Welcome

Teacher's Identity

Engr.Md.Musharraf Hossain

Chief Instructor (Tech)Construction

Bangladesh Sweden Polytechnic Institute

Kaptai,Rangamati.

STUDENT'S IDENTITY

6TH SEMESTER

CONSTRUCTION TECHNOLOGY

SUB : DESIGN OF STRUCTURE–1

SUBJECT CODE - 66463

TIME : 45 MINUTES

PREE LESSION

Concept of Transformed section of Beam

Today's Lesson

Shear Stress in RCC Beam

Learning Out Come

After the lesson student should be able to:-

- Tell what is diagonal tension .
- Tell what is the causes of diagonal tension .
- Tell what is shearing stress.
- Tell what is critical shear stress.
- Tell what is Stirrup.
- Tell what is prevention for diagonal tension .

Presentation of lesson

Diagonal Tension:-

আর.সি.সি বীমের উপর প্রযুক্ত বলের ফলে নিরপেক্ষ অক্ষের উপড়ের অংশে চাপা পীড়ন এবং নিচের অংশে টান পীড়নের সৃষ্টি হয় । এছাড়া বীমের মধ্যে কৌনিক ভাবে এক ধরনের টানা পীড়নের সৃষ্টি হয় , যার ফলে বীমে কৌনিক ফাটলের সৃষ্টি হয় ।

সুতরাং যে পীড়নের ফলে বীমে কৌনিক ফাটলের সৃষ্টি হয় , তাকে ডায়াগোনাল টেনশন বা কৌনিক টান বলে ।

Causes of diagonal tension :

