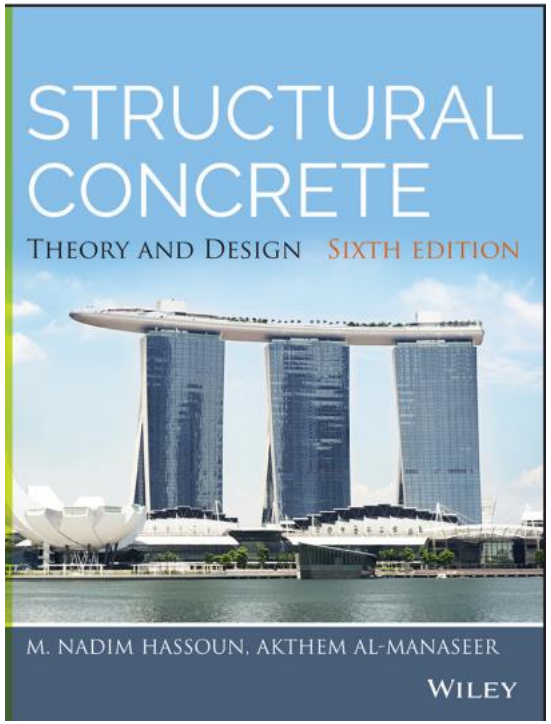
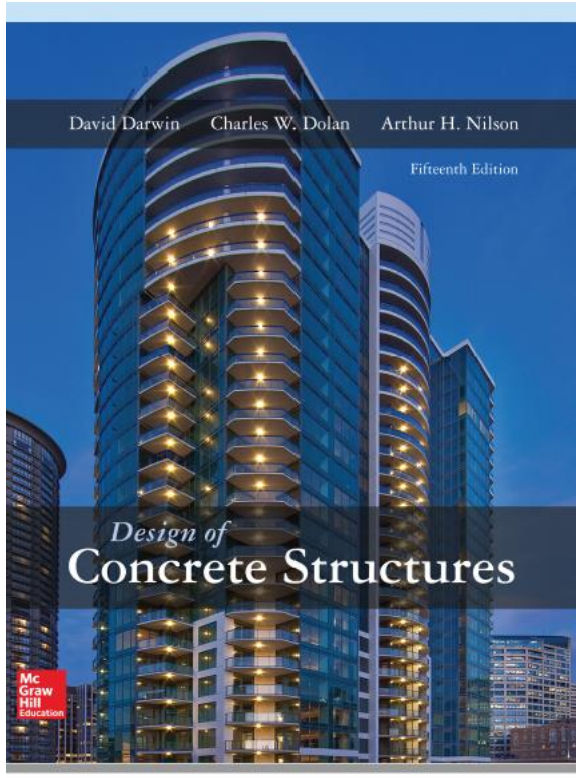
MD. Hafijur Rahman
Instructor (Civil)
Barisal Polytechnic Institute
+8801747500976
hafij500976@gmail.com

Design of structure-2 (26474)

Class No-01
Civil Technology

Reference book:





বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রবর্তিত ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং কোর্সে অধ্যয়নরত
সিভিল, উড, সার্ভেয়িং এবং কনস্ট্রাকশন টেকনোলজির সপ্তম পর্বের ছাত্রছাত্রীদের জন্য নতুন সিলেবাস অনুযায়ী প্রণীত

ডিজাইন অব স্ট্রাকচার-২

Design of Structure-2

Subject : 6474

[অতি সংক্ষিপ্ত, সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্ন এবং সমস্যাবলিসহ]

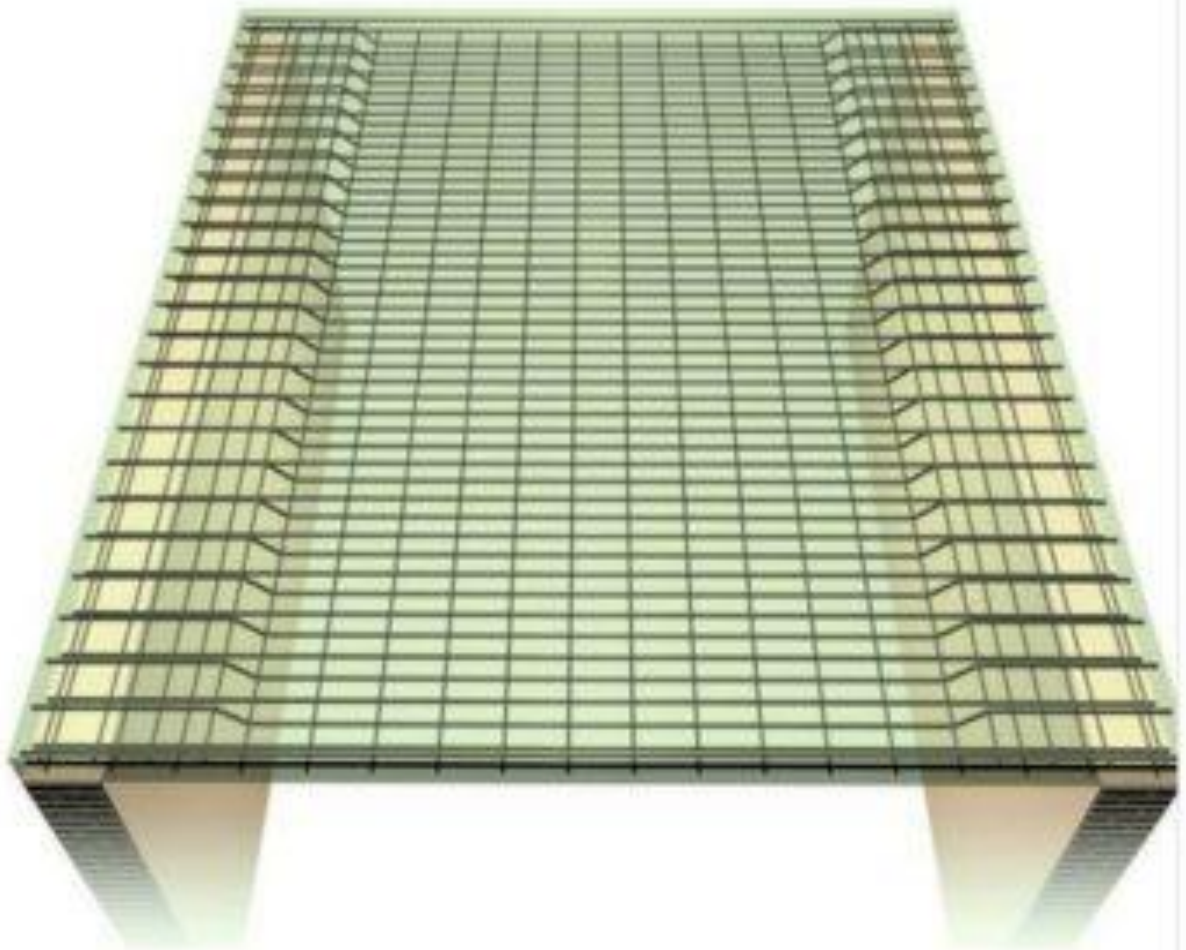
Presentation Outline

-Different types of reinforced cement concrete floor/roof slab .

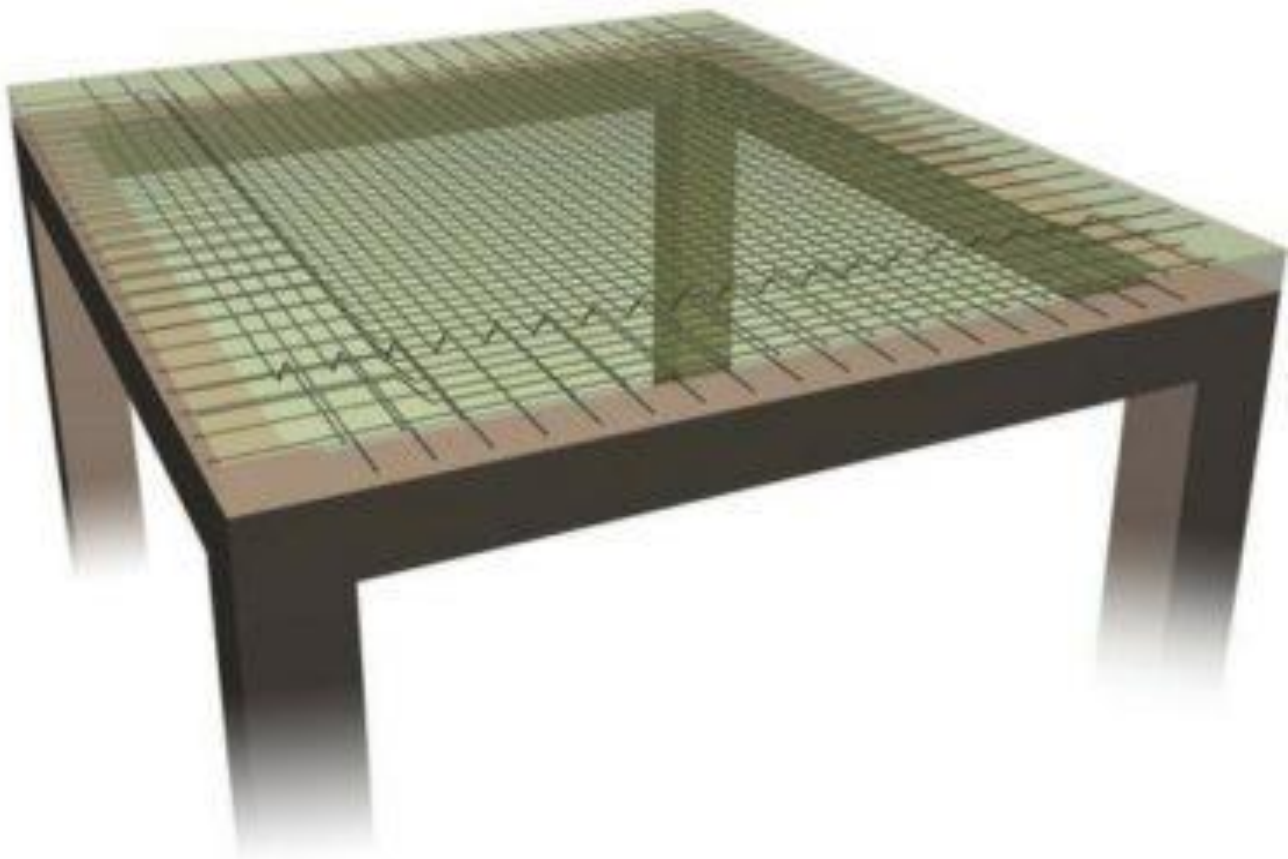
-State the way to determine the dead load and live load.

-Compare between one-way and two-way solid reinforced cement concrete slab.

Slabs: are constructed to provide flat surfaces, usually horizontal, in building floors, roofs, bridges, and other types of structures. The slab may be supported by walls, by reinforced concrete beams usually cast monolithically with the slab, by structural steel beams, by columns, or by the ground-building floors



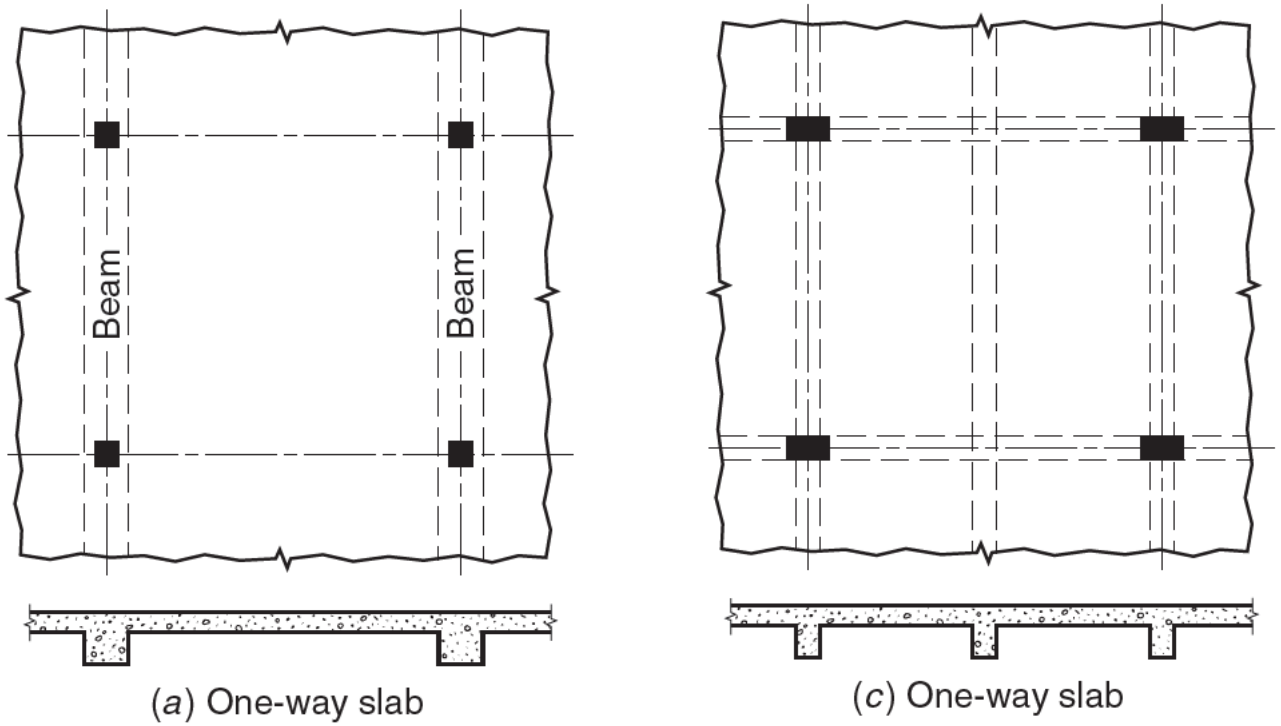
One Way Slab



Two Way Slab

One way slab: $\frac{\text{Long Span}}{\text{Short Span}} \geq 2$

If a slab is supported on two opposite sides only, If the slab is supported on sides and the ratio of the long side to the short side is equal to or greater than 2, most of the load (about 95% or more) is carried in the short direction,

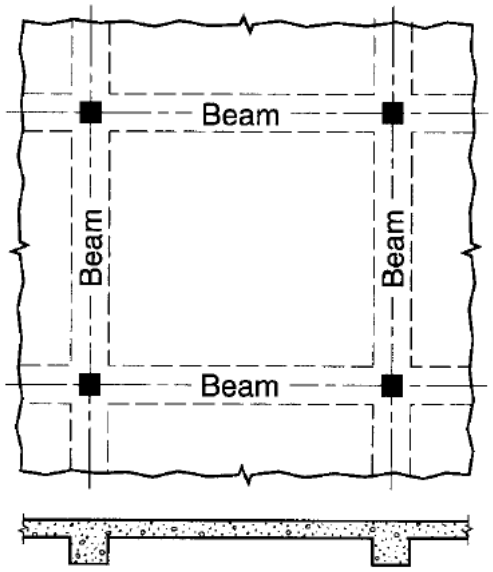


(*a*) One-way slab

(*c*) One-way slab

Two way slab: $\frac{\text{Long Span}}{\text{Short Span}} < 2$

Two way slab is a slab supported by beams on all the four sides and the **loads** are carried by the supports along with both directions



(*b*) Two-way slab

Flats Slab:

The flat slab is a reinforced concrete slab supported directl
by concrete columns or caps. Flat slab doesn't have beams so it i
also called a **beam-less slab**.

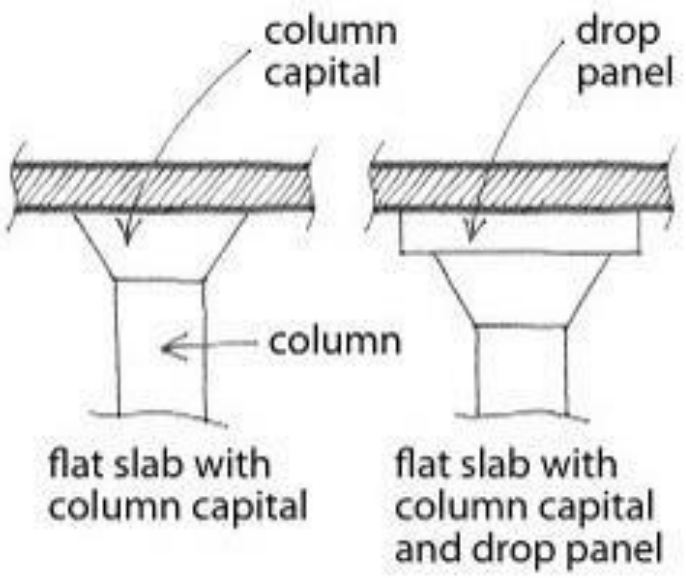
There are four different types of concrete Flat Slabs

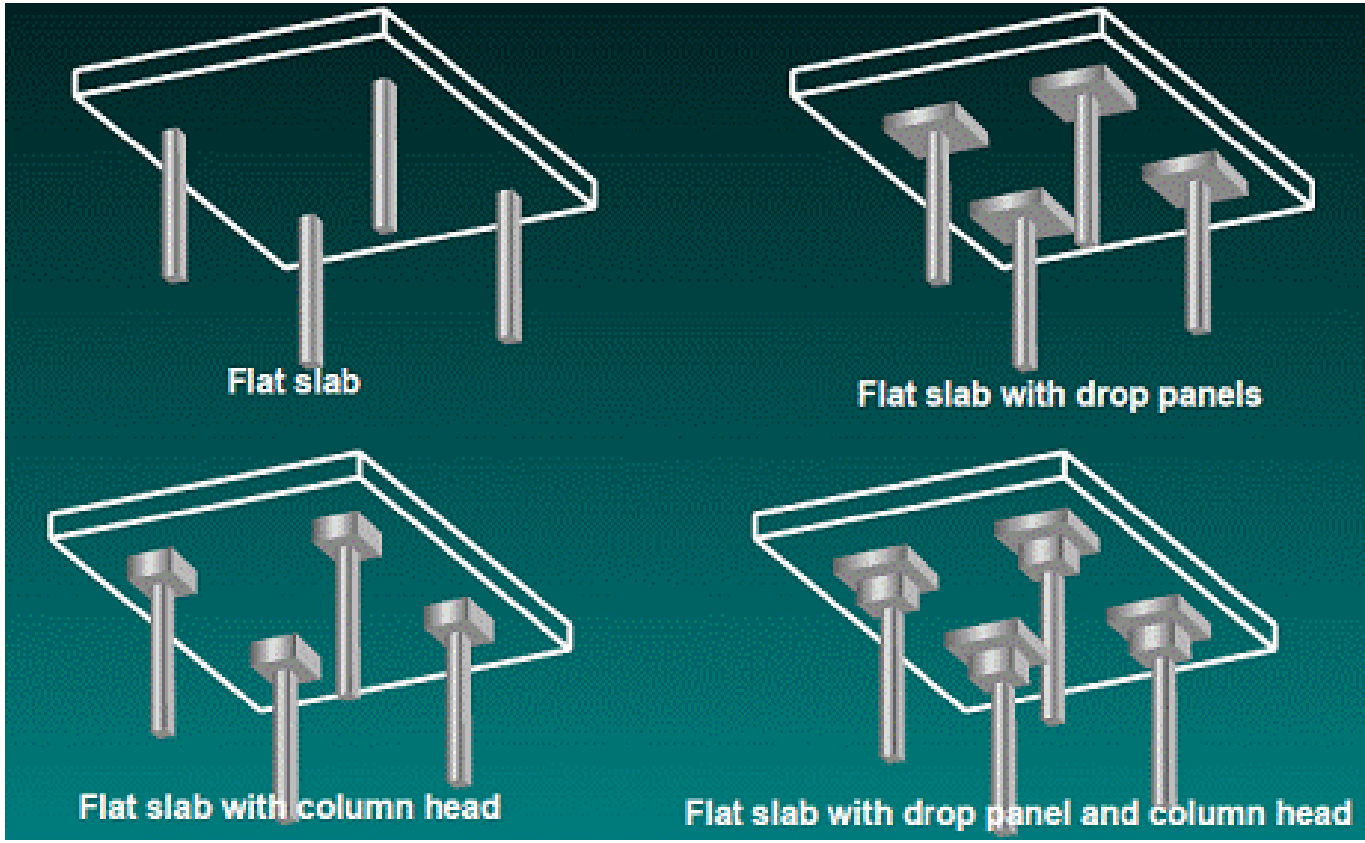
Slab without drop and column without column head(capital).

Slab with drop and column without column head.

Slab without drop and column with column head.

Slab with drop and column with column head.





Difference between One Way Slab and Two way slab:

One Way Slab	Two Way Slab
Slabs are supported by the beams on the two opposite sides	Slabs are supported by beams on all the four sides.
Main reinforcement is provided on shorter span due to bending	Main reinforcement is provided in both sides due to bending occurs on both sides
Main Reinforcement is provided in only direction for one way slabs	Main Reinforcement is provided along both the directions in two way slabs.
Loads are carried along one direction in one way slab.	Loads are carried along both the directions in two way slabs.

Advantages of Flat Slabs:

1. A flat slab reduces the overall height of the structure.
2. These slabs are capable of lifting concentrated loads.
3. They require less formwork.
4. Since the reinforcement of flat slabs can be easily expanded, it is easy to place.
5. They also have better quality control.
6. Sprinklers, utilities, and other piping are easy to install due to the absence of beams.
7. This gives a better appearance and diffusion of light.
8. Better fire-resistant than other floor systems.
9. They can be constructed rapidly.

DISADVANTAGES OF FLAT SLAB::

1. In the flat plate system, the construction of large spans is not possible.
2. The use of a drop panel can interfere with large mechanical ducting.
3. They are not suitable for masonry walls (brittle supports).
4. The thickness of the flat plate slab is greater than that of the typical RCC two-way slab.

USES OF FLAB SLAB:

-Flat slabs are mostly used in large industrial structures, parking garages, ramps, warehouses, tall buildings, and hotels.

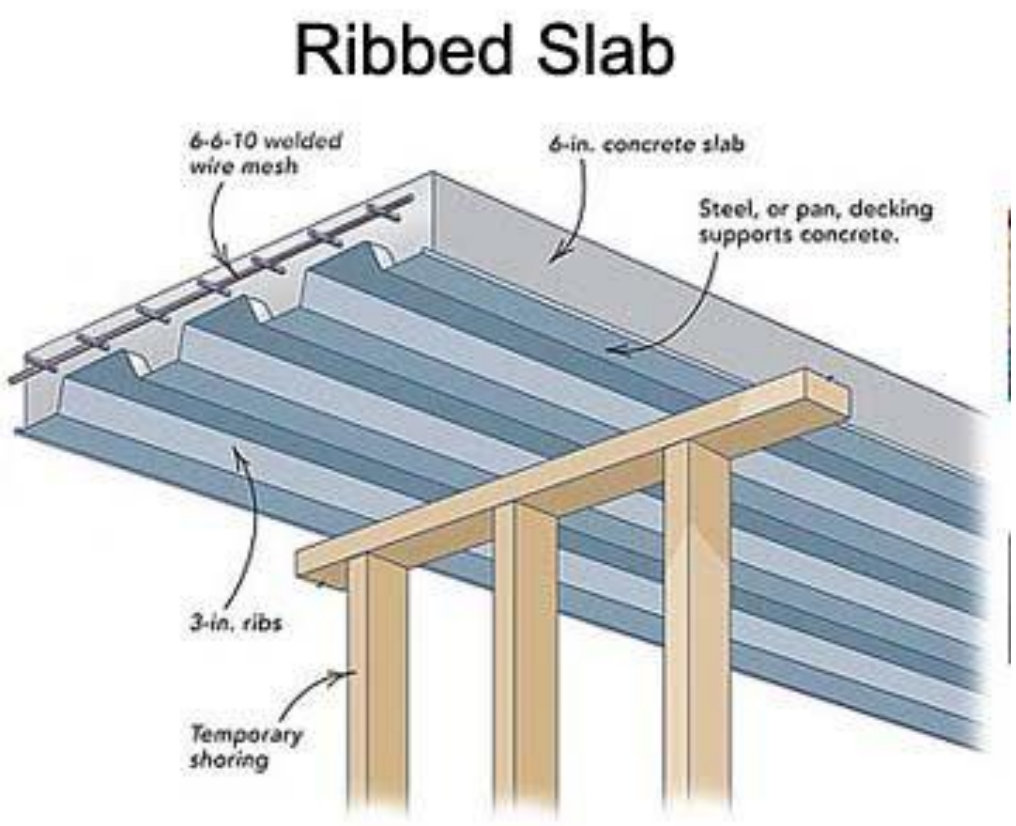
-They are used where the beam is not required.

