একটাই লক্ষ্য

হতে হবে দক্ষ

টেকনোলজিঃ সিভিল, পর্বঃ ৬ষ্ঠ
বিষয়ঃ ডিজাইন অব স্ট্রাকচার-১(৬৬৪৬৩)

উপস্থাপনায়

প্রকৌ:মো: মাহমুদুন্নবী শামীম
চিফ ইন্সট্রাক্টর (সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিটিউট।

প্রকৌ: নৃপেন্দ্রনাথ সরকার
চিফ ইন্সট্রাক্টর (সিভিল)
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিটিউট।

কংক্রিট, প্লেইন কংক্রিট, রিইনফোর্সড কংক্রিট, প্রিস্ট্রেড কংক্রিট

প্রয়োজন অনুপাতে কোর্স এগ্রিগেট, ফাইন এগ্রিগেট, জোড়ক পদার্থ ও পানি একত্রে মিশিয়ে যে মিশ্রন তৈরি করা হয় তাকে কংক্রিট বলে।

- কোর্স এগ্রিগেট (ইটের খোয়া, পাথরের খোয়া, গ্রাভেল)
- ফাইন এগ্রিগেট (বালি, সুরকি)
- জোড়ক পদার্থ (সিমেন্ট, চুন)

নির্দিষ্ট ছাঁচে সিমেন্ট বালি খোয়া দিয়ে পানি সহ নিদিষ্ট অনুপাতে তৈরি কৃত্রিম পাথর সদৃশ্য পদার্থকে প্লেইন কংক্রিট বলে।

এ প্রকার কংক্রিট সংকোচন চাপে খুবই শক্তিশালী কিন্তু প্রসারন চাপে তেমন শক্তিশালী নয়।

কংক্রিট যদি কাঠামোর এমন স্থানে ব্যবহৃত হয় যেখানে তাকে টান ও শিয়ার বল সহ্য করতে হবে তাহলে, এর মধ্যে লোহার রড ব্যবহার করে একে জোড়দার করা হয়। এধরনের কংক্রিটকে বলা হয় রিইনফোর্সড সিমেন্ট কংক্রিট

কংক্রিট এবং ষ্টিলকে উচ্চ ক্ষমতা প্রদান করে যে কংক্রিট তৈরি করা হয় তাকে প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট বলে। উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্ল্যাব, বিম, ব্রিজ, ড্যাম, পাইল ইত্যাদি নির্মানে প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহার করা হয়।

প্লেইন কংক্রিট, রিইনফোর্সড কংক্রিট, প্রিস্ট্রেড কংক্রিট এর সুবিধা ও অসুবিধা :

প্লেইন কংক্রিটের সুবিধা

a) শব্দ ও তাপ প্রতিরোধী।
b) শক্তিশালী, মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী।
c) অধিক চাপ বহন উপযোগী।
d) আবহাওয়া ও আগ্নিপ্রতিরোধী।
e) নির্মান খরচ তুলনামূলক কম।

প্লেইন কংক্রিটের অসুবিধা

a) শিয়ার বল প্রতিরোধে দুর্বল।
b) টানা বল প্রতিরোধী নয়।
c) কোনক্রমে ফাটল দেখা দিলে মেরামত করা কঠিন।
d) তুলনামূলকভাবে ভঙ্গুর।

রিইনফোর্সড কংক্রিটের সুবিধাঃ

a. চাপ ও টান উভয় প্রকার বল প্রতিরোধক্ষম।
b. অপেক্ষাকৃত ঘাতসহ এবং মজবুত।
c. চাপ, টান, শিয়ার, টরশন প্রতিরোধী।
d. মাঝারি স্প্যান এবং মধ্যম প্রকৃতির ভারবাহী কাঠামো নির্মাণে ফলপ্রসু

রিইনফোর্সড কংক্রিটের অসুবিধাঃ

a. ডিজাইন এবং পরিকল্পনা অনেক ক্ষেত্রে জটিল।
b. কোনক্রমে ফাটল দেখা দিলে মেরামত করা কষ্টসাধ্য।
c. দক্ষ ও অভিজ্ঞ মিস্ত্রির প্রয়োজন।
d. রিইনফোর্সমেন্টের পূর্নশক্তি ব্যবহার করা যায় না।

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের সুবিধা সমূহঃ

I. ডায়াগোনাল টেনশন কমানো যায়।

II.সেকশন অনেক ছোট হয়।

III.মেম্বারগুলো হালকা হওয়ায় সহজে বহনযোগ্য।

IV. উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন স্টিল ব্যবহার করা হয় বলে কাঠামোতে ফাটল সৃষ্টি হয় না।

V. টেনডন ব্যবহার করার ফলে শিয়ার প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের অসুবিধা সমূহঃ

I. ডিজাইন ও প্রস্তুত জটিল।

II. বিশেষ গুনাবলীর মালামালের প্রয়োজন হয়।

III. দক্ষ ও প্রশিক্ষন প্রাপ্ত মিস্ত্রির প্রয়োজন হয়।

IV. এতে অতিরিক্ত ফর্ম ওয়ার্কের প্রয়োজন হয়।

V. বিশেষ ধরনের যন্ত্রপাতি (জ্যাক, অ্যাংকরেজ ডিভাইস) প্রয়োজন হয়।

কংক্রিটের স্থিতিস্থাপক গুনান্‌কের ইয়ং মডুলাস ও মডুলার রেশিও।

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কংক্রিটের পীড়ন-বিকৃতি অনুপাতকে ইয়ং স্থিতিস্থাপক গুণান্‌ক বলে।

কংক্রিটের পীড়ন-বিকৃতি কার্ভে প্রাথমিক সরল রেখা যে ঢাল সৃষ্টি করে তাকে কংক্রিটের মডুলাস অব ইলাষ্টিসিটি বা ইয়ং মডুলাস বলে।

ষ্টিলের মডুলাস অব ইলাষ্টিসিটি ও কংক্রিটের মডুলাস অব ইলাষ্টিসিটির অনুপাতকে মডুলার রেশিও বলে।

$$\text{পীড়ন} = \frac{\text{প্রযুক্ত বল}}{\text{লোড প্রয়োগকৃত ক্ষেত্রফল}} = \frac{P}{A}$$

$$\text{বিকৃতি} = \frac{\text{পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য}}{\text{মল দৈর্ঘ্য}} = \frac{\Delta L}{L}$$

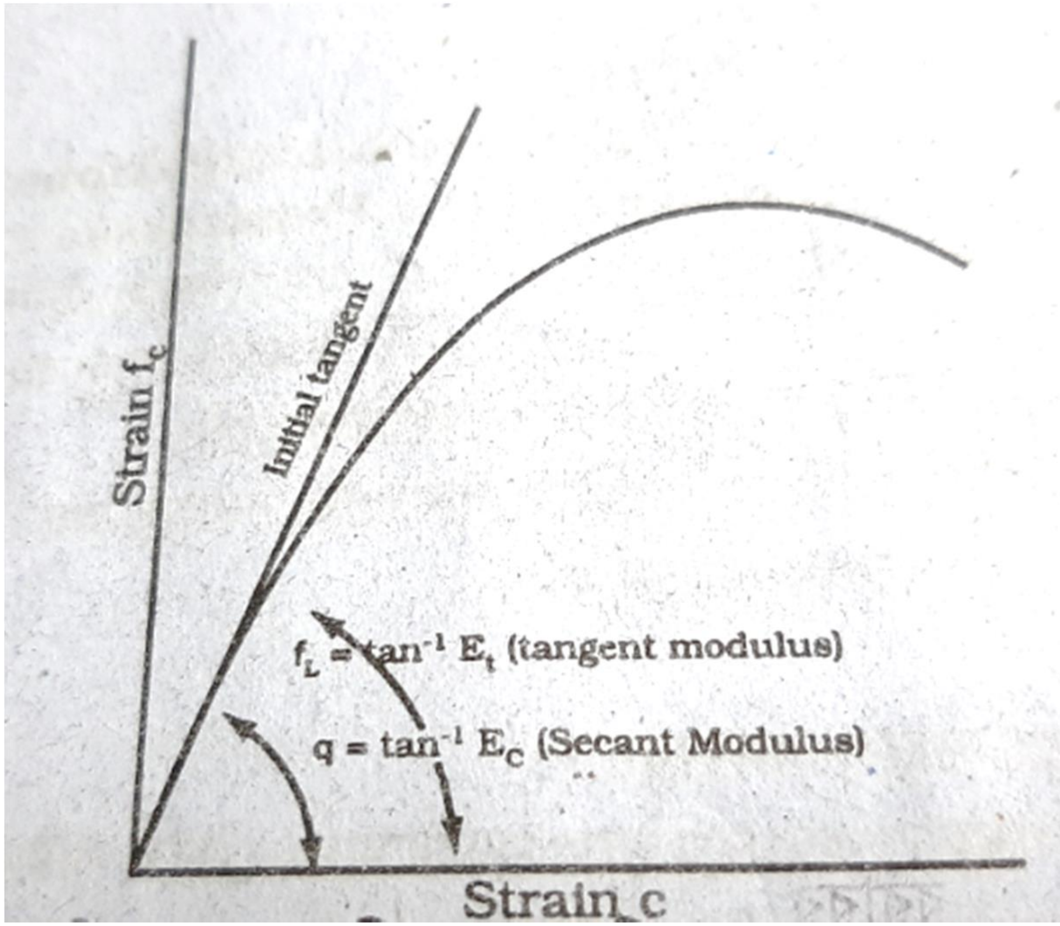


Fig: Stress Strain Diagram of Concrete

কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়ন:

বাহ্যিক আরোপিত লোডের যে সর্বোচ্চ সীমারেখা পর্যন্ত কংক্রিটের পীড়ন বৃদ্ধি পায় এবং ঐ সীমারেখার পর পীড়ন বৃদ্ধি না পেয়ে বরং হ্রাস পেতে থাকে, সর্বোচ্চ সীমারেখার এই সংশ্লিষ্ট পীড়নকে সর্বোচ্চ বলে।

কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়নকে f´c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

সাধারনত কাস্ট-ইন-সিটু কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়ন 211kg/cm² হতে 352 kg/cm²

প্রি-কাষ্ট প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়ন 422kg/cm² হযে থাকে ।

কংক্রিটের শক্তি এর উপাদান সমূহের গুনাগুন, অনুপাত, কিউরিং পদ্ধতি, পানি-সিমেন্ট অনুপাত এর উপর নির্ভরশীল।

কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কংক্রিট যে পরিমান পীড়ন নিরাপদে বহন করতে পারে, তাকে কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন বলে।একে fc দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন=0.45x কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়ন

সমস্যা-১। একটি কংক্রিট নমূনার সর্বোচ্চ চাপশক্তি ২১০kg/cm²এবং একক ওজন ২৪০০kg/m³, ষ্টিলের মডুলাস অব ইলাস্টিসিটি ২০৩৯০০০kg/cm² হলে মডুলার রেশিও নির্ণয় কর।

Given, $E_s = 2039000$ kg/cm²

$W = 2400$ kg/m³ $= 2.4$ T/m³

$f'c = 210$ kg/m²

মডুলার রেশিও n= ?

We know

কংক্রিটের স্থিতিস্থাপক গুনান্ক $E_c = W^{1.5} * 4270 \sqrt{f'c}$

$= (2.4)^{1.5} \times 4270 \times \sqrt{210}$

$= 230067.03$ kg/cm²

মডুলার রেশিও $n = \frac{Es}{Ec} = \frac{2039000}{230067.03} = 8.86 = 9$

কংক্রিটের চাপ শক্তি পরীক্ষা বর্ননা কর।

নমূনা প্রস্তুতঃ

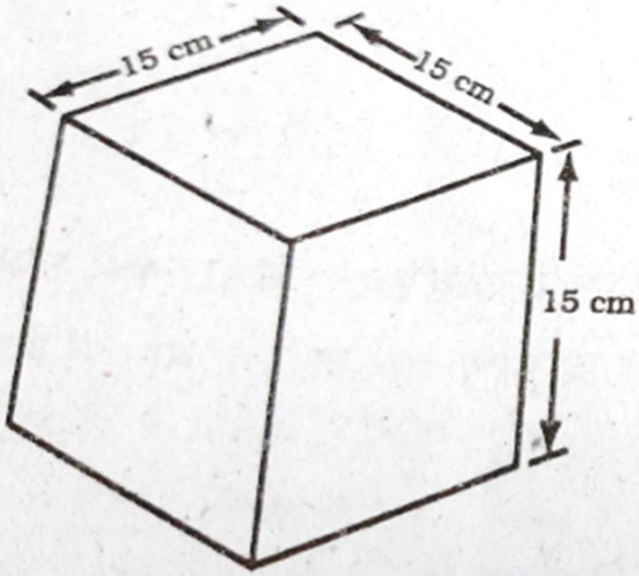
সাধারনত কংক্রিটের চাপ শক্তি নির্ণয়ের জন্য দুই ধরনের মোল্ড ব্যবহার করা হয়।

ক. কিউব (15cmX15cmx15cm)

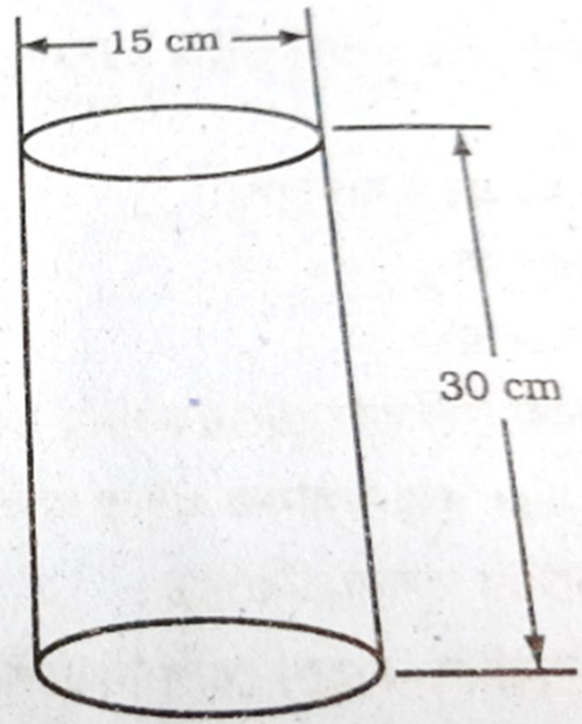
খ. সিলিন্ডার (Dia 15 cm, Height 30cm)

- মোল্ড একটি শক্ত ও সফল তলের উপর স্থাপন করতে হবে।
- সাধারনত ৬ মিঃমিঃ পুরুত্বের গ্লাস প্লেট বা ১২ মিঃমিঃ পুরুত্বের মেটাল প্লেট মোল্ড বসানোর তল হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
- সদ্য প্রস্তুতকৃত কংক্রিটকে মোল্ডে তিন স্তরে স্থাপন করা হয়।
- প্রতিটি স্তর আলাদাভাবে ১৬ মিঃমিঃ ব্যাসের ও ২৪ সেন্টিমিটার লম্বা অগ্রভাগ সূচালো রড দ্বারা কম্প্যাকশন

- শেষ স্তর কম্প্যাকশন করার পর কর্নি দ্বারা সমতল করতে হবে এবং মেটাল প্লেট দ্বারা ঢেকে দিতে হবে। কিছুক্ষন পর উপরের স্তরে নিট সিমেন্ট দিয়ে পূনরায় ঢেকে দিতে হবে।
- তৈরিকৃত নমুনাটি ২৪ ঘন্টা জন্য প্রস্তুতকৃত স্থানে সংরক্ষন করতে হবে।
- ২৪ ঘন্টা অতিবাহিত হওয়ার পর নমুনাটি ৭০ ডিগ্রি ফারেনহাইট বা ২১ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রায় কিউরিং করতে হবে।
- সাধারনত ৭ হতে ২৮ দিন কিউরিং করার পর টেষ্ট করা হয়।
- পরীক্ষা করার ২৪ হতে ৪৮ ঘন্টা পূর্বে কিউরিং করা বন্ধ করতে হয়।
- নমূনাটির উভয় প্রান্ত সমতল ও সমান্তারাল হওয়া উচিত।



কিউব



সিলিন্ডার

কংক্রিটের টান শক্তি পরীক্ষা বর্ননা:

কংক্রিটের টান শক্তি পরিমাপ করার জন্য Splite cylinder test করা হয়।

15 cm ব্যাসের ও 30 cm উচ্চতার সিলিন্ডারকে আনুভূমিকভাবে কম্প্রেশন টেষ্টিং মেশিনে প্রবেশ করানো হয়।

সমভাবে লোড প্রয়োগ নিশ্চিত করতে মেশিন এবং সিলিন্ডারের দুই প্রান্তে প্যাড ব্যবহার করা হয়।

পরীক্ষার ফলে $\frac{2P}{\Pi dl}$ পরিমানের টান শক্তি লোড প্রয়োগ তলের সমকোণে পাওয়া যায়।

P=চূর্ণনের সময় প্রযুক্ত চাপাবল

d= সিলিন্ডারের ব্যাস

L= সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য

এই সকল সিলিন্ডার টেষ্টের সময় তল বরাবর দুই ভাগে বিভক্ত করে উপরের সূত্র অনুযায়ী নিরূপণ করা যায়।

