DESIGN OF STRUCTURE-1 (66463)

অধ্যায় পাঁচ

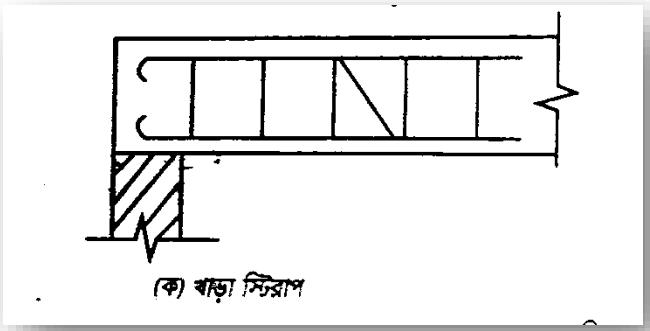
আর সিসি বিমের ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের কার্যাবলি সম্পর্কে ধারণা (Understand the functions of Web Reinforcement in RCC Beams)

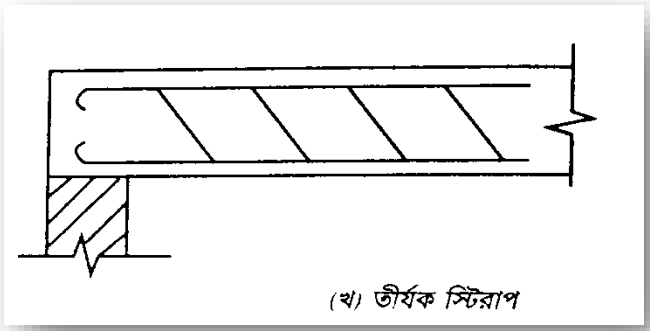
Presented By

FARHANA YESMIN
Instructor civil
Dhaka Polytechnic Institute , Dhaka

5.1:ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের সংজ্ঞাঃ

কোন বিমের উপর বাহির থেকে বল প্রযুক্ত হলে বিমের মধ্যে টান ও চাপ পীড়ন ছাড়াও ডায়াগোনাল টেনশন বা শিয়ার পীড়ন উৎপন্ন হয়।কংক্রিট সীমিত মাত্রায় শিয়ার পীড়ন বহন করতে পারে ।

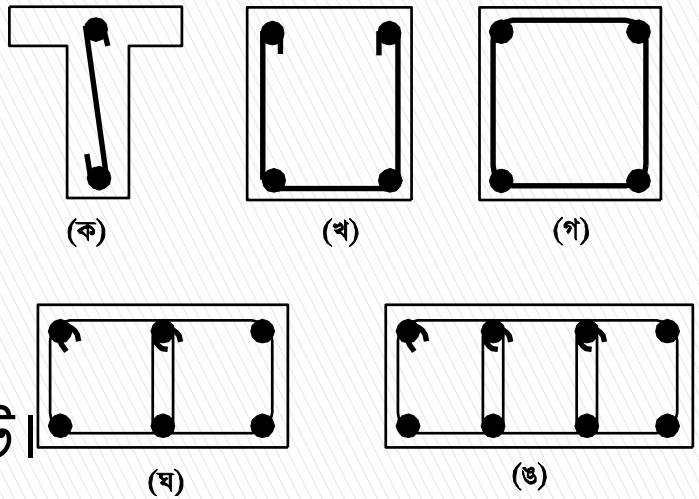




কংক্রিটের বহন ক্ষমতার অতিরিক্ত শিয়ার পীড়নকে বাড়তি শিয়ার বলে।এ বাড়তি শিয়ারকে প্রতিরোধ করার জন্য খাড়াভাবে বা তীর্যকভাবে অতিরিক্ত রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়।এ রিইনফোর্সমেন্টকে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা শিয়ার রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপ বলে।সাধারনত 10 মিমি ব্যাসের রড স্টিরাপ হিসেবে ব্যবহার করা হয়।টান শক্তি বৃদ্ধির জন্য স্টিরাপের প্রান্তদ্বয়ে হুক ব্যবহার করা হয়।