(১) বীমে অতিরিক্ত লোড আরোপিত হলে ।

(২) ব্যালেন্সড রিইন্সফোর্সমেন্ট অপেক্ষা কম রিইন্সফোর্সমেন্ট ব্যবহার করলে ।

(৩) বীমের কার্যকরী ক্ষেত্রফল পর্যাপ্ত না হলে ।

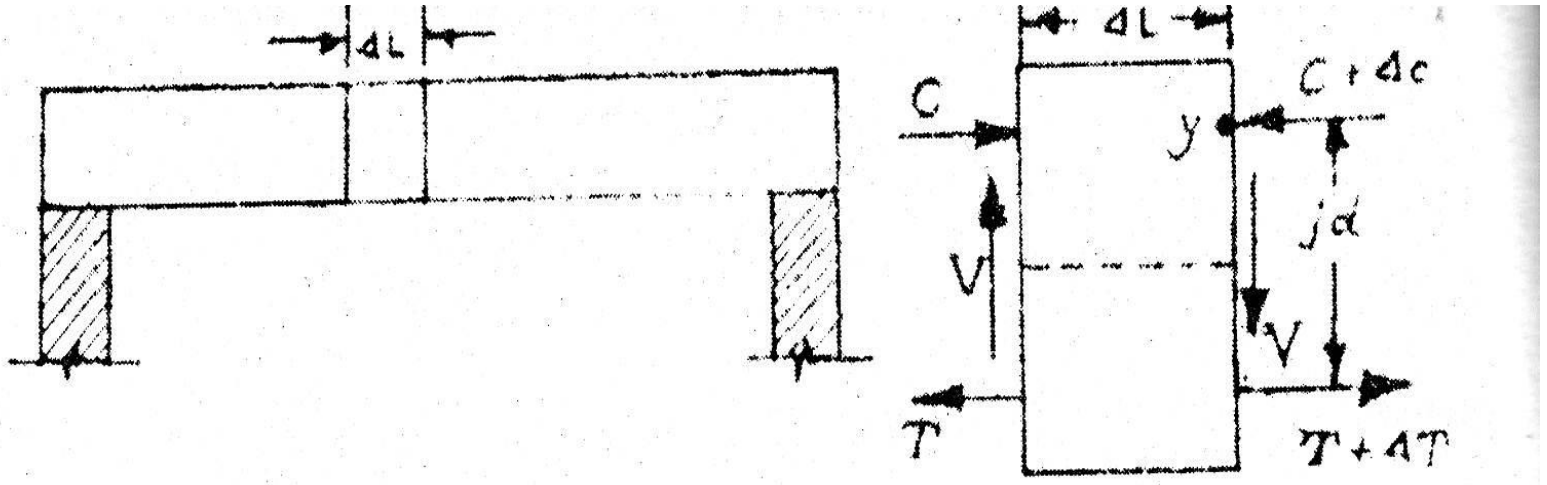
Presentation of lesson

- Definition of Searing Stress:- বীমের মধ্যে কৌনিক টানের মানকে উলম্ব শিয়ার বলের সমান ধরা হয় । তাই কৌনিক টানের খাড়া উপাংশের মান নির্ণয়ের সুত্রাবলি শিয়ার বলের উপর নির্ভরশীল । সুতরাং আর.সি.সি বীম প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রে সৃষ্ট উলম্ব শিয়ার বলকে শিয়ার পীড়ন বা একক শিয়ার পীড়ন বলে ।
- Definition of Critical Shear stress :- এসিআই কোড অনুযায়ী আর.সি.সি বীমের শিয়ার পীড়ন নির্ণয়ের জন্য বীমের সাপোর্ট থেকে d দূরত্বে শিয়ার ফোর্সের মান বিবেচনা করা হয়।
- একে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স বলে ।

Presentation of lesson

- Stirrup : ডায়াগোনাল টেনশনের আনুভূমিক উপাংশ প্রতিরোধের জন্য প্রধান রডই যথেষ্ট । খাড়া উপাংশকে প্রতিরোধ করার জন্য বীমে যে খাড়া রড ব্যবহার করা হয় , তাকে ষ্টিরাপ বলে ।
- prevention for diagonal tension : ডায়াগোনাল টেনশন প্রতিরোধে নিম্নলিখিত ব্যবস্থা নেয়া হয় ।
- (১) অতিরিক্ত রড ব্যবহার করে ।
- (২) ফাটল বরাবর সমকোনে স্লোপিং বার ব্যবহার করে ।
- (৩) Crank রড ব্যবহার করে ।
- (৪) 8mm ও 10mm ব্যাসের রডকে (u)আকাওে বাঁকিয়ে ফাটল এর সম্বাভ্য স্থানে লম্বভাবে ব্যবহার করে ।
- (৫) বীম এর চওড়া বেশী হলে w আকাওে ষ্টিরাপ ব্যবহার করে ।

The formula to determine shear stress developing beams.



চিত্র ঃ ১১.১

মনে করি ,

V = বীমের বিবেচ্য সেকশনে শিয়ার ফোর্সের পরিমান , কেজি

v = ঐ সেকশনে একক শিয়ার পীড়নের পরিমান , কেজি / বর্গসেমি.

b = বীমের প্রস্থ , সেমি.

d = বীমের কার্যকরী গভীরতা , সেমি.

Jd = চাপ পড়িন ও টান পীড়নের লদ্বিদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব , সেমি.

$\sum$ My = 0

$V \times \Delta L + T \times Jd - (T + \Delta T) \times Jd = 0$

Or , $V \times \Delta L + T \times Jd - T \times Jd - \Delta T \times Jd = 0$

Or , $V \times \Delta L = \Delta T \times Jd$

But $\Delta T = v \times \Delta L \times b$

Or, $V \times \Delta L = \Delta T \times Jd$

Or, $V \times \Delta L = v \times \Delta L \times b \times Jd$

Or, $v = V / bjd$

Or, $v = V/bd$ (ACI code omits j)

