মাথা কেন ভাঙতে হয়?

পাইল ঢালাইয়ের সময় নিচের স্লারি (বেনটোনাইট) গুলো ক্রমান্বয়ে উপরের দিকে উঠতে থাকে। কারণ concrete এর ঘনত্ব slurry এর ঘনত্বের চেয়ে বেশি। তাই concrete যখন নিচে যায় তখন কম ঘনত্বের স্লারি গুলো উপরের দিকে উঠে যায়। এভাবে পাইলের উপরের অংশে slurry গুলো জমা হওয়ায় উপরের দিকে concrete এর strength অনেক কম হয়। কাজেই প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের তুলনায় উপরের দিকে কিছুটা বেশি ঢালাই করে উপরের অংশটুকু ভেঙে ফেলা হয়। এরপর পাইলগুলো সংযুক্ত করতে হয়।

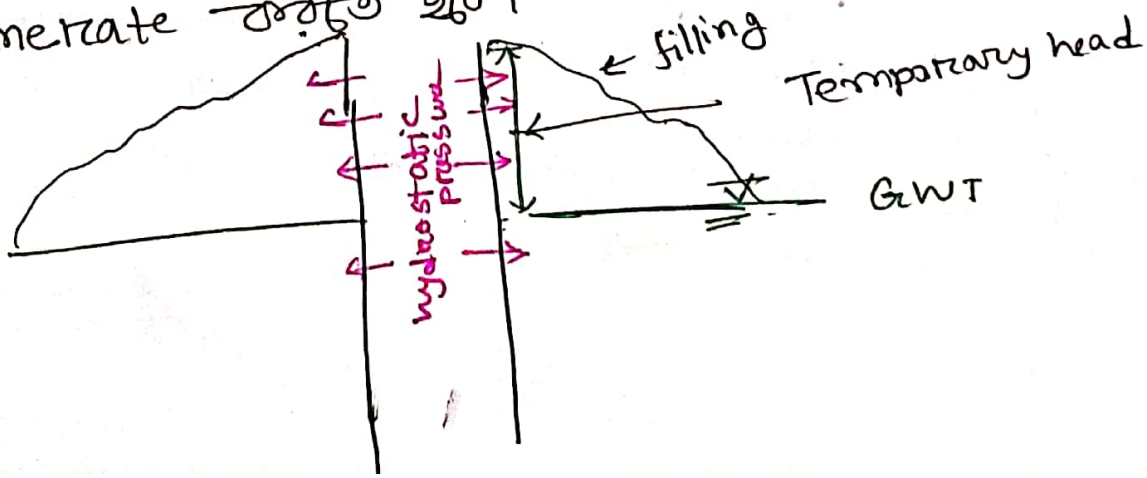
Cast in-situ pile construction process -

Cast insitu pile construction এ অনেকের
→ bored cast insitu pile construction
এদেশে percussion boring method সবচেয়ে প্রচলিত।
→ এখানে heavy drilling bit দ্বারা chopping (কাটার যা উপর থেকে ফেলে বার বার ফেলে bore hole করে) এর মাধ্যমে bore hole করা হয়। এবং ড্রিল রডের ভেতর দিয়ে drilling fluid (বেনটোনাইট) pump করে ভেতরের ~~[illegible]~~ মাটি তুলে আনা হয়।
→ প্রথম 1.5m uncased অবস্থায় boring করা হয়, এরপর temporary steel casing প্রবেশ করিয়ে boring করা হয়। এসময় খুবই সতর্কতার সাথে চেক করতে হবে যে casing ও boring এর center line ঠিক আছে কিনা। নয়তো ~~[illegible]~~ steel case এর place change হয়ে যেতে পারে।
~~outside diameter~~

Inside dia, pile size এর সমান হতে হবে। casing এর dia, cutting bit এর dia এর চেয়ে 25-30mm ছোট হতে হবে যাতে cutting bit টি casing এর ভেতর দিয়ে move করতে পারে।