ACI কোড অনুযায়ী কিউব অপেক্ষা সিলিন্ডার নমূনা বেশি নির্ভরশীল

পরীক্ষা পদ্ধতিঃ

- নমুনার তলের ক্ষেত্রফল নির্নয় করতে হবে।
- নমূনাটি ইউনির্ভাসাল টেষ্টিং মেশিনে সঠিকভাবে স্থাপন করতে হবে।
- নির্ভূল ফলাফল পাওয়ার জন্য তলদ্বয়ের নিচে শক্ত রাবার প্যাড ব্যবহার করা হয়।
- নমূনা মেশিনে স্থাপন করার পর তা চূর্ন না হওয়া পর্যন্ত চাপাবল প্রয়োগ করা হয়।
- যে লোডে নমূনা চূর্ন হয় তা রেকর্ড করা হয়।
- রেকর্ডকৃত লোডকে নমূনার ক্ষেত্রফল দ্বারা ভাগ করলে নমূনা কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি (f´c) পাওয়া যায়।

$$f_c = .45 f'_c$$

কংক্রিটের চাপ শক্তি পরীক্ষা উদ্দেশ্য সমূহ :

- ❖ কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ শক্তি নির্ণয়।
- ❖ কংক্রিটের শিয়ারিং ষ্ট্রেস নির্ণয়।
- ❖ কংক্রিটের ষ্ট্রেংথ এর প্রকৃতি নির্ণয়।
- ❖ কংক্রিটের ক্রাসিং স্ট্রেংথ এবং ইল্ড ষ্ট্রেংথ শক্তি নির্ণয়।
- ❖ কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পড়ীন বা ওয়াকিং স্ট্রেস নির্ণয়।
- ❖ কংক্রিটের পীড়ন বিকৃতি কার্ভ অংকন।

রিকটার স্কেল, টেকটোনিক প্লেট, ভূ-কম্পন বিন্দু:

ভূমিকম্পের ফলে ভূ-কম্পনের তীব্রতা পরিমাপ করার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে রিকটার স্কেল বলে।

ভূ-ত্বক বেশ কিছু বিশাল আকারের ও মোটামুটি স্থিতিশীল প্রাকৃতিক স্ল্যাবের সমন্বয়ে গঠিত। এগুলোকে টেকটোনিক প্লেট বলে।

ভূমি-কম্পের ফলে ভূ-কম্পন পৃথিবী পৃষ্ঠের যে বিন্দুতে স্পর্শ করে তাকে ভূ-কম্পন বিন্দু/Epicenter বলে।

ইপিসেন্টার এর অবস্থান যান্ত্রিকভাবে এবং ম্যাক্রো সিসমিক পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়।

ইঞ্জিনিয়ারিং দৃষ্টিভঙ্গি থেকে ভুমিকম্পের গুরুত্বপূর্ন কারন হলো টেকটোনিক প্লেটের মুভমেন্ট।

ভূকম্পন প্রতিরোধী ডিজাইনের নীতিসমূহ লেখ :

- কাঠামো সরল আকৃতির হবে (প্ল্যান এবং এলিভেশন উভয়ই)
- কাঠামোর উপাংশ সমূহ অনুভূমিক ভূকম্পিয় ক্রিয়াকে এমনভাবে বিন্যাস করতে হবে, যেন টরশনাল প্রতিক্রিয়া সর্বনিম্ন হয়।
- যুক্তিপূর্ন বিশ্লেষনের মাধ্যমে কাঠামোর উপাংশসমূহের বিন্যস্ত করতে হবে।
- ভূকম্পন ক্রিয়া প্রয়োগের জন্য কাঠামোর উপাংশসমূহ পর্যন্ত শক্তি এবং নমনীয়তা সম্পন্ন হবে।
- কাঠামোর বিকৃতি সীমিত হবে।
- কনস্ট্রাকশন সাইটের বৈশিষ্ট্য নিরুপন করা।

ভূমিকম্প কী, ভূমিকম্পের কারন সমূহ।

প্রাকৃতিক কারনে ভূ-পৃষ্ঠের কোনো অংশে আকষ্মিক ও ক্ষনস্থায়ী স্পদন বা কম্পনের সৃষ্টি হলে তাকে ভূমিকম্প বলা হয়।এটা কয়েক সেকেন্ড স্থায়ী হয়।

প্রখ্যাত ভুগোলবিদ Lake এর মতে An Earthquake is a Shaking of the Crust of the earth.

কারনসমূহঃ

বিভিন্ন প্রাকৃতিক কারনে ভূমিকম্পের সৃষ্টি হয় এবং এর ফলাফল ব্যাপক ও সুদূরপ্রসারী

1. তাপ বিকিরন
2. আগ্নেয়গিরি অগ্ন্যুৎপাত
3. শিলাতে ভাঁজের সৃষ্টি
4. ভূ-পাত
5. হিমবাহের প্রভাব
6. ভূ-অভ্যন্তরে ভূ-পৃষ্ঠস্থ পানির প্রভাব
7. ভূ-গর্ভস্থ চাপের হ্রাস
8. ভূ-গর্ভস্থ বাষ্প
9. ভূ-পৃষ্ঠের চাপ বৃদ্ধি

দ্বারা

Chapter-2
Reinforcing Steel

প্র-১। কংক্রিটে ষ্টিল কীভাবে ব্যবহৃত হয়।

ক. রিইনফোর্সিং ষ্টিল হিসাবে
খ. প্রিস্ট্রেসিং ষ্টিল হিসাবে

সাধারনত কংক্রিট ঢালাই দেওয়ার আগে ছাঁচের মধ্যে রিইনফোর্সিং ষ্টিল প্রদান করা হয়। কংক্রিট জমাটবদ্ধ হয়ে শক্ত হলে Structure এর উপরে লোড প্রয়োগ করা হলে ষ্টিলে ষ্ট্রেস উৎপন্ন হয়।

নিম্নলিখিত রিইনফোর্সিং ষ্টিল ব্যবহৃত হয়।

- মাইল্ড স্টিল
- বিলেট স্টিল
- রেল স্টিল
- কোল্ড ড্রন ওয়্যার
- হার্ড ড্রন ষ্টিল ওয়্যার
- ওয়েল্ড ষ্টিল ওয়্যার ফেব্রিক

বার সমূহের ব্যাস সাধারনত ৬ মিলিমিটার হতে ৪০ মিলিমিটার পর্যন্ত হ

RCC কাজে রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে নিমোক্ত প্রকার ষ্টিল ব্যবহার করা

- ডিফর্মড বার
- টুইস্টেড বার
- প্লেইন রাউন্ড বার
- স্কয়ার বার
- ফ্লাট বার

প্রিস্ট্রেসিং ষ্টিল:

প্রিস্ট্রেসিং তার সাধারনত ৫mm হতে ৭mm পর্যন্ত হয়ে থাকে। এটা কোল্ড হাই কার্বন স্টিলে তৈরি। তারগুলো সাধারনত বান্ডেল আকারে থাকে যা আলাদা ৫০টি তারের সমন্বয় হতে পারে, একে টেনডন বলে।
প্রিস্ট্রেসিং স্টিল সাধারনত তিনটি আকৃতিতে ব্যবহৃত হয়।
১. গোলাকার তার ২. স্ট্রান্ড ক্যাবল ৩. সংকর ষ্টিল বার

প্র-২।বিভিন্ন প্রকার ষ্টিল বারের ব্যাস, পরিসীমা ও

ব্যাস			পরিসীমা	ক্ষেত্রফল	ওজন(কেজি/ মিটার)
#	ইঞ্চি	mm			
২	১/4	৬	১.৮৮	০.২৮	০.২২
৩	৩/৮	১০	৩.১৪	০.৭৯	০.৬২
৪	১/২	১২	৩.৭৭	১.১৩	০.৮৯
৫	৫/৮	১৬	৫.০৩	২.০১	১.৫৮
৬	৩/৪	১৯	৫.৯৭	২.৮৪	২.২৩
৭	৭/৮	২২	৬.৯১	৩.৮০	২.৯৮
৮	১	২৫	৭.৮৫	৪.৯১	৩.৫৮
৯	১ ১/৮	২৮	৮.৮০	৬.১৬	৪.৮৩
১০	১ ১/৪	৩২	১০.০৫	৮.০৪	৬.১১
১১	১ ৩/৮	৩৫	১১.০০	৯.৬২	৭.৯০

প্র-৩। আরসিসিতে স্টিল ব্যবহারের সুবিধাসমূহ লেখ।

ক. কংক্রিট ও ষ্টিল কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া করে না।

খ. কংক্রিট ও ষ্টিলের তাপীয় প্রসারাংক প্রায় কাছাকাছি(কংক্রিটের ৫.৫x১০^{-৬} এবং ষ্টিলের ৬.৫ x১০^{-৬}) ফলে ফাটল প্রতিরোধ বা তাপের কারনে উদ্‌ভূত নানা বিকৃতি রোধ করে।

গ. ষ্টিলের টান পীড়ন অত্যাধিক।

ঘ. কংক্রিটের সাথে অন্য যে কোন পদার্থের চেয়ে ষ্টিলের বন্ড বেশী হয়।

ঙ. ষ্টিল খুব তাপ পরিবাহী অপর দিকে কংক্রিট খুব কম তাপ পরিবাহী।ষ্টিল কংক্রিটের আচ্ছাদানে থাকার কারনে নিরাপদ থাকে।

চ. ষ্টিলের ক্ষয় প্রতিরোধ ক্ষমতা কম কিন্তু কংক্রিটের মধ্যে থাকায় ক্ষয় প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

প্র-৪। ওয়েল্ডেড ওয়্যার ফেব্রিক কী? ঐটির ব্যবহার লেখ।

কাঠামোর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বরাবর কোল্ড ড্রন ষ্টিল ওয়্যার লম্বভাবে স্থাপন করে প্রতিটি বিন্দু ওয়েল্ডিং এর মাধ্যমে ওয়েল্ডেড ওয়্যার ফেব্রিক নির্মাণ করা হয়।

ওয়েল্ডেড ওয়্যার ফেব্রিকের ব্যবহার

ক. বিমে শিয়ার রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে

খ. স্ল্যাব বা অন্যান্য সারফেসে(যেমন: সেল)

গ. প্রিস্ট্রেসড বিমে

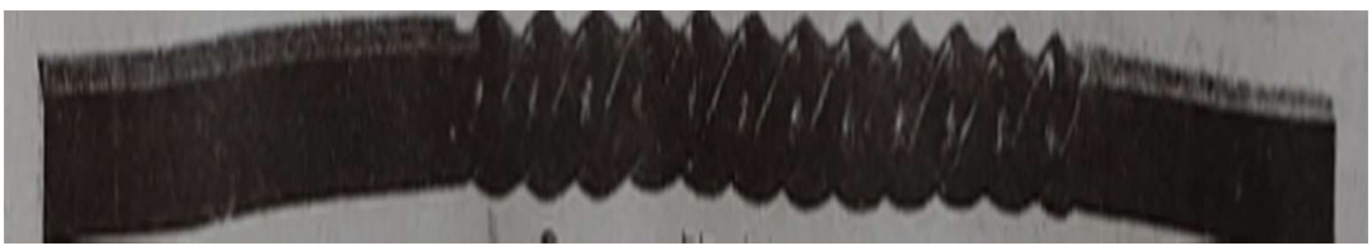
ঘ. রিইনফোর্সিং ষ্টিল হিসাবে।

প্র-৫।সচিত্র সংজ্ঞা দাও: প্লেইন বার, ডিফর্মড বার, টুইস্টেড বার

প্লেইন বার: প্লেইন বার সাধারনত গোলাকার এবং ব্যাস ৬ মিলিমিটার হতে ৩৫ মিলিমিটার পর্যন্ত ক্ষেত্র বিশেষ ব্যাস ৪৩ মিলিমিটার হতে ৫৭ মিলিমিটার হয়ে থাকে। এটা মোটামুটি রাফ সারফেসের হয়ে থাকে।

ডিফর্মড বার: কংক্রিট ও স্টিলের বন্ড স্ট্রেস বৃদ্ধির জন্য প্লেইন বারের সারফেস বিভিন্নভাবে রোল করে অমসৃন করা হয়। ফলে বন্ড স্ট্রেস সাথে সাথে নানা প্রয়োজনীয় দাগাংকনসহ স্টিলের কার্যকরী ব্যাসও বৃদ্ধি পায়। এধরনের বারকে ডিফর্মড বার বলে।

টুইস্টেড বার: বিভিন্ন গোলাকার তার, স্ট্রান্ড ক্যাবল এবং এলয় স্টিলের বারকে বিভিন্ন প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফলে এবং নানা সংখ্যায় মুচড়িয়ে যে রিইনফোসিং বার তৈরি করা হয়তাকে টুইস্ট্রেড বার বলে। এই সকল বার উচ্চ শক্তির ও ভালো গুনাগুনের হয়ে থাকে।



প্র-৬।আরসিসিতে ডিফর্মড বার ও টুইস্টেড বার ব্যবহারের সুবিধা লেখ।

i. ডিফর্মড বার ও টুইস্টেড বার এর বন্ড ষ্ট্রেস প্লেন বারের চেয়ে বেশি হয়।

ii. বন্ডিং এর জন্য হুকের প্রয়োজন হয় না।

iii. ডিফর্মড বার ও টুইস্টেড বারের কাঠামো নির্মাণ খরচ কম লাগে।

iv. ডিফর্মড বার ও টুইস্টেড বারের পৃষ্ঠ অমসৃন বা প্যাঁচানো হওয়ার কারনে কংক্রিটের সাথে বেশী বন্ড হয়।

v. স্ট্রেস বেশী হওয়ার কারনে ষ্টিল সাশ্রয় হয়।(প্রায় ৪০%)

vi. এ ধরনের বারের টেনসাইল স্ট্রেস বেশী হয়।(প্লেন বারের চেয়ে প্রায় ১.৫ গুন)

vii. অধিক কার্যকরী ব্যাস পাওয়া যায়।

প্র-৭।আরসিসি বীম ও স্ল্যাবে ব্যবহৃত নূন্যতম রিইনফোর্সমেন্টের পরিমান লেখ।

A.C.I কোড অনুযায়ী বিম ও স্ল্যাবের সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্ট নিম্নরুপ

১.বিমের জন্য সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্ট 0.005bt বা 0.005bd

২.স্ল্যাবের জন্য সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্ট 0.0025bt বা 0.0025bd(প্লেইন বার)

৩.স্ল্যাবের জন্য সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্ট 0.002bt বা 0.002bd (ডিফর্মড বার)

b= বিম বা স্ল্যাবের প্রস্থ
d বা t = বিম বা স্ল্যাবের গভীরতা/পুরুত্ব

তবে কোন অবস্থাতেই স্ল্যাবের গভীরতার ৫ গুন অথবা ৪৫ cm এর বেশী দূরত্বে রড স্থাপন করা যাবে না।

Chapter-3

Transformed Section of Beam

প্র-১। রূপান্তরিত সেকশন/ট্রান্সফর্মড সেকশন বলতে কী বোঝায়?
রূপান্তরিত সেকশনের কাজ লেখ।

বিমের যে কাল্পনিক সেকশনে টেনশন জোনে ষ্টিলের পরিবর্তে n গুন ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কংক্রিট প্রদান করা হয়ে তাকে রূপান্তরিত সেকশন বলে। রূপান্তরিত সেকশন একটি কাল্পনিক ক্রস সেকশন যাতে বিমের টেনশন জোনে ষ্টিলের পরিবর্ততে n গুন ক্ষেত্রফলের কংক্রিট প্রদান করা হয়।

এই কাল্পনিক কংক্রিট ক্ষেত্রফলের মডুলাস অব ইলাষ্টিসিটি চাপ এলাকার কংক্রিটের মডুলাস অব ইলাষ্টিসিটির সমান।

রূপান্তরিত সেকশনের কাজ

- নিরপেক্ষ অক্ষের অবস্থান।
- সংকোচন কংক্রিটে উৎপন্ন পীড়ন
- প্রসারন ষ্টিলে উৎপন্ন পীড়নের মান নির্নয় করা যায়।