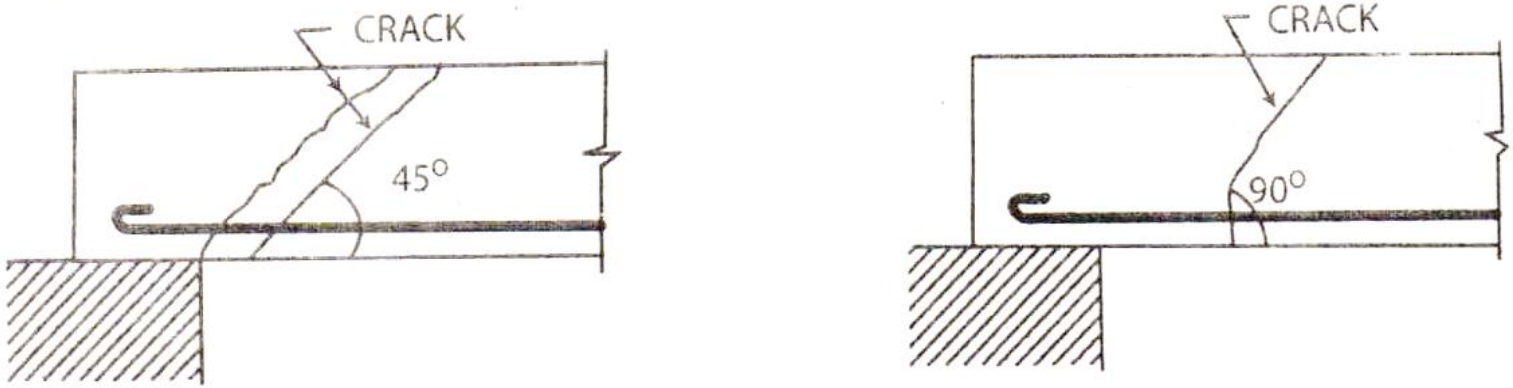
$\therefore$ $v = V/bd$ Proved.

ডায়াগোনাল টেনশন বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৫, ০৬, ০৯, ১০, ১২, ১৫(পরি), ১৬(পরি)]

অথবা, বিমের কোনাকুনি টান বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৩, ১৬, ২০(পরি)]

অথবা, ডায়াগোনাল টেনশন কাকে বলে?

উত্তর আরসিসি বিমের উপর প্রযুক্ত লোডের ফলে নিরপেক্ষ অক্ষের উপরের অংশে চাপ পীড়ন এবং নিচের অংশে টান পীড়নের সৃষ্টি হয়। এছাড়া বিমের মধ্যে শিয়ার পীড়নের কারণে কৌণিকভাবে এক ধরনের টান পীড়নের সৃষ্টি হয়, যার ফলে বিমে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়। সুতরাং, যে পীড়নের ফলে বিমে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়, তাকে ডায়াগোনাল টেনশন (Diagonal Tension) বা কৌণিক টান বলে।



চিত্র ঃ ডায়গোনাল টেনশন

ডায়াগোনাল টেনশনকে কীভাবে প্রতিরোধ করা হয়?

উত্তর 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 কৌণিক টান একপ্রকার লব্ধি বল, সেহেতু এর অনুভূমিক টানকে প্রতিহত করতে বিমে লম্বালম্বি রড এবং উল্লম্ব টান প্রতিহত করতে আলাদা খাড়া রড ব্যবহার করা হয়। এ খাড়া রডকে স্টিরাপ বলে।

ACI কোড অনুযায়ী বিমের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়নের মানগুলো লেখ।

উত্তর: ACI কোড অনুযায়ী বিমের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন হলো–

(i) WSD পদ্ধতিতে $v = 1.33\sqrt{f'_c}$ kg/cm^2

(ii) USD পদ্ধতিতে $v_u = 2.65\,\phi\sqrt{f'_c}$ kg/cm^2

ACI কোড অনুযায়ী কংক্রিট অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়নের মানগুলো লেখ।

অথবা, কংক্রিট-এর অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়নের মানগুলো লেখ।

উত্তর: ACI কোড অনুযায়ী বিমের কংক্রিট কর্তৃক অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন হলো–