→ percussion method ছাড়াও rotery boring method use করা যেতে পারে। এই method use করা হয় অনেক ছোট সংখ্যার ও বড় dia এর ক্ষেত্রে, যখন এটি percussion method এর চেয়ে ভালো ফলাফল, Sandy soil এর ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি ভালো কাজ করে।

→ borehole ~~open~~ করার সময় borehole stabilization করতে হবে। এজন্য borehole টিকে সংরক্ষণ drilling fluid (পানি / bentonite ~~bentonite~~ পানি) দ্বারা পূর্ণ করে রাখতে হবে যেন borehole এর দেয়াল সর্বদা hydrostatic pressure থাকে। Ground water table যেন borehole এর উপর minimum 1.5m উঁচুতে থাকে। এর ফলে fluid এর hydrostatic pressure borehole টিকে stable রাখবে। যদি 1.5m এর কম থাকে তখন temporary ~~fill~~ filling দ্বারা head generate করতে হবে।



→ borehole fluid হিসেবে bentonite clay ব্যবহার করা হয়ে থাকে। bentonite না থাকলে clay ব্যবহার করা যেতে পারে। কোনো অবস্থাতেই পরিষ্কার পানি drilling fluid হিসেবে ব্যবহার করা যাবেনা।

→ drilling fluid borehole এ circulate করার জন্য borehole এর পাশেই একটি settling tank থাকে। settling tank এ দুটি chamber এ বিভক্ত থাকে। প্রথম চেম্বারে borehole এর মাটি সহ drilling fluid এসে জমা হয়, cutting material i.e. মাটি প্রথম chamber এ settle করার পর ২য় chamber থেকে drilling fluid borehole এ recirculate করা হয়।

→ bentonite হলো pure clay, এটি borehole এর চারপাশ থেকে ভেঙে পড়া থেকে রক্ষা ~~এর~~ sandy soil ~~bentonite fluid পানি এর~~ করে।

→ drilling fluid অবশ্যই properly design করতে হবে। এর density, viscousity, gell time সঠিক accurately measure করে নিতে হবে।

→ borehole করা শেষ হলে পরে borehole এর ভেতর পরিষ্কার পানি দিয়ে clean করা হয়। না হলে ভেতরের suspended perticle গুলো থেকে যাবে যাতে concrete তার desired strength gain করতে পারবেনা।

→ পরিষ্কার পানি forced pump করলে suspend particle যুক্ত পানির সাথে উপরে tank এ চলে যায়। এভাবে suspended particle এর density কমতে থাকে।

→ Cleaning চলার অবস্থায় বিষয়ের উপর নির্ভরশীল। যেমন mud tank এবং borehole এর দূরত্ব যত বেশি হবে suspended particle settle করতে তত বেশি সময় লাগে ফলে পানি recirculate করলে পরিষ্কার পানি যাবে। cleaning চলার সময় আবার borehole এর soil ~~বালি~~ sandy হলে particle দ্রুত settle করবে clayey হলে settle দেরিতে করবে ফলে clean time ও বাড়বে।

→ পর্যাপ্ত সময় পর্যন্ত cleaning করতে হবে যাতে suspended particle কমে আসে। অতিরিক্ত suspended particle থাকলে চূড়ান্ত concrete Strength কমিয়ে দিবে। অপরদিকে প্রয়োজনের অতিরিক্ত সময় borehole clean করলে ~~bentolite~~ bentonite এর ছাই layer borehole কে stable রাখে তাছাড়া washout হয় যাতে ফলে borehole ভেঙ্গে পড়তে পারে।

→ অবশ্য Reinforcement case প্রস্তুত করার পর check করতে হবে যে তা প্রয়োজনীয় চেয়ে আছে কিনা। reinforcent case খুবি সতর্কতার সাথে সঠিক alignment এ install করতে হবে।

→ case টি self weight এর জন্য আপনা আপনি বোরহোলে এ প্রবেশ করবে। বাইরে থেকে কোন force দেওয়া যাবে না।

→ Reinforcement এর নিচের rod গুলোর 45° এ বাঁকিয়ে প্রবেশ করাতে হবে তাহলে এটি সহজে misguided হবেনা।