5.2:চিত্রসহ ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের শ্রেণীবিভাগঃ

সাধারনত বিমে 4 ধরনের **ওয়েব** রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়।যথাঃ



1.ইউ(U) আকারের ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট।

2.ডব্লিউ(W) আকারের ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট।

3.এস(S) আকারের ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট।

4.ও(O) আকারের ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট।

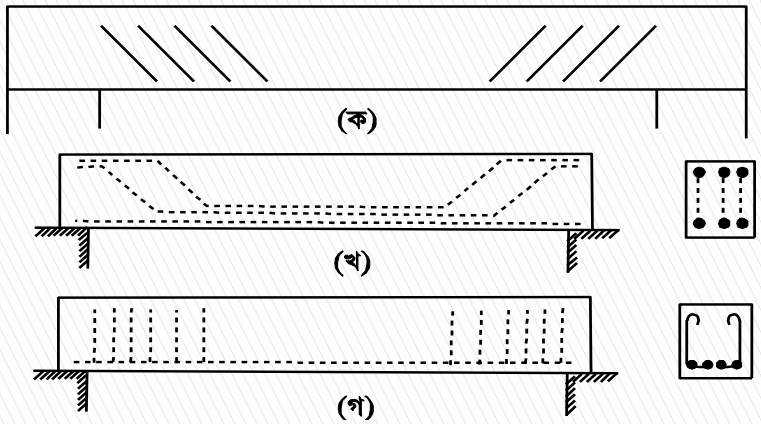
স্টিরাপসমূহ লম্বলম্বি প্রধান বারের চারদিকে বাঁকা করে তৈরি করা হয়। ।

বিমে তিনভাবে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট দেওয়া যায় :

(১) তির্যকভাবে রড স্থাপন করে : কোনাকুনি টানের জন্য বিমে যে সমস্ড় ফাটল সৃষ্টি হতে পারে তার সাথে সমকোণে রড স্থাপন করা যায়। এ পদ্ধতি ব্যয়বহুল বলে সচরাচর ব্যবহৃত হয় না। চিত্র (ক) দ্রষ্টব্য।

(২) ক্র্যাংক বারের সাহায্যে : ক্র্যাংক বারের তির্যক অংশ কোনাকুনি টান প্রতিরোধ করে বিমকে ফাটলমুক্ত রাখে। চিত্র (খ) দ্রষ্টব্য।

(৩) উলম্ব ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপ ব্যবহার করে : উলম্ব শিয়ার প্রতিরোধের জন্য এ ধরনের রড ব্যবহৃত হয়। এটি সর্বাধিক ব্যবহৃত ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট। চিত্র (গ) দ্রষ্টব্য।



৫.৩ আরসিসি বিমে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপের কাজ

(Mention the Functions of webReinforcement in RCC Beams)

যেহেতু কৌণিক টান এক প্রকার কৌণিক বল; অতএব ,একে এর অনুভূমিক এবং খাড়া উপাংশে রূপান্ড়রিত করা যায়। এই অনুভূমিক উপাংশকে বিমের মধ্যস্থিত প্রধান লোহা প্রতিরোধ করতে পারে। কিন্ড়ু, খাড়া উপাংশকে প্রতিরোধ করার জন্য বিমের মধ্যে আলাদা খাড়া লোহা বা Web Reinforcement ব্যবহার করা হয়। মূলত এটাই Web Reinforcement এর কাজ।

ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপের কাজসমূহ নিম্নরূপ :

