সিলেট পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট, সিলেট

বিষয়: ডিজাইন অব স্ট্রাকচার-১

বিষয় কোড: ৬৬৪৬৩

মোহাম্মদ মমতাজ উদ্দীন চৌধুরী

চীফ ইন্সট্রাক্টর

০১৭১১৩৭৬৬৪৯

momtajspi65@gmail.com

ডিপার্টমেন্ট: সিভিল টেকনোলজি

Chapter-1

সিমেন্ট কংক্রিট এবং কাঠামো নিরাপত্তা (Cement Concrete and Structural safety)

❑ বিভিন্ন প্রকার কংক্রিটের কাজ (different type of cement concrete work)

প্লেইন,রিনফোর্সড, এবং প্রিস্ট্রেসেড কংক্রিটের বর্ণনাঃ

প্রয়োজন অনুযায়ী কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট, বাঁধুনি গুনসম্পন্ন পদার্থ এবং পানি একত্রে মিশিয়ে যে মিশ্রণ তৈরি করা হয় তাকে কংক্রিট বলে। কংক্রিট এর উপাদান প্রধানত তিনটি:

Binding materials: কংক্রিট এর বিভিন্ন উপাদানসমূহকে একত্রে ধরে রাখার জন্য সিমেন্ট,চুন,অ্যাস্ফল্ট, টার ব্যাবহার করা হয়। এই পদার্থগুলো binding material হিসেবে পরিচিত। সিমেন্ট দুই প্রকার পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট ও স্পেশাল সিমেন্ট।

Coarse aggregates: এগ্রিগেট এর কাজ হল কংক্রিটের আয়তন বৃদ্ধি করা। এরা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোন ভুমিকা রাখে না। কংক্রিটের ৬০ থেকে ৮০ ভাগ এরা দখল করে। যেসব এগ্রিগেটএর ব্যাস ১০ মিলিমিটার এর বেশী সেগুলোকে কোর্স এগ্রিগেট বলে।কোর্স এগ্রিগেট হিসেবে কালচে বা নিলচে বর্ণের পাথর টুকরা, সাদাটে রঙের মসৃন গ্রাভেল টুকরা এবং ১ নং ঝামা ইটের টুকরা ব্যাবহার করা যায়।

Fine aggregates: যেসব এগ্রিগেট এর ব্যাস ১০ মিলিমিটার এর কম সেগুলোকে ফাইন এগ্রিগেট বলে। জৈব ও কাদামাটি বর্জিত প্রাকৃতিক বালু,পাথরের টুকরা ফাইন এগ্রিগেট হিসেবে ব্যাবহার করা উচিত। R.C.C কাজে মিহি বালুর চাইতে মোটা বালু উত্তম।বেবহৃত বালুর সুক্ষতার গুণাঙ্ক ১ থেকে ৩ হতে হবে। এছাড়া কংক্রিট প্রস্তুত করনে পানি রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠনে সাহায্য করে বলে পানিকে helping material বলে।কংক্রিটের জন্য বেবহৃত পানি অবশ্যই পানযোগ্য,লতা-পাতা,তেল ও অন্যান্ন জৈব/অজৈব পদার্থ মুক্ত থাকতে হবে।

কংক্রিট মুলত তিন প্রকার হয়ে থাকেঃ

Plain concrete :

ব্যবহারঃ চাপ বলবাহী কাঠামোতে।

সুবিধাঃ শক্তিশালী,শব্দওতাপ প্রতিরোধী,উপাদান সহজলভ্য এবং যেকোনো আকৃতিতে তৈরি করা যায়।

অসুবিধাঃ মেরামত কঠিন,টানা বল প্রতিরোধী নয়।

R.C.C concrete

ব্যবহারঃ বীম, স্ল্যাব গার্ডার লিন্টেল, কালভার্ট, এবং যেসব কাঠামোতে চাপ এর পাশাপাশি টান পীড়নের সৃষ্টি হয়।

সুবিধাঃ দীর্ঘস্থায়ী,মাঝারি এবং মধ্যম প্রকৃতির কাঠামো নির্মাণে ফলপ্রসু।

অসুবিধাঃ স্টিলের পূর্ণ শক্তি ব্যাবহার করা যায়না, বড় স্পান এর ক্ষেত্রে ডিজাইন কষ্টসাধ্য।

Pre-stressed concrete:

ব্যবহারঃবড় আকারের বীম,পায়ার,স্ল্যাব, পোস্ট,এবং অতিরিক্ত মুভিং লোডের ক্ষেত্রে।

সুবিধাঃ ডায়াগনাল টেনশন কমানো যায়,কাঠামোতে ফাটল ধরেনা, শিয়ার প্রতিরোধ ক্ষমতা বেশী।

অসুবিধাঃ উচ্চমান সম্পন্ন সামগ্রির প্রয়োজন,দক্ষ কর্মী ব্যেতিত নির্মাণ অসম্ভব।

❑ কাঠামোগত নিরাপত্তা,ডিজাইন কোড এবং নিরাপত্তা অনুবিধি (Structural safety, design code and safety prevision)

কাঠামোগত নিরাপত্তার প্রয়োজনীয়তাঃ (need for structural safety)

কাঠামো তৈরির উদ্দেশ্য পুরন করতে তাকে অবশ্যই ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা করতে হবে।। কাঠামোতে উৎপন্ন বিচ্যুতি অল্প মাত্রায় রাখতে হবে যাতে ফাটল হলে সহনীয় মাত্রায় থাকে। এর ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা করতে হলে আগত লোডসমুহ বহনে যথেষ্ট শক্তিশালী হতেহবে।