→ borehole অনেক গভীর হলে reinforcement দুইভাগে ভাগ করে প্রবেশ করানো যেতে পারে। এতে overlapping ঠিক রাখতে হবে। এবং ওভারল্যাপিং এ সতর্কতার সহিত welding করতে হবে ভালোভাবে। এ ক্ষেত্রে design specification মানতে হবে।

→ পাইলের সঠিক clear cover maintenance এর জন্য reinforcement case এ concrete এর চাকা পরিয়ে দিতে হবে। অথবা coated steel হুক use করেও clear cover maintain করা হতে পারে।

→ এরপর concrete ঢালাই করার জন্য case এর ভেতর concrete pouring করতে trimmy pipe ঢুকানো হয়।

→ boring শেষ হওয়ার সাথে সাথেই অবশ্যই concreting এর কাজ শুরু করে দিতে হবে, যদি দেরিতে করা হয় তখন pile এর bottom এ সব suspended particle জমা হয় এবং weak layer তৈরী করে. যার ফলে

pile এর bearing capacity কমে যায়।

→ Trimmy ~~bucket এর~~ pipe এর মাধ্যমে bucket বা flunnel যুক্ত করে concrete ঢালা হয়।

→ concreting করার পূর্বে অবশ্যই trimmy pipe এবং flunnel ভালো করে পরিষ্কার করে নিতে হবে।

→ casting এর পূর্বে সম্পূর্ণ borehole কে drilling fluid দ্বারা পূর্ণ রাখতে হবে।

→ borehole এর থেকে trimmy pipe অবশ্যই 6" উপরে থাকতে হবে। trimmy pipe মাটির সাথে লেগে থাকলে concrete flow করবে না।

→ trimmy pipe দিয়ে উপর নিচে vibrate করে করে concrete ঢালতে হবে।

→ trimmy pipe যেন সবসময় concrete এর ভেতরে immerged থাকে। কোন অবস্থাতেই যেন বাইরে না আসে। বাইরে আসলে concreting এর মাঝে gap পড়ে যেতে পারে।

→ concreting শেষে temporary case তুলে ফেলতে হবে।

→ Ground level থেকে 1m উপর পর্যন্ত concreting করতে হবে। কারণ pile এর মাথা ভেঙে দিতে হবে।

** CBR Test is required for evaluating subgrade

Field tests of soil

→ SPT (Standard Penetration test)
→ VST (Vane shear test)
→ CPT (Cone penetration test)
→ Plate load test (to determine soil load bearing capacity)

Bearing capacity of soil :

Subsoil এর failure বা excessive sttlement হওয়া ছাড়া সর্বোচ্চ প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর মাটি যে ভার বহন করতে পারে তাকে bearing capacity বলে। unit ton/m²

Which soil has greater bearing capacity?

Sand & gravel type soil has greater load bearing capacity. Cause it has high capacity of permeability. এতে soil drainage ভালো হয়। এবং এই মাটি সহজেই compact করা যায়।

CPT test

এটির মূল fast, accurate এবং digital measurement এর instant live result দিতে পারে। এটার দ্বারা tip resistance, end bearing capacity q, skin friction এবং pore water pressure, u এর graphical representation পাওয়া যায়। এর মাধ্যমে soil layer এবং material properties সম্পর্কে সহজেই ধারণা পাওয়া যায়। Bed rock পেলে এটি আর penetrate করতে পারে না। এটি maximum 150ft deep পর্যন্ত explore করতে পারে।

Borelog থেকে যেসব information পাওয়া যায়ঃ-

→ Depth of water table
→ Types of soil
→ Thickness of each layer
→ Graph
→ drilling method recommendation

Standard Penetration test (SPT)

Soil এর bearing capacity নির্ণয় করা হয়।
SPT N value থেকে Meyerhof বা Bowler's eqn এর সাহায্যে SPT-N value measure করা হয়।