(i) অতিরিক্ত শিয়ারকে বহন করে।

(ii) বিমের প্রধান রিইনফোর্সমেন্টকে যথাস্থানে ধরে রাখতে সাহায্য করে।

(iii) বিমের ডায়াগোনাল টেনশনকে চেক দেওয়ার জন্য।

(iv) প্রধান বারকে বাঁকা হওয়া থেকে রক্ষা করে।

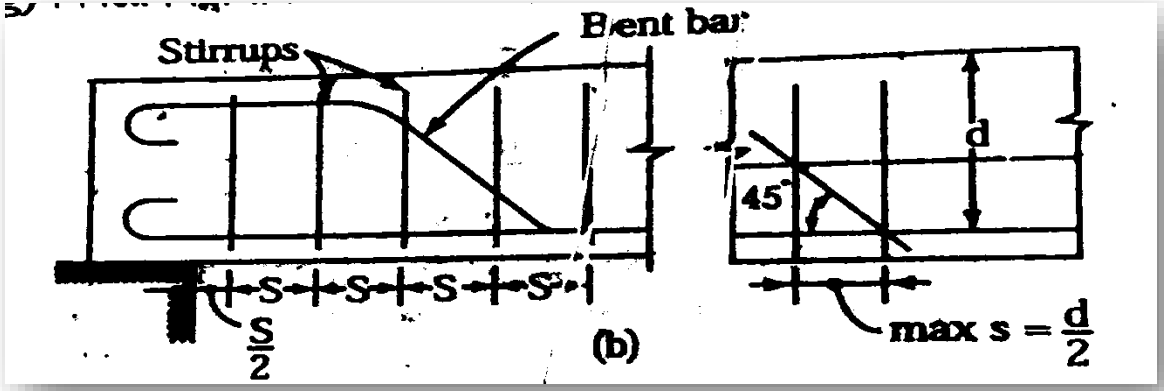
(v) ডিজাইনকৃত বিমকে প্রয়োজনীয় আকারে ঢালাই করতে খাঁচা তৈরি করতে সাহায্য করে।

(vi) বিমে ডায়াগোনাল টেনশনের কারণে উৎপন্ন কোনাকুনি বলের অনুভূমিক অংশ লম্বালম্বি বারসমূহ প্রতিহত করে। অপর অংশ অর্থাৎ খাড়া অংশ প্রতিরোধ করার জন্য ওয়ের রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপ দেওয়া হয়।

5.4:WSD প্রদ্ধতিতে খাড়া এবং হেলানো ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের ব্যবধান নির্ণয়ঃ

(ক)খাড়া স্টিরাপঃ

নিচে স্টিরাপ বা ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের ব্যবধান নির্ণয় সূত্রের নোটেশনসহ দেখানো হলোঃ



Av=একটি স্টিরাপের খাড়া বারসমূহের ক্ষেত্রফল,cm^2

fv= স্টিরাপের অনুমোদনযোগ্য টান পীড়ন,kg/cm^2

V=একক শিয়ার পীড়ন, kg/cm^2

Vc=কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন,kg/cm^2

V'=V- Vc=অতিরিক্ত শিয়ার পীড়ন,kg/cm^2

b=বিমের প্রস্থ,cm

d=বিমের কার্যকরী গভীরতা , cm

S= স্টিরাপের ব্যবধান,cm

যদি বিমের প্রস্থ b , স্টিরাপের ব্যবধান S এবং অতিরিক্ত শিয়ার পীড়ন v' হয় তবে

স্টিরাপের পীড়ন=v'bS

আবার যেহেতু, স্টিরাপের ক্ষেত্রফল Av এবং স্টিরাপের অনুমোদনযোগ্য টান পীড়ন fv হলে স্টিরাপের মোট পীড়ন=Avfv