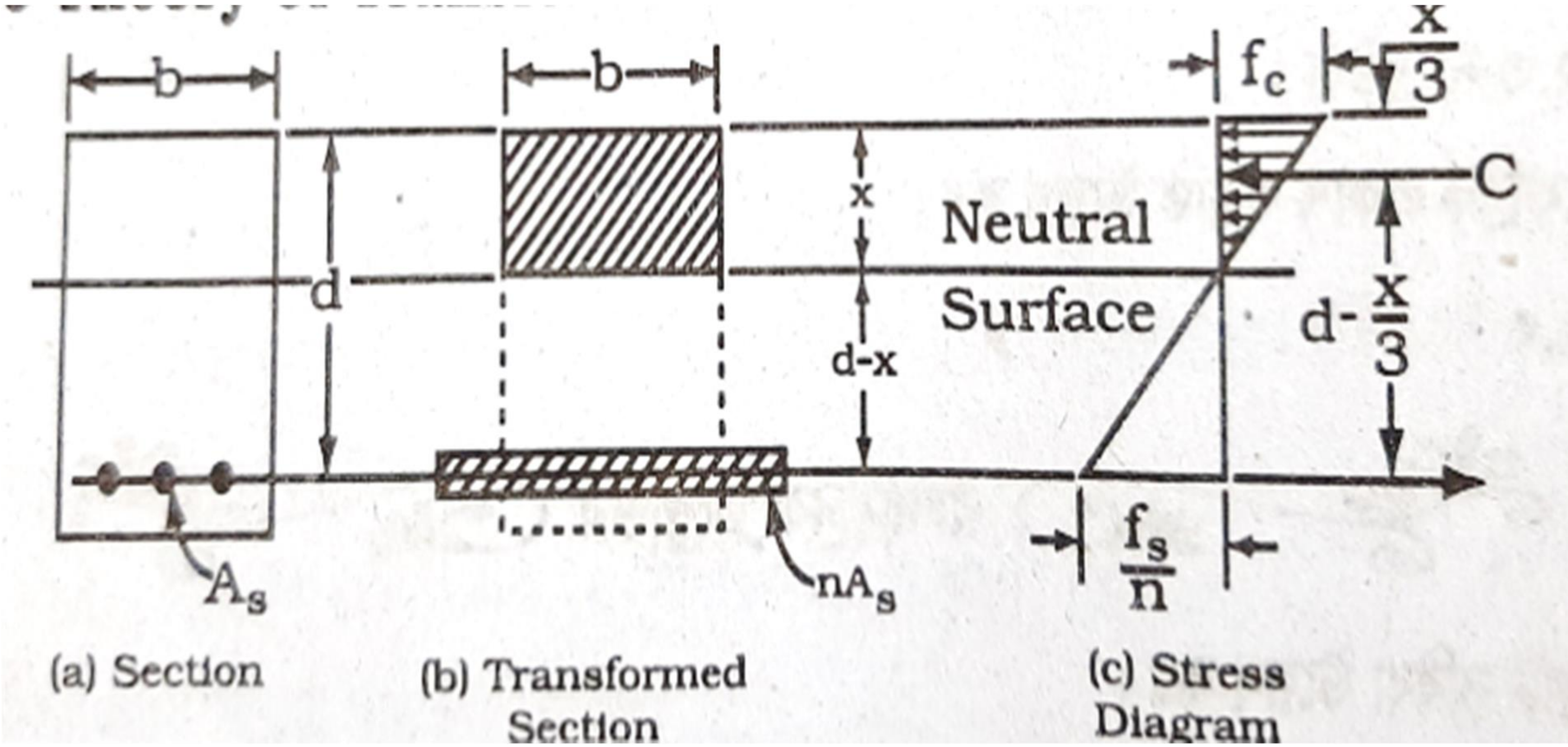
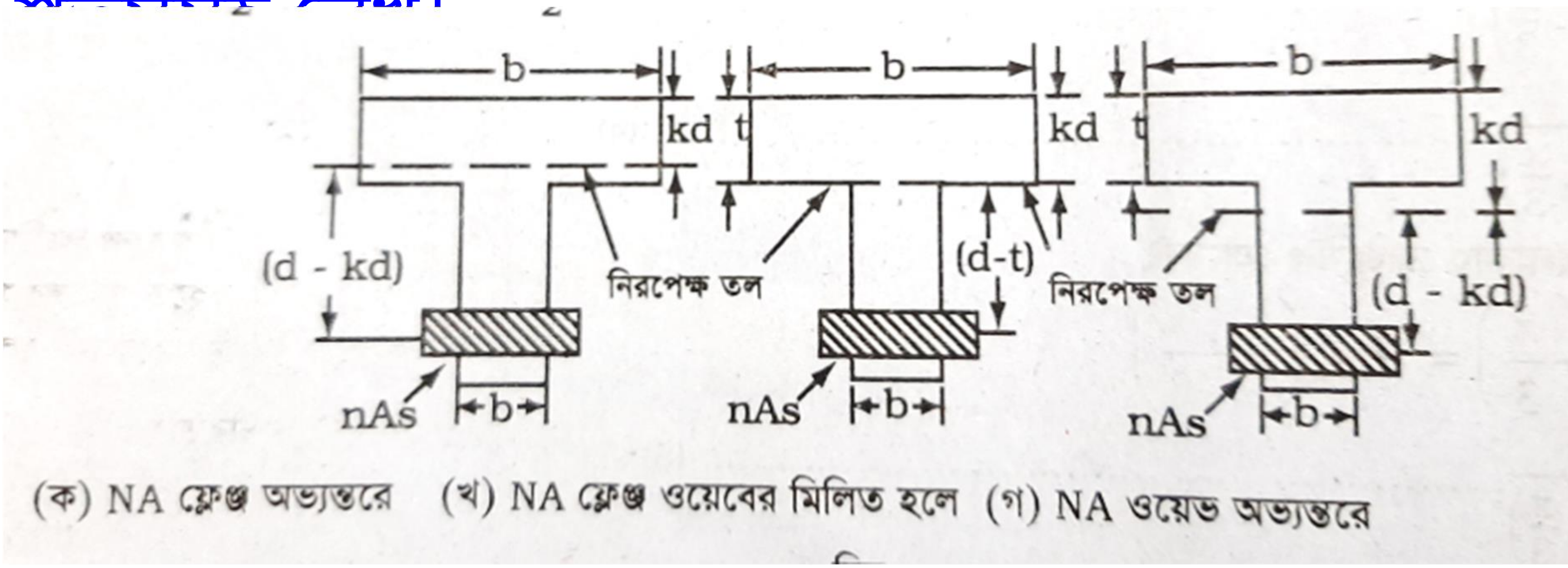


Fig: Transformed Section of Beam

প্র-২।টি বিমের নিরপেক্ষ অক্ষের অবস্থান নিরূপনের



(ক) NA ফ্লেঞ্জ অভ্যন্তরে (খ) NA ফ্লেঞ্জ ওয়েবের মিলিত হলে (গ) NA ওয়েভ অভ্যন্তরে

i. $\frac{bt^2}{2} > n. As(d\text{-}t)$, হলে নিরপেক্ষ অক্ষ ফ্লেঞ্জের মধ্যে অবস্থিত।

ii. $\frac{bt^2}{2} = n. As(d\text{-}t)$, হলে নিরপেক্ষ অক্ষ ফ্লেঞ্জ ও ওয়েবের সংযোগ তলে অবস্থিত।

iii. $\frac{bt^2}{2} < n. As(d\text{-}t)$, হলে নিরপেক্ষ অক্ষ ওয়েবের মধ্যে অবস্থিত।

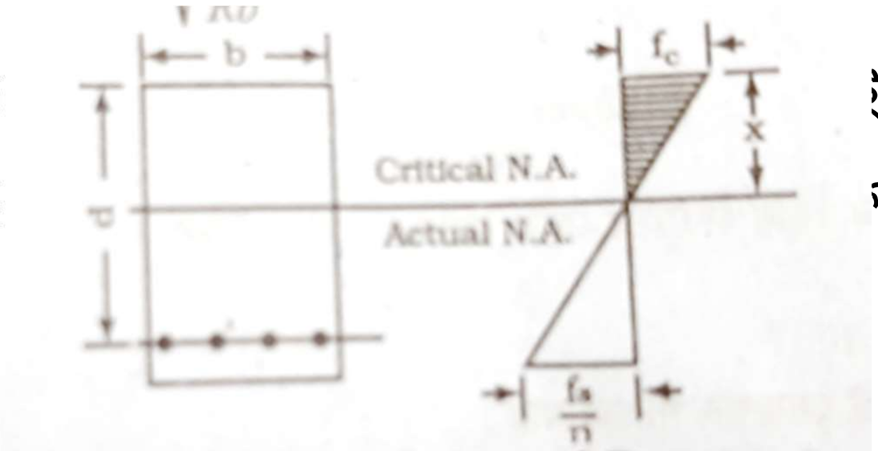
n = মডুলার রেশিও

প্র-৩।সচিত্র সংঙ্গা দাও, সুষম বীম, আন্ডার রিইনফোর্সড বীম ও ওভার রিইনফোর্সড বীম

যে বিমে কংক্রিটের ক্ষেত্রফল এবং প্রধান লোহার ক্ষেত্রফল এমনভাবে ডিজাইন করা হয়,

যেন কংক্রিট ও লোহার গ্রহনযোগ্য স্ট্রেস সমভাবে পাওয়া যায়। তখন তা সুষম বিম।

সুষম বিমের ক্ষে



(a) Balanced Beam

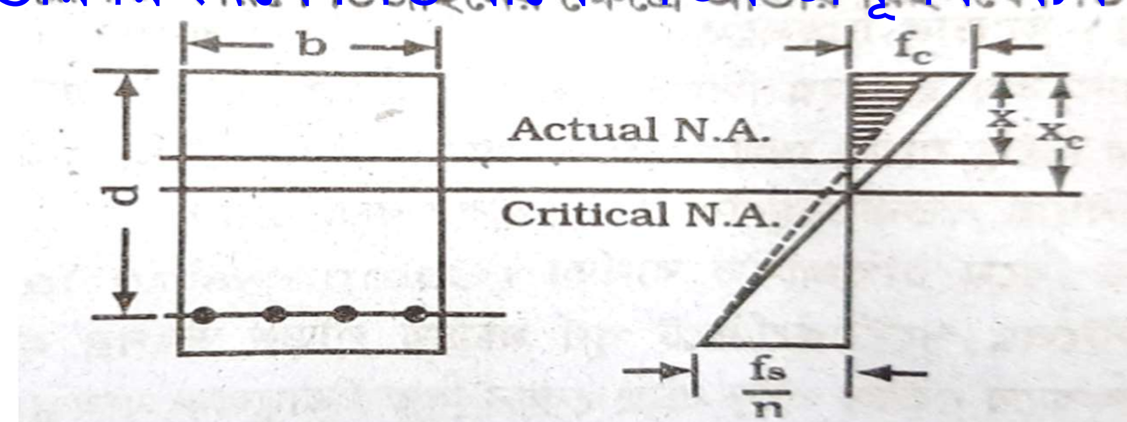
ই সময় সংগঠিত হয় বলে বিম ব্যর্থ হও ... পাওয়া যায় না।

আন্ডার রিইনফোর্সড বীম

যে সকল বিমে কংক্রিটের সেকশন এবং ষ্টিলএমনভাবে ডিজাইন করা হয়, যে
লোড প্রয়োগে কংক্রিটের পূর্নমাত্রার পীড়ন উৎপন্ন হওয়ার পূর্বেই ষ্টিলে পূর্নমাত্রার পীড়ন উৎপন্ন হয় এই সকল বিমকে আন্ডার রিইনফোর্সড বীম বলে।

আন্ডার রিইনফোর্সড বীমে ষ্টিলের স্বল্পতার জন্য ব্যর্থ হয় তাই একে টেনশন ফেইলার বলে।

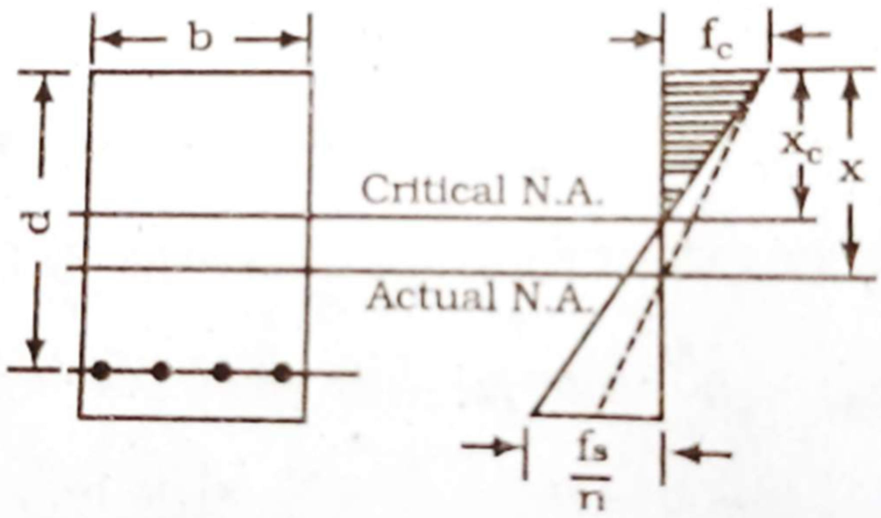
ষ্টিল ব্যর্থ হয় বলে এ বিম ধীরে ধীরে ব্যর্থ হয় অর্থাৎ প্রথমে ফাটল দেখা দেয় অত:পর আস্তে আস্তে বিম ঝুলে পড়তে থাকে।এ কারনে আন্ডার রিইনফোর্সড বীমে সর্তকর্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহন করা যায়।



(b) Under-reinforced beam

ওভার রিইনফোর্সড:

যে সকল বিমে কংক্রিটের সেকশন এবং ষ্টিলের পরিমান এমনভাবে ডিজাইন করা হয়, যে লোড প্রয়োগে ষ্টিলে পূর্নমাত্রার পীড়ন উৎপন্ন হওয়ার পূর্বেই কংক্রিটের পূর্নমাত্রার পীড়ন উৎপন্ন হয় এই সকল বিমকে ওভার রিইনফোর্সড বীম বলে।
ওভার রিইনফোর্সড বীম কংক্রিটের জন্য ব্যর্থ হয়। বিম হঠাৎ করে সশব্দে ভেঙ্গে পড়ে, ফলে কোনরূপ সর্তকর্তামূলক ব্যবস্থা গ্রহন করা যায় না।



(c) Over-reinforced beam

প্র-৪।ওভার রিইনফোর্সডমেন্ট বীমের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।

সুবিধাঃ

ক. তুলনামূলকভাবে ছোট কংক্রিট সেকশন পাওয়া যায়।

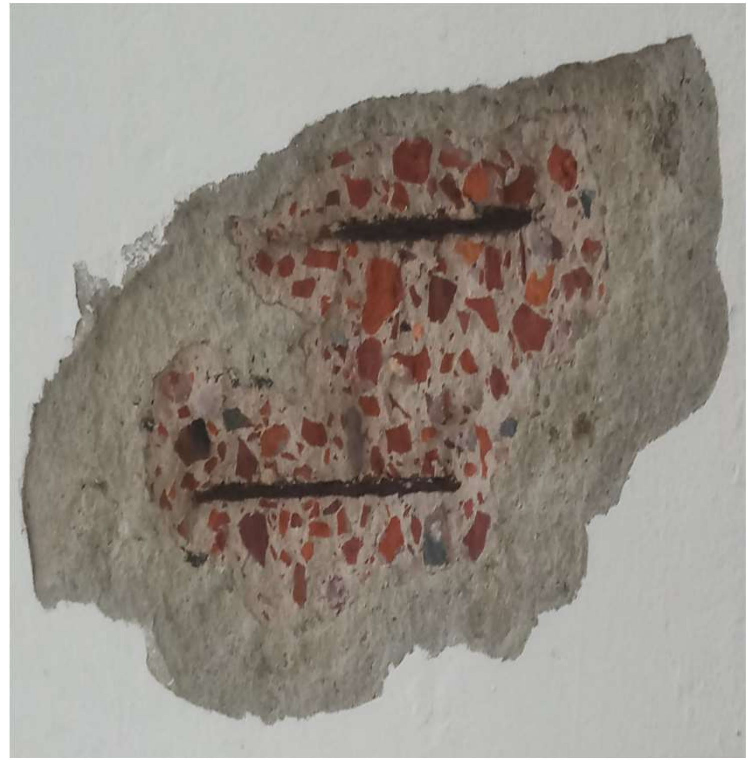
খ. কক্ষের উচ্চতা বেশি পাওয়ায় সৌন্দর্য বৃদ্ধি পায়।

অসুবিধাঃ

ক. রিইনফোর্সমেন্টের পরিমান বেশি লাগে বিধায় খরচ বেশি হয়।

খ. কংক্রিট ফেইল করে বিধায় সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহন করা যায় না।

গ. সাধারনত ডিজাইন করা হয় না।



আন্ডার রিইনফোর্সমেন্ট ডিজাইনের নমূনা

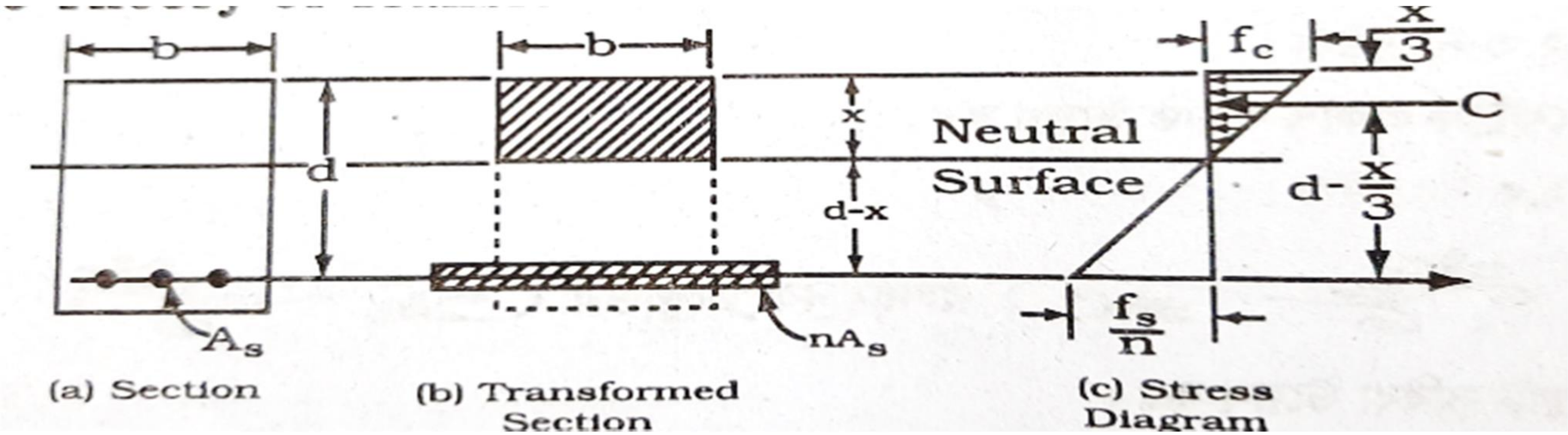
প্র-৫। আন্ডার রিইনফোর্সড বীমের প্রচলন বেশি কেন?