(i) WSD পদ্ধতিতে $v_c = 0.292\sqrt{f'_c}$ kg/cm^2

(ii) USD পদ্ধতিতে $v_{cu} = 0.53\,\phi\sqrt{f'_c}$ kg/cm^2

এখানে, ϕ = শিয়ার ফ্যাক্টর = 0.85

$f'c$ = কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি

আরসিসি বিমে ডায়াগোনাল টেনশন সৃষ্টি হওয়ার কারণগুলো লেখ।

উত্তর আরসিসি বিমে ডায়াগোনাল টেনশন সৃষ্টি হওয়ার কারণগুলো নিম্নরূপ–

(১) বিমে অতিরিক্ত লোড আরোপিত হলে।

(২) ব্যালেন্সড রিইনফোর্সমেন্ট অপেক্ষা কম রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করলে।

(৩) বিমের কার্যকরী ক্ষেত্রফল পর্যাপ্ত না হলে।

(৪) সঠিকভাবে ও প্রয়োজনীয় ওয়ের রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার না করলে।

আরসিসি বিমের শিয়ার পীড়ন বলতে কী বুঝায়?

[বাকাশিবো-২০২০(পরি)]

উত্তর বিমের মধ্যে কৌণিক টানের মানকে উল্লম্ব শিয়ার বলের মানের সমান ধরা হয়। তাই কৌণিক টানের খাড়া উপাংশের মান নির্ণয়ের সূত্রাবলি শিয়ার বলের উপর নির্ভরশীল। সুতরাং, আরসিসি বিম প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রে সৃষ্ট উল্লম্ব শিয়ার বলকে শিয়ার পীড়ন বা একক শিয়ার পীড়ন বলে।

ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তর ACI কোড অনুযায়ী আরসিসি বিমের শিয়ার পীড়ন (v) নির্ণয়ের জন্য বিমের সাপোর্ট থেকে 'd' দূরত্বে এবং স্ল্যাবের ক্ষেত্রে সাপোর্ট থেকে $\frac{d}{2}$ দূরত্বে শিয়ার ফোর্স (V)-এর মান বিবেচনা করা হয়, একে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স বলে। একে V_{cr} দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অতএব, $v = \frac{V_{cr}}{bd}$ ।

বিম এবং স্ল্যাবের ক্ষেত্রে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্সের মান কোথায় বিবেচনা করা হয়?

উত্তর: ACI কোড অনুযায়ী বিমের সাপোর্ট থেকে 'd' দূরতে এবং স্ল্যাবের ক্ষেত্রে সাপোর্ট থেকে "$\frac{d}{2}$" দূরত্বে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্সের মান বিবেচনা করা হয়।

বিমে অনুমোদিত মাত্রার অতিরিক্ত Diagonal tension উৎপন্ন হলে কী কী ক্ষতি হতে পারে? [বাকাশিবো-২০০৯]

অথবা, ডায়াগোনাল টেনশন স্ট্রাকচারের কী ক্ষতি করে? [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর: বিমে অনুমোদিত মাত্রার অতিরিক্ত Diagonal tension উৎপন্ন হলে বিমে কোনাকুনি টান পীড়নের সৃষ্টি করে। এ পীড়ন প্রতিরোধের সঠিক ব্যবস্থা গ্রহণ না করলে বিমে কোনাকুনি ফাটল, এমনকি বিম ব্যর্থ হয়ে যেতে পারে।

Stirrup কখন ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০০৯]

উত্তর: বিমে উৎপন্ন শিয়ার পীড়ন (v), কংক্রিটের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন অপেক্ষা বেশি হলে স্টিরাপ ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ, $V > V_c$.

ডায়াগোনাল টেনশন প্রতিরোধে কী কী ব্যবস্থা নেয়া হয়? [বাকাশিবো-২০০৪, ০৪(পরি), ০৬, ১৫, ১৭(পরি)]

অথবা, ডায়াগোনাল টেনশন প্রতিরোধে কী ব্যবস্থা নেয়া হয়? [বাকাশিবো-২০১৫(পরি), ১৭]

অথবা, ডায়াগোনাল টেনশন প্রতিরোধের উপায়গুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৮]

উত্তর:

১। অতিরিক্ত রিইনফোর্সিং বার ব্যবহার করে।

২। ফাটল বরাবর সমকোণে স্লোপিং বার (Sloping bar) ব্যবহার করে।

৩। ক্র্যাঙ্কবার ব্যবহার করে।

৪। 8mm বা 10mm ব্যাসের বারকে ইউ (u) আকারের বাঁকিয়ে ফাটলের সম্ভাব্য স্থানে লম্বভাবে ব্যবহার করে।

৫। বিম এর চওড়া বেশি হলে 'W' আকারের স্টিরাপ ব্যবহার করে।

৬। স্টিরাপ বা ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করে।

উদাহরণ-৪.৪। একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের প্রস্থ 25cm, কার্যকরী গভীরতা 45cm এবং স্প্যান দৈর্ঘ্য 6.5m। বিমটি নিজস্ব ওজনসহ মোট 13600kg লোড বহন করছে। যদি কংক্রিটের সর্বোচ্চ পীড়ন 211kg/cm^2 হয়, তবে বিমটিতে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের প্রয়োজন হবে কি? [বাকাশিবো-২০০৯]

সমাধান ঃ

১। ডিজাইন লোড (W)

$W = 13600 \text{ kg}$

$$\omega = \frac{13600}{6.5} = 2092.31 \text{ kg/m}$$

২। সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স (V) :

$V = .5W = 0.5 \times 13600 = 6800 \text{ kg}$

৩। শিয়ার পীড়ন (v) :

$$v = \frac{V_{cr}}{bd}$$

$$= \frac{5858.46}{25 \times 45}$$

$$= 5.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{cr} = V - \frac{wd}{100}$$

$$= 6800 - \frac{2092.31 \times 45}{100}$$

$$= 5858.46 \text{ kg}$$

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

$$= 0.292\sqrt{211}$$

$$= 4.24 \text{ kg/cm}^2 < v = 5.20 \text{ kg/cm}^2$$

∴ ওয়েব রিইনফোর্সমেন্টের প্রয়োজন আছে।

উদাহরণ-৪.৫। 6m স্প্যানবিশিষ্ট সাধারণভাবে স্থাপিত একটি RCC আয়তাকার বিমের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে নিজস্ব ওজনসহ 1400kg ডেড লোড এবং 1700 kg লাইভ লোড আরোপিত। বিমটির প্রস্থ 25cm এবং মোট গভীরতা 50cm এবং মোট কভারিং 5cm USD পদ্ধতিতে উৎপন্ন শিয়ার পীড়নের মান নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ২০]

সমাধান ঃ

আল্টিমেট লোড, $w_u = 1.4DL + 1.7LL$

$= 1.4 \times 1400 + 1.7 \times 1700$

$= 4850$ kg/m

আল্টিমেট শিয়ার, $V_u = \frac{w_u L}{2} = \frac{4850 \times 6}{2} = 14550$ kg

সাপোর্ট থেকে d দূরত্বে শিয়ার, $V_{ud} = V_u - w_u \times \frac{d}{100}$

$= 14550 - 4850 \times \frac{45}{100}$

$= 12367.5$ kg

বিমের কার্যকরী গভীরতা, $d = 50 - 5 = 45$cm

$\therefore$ শিয়ার পীড়ন, $v_u = \frac{V_{ud}}{bd}$

$= \frac{12367.5}{25 \times 45}$

$= 11$ kg/cm^2 **(Ans.)**

উদাহরণ-১০.২। একটি আয়তাকার আর. সি. সি. বীমের দৈর্ঘ্য 5.5 মিটার। বীমের প্রস্থ 25 সেমি এবং কার্যকরী গভীরতা 45 সেমি। এর নিজস্ব ওজন ব্যতীত প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2800 কেজি লোড সমভাবে বিস্তৃত থাকলে, বীমটিতে স্টিরাপ লাগবে কি? স্টিরাপ লাগলে তা ডিজাইন করে দেখাও।

[বাকাশিবো-অনুরূপ-২০০৬]