কাঠামোর safety এবং service ability এর নিশ্চয়তার নানাবিধ উৎস রয়েছে। যেমনঃ

- আনুমানিক লোডের বিতরন ও প্রকৃত লোডের বিতরনের মধ্যে পার্থক্য হতে পারে
- আনুমানিক লোড ও প্রকৃত লোডের মধ্যে পার্থক্য হতে পারে
- রিনফোর্সমেন্ট সঠিক স্থানে স্থাপন নাও হতে পারে।
- কাঠামোগত আচরন সম্পর্কে অস্বচ্ছ ধারনার কারনে ডিজাইন কালে ভিন্ন হতে পারে।
- উপাদানগুলোর প্রকৃত শক্তি ধারনাকৃত শক্তির চেয়ে ভিন্ন হতে পারে।
- কাঠামোর প্রকৃত মাপ নির্ধারিত মাপের চেয়ে ভিন্ন হতে পারে।

কাঠামোর নিরাপদ সীমা নিচের সুত্রের সাহায্যে বের করা যায়

M= S-Q>0

এখানে, M=নিরাপদ সীমা
S= ডিজাইন শক্তি
Q= কার্যকরী শক্তি

অর্থাৎ নিরাপদ সীমা অবশ্যই শূন্য এর চাইতে বেশি হওয়া উচিৎ। শূন্য এর চাইতে কম হলে কাঠামো ব্যর্থ হবার সম্ভাবনা বেশী।

ডিজাইন কোড এর ব্যাবহার (design code & its uses)

R.C.C. DESIGN নির্দেশাবলী কোড বা অনুমদিত নিতিমালা আকারে প্রকাশ করা হয়। জনসাধারণকে বিপদ থেকে রক্ষা করা এবং কাঠামোর নিরাপত্তা জনিত ভুল-ভ্রান্তি দূর করার জন্য এতে সর্বনিম্ন প্রয়োজনীয়তা বিনির্দেশিত থাকে।বিশ্বের সর্বাধিক ব্যবহৃত কোড হল A.C.I. (American concrete institute) তাছাড়া অন্যান্য ব্যবহৃত কোড গুলর মধ্যে
AASHO (American association of state highway officials),
AREA (American railway engineering association)
BNBC (Bangladesh national building code) ইত্যাদি ।

❑ নিরাপদ অনুবিধি এর প্রয়োজনীয়তাঃ (necessity of safety provision)

কাঠামোকে ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা করে নিরাপদ লোড বহনযোগ্য করে ডিজাইন করার জন্য এর বিভিন্ন উপাদান, স্ট্রেন্থ, লোড বহনযোগ্যতা বিবেচনা করে যে নিতিমালা প্রনয়ন করা হয় তাকে নিরাপদ অনুবিধি বলা হয়।
R.C.C. মুলত দুই ভাবে ডিজাইন করা হয়

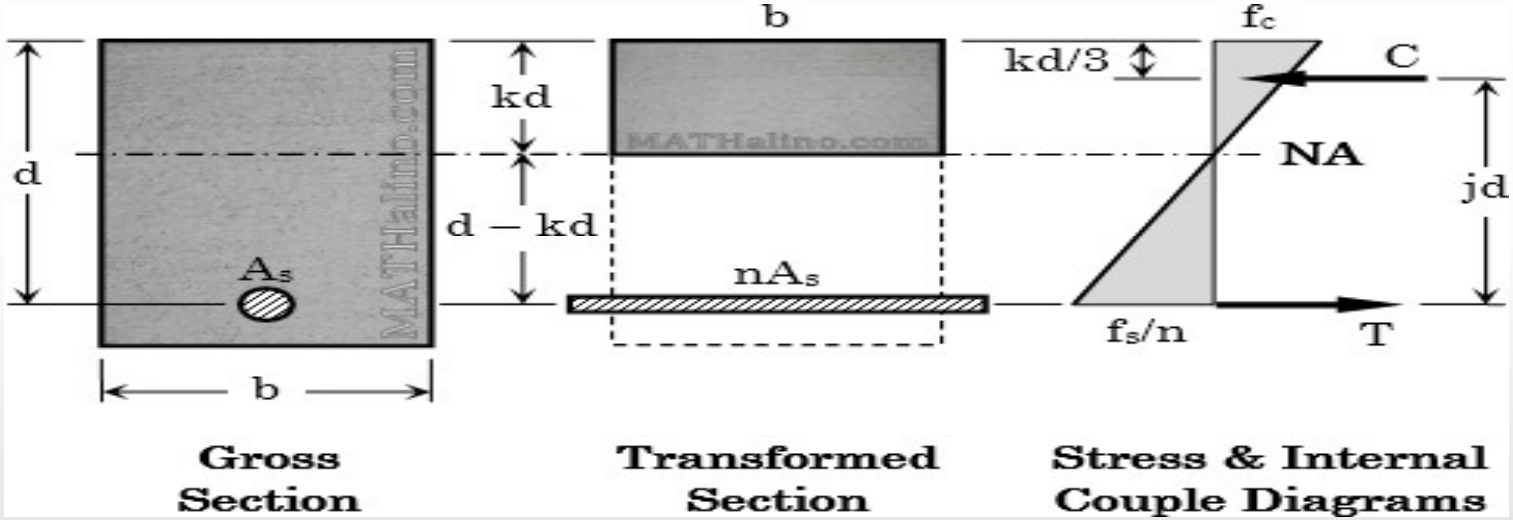
Ultimate strength design: এই পদ্ধতিতে কংক্রিট ও স্টিলের সর্বচ্চ স্ট্রেন্থ বিবেচনা করা হয়। কাঠামোর নিরাপদ সীমা বিবেচনা করা হয়। আলাদাভাবে লোড ফাক্তর ধরা হয়। এটি সাশ্রয়ী,আধুনিক এবং উন্নত বিশ্বে তথা বৃহৎ স্ট্রাকচারে এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