আন্ডার রিইনফোর্সড বিমের ব্যর্থতা ষ্টিলের দুর্বলতার কারন সংঘটিত হয় বলে

এ সকল বিম ব্যর্থ হওয়ার পূর্বে প্রথমে ফাটল দেখা যায়, অত:পর আস্তে আস্তে

ঝুলে পড়া পরিলক্ষিত হয়। ফলে বিম ব্যর্থ হওয়ার পূর্বে সর্তর্কতামূলক নির্দেশনা পাওয়া যায়। এ ধরনের বিমের মধ্যে সুষম ডিজাইনের তুলনায় কম রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয় বলে আন্ডার রিইনফোর্সড বীমের প্রচলন বেশি।

প্র-৬।রূপান্তরিত সেকশন পদ্ধতিতে বীমের কংক্রিট ও ষ্টিলের পীড়ন তদন্তের সূত্র সমূহ প্রতিপাদন কর।



n= মডুলার রেশিও
b= বিমের প্রস্থ
d= বিমের কার্যকরী গভীরতা
As = ষ্টিলের ক্ষেত্রফল
n.As =ষ্টিলের ক্ষেত্রফলের n গুন কল্পিত কংক্রিটের ক্ষেত্রফল
x=kd= নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার সর্ব দূরবর্তী ফাইবার পর্যন্ত দূরত্ব
bx= বিমের সংকোচন মুখের কংক্রিটের ক্ষেত্রফল
= নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ প্রসারন ষ্টিলের পরিবর্তে কল্পিত প্রসারন কংক্রিটের কেন্দ্র রেখা পর্যন্ত গভীরতা

কোন ক্ষেত্রফলকে এর ভরকেন্দ্র হতে কোন বিন্দু বা অক্ষ পর্যন্ত দূরত্ব দ্বারা গুন করলে উক্ত ক্ষেত্রের যে মোমেন্ট পাওয়া যায় তাকে স্ট্যাটিক্যাল মোমেন্ট।

স্ট্যাটিক্যাল মোমেন্ট= ক্ষেত্রফল X নিরপেক্ষ অক্ষ থেকে ভরকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব

নিরপেক্ষ অক্ষ থেকে বিমের চাপ এলাকার ক্ষেত্রফল =bx

নিরপেক্ষ অক্ষ থেকে উক্ত ক্ষেত্রের ভরকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব = $\frac{x}{2}$

চাপ এলাকার স্ট্যাটিক্যাল মোমেন্ট = bx*$\frac{x}{2}$ = $\frac{bx^2}{2}$ ---------- (1)

নিরপেক্ষ অক্ষ থেকে টান এলাকার স্ট্যাটিক্যাল মোমেন্ট =n.As(d-x) ------- (২)

সাম্যাবস্থার শর্ত অনুযাযী চাপ ও টান এলাকার স্ট্যাটিক্যাল মোমেন্টদ্বয় সমান হবে

চাপ এলাকার রেজিস্টিং মোমেন্ট (M_c)= C*jd

$$=Cx(d - \frac{x}{3})$$

$$=\frac{1}{2}.f_c .b.x(d - \frac{x}{3})$$

$$f_c = \frac{2.M}{b.x(d-x/3)} \text{ -----------(4)}$$

টান এলাকার রেজিস্টিং মোমেন্ট (M_T) = T*(d - $\frac{x}{3}$)

$$= As.\ f_s *(d - \frac{x}{3})$$

$$f_s = \frac{M}{As *(d - \frac{x}{3})} \text{ -------------(5)}$$

সমীকরন (৪) ও (৫) হতে f_c ও f_s এর মান নির্ণয় করা যায়।

সমস্যা-১। ৫ মিটার স্প্যান বিশিষ্ট একটি সাধারনভাবে স্থাপিত বীমের প্রস্থ ২০ সেমি:, মোট গভীরতা ৪০ সেমি:, বীমটিতে ৪- ২২ মি:মি: রড ব্যবহৃত হয়েছে। এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে ২০০০ কেজি লোড আরোপিতআছে এবং মডুলার রেশিও ৯, কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ৯৪.৫ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার ষ্টিলের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ১৪০০ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার হলে বিমটি নিরাপদ কিনা দেখাও

Given

b=20 cm, n=9, d=40-5=35cm, f_c =94.5kg/cm^2 f_s =1400 kg/cm^2

As = 4.(3.14*2.2^2/4) =15.2cm^2

We know,

$$\frac{bx^2}{2} = n.As(d-x)$$

$$\frac{20*x2}{2} = 9*15.2*(35-x)$$

10*x^2 =136.8(35-x)

x^2 +13.68*x -478.8 =0 x=16.08 cm

বেন্ডিং মোমেন্ট (M) = $\frac{WL^2}{8}$ = $2000*5^2/8$ =625000kg-cm

কংক্রিটের পীড়ন:

$$f_c = \frac{2.M}{b.x(d-x/3)}$$

$$= \frac{2*625000}{20*16.08*(35-16.08/3)}$$

$=131.13\ kg/cm^2 > 94.5 kg/cm^2$

ষ্টীলের পীড়ন:

$$f_s = \frac{M}{As*(d-\frac{x}{3})} = \frac{625000}{15.2*(35-16.08/2)} = 1387.26 < 1400\ kg/cm^2$$

বীমটি টান পীড়নে নিরাপদ

এসো নিজে করি

সমস্যা-২। ৫.৫ মিটার স্প্যান বিশিষ্ট একটি পুরোপুরি অবিচ্ছন্ন বীমের প্রস্থ ২০ সেমি:, মোট গভীরতা ৪ সেমি:, বীমটিতে ৪- ২২ মি:মি: রড ব্যবহৃত হয়েছে। এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে ২৫০০ কেজি লোড আরোপিতআছে এবং মডুলার রেশিও ৯, কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ৯৫.৫ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার ষ্টিলের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ১৪৫০ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার হলে বিমটি নিরাপদ কিনা দেখাও

সমস্যা-৩। ৫ মিটার স্প্যান বিশিষ্ট একটি আংশিক অবিচ্ছন্ন বীমের প্রস্থ ২৫ সেমি:, মোট গভীরতা ৪৫ সেমি:, বীমটিতে ৫- ২৫ মি:মি: রড ব্যবহৃত হয়েছে। এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে ৩০০০ কেজি লোড আরোপিতআছে এবং মডুলার রেশিও ৯, কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ৯৪.৫ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার ষ্টিলের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন ১৪৭০ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার হলে বিমটি নিরাপদ কিনা দেখাও

Chapter-04

Shear Stress

প্র-১। ডায়াগোনাল টেনশন বলতে কী বোঝায় ?

হেলানো বল সমূহের খাড়া উপাংশের কারনে বিম ব্যর্থ হয়। ডায়াগোনাল টেনশনের কারনে বিমের স্প্যানের মধ্যভাগে খাড়াভাবে ফাটল সৃষ্টি হয় এবং ক্রমান্বয়ে সাপোর্টের দিকে ঢাল হতে হতে সাপোর্টের নিকটে ৪৫°তে ফাটল দেখা দেয়।

যে পীড়নের কারনে বিমে এ ধরনের ফাটল দেখা দেয় তাকে ডায়গোনাল টেনশন বলে।

শিয়ার ফেইলার প্রতিরোধের জন্য বিমে অতিরিক্ত রিইনফোর্সমেন্ট দিতে হয়।

প্র-২।আরসিসি বিমে শিয়ার পীড়ন বলতে কী বোঝায় ?

আরসিসি বিম প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রে সৃষ্ট উলম্ব শিয়ার বলকে শিয়ার পীড়ন বলে।

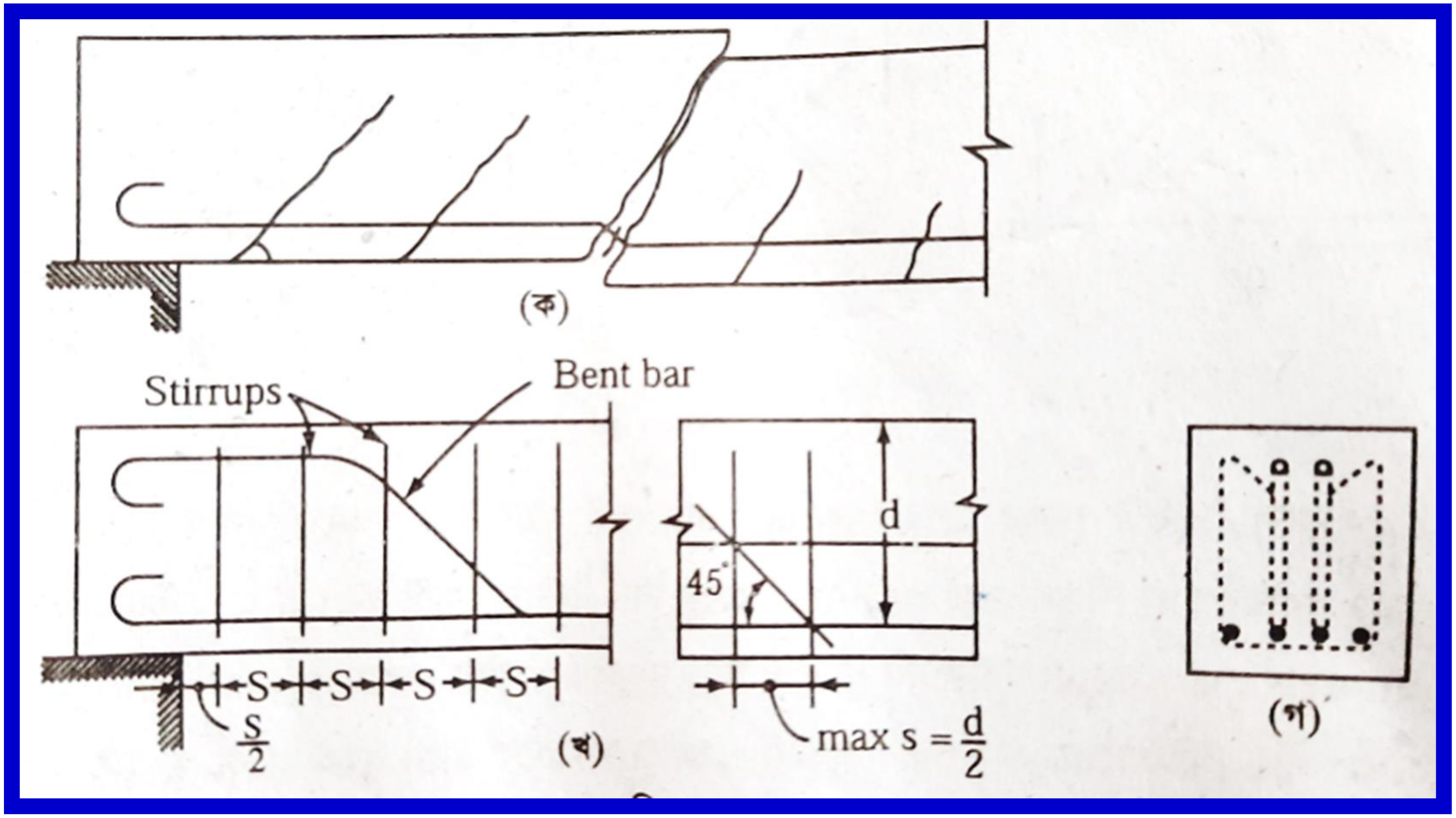


Fig- Beam Failure

প্র-৩। বিমে ডায়াগোনাল টেনশন উৎপন্ন হওয়ার কারন সমূহ লেখ।

I.বেন্ডিং মোমেন্টের চেয়ে শিয়ারফোর্স বেশি হলে বিমে ডায়াগোনাল টেনশন উৎপন্ন হয় এবং বিমের মধ্যখানে খাড়াভাবে এবং ক্রমন্বয়ে সাপোর্টের নিকটে ৪৫° কোণে ফাটল সৃষ্টি হয়।

II.সঠিকভাবে ও সঠিক পরিমানে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার না করলে।

III.কোন কোন ক্ষেত্রে কেন্দ্রিভূত লোডের কারনে।

IV. বিমে প্রযুক্ত বল খুব বেশি হলে।

V. কংক্রিট সেকশন পর্যাপ্ত না হলে।

VI.ব্যালান্সড বিমের জন্য হিসাবকৃত রিইনফোর্সমেন্টের চেয়ে কম ষ্টিল প্রদান করা হলে, সাধারনত আন্ডার রিইনফোর্সড বিমে।

VII. হেলানোভাবে বল প্রয়োগের ফলে।

প্র-৪। বিমের শিয়ার পীড়নের ক্ষেত্রে প্রমান কর যে,

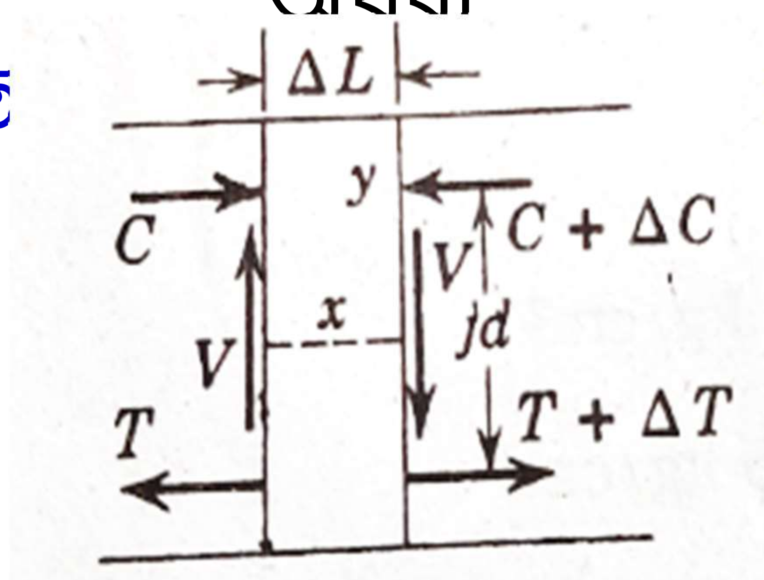
$$v = \frac{V}{b.d}$$

অথবা

বিমের শিয়ার পীড়ন নির্ণয়ের সূত্রটি নিরূপন কর।

অথবা

প্রচলিত … মান কর যে, $v = \frac{V}{b.d}$



V= বিমের বিবেচ্য সেকশনে শিয়ার ফোর্স, kg
v = একক শিয়ার পীড়ন,kg/cm^2
b= বিমের প্রস্থ,cm
d= বিমের গভীরতা cm
jd= লিভার আর্ম, চাপ ও টান পীড়নের লব্ধি বলদ্ধয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

বিমের যে কোন অংশে ΔL একটি ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য বিবেচনা করি।

এই ক্ষুদ্র অংশটি চাপ, টান ও শিয়ার পীড়নের ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থায় আছে বিবেচনা করে বিবেচ্য ΔL এত ক্ষুদ্র যে, বহিস্থ শিয়ার বল সেকশনটির উভয় পাশে সমান।

সাম্যাবস্থায় একটি শর্ত অনুযায়ী একটি বিন্দুর সাপেক্ষে কোন সেকশনের সমস্ত বলগুলোর মোমেন্টের বীজগানিতিক যোগফল শূন্য হবে।

সুতারং চিত্র অনুযায়ী “Y” বিন্দুর সাপেক্ষে মোমেন্ট নিয়ে পাই।

$V.\Delta L + T.jd - (T+\Delta T).jd = 0$

$V.\Delta L - \Delta T.jd = 0$

$V.\Delta L = \Delta T.jd$ ………..(1)

এখন x অক্ষ বরাবর অনুভূমিক তলের ক্ষেত্রফল $=\Delta L.b$

সুতরাং অনুভূমিক শিয়ার বল $\Delta T = v.\ \Delta L.b.jd$

ΔT এর মান (১) নং সমীকরনে বসালে পাওয়া যায়,

$V.\Delta L = v.\ \Delta L.b.jd$

$V = vbjd$

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

A.C.I অনুযায়ী j এর মান বিবেচনা করা হয় না।

সুতরাং $v = \frac{V}{bd}$

প্র-৫। ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স বলতে কী বোঝায় ?