সুতরাং উপরোক্ত পীড়ন দুটি সমান হলে আমরা পাই, v'bs=Avfv

$s=\frac{Avfv}{v'b}$

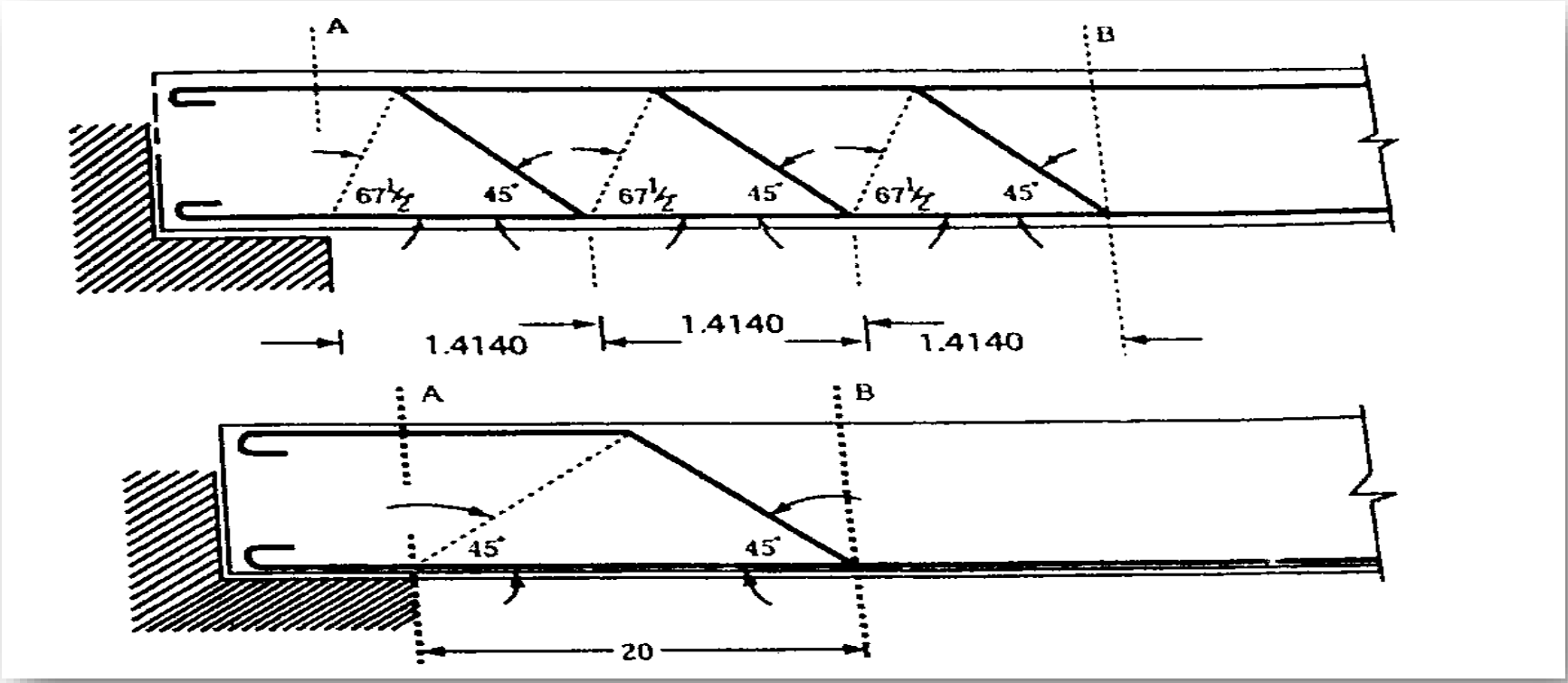
ACI কোড অনুযায়ী প্রাপ্ত সর্বোচ্চ ব্যবধান,

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

অথবা, $S=\frac{Av}{0.0015b}$ এর বেশি হবে না।

(খ)হেলানো স্টিরাপঃ

বিমে টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্ট বা প্রধান লোহা সাপোর্টের কাছে বাঁকানো হয় যেখানে বেন্ডিং মোমেন্ট প্রতিরোধের প্রয়োজন হয় না। সাধারণত এই বারগুলোকে শিয়ার প্রতিরোধী হিসেবে 45° তে বাঁকানো হয়।



যদি বাঁকানো বারের ক্ষেত্রফল Av এবং fv বারের পীড়ন হয় তবে হেলানো বারের মোট বল =Avfv

যেহেতু বিমের যে কোন সেকশনে শিয়ার ফোর্স উল্লম্ব তলে ক্রিয়া করে সেহেতু হেলানো বারে উৎপন্ন মোট বলের উল্লম্ব শিয়ার প্রতিরোধ করে।