Working stress design: এই পদ্ধতিতে কংক্রিট ও স্টিলের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন বিবেচনা করা হয়। কাঠামোর নিরাপদ সীমা বিবেচনা করা হয় না। সকল লোডকে সমানভাবে বিবেচনা করা হয়। এটি অসাশ্রয়ী, অপেক্ষাকৃত পুরাতন পদ্ধতি এবং অনুন্নত বিশ্বে তথা ছোট স্ট্রাকচারে এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

Chapter-3

রুপান্তরিত সেকশন (Transformed section)

রুপান্তরিত সেকশনঃ বীমের যে কাল্পনিক সেকশনে টেনশন জোনে স্টিলের পরিবর্তে n গুন ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কংক্রিট প্রদান করা হয় তাকে রুপান্তরিত সেকশন বলে।



বীম তদন্তঃ নির্ধারিত লোড কাঠামোতে যে পরিমান পীড়ন উৎপন্ন হয় তা নির্নয় করে বীমের সমস্যা সমুহকে সমাধান করাকে বীম তদন্ত বলে। বীমে আরপিত লোড নিরাপদ কিনা তা জানার জন্য বীম তদন্ত করা হয়।

- একটি বীমের প্রস্থ 25 cm কার্যকরী গভীরতা 60 cm এবং এতে $16cm^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট রড ব্যবহার করা আছে। যদি n= 10 এবং সর্বচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট 8000kg-m হয় বীমটির সর্বচ্চ fc এবং fs এর মান নির্নয় কর ।

দেওয়া আছে ,

b=25cm d=60cm

As= $16cm^2$ n=10

M= 8000kg-m

রুপান্তরিত সেকশনের সুত্র অনুযায়ী,

$\frac{bx^2}{2}$ =nAs (d-x)

$\frac{25x^2}{2}$ =10 x 16 (60-x)

x^2 = 768-12.8x

x^2+12.8x=768

(x+6.4)^2 = 808.96

X=22.04cm

কংক্রিটের পীড়ন :

$fc = \frac{2M}{bx\left(d-\frac{x}{3}\right)}$ = 55.15 kg/cm^2

Steel এর পীড়ন :

$fs = \frac{M}{As\left(d-\frac{x}{3}\right)}$ = 949.60 kg/cm^2

- একটি সাধারন বীমের আকার 25cm x 25cm ।বীমটিতে 4-25mm রড ব্যবহার করা হয়েছে। n=10 হলে কংক্রিট এবং স্টিলের রেজিস্টিং মোমেন্ট রুপান্তরিত সেকশনের ভিত্তিতে নির্নয় কর । যখন fc=94 kg/cm² fs= 1400 kg/cm²

দেওয়া আছে
b=25cm
d=50-5 =45cm
Mc=?
n=10
Ms= ? fc=94 kg/cm² fs= 1400 kg/cm²
As= 19.625 cm²

আমরা জানি,
$\frac{bx^2}{2}$ =nAs (d-x)
$\frac{25x^2}{2}$ =10 x 19.625(45-x)
x^2 = 706.5-15.7x
x^2+15.7x=706.5
(x+7.85)² = 768.12
X=19.86 cm

আবার কংক্রিটের রেজিস্টিং মোমেন্ট :
Mc= $\frac{1}{2}$ fcbx(d - $\frac{x}{3}$)
=$\frac{1}{2}$ x 94 x 25x 19.86 x(45 - $\frac{19.86}{3}$)
= 895616.49 kg-cm

Steel রেজিস্টিং মোমেন্ট :
Ms= Asfs(d – $\frac{x}{3}$)
= 19.625 x 1400 x (45 – $\frac{19.86}{3}$)
=1054490.5 kg-cm

Chapter- 04

R.C.C. বীমের শিয়ার পীড়ন (shear stress developed in R.C.C beam)

❑ R.C.C বীমে শিয়ার স্ট্রেস ও শিয়ার পীড়নের প্রভাব (effects of shear force and shear stress in R.C.C beam) :

R.C.C বীমে শিয়ার স্ট্রেস ও শিয়ার পীড়ন গুরুত্ত সহকারে বিবেচনা করা হয়। বেন্ডিং পীড়নের প্রভাবে বীমের নিরপেক্ষ তলে চাপ এবং টান পীড়ন উৎপন্ন হয়। যার কারনে shear failure ঘটে । shear failure প্রতিরোধের জন্য বীমে অতিরিক্ত রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহৃত হয়।

ডায়াগোনাল টেনশন (diagonal tension): যে পীড়নের ফলে বীমে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয় তাকে কৌণিক টান বা diagonal tension বলে। shear failure কে diagonal tension failure বলে।

<u>শিয়ার পীড়ন নির্নয়ের সুত্রঃ</u>

$$v = \frac{V}{bd}$$

এখানে V= বীমের বিবেচ্য সেকশনের শিয়ার ফোর্স, kg

v = একক শিয়ার পীড়ন kg/cm^2

b= বীমের প্রস্থ, cm d = বীমের গভীরতা cm

- একটি সাধারন ভাবে স্থাপিত বীমের প্রস্থ 25 cm , কার্যকরী গভীরতা 45 cm এবং স্প্যান 6m. বীমটির নিজস্ব ওজনসহ মোট 15000 kg লোড আরোপিত আছে। যদি কংক্রিটের সর্বচ্চ পীড়ন 211 kg/cm² হয় তবে বীমটিতে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট লাগবে কিনা?