ACI কোড অনুযায়ী আর.সি.সি বিমের শিয়ার পীড়ন (v) নির্ণয়ের জন্য বিমের সাপোর্ট থেকে d দূরত্বে এ স্ল্যাবের ক্ষেত্রে d/2 দূরত্বে শিয়ার ফোর্স (v) এর মান বিবেচনা করা হয়। একে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স বলে।

একে V_{cr} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

এবং $v = \frac{V\,cr}{bd}$

প্র-৬। ডায়াগোনাল টেনশন কিভাবে প্রতিরোধ করা হয়।

ষ্টিরাপ ব্যবহার করে ডায়াগোনাল টেনশন প্রতিরোধ করা হয়। ডায়াগোনাল টেনশনজনিত ফাটল প্রতিরোধ করতে ফাটলের আড়াআড়ি অতিরিক্ত রড ব্যবহার করা প্রয়োজন। কিন্তু সর্বত্র ফাটলের দিক এক রকম নয় বলে তীর্যক রড ব্যবহার করা ব্যয়বহুল ও কষ্টকর । তাই যেহেতু কৌনিক টান এক প্রকার লব্ধি বল, সেহেতু এর অনুভূমিক টানকে প্রতিহত করতে বিমে লম্বালম্বি রড এবং উলম্ব প্রতিহত ব্যবহার

প্র-৬।বিম ও কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন নির্ণয়ের সূত্র সমূহ।

W.S.D পদ্ধতিতে

বিমের সর্বোচ্চ শিয়ার পীড়ন, $V=1.33\sqrt{f'_c}$

কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন, $V= 0.292\sqrt{f'_c}$

U.S.D পদ্ধতিতে

বিমের সর্বোচ্চ শিয়ার পীড়ন, $V=2.65 . \emptyset . \sqrt{f'_c}$

কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন, $V= 0.53 . \emptyset . \sqrt{f'_c}$

f'_c = কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন

$\emptyset$ =শিয়ার ফ্যাক্টর =0.85

সূত্র সমূহ M.K.S পদ্ধতিতে ব্যবহারযোগ্য

সমস্যা-১। একটি সাধারনভাবে স্থাপিত বিমের প্রস্থ 25 cm কার্যকরী গভীরতা 45cm এবং স্প্যান দৈর্ঘ্য 6.5m বিমটির নিজস্ব ওজন সহ মোট 13600 kg লোড বহন করছে। যদি কংক্রিটের সর্বোর্চ্চ পীড়ন 211kg/cm² হয়, তবে বিমটিতে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের প্রয়োজন হবে কী?

বিমটির প্রতিমিটারে ওজন, $v = \frac{W}{L} = \frac{13600}{6.5}$ =2092.31 kg

সর্বোর্চ্চ শিয়ার $V = \frac{w}{2} = \frac{13600}{2}$ =6800 kg

ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স $V_{cr} = V - w.d$

= 6800 – 2092.31x.45 = 5858.46 kg

আমরা জানি, শিয়ার পীড়ন $v = \frac{Vcr}{bd} = \frac{5858.46}{25x45}$ = 5.21 kg/cm²

কংক্রিট কর্তৃক অনুমোদনযোগ্য পীড়ন $v_c = 0.292\sqrt{f'_c}$

$= 0.292\sqrt{211}$ =4.24kg/cm²

যেহেতু $v > v_c$, সুতরাং বিমটিতে ষ্টিরাপ ব্যবহারের প্রয়োজন হবে।

এসো নিজে করিঃ

একটি সাধারনভাবে স্থাপিত আয়তাকার বিমের দৈর্ঘ্য 6 m প্রস্থ 40 cm কার্যকরী গভীরতা 60cm এবং কভারিং 5cm। এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে নিজস্ব ওজন ব্যতীত 4000 kg লোড সমভাবে বিস্‌তৃত আছে। বিমটিতে ষ্টিরাপ প্রয়োজন আছে কী? Vc =5kg/cm^2

Chapter-5
Web reinforcement in RCC Beams

প্র-১। ওয়েবরিইনফোর্সমেন্ট বলতে কী?

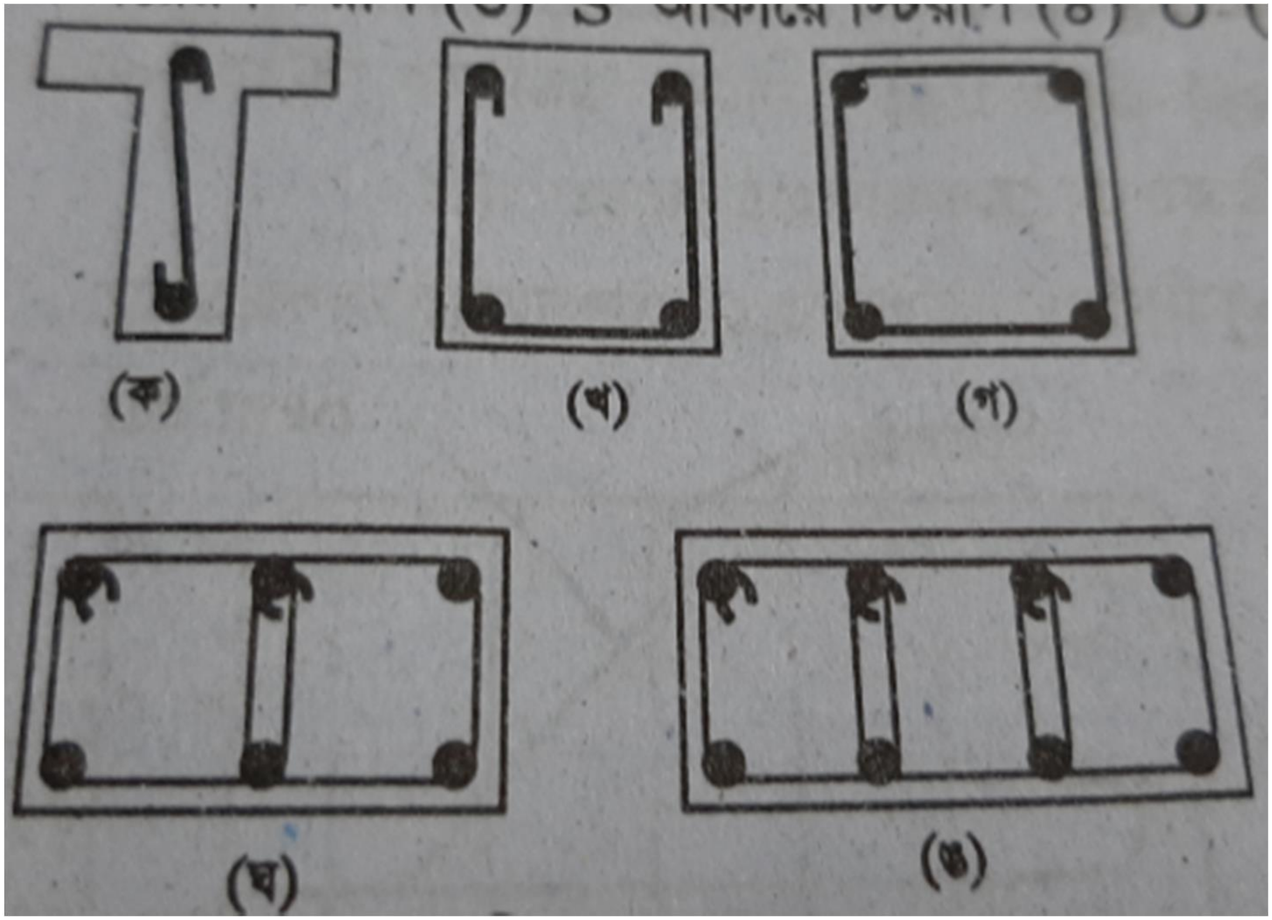
কংক্রিট যে পরিমান শিয়ার পীড়ন প্রতিরোধ করতে পারে তার চেয়ে বেশী শিয়ার পীড়ন উৎপন্ন হয়, তাহলে ডায়গোনাল টেনশনের খাড়া অংশকে প্রতিরোধ করার জন্য যে উল্লম্ব ষ্টিল দেওয়া হয় তাকে কর্তন লোহা বা খাড়া লোহা বা ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা ষ্টিরাপ বলে।

সাধারনত ৬মিঃমিঃ হতে ১২মিঃমিঃ ব্যাসের রড ষ্টিরাপ হিসাবে ব্যবহার করা হয়। ষ্টিরাপ হিসাবে ১০ মিঃমিঃ ব্যাসের রড বেশি ব্যবহৃত হয়।

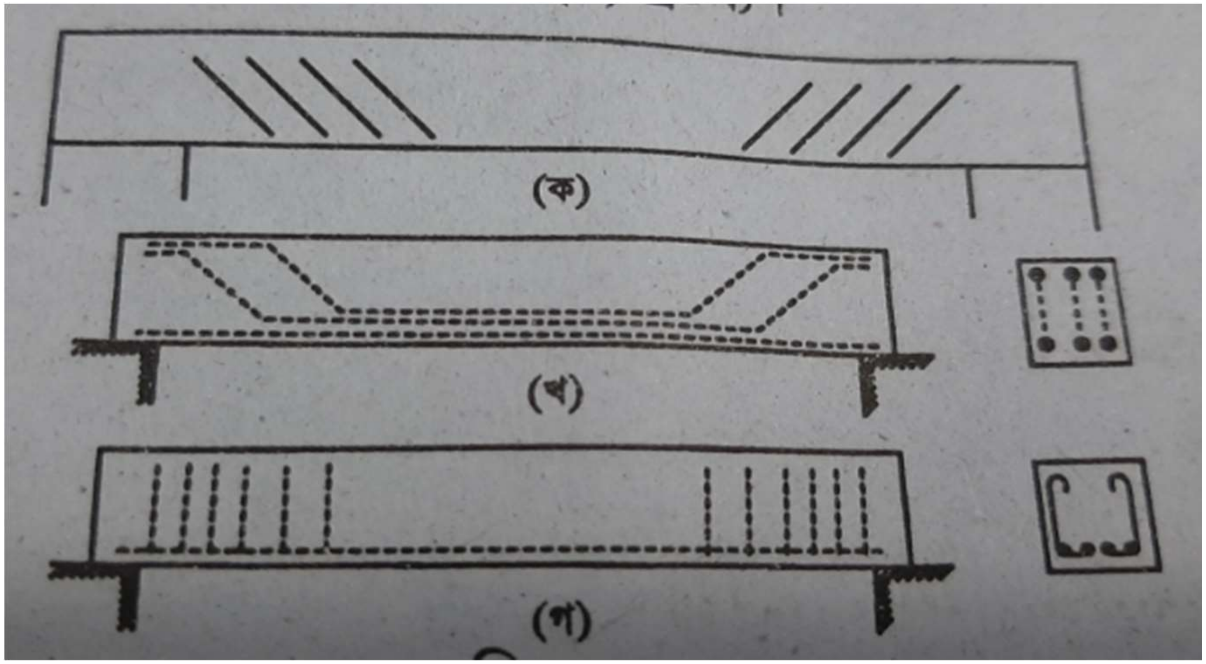
ষ্টিরাপসমূহ লম্বালম্বি প্রধান বারের চারদিকে বাঁকা করে তৈরি করা হয়।

সাধারনত চার পদ্ধতিতে ষ্টিরাপ প্রদান করা হয়।

A. ‘U’ আকারের ষ্টিরাপ
B. ‘W’ আকারের ষ্টিরাপ
ষ্টিরাপ



চিত্রঃ বিভিন্ন প্রকার ষ্টিরাপ



বিমে তিনভাবে ষ্টিরাপ প্রদান করা হয়।

ক. তির্যকভাবে রড স্থাপন করে।
খ. ক্র্যাংক বারের সাহায্যে।
গ. সরাসরি খাড়াভাবে।

প্র-২। ষ্টিরাপের কাজ সমূহ লেখ।

I. অতিরিক্ত শিয়ারকে বহন করে।
II. বিমের প্রধান রিইনফোর্সমেন্টকে যথাস্থানে ধরে রাখতে সাহায্যে করে।
III. বিমের ডায়াগোনাল টেনশনকে চেক দেওয়ার জন্য।
IV. প্রধান বারকে বাকা হওয়ার হাতকে রক্ষা করার জন্য।
V. ডিজাইনকৃত বিমকে প্রয়োজনীয় আকারে ঢালাই করতে খাঁচা তৈরি করার জন্য।
VI. বিমের ডায়াগোনাল টেনশনের কারনে উৎপন্ন হেলানো বলের খাড়া অংশ প্রতিহত করার জন্য।

প্র-৩। প্রয়োজনীয় চিত্র এবং নোটেশন সহ প্রমান কর যে, $a=(\frac{L}{2}-d)\frac{V'}{V}$

ধরি,

V=সর্বোচ্চ শিয়ার পীড়ন, kg/m^2

v_c = অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন, kg/m^2

$v-v_c = v'$ = অতিরিক্ত শিয়ার পীড়ন,

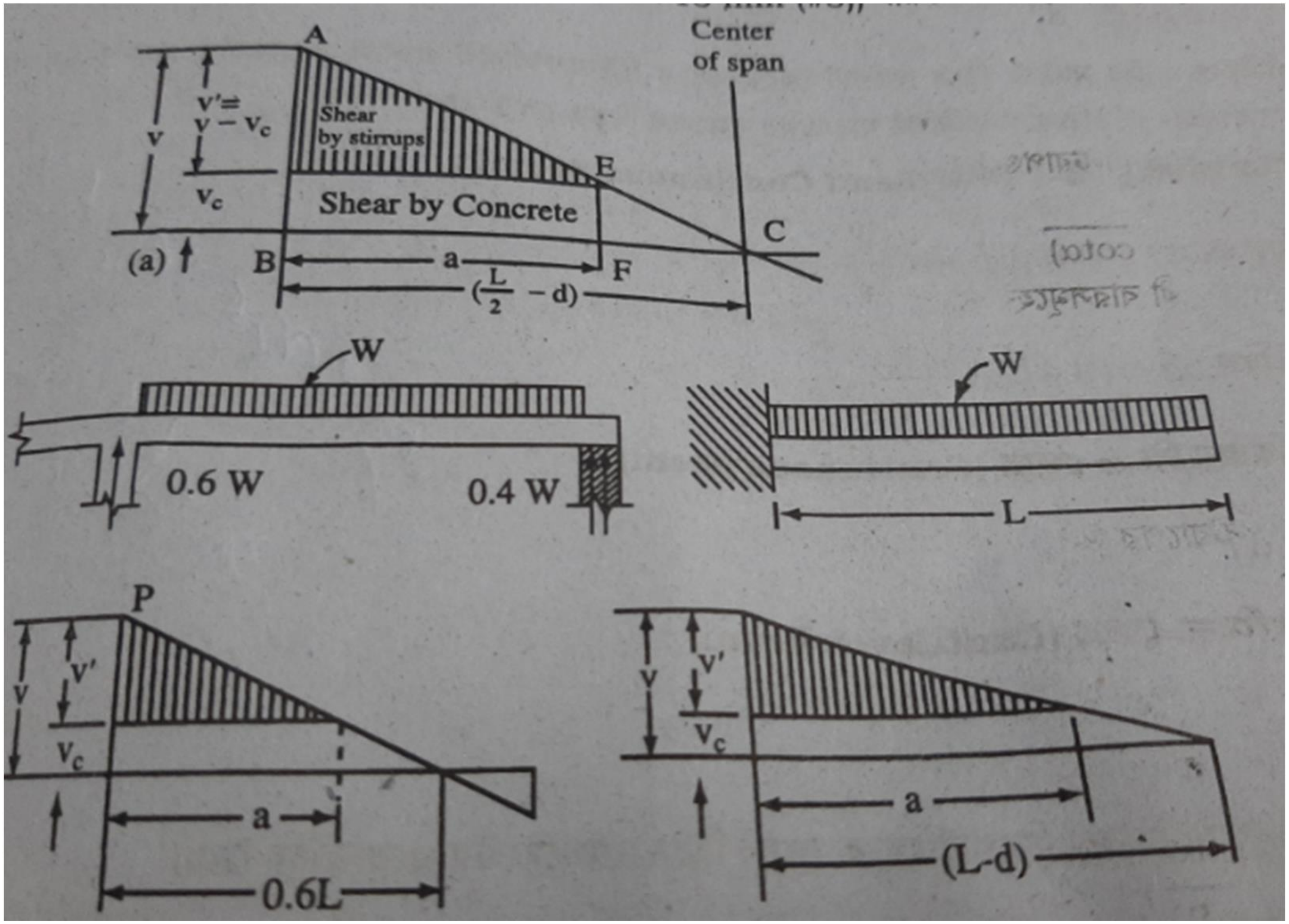
L= বিমের স্প্যান,

d= বিমের কার্যকরী গভীরতা,

a=বীমের সাপোর্ট থেকে ‘d’ দূরত্বের পর যে অংশে ষ্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে।

চিত্রানুযায়ী সদৃশ্য ত্রিভূজ ABC এবং CEF হতে লেখা যায়।

BC AB


Center
of span
A
v'=
v − v_c
v
Shear
by stirrups
E
v_c
Shear by Concrete
C
(a)
B
a
F
(L/2 − d)
W
0.6 W
0.4 W
W
L
P
v
v'
v_c
a
0.6L
v
v'
v_c
a
(L-d)

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

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

$$(\frac{L}{2} - d)v_c = \left(\frac{L}{2} - d\right)v - a.v$$

$$av = \left(\frac{L}{2} - d\right)v - (\frac{L}{2} - d)v_c$$

$$av = (\frac{L}{2} - d)(v - v_c)$$

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

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

প্র-৪। WSD পদ্ধতিতে ষ্টিরাপের ব্যবধান নির্ণয়ের সূত্রগুলো লেখ।

ACI Code অনুযায়ী বিমের ষ্টিরাপের অনুমোদনযোগ্য ব্যবধান হবে।

i. $S = \frac{Av.fv}{v'.b}$

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

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

উপরিউক্ত তিনটি সূত্রে প্রাপ্ত Spacing এর মধ্যে সর্বনিম্ন মানটি ষ্টিরাপের ব্যবধান হিসাবে ব্যবহার হয়।

প্র-৫। WSDপদ্ধতিতে বীমে ষ্টিরাপ ডিজাইনের ধাপ সমূহ লেখ।

- ডিজাইন লোড নির্ণয়।
- সর্বোচ্চ শিয়ার বল নির্ণয়।
- শিয়ার পীড়ন নির্ণয়।
- যত দূরব্যাপী ষ্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে তা নির্ণয়।
- ষ্টিরাপের ব্যবধান নির্ণয়।
- ষ্টিরাপের সংখ্যা নির্ণয়।

সমস্যা-১। একটি সাধারনভাবে স্থাপিত বিমের স্প্যান ৬ মিটার এর উপর নিজস্ব ওজনসহ মোট ২৭০০০ কেজি লোড আরোপিত। বিমটির কার্যকরী গভীরতা ৬০ সেমিঃ এবং প্রস্থ ৩০ সেমিঃ । v_c=4.23 kg/cm², f_v=1400 kg/cm² হলে ষ্টিরাপ ডিজাইন কর।?