হেলানো বারের শিয়ার প্রতিরোধ $S = Avfv \sin 45° = 0.707\ Avfv$

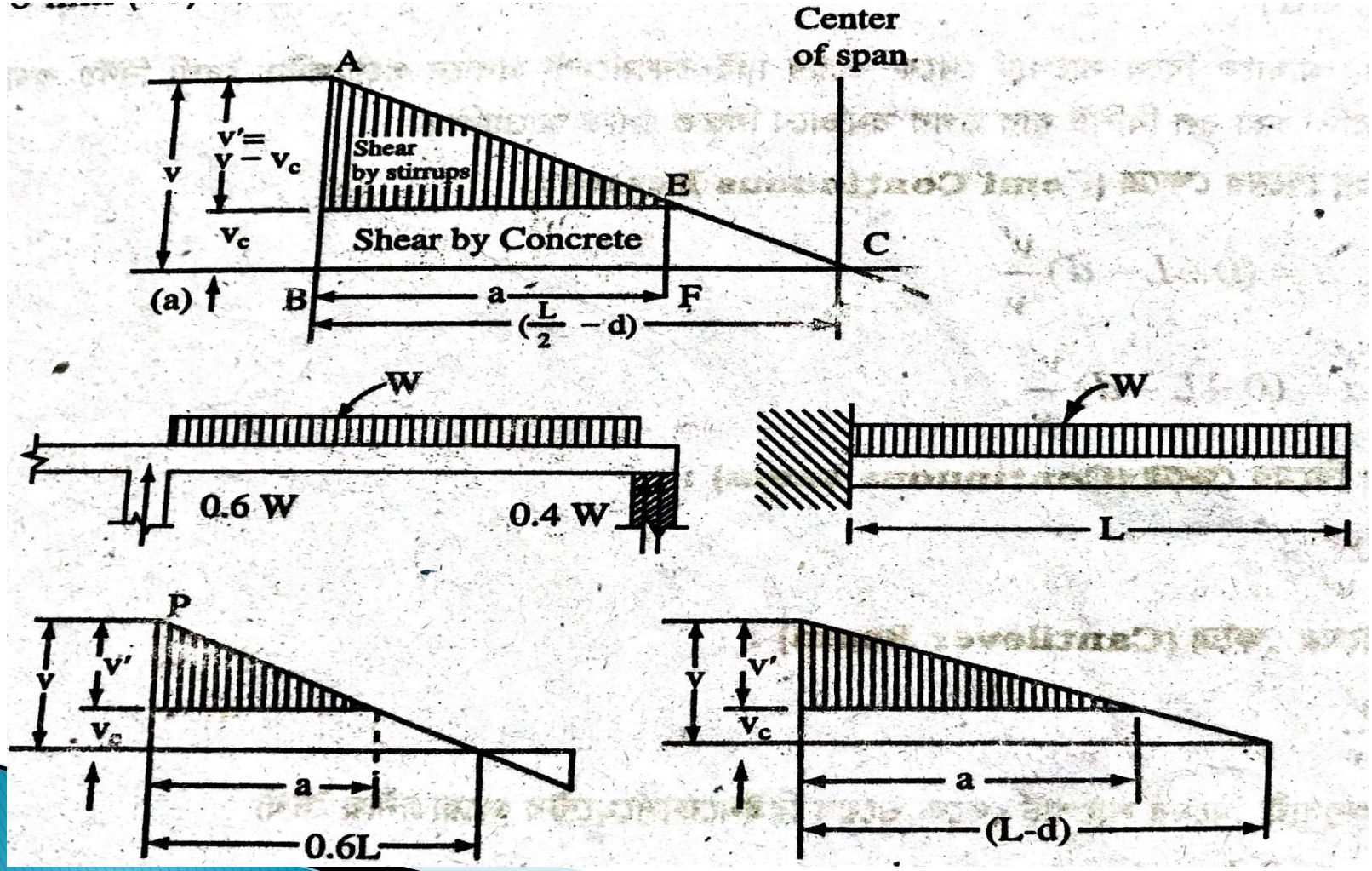
45° কোণে দুটি বার বাঁকানো হলে শিয়ার প্রতিরোধ,