বীমটির প্রতি মিটারে একক ওজন, $\omega = \frac{15000}{6}$ = 2500 kg/m

সর্বোচ্চ শিয়ার, $V = \frac{\omega l}{2} = \frac{2500 \times 6}{2}$ =7500kg

ক্রিটিক্যাল শিয়ার, $V_{cr} = V - \frac{\omega d}{100}$ = 6375 kg

শিয়ার পীড়ন $v = \frac{Vcr}{bd}$ = 5.67 kg/cm²

অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন $v_c = 0.292 \sqrt{f'c}$ = 4.24 kg/cm²

যেহেতু $v > v_c$ সুতরাং বীমটিতে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট প্রয়োজন।

Chapter-5

R.C.C বীমে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের কাজ (functions of web reinforcement in R.C.C beams)

❑ ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট (web reinforcement)

ডায়াগোনাল টেনশনের কারনে বীমে যাতে কৌণিক ফাটল না ঘটে সেজন্য যে রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয় তাকে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বলে। সাধারনত 6mm থেকে 12 mm ব্যাসের রড ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টীরাপ হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

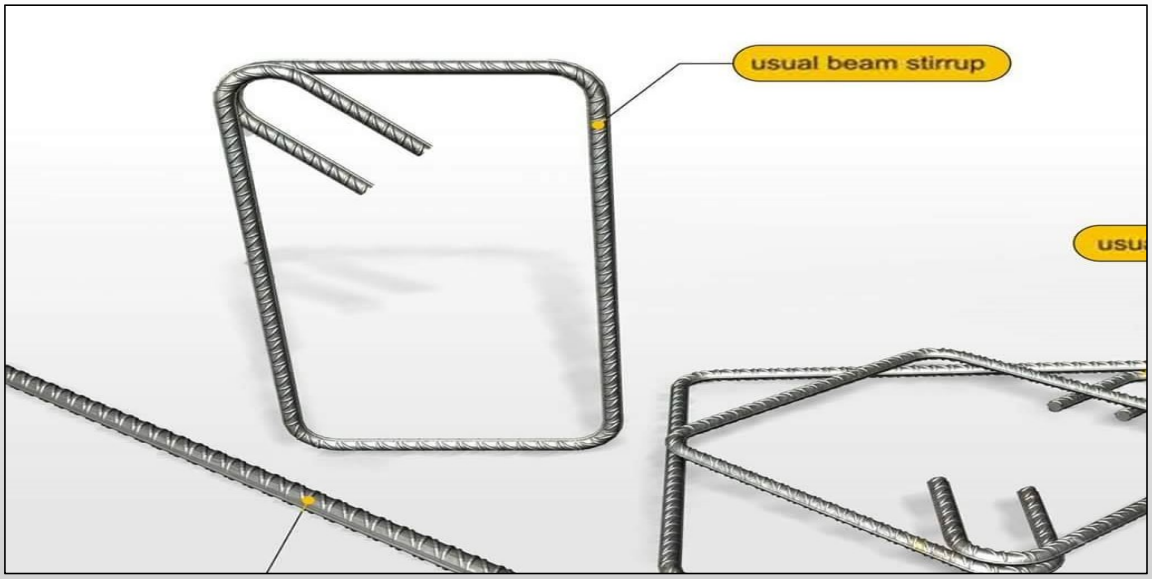
চিত্রসহ ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের শ্রেণিবিভাগ (classify web reinforcement with sketches)

1) U আকারের

২) W আকারের

3) S আকারের

4) Q আকারের



❑ R.C.C. বীমে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের কাজঃ

১। অতিরিক্ত শিয়ারকে বহন করা

২। বীমের প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট কে ধরে রাখতে সাহায্য করা।

৩। বীমের ডায়াগোনাল টেনশনকে প্রতিরোধ করা।

৪। বীমের প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট কে বাঁকা হওয়া থেকে রক্ষা করার জন্য।

❑ W.S.D পদ্ধতিতে বীমে খাড়া ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট এর ব্যবধান নির্ণয়ের সূত্র (spacing of web reinforcement in W.S.D. method)

A.C.I অনুযায়ী বীমে স্টিরাপের অনুমোদনযোগ্য ব্যবধান হবে

$$S=\frac{AvFv}{v'b}$$

$$S=\frac{Av}{0.0015b}$$

$$S=\frac{d}{2}$$

উপরক্ত মানগুলোর মধ্যে সর্বনিম্ন মান ব্যবধান হিসেবে ধরা হয়।

<u>ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের জন্য প্রয়োজনীয় দূরত্ব</u>

$$a=(\frac{L}{2}-d)\frac{v'}{v}$$

❑ একটি সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন আর সি সি বীমের স্প্যান 6 m প্রস্থ 25 cm কার্যকরী গভীরতা 50 cm এবং কভারিং 5cm । বীমটির উপর প্রতি মিটার দৈর্ঘে নিজস্ব ওজন সহ 3000kg লোড সমভাবে বিস্তৃত আছে । যদি fv=1300 kg/cm² এবং vc=4.5 kg/cm² হয় তবে বীমটিতে স্টিরাপ W.S.D পদ্ধতিতে ডিজাইন করে দেখাও।