বীমের প্রতি মিটারে লোড $w=\frac{W}{L}=\frac{27000}{6}=4500$ kg/m

বীমের সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স $V=\frac{27000}{2}=13500$ kg

ক্রিটিক্যাল শিয়ার পীড়ন,

$$V_{cr} = V - \frac{w.d}{100} = 13500 - \frac{4500 \times 60}{100} = 10800\text{kg}$$

$$v = \frac{V_{cr}}{b.d} = \frac{10800}{30\text{x}60} = 6\text{kg/cm}^2$$

যেহেতু, $v > v_c$ সুতারং, ষ্টিরাপ লাগবে।

$v' = v - v_c = 6 - 4.23 = 1.77\ kg/cm^2$

ষ্টিরাপের জন্য প্রয়োজনীয় দূরত্ব

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

$$= \left(\frac{600}{2} - 60\right) x \frac{1.77}{6}$$

$$= 70.8 \text{ say} \cong 71\ cm$$

সাপোর্ট থেকে ষ্টিরাপের প্রয়োজনীয় দূরত্ব $= a + 2d$

$= 71 + 2X60 = 191\ cm$

ষ্টিরাপের ব্যবধান নির্ণয়:

10 mm ব্যাসের রড U ষ্টিরাপ হিসাবে ব্যবহার কররে এর ক্ষেত্রফল

$$As = \frac{2.\pi.d^2}{4} = \frac{2.\pi.1^2}{4}\ 1.57\ kg/cm^2$$

আমরা জানি, ষ্টিরাপের ব্যবধান

i. $S=\frac{Av.fv}{v'.b}=\frac{1.57*1400}{1.77*30}$ = 41.99 cm c/c

ii. $S=\frac{Av}{0.0015.b}=\frac{1.57}{0.0015*30}$ =34.89 cm c/c

iii. $S=\frac{d}{2}=\frac{60}{2}$ =30cm c/c

ষ্টিরাপের ব্যবধান 30cm c/c হবে।

ষ্টিরাপের সংখ্যা=$\frac{(a+2d)-\frac{S}{2}}{S}$ +1=$\frac{(191-\frac{30}{2}}{30}$ +1= 6.86

≈ 7 টি

এসো নিজে করি

একটি সাধারনভাবে স্থাপিত বিমের স্প্যান ৬.5 মিটার এর উপর নিজস্ব ওজনসহ মোট 30০০০ কেজি লোড আরোপিত। বিমটির কার্যকরী গভীরতা 55 সেমিঃ এবং প্রস্থ ৩5 সেমিঃ ।
v_c=4.25 kg/cm^2,f_v=1450 kg/cm^2 হলে ষ্টিরাপ ডিজাইন কর।?

Chapter-6
Bond Stress in RCC Beams

প্র-১। বন্ড পীড়ন বলতে কী বোঝায়? বন্ড পীড়ন কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

কংক্রিট ও ষ্টিল একত্রে সংকোচিত ও প্রসারিত হওয়ার কারনে কংক্রিট কিউরিং হওয়ার পর কংক্রিট ষ্টিলের রডের সারফেসের সঙ্গে সুদৃঢ়ভাবে জমে থাকে তখন তাদের উপর প্রযুক্ত বলের ফলে তারা পরস্পর থেকে আলাদা হয় না। যে ধর্মের কারনে পরস্পর আলাদা হয় না তাকে বন্ড পীড়ন বলে।

মূলত কংক্রিট ও ষ্টিলের বল বহন ক্ষমতা অসমান এবং মূলত প্রযুক্ত বল বহনের সময় কংক্রিট থেকে ষ্টিল আলাদা হতে চায়।এজন্য ষ্টিলের পৃষ্ঠ দেশে যে স্ট্রেস সৃষ্টি হয় তাকে বন্ড স্ট্রেস বলে।

বন্ড স্ট্রেস নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

- বারের মসৃনতার উপর
- বিমের কার্যকরী গভীরতার উপর
- ব্যবহৃত বারের পরিমানের উপর
- কংক্রিট এবং ষ্টিলের তাপজনিত পরিবর্তন সহগের তারতম্যের

প্র-২। প্লেইন বার ও ডিফর্মড বারের অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন নির্ণয়ের সূত্র সমূহ লেখ।

W.S.D পদ্ধতিতে ডিফর্মড বারের ক্ষেত্রে A.C.I Code অনুযায়ী M.K.S সিষ্টেমে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন।

ক. টপ বারের জন্য,U= $\frac{2.29\sqrt{f'_c}}{D}$ kg/cm² (Maximum 24.6 kg/cm²)

খ. কম্প্রেশন বারের জন্য,U= $\frac{4.38\sqrt{f'_c}}{D}$ kg/cm² (Maximum 28 kg/cm²)

গ. অন্যান্য বারের জন্য,U= $\frac{3.23\sqrt{f'_c}}{D}$ kg/cm² (Maximum 35.2 kg/cm²)

U.S.D পদ্ধতিতে ডিফর্মড বারের ক্ষেত্রে A.C.I Code অনুযায়ী M.K.S সিষ্টেমে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন।

ক. টপ বারের জন্য,U= $\frac{4.51\sqrt{f'_c}}{D}$ kg/cm² (Maximum 39.4 kg/cm²)

খ. অন্যান্য বারের জন্য,U= $\frac{6.39\sqrt{f'_c}}{D}$ kg/cm² (Maximum 56.2 kg/cm²)

প্র-৩। অ্যাংকরেজ প্রদান পদ্ধতি সমূহ লেখ।

ধারাবাহিক, আবদ্ধ, ক্যান্টিলিভার বিমে ঋনাত্বক টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টকে বাকা করে বা হুক করে সাপোর্টের মধ্যে প্রবেশ করিয়ে দিতে হয়। স্প্যানের যে বিন্দুর পর রিইনফোর্সমেন্টের প্রয়োজন হয় না তারপরও কিছুদূর পর্যন্ত রিইনফোর্সমেন্টের দৈর্ঘ্য বর্ধিত করতে হয়।

১. সাধারনভাবে বিমের কার্যকরী গভীরতা এবং রিইনফোর্সমেন্টের ব্যাসের ১২ গুন এর যেটি বড় সেই পরিমান রডকে অ্যাংকরেজ করা হয়।

২. সাধারনভাবে স্থাপিত বিমের নেগেটিভ রিইনফোর্সমেন্টের কমপক্ষে ১/৩ এবং ধারাবাহিক বিমের পজিটিভ রিইনফোর্সমেন্টের কমপক্ষে ১/৪ অংশ পরিমান রডকে সাপোর্টের মধ্যে অন্তত ১৫ সেন্টিমিটার গভীরতা পর্যন্ত প্রবেশ করানো প্রয়োজন।

৩. নেগেটিভ মোমেন্ট এলাকার বারের শেষ প্রান্তে অবশ্যই হুক ব্যবহার করতে হবে। তবে অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে মধ্যবর্তী সাপোর্টের উপর কম্প্রেশন জোনে কোন হুকের প্রয়োজন নেই।

প্র-৪। ACI কোড অনুযায়ী আর্দশ হুক প্রস্তুতির বিধি সমূহ লেখ।

a. ১৮০ ডিগ্রি বাকানো হুকের ক্ষেত্রে কমপক্ষে রডের ব্যাসের চার(৪) গুন বর্ধিত থাকবে।(৬.৫ সেন্টিমিটারের কম হবে না)

b. ৯০ ডিগ্রি বাকানো হুকের ক্ষেত্রে কমপক্ষে রডের ব্যাসের বার গুন বর্ধিত থাকবে।

c. ষ্টিরাপ ও টাই এর ক্ষেত্রে ১৬ মিঃমিঃ বারের ক্ষেত্রে ৯০ ডিগ্রি হুক করতে মুক্ত প্রান্তে অতিরিক্ত দৈর্ঘ্য কমপক্ষে বারের ব্যাসের ৬ গুন রাখতে হবে।

প্র-৫। বিভিন্ন ধরনের আর্দশ হুকের চিহ্নিত চিত্র অংকন কর।

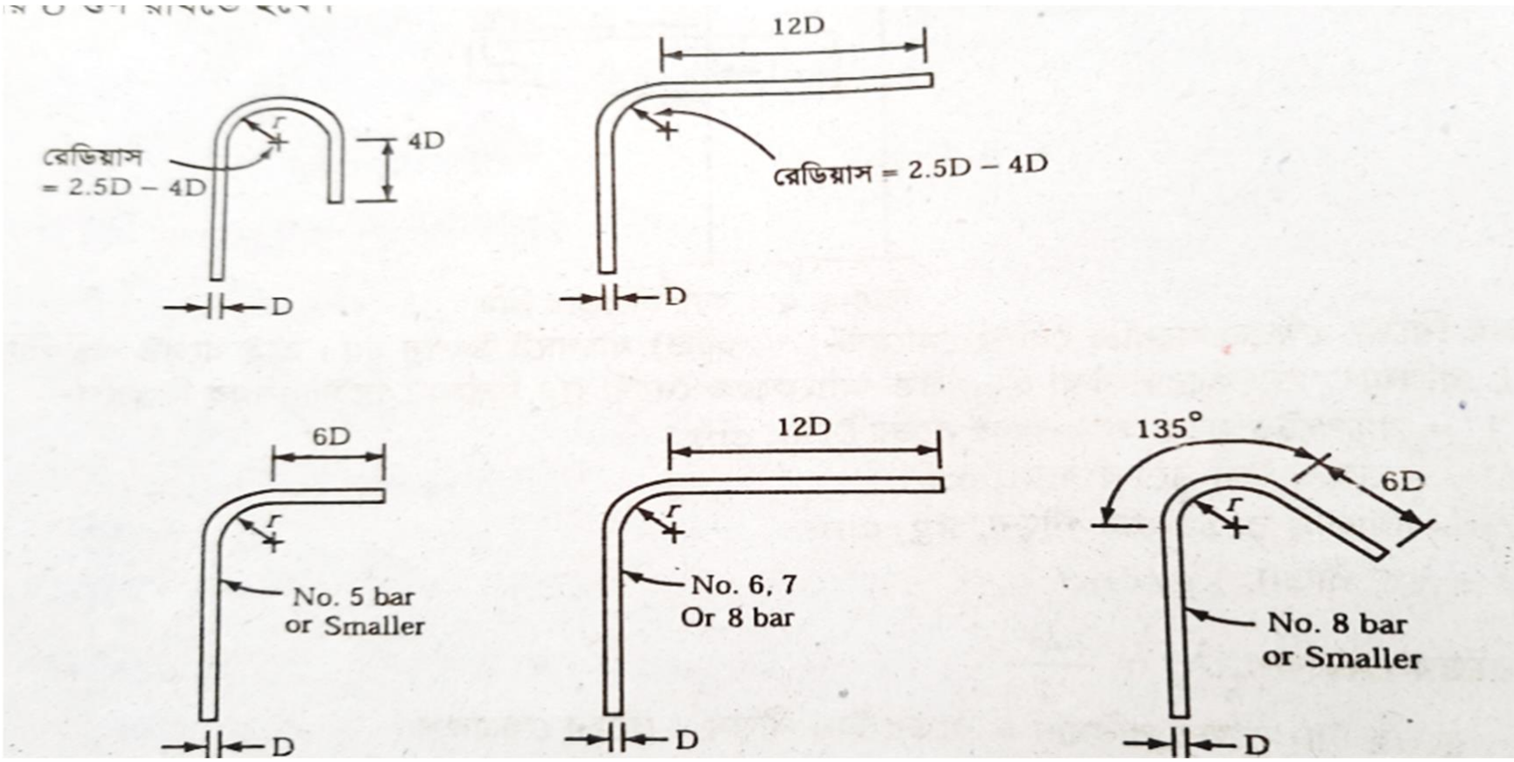
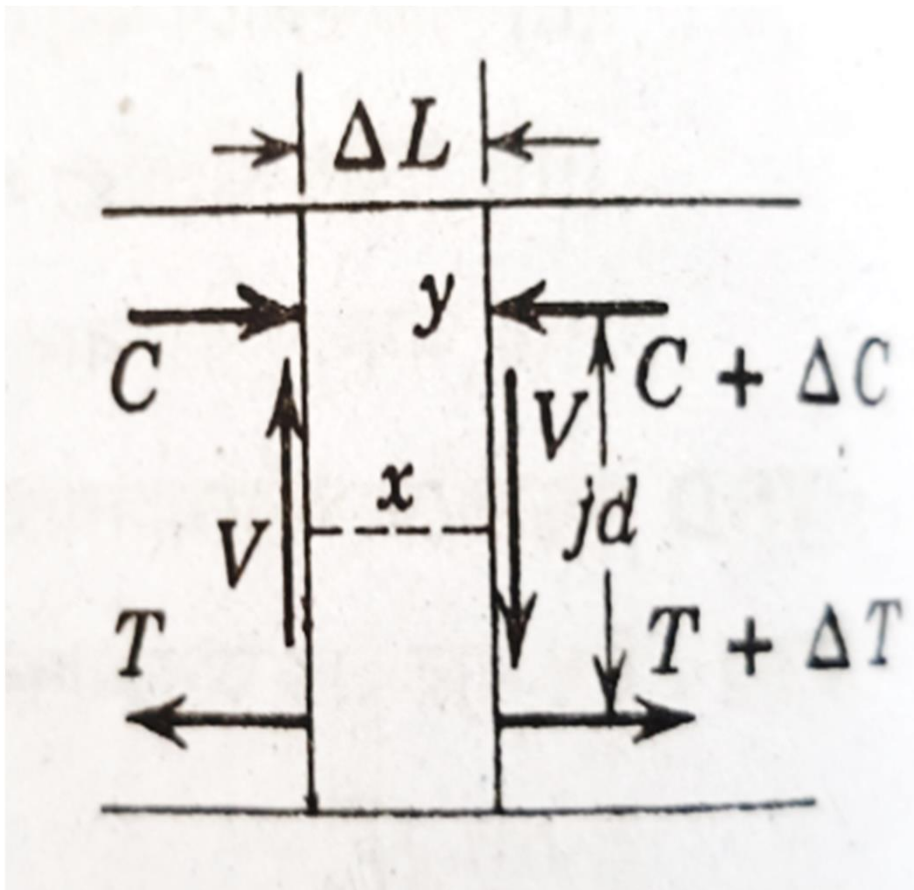


Fig: Standard Hook

প্র-৬। বন্ড পীড়ন নির্ণয়ের সূত্রটি নিরূপন কর।

অথবা

প্রমান কর যে, বন্ড পীড়ন U=$\frac{V}{\sum o.j.d}$



প্রতি একক ক্ষেত্রে বন্ড পীড়ন =U, kg/cm^2,

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স=V, kg

লিভার আর্ম ও কার্যকরী গভীরতার অনুপাত =j,

কার্যকরী গভীরতা=d cm

অনুভূমিক টেনসাইল রডের পরিসীমার সমষ্টি=∑O, cm

বিমের যে কোন ΔL দৈর্ঘ্যের ক্ষুদ্র অংশ বিবেচনা করি।

চিত্র অনুযায়ী y বিন্দুতে মোমেন্ট নিয়ে।

$\sum M_y=0$

$V.\Delta L + T.jd - (T + \Delta T).jd = 0$

$V.\Delta L + T.jd - T.jd + \Delta T.jd = 0$

$V.\Delta L = \Delta T.jd$

$$\Delta T = \frac{V.\Delta L}{jd} \quad ----- (1)$$

ΔT বল প্রধান রডকে কংক্রিট হতে বের করতে চায়।

বন্ড পীড়ন প্রতিরোধের জন্য প্রধান রডের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল=$\sum O.\ \Delta L$