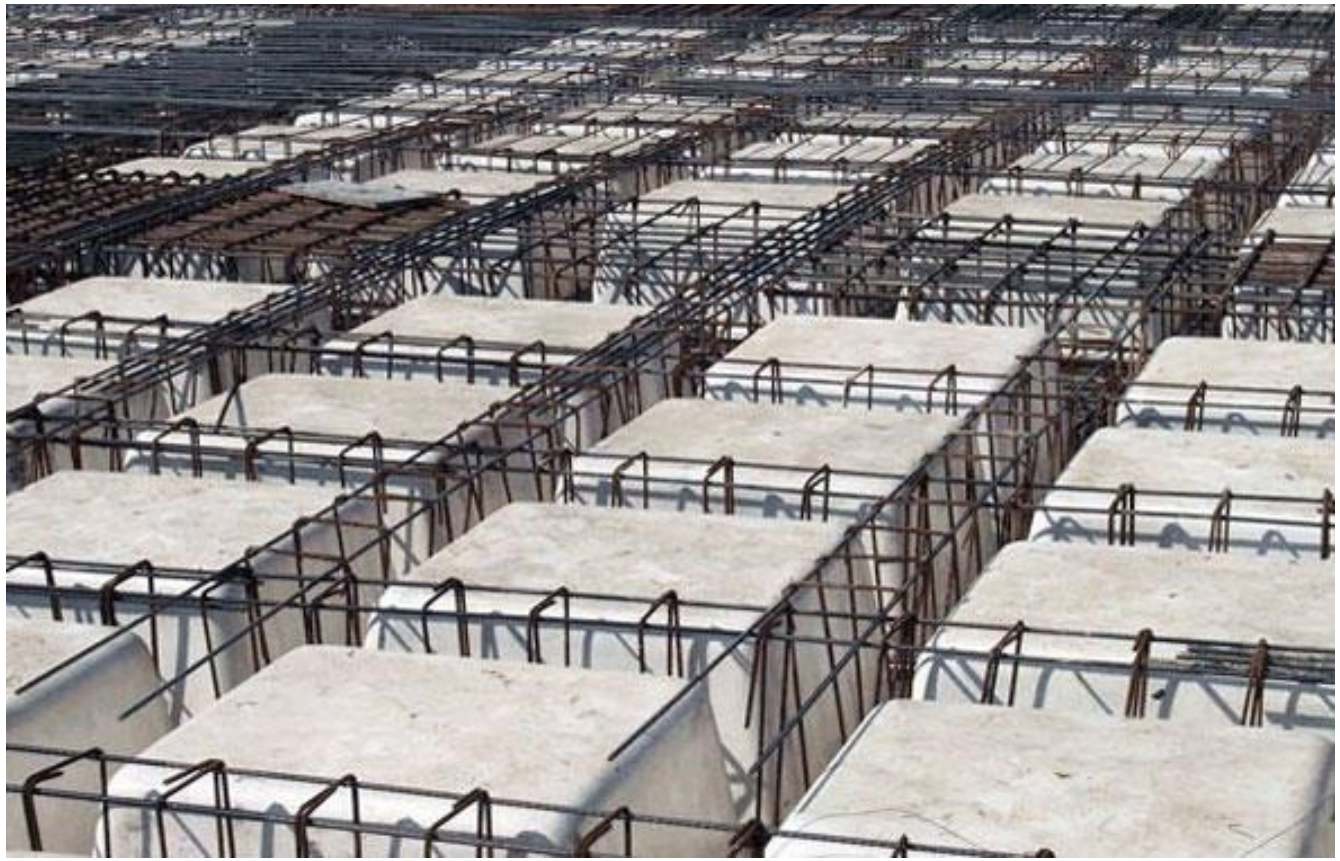
-These slabs also used where the structures require less formwork.

-Also, provide better diffusion of light to the plain roof surface.

Ribbed Slab:

Ribbed floors consisting of equally spaced ribs are usually supported directly by columns. They are either one-way spanning systems known as ribbed slab or a two-way ribbed system known as a waffle slab





Advantages of Ribbed slab:

Savings on weight and materials
Long spans
Attractive soffit appearance if exposed
Economical when reusable formwork pans used
Vertical penetrations between ribs are easy.

Disadvantages:

Depth of slab between the ribs may control the fire rating
Requires special or proprietary formwork
Greater floor-to-floor height
Large vertical penetrations are more difficult to handle

RB slabs: RB slab stands for a reinforced brick slab that is suitable for floorings and ceilings. RB slab is erected with steel reinforcement arranging spacing with the bricks. The construction cost of RB slab is less with regard to RC slab

Is RBC slab economical as compared to RCC?
Yes RBC slabs are slightly cheaper as compare to RCC slabs due to following reasons:
•Less concrete volume because of presence of bricks
•Less steel quantity because placement of bricks requires steel to placed at wider spans

What is the price difference in RBC & RCC slab cost?
RBC slabs are 24-30% cheaper as compare to RCC slabs. Suppose if cost of RCC slab is around 175-170 per cubic feet, RBC slab will cost around 125-130 Tk/cubic ft.

Is the strength of RBC slab same as that of RCC slab?
No! RCC slabs have much more strength as compared to RBC slabs the main reason due to which structural engineers never recommend RBC slabs.

Loads on Building:

There are two main types of load –

-Dead Loads (DL

-Live Loads (LL)

-Wind Load (WL)

-Snow Load (SL)

-Earthquake Load

-Thermal Loads

-Dynamic Loads

Thank You

MD. Hafijur Rahman
Instructor (Civil)
Barisal Polytechnic Institute
+8801747500976
hafij500976@gmail.com

Design of structure-2 (26474)

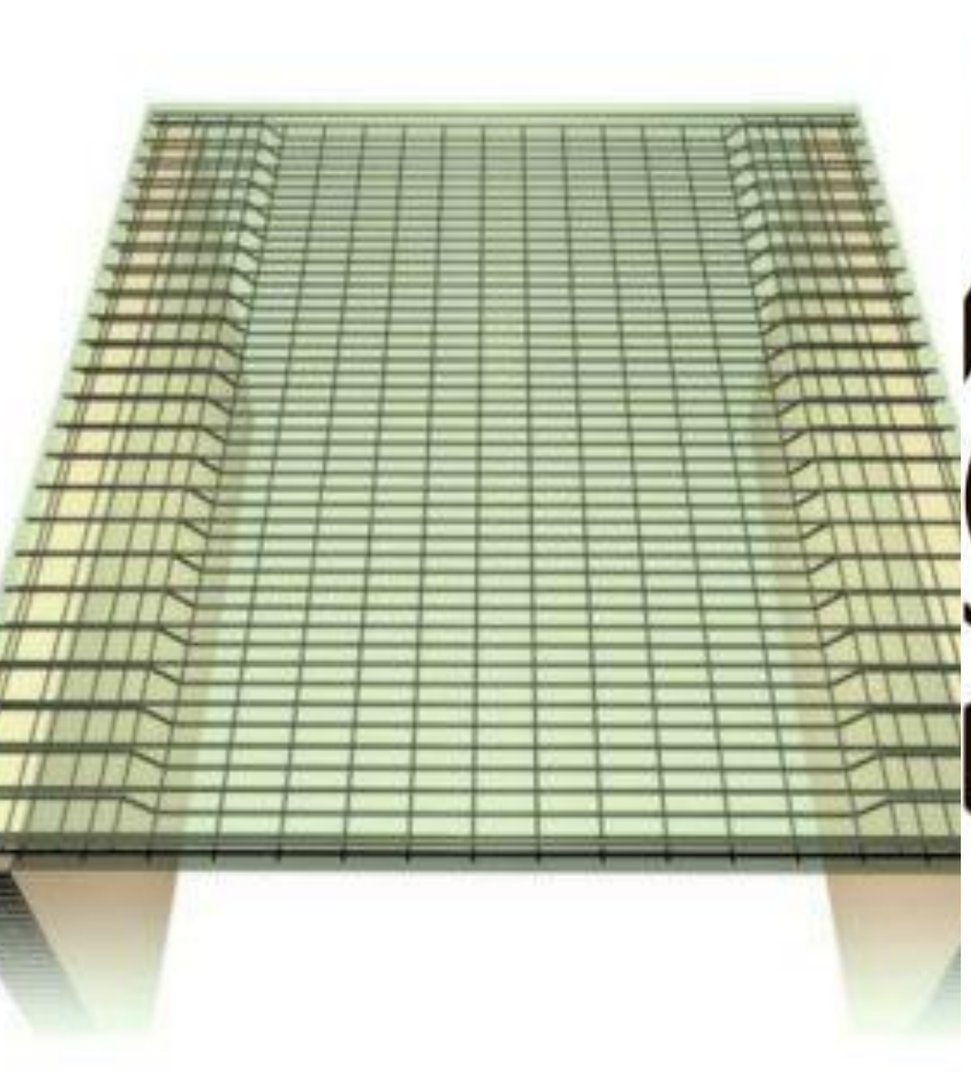
Class No-02
7th Semester-Civil Technology

Presentation Outline

- Minimum thickness of reinforced cement concrete one-way slab.

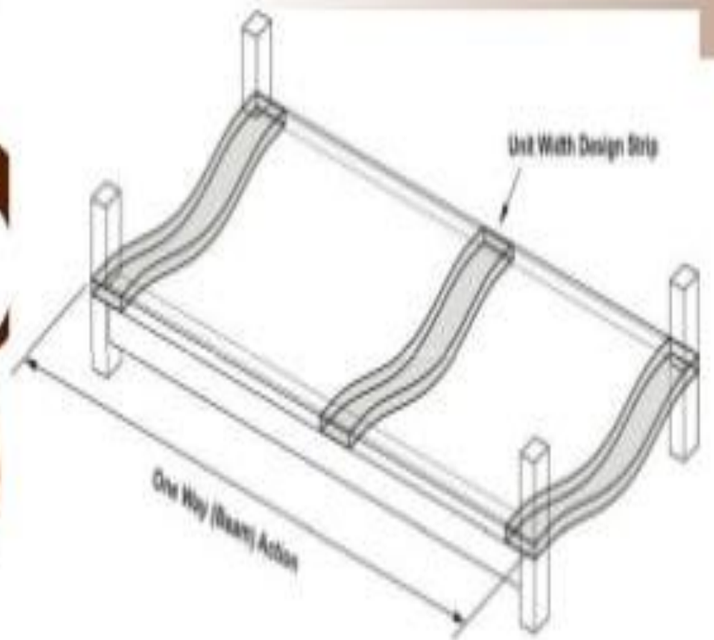
-Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-Mention the steps to be followed in designing reinforced cement concrete one-way slab.

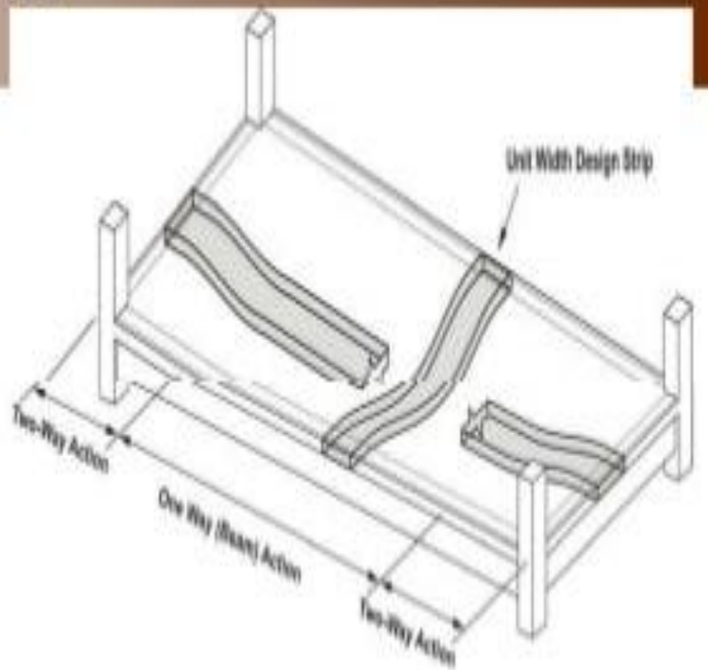


One Way Slab

LOADING OF ONE WAY SLAB



When slabs are supported on two opposite sides only loads being carried by the slab in the direction perpendicular to the supporting beams.



When supports are provided on all sides most of the load is carried in the short direction to the supporting beams and one way action is obtained.

ACI কোড (9.5.2.1) অনুযায়ী one way slab এর সর্বনিম্ন পুরুত্ব-

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{20}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{24}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{28}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10}$

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{25}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{30}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{35}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{12}$

Sl.No.	Support condition	Effective span
1	Simply supported not built integrally with its supports	Lesser of (i) clear span + effective depth of slab, and (ii) centre to centre of supports
2	Continuous when the width of the support is < $1/12^{th}$ of clear span	Do
3	Continuous when the width of the support is > lesser of $1/12^{th}$ of clear span or 600 mm (i) for end span with one end fixed and the other end continuous or for intermediate spans, (ii) for end span with one end free and the other end continuous, (iii) spans with roller or rocker bearings.	(i) Clear span between the supports (ii) Lesser of (a) clear span + half the effective depth of slab, and (b) clear span + half the width of the discontinuous support (iii) The distance between the centres of bearings
4	Cantilever slab at the end of a continuous slab	Length up to the centre of support
5	Cantilever span	Length up to the face of the support + half the effective depth
6	Frames	Centre to centre distance

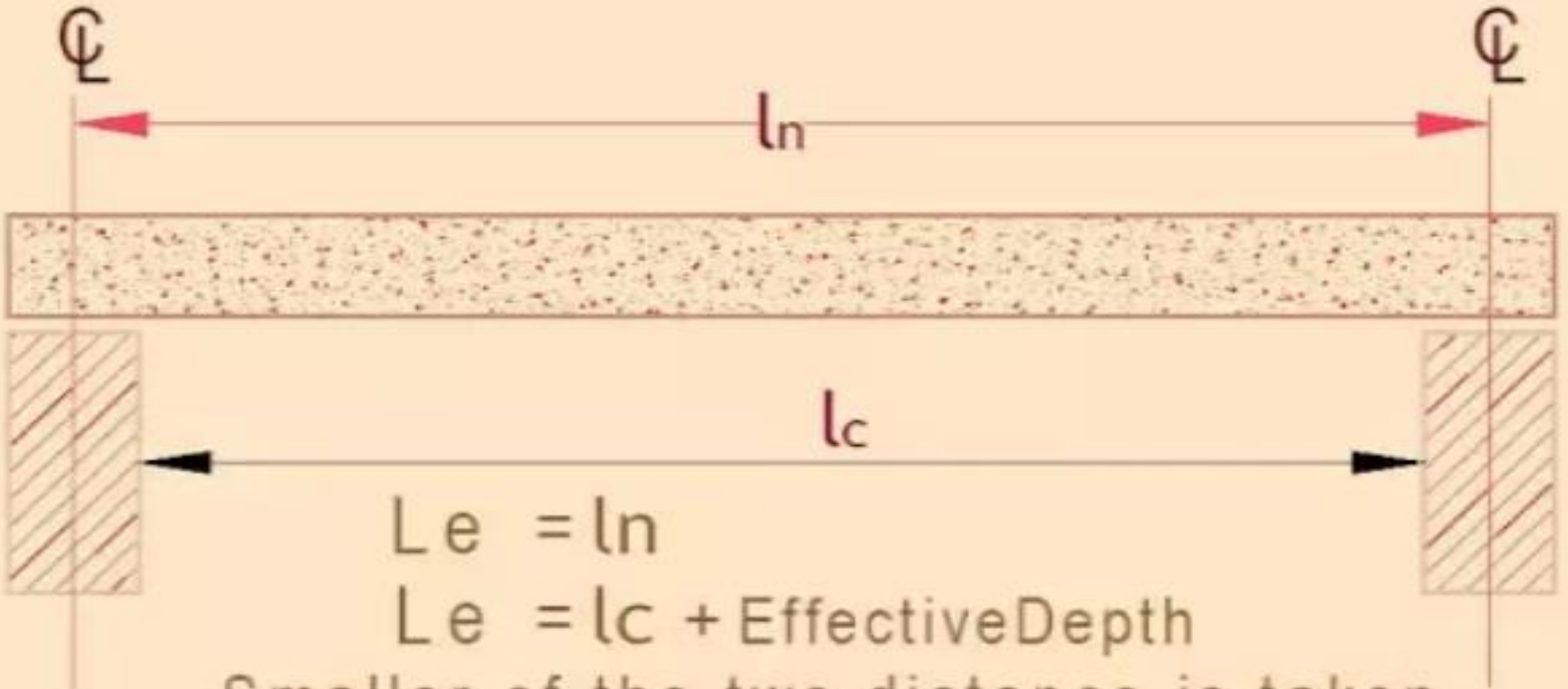


Fig:Effective span of simply supported beams.

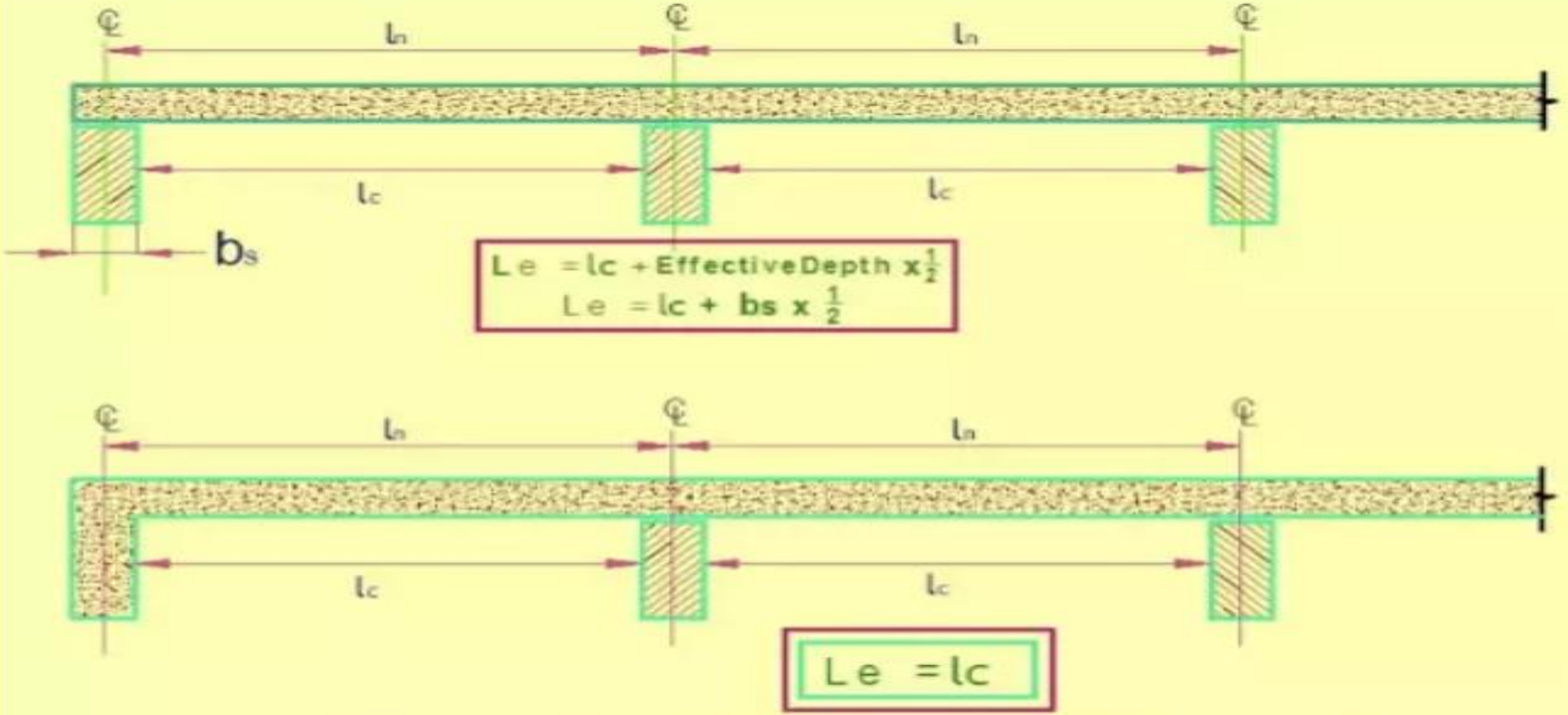


Fig: Effective span of continuous beams.

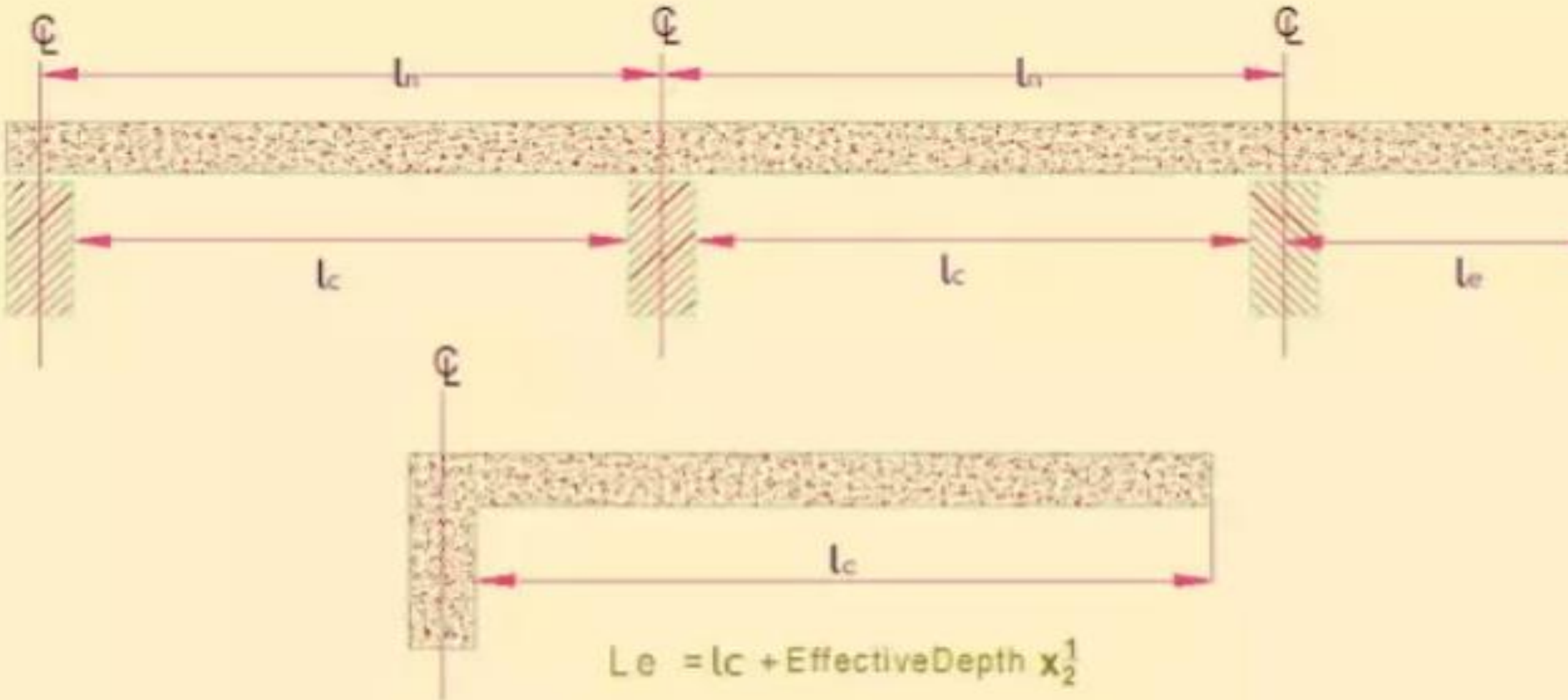


Fig:Effective span of cantilever beams.

Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-ঢালাই শক্ত হওয়ার পর কংক্রিটের সংকোচন হয়,

-তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য কংক্রিট সংকুচিত ও প্রসারিত হয় ফলে স্লাবে ফাটলের সৃষ্টি হয়,

-One way slab এর এক দিকে প্রধান রড ব্যাবহার হয় –(সে দিকে ফাটল সৃষ্টি হয় না)

-প্রধান রডের আড়াআড়ি তে ফাটলের সৃষ্টি হয় তা প্রতিরোধ করার জন্য যে reinforcement ব্যবহার হয় তাকে temperature bar বা shrinkage bar

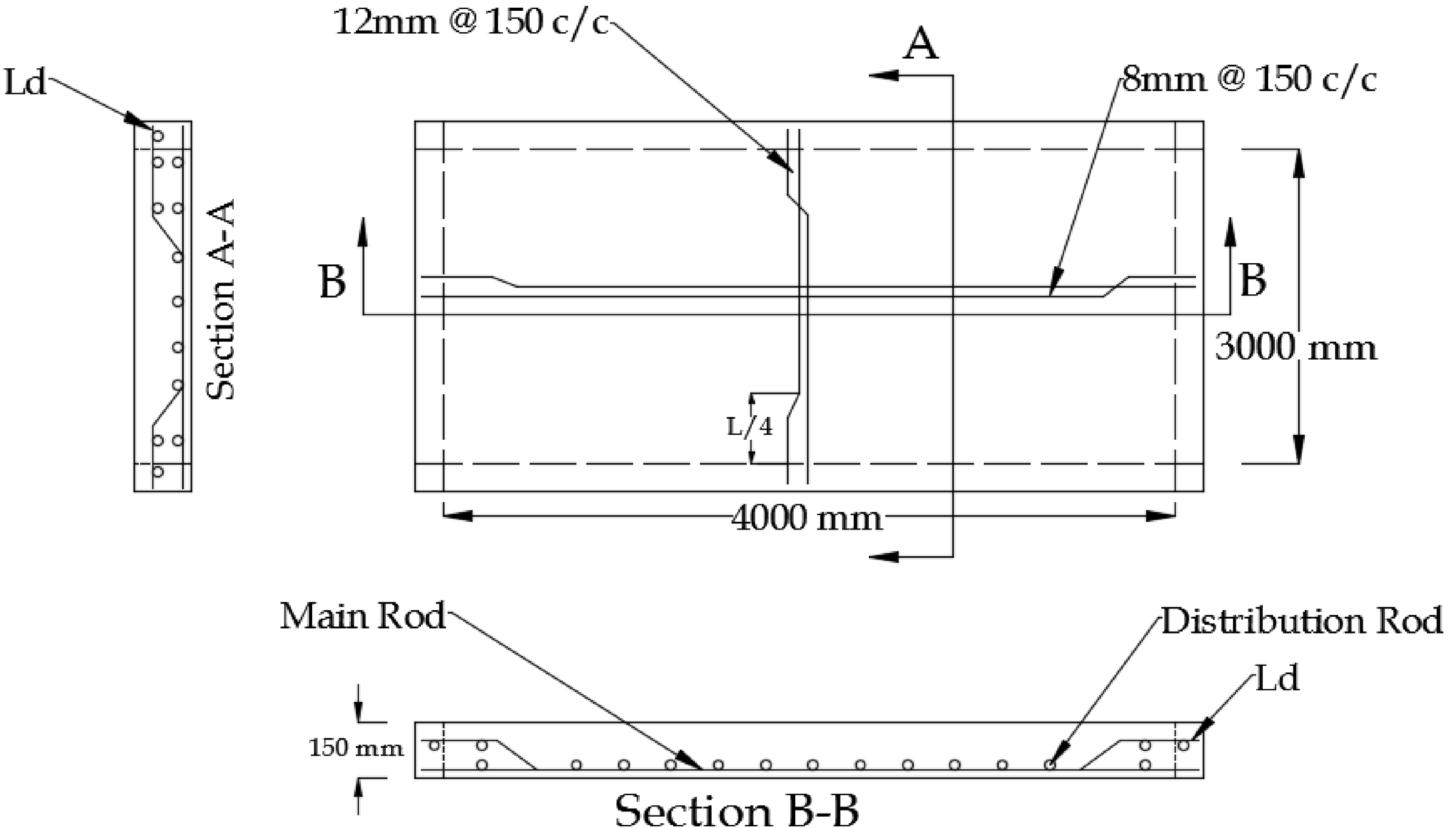
Plan bar-0.0025bt

-40 or 50 grade or (275 N/mm^2 -350 N/mm^2) =0.0020bt

-60 grade or (440 N/mm^2)=0.0018bt

>60 grade or (440 N/mm^2)= $\frac{0.0018*60000}{f_y}$bt,

b=100cm, t=total thickness of slab


12mm @ 150 c/c
A
8mm @ 150 c/c
Ld
Section A-A
B
B
3000 mm
L/4
4000 mm
Main Rod
Distribution Rod
Ld
150 mm
Section B-B

Design step of one way solid slab by WSD method:

Step-01: Design Load

- Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/25=10cm

*∴ 0.10m*1m*2400kg/m³= 2400kg/m*

- Live load –kg/m²=kg/m
- Floor finish- kg/m²=kg/m
- Partition wall- kg/m²=kg/m
- False celling- kg/m²=kg/m

Per meter load=w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Total Load=W=w*L=kg

Step-02: Maximum Shear force

Total load=W, kg

∴ Maximum S.F simple support slab= $\frac{W}{2}$=kg

Continuous portion =0.4W

Semi Continuous portion=0.60

Step-03: Maximum Bending Moment

- Simple support slab, M= $\frac{WL^2}{8} * 100$=kg.cm
- Continues support slab, M= $\frac{WL^2}{12} * 100$=kg.cm
- Semi Continues support M= $\frac{WL^2}{10} * 100$=kg.cm

Step-04: Depth of Slab

∴ Effective depth , $d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$,

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

b=100cm (assume 1 m strip)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

$A_s = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s}$ = cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^m shear stress, $q = \frac{V}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $q = \frac{V}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292\sqrt{fc'}$

If Vc > ($q = \frac{V}{bd}$) slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress, $u = \frac{V}{\sum_0 x j d}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for top bar=u= $\frac{0.292\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=24.4 kg/cm2

-for other, u= = $\frac{3.33\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=35.2 kg/cm2

Step-08: Area of Shrinkage Temperature Steel)

Plain Bar, As=0.0025bt

Deform bar, As=0.002bt

B= 1m strip of a slab=100cm

T=total slab thickness

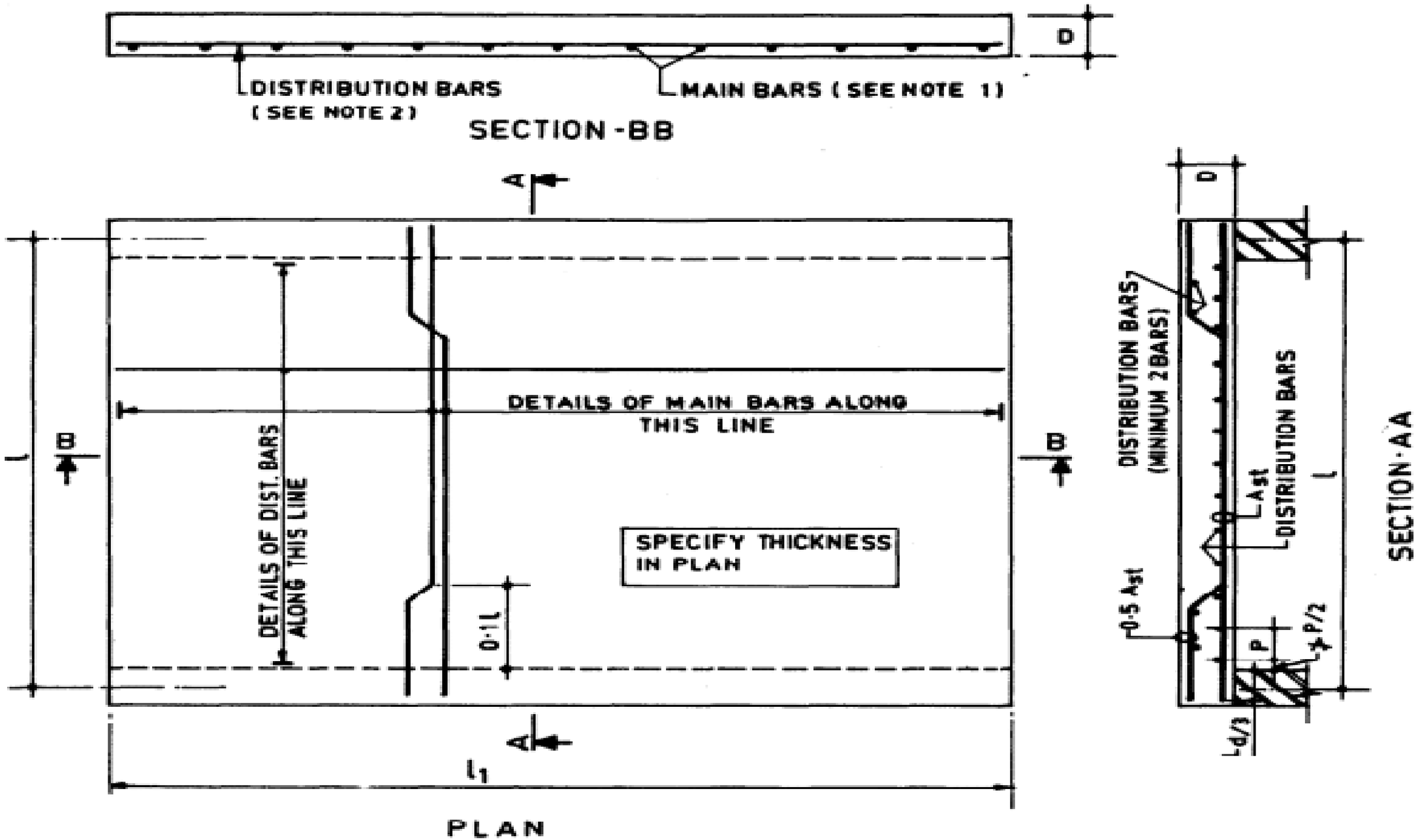
Spacing of temperature bar, S= $\frac{100}{As} * as =$

As= area of bar

ACI code , Maximum spacing =5 times of a slab

= not garter than 45 cm

Step-08: Detail sketch



Placing of Reinforcement

-The minimum clear spacing between parallel bars in a layer shall be equal to one bar diameter,

-but not less than 25 mm,

- 4/3 the maximum nominal size of coarse aggregate, whichever is larger.

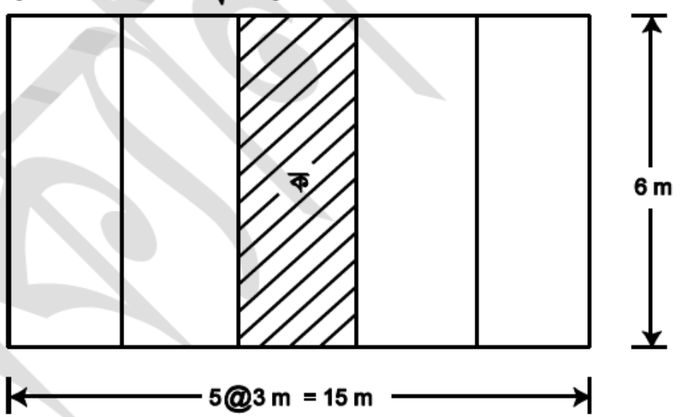
Thickness of the slab is decided based on span to depth ratio specified in IS456-2000. Minimum reinforcement is 0.12% for HYSD bars and 0.15% for mild steel bars. The diameter of bar generally used in slabs are: 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12mm and 16mm.

The maximum diameter of bar used in slab should not exceed 1/8 of the total thickness of slab. Maximum spacing of main bar is restricted to 3 times effective depth or 300 mm whichever is less. For distribution bars the maximum spacing is specified as 5 times the effective depth or 450 mm whichever is less

Minimum clear cover to reinforcements in slab depends on the durability criteria and this is specified in IS 456-200. Generally 15mm to 20mm cover is provided for the main reinforcements. Alternate main bars can be cranked near support or could be bent at 180^0 at the edge and then extended at the top inside the slab as shown in Fig.1. Curtailment and cranking of bars and is shown in Fig. 2.

উদাহরণ–২.১ : নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে চিত্রের 'ক' চিহ্নিত স্ল্যাবটির গভীরতা, টান রড ও তাপরোধক রডের পরিমাণ নির্ণয় কর। *[বাকাশিবো : '০০, '১৫]*

তথ্যাদি : লাইভ লোড = 450 কেজি/ব.মি, ফ্লোর ফিনিস = 125 কেজি/ব.মি.
সিলিং প্লাস্টার = 25 কেজি/ব.মি. $f'_c = 210$ কেজি/সে.মি.^{2}
$f_s = 1400$ কেজি/সে.মি.^{2} $n = 9$; $v_c = 0.292\sqrt{f'_c}$ u = স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী।



চিত্র-২.৩ :

সমাধান :

ধাপ-১ : ডিজাইন লোড নির্ণয় :

স্ল্যাবটি পুরোপুরি অবিচ্ছিন্ন একমুখী স্ল্যাব।

স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব, $t = \frac{L}{35} = \frac{3 \times 100}{35} = 8.57$ সে.মি. $\simeq 9$ সে.মি.

স্ল্যাবে সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ (Minimum Reinforcement in slab) :

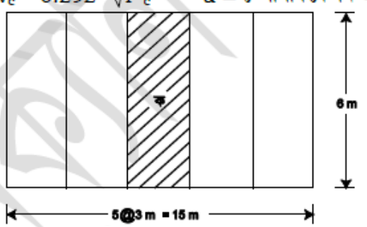
সলিড রিইনফোর্সড কংক্রিট স্ল্যাবের উভয় দিকে সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ হবে–

(i) প্লেইন বা মসৃণ বারের ক্ষেত্রে স্ল্যাবের ছেদিত অংশে কংক্রিটের মোট ক্ষেত্রফলের 0.25%।

(ii) উচ্চ শক্তিসম্পন্ন ডিফর্মড বারের ক্ষেত্রে কংক্রিটের মোট ক্ষেত্রফলের 0.12%।

উদাহরণ–২.১ : নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে চিত্রের 'ক' চিহ্নিত স্ল্যাবটির গভীরতা, টান রড ও তাপরোধক রডের পরিমাণ নির্ণয় কর। *[বাকাশিবো : '০০, '১৫]*

তথ্যাদি : লাইভ লোড = 450 কেজি/ব.মি, ফ্লোর ফিনিস = 125 কেজি/ব.মি.
সিলিং প্লাস্টার = 25 কেজি/ব.মি. f'_c = 210 কেজি/সে.মি.^{2}
f_s = 1400 কেজি/সে.মি.^{2} n = 9; $v_c = 0.292\sqrt{f'_c}$ u = স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী।



চিত্র-২.৩ :

সমাধান :

ধাপ-১ : ডিজাইন লোড নির্ণয় :

স্ল্যাবটি পুরোপুরি অবিচ্ছিন্ন একমুখী স্ল্যাব।

স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব, $t = \frac{L}{35} = \frac{3 \times 100}{35} = 8.57$ সে.মি. $\simeq$ 9 সে.মি.

আনুমানিক স্ল্যাবের পুরুত্ব, t = 3L = 3 × 3 = 9 সে.মি.

সুতরাং স্ল্যাবের পুরুত্ব, t = 9 সে.মি.

স্ল্যাবটি ডিজাইনের জন্য 3 মি. বরাবর 1 মি. প্রশস্ত একটি ফালি বিবেচনা করি।

(i) স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন	$= 1 \times \frac{9}{100} \times 2400$	= 216 kg/m
(ii) লাইভ লোড	= 1 × 450	= 450 kg/m
(iii) ফ্লোর ফিনিশ	= 1 × 125	= 125 kg/m
(iv) সিলিং প্লাস্টার	= 1 × 25	= 25 kg/m
	ডিজাইন লোড w	= 816 kg/m

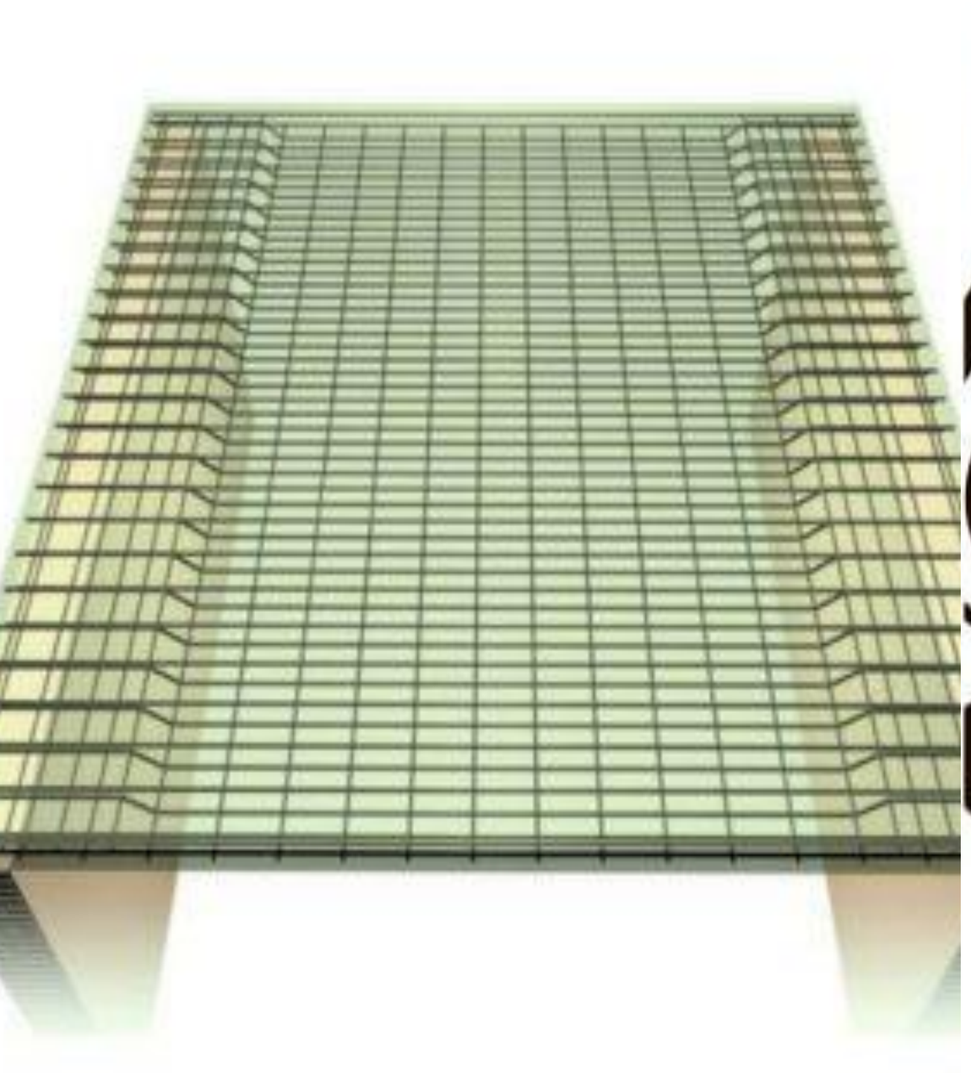
3 মিটার স্প্যানে মোট লোড W = wL = 816 × 3 = 2448 kg

Thank You

MD. Hafijur Rahman
Instructor (Civil)
Barisal Polytechnic Institute
+8801747500976
hafij500976@gmail.com

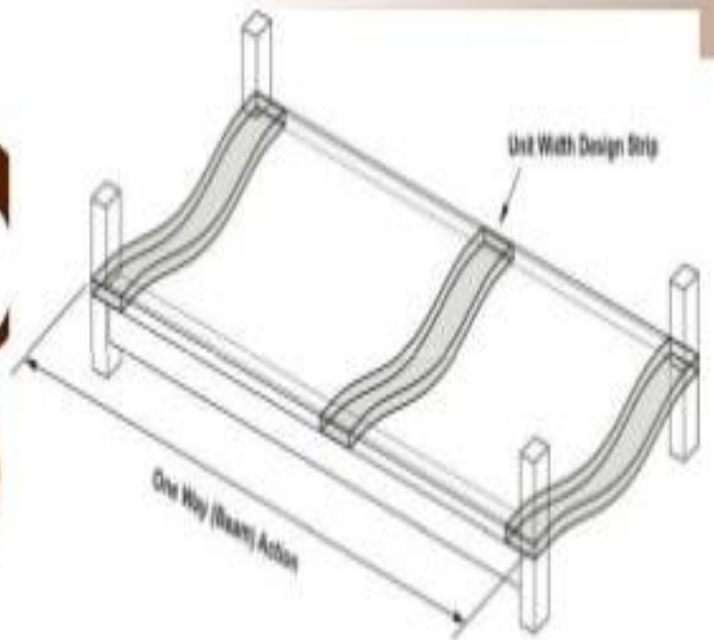
Design of structure-2 (26474)

Class No-03
7th Semester-Civil Technology

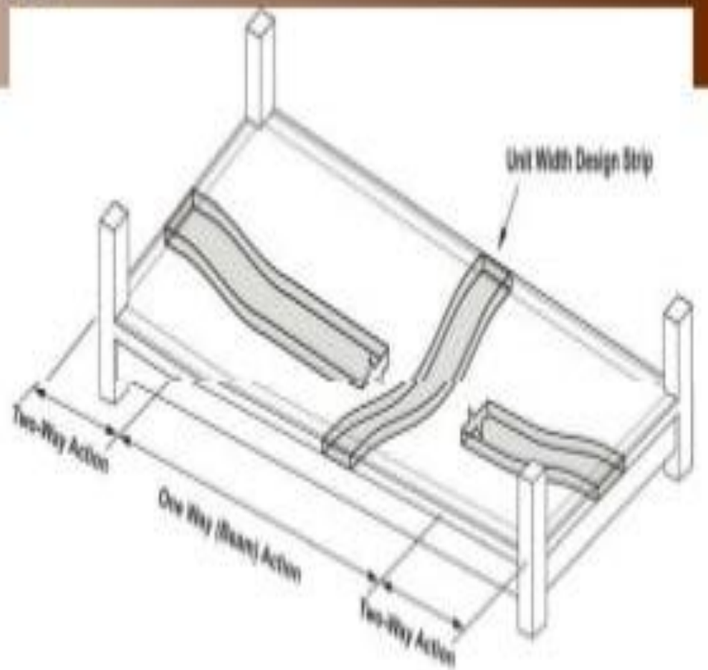


One Way Slab

LOADING OF ONE WAY SLAB



When slabs are supported on two opposite sides only loads being carried by the slab in the direction perpendicular to the supporting beams.



When supports are provided on all sides most of the load is carried in the short direction to the supporting beams and one way action is obtained.

Presentation Outline

- Minimum thickness of reinforced cement concrete one-way slab.

-Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-Mention the steps to be followed in designing reinforced cement concrete one-way slab.