তথ্যাদি ঃ $v_c = 5$ কেজি/বর্গসেমি এবং $f_v = 1400$ কেজি/বর্গসেমি।

সমাধান ঃ

(i) **ডিজাইন লোড নির্ণয় ঃ**

বীমের কার্যকরী গভীরতা = 45cm

মনে করি, মোট কভারিং = 5cm

∴ মোট গভীরতা, D = d + কভারিং = 45 + 5 = 50cm

বীমের প্রস্থ, b = 25cm

(ক) বীমের নিজস্ব ওজন $= \frac{25}{100} \times \frac{50}{100} \times 5.5 \times 2400 = 1650\text{kg}$

(খ) আরোপিত লোড $= 2800 \times 5.5 = 15400\text{kg}$

মোট লোড, W = 17050kg

(ii) **সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স ঃ**

$$V = \frac{W}{2} = \frac{17050}{2} = 8525\text{kg}$$

(iii) **শিয়ার পীড়ন নির্ণয় ঃ**

শিয়ার পীড়ন, $\nu = \frac{V_{cr}}{bd}$

V_{cr} = সাপোর্ট থেকে `d' দূরত্বে শিয়ার ফোর্স,

$$= V - \frac{W}{L} \times \frac{d}{100}$$

$$= 8525 - \frac{17050}{5.5} \times \frac{45}{100} = 7130\text{kg}$$

$$\therefore \nu = \frac{7130}{25 \times 45} = 6.34\text{kg/cm}^2$$

কংক্রিট কর্তৃক অনুমোদিত শিয়ার পীড়ন, $\nu_c = 5\ \text{kg/cm}^2$

যেহেতু $\nu > \nu_c$, সুতরাং স্টিরাপ লাগবে।

(iv) **যতদূরব্যাপী স্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে ঃ**

ν' = অতিরিক্ত শিয়ার পীড়ন

$$= \nu - \nu_c = 6.34 - 5 = 1.34\text{kg/cm}^2$$

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

$$= \left(\frac{550}{2} - 45\right)\frac{1.34}{6.34}$$

$$= 48.61 \approx 49\text{cm}$$

$\therefore$ প্রত্যেক সাপোর্ট থেকে মোট $a + 2d = 49 + 2 \times 45 = 139$ সেমি দূরত্ব পর্যন্ত স্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে

(v) স্টিরাপের ব্যবধান ঃ

10 মিমি ব্যাসের রড 'U' স্টিরাপ হিসাবে ব্যবহার করলে, ক্ষেত্রফল, $A_v = 2 \times \frac{\pi}{4} \times (1)^2 = 1.57\ cm^2$

$\therefore$ স্টিরাপের ব্যবধান, $S = \frac{A_v f_v}{v'b}$

$$= \frac{1.57 \times 1400}{1.34 \times 25} = 65.61 cmc/c$$

কিন্তু ACI কোড অনুযায়ী সর্বোচ্চ ব্যবধান,

$$S = \frac{d}{2} = \frac{45}{2} = 22.5\ cmc/c$$

এবং $S = \frac{A_V}{0.0015b} = \frac{1.57}{0.0015 \times 25} = 41.86 cmc/c$

উপরোক্ত 3টি মানের মধ্যে 22.5cmc/c সবচেয়ে কম, সুতরাং 10 মিমি ব্যাসের রড স্টিরাপ হিসাবে প্রত্যেক সাপোর্ট থেকে 139 সেমি দূরত্ব পর্যন্ত 22.5 সেমি ব্যবধানে স্থাপন করতে হবে। প্রথম স্টিরাপটি সাপোর্ট থেকে $\frac{S}{2} = \frac{22.5}{2} =$ 11.25 সেমি দূরে বসবে।

$\therefore$ স্টিরাপের সংখ্যা $= \frac{139 - 11.25}{22.5} + 1 = 6.7 \approx 7$টি

Evaluation

1) What is Stirrup .
2) What is Diagonal tension.
3) What is Critical shear.
4) What is Shear stress.
5) What is causes of diagonal tension.
6) What is prevantation of diagonal tension.

Home Work

Derive the formula v = V/bd.

Next Lesson

Web Reinforcement.

THANKS TO ALL