যদি একক ক্ষেত্রফলে বন্ড পীড়নের পরিমান=U হয়।

তবে একক ক্ষেত্রে বন্ধন বল ΔT= রডের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল x বন্ড ষ্ট্রেস

$$=\sum O.\ \Delta L.U$$

এখন ΔT এর মান (1) নং সমীকরনে বসিয়ে পাই।

$$\sum O.\ \Delta L.U = \frac{V.\Delta L}{jd}$$

$$U= \frac{V}{\sum O.jd}$$

সমস্যা-১। একটি সম্পূর্ন ধারাবাহিক বীমের স্প্যান 6m। এর উপর নিজস্ব ওজন সহ মোট 20000kg লোড সমভাবে বিস্তৃত আছে। বীমটির প্রস্থ 25cm এবং কার্যকরী গভীরতা 50cm। বন্ড পীড়নের লম্বালম্বি বার কয়টি এবং কত ব্যাসের হবে। তথ্যাদি n=9, fs=1400kg/cm² f′c=210 kg/cm²

শিয়ার ফোর্স, $V=\frac{W}{2}=\frac{20000}{2}=10000$ kg

বেন্ডিং মোমেন্ট, $M=\frac{W.L}{12}=\frac{20000.6}{12}\times100=1000000$ kg-cm

লোহার ক্ষেত্রফল, $As=\frac{M}{fs.j.d}=\frac{1000000}{1400x0.87x50}=16.42\ cm^2$

$$K=\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}=\frac{9}{9+\frac{1400}{94.5}}=0.38$$

$$J=1-\frac{k}{3}=1-\frac{0.38}{3}=0.87$$

Bond Stress

$$\frac{V}{\sum O.jd} = \frac{3.23\sqrt{f'_c}}{D}$$

$$\frac{10000}{N.X\pi XD\ 0.87x50} = \frac{3.23\sqrt{210}}{D}$$

$$\frac{10000}{NX\pi\ 0.87x50} = \frac{3.23\sqrt{210}}{1}$$

N=1.56 = 2 nos

As = N. $\frac{\pi.D^2}{4}$

16.42 = 2. $\frac{\pi.D^2}{4}$

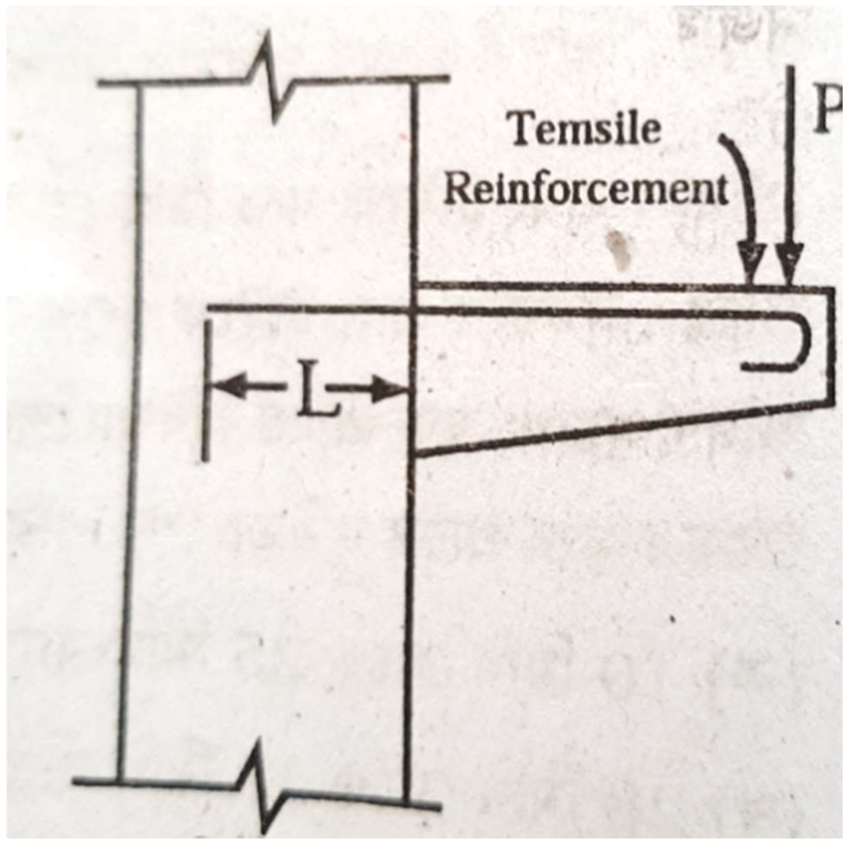
32.84 =3.14 x D^2

D=3.23 cm = 32mm say 2-dia 32mm

প্র-৭। অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্রটি নিরূপন কর।

অথবা

প্রমান কর যে, অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য $L=\frac{fs.D}{4U}$



মনেকরি,

সাপোর্টের মধ্যে প্রবেশকৃত রডের দৈর্ঘ্য=L cm

লম্বালম্বি টান রডের ব্যাস =D cm

লম্বালম্বি রডের টান পীড়ন =fs kg/cm^2

বন্ড পড়ীন= U kg/cm^2 , রডের পরিসীমা =πD

গোলাকার রডের ক্ষেত্রফল, As = $\frac{\pi.D^2}{4}$

লম্বালম্বি টান রডের টান বলের পরিমান=রডের টান পীড়ন X রডের ক্ষেত্রফল

=fs.As = fs. $\frac{\pi.D^2}{4}$ -------(২)

L পর্যন্ত দৈর্ঘ্যের লম্বালম্বি রডের পৃষ্ঠদেশীয় ক্ষেত্রফল=πD.L

একক ক্ষেত্রফলে বন্ড পীড়নU হলে মোট বন্ধন বলের পরিমান=πDL. U----(২)

সাম্যাবস্থার জন্য, বন্ডের পরিমান = টান বলের পরিমান

πDL. U = fs. $\frac{\pi.D^2}{4}$

সমস্যা-২।একটি ক্যান্টিলিভার বিমে 3- dia20mm বার টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। যদি টান পীড়ন1350 kg/cm², সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন 210 kg/cm² তবে অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

অনুমোদনযোগ্য বন্ড ষ্ট্রেস,

$$U=\frac{3.23\sqrt{f'_c}}{D}=\frac{3.23*\sqrt{210}}{2.00}= 23.04 \text{ kg/cm}^2$$

অ্যাংকোরেজ লেংথ,

$$L=\frac{fs.D}{4*U}=\frac{1350x2.00}{4X23.40}= 28.85 \text{ cm}$$

:ঃএসো নিজে করি:ঃ

- একটি সম্পূর্ন ধারাবাহিক বীমের স্প্যান 5.75m। এর উপর নিজস্ব ওজন সহ মোট 35600kg লোড সমভাবে বিসৃতৃত আছে। বীমটির প্রস্থ 30cm এবং কার্যকরী গভীরতা 55cm। বন্ড পীড়নের লম্বালম্বি বার কয়টি এবং কত ব্যাসের হবে।তথ্যাদি n=10, fs=1450kg/cm² f′c=220 kg/cm²

- সমস্যা-২।একটি ক্যান্টিলিভার বিমে 4- dia 20mm বার টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। যদি টান পীড়ন1400 kg/cm², সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন 220 kg/cm² তবে অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

Chapter-7
Design of RCC Rectangular Beams

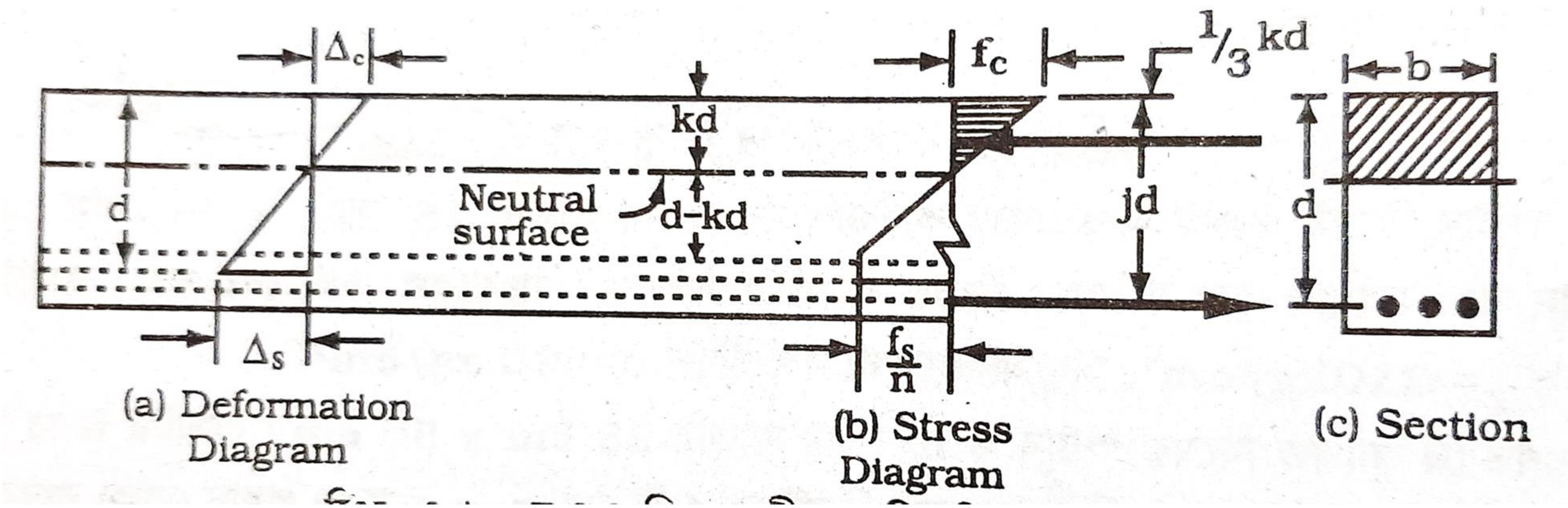
প্র-১। R.C.C বিম ডিজাইনের মৌলিক ধারনা সমূহ লেখ।

- বেন্ডিং এর পূর্বে বিমের প্রস্থচ্ছেদ এবং বেন্ডিং-এর পরে বিমের প্রস্থচ্ছেদ সমান থাকবে।

[কোন ফাইবারের বিকৃতি নিরপেক্ষ অক্ষ হতে তার দূরত্বের সমানুপাতিক]

- কংক্রিট ও রিইনফোর্সিং ষ্টিলের মধ্যে বন্ড থাকবে। উপকরন সমূহের বিকৃতির কারনে বন্ড নষ্ট হবে না
- কংক্রিটের টান প্রতিরোধ ক্ষমতা অগ্রাহ্য করা হয় এবং ষ্টিল সকল টান প্রতিরোধ করবে ধরা হয়।
- কংক্রিট ও ষ্টিল স্থিতিস্থাপক সীমা লংঘন করবে না এবং হুকের সূত্র মেনে চলবে।

প্র-২। লোডেড অবস্থায় R.C.C বিমের স্ট্রেস ডায়াগ্রাম অংকন কর।



বিমের পীড়ন বিকৃতি ও প্রস্থচ্ছেদ

প্র-৩। প্রমান কর যে, $k=\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}$

Δs=কংক্রিটের একক দৈর্ঘ্যে বিকৃতি

Δc= ষ্টিলের একক দৈর্ঘ্যে বিকৃতি

Ec= কংক্রিটের স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক(kg/cm²)

Es= ষ্টিলেরস্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক(kg/cm²)

n=মডুলার রেশিও=$\frac{Es}{Ec}$

f_c=কংক্রিটের চাপ পীড়ন (kg/cm²)

f_s=ষ্টিলের টান পীড়ন (kg/cm²)

b= বীমের প্রস্থ (cm)

d= বিমের গভীরতা(cm)

k=নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার দূরবর্তী ফাইবার পর্যন্ত দূরত্ব এবং কার্যকরী গভীরতার 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 গভীরতার অনুপাত= $\frac{jd}{d}$

jd=চাপ পীড়নের লব্ধি বিন্দু ও টান পীড়নের লব্ধি বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব

স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক(E)=$\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{f}{\Delta}$

কংক্রিটের স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক(Ec)= $\frac{fc}{\Delta}$

ষ্টিলের স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক(Es)=$\frac{fs}{\Delta}$

যেহেতু বিকৃতি নিরপেক্ষ অক্ষ হতে দূরত্বের সমানুপাতিক সেহেতু

$$\frac{\frac{fc}{Ec}}{\frac{fs}{Es}} = \frac{kd}{(d-kd)}$$

বা $\frac{fc.Es}{fs.Ec} = \frac{k}{1-k}$ বা $\frac{fc}{fs}.n = \frac{k}{1-k}$

k.fs=n.fc-n.k.fc

k.fs+n.k.fc=n.fc

k(fs+n.fc)=n.fc

$$k= \frac{n.fc}{(fs+n.fc)}$$

$k=\frac{n}{\frac{fs}{fc}+n}$ অতএব $k=\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}$ [প্রমানিত]

প্র-৪। WSD পদ্ধতিতে আয়তাকার বিম ডিজাইনের ধাপ সমূহ লেখ।

Step-1:Design Load Calculation.

বিমের গভীরতা (d)= span এর ১/১২ হতে ১/১০ ধরা হয়।

প্রতিমিটার স্প্যান দৈর্ঘ্যে ৮cm হতে ১০cm ধরা হয়।

বিমের প্রস্থ(b)=বিমের গভীরতার ০.৫ হতে ০.৭৫ অংশ ধরা হয়।

কংক্রিটের একক ওজন ২৪০০ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার

A.C.I কোড অনুযায়ী বিমের কার্যকরী স্প্যান নিম্নরূপ হবে।

ক. কার্যকরী স্প্যান= মুক্ত স্প্যান + বিমের কার্যকরী গভীরতা

খ. কার্যকরী স্প্যান= সাপোর্টের কেন্দ্র থেকে কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব।

উভয়ের মধ্যে ন্যুনতমটি স্প্যান দৈর্ঘ্য হিসাবে গ্রহনযোগ্য

Step-2:Maximum Shear Force.

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্সের মান নির্ণয় করতে সাপোর্টের প্রতিক্রিয়া বল নির্ণয় করতে হয়।

অসমভাবে বিসৃতৃত লোডের ক্ষেত্রে মোমেন্ট নেওয়ার মাধ্যমে প্রতিক্রিয়া বল নির্ণয় করতে হয়।

সমভাবে বিস্তৃত লোডের ক্ষেত্রে বিমের সাপোর্টের প্রতিক্রিয়া বল দ্বয়ের মান সমান হয় অর্থাৎ উভয় দিকে মোট লোডের অর্ধেক হয়।।

- সাধারনভাবে স্থাপিত/সম্পূর্ন অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে, V=$\frac{W}{2}$ =$\frac{w.L}{2}$
- আংশিক অবিচ্ছিন্ন(Semi Continuous) বিমের ক্ষেত্রে,

অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে, V=0.6W

বিচ্ছিন্ন প্রান্তে, V=0.4W

- ক্যান্টিলিভার বীমের ক্ষেত্রে, V=W

W= নিজস্ব ওজন সহ মোট আরোপিত লোড

w= বীমের প্রতিমিটারে লোড

Step-3:Maximum Bending Moment.

- সাধারন ভাবে স্থাপিত বিমের ক্ষেত্রে,M=$\frac{W.L}{8}$
- আংশিক অবিচ্ছিন্ন(Semi Continuous) বিমের ক্ষেত্রে,M=$\frac{W.L}{10}$
- পুরোপুরি অবিচ্ছিন্ন(Continuous)বিমের ক্ষেত্রে,M=$\frac{W.L}{12}$
- ক্যান্টিলিভার বিমের ক্ষেত্রে, M=$\frac{W.L}{2}$

W= মোট লোড
L= কার্যকরী দৈর্ঘ্য
Kg-m x 100 =kg-cm

Step-4: Beam Depth,

কার্যকরী গভীরতা, d= $\sqrt{\frac{M}{R.b}}$

R=0.5.fc.j.k

J= 1-k/3

n= $\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}$

b=বিমের প্রস্থ, (cm)

M=বেন্ডিং মোমেন্ট (Kg-cm)

বিমের মোট গভীরতা= d+ রডের ব্যাস/২ +মুক্ত কভারিং

বিমের ক্ষেত্রে মুক্ত কভারিং সাধারনত ৫ হতে ৬ cm ধরা হয়।

Step-5: Area of Steel.

$As = \frac{M}{fs.j.d}$

M=বেন্ডিং মোমেন্ট . Kg-cm, As= প্রধান রডের মোট ক্ষেত্রফল।

fs=0.4fy

রডের সংখ্যা= As/অনুমানকৃত একটি রডের একক ক্ষেত্রফল = পূর্ন সংখ্যা

বিমের ক্ষেত্রে নূন্যতম ১৬ মিলিমিটার রড ব্যবহার করা হয়।

Setp-6:Check for Shear Stress.