→ SPT value means the number of blows required for 12inch (30cm) penetration

→ যেই depth এ SPT value পরিমাপ করা হবে সেই depth পর্যন্ত borehole করতে হবে প্রথমে। তারপর Guide rod এর সাহায্যে sampler borehole এ ঢুকাতে tripod লাগিয়ে hammering করে sampler কে penetrate করানো হবে।

→ weight of hammer 63.5kg (140lb)

→ Height of fall 75cm (30inch)

→ setting error avoid করার জন্য প্রথমে 6inch(15cm) penetration এর জন্য blow count করা হয় না।

পরবর্তী 12inch penetration এর জন্য required blow number হচ্ছে SPT N-value

* SPT test for each 15cm penetration needs 8, 10, 12 SPT value. calculate N value.

Ans: $N = 10+12 = 22 > 15$

Corrected N value $= 15 + \frac{1}{2}(22-15)$

≈ 18

BD তে average soil bearing capacity

9-10 ton/m² এর ~~stiff~~ medium soil নির্দেশ করে।

N	5-9	medium	5-10 ton/m²
N	9-17	stiff	10-20 ton/m²
N	17-33	very stiff	20-40 ton/m²
N	>33	hard	>40 ton/m²

bearing capacity

min 60ft পর্যন্ত sample collect করা হয় 5ft interval এ borehole করা হয়।

When SPT-N value is rejected?

→ 50 blows are required for any 6inch or 15cm penetration.

→ 100 blows are required for 30cm (12inch) penetration.

→ 10 successive blows produce no advancement

* Terzaghi এর bearing capacity eqn মতে soil bearing capacity measure করা হয়।

Pile foundation এ কেন higher slump value ইউজ করা হয়?

concrete এর flow capacity বাড়ানোর জন্য higher slump ইউজ করা হয়, pile foundation এ যেহেতু মাটির অনেক গভীরে concrete কে casting এর প্রয়োজন হয় এত গভীরতায় concrete কে vibrator দিয়ে compact করা feasible না, তখন higher slump এর concrete ইউজ করা হয় যেন self compaction হয়, ~~higher~~ concrete, ~~trimie~~ tremie pipe এর সাহায্যে pile এ প্রবেশ করানো হয়, slump value কম হলে concrete পাইপ থেকে ~~বাহির~~ flow করানোর choking হয়, ~~বাহিরে~~ concrete বের হলে gap থেকে যায়, honey comb হয়ে যায়।

Transportation

Width of single lane — 3.75m
Width of double lane road — 7.00m

#Right of way —

যতটুকু cross-section দৃশ্যমান করে রাস্তার জন্য।

Superelevation :

রাস্তার উপর design velocity to vehicle চলার জন্য যে centrifugal force কে counteract করার জন্য রাস্তার outer side inner side থেকে উঁচু করা হয় তাকেই superelevation বলে।

Subgrade soil : যে মাটির উপর road pavement তৈরি হয়, subgrade materials → soil

California Bearing Ratio (CBR) test :

→ Developed by California Highway division
→ CBR test is done to evaluate subgrade and base course materials for flexible pavement.
→ CBR test এর সাহায্যে বিভিন্ন layer এর thickness নির্ধারণ করা হয়।

* CBR test is performed to evaluate subgrade value

$$CBR = \frac{\text{Pressure required for 2.5mm or 5mm Penetration of a sample}}{\text{Pressure for 2.5mm/5mm penetration of standard well-graded crushed stone}} \times 100\%$$

* Penetration rate = 1.25mm/minute

always $CBR_{2.5mm} > CBR_{5mm}$

Standard pressure: $P_{2.5mm} = 1000\,psi$

$P_{5mm} = 1500\,psi$

25% CBR means?