Design load

W=3000 kg/m

Maximum shear force

$V=\frac{WL}{2}$ =9000kg

Critical shear, Vcr = V – W X $\frac{d}{100}$ = 7500 kg

Shear stress, $v=\frac{Vcr}{bd}$ =6 kg/cm²

V'= v-vc = 1.5 kg/cm²
Vc=4.5 kg/cm²

∴ স্টিরাপের প্রয়োজন রয়েছে

Distance of stirrup

$a=(\frac{L}{2}-d)\frac{v'}{v}$
=62.5 cm
মোট দূরত্ব = a+2d =162.5 cm

Spacing of stirrup

10 mm ব্যাসের স্টিরাপ ব্যবহার করলে

$S=\frac{AvFv}{v'b}$ = 54.42 cm c/c Av= 2x $\frac{\pi}{4}(1.0)^2$ = 1.57 cm²

$S=\frac{Av}{0.0015b}$ = 41.86 cm c/c

$S=\frac{d}{2}$ = 25 cm c/c

10 mm ব্যাসের স্টিরাপ ব্যবহার করলে 25 cm c/c এ বসাতে হবে।

Chapter- 6

আর.সি.সি. বীমে সৃষ্ট বন্ড পীড়ন (bond stress developed in R.C.C beam)

বন্ড পীড়ন (Bond stress) বল প্রয়োগে R.C.C কাঠামোতে লোহার রড কংক্রিট হতে আলাদা হবার প্রবণতাকে প্রতিহত করার জন্য কংক্রিট সংলগ্ন পৃষ্ঠে যে স্ট্রেস সৃষ্টি হয় তাকে বন্ড স্ট্রেস বলে।

আর.সি.সি. বীমে সৃষ্ট বন্ড পীড়নের সুত্র উদ্ভাবন (derivation of the formula of bond stress developed in R.C.C beam)