$S = 2x0.707\ Avfv = 1.41\ Avfv$

অন্যভাবে , $S = \frac{Avfv \sin \alpha}{v'b}$ **(প্রমাণিত)**

5.6:আরসিসি বিমের যতদূর পর্যন্ত ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট আবশ্যক

বিমের যে দূরত্ব পর্যন্ত স্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে , তা নির্ণয়ের জন্য নিম্নলিখিত সূত্রের প্রতিপাদন করা হলোঃ



চিত্রে,

v=একক শিয়ার পীড়ন, kg/cm^2

v_c=কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন,kg/cm^2

$v'=v-v_c$=অতিরিক্ত শিয়ার পীড়ন,kg/cm^2

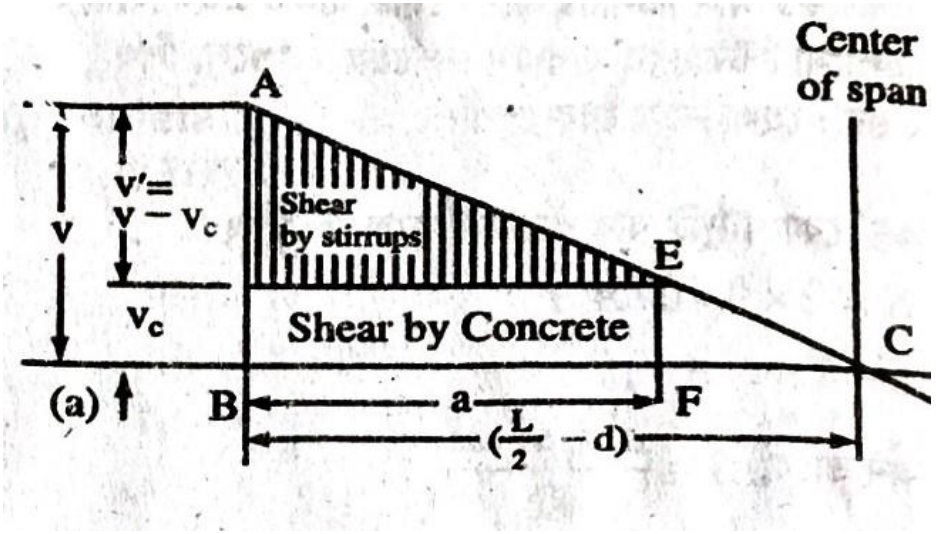
L=বিমের স্প্যান দৈর্ঘ্য ,m

d= বিমের কার্যকরী গভীরতা , cm

a= বিমের সাপোর্ট থেকে d দূরত্ব পর যেখানে তাত্ত্বিক স্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে,cm

$$\frac{v}{\frac{L}{2}-d}=\frac{Vc}{\frac{L}{2}-d-a}$$

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



$\frac{L}{2} - d - a = \frac{Vc}{V}(\frac{L}{2} - d)$

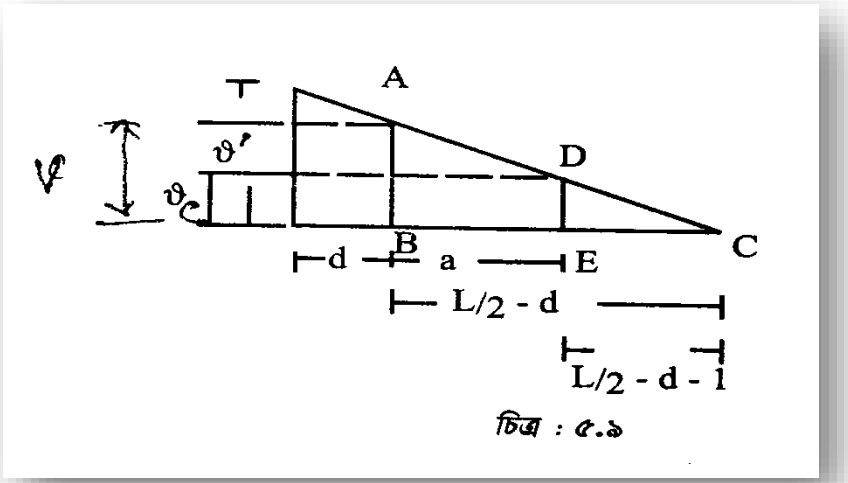
$a = \left(\frac{L}{2} - d\right) - \frac{Vc}{V}(\frac{L}{2} - d)$