ACI কোড (9.5.2.1) অনুযায়ী one way slab এর সর্বনিম্ন পুরুত্ব-(4200kg/cm^2 বা 60ksi বা 415MPa

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{20}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{24}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{28}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10}$

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{20} * 0.80 = \frac{L}{25}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{24} * 0.80 = \frac{L}{30}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{28} * 0.80 = \frac{L}{35}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10} * 0.80 = \frac{L}{12}$

যদি fy এর মান 60 Grade থেকে বেশি বা কম হলে ACI Code এর মানের সাথে গুন করতে হবেঃ

$$0.40 + \frac{fy(\text{kg/cm}^2)}{7000}$$

$$0.40 + \frac{fy\ (Ksi)}{100}$$

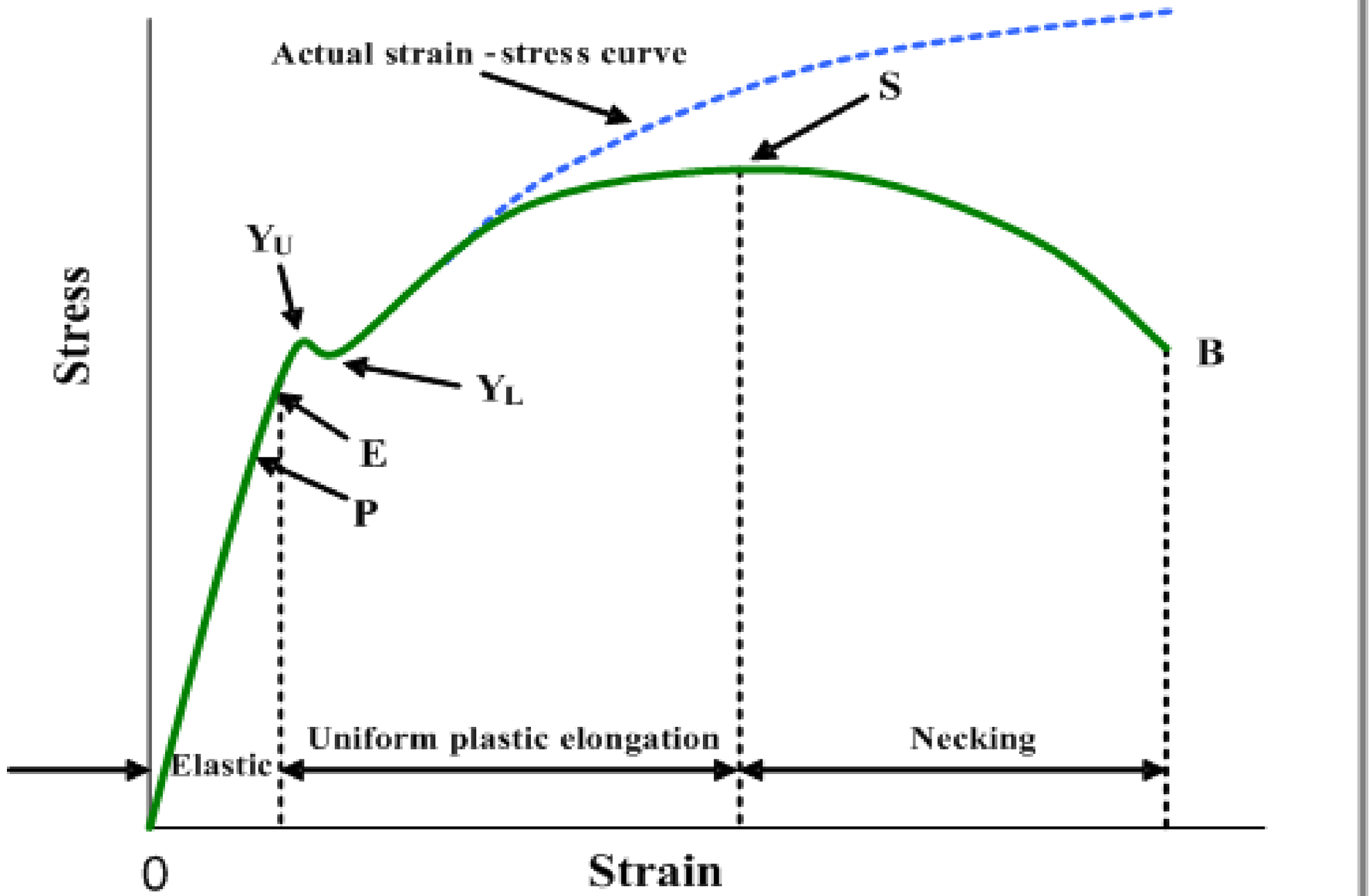
$$0.4 + \frac{fy\ (Mpa)}{700}$$

1 MPa=10.1972 kg/cm^2

1 MPa=145.038 Psi

1 kg/cm^2=14.22 Psi

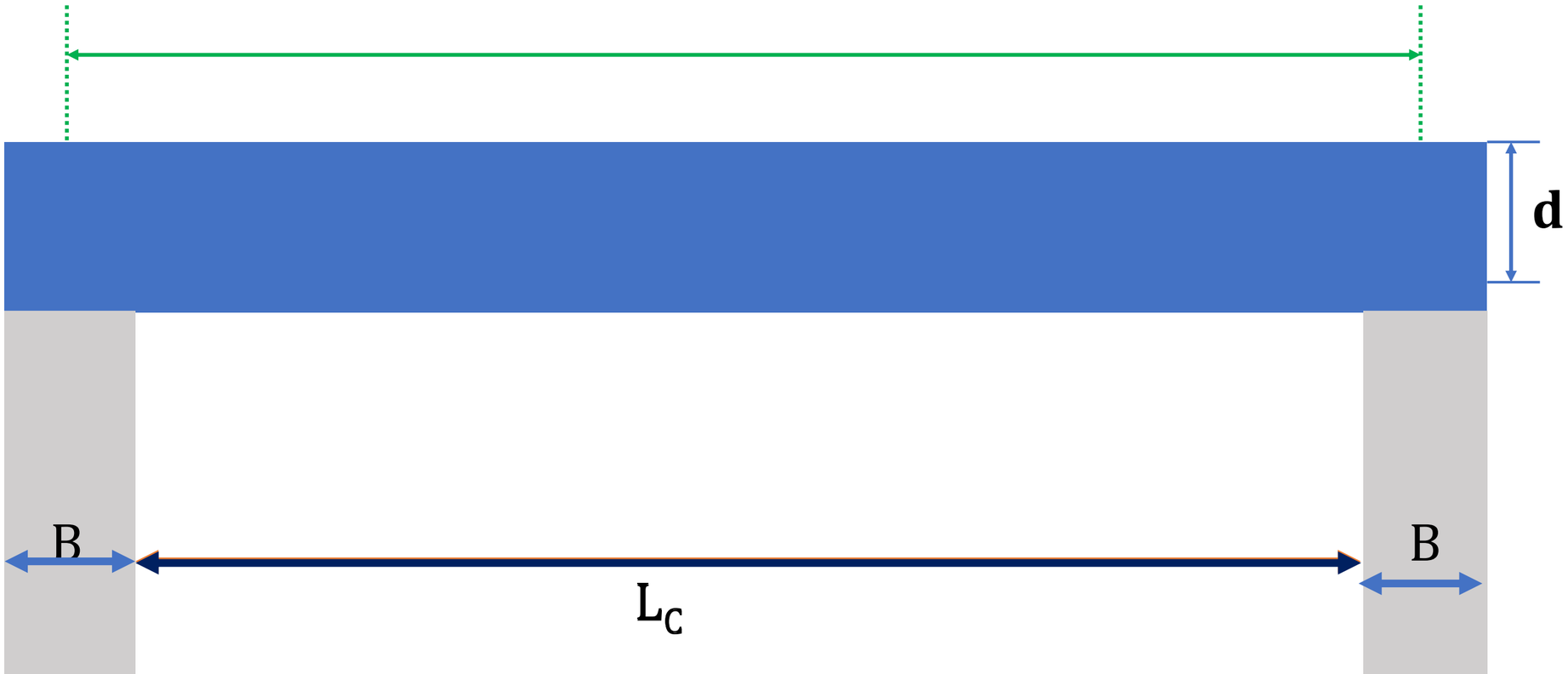
Stress-Strain diagram for mild steel



www.substech.com

Sl.No.	Support condition	Effective span
1	Simply supported not built integrally with its supports	Lesser of (i) clear span + effective depth of slab, and (ii) centre to centre of supports
2	Continuous when the width of the support is < $1/12^{th}$ of clear span	Do
3	Continuous when the width of the support is > lesser of $1/12^{th}$ of clear span or 600 mm (i) for end span with one end fixed and the other end continuous or for intermediate spans, (ii) for end span with one end free and the other end continuous, (iii) spans with roller or rocker bearings.	(i) Clear span between the supports (ii) Lesser of (a) clear span + half the effective depth of slab, and (b) clear span + half the width of the discontinuous support (iii) The distance between the centres of bearings
4	Cantilever slab at the end of a continuous slab	Length up to the centre of support
5	Cantilever span	Length up to the face of the support + half the effective depth
6	Frames	Centre to centre distance

সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবেঃ

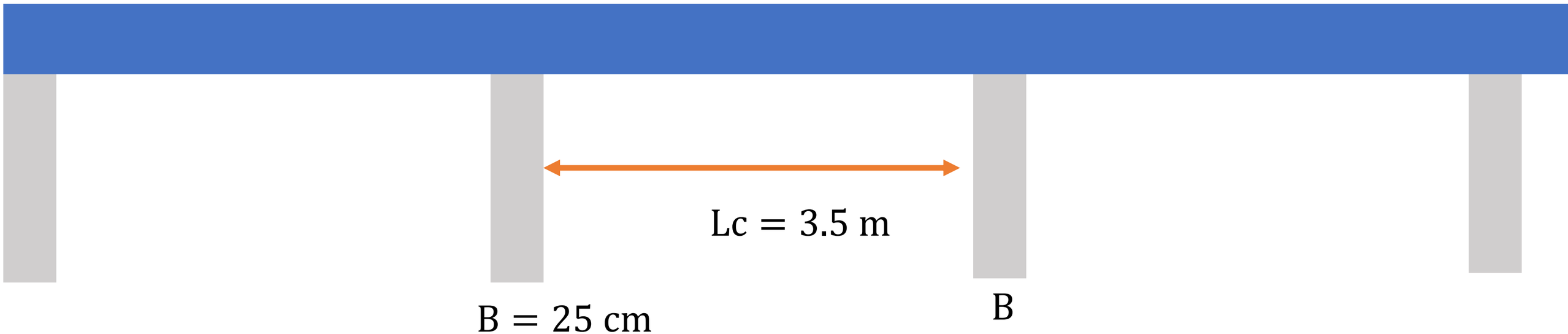


Simple supported i) LC + B/2+B/2

ii) L_C+d

ছোট মান টি হবে স্লাবের কার্যকরী দৈর্ঘ্য L

অবিচ্ছিন্ন স্লাবের ক্ষেত্রঃ Support is $< \frac{L}{12}$



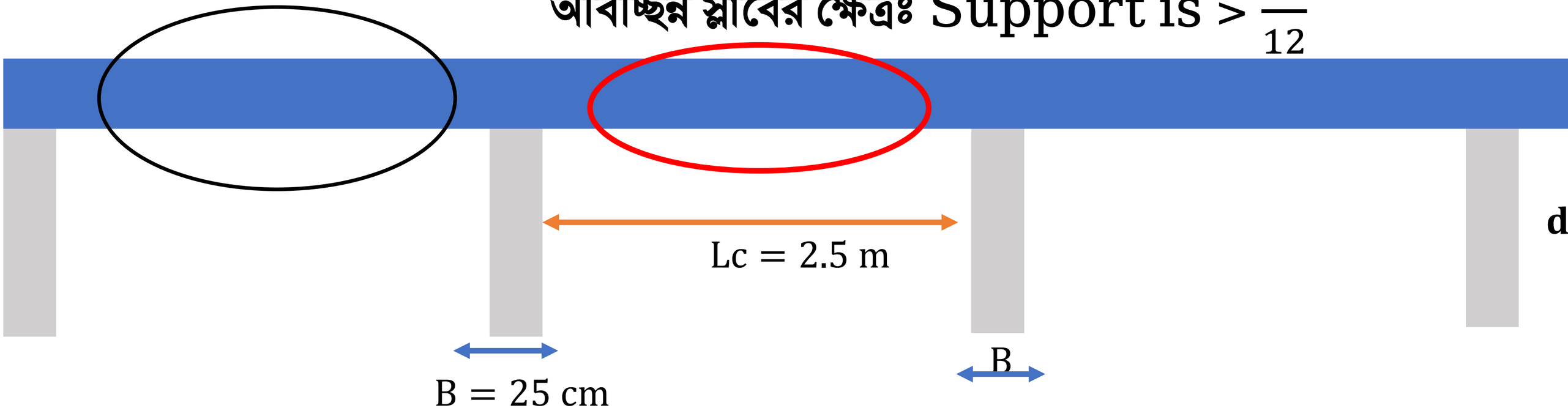
অবিচ্ছিন্ন স্লাবের সাপোর্টের পুরুত্ব যদি মুক্ত দৈর্ঘ্য $\frac{L}{12}$ এর চেয়ে ছোট হলে ,

$B < \frac{L}{12}$

$25\ \text{cm} < \frac{3.5*100}{12} = 29.16\ \text{cm}$

(সাধারন ভাবে স্থাপিত বীমের শর্ত হবে)

অবিচ্ছিন্ন স্লাবের ক্ষেত্রঃ Support is > $\frac{L}{12}$



i) মধ্যবর্তী স্পানের জন্য – L_C

ii) প্রান্ত স্প্যানের জন্য, এক প্রান্ত মুক্ত অপর প্রান্ত অবিচ্ছিন্ন হলে

মান টি হবে

i) LC + B/2

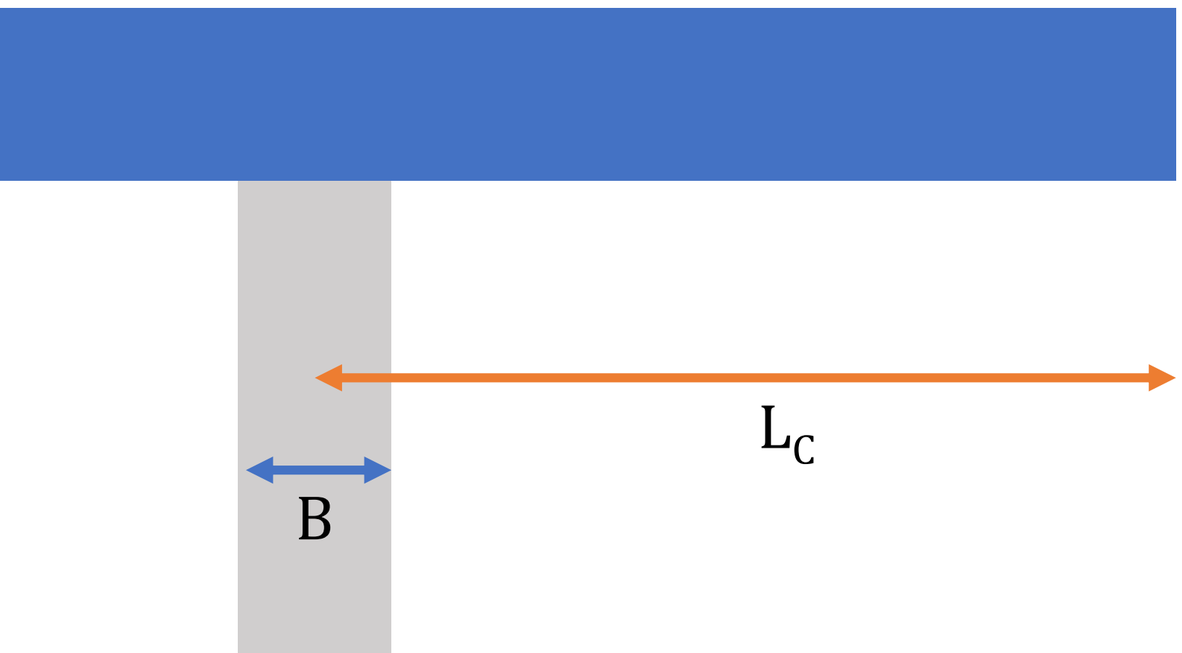
ii) L_C+d/2

ছোট মান টি হবে স্লাবের কার্যকরী দৈর্ঘ্য L

অবিচ্ছিন্ন স্লাবের সাপোর্টের পুরুত্ব যদি মুক্ত দৈর্ঘ্য $\frac{L}{12}$ এর চেয়ে বড় হলে ,

$B > \frac{L}{12}$, 25 cm> $\frac{2.5*100}{12}$ =20.88 cm

ক্যান্টিলিবার স্লাবেঃ



Cantiliver supported i) LC + B/2

Cantiliver supported i) LC + d/2

$$\text{Spacing, s} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সংখ্যা}} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\frac{\text{মোট স্টীলের ক্ষেত্রফল}}{\text{একটি রডের ক্ষেত্রফল}}} = \frac{b}{\frac{A_s}{a_s}} = \frac{100}{\frac{A_s}{a_s}} = \frac{100a_s}{A_s} \text{ cm c/c}$$

100 m দৈর্ঘ্য 10 টি গাছ লাগাতে হলে কত দূর পর পর

গাছ লাগেতে হবে $= \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সংখ্যা}} = \frac{100}{10} = 10$টি

Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-ঢালাই শক্ত হওয়ার পর কংক্রিটের সংকোচন হয়,

-তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য কংক্রিট সংকুচিত ও প্রসারিত হয় ফলে স্লাবে ফাটলের সৃষ্টি হয়,

-One way slab এর এক দিকে প্রধান রড ব্যাবহার হয় –(সে দিকে ফাটল সৃষ্টি হয় না)

-প্রধান রডের আড়াআড়ি তে ফাটলের সৃষ্টি হয় তা প্রতিরোধ করার জন্য যে reinforcement ব্যবহার হয় তাকে temperature bar বা shrinkage bar

Plan bar-0.0025bt

-40 or 50 grade or (275 N/mm^2 -350 N/mm^2) =0.0020bt

-60 grade or (420 N/mm^2)=0.0018bt

>60 grade or (420 N/mm^2)= $\frac{0.0018*60000}{f_y}$bt,

No case is the reinforcement ratio less than 0.0144

b=100cm, t=total thickness of slab

Design step of one way solid slab by WSD method:

Step-01: Design Load

- Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/25=10cm

*∴ 0.10m*1m*2400kg/m^{3}= 2400kg/m*

- Live load –kg/m^2=kg/m
- Floor finish- kg/m^2=kg/m
- Partition wall- kg/m^2=kg/m
- False celling- kg/m^2=kg/m

Per meter load=w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Total Load=W=w*L=kg

Step-02: Maximum Shear force

Total load=W, kg

∴ Maximum S.F simple support slab= $\frac{W}{2}$=kg

Continuous portion =0.4W

Semi Continuous portion=0.60W

Step-03: Maximum Bending Moment

- Simple support slab, M= $\frac{WL}{8} * 100$=kg.cm
- Continues support slab, M= $\frac{WL}{12} * 100$=kg.cm
- Semi Continues support M= $\frac{WL}{10} * 100$=kg.cm

Step-04: Depth of Slab

∴ Effective depth , $d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$,

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

b=100cm (assume 1 m strip)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

$A_s = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s}$ = cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^{m} shear stress, $v = \frac{V}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $v = \frac{Vcr}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292\sqrt{f c'}$

If $Vc > (V = \frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress, $u = \frac{V}{\sum_0 jd}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for top bar=u= $\frac{2.92\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=24.4 kg/cm2

-for other, u= = $\frac{3.33\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=35.2 kg/cm2

Step-08: Area of Shrinkage Temperature Steel)

Plain Bar, As=0.0025bt

Deform bar, As=0.002bt

B= 1m strip of a slab=100cm

T=total slab thickness

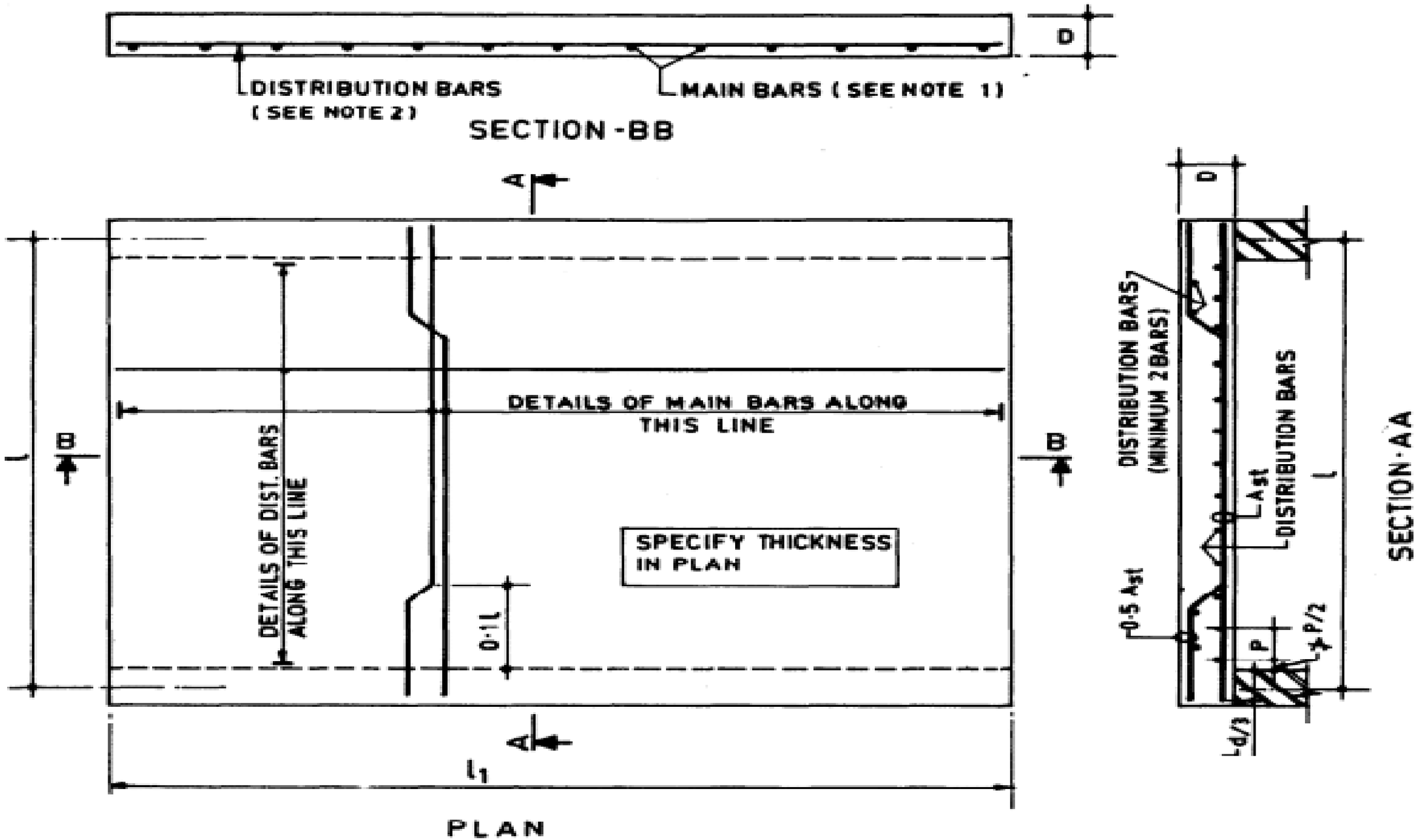
Spacing of temperature bar, S= $\frac{100}{As} * as =$

As= area of bar

ACI code , Maximum spacing =5 times of a slab

= not garter than 45 cm

Step-08: Detail sketch



Placing of Reinforcement

-The minimum clear spacing between parallel bars in a layer shall be equal to one bar diameter,

-but not less than 25 mm,

- 4/3 the maximum nominal size of coarse aggregate, whichever is larger.

Thickness of the slab is decided based on span to depth ratio specified in IS456-2000. Minimum reinforcement is 0.12% for HYSD bars and 0.15% for mild steel bars. The diameter of bar generally used in slabs are: 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12mm and 16mm.

The maximum diameter of bar used in slab should not exceed 1/8 of the total thickness of slab. Maximum spacing of main bar is restricted to 3 times effective depth or 450 mm whichever is less. For distribution bars the maximum spacing is specified as 5 times the effective depth or 450 mm whichever is less

Minimum clear cover to reinforcements in slab depends on the durability criteria and this is specified in IS 456-200. Generally 15mm to 20mm cover is provided for the main reinforcements. Alternate main bars can be cranked near support or could be bent at 180^0 at the edge and then extended at the top inside the slab as shown in Fig.1. Curtailment and cranking of bars and is shown in Fig. 2.