সূত্র: বন্ড পীড়ন, $U=\frac{V}{\in_0 jd}$

U=প্রতি একক ক্ষেত্রে বন্ড পীড়ন kg/cm²

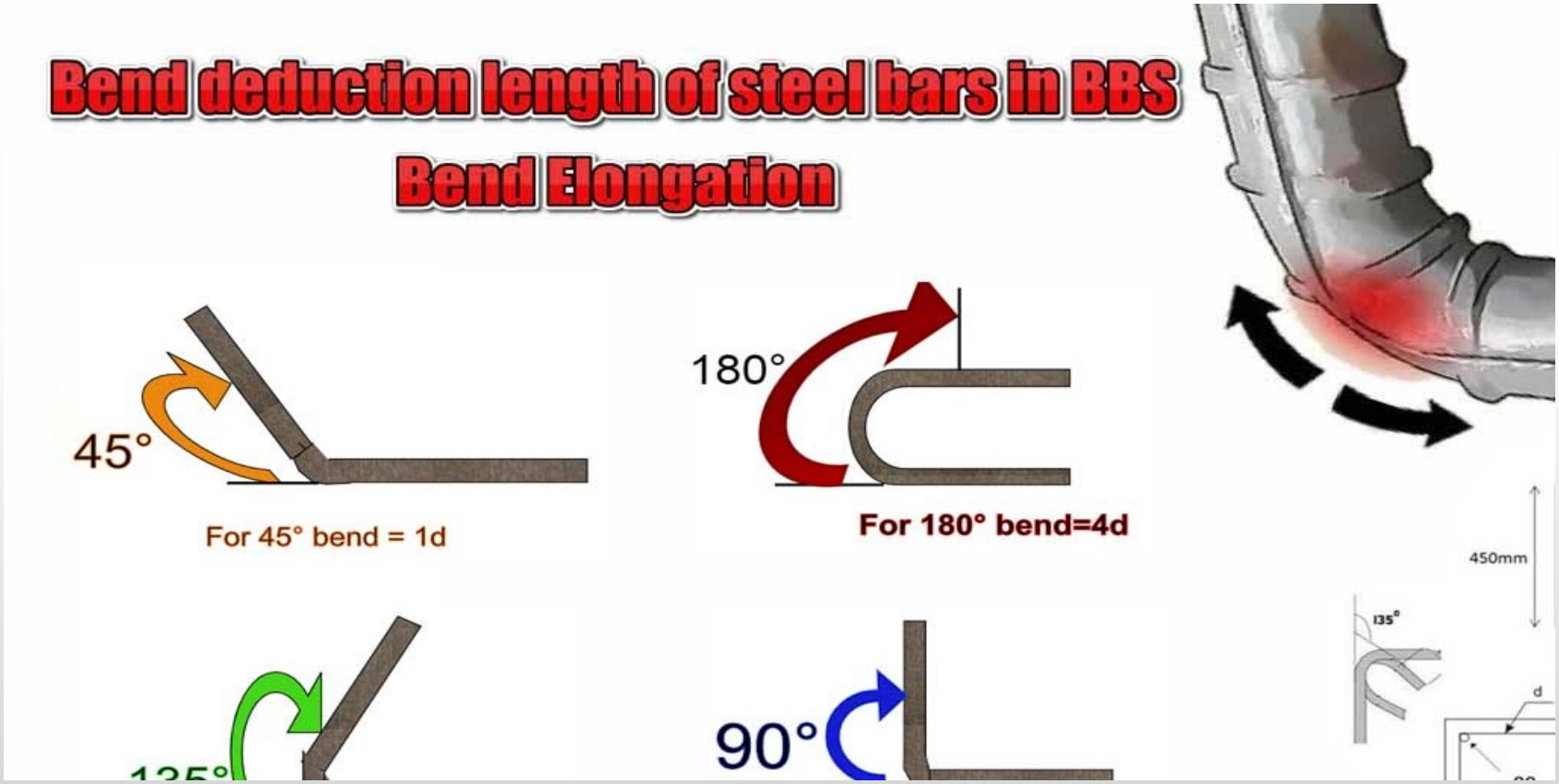
V=সর্বচ্চ শিয়ার ফোর্স kg

J=লিভার আর্ম ও কার্যকরী গভীরতার অনুপাত

d= কার্যকরী গভীরতা cm

$\in_0$ =অনুভুমিক টেনসাইল রডের পরিসিমার সমষ্টি cm

A.C.I কোড অনুযায়ী আদর্শ হুক হবে নিম্নরূপ



- একটি সাধারন ভাবে স্থাপিত বীমের দৈর্ঘ্য 5 m প্রস্থ 30 cm এবং কার্যকরী গভীরতা 50 cm বীমটি নিজস্ব ওজন সহ প্রতি মিটারে 3000 kg লোড সমভাবে বিস্তৃত আছে। বীমে 3 টি 25mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে বন্ড পীড়ন নিরাপদ কিনা দেখাও।

তথ্যাদিঃ f'c=210 kg/cm² fs=1400 kg/cm² n=10

এখানে,

সর্বচ্চ শিয়ার V= $\frac{WL}{2}$ = $\frac{3000\ X\ 5}{2}$ =7500 kg

মোট পরিসীমা $\in_o$ = NπD = 3 x π x2.5= 23.56 cm

K= $\frac{n}{n+\left(\frac{fs}{fc}\right)}$ = 0.403 fc=0.45 f'c =94.5 kg/cm²

J= 1 - $\frac{k}{3}$ = 0.866

∴ বন্ড স্ট্রেস U=$\frac{V}{\in_0 jd}$ = 7.35 kg/cm²

ডিফর্মড বার ব্যবহার করলে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন

u=(3.23$\sqrt{f'c}$) /D

=18.72 kg/cm² > 7.35 kg/cm² সুতরাং নিরাপদ

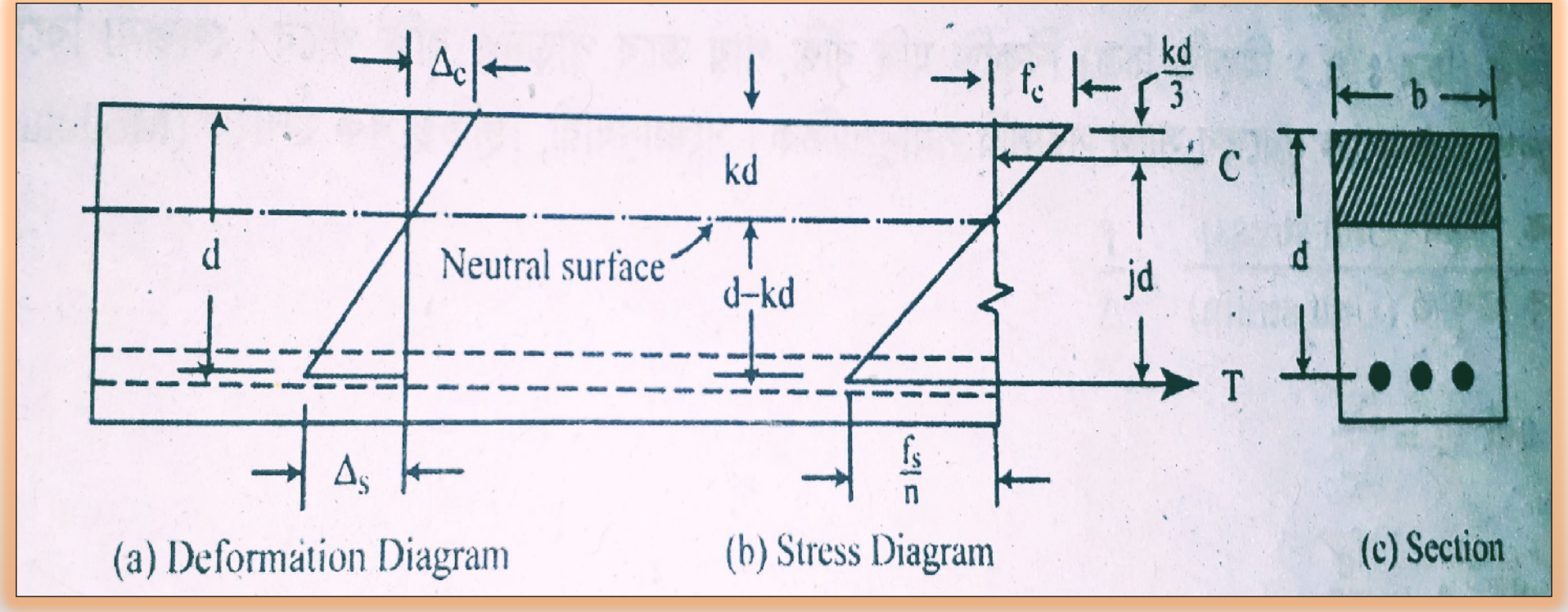
Chapter-7

W.S.D.পদ্ধতিতে আয়তাকার বীম ডিজাইনে ফ্লেকচারের ফর্মুলা নির্ণয়ের সূত্র
(flexure formula for R.C.C rectangular beam in W.S.D. method)

