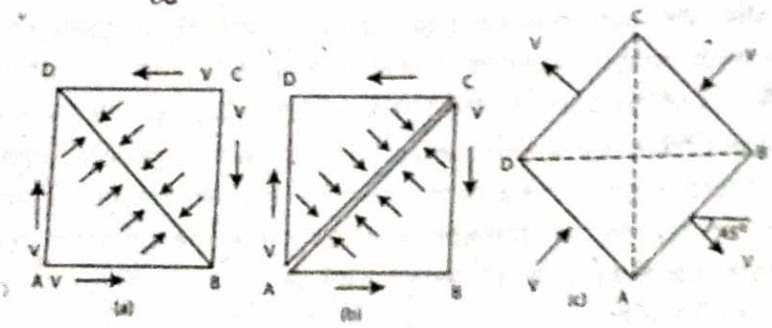
অধ্যায়-৪

আরসিসি বিমের শিয়ার পীড়ন
(Shear Stress in RCC Beam)

৪.১ আরসিসি-তে শিয়ার বল এবং পীড়নের প্রভাব (Effect of shearing forces and stress in RCC) :

বিভিন্ন ধরনের আরসিসি কাঠামো ডিজাইনে শিয়ার বল এবং শিয়ার পীড়নকে গুরুত্ব সহকারে বিবেচনা করা হয়। আমরা জানি, বিমের উপর বাহ্যিক লোডের কারণে যেমন বেন্ডিং মোমেন্টের হিসাব করা হয়, তেমনি সাথে সাথে শিয়ার বলের মানও বিবেচনা করা হয়। শিয়ার বলের প্রভাবে বিমের নিরপেক্ষ তলের উপরে চাপ পীড়ন এবং নিচে টান পীড়নের সৃষ্টি হয়। এছাড়াও এক ধরনের কোনাকুনি টান (Diagonal tension) এর সৃষ্টি হয়। কারণ কোনাকুনি টান, অনুভূমিক ও উল্লম্বিক শিয়ারের মিলিত ফল। তবে বাস্তবক্ষেত্রে উল্লম্বিক শিয়ার বলের মানের উপরেই কোনাকুনি টানের মান নির্ভর করে। সুতরাং, শিয়ার বল নিরূপণ করে শিয়ার পীড়ন নির্ণয় করতে হবে এবং পরবর্তীতে অনুমোদনযোগ্য মানের সাথে তুলনা করে নিরীক্ষা করতে হবে। আর শিয়ার বলের প্রভাবে সৃষ্ট কোনাকুনি টান প্রতিরোধে সঠিক ব্যবস্থা গ্রহণ না করলে বিমে কোনাকুনি ফাটল, এমনকি বিম ব্যর্থ হয়ে যেতে পারে।

আরসিসি বিমের শিয়ার পীড়ন, $v = \frac{V}{bd}$ সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়, যা অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে ক্রিয়া করে।

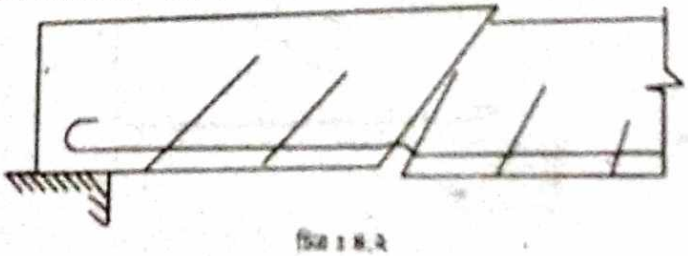


চিত্র : ৪.১

উপরের চিত্রে ABCD একটি ব্লকের উপর শিয়ারের ক্রিয়া দেখানো হয়েছে। যখন ব্লকের উপর শিয়ার পীড়ন (v) ক্রিয়া করে, তখন কর্ণ, BD বরাবর চাপ পীড়ন এবং কর্ণ, AC বরাবর টান পীড়নের সৃষ্টি হয়। এ চাপ পীড়ন বা টান পীড়ন উভয়ই শিয়ার পীড়ন (v) এর সমান। এ অবস্থায় যদি ব্লকটি চাপে দুর্বল হয় তবে ব্লকটির মালামাল (Materials) চূর্ণ হয়ে ব্যর্থ হবে এবং কর্ণ, BD বরাবর চাপ পীড়ন ক্রিয়া করে। অপরদিকে, যদি ব্লকটির মালামাল টানে দুর্বল থাকে, তবে চূর্ণ হয়ে AC কর্ণ বরাবর দুটি অংশে বিভক্ত হওয়ার প্রবণতা থাকে।

৪.২ কৌণিক টান বা কোনাকুনি টানের ব্যাখ্যা (The explanation of diagonal tension) :

আরসিসি বিমের উপর প্রযুক্ত লোডের ফলে তার নিরপেক্ষ অক্ষের উপরের অংশে চাপ পীড়ন এবং নিচের অংশে টান পীড়নের সৃষ্টি হয়। এ ছাড়াও বিমের মধ্যে কৌণিকভাবে আর এক ধরনের টান পীড়নের সৃষ্টি হয়, যার ফলে বিমে কৌণিক



চিত্র : ৪.২

ফাটলের সৃষ্টি হয়। বিমের মধ্যস্থলে এ ফাটলগুলো প্রায় খাড়াভাবে থাকে। কিন্তু বিমের প্রান্তের দিকে এ ফাটলগুলো নিরপেক্ষ অক্ষের সাথে প্রায় 45° কোণে অবস্থান করে। সুতরাং, যে পীড়নের ফলে এরূপ কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়, তাকে ডায়াগোনাল টেনশন (Diagonal Tension) বা কৌণিক টান বলে।

Scanned with AnyScanner

কৌণিক টানজনিত ফাটল প্রতিহত করার জন্য এর আড়াআড়ি অতিরিক্ত রড ব্যবহার করা প্রয়োজন। কিন্তু সর্বত্র খাটিলের দি একরকম নয় বলে তীর্যক রড ব্যবহার করা ব্যয়বহুল ও কষ্টকর। তাই যেহেতু কৌণিক টান একরকার বল, সেহেতু একে অনুভূমি উপাংশে (Horizontal component) এবং খাড়া উপাংশে (Vertical component)-এ রূপান্তরিত করা যায়। সুতরাং, আরসিসি বিম পদ্ধতিতে মনে করা হয় যে, কৌণিক টানের উদ্ভব হয় অনুভূমিক ও উল্লম্ব টানের লব্ধি বল হিসাবে। এ অনুভূমিক টানকে প্রতিহ করতে বিমে লম্বালম্বি রড এবং উল্লম্ব টান প্রতিহত করতে বিমে আলাদা খাড়া রড ব্যবহার করা হয়। এ আলাদা খাড়া রডকে যুক্তি স্টিরাপ (Stirrup) বলে।