শিয়ার পীড়ন, $v = \frac{Vcr}{b.d}$

Vcr= সাপোর্ট থেকে দূরত্বে শিয়ার ফোর্স (ক্রিটিক্যাল শিয়ার)=V - $\frac{w.d}{100}$

v>vc, হয় তবে ষ্টিরাপ লাগবে।

কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন, vc=0.292$\sqrt{f'c}$ (kg/cm²)

A.C.I Code অনুযায়ী বিমে সর্বোচ্চ অনুমোদনযোগ্য পীড়ন,v_{all} =1.33$\sqrt{f'c}$ (kg/cm²)

Step-7: Space required for stirrup.

যদি $v>v_c$ হয় তখন বীমে ষ্টিরাপ লাগবে

ষ্টিরাপ রিজিয়ন=a+2.d

I. সাধারনভাবে স্থাপিত বিমে $a=(\frac{L}{2} - d)\frac{v'}{v}$ cm

II. সম্পূর্ন ধারাবাহিক/পুরাপোরি অবিচ্ছিন্ন/কন্টিনিউয়াস বিমে $a=(\frac{L}{2} - d)\frac{v'}{v}$

III. আংশিক অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে,

অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে, $a=(0.6L - d)\frac{v'}{v}$ cm

বিচ্ছিন্ন প্রান্তে, $a=(0.4L - d)\frac{v'}{v}$ cm

iv. ক্যান্টিলিভার বীমের ক্ষেত্রে, $a=(L - d)\frac{v'}{v}$ cm

অতিরিক্ত শিয়ার, $v'=v-v_c$ kg/cm²

L= বিমের স্প্যান দৈর্ঘ্য, cm v= শিয়ার পীড়ন (kg/cm²)

Step-8:Spacing of stirrup.

১০ মিঃমিঃ ব্যাসের U ষ্টিরাপ ব্যবহার করলে $Av=2x\frac{\pi.d^2}{4}$

$=1.57\ cm^2$

আমরা জানি, A.C.I code অনুযায়ী ষ্টিরাপের ব্যবধান

i. $S=\frac{Av.fv}{v'.b}$

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

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

উপরোক্ত সূত্রের সাহায্যে প্রাপ্ত মানের ছোটটি গ্রহনযোগ্য, ষ্টিরাপের ব্যবধান c/c হবে।

বিমের প্রথম ষ্টিরাপটি সাপোর্ট থেকে $\frac{S}{2}$ দূরত্বে বসবে।

ষ্টিরাপের সংখ্যা $=\frac{(a+2d)-\frac{S}{2}}{S}+1$

Step-9:Bond Stress.

$\sum o = N\pi D$

$U = \frac{V}{\sum o.j.d}$

U=প্রতি একক ক্ষেত্রে বন্ড পীড়ন, (kg/cm²)

∑o = ব্যবহৃত টেনসাইল রডের মোট পরিসীমা (cm)

V= সবোচ্চ শিয়ার ফোর্স, (kg)

Step-10:Detail Drawing.

ডিজাইনকৃত বিমটির লম্বালম্বি ও আড়াআড়ি সেকশন আনুমানিক স্কেলে আকতে হবে, যাতে নিম্নোক্ত বিষয়গুলো থাকতে হবে।

ক. বিমের প্রস্থ ও গভীরতা

খ. প্রধান লোহার অবস্থান ও সংখ্যা

গ. ষ্টিরাপের দূরত্ব ও ব্যবধান

ঘ. বেন্ড, ল্যাপ, হুক ইত্যাদি।

প্র-৫। আরসিসি বিমে ব্যবহৃত সমান্তরাল প্রধান রডের ন্যূনতম ব্যবধান লেখ।

বিম ডিজাইনে এর ধার্যকৃত প্রস্থ (b) এর পরিমাণের উপর লম্বালম্বি সমান্তরাল প্রধান রডের সংখ্যা ও ব্যাস নির্ধারন করা হয়।

কোন কোন ক্ষেত্রে বিমের প্রস্থ কম হওয়ার কারনে ডিজাইন কৃত রড সমূহ এক স্তরে না দিতে পারলে দুই স্তরে সাজাতে হবে।

দ্বিতীয় স্তরকে প্রথম স্তরের ঠিক উপরে স্থাপন করতে হবে। দুই স্তরের মাঝে কমপক্ষে ১" ফাঁকা রাখতে হবে।

A.C.I Code অনুযায়ী বিমে ব্যব্হৃত লম্বালম্বি সমান্তরাল বারসমূহের ন্যূনতম ব্যবধান।

- বিমে ব্যবহৃত প্রধান রডের ব্যাসের কম হবে না।
- ২৫ মিলিমিটার বা ১ ইঞ্চির কম হবে না
- ব্যবহৃত কোর্স এগ্রিগেটের সর্বোচ্চ আকারের ১.৩৩ গুনের কম হবে না।

প্র-৬।কভারিং কী? কভারিং এর প্রয়োজনীয়তা লেখ। কাঠামোর সর্বনিম্ন কভারিং লেখ।

রডের বাহিরের পৃষ্ঠ থেকে কংক্রিটের বাহিরের আবারন পর্যন্ত দূরত্বকে কভারিং বলে।একে ফায়ার প্রুফিং ও বলে।

প্রয়োজনীয়তাঃ

- লোহাকে মরিচা পড়া হতে রক্ষা করে।
- যথার্থ বন্ড ষ্ট্রেস পাওয়ার জন্য
- রডকে তাপমাত্রার প্রভাব থেকে রক্ষা করে।

কাঠামোর সর্বনিম্ন কভারিং

১. ১২ mm এর কম হবে না।

২. কোর্স এগ্রিগেটের ¾ inch বা ১.৫ গুনের কম হবে না।

৩. Main tensile bar এর ব্যাসের ১.৫ গুনের কম হবে না।

প্র-৭। প্রমান কর যে, $d=\sqrt{\frac{M}{R.b}}$ বা $M=Rbd^2$

বা

ওয়াকিং স্ট্রেস ডিজাইনের ক্ষেত্রে নোটেশন উল্লেখপূর্বক প্রমান কর যে, $M=\frac{1}{2}.fc.j.k.b.d^2$

f_c=কংক্রিটের চাপ পীড়ন (kg/cm^2)

f_s=ষ্টিলের টান পীড়ন (kg/cm^2)

b= বীমের প্রস্থ (cm)

d= বিমের গভীরতা(cm)

k=নিরপেক্ষ অক্ষ হতে চাপ এলাকার দূরবর্তী ফাইবার পর্যন্ত দূরত্ব এবং কার্যকরী গভীরতার 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 গভীরতার অনপাত= $\frac{jd}{}$

কংক্রিটের চাপ এলাকার সর্বোচ্চ পীড়ন=fc

নিরপেক্ষ অক্ষে কংক্রিটের পীড়ন=০

গড় চাপ পীড়ন=$\frac{fc+0}{2}$

চাপ এলাকার কংক্রিটের ক্ষেত্রফল= প্রস্থ x গভীরতা=bxkd

চাপ পীড়নের লব্ধি বল, C=0.5xfcxbxkd

লিভার আর্ম=jd

কংক্রিটের রেজিস্টিং

মোমেন্ট,Mc=Cxjd=0.5.fc.b.kd.jd=0.5fcjkbd²

সাম্যাবস্থার শর্ত অনুযায়ী, M=Mc

$$M=0.5fcjkbd^2$$ [প্রমানিত]

$$M=Rbd^2$$

$$d^2=\frac{M}{R.b}$$

$$d=\sqrt{\frac{M}{R.b}}$$

সমস্যা-১। একটি সাধারনভাবে স্থাপিত আয়তাকার বিমের দৈর্ঘ্য ৬ মিটার। বিমটির উপর প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ২৫০০ কেজি লোড সমভাবে বিস্তৃত থাকলে নিচের তথ্যাদির সাহায্যে আয়তাকার বিমটি ডিজাইন কর। তথ্যাদিঃ $f'c=210$ kg/cm², $fc=94.5$ kg/cm², $fs=1400$ kg/cm², $n=10$, $v=14$ kg/cm², $u=15$ kg/cm², $v_c=4$ kg/cm²,

Step-1:Design Load Calculation.

বিমের গভীরতা, $d=6\text{x}\frac{1}{10}=.6\text{m}=60\text{cm}$

বিমের প্রস্থ, $b=\frac{1}{2}\text{x}60=30\text{cm}$

ক. বিমটির নিজস্ব ওজন$=1\text{x}\frac{30}{100}\text{x}\frac{60}{100}\text{x}2400=432$ kg/m

খ. বিমটির উপর আরোপিত লোড=2500kg/m

মোট ডিজাইন লোড=2932kg/m

Step-2: Maximum Shear force.

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স, $V=\frac{w.L}{2}=\frac{2932x6}{2}=8796$ kg

Step-3: Maximum Bending Moment.

$M=\frac{w.L^2}{8}=\frac{2932x6^2}{8}=13194$ kg-m=1319400 kg-cm

Step-4:Beam depth.

$k=\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}=\frac{10}{10+\frac{1400}{94.5}}=0.403$, $j=1-\frac{k}{3}=1-\frac{0.403}{3}=0.866$,

R=1/2.fcj.k=0.5x94.5x0.866x0.403=16.49

কার্যকরী গভীরতা, $d=\sqrt{\frac{M}{R.b}}=\sqrt{\frac{1319400}{16.49x30}}=51.64$ say 52 cm

মোট গভীরতা=d+কভারিং =52+6=58 cm<60cm, so o.k

Step-5:Area of Tensile Reinforcement.

$As=\frac{M}{fs.j.d}=\frac{1319400}{1400x0.866x52}$ =20.93 cm^2

রডের সংখ্যা $=\frac{As}{as}=\frac{20.93}{6.15}$=3.40=4 Nos

Use 4-ø28mm Main bar

Step-6:Check for Shear Stress.

ক্রিটিক্যাল শিয়ার,

$Vcr=V-\frac{W}{L}x\frac{d}{100}$ =8796 - $2932x\frac{52}{100}$ =7271.36kg

অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন,$v=1.33x\sqrt{f'c}=1.33x\sqrt{200}$=18.81 kg/$cm^2$

$v=\frac{Vcr}{b.d}=\frac{7271.36}{30x52}$ =4.66kg/cm^2 <14 kg/cm^2

অতএব নিরাপদ

কংক্রিটের গ্রহনযোগ্য শিয়ার পীড়ন, v_c= 4.00 kg/cm^2<8.23kg/cm^2

ষ্টিরাপ ব্যববহার প্রয়োজন আছে।

Step-7: Space Reaquired for Stirrup

এখানে, $v' = v - v_c = 4.43 - 4.00 = 0.43 kg/cm^2$

$a = (\frac{L}{2} - d)\frac{v'}{v} = (\frac{6x100}{2} - 52)\frac{0.43}{4.43}$ =24.07cm

ষ্টিরাপের মোট দূরত্ব=a+2.d =24.07+52x2= 128.07 cm সাপোর্টের ভিতর পার্শ্ব হতে 128.07 সেমিঃ পর্যন্ত উভয় দিকে ষ্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে।

Step-8:Spacing of Stirrup

১০ মিঃমিঃ ব্যাসের U ষ্টিরাপ ব্যবহার করলে Av=2x$\frac{\pi.d^2}{4}$ =1.57 cm²

আমরা জানি, ষ্টিরাপের ব্যবধান

i. S=$\frac{Av.fv}{v'.b}$ =$\frac{1.57*1400}{0.43*30}$ =170.38cm c/c=170cm c/c

ii. S=$\frac{Av}{0.0015.b}$ =$\frac{1.57}{0.0015*30}$ =34.89 cm c/c

iii. S=$\frac{d}{2}$ = $\frac{52}{2}$ =26cm c/c

ষ্টিরাপের ব্যবধান 26cm c/c হবে।

ষ্টিরাপের সংখ্যা=$\frac{(a+2d)-\frac{S}{2}}{S}$ +1=$\frac{(128.07-\frac{26}{2}}{26}$ +1=5.42

≈ 16 টি

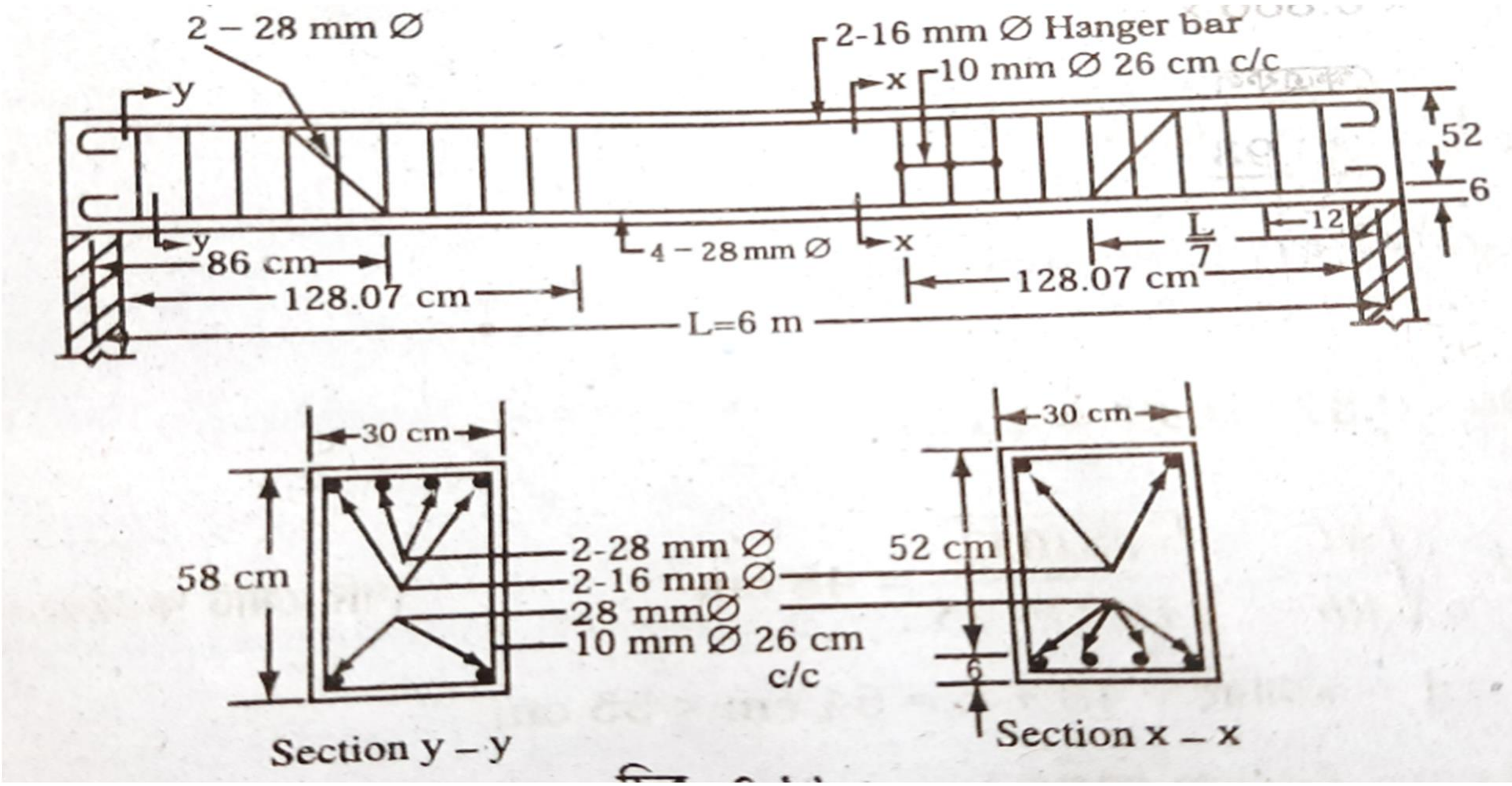
Step-9: Check for Bond Stress

$\sum o = N\pi D = 4x\pi x2.8 = 35.17$ cm

$U = \frac{V}{\sum o.j.d} = \frac{13080}{35.17x0.866x52} = 5.55 kg/cm^2$

$5.55 kg/cm^2 < 15 kg/cm^2$, অতএব নিরাপদ

Step-10: Detail Drawing



চিত্রঃ সাধারনভাবে স্থাপিত আয়তাকার বিম

এসো নিজে করি

১.একটি সেমি কন্টিনিউয়াস আয়তাকার বিমের দৈর্ঘ্য ৬.২৫ মিটার। বিমটির উপর প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ২২০০ কেজি লোড সমভাবে বিসৃতৃত থাকলে নিচের তথ্যাদির সাহায্যে আয়তাকার বিমটি ডিজাইন কর। তথ্যাদিঃ $f'c=210\ kg/cm^2$, $fc=94.5\ kg/cm^2$, $fs=1350\ kg/cm^2$, $n=9$, $v=18.8\ kg/cm^2$, $u=25\ kg/cm^2$, $v_c=4.2 kg/cm^2$,

২. একটি পুরোপুরি অবিচ্ছিন্ন আয়তাকার বিমের স্প্যান ৬ মিটার। বিমটির উপর নিজস্ব ওজন সহ প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে ১৮০০ কেজি লোড সমভাবে বিস্তৃত থাকলে নিচের তথ্যাদির সাহায্যে আয়তাকার বিমটি ডিজাইন কর। তথ্যাদিঃ $f'c=210\ kg/cm^2$, $fc=94.5\ kg/cm^2$, $fs=1400\ kg/cm^2$, $n=10$, $v=14 kg/cm^2$, $u=15\ kg/cm^2$, $v_c=4\ kg/cm^2$,

Thanks