আরসিসি বীম ডিজাইনে কিছু মৌলিক ধারনা করা হয় যথাঃ

- বেন্ডিং এর পূর্বে বীমের প্রস্থচ্ছেদ এবং বেন্ডিং এর পরে বীমের প্রস্থচ্ছেদ সমান থাকবে।
- কংক্রিট আর রিইনফোর্সিং স্টিলের মধ্যে বন্ড ঠিক থাকবে। উপকরণসমূহের বিকৃতির কারনে বন্ড নষ্ট হবে না।
- কংক্রিটের টান প্রতিরোধ ক্ষমতা অগ্রাহ্য করা হয় এবং স্টিল সকল টান প্রতিরোধ করবে ধরা হয়।
- কংক্রিট অ স্টিল স্থিতিস্থাপক সীমা লঙ্ঘন করবে না। এবং হুকের সূত্র মেনে চলবে।

ভার অর্পিত R.C.C. বীমে স্ট্রেস ডায়াগ্রাম (The stress diagram of loaded R.C.C. beam)



❑ W.S.D. পদ্ধতিতে ফ্লেকচারের সূত্রের নোটেশনঃ

সুত্র, $k = \frac{n}{n + \left(\frac{fs}{fc}\right)}$

উপরের চিত্র অনুযায়ী R.C.C মেম্বারের সুত্র নিরুপনে নিম্নলিখিত নোটেশন ব্যবহার করা হয়ঃ

Δc = কংক্রিটের একক দৈর্ঘ্যে বিকৃতি

Δs= স্টিলের একক দৈর্ঘ্যে বিকৃতি

Ec=কংক্রিটের স্থিতিস্থপক গুনাঙ্ক =W^{15} X 4270 √f'c kg/cm^2

Es= স্টিলের স্থিতিস্থপক গুনাঙ্ক = 2039000 kg/cm^2

যখন W=কংক্রিটের একক ওজন, টন/ঘনমিটার

N=মডুলার রেশিও = $\frac{Es}{Ec}$

fc=নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার দুরবর্তি ফাইবারে কংক্রিটের চাপ পীড়ন kg/cm^2

fs= নিরপেক্ষ অক্ষ হতে টান এলাকার দুরবর্তি ফাইবারে কংক্রিটের চাপ পীড়ন kg/cm^2

b=বীমের প্রস্থ cm

d= কার্যকরী গভীরতা cm

k= নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার দুরবর্তী ফাইবার পর্যন্ত দূরত্ব এবং কার্যকরী গভিরতার অনুপাত = $\frac{kd}{d}$

kd= নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার দূরবর্তী ফাইবার পর্যন্ত দূরত্ব

j= চাপ পীড়নের লব্ধি বিন্দু এবং টান পীড়নের লব্ধি বিন্দু পর্যন্ত দূরত্ব এবং কার্যকরী গভিরতার অনুপাত = $\frac{jd}{j}$

jd= চাপ পীড়নের লব্ধি বিন্দু এবং টান পীড়নের লব্ধি বিন্দু পর্যন্ত দূরত্ব

As= বীমের লম্বালম্বি রডের প্রস্থচ্ছেদি ক্ষেত্রফল cm^2

ρ= বীমের লম্বালম্বি রডের প্রস্থচ্ছেদি ক্ষেত্রফল এবং কংক্রিটের সেকশনের কার্যকরী ক্ষেত্রফলের অনুপাত $\frac{As}{bd}$

Mc= কংক্রিটের রেজিস্টিং মোমেন্ট kg-cm

Ms= রিইনফোর্সমেন্ট রেজিস্টিং মোমেন্ট kg-cm

M= বেন্ডিং মোমেন্ট kg-cm

C=চাপ এলাকার লব্ধি বল kg

T=টান এলাকার লব্ধি বল kg

- একটি সাধারন ভাবে স্থাপিত R.C.C বীমের কার্যকরী স্প্যান ৬ মিটার। বীমটির নিজস্ব ওজন সহ প্রতিমিটারে 2100 kg লোড সমভাবে বহন করে। নিচের তথ্যাদির সাহায্যে আয়তাকার বীমটির ক্রস সেকশন অ প্রধান রডের পরিমান নির্নয় কর।
  Fs=1400 kg/cm^2 f'c=210 kg/cm^2 n=10

Step 01: Design load

ω= 2100 kg/m

Step 02: maximum shear force

V=$\frac{\omega L}{2}$

=$\frac{2100\ X\ 6}{2}$

=6300 kg

Step 03: maximum bending moment

M=$\frac{\omega l2}{8}$ =$\frac{2100\ x6^2}{8}$ x 100 = 945000 kg-cm

Step 04: depth calculation

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

=48 cm [say b= 25cm]