ACI কোড (9.5.2.1) অনুযায়ী one way slab এর সর্বনিম্ন পুরুত্ব- (4200kg/cm^2 বা 60ksi বা 415MPa

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{20}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{24}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{28}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10}$

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{25}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{30}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{35}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{12}$

Step-01: Design Load

- Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/25=10cm
∴ 0.10m∗1m∗2400kg/m$^{3=}$ 2400kg/m

- Live load –kg/m^2=kg/m
- Floor finish- kg/m^2=kg/m
- Partition wall- kg/m^2=kg/m
- False celling- kg/m^2=kg/m

Per meter load,w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Total Load=W=w∗L=kg

Step-01:Ultimate Load

Self weight of slab *(According to ACI Code)*
Simple supported slab=L/25=10cm
∴ 0.10m∗1m∗2400kg/m$^{3=}$ 2400kg/m

FF- kg/m^2=kg/m
P.W- kg/m^2=kg/m
F.C- kg/m^2=kg/m
……
Dead load=w=Self.w+FF+PW+FC =kg/m
Live load –kg/m^2=kg/m

Ultimate load, Wu=1.2DL+1.6LL

Total load=Wu∗L=kg

Step-02: Maximum Shear force

Total load=W, kg

:. Maximum S.F simple support slab= $\frac{W}{2}$=kg

Continuous portion =0.4W

Semi Continuous portion=0.60W

Step-03:Maximum Bending Moment

- Simple support slab, M= $\frac{WL}{8} * 100$=kg.cm
- Continues support slab, M= $\frac{WL}{12} * 100$=kg.cm
- Semi Continues support M= $\frac{WL}{10} * 100$=kg.cm

Step-02: **Ultimate** Shear force

Total load=W, kg

:. Maximum S.F simple support slab= $\frac{W}{2}$=kg

Continuous portion =0.4W

Semi Continuous portion=0.60

Step-03: **Ultimate** Bending Moment

- Simple support slab, M= $\frac{WL}{8} * 100$=kg.cm
- Continues support slab, M= $\frac{WL}{12} * 100$=kg.cm
- Semi Continues support M= $\frac{WL}{10} * 100$=kg.cm

Step-04: Depth of Slab

$\therefore$ Effective depth , $d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$,

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

$b = 100cm$ (assume 1 m strip)

$D = d + \frac{1}{2} * \text{dia of rod} + \text{Clear Covering}$

Step-04: Depth of Slab

Balance Steel ratio, $\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6117}{6117+fy}$

ACI code =0.85, যখন $f'c \leq 281\ kg/cm^2$ যদি $f'c$ এর মান $\geq 281\ kg/cm^2$ হয় তবে প্রতি $70\ kg/cm^2$ জন্য 0.05 হারে কমবে, কিন্তু 0.65 এর কম হবে না।

$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * \frac{f'_c - 281}{70}$ এবং $0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$

$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$

Steel ratio , $\rho \leq \rho max$

Nominal Flexural Strength, $Mn = \rho * f_y bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$

$Mu = \emptyset Mn = \emptyset\rho * f_y bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\emptyset\rho * fy\, bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)}}$$

Total depth, $D = d + \frac{\text{Dia of road}}{2} + \text{Clear Cover}$

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

$A_s = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s}$ = cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

$A_s = \frac{Mu}{\emptyset fy * (d - \frac{a}{2})}$,

$$a = \frac{A_s * fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{\rho bd * fy}{0.85 * f'c * b} = \frac{\rho d * fy}{0.85 * f'c} = cm^2$$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s}$ = cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^{m} shear stress, $q=\frac{V}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $q=\frac{V}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc=0.292\sqrt{fc'}$

If Vc> $(q=\frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-06: Shear Stress

shear stress,$qu=\frac{V_u\,(Critical)}{bd}$

for d distance from support,

$V_u\,(Critical)=V_u - W_u * \frac{d}{100}$

Allowable shear stress for concrete

$Vcu=0.53 * \emptyset * \sqrt{fc'}$

If Vcu> $(qu=\frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress, $u=\frac{V}{\Sigma_0 jd}$

Here, $\Sigma_0=N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S}=\frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for top bar=u= $\frac{2.92\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=24.4 kg/cm2

-for other, u= = $\frac{3.33\sqrt{fc'}}{D}$ maxi=35.2 kg/cm2

Step-07: Check for Bond Stress

Maximum shear=Vu

$U_u=\frac{V_u}{\sum_0 \emptyset\, jd}$

Here, $\Sigma_0=N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S}=\frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

$a=\frac{A_s * fy}{0.85 * f'c * b}$

$jd=d-\frac{a}{2}$

Ultimate Bond stress, Uall= $\frac{6.39*\sqrt{fc'}}{D}$, maximum >56.2 kg/cm^2

-

Maximum shear=Vu

$\Sigma_0=\frac{V_u}{\emptyset U all * jd}$

or, $N\pi d=\frac{V_u}{\emptyset U all * (d-\frac{a}{2})}$

$\frac{b}{S} * \pi d=\frac{V_u}{\emptyset U all * (d-\frac{a}{2})}$

S= c/c

Step-08: Area of Shrinkage Temperature Steel)

Plain Bar, As=0.0025bt

Deform bar, As=0.002bt

B= 1m strip of a slab=100cm

T=total slab thickness

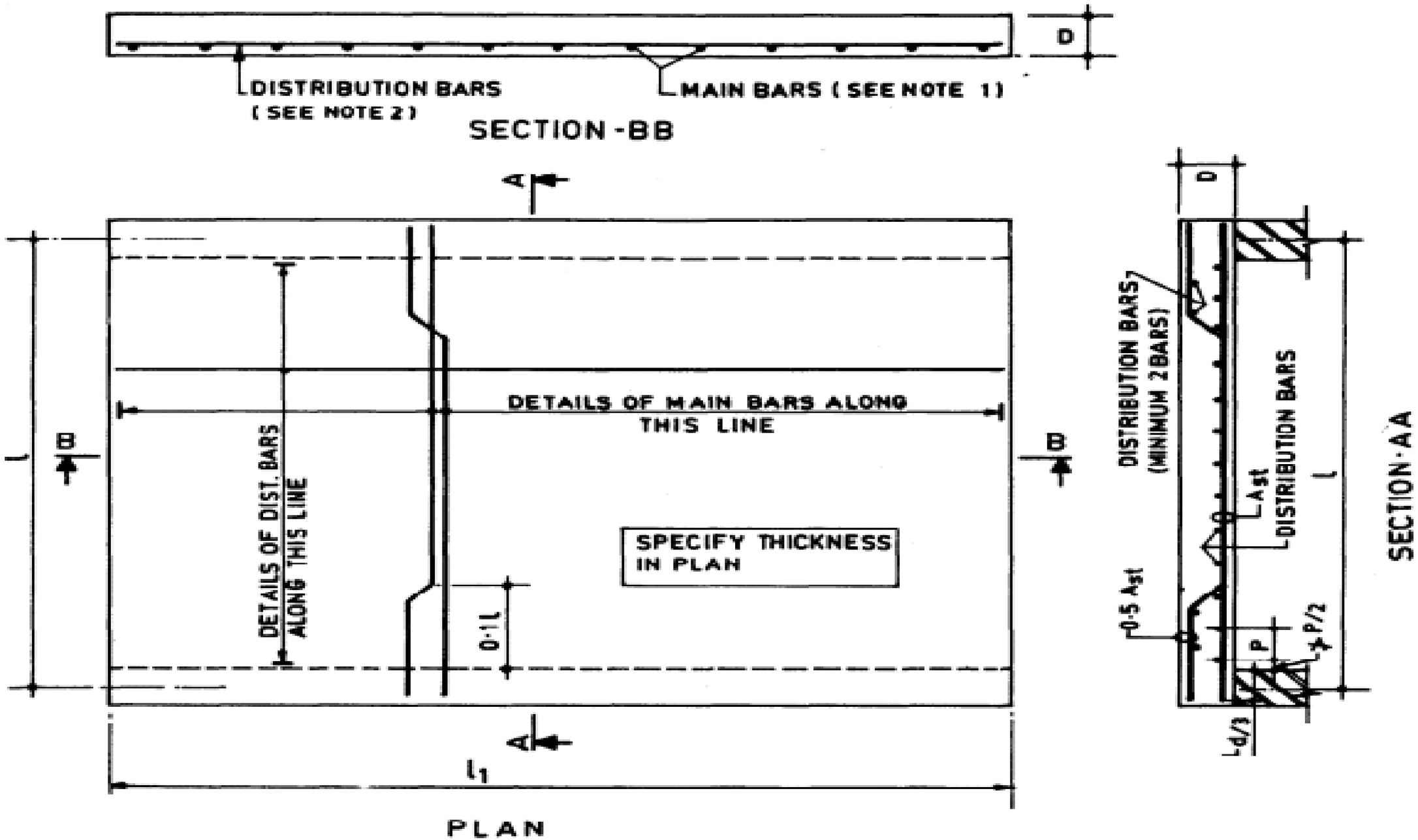
Spacing of temperature bar, S= $\frac{100}{As} * as =$

As= area of bar

ACI code , Maximum spacing =5 times of a slab

= not garter than 45 cm

Step-08: Detail sketch



Thank You

MD. Hafijur Rahman
Instructor (Civil)
Barisal Polytechnic Institute
+8801747500976
hafij500976@gmail.com

Design of structure-2 (26474)

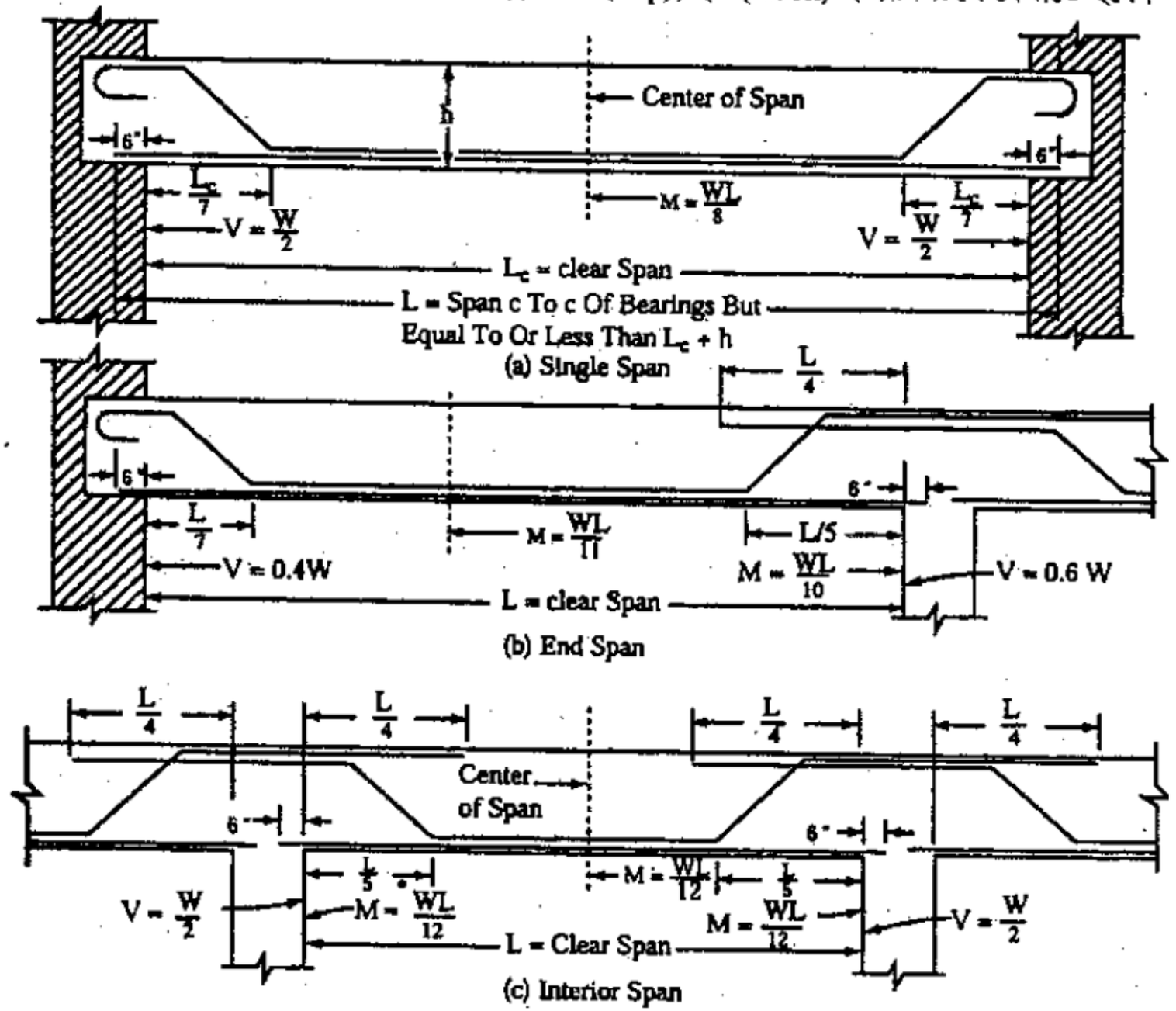
Class No-04
7th Semester-Civil Technology

Presentation Outline

- Minimum thickness of reinforced cement concrete one-way slab.

-Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-Mention the steps to be followed in designing reinforced cement concrete one-way slab.

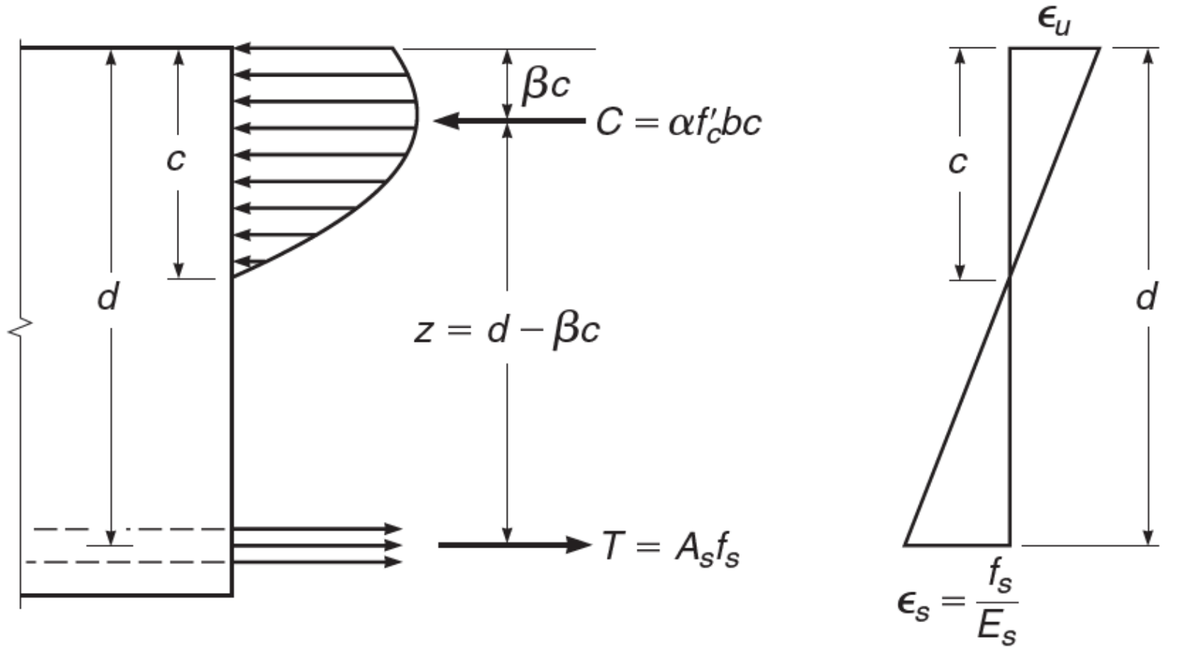

Center of Span
h
6"
$\frac{L_c}{7}$
$V = \frac{W}{2}$
$M = \frac{WL}{8}$
L_c = clear Span
L = Span c To c Of Bearings But
Equal To Or Less Than $L_c + h$
(a) Single Span
$\frac{L}{4}$
$\frac{L}{7}$
$V = 0.4W$
$M = \frac{WL}{11}$
L/5
$M = \frac{WL}{10}$
$V = 0.6\ W$
L = clear Span
(b) End Span
Center
of Span
$\frac{L}{5}$
$M = \frac{WL}{12}$
L = Clear Span
(c) Interior Span

চিত্র ঃ ১২.১

USD পদ্ধতিতে বীমের ফ্লেকচার সূত্রটি নোটেশন সহ প্রমান কর।

$$M_n = \rho * f_y bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$$

FIGURE 4.5
Stress and strain distributions at ultimate load.



d= বীমের কর্যকারী গভীরতা
b= বীমের প্রস্থ,
c = চাপ এলাকার সর্বোচ্চ বিন্দু থেকে থেকে নিরপেক্ষ অক্ষ পর্যন্ত দূরত্ব
β = বীমের প্রকৃত চাপ পীড়ন চিত্রের উপরে ভাগ হতে চাপ পীড়নের লব্ধি বলের দুরত্বের অনুপাত
C= কংক্রিটের চাপ চাপ পীড়নের লব্ধি বল
T= স্টীলের চাপ পীড়নের লব্ধি বল
α= কংক্রিটের গড় চাপ শক্তি ও সর্বোচ্চ চাপশক্তির অনুপাত
$f'c$=কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি,
As= টেনশন রডের ক্ষেত্রফল
fs= স্টীলের টান পীড়ন

ϵ_u= কংক্রীটের বিকৃতি
ϵ_s= স্টীলের বিকৃতি
Es= স্টিলের মডুলাস ইলাস্টিসিটি
ρ= স্টীল রেশিও
ρ_b= সুষম স্টীল রেশিও
Mu= সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট
Mn=নমিনাল রেজিস্টিং মোমেন্ট

বীমেরে চাপ এলাক=bc
মোট চাপ বলের পরিমান= $f_{av} bc$

$$\therefore \alpha = \frac{f_{av}}{f'_c}$$

$C = \alpha f'c * bc$
βc = বহিস্থ কম্পেশন ফাইবার C এবং এর মধ্যবর্তী দুরত্ব
কংক্রীটের চাপ পীড়নের উপর α এবং β এর মানের উপর নির্ভর শীল

$\alpha = 0.72$ যখন $f_c' \leq 280$ কেজি/বর্গসেমি হয় এবং f_c' এর মান বৃদ্ধি পেয়ে প্রতি 70 কেজি/বর্গসেমি এর জন্য 0.04 হারে কমতে থাকবে। তবে f_c' এর মান 560 কেজি/বর্গসেমি পর্যন্ত হ্রাস করা চলবে। কিন্তু f'_c এর মান 560 কেজি/বর্গসেমি এর বেশি হলে $\alpha = 0.56$ হবে অর্থাৎ $f_c' > 560$ কেজি/বর্গসেমি, $\alpha = 0.56 =$ ধ্রুব (Constant)।

$\beta = 0.425$ যখন $f_c' \leq 280$ কেজি/বর্গসেমি হয় এবং f_c' এর মান বৃদ্ধি পেয়ে প্রতি 70 কেজি /বর্গসেমি এর জন্য 0.025 হারে কমতে থাকবে। কিন্তু f_c' এর মান 560 কেজি/বর্গসেমি এর বেশি হলে $\beta = 0.325$ হবে। অর্থাৎ $f_c' > 560$ কেজি/বর্গসেমি, $\beta = 0.325 =$ ধ্রুব (Constant)।

α এবং β এর মান হ্রাস হওয়ার অর্থ হল উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কংক্রিট, যা অধিকতর ভঙ্গুর। চিত্রে α এবং β এর মধ্যে সম্পর্ক দেখানো হল।

α equals 0.72 for $fc' \geq 4000$ psi and decreases by 0.04 for every 1000 psi above 4000 up to 8000 psi. For $fc' > 8000$ psi, $\alpha = 0.56$.
β equals 0.425 for $fc' \geq 4000$ psi and decreases by 0.025 for every 1000 psi above 4000 up to 8000 psi. For $fc' > 8000$ psi, $\beta = 0.325$.

ভারসাম্যের জন্য , $C=T$

বা, $\alpha f'c * bc = As * fs \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$

C এবং T কাপল ফোর্সের জন্য বেন্ডিং মোমেন্ট,

$M_c = As*fs*(d - \beta c) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$

$M_T = \alpha f'c * bc*(d - \beta c)$

স্টীলের ইল্ডিং দ্বারা টেনশন ব্যর্থতার ক্ষেত্রে $fs=fy$ হবে (1) হতে

$$\therefore \alpha f'c * bc = As * fy$$

বা, , $C = \frac{As*fy}{\alpha f'c*b} = \frac{\rho b\, d*f\,y}{\alpha f'c*b} = \frac{\rho d*f\,y}{\alpha f'c}$

নমিনাল আল্টিমেট মোমেন্ট Mn এর মান প্রাপ্তির জন্য C, As, এবং $fs=fy$ বসালে (2) হতে

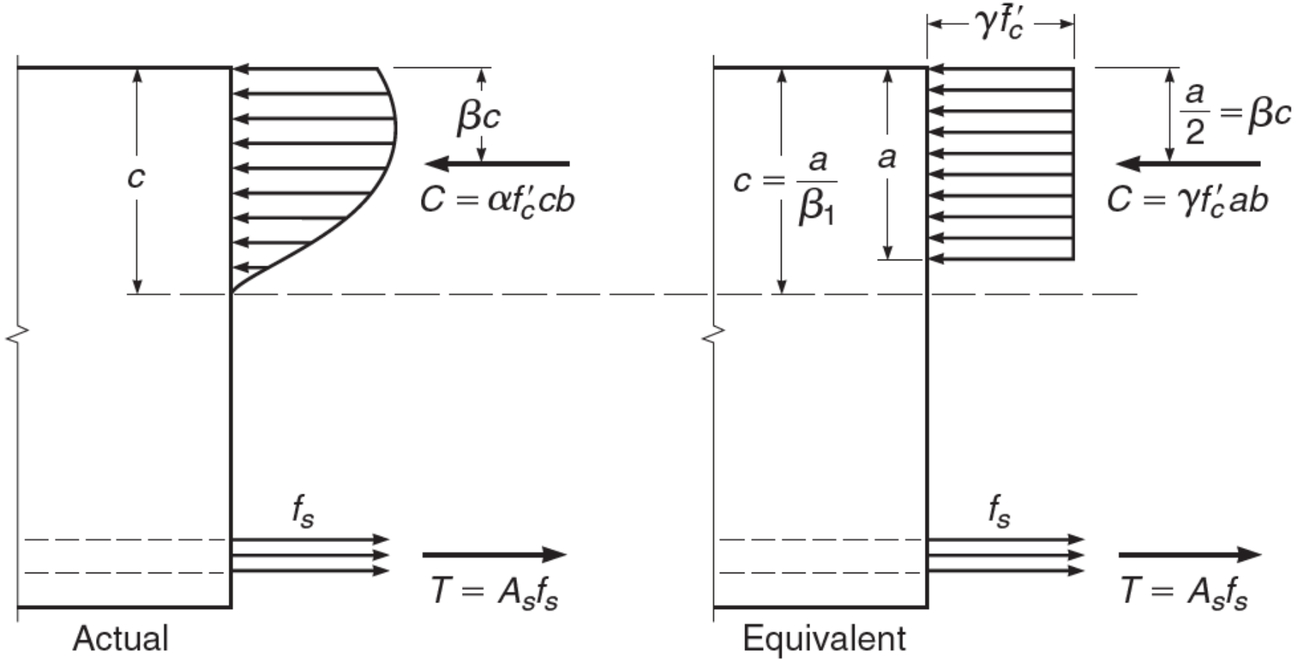
$$Mn = As*fs*(d - \beta \frac{\rho d*f\,y}{\alpha f'c})$$

$$= \rho * f_y bd*(d - \frac{0.425}{0.72} * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$$

$$M_n = \rho * f_y bd^2*(1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$$

rectangular stress distribution) ঃ

(ক) সমতুল্য আয়তাকার পীড়ন বিতরণ এর ক্ষেত্রে আলটিমেট লোডে কংক্রিটের পীড়ন ডায়াগ্রামের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা ঝামেলাপূর্ণ বলে একটি সমতুল্য আয়তাকার পীড়ন ডায়াগ্রাম অংকন করা হয়।



চিত্র ঃ ১৩.৭-এ আলটিমেট লোডে একটি প্রকৃত পীড়ন বিতরণ এবং সমতুল্য পীড়ন বিতরণ দেখানো হয়েছে। সমতুল্য পীড়ন বিতরণে,

সমতুল্য ধ্রুব পীড়ন $= \gamma f_c$

এবং পীড়নের গভীরতা $a = \beta_1 c$ দু'টি শর্তানুযায়ী সহজে নির্ণয় করা যায়। যেমন ঃ

১। মোট চাপ বল, C এবং

২। তার অবস্থান। উভয়ের মান ডায়াগ্রামে একই হবে। উভয় চিত্রানুযায়ী এবং প্রথম শর্তানুযায়ী,

$C = \alpha f_c' \, bc = \gamma f_c' \, ab$

বা, $\gamma = \alpha \frac{c}{a}$

আবার, $a = \beta_1 c$ হলে $\gamma = \alpha/\beta_1$ হবে।

দ্বিতীয় শর্তানুযায়ী C এর অবস্থান একই হওয়ায়,

$\frac{a}{2} = \beta c$

বা, $\frac{\beta_1 c}{2} = \beta c$

বা, $\beta_1 = 2\beta$ হবে।

Concrete stress block parameters :

f_c' [কেজি/বর্গসেমি]	≤ 280	350	420	490	≥ 560
α	0.72	0.68	0.64	0.60	0.56
β	0.425	0.400	0.375	0.350	0.325
$\beta_1 = 2\beta$	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65
$\gamma = \frac{a}{b_1}$	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86

উপরের টেবিলে আয়তাকার পীড়ন ব্লক এর জন্য β_1 এবং γ এর প্যারামিটার দেখান হয়েছে। f_c' এর মানের উপর পীড়ন তীব্রতা গুণক (Stress intensity factor) নির্ভরশীল। সুতরাং, f_c' এর মান যাই হউক না কেন আয়তাকার বীমের চাপজনিত ব্যর্থতা কালীন $C = 0.85 f_c' ab$ হবে।

আয়তাকার আর.সি.সি. বীমের ব্যর্থতার মানদণ্ড সর্বদা, (১) স্টীলের ইল্ডিং কালীন $f_s = f_y$ অথবা (২) কংক্রিট ক্রাশিংকালীন বিকৃতি ϵ_u বা $\epsilon_c = 0.003$ হবে। তাই ব্যালেন্সড স্টীল রেশিও নির্ণয়ে, ভারসাম্য নীতি (T = C) এর সমীকরণে ব্যালেন্সড নিরপেক্ষ অক্ষের সূত্র (১০) অনুযায়ী মান বসিয়ে,

$$A_s f_y = \gamma f_c' ab$$

বা, $\rho_b f_y bd = 0.85 f_c' ab$

বা, $\rho_b f_y bd = 0.85 f_c' \beta_1 bc$ [যেহেতু $a = \beta_1 c$]