$a = (\frac{L}{2} - d)\ (1 - \frac{Vc}{V})$

$a = (\frac{L}{2} - d)\ (\frac{V - Vc}{V})$

যেখানে, $v' = v - vc$

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



চিত্র : ৫.৯

আংশিক অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে,

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

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

ক্যান্টিলিভার বিমের ক্ষেত্রে $a = (L - d)\ \frac{V'}{V}$

ACI কোড অনুযায়ী বিমের সাপোর্ট থেকে স্টিরাপ ব্যবহারের মোট দূরত্ব $= d + a + d = a + 2d$

সমস্যা - ১: একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের স্প্যান **6 m**। এর উপর নিজস্ব ওজনসহ মোট **27000 kg** লোড অরোপিত আছে। বিমটির কার্যকরী গভীরতা **60 cm** এবং প্রস্থ **30 cm |** v_c = **4.23 kg/cm²** হলে স্টিরাপ লাগবে কি না? লাগলে কতদূর পর্যন্ড় লাগবে? (f_v =**1400 kg/cm²**)

সমাধান :

এখানে, দেওয়া আছে,

L= 6 m d = 60 cm

W = 27000 kg b = 30 cm

Vc=4.23 kg/cm²

w=W/L=27000/6= 4500 kg/m

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স :

V=W/2=27000/2 = 13500 kg

শিয়ার পীড়ন নির্ণয় :

V_{cr}=V-wd/100 = 13500 – 4500x60/100 = 10800 kg

V= V_{cr} /bd=10800/30x60 = 6 kg/cm²

যেহেতু, v> v_c

সুতরাং, স্টিরাপ লাগবে।

v'=v - v_c =6 – 4.23 = 1.77 kg/cm²

স্টিরাপের জন্য প্রয়োজনীয় দূরত্ব,

$a = (L/2-d)v'/v$

$= (600/2-60)x1.77/6$

$= 70.8 \sim 71$ cm

সাপোর্ট থেকে স্টিরাপের মোট প্রয়োজনীয় দূরত্ব

$=a+2d = 71 + 2 \times 60 = 191$ cm

স্টিরাপের ব্যবধান নির্ণয় :

10 mm ব্যাসের রড "U " স্টিরাপ হিসেবে ব্যবহার করলে এর ক্ষেত্রফল,

$A_v = 2x\pi x1^2/4=1.57$ kg/cm^2

আমরা জানি, স্টিরাপের ব্যবধান-

(i) $S = A_v f_v /v'b=(1.57x1400)/(1.77x30) =41.39$ cm c/c

(ii)$S = A_v /.0015\, b =1.57/(.0015x30) =34.89$ cm c/c

(iii) $S= d/2=60/2= 30$ cm c/c

স্টিরাপ ব্যবধান 30 cm c/c হবে।

Stirrup এর সংখ্যা

$=(a+2d)-S/2 +1=(191-30/2)/30 + 1 = 6.86 = 7$ টি

সমস্যা-2।একটি আয়তাকার R.C.C বিমের দৈর্ঘ্য 6m, প্রস্থ 25 cm এবং কার্যকরী গভীরতা 50 cm । নিজস্ব ওজন ব্যতিত বিমটির প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2500 kg লোড সমভাবে বিস্তৃত থাকলে , Stirrup ডিজাইন করে দেখাও।

তথ্যাদিঃ vc= 4.2 kg/cm^2 , fv=1400 kg/cm^2, Covering=5 cm.