K=$\frac{n}{n+\left(\frac{fs}{fc}\right)}$ fc= 0.45 f'c =94.5 kg/cm2

= 0.403 j=1 - $\frac{k}{3}$ =0.866 R=$\frac{1}{2}$ fcjk= 16.38

Say covering =5 cm ∴ total depth= 48 + 5 =53 cm

∴ বীমের ক্রসসেকশন= 25cm x 53 cm

Step 05: area of steel

As=$\frac{M}{fsjd}$ = $\frac{945000}{1400\ x\ 0.86\ x\ 48}$ = 16.35 cm^2

25 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে

N=$\frac{As}{as}$

=3.33 =4 টি

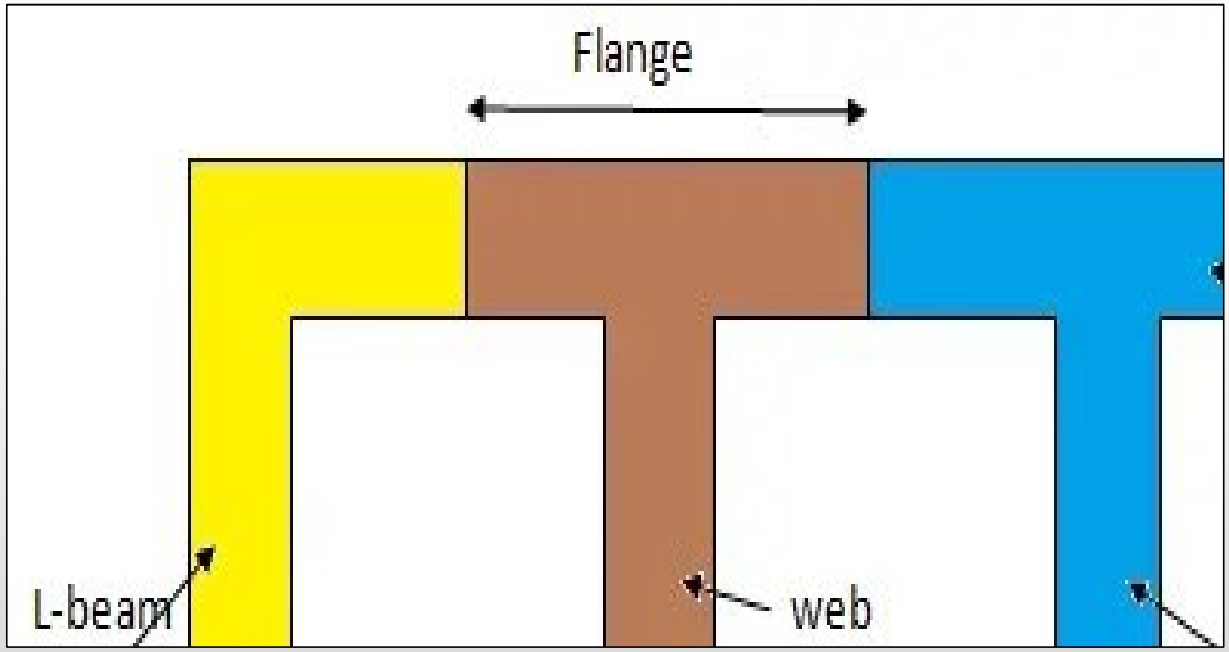
Chapter-10

T-বীম এবং এর ব্যবহার (T-beam and its use)

T বীমঃ বীম এবং এর উপর স্থাপিত স্ল্যাব যখন একত্রে ডিজাইন করা হয় তখন ওই স্ল্যাবটি বীমের অংশ হিসেবে কাজ করে। এই সম্মিলিত অংশ দেখতে Tএর ন্যায় বলে একে Tবীম বলে।

T বীমের বিভিন্ন অংশঃ

চিত্র অনুযায়ী d= Tবীমের কার্যকরী গভীরতা cm
b= Tবীমের ফ্লেঞ্জের প্রস্থ cm
b'= Tবীমের ওয়েবের প্রস্থ cm
t= Tবীমের স্ল্যাবের পুরুত্ব cm
D=বীমের মোট গভীরতা cm



T বীমের প্রস্থ ও গভীরতার অনুপাতঃ

ওয়েবের প্রস্থ $b' = \frac{1}{3}d$ থেকে $\frac{1}{2}d$ পর্যন্ত হয়

ফ্লেঞ্জের বিস্তার (width of flange):

- ফ্লেঞ্জের প্রস্থ বীমের স্প্যানের এক চতুর্থের বেশি হবে না ।
- ওয়েবের যেকোনো পাশের ঝুলন্ত অংশের প্রস্থ পাশাপাশি অবস্থিত দুইটি বীমের মুক্ত দৈর্ঘের বেশি হবে না। অর্থাৎ $b \leq l + b'$
- ওয়েবের যেকোনো পাশের ঝুলন্ত অংশের প্রস্থ স্ল্যাব পুরুত্ব এর আট গুনের বেশি হবে না।
- ফ্লেঞ্জ যদি একদিকে হয় তবে প্রস্থ বীমের স্প্যানের $\frac{1}{12}$ ভাগ বা স্ল্যাব পুরুত্ব এর ৬ গুনের বা পরবর্তি বীম পর্যন্ত দূরত্বের অর্ধেকের বেশি হবে না।

আয়তাকার বীম এবং T বীমের মধ্যে পার্থক্যঃ

আয়তাকার বীমঃ

শুধুমাত্র বীম ঢালাই করা হয়। তুলনামূলক গভীরতা বেশি হয়। কক্ষের উচ্চতা কম পাওয়া যায়। খরচ তুলনামূলক বেশি।

T বীমঃ

বীম ও স্ল্যাব ঢালাই করা হয়। তুলনামূলক গভীরতা কম হয়। কক্ষের উচ্চতা বেশি পাওয়া যায়। খরচ তুলনামূলক কম।

Chapter -12
R.C.C লিন্টেল ডিজাইন (R.C.C lintel design)

❑ দরজা জানালা বা কোন ফাকা অংশের উপরস্থ লোড বহন করার জন্য যে বীম সদৃশ কাঠামো নির্মান করা হয় তাকে লিন্টেল বলে।

লিন্টেলের উদ্দেশ্য ও কাজঃ

১. উপরস্থ কাঠামোর ভার বহন করে।

২. **ফোকরের পার্শ্বস্থ ও উপরস্থ দেওয়াল একত্রে সংযুক্ত করে ।**

৩. দরজা জানালার ফ্রেম লাগাতে সুবিধা প্রদান করে ।

৪. সানশেড অথবা ওয়েদারশেড স্থাপনে কাঠামোগত সুবিধা প্রদান করে।