বা, $\rho_b = 0.85 \frac{f_c' b_1 c}{f_y d}$

$$= 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y d} \times \frac{\epsilon_u d}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$ [c-এর মান বসিয়ে]

$$= 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

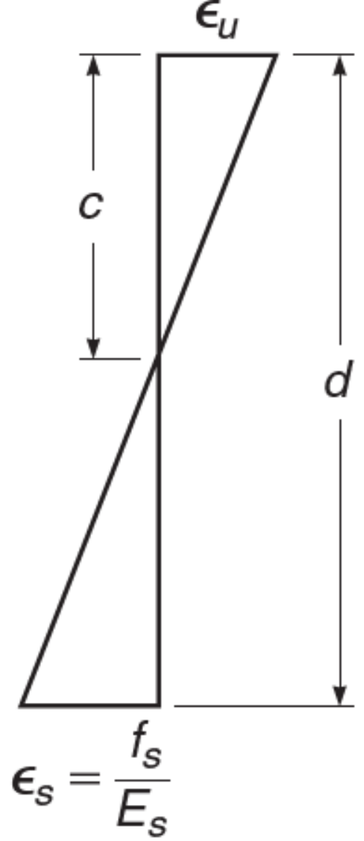
$$= 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + f_y/E_s}$$

এখন $\epsilon_u = 0.003$ এবং

$\epsilon_s = 2039000$ মান বসালে ব্যালেন্সড স্টীল রেশিও হবে,

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{\epsilon_u \cdot \epsilon_s}{\epsilon_u \cdot \epsilon_s + f_y}$$

$$\therefore \quad \rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{6117}{6117 + f_y} \quad \text{--------(১১)}$$



$$\frac{c}{\varepsilon_u} = \frac{d}{\varepsilon_s + \varepsilon_u}$$

$$c = \frac{\varepsilon_u d}{\varepsilon_s + \varepsilon_u}$$

আন্ডার রিইনফোর্সমেন্ট, $\rho_{max} = 0.75\ \rho_b$

সর্বনিম্ন $\rho_{mim} = \frac{14.06}{f_y}$

ACI কোড (9.5.2.1) অনুযায়ী one way slab এর সর্বনিম্ন পুরুত্ব-

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{20}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{24}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{28}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10}$

-সাধারন ভাবে স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{25}$

-আংশিক বিচ্ছিন্ন স্থাপিত স্লাবের = $\frac{L}{30}$

-সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন স্লাবের = $\frac{L}{35}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{12}$

Design step of one way solid slab by USD method:

Step-01: Calculation of Ultimate Load

Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/25=10cm

*∴ 0.10m*1m*2400kg/m³= 2400kg/m*

FF- kg/m^2=kg/m

P.W- kg/m^2=kg/m

F.C- kg/m^2=kg/m

…………………………………………

Dead load=w=Self.w+FF+PW+FC =kg/m

Live load –kg/m^2=kg/m

Ultimate load, Wu=1.2DL+1.6LL

Total load=Wu*L=kg

Step-02: **Ultimate** Shear force

Total load=W, kg

∴ Maximum S.F simple support slab= $\frac{W}{2}$=kg

Continuous portion =0.4W

Semi Continuous portion=0.60

Step-03: **Ultimate** Bending Moment

- Simple support slab, M= $\frac{WL}{8} * 100$=kg.cm
- Continues support slab, M= $\frac{WL}{12} * 100$=kg.cm
- Semi Continues support M= $\frac{WL}{10} * 100$=kg.cm

Step-04: Depth of Slab

Balance Steel ratio, $\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6117}{6117+fy}$

ACI code =0.85, যখন $f'c \leq 281\ kg/cm^2$ যদি $f'c$ এর মান $\geq 281\ kg/cm^2$ হয় তবে প্রতি $70\ kg/cm^2$ জন্য 0.05 হারে কমবে, কিন্তু 0.65 এর কম হবে না।

$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * \frac{f'_c - 281}{70}$ এবং $0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$

$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$

Steel ratio , $\rho \leq \rho max$

Nominal Flexural Strength, $Mn = \rho * f_y\, bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$

$Mu = \emptyset Mn = \emptyset\rho * f_y\, bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{\emptyset\rho * fy\, bd^2 * (1 - 0.59 * \frac{f_y}{f'_c} * \rho)}},$$

Total depth, $D = d + \frac{\text{Dia of road}}{2} + \text{Clear Cover}$

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

$$A_s = \frac{Mu}{\emptyset fy*(d-\frac{a}{2})}, \qquad a = \frac{A_s*fy}{0.85*f'c*b} = \frac{\rho bd*fy}{0.85*f'c*b} =$$

$$\frac{\rho d*fy}{0.85*f'c} = cm^2$$

Spacing, $s = \frac{a_s*b}{A_s}$ = cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

shear stress, $qu = \frac{V_u\,(\text{Critical})}{bd}$

for d distance from support, $V_u\,(\text{Critical}) = V_u - W_u * \frac{d}{100}$

Allowable shear stress for concrete

$Vcu = 0.53 * \emptyset * \sqrt{fc'}$

If $Vcu > (qu = \frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Maximum shear=Vu

$U_u = \frac{V_u}{\sum_0 \emptyset\ jd}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{1\ \text{meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

$a = \frac{A_s * fy}{0.85 * f'c * b}$

$jd = d - \frac{a}{2}$

Maximum shear=Vu

$\Sigma_0 = \frac{V_u}{\emptyset U\,all * jd}$

or, $N\pi d = \frac{V_u}{\emptyset U\,all * (d - \frac{a}{2})}$

$\frac{b}{S} * \pi d = \frac{V_u}{\emptyset U\,all * (d - \frac{a}{2})}$

S= c/c

Ultimate Bond stress, Uall= $\frac{6.39 * \sqrt{fc'}}{D}$, maximum >56.2 kg/cm^2

-

Step-08: Area of Shrinkage Temperature Steel)

Plain Bar, As=0.0025bt

Deform bar, As=0.002bt

B= 1m strip of a slab=100cm

T=total slab thickness

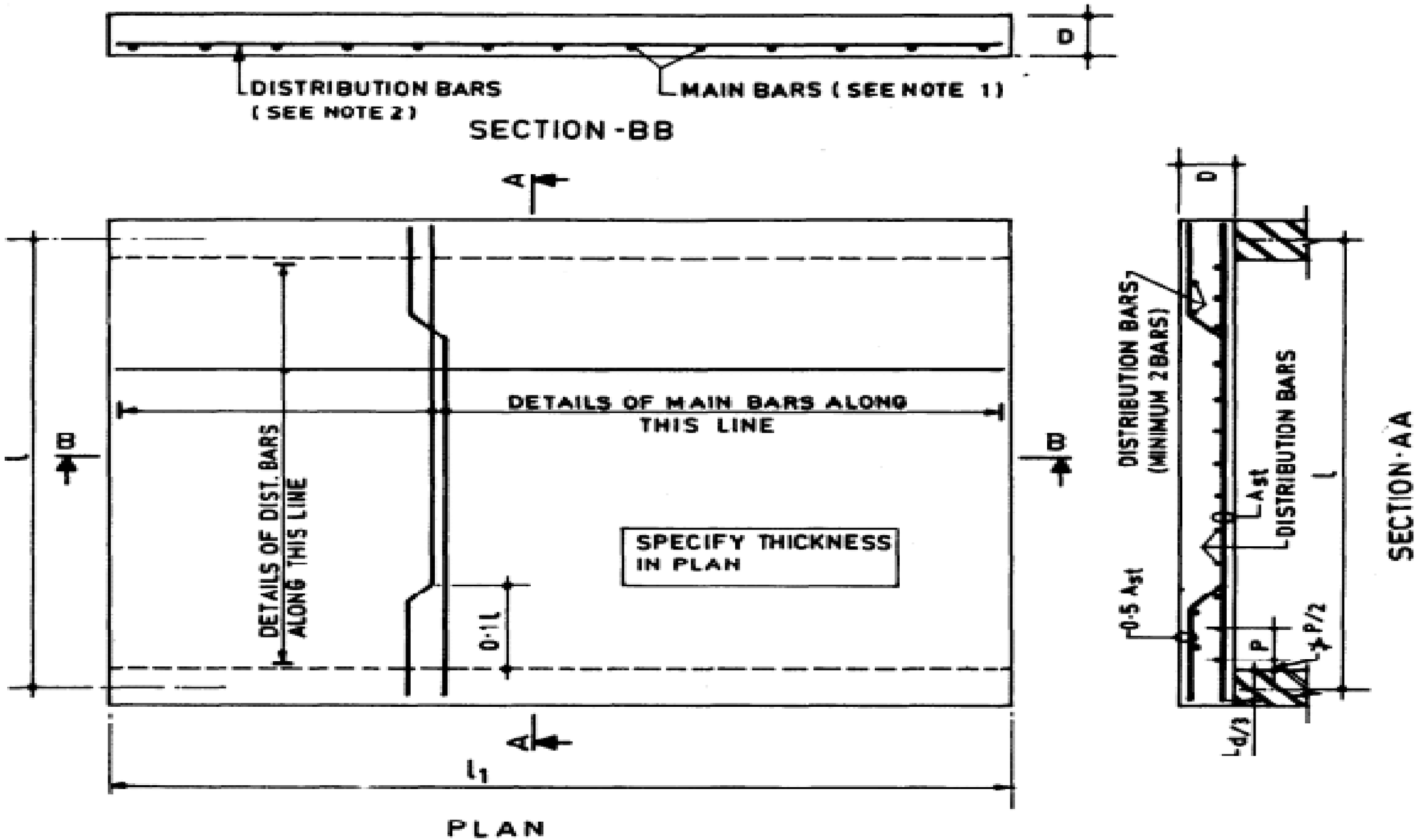
Spacing of temperature bar, S= $\frac{100}{As} * as =$

As= area of bar

ACI code , Maximum spacing =5 times of a slab

= not garter than 45 cm

Step-08: Detail sketch



Thank You

Design of structure-2 (26474)

MD. Hafijur Rahman
Instructor (Civil)
Barisal Polytechnic Institute
+8801747500976
hafij500976@gmail.com

Class No-05
7th Semester-Civil Technology

Presentation Outline

- Minimum thickness of reinforced cement concrete two-way slab.

-Explain the necessity of shrinkage and temperature reinforcement in one-way slab.

-Mention the steps to be followed in designing reinforced cement concrete one-way slab.

Two way slab- যে সমস্থ স্লাবের প্রান্তগুলো চারিদিকের দেওয়াল বা বীমের উপর অবস্থান করে এবং স্লাবের প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট দু দিকেই ব্যাবহার হয় তাকে দ্বিমুখী স্লাব বলে।

ACI Code অনুযায়ী two way slab কে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়।

সমভাবে বিস্তৃত লোড এবং স্লাবের কর্ণার গুলো মুক্তভাবে উত্তোলন যোগ্য সহ চার প্রান্ত সাধারন ভাবে স্থাপিত

সমভাবে বিস্তৃত লোড এবং স্লাবের কর্ণার গুলো নিচু করে রাখ সহ চার প্রান্ত সাধারন ভাবে স্থাপিত

সমভাবে বিস্তৃত লোড এবং স্লাবের প্রান্ত গুলো আবদ্ধ অথবা অবিছিন্

Two way slab- শর্তাদি-

এটা চারিদিকে বিম বা কলামের উপর অবস্থান করে

এটি দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের দ্বীগুনের বেশি হবে না

Minimum Thickness of two way slab-

According to ACI Code, $t_{min} = \frac{\text{Perimeter}}{180} = \frac{2*(L+S)}{180}$

L=Long Span,
S= Short Span

According to ASTM Code, $t_{min} = \frac{\text{Perimeter}}{180} + 1.27\ cm = \frac{2*(L+S)}{180} + 1.27\ \text{cm}$

Two way slab-ACI Code –স্লাবের প্রন্তীয় অবস্থা বিবেচনা করে ছক থেকে নির্দিষ্ট মান গ্রহন কর হয়, এই মান কে মোমেন্ট সহগ বলে। একে C দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। C এর মান স্লাবের প্রস্থ ও দৈর্ঘ্য এর অনুপাত ($m = \frac{S}{L}$) এর উপর নির্ভর করে।

Two way slab-প্রান্ত অবস্থাঃ

1. Interior Panel-অভ্যন্তরীণ প্যানেল বা চারপ্রান্ত অবিচ্ছিন্ন বা সম্পূর্ণ অবিচ্ছিন্ন
2. One Edge Discontinuous-এক প্রান্ত বিচ্ছিন্ন
3. Two edge discontinuous- দুই প্রান্ত ব বিচ্ছিন্ন
4. Three edge discontinuous-তিন প্রান্ত ব বিচ্ছিন্ন
5. Four edge discontinuous-চার প্রান্ত বা সম্পূর্ন ব বিচ্ছিন্ন

স্লাবের প্রন্তীয় অবস্থা বলতে স্লাবের প্রান্তটি পার্শ্ববর্তী স্লাবের সাথে অথবা সাপোর্টের
সাথে দৃঢ় ভাবে আটকানো এবং স্লাবের বিচ্ছিন্ন প্রান্ত বলতে সাধারন ভাবে স্থাপিত প্রান্তকে বুঝায়।

Two way slab-প্রান্ত অবস্থাঃ

-Interior Panel-অভ্যন্তরীণ প্যানেল বা চারপ্রান্ত অবিচ্ছিন্ন বা সম্পূর্ণ অবিচ্ছিন্ন

-One Edge Discontinuous-
এক প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

-Two edge discontinuous-
দুই প্রান্ত ব বিচ্ছিন্ন

-Three edge discontinuous-
তিন প্রান্ত ব বিচ্ছিন্ন

-Four edge discontinuous-
চার প্রান্ত বা সম্পূর্ন ব বিচ্ছিন্ন

Table 6.6.8: Coefficients for Negative Moments in Slabs †

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

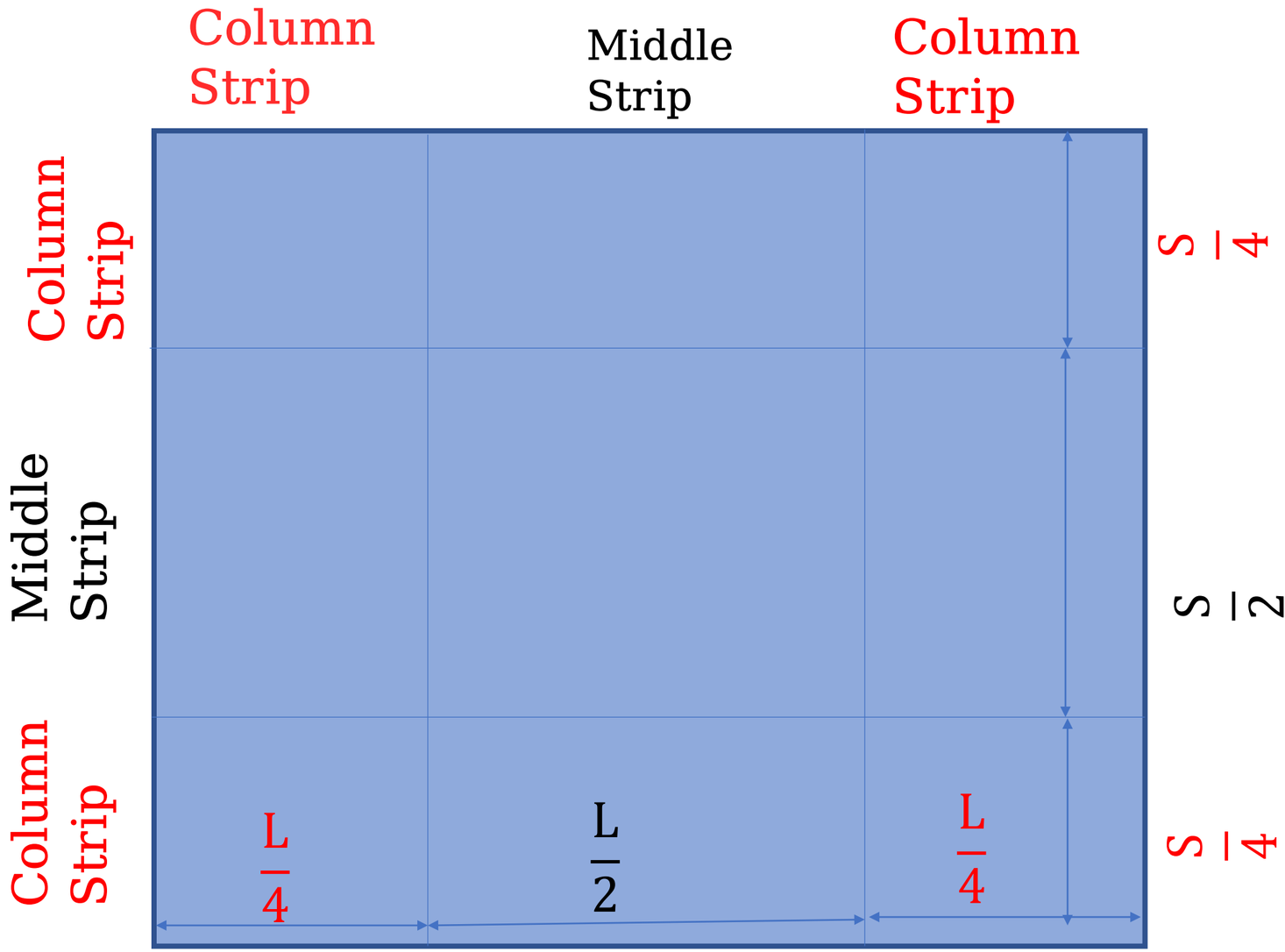
$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

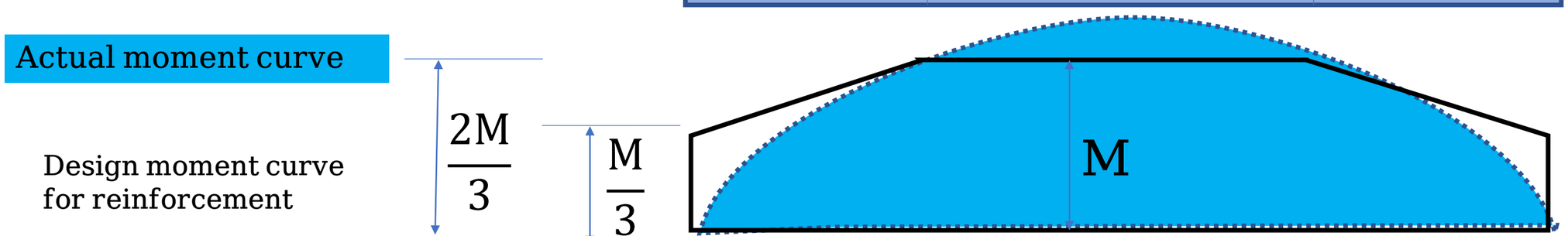
Where, w = total uniform dead plus live load per unit area

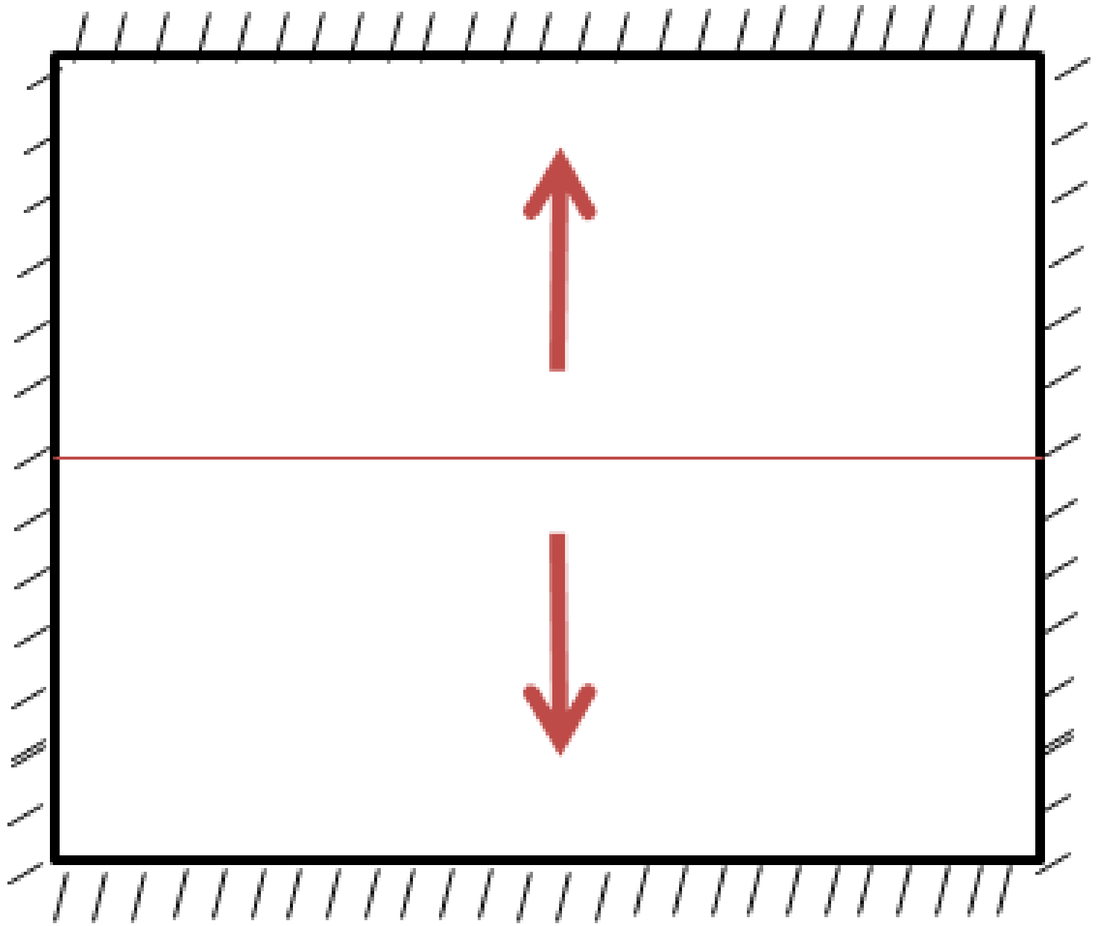
Span Ratio, $m = \frac{l_a}{l_b}$	Moment Coefficient	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
1.00	$C_{a,neg}$		0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	$C_{b,neg}$		0.045	0.076	0.050			0.071	0.061	0.033
0.95	$C_{a,neg}$		0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	$C_{b,neg}$		0.041	0.072	0.045			0.067	0.056	0.029
0.90	$C_{a,neg}$		0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	$C_{b,neg}$		0.037	0.070	0.040			0.062	0.052	0.025

Column Strip and Middle Strip:

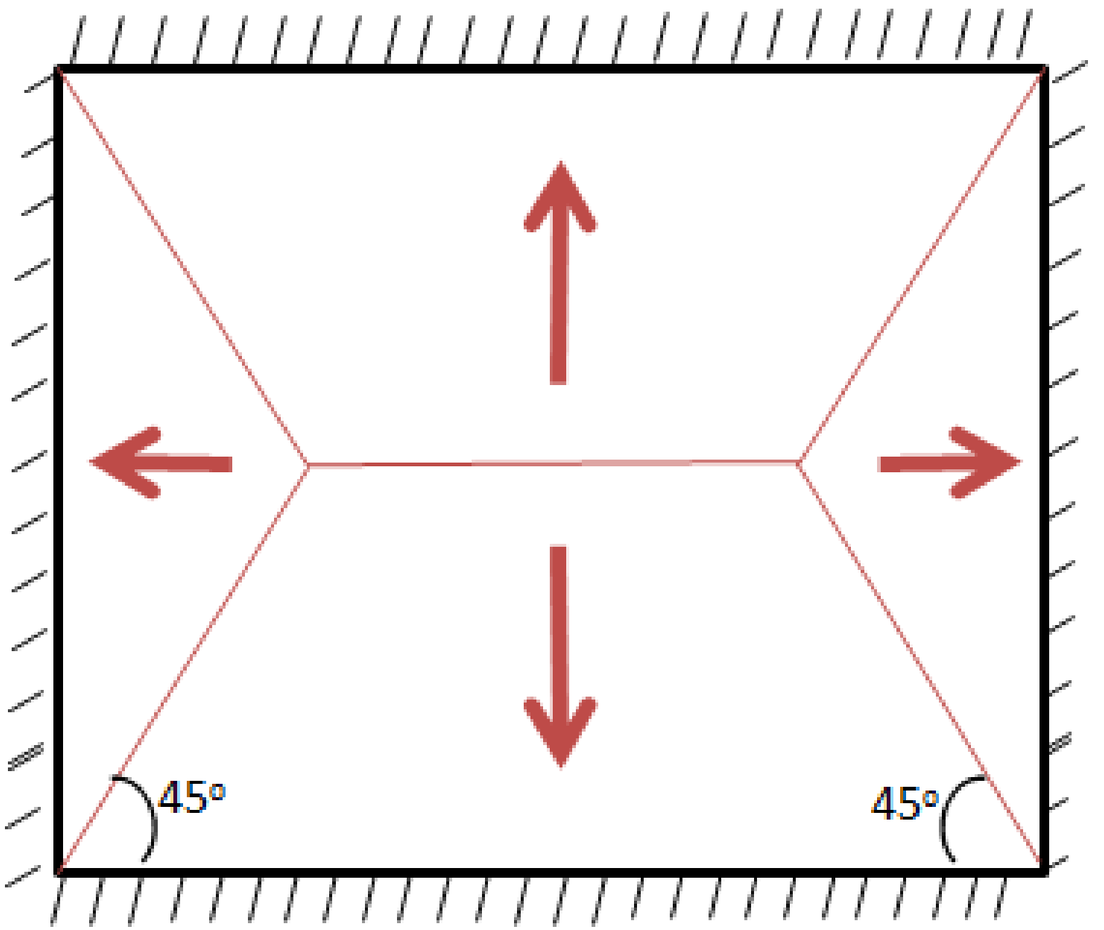
স্লাবের যে কোন দিকে তিন ভাগে ভাগ করে কেন্দ্র স্থলের অর্ধেক অংশ কে মিডল স্ট্রিপ বলে। কেন্দ্রস্থলের উভয় পার্শের এক চতুর্থাংশকে কলাম স্ট্রীপ বলে