Road এর যেকোন layer এর CBR 25% এর অর্থ হলো—
রাস্তার ঐ layer এর sample, standard sample
এর তুলনায় 25% pressure নিতে পারে।

বাংলাদেশের রাস্তার subgrade CBR value 4-5%

CBR range at different layers

Base = 80% – 100%

Sub base = 20 – 50%

Subgrade = 4%

subgrade value 4% এর কম হলে improved subgrade (ISG) use করতে হবে এবং value 8%

Aggregates tests name:

(1) Aggregate crushing value (strength determine করে)

(2) 10% Fines value (যখন ACV > 30%, তখন এর alternate method)

(3) Los Angeles Abrassion test (hardness এর)

(4) Aggregate Impact value (AIV) (toughness)

(5) Sundness test (durability)

(6) Flakiness index test

(7) Angularity number

(8) Bulk specific gravity and water absorption capacity.

[illegible] 3 টি type road আছে।

→ Flexible
→ Rigid
→ earthen

Marshall test [illegible] ?

→ To determine optimum bitumen content

Bitumen Tests Names

(1) Penetration test
(2) softening point test
(3) Flash & fire point test
(4) Ductility test
(5) viscosity test
(6) specific gravity test
(7) loss on heating test

* Penetration test দ্বারা সাধারণ bitumen এর grade নির্ণয় করা হয়।
25°C তাপমাত্রায় 100g load এবং 1mm dia needle 5 sec এ যে millimeter penetrate করে তা দ্বারা bitumen grade measure করা হয়।

80/100 grade bitumen এর ক্ষেত্রে 8-10mm penetrate করে।

60/70 grade bitumen এর ক্ষেত্রে 6-10mm penetrate করে।

তাপমাত্রা সহিষ্ণুতা 60/70 grade এর; 80/100 grade থেকে বেশি হয়।

Softening Point test:

Softening point is the temperature at which bitumen attains a particular degree of softness under standard test conditions.

→ ring & ball এর মাধ্যমে এই test করা হয়।

→ একটি ছোট ring stand দিয়ে brass ring এর মধ্যে bitumen রাখতে হয়; তারপর এর উপরে 3.5g weight এর ~~বল~~ দিয়ে ~~[illegible]~~ [illegible] তাপমাত্রা হবে [illegible] সময়। - -

Flash point, Fire point test:

এই দুই test conduct করা হয় bitumen এর safe mixing & application temperature জানার জন্য।

Flash point: যে temperature এ bitumen vapour এ flash তৈরী হয় এবং second এর জন্য কিছু আগুন জ্বলে তাই flash point

Fire point: যে ~~point~~ temperature এ bitumen vapour এ আগুন ধরে যায় তাই fire point

RHD specs অনুযায়ী flash point 250°C

Marshall Mix design: to chose an optimum asphalt content for desired mix properties.

components of bridges:

→ Abutments (end support)
→ piles, pile cap
→ piers, pier cap
→ bearings
~~→ deck~~
→ girder (beam)
→ deck (slab)
→ arches

* What types of pavement is suitable for BD? Why?

⇒ (i) Rigid pavement because though initial cost of rigid pavement is high but lifetime cost is low. Moreover bitument is a natural resource which is reducing day by day but cement is easily available in BD.

তাছাড়া বাংলাদেশ low laying flood prone country হওয়ায় অতিবৃষ্টিতে পানি জমে থাকে এবং জমে থাকা পানি asphalt pavement এর অন্য- প্রতিবন্ধক, durability কমিয়ে দেয়। তাছাড়া rigid pavement এর load capacity বেশি।

এসবের জন্য রাস্তার, মার্কেট area তেও rigid pavement ইউজ করা হয়।

~~তাছাড়াও : শহরের রাস্তাতে~~

Dam Vs Barrage

Barrage হইল diversion head work. এটার main aim হইল gate গুলো adjust করে নদীর U/S ও D/S এ water height এর difference create করে পানি flow কে control করা,

Dam হইল storage head work. এর main aim হইল পানিকে U/S এ store করে তাদের irrigation, hydroelectric power এসবে use করা, Flood control করা,

Bridge Vs Culvert:

নদী, lake এইসবের উপর নির্মিত roadway or railway হইল Bridge

Culvert হইল পানি একপাশ থেকে আরেকপাশে যাওয়ার জন্য roadway or railway এর নিচে ব্যবহৃত টানেল type structure,

Length 6m এর কম হইলে Culvert