সমাধানঃ

দেয়া আছে,

L= 6 m

b= 25 cm

d=50 cm

মোট গভীরতা ,

D=50+5= 55 cm

vc= 4.2 kg/cm^2 , fv=1400 kg/cm^2

ডিজাইন লোডঃ

বিমের নিজস্ব ওজন = $\frac{b}{100}$x $\frac{D}{100}$x 2400

$=\frac{25}{100}$x $\frac{25}{100}$x 2400 = 330 kg/m

বিমের উপর আরোপিত লোড = 2500 kg/m

∴ ডিজাইন লোড ,w= 2830 kg/m

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স V = $\frac{wL}{2}$ = $\frac{2830x6}{2}$ = 8490 kg

ক্রিটিক্যাল শিয়ার , Vcr= v - $w\ x\ \frac{d}{100}$

= 8490 -2830 $x\ \frac{50}{100}$ =7075 kg

শিয়ার পীড়ন , v = $\frac{Vcr}{bd}$ =$\frac{7075}{25\ x\ 50}$ =5.66 kg/cm^2

যেহেতু , $v > v_{cr}$, সুতরাং Stirrup ব্যবহারের প্রয়োজন হবে।

স্টিরাপ জন্য প্রয়োজনীয় দূরত্বঃ

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

অতিরিক্ত শিয়ার , v′ = $v - v_{cr}$ =5.66 – 4.2 =1.46 kg/cm^2

a =$(\frac{600}{2} - 50)\ \frac{1.46}{5.66}$ = 64.50 cm

সাপোর্ট থেকে স্টিরাপের মোট দূরত্ব = (a+2d) = 64.50 + 2x50 =164.50 cm

Stirrup এর ব্যবধানঃ

10mm ব্যাসের u-আকৃতির Stirrup ব্যাবহার করলে ব্যবধান হবে –

$$Av = 2x\frac{\pi}{4}x\ (1.0)^2 = 1.57\ \text{cm}$$

$$S = \frac{Avfv}{v'b} = \frac{1.57x1400}{1.46x25} = 60.22\ \text{cm}\ \ c/c$$

$$S = \frac{Av}{0.0015b} = \frac{1.57}{0.0015x25} = 41.86\ \text{cm}\ \ c/c$$

$$S = \frac{d}{2} = \frac{50}{2} = 25\ \text{cm}\ \ c/c$$

∴ 10mm ব্যাসের Stirrup 25 cm c/c ব্যবধানে বসাতে হবে।

সমস্যা - ৩ : একটি ধারাবাহিক বিমের প্রান্ড় স্প্যান ৬ মিটার। এর উপর নিজস্ব ওজনসহ ১৫০০০ কেজি লোড সমভাবে বিস্ড়ত। বিমটিতে স্টিরাপ লাগবে কী?

তথ্যাদি ঃ $f_s = 1410\ kg/cm^2$, $f_c' = 211 kg/cm^2$, $n = 10$

সমাধান :দেওয়া আছে,

$L = 6m$

$W = 15000kg$

$n = 10$

$f_s = 1410\ kg/cm^2$

$f_c' = 211 kg/cm^2$

ধরি $d = 50$ এবং $b = 25\ cm$

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স :

$V = w/2 = 15000/2 = 7500\ kg$

শিয়ার পীড়ন নির্ণয় :

$V_{cr} = V - wd/(Lx100) = 7500 - 15000x50/(6x100) = 6250kg$

$\nu = V_{cr}/bd = 6250/25x50 = 5\ kg/cm^2$

অনুমোদনযোগ্য পীড়ন, $\nu_c = 0.292\sqrt{f'c}$

$= 0.292\sqrt{211}$

$= 4.24\ kg/cm^2$

যেহেতু $\nu > \nu_c$

সুতরাং স্টিরাপ লাগবে।

সমস্যা - ৪ : একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের স্প্যান **5 m**। এর উপর নিজস্ব ওজনসহ মোট **30000 kg** লোড অরোপিত আছে। বিমটির কার্যকরী গভীরতা **50 cm** এবং প্রস্থ **25 cm | v_c = 4.23 kg/cm^2** হলে স্টিরাপ লাগবে কি না? লাগলে কতদূর পর্যন্ড় লাগবে? **(f_v =1400 kg/cm^2)**

THANK YOU EVERYBODY