One way spanning slab



Two way spanning slab

Load distribution System of two-way slab:

S=শর্ট স্প্যানের দৈর্ঘ্য

L=শর্ট স্প্যানের দৈর্ঘ্য

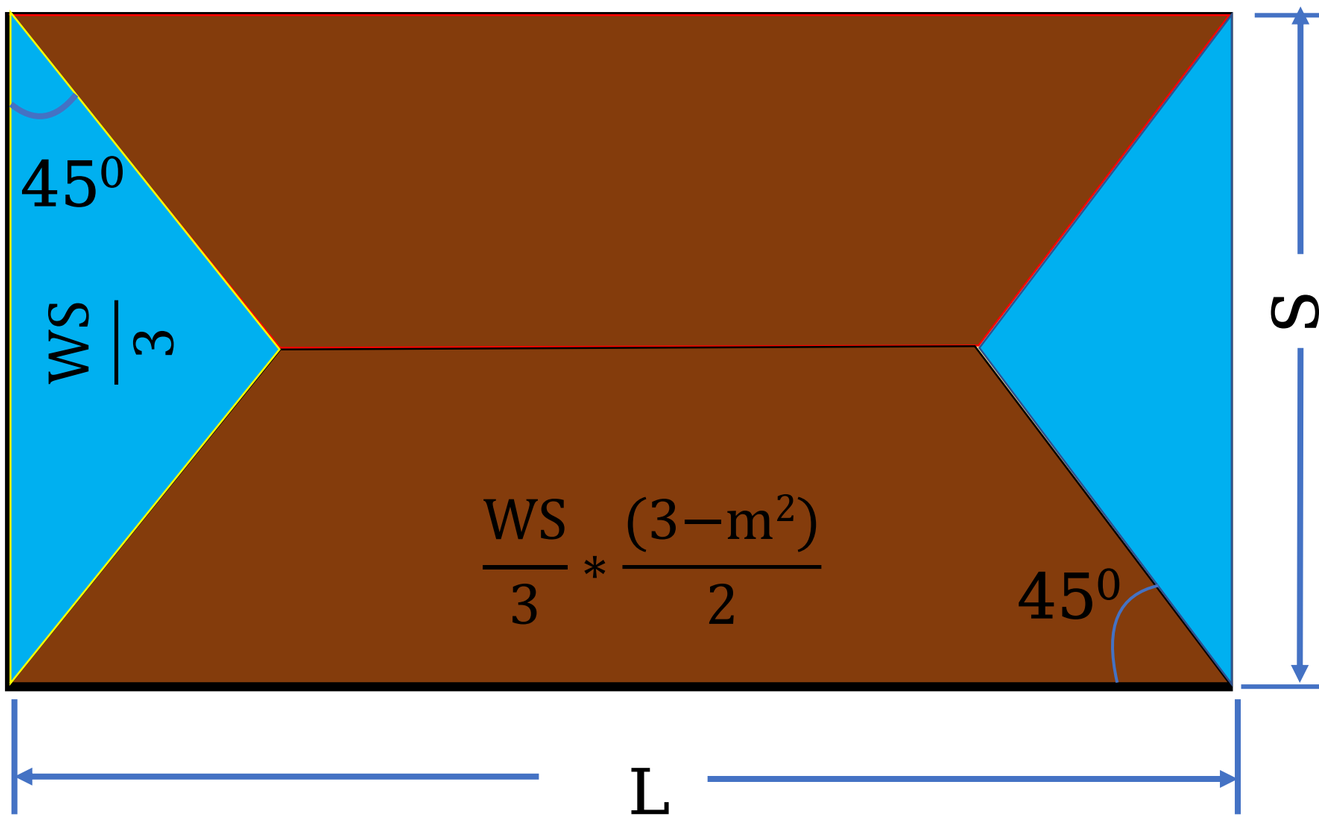
m= শর্ট ও লং স্প্যানের অনুপাত= $\frac{S}{L}$

-শর্ট স্প্যানের সাপোর্টিং বীম অথবা দেওয়ালের উপর

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যর লোড= $\frac{WS}{3}$ kg/m

-লং স্প্যানের সাপোর্টিং বীম অথবা দেওয়ালের উপর

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যর লোড= $\frac{WS}{3} * \frac{(3-m^2)}{2}$ kg/m



Moment at Mid Span=

$$= \frac{WS}{4} * \frac{S}{2} - \frac{1*S*W}{2} * \frac{1}{3} * \frac{S}{2}$$

$$= \frac{WS^2}{8} - \frac{WS^2}{24} = \frac{WS^2}{12}$$

Moment at Mid Span for UDL

$$= \frac{W_0 S}{2} * \frac{S}{2} - W_0 * \frac{S}{2} * \frac{1}{2} * \frac{S}{2}$$

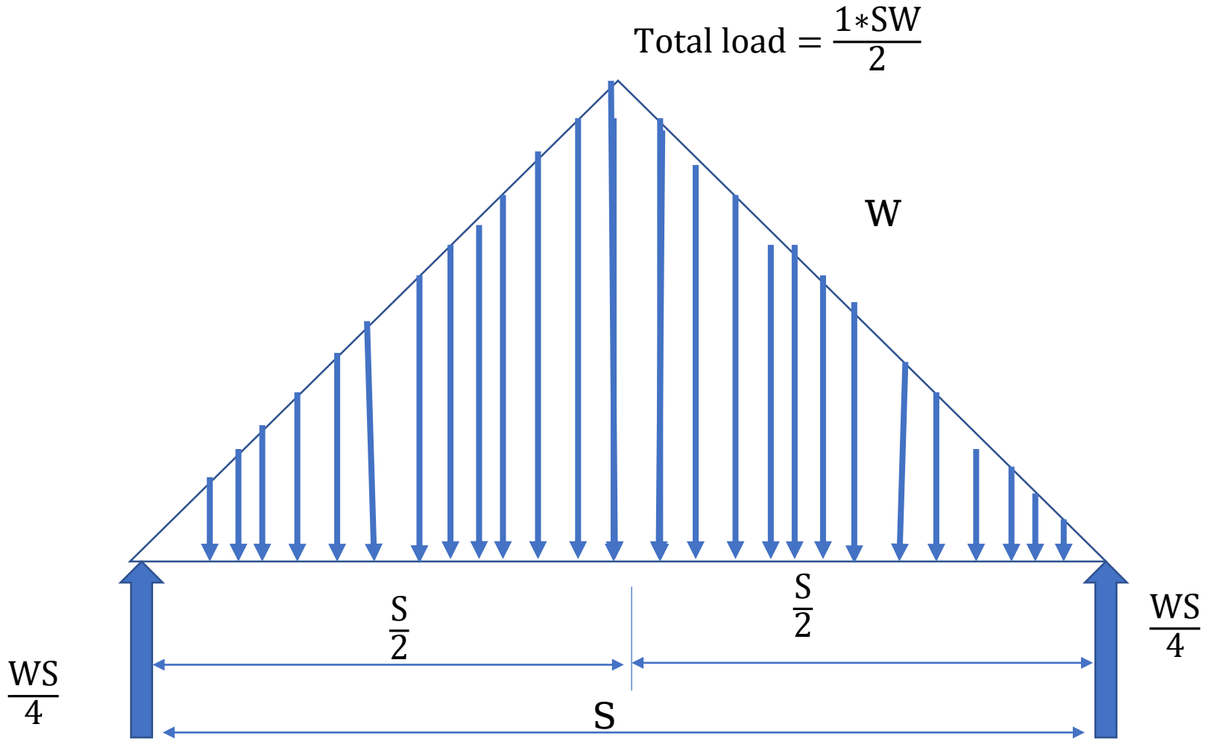
$$= \frac{W_0 S^2}{4} - \frac{W_0 S^2}{8} = \frac{W_0 S^2}{8}$$

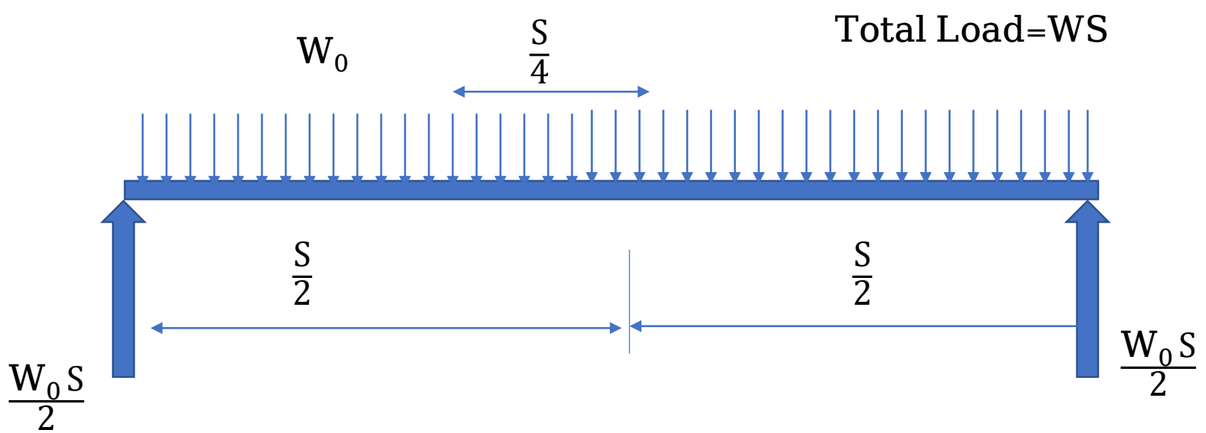
$$\frac{W_0 S^2}{8} = \frac{WS^2}{12} =$$

$$W_0 = \frac{W}{12} * 8$$

$$= \frac{2W}{3}$$

UDL on Beam $= \frac{W_0 S}{2} = \frac{2}{3} * W * \frac{S}{2} = \frac{WS}{3}$





Moment at Mid Span=

$$= \{\frac{WS}{4} + \frac{(L-S)W}{2}\} * \{\frac{S}{2} + \frac{(L-S)}{2}\} - \frac{1}{2} * \frac{S*W}{2} * \{\frac{1}{3} * \frac{S}{2} + (\frac{(L-S)}{2}\} - \frac{(L-S)}{2} * W * \frac{(L-S)}{4}$$

$$= \frac{WS^2}{8} + \frac{(L-S)*WS}{4} + \frac{WS}{8} * (L-S) + \frac{W(L-S)^2}{4} - \frac{WS^2}{24} - \frac{WS}{8} * (L-S) - W * \frac{(L-S)^2}{8}$$

$$= \frac{WS^2}{12} + \frac{W(L-S)^2}{8} + \frac{(L-S)*WS}{4}$$

$$= \frac{WS^2}{12} + \frac{W(L^2-2LS+S^2)}{8} + \frac{L*WS}{4} - \frac{WS^2}{4}$$

$$= \frac{WS^2}{12} + \frac{WL^2}{8} - \frac{WLS}{4} + \frac{WS^2}{8} + \frac{L*WS}{4} - \frac{WS^2}{4}$$

$$= \frac{WL^2}{8} - \frac{WS^2}{24}$$

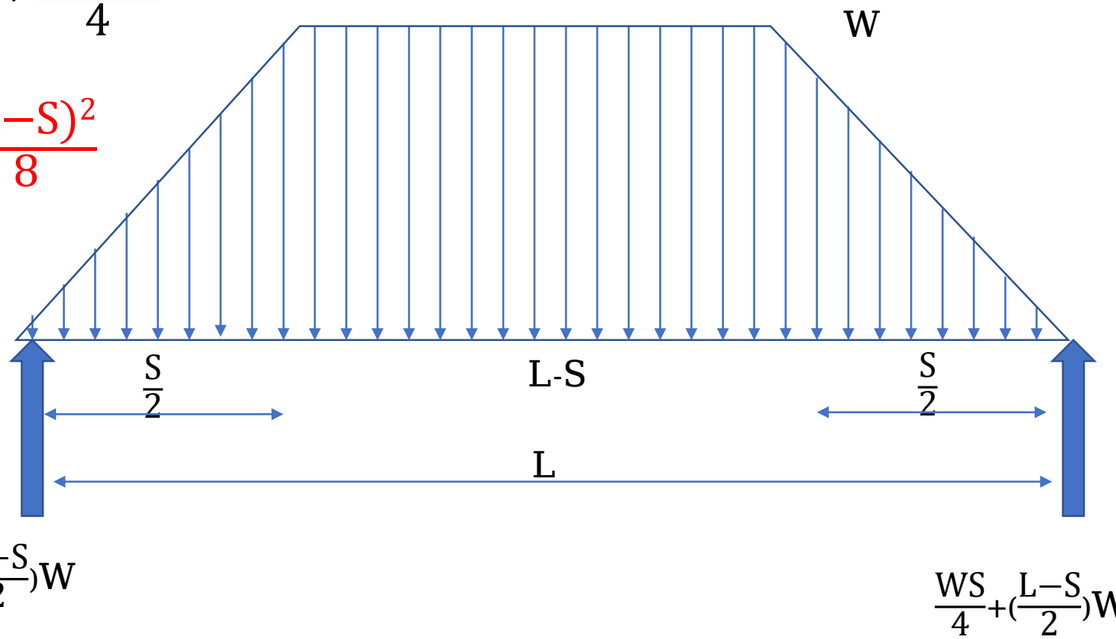
$$= \frac{3WL^2-WS^2}{24}$$

$$= \frac{W}{8}(\frac{3L^2-S^2}{3})$$

$$= \frac{WL^2}{8}(1 - \frac{S^2/L^2}{3}$$

$$= \frac{WL^2}{8}(1 - \frac{m^2}{3})$$

Total load $= 2 * \frac{1}{2} * \frac{1}{2} S * W + (L-S) * w = \frac{1}{2} SW + (L-S) * w$



Moment at Mid Span for UDL

$$= \frac{W_0 L}{2} * \frac{L}{2} - W_0 * \frac{L}{2} ** \frac{L}{4}$$

$$= \frac{W_0 L^2}{4} - \frac{W_0 L^2}{8}$$

$$= \frac{W_0 L^2}{8}$$

$$\frac{W_0 L^2}{8} = = \frac{WL^2}{8}(\frac{3-m^2}{3})$$

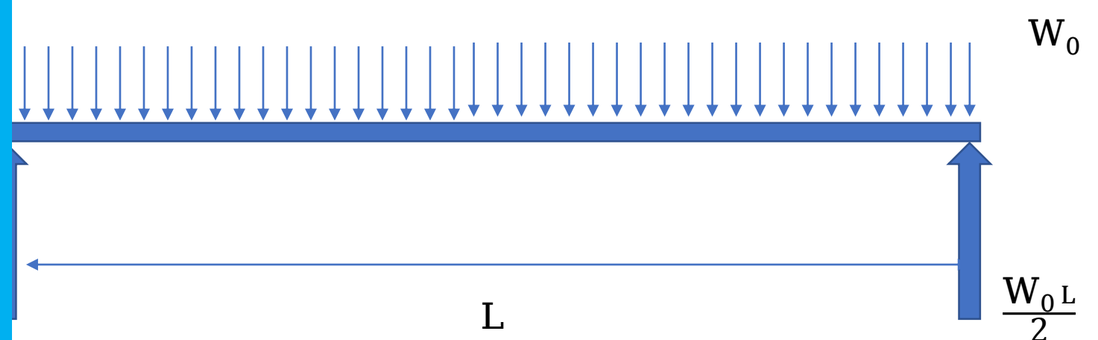
$$\therefore W_0 = W(\frac{3-m^2}{3})$$

UDL on Beam $= \frac{W_0 S}{2}$

$$= \frac{S}{2} * W(\frac{3-m^2}{3})$$

$$= \frac{WS}{3} * (\frac{3-m^2}{2})$$

Total Load=$W_0 L$



Design step of Two way solid slab by WSD method:

Step-01: Calculation of Design Load

Minimum Thickness of two way slab-

minimum slab thickness 9 cm, or

According to ACI Code, $t_{min} = \frac{\text{Perimeter}}{180} = \frac{2*(L+S)}{180}$

L=Long Span,

S= Short Span

According to ASTM Code, $t_{min} = \frac{\text{Perimeter}}{180} + 1.27\ cm = \frac{2*(L+S)}{180} + 1.27\ \text{cm}$

Self Weight=1*t/100*2400=kg/m

LL=kg/m^2=kg/m

FF=kg/m^2=kg/m

Load= kg/m

Step-02: **Maximum** Shear force

i) Long Span ,$V_L = \frac{WS}{3}$ kg/m

ii) Short Span ,$V_S = \frac{WS}{3} * \frac{(3-m^2)}{2}$ kg/m,

m= শর্ট ও লং স্প্যানের অনুপাত= $\frac{\text{Short span}}{\text{Long span}}$

Step-03: **Maximum** Bending Moment

a)For short span:

i) Continuous Edge Negative moment (-) $M_S = CwS^2$

ii) Mid span Positive moment (+)$M_S = CwS^2$

b)Long Span:

i) Continuous Edge Negative moment (-) $M_S = CwL^2$

ii) Mid span Positive moment (+)$M_S = CwL^2$

Step-04: Depth of Slab

i) Effect depth of Short span:

$$d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$$

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

b=100cm (assume 1 m strip)

ii) Effect depth of Long span:

$$d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$$

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

b=100cm (assume 1 m strip)

:. Depth of total slab= $d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering

$= d +$ dia of road $+ \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering

Short span $d_S = d - \frac{1}{2} *$ dia of rod − Clear Covering

Long span $d_L = d -$ dia of road $- \frac{1}{2} *$ dia of rod − Clear Covering

Step-05: Area of tensile reinforcement

a)For short span:

i) Continuous Edge Negative moment (-) $A_S = \frac{M}{f_s * jd}$

:. Spacing, $s = \frac{a_s * 100}{A_s}$ = cm c/c

ii) Mid Span positive moment (+) $A_S = \frac{M}{f_s * jd}$

:. Spacing, $s = \frac{a_s * 100}{A_s}$ = cm c/c

b)For Long span:

i) Continuous Edge Negative moment (-) $A_S = \frac{M}{f_s * jd}$

:. Spacing, $s = \frac{a_s * 100}{A_s}$ = cm c/c

ii) Mid Span positive moment (+) $A_S = \frac{M}{f_s * jd}$

:. Spacing, $s = \frac{a_s * 100}{A_s}$ = cm c/c

The bar should not exceed 3 times the slab thickness

Step-06: Shear Stress

a) For short span: $v = \frac{V}{bd}$

b) For Long span $= \frac{V}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292 \sqrt{fc'}$

Step-07: Check for Bond Stress

i) Short span, $U_u = \frac{V_u}{\Sigma_0 \ jd}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{1 \text{ meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

ii) Long span, $U_u = \frac{V_u}{\Sigma_0 \ jd}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{1 \text{ meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Ultimate Bond stress, Uall= $\frac{3.23 * \sqrt{fc'}}{D}$, maximum >56.2 kg/cm^2

-

Step-08: Spacing of reinforcement of column strip

According to ACI code, BM of Column strip $= \frac{2}{3} *$ of Middle strip

$\therefore$ Spacing $= \frac{3}{2} *$ **of Middle strip Spcing** $= 1.5 *$ **of Middle strip Spcing**

a)For short span:

i) Continuous Edge spacing $= 1.5 *$ **of Middle strip Spcing**

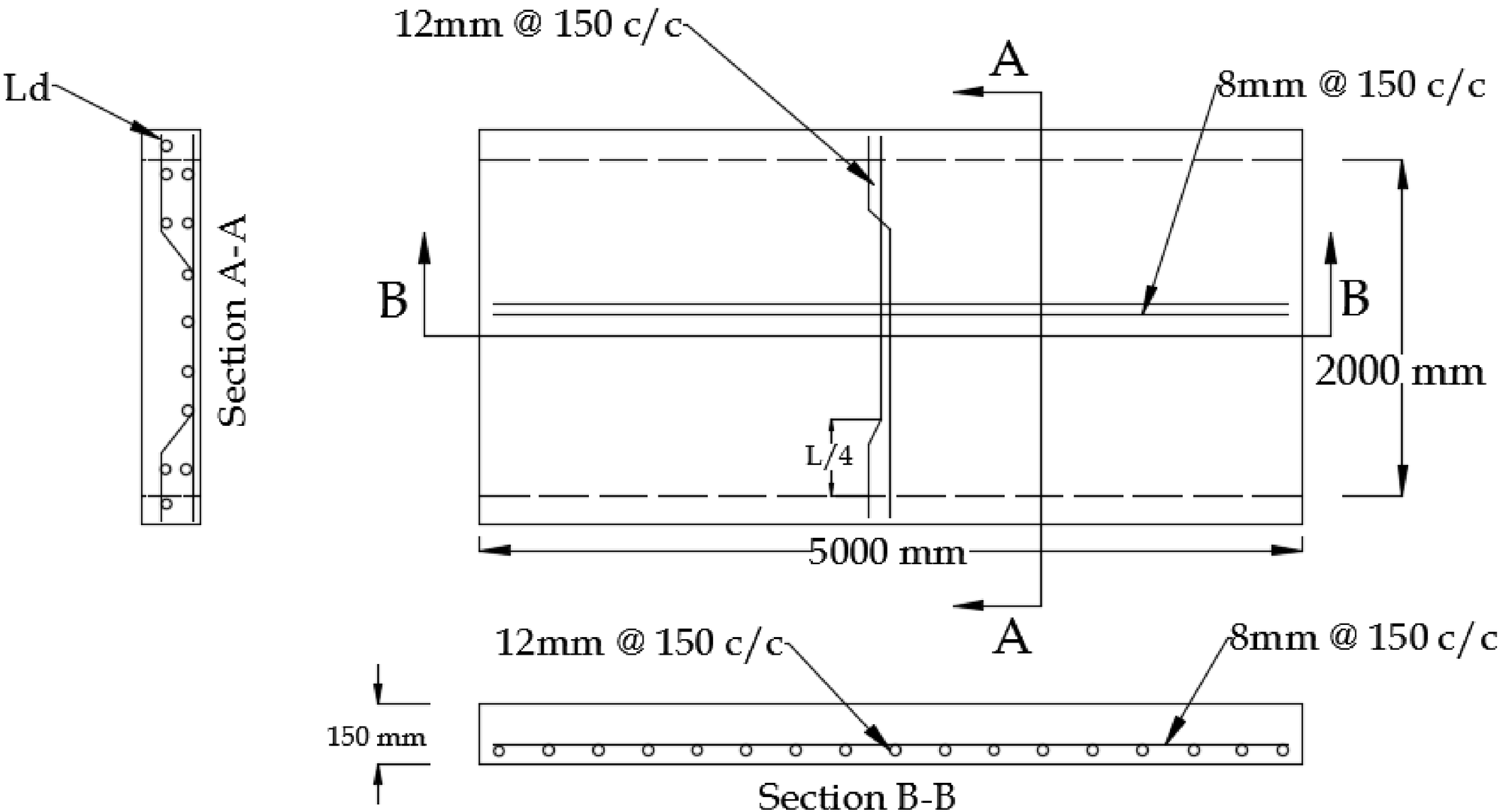
ii) Mid Span positive spacing $= 1.5 *$ **of Middle strip Spcing**

b)For short span:

i) Continuous Edge spacing $= 1.5 *$ **of Middle strip Spcing**

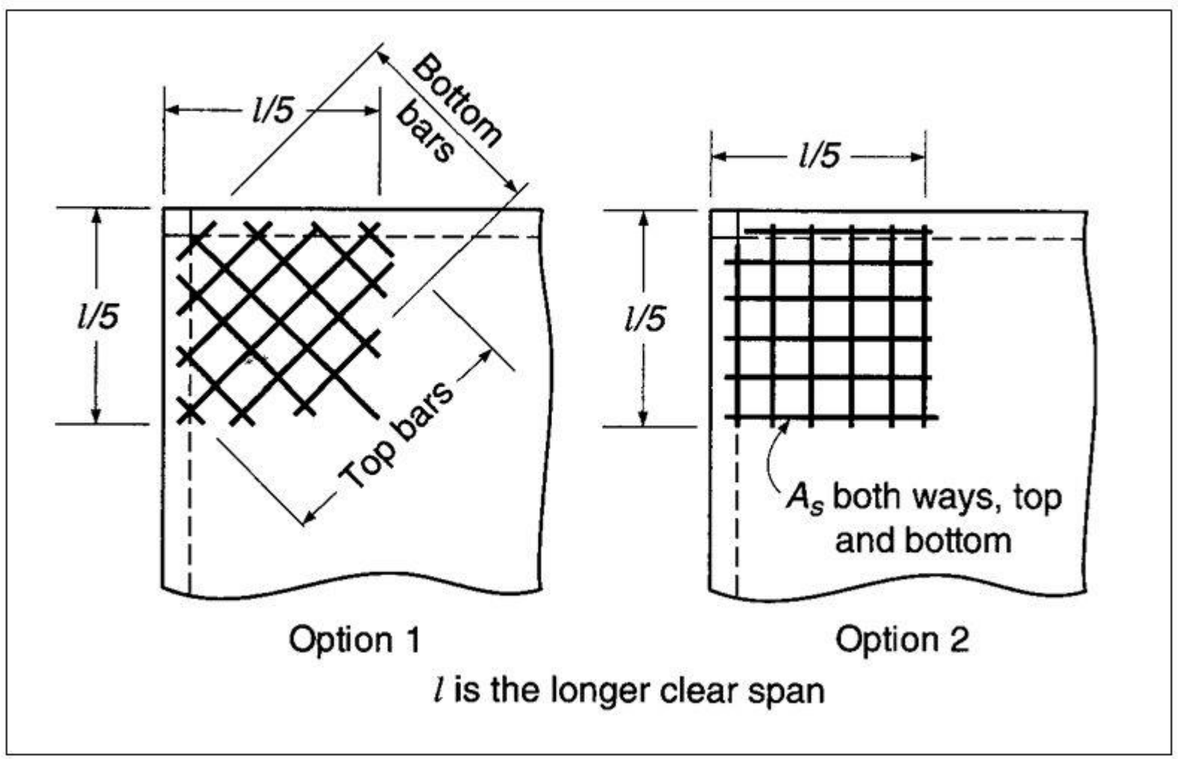
ii) Mid Span positive spacing $= 1.5 *$ **of Middle strip Spcing**

Step-08: **Detail sketch**



6.5.3.6.4 Corner reinforcement shall be placed parallel to the diagonal in the top of the slab and perpendicular to the diagonal in the bottom of the slab. Alternatively, reinforcement shall be placed in two layers parallel to the sides of the slab in both the top and bott

CORNER REINFORCEMENT



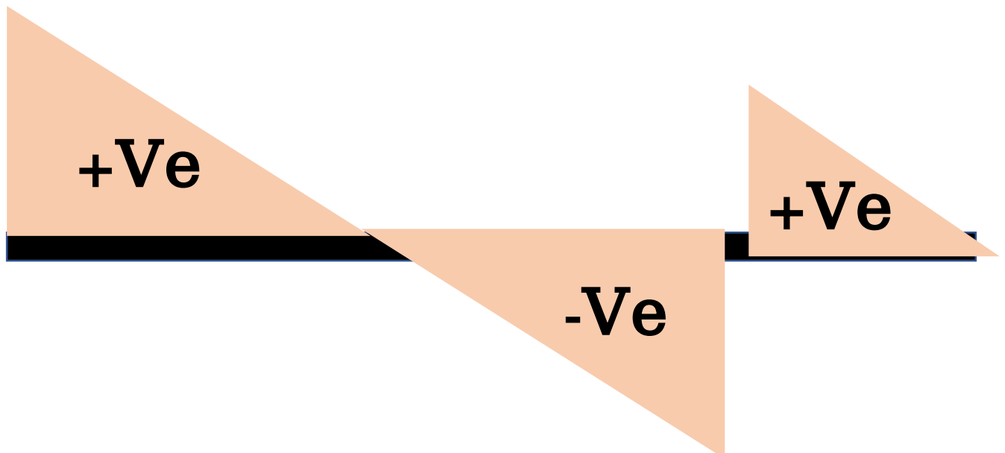
Design a RCC balcony slab in WSD method

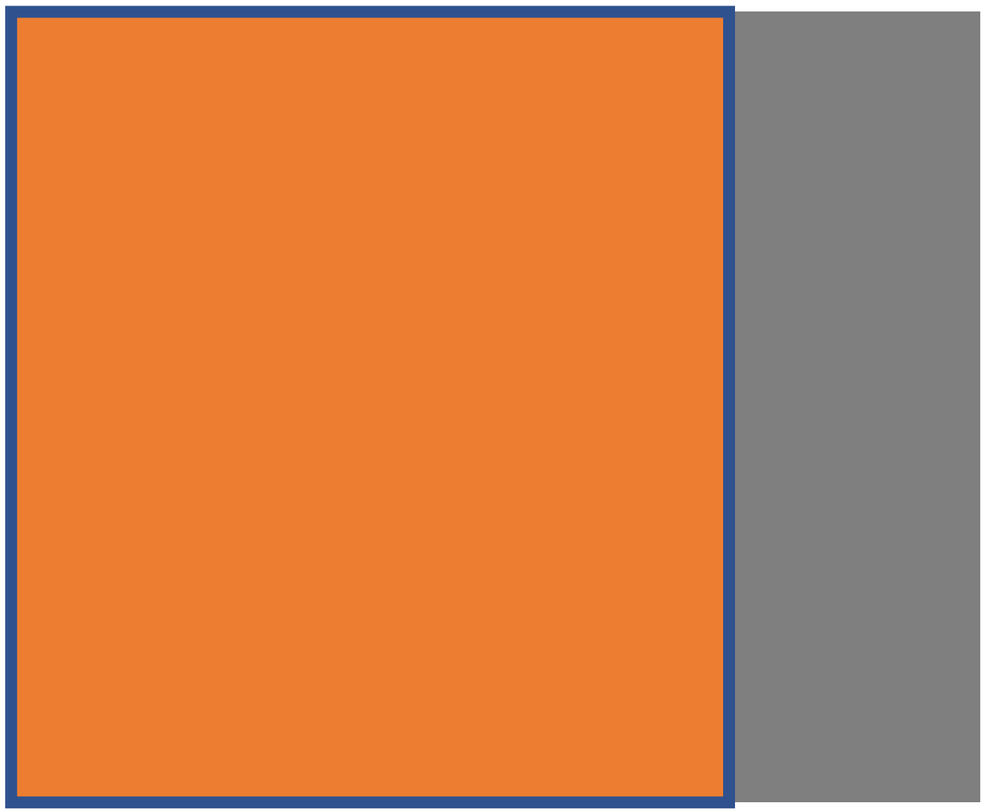
i) যখন ব্যল্কনি স্লাবের একপ্রান্ত আবদ্ধ এবং তিন প্রান্ত মুক্ত

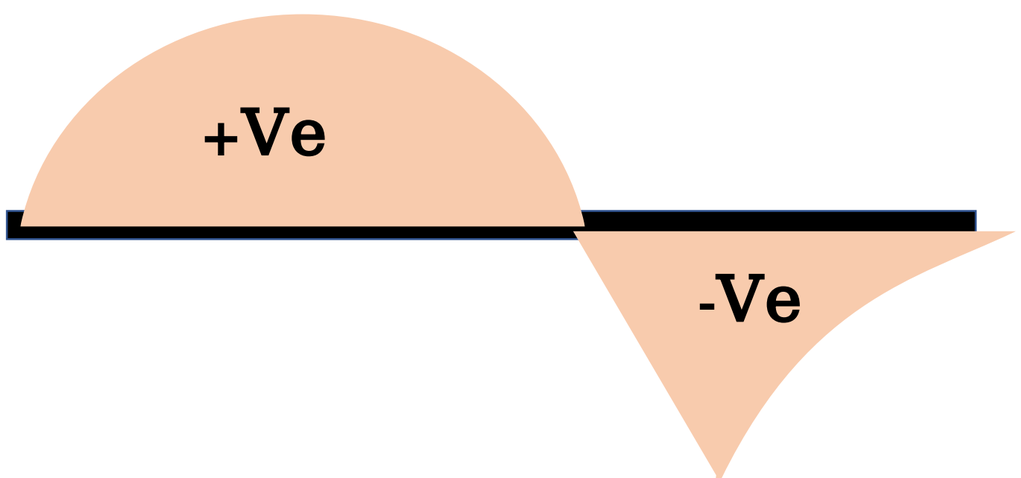
ii) যখন ব্যল্কনি স্লাবের পাশাপাশি দুই সাপোর্টের সাথে সংযুক্ত

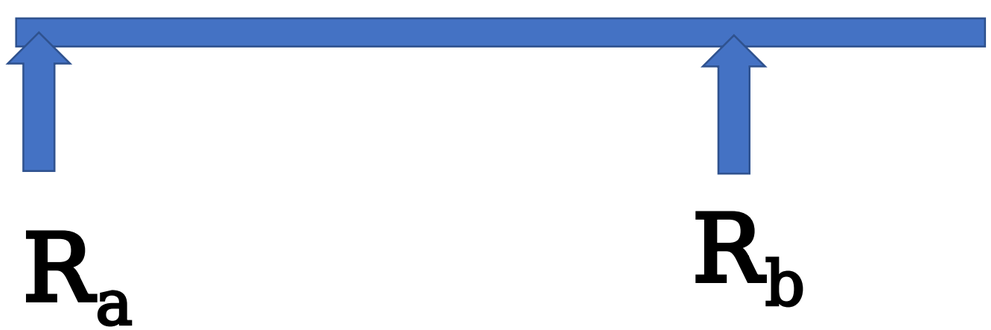
iii) যখন ব্যল্কনি স্লাবের একপ্রান্ত মুক্ত এবং তিন প্রান্ত আবদ্ধ।

যখন ব্যঙ্কনি স্লাবের একপ্রান্ত আবদ্ধ এবং তিন প্রান্ত মুক্ত









ACI কোড (9.5.2.1) অনুযায়ী one way slab এর সর্বনিম্ন পুরুত্ব-(4200kg/cm^2 বা 60ksi বা 415MPa

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10}$

-ক্যান্টিলিভার স্লাবের জন্য= $\frac{L}{10} * 0.80 = \frac{L}{12}$

যদি fy এর মান 60 Grade থেকে বেশি বা কম হলে ACI Code এর মানের সাথে গুন করতে হবেঃ

$$0.40+\frac{fy(\text{kg/cm}^2)}{7000}$$

$$0.40+\frac{fy\ (Ksi)}{100}$$

$$0.4+\frac{fy\ (Mpa)}{700}$$

Design step of one way balcony slab by WSD method:

Step-01: Design Load

- Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/12=10cm

*∴ 0.12m*1m*2400kg/m³= 2400kg/m*

- Live load –kg/m²=kg/m
- Floor finish- kg/m²=kg/m
- Partition wall- kg/m²=kg/m
- False celling- kg/m²=kg/m

Per meter load=w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Total Load=W=w*L=kg

Step-02: Maximum Shear force

SFD diagram

Step-03: Maximum Bending Moment

BMD diagram

Step-04: Depth of Slab

$\therefore$ Effective depth , d= $\sqrt{\frac{M}{Rb}}$,

here, R= $\frac{1}{2} f_c * jk$

K= $\frac{n}{n+1}$

j=1- $\frac{K}{3}$

b=100cm (assume 1 m strip)

D=d+ $\frac{1}{2}$ * dia of rod + Clear Covering

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

(positive reinforcement), $A_s(+) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm

(Negative reinforcement), $A_s(-) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^{m} shear stress, $v = \frac{V}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $v = \frac{Vcr}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292\sqrt{f c'}$

If $Vc > (V = \frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress, $u = \frac{V}{\sum_0 jd}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for other, u= $= \frac{3.23\sqrt{fc'}}{D}$

Step-08: Area of Shrinkage Temperature Steel)

Plain Bar, As=0.0025bt

Deform bar, As=0.002bt

B= 1m strip of a slab=100cm

T=total slab thickness

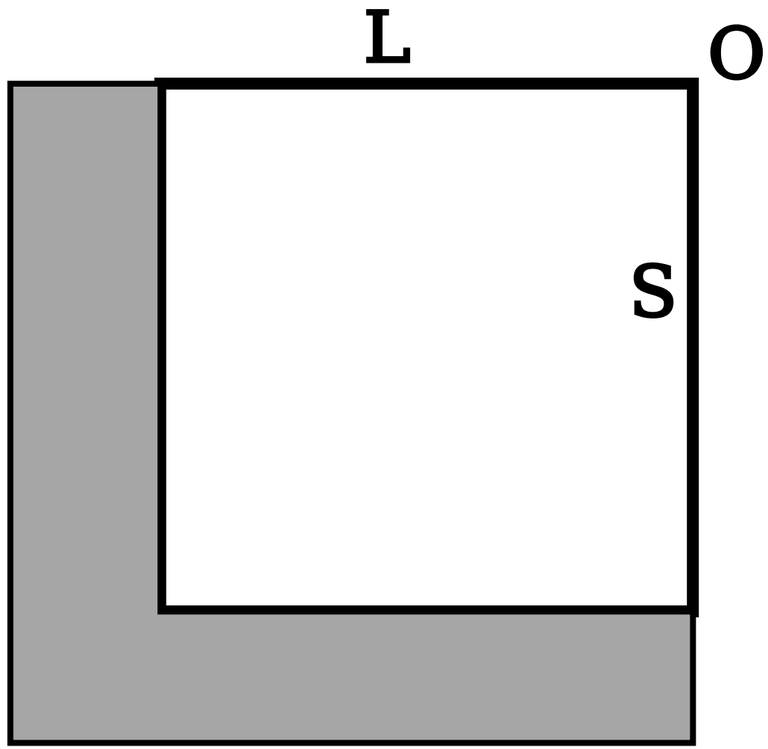
Spacing of temperature bar, S= $\frac{100}{As} * as =$

As= area of bar

ACI code , Maximum spacing =5 times of a slab

= not garter than 45 cm

যখন ব্যক্কনি স্লাবের পাশাপাশি দুই সাপোর্টের সাথে সংযুক্ত



উভয় দিকে সাপেক্ষ মোট লোড, $w = w_S + w_L$

$$w_S = w - w_L \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(i)}$$

চিত্রানুযায়ী ক্যান্টিলিভার বিন্দু 0 তে সর্বোচ্চ ডিফ্লেকশনের ভিত্তিতে,

$$\frac{w_s S^4}{8EI} = \frac{w_L L^4}{8EI}$$

$$w_s S^4 = w_L L^4$$

$$w_s = w_L * \left(\frac{L}{S}\right)^4$$

(i)নং সমীকরনে w_s মান বসিয়ে

$$w - w_L = w_L * \left(\frac{L}{S}\right)^4$$

$$w - w_L = w_L * m^4$$

$$w = w_L * m^4 - w_L$$

$$w_L = \frac{w}{1+m^4} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$$

i)নং সমীকরনে w_L মান বসিয়ে

$$w_S = w - w_L$$

$$= w - \frac{w}{1+m^4}$$

$$= \frac{w + wm^4 - w}{1+m^4}$$

$$= \frac{wm^4}{1+m^4} \ldots\ldots\ldots \text{(iii)}$$

Design step of one way balcony slab by WSD method:

Step-01: Design Load

Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/12=10cm

*∴ 0.12m*1m*2400kg/m³= 2400kg/m*

Live load –kg/m²=kg/m

Floor finish- kg/m²=kg/m

Partition wall- kg/m²=kg/m

False celling- kg/m²=kg/m

Per meter load=w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Long span load, $\mathbf{w_L} = \frac{w}{1+m^4}$

Short span load, $w_S = \mathbf{w_S = w - w_L}$ **or** $\frac{wm^4}{1+m^4}$

Step-02: Maximum Shear force

Long span shear force, v_s,=$\mathbf{w_s * S}$
Long span shear force, v_L,=$\mathbf{w_s * L}$

Step-03: Maximum Bending Moment

Long span shear force, M_s,= $\frac{w_s L^2}{2}$ =

Long span shear force, M_L,= $\frac{w_L L^2}{2}$

Step-04: Depth of Slab

$\therefore$ Effective depth , $d = \sqrt{\frac{M_{max}}{Rb}}$,

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

$b = 100cm$ (assume 1 m strip)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering (short span)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering (Long span)

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

(positive reinforcement), $A_s(+) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm

(Negative reinforcement), $A_s(-) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^{m} shear stress, $v = \frac{V_{max}}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $v = \frac{Vcr}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292\sqrt{fc'}$

If $Vc > (V = \frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress,

Short span: $u = \frac{V}{\sum_0 j d_s}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Long span: $u = \frac{V}{\sum_0 j d_L}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d_L$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for other, $u = = \frac{3.23\sqrt{fc'}}{D}$, kg/cm2

Step-08: Anchorage length or development length

$$L = \frac{f_s * d}{4U_{a}}$$

Minimum length, L_d=30cm

যখন ব্যঙ্কনি স্লাবের একপ্রান্ত মুক্ত এবং তিন প্রান্ত আবদ্ধ।

$$\frac{w_s S^4}{8EI} = \frac{5w_L L^4}{384EI}$$

$$w_s S^4 = \frac{5wLL^4}{384}$$

$$48w_s S^4 = 5wLL^4$$

$$9.5\, w_s S^4 = w_L L$$

$$w_L = 9.5w_s \frac{S^4}{L^4}$$

$$= 9.5w_s \frac{1}{\frac{L4}{S4}}$$

$$= 9.6w_s \frac{w_s}{m^4}$$

$w_S * m^4 = wm^4 - 9.6w_s$

$w_s (m^4 - 9.6) = wm^4$

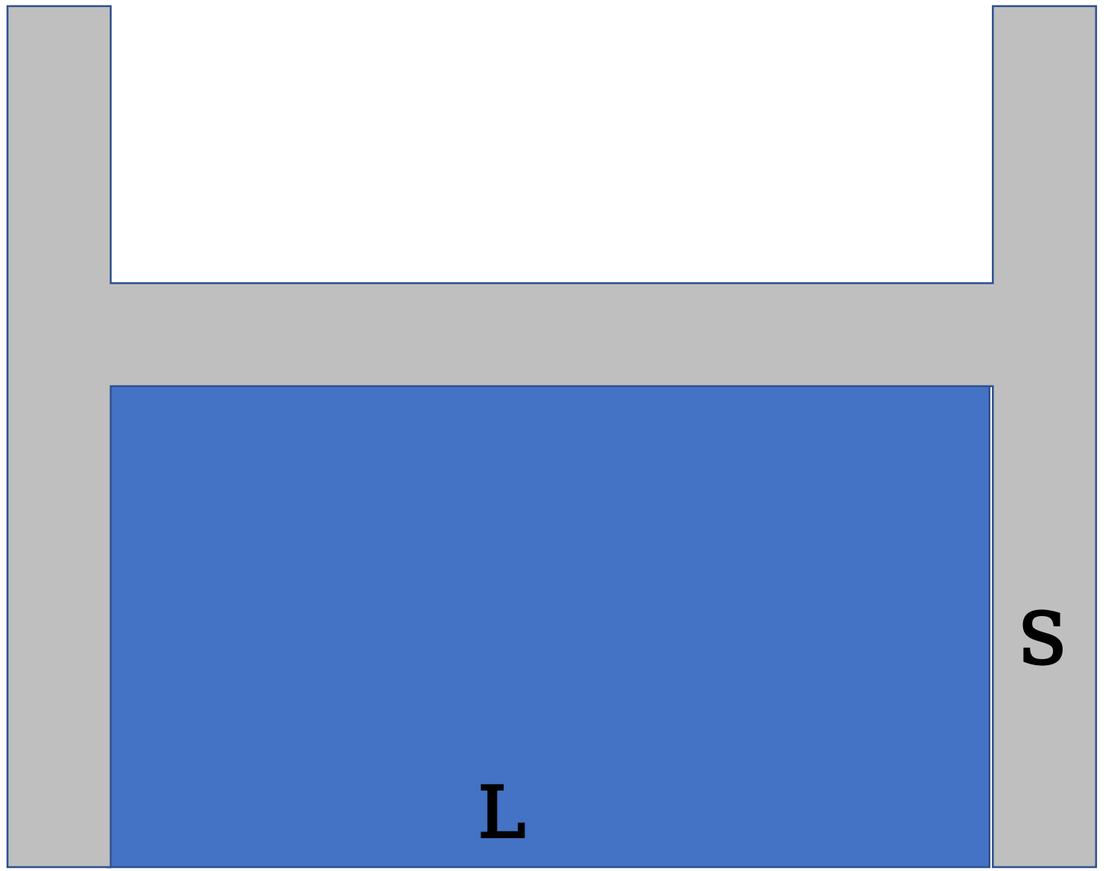
$w_s = \frac{m^4}{m^4+9.6}$

উভয় দিকে সাপেক্ষ মোট লোড, $w = w_S + w_L$

$w_S = w - w_L$

$= w - 9.6 \frac{w_s}{m^4}$

$$= \frac{wm^4 - 9.6w_s}{m^4}$$



$w_L = w - w_S$

$= w - \frac{m^4}{m^4+9.6}$

$$= \frac{wm^4 + 9.6w - wm^4}{m^4+9.6}$$

$$= \frac{9.6w}{m^4+9.6}$$

Design step of one way balcony slab by WSD method:

Step-01: Design Load

Self weight of slab *(According to ACI Code)*

Simple supported slab=L/12=10cm

∴ 0.12m∗1m∗2400kg/m³= 2400kg/m

Live load –kg/m²=kg/m

Floor finish- kg/m²=kg/m

Partition wall- kg/m²=kg/m

False celling- kg/m²=kg/m

Per meter load=w=Self.w+LL+FF+PW+FC =kg/m

Long span load, $\mathbf{w_L} = \frac{w}{1+m^4}$

Short span load, $w_S = \mathbf{w_S} = \mathbf{w} - \mathbf{w_L}$ **or** $\frac{wm^4}{1+m^4}$

Step-02: Maximum Shear force

Long span shear force, v_s,$=\mathbf{w_s * S}$
Long span shear force, v_L,$=\mathbf{w_s * L}$

Step-03: Maximum Bending Moment

Long span shear force, M_s,$= \frac{w_s L^2}{2} =$

Long span shear force, M_L,$= \frac{w_L L^2}{8}$

Step-04: Depth of Slab

$\therefore$ Effective depth , $d = \sqrt{\frac{M_{max}}{Rb}}$,

here, $R = \frac{1}{2} f_c * jk$

$K = \frac{n}{n+1}$

$j = 1 - \frac{K}{3}$

$b = 100cm$ (assume 1 m strip)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering (short span)

$D = d + \frac{1}{2} *$ dia of rod + Clear Covering (Long span)

Step-05: Area of tensile reinforcement

For one meter strip

(positive reinforcement), $A_s(+) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm

(Negative reinforcement), $A_s(-) = \frac{M}{f_s * jd} = cm^2$

Spacing, $s = \frac{a_s * b}{A_s} =$ cm c/c

a_s =area of bar dia

A_s =required steel

b=1m strip

The bar should not exceed 3 times the thickness or 45 cm

Step-06: Shear Stress

Max^{m} shear stress, $v = \frac{V_{max}}{bd}$

Shear stress,

for d distance from support, $v = \frac{Vcr}{bd}$

Allowable shear stress for concrete

$Vc = 0.292\sqrt{fc'}$

If $Vc > (V = \frac{V}{bd})$ slab thickness ok,

Step-07: Check for Bond Stress

Bond stress,

Short span: $u = \frac{V}{\sum_0 j d_s}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Long span: $u = \frac{V}{\sum_0 j d_L}$

Here, $\Sigma_0 = N\pi d_L$

N= number of bar= $\frac{b}{S} = \frac{\text{1 meter strip}}{\text{Spacing } c/c}$

Allowable bond stress

-for other, $u = = \frac{3.23\sqrt{fc'}}{D}$, kg/cm2

Step-08: Anchorage length or development length

$$L = \frac{f_s * d}{4U_{a,,}}$$

Minimum length, L_d=30cm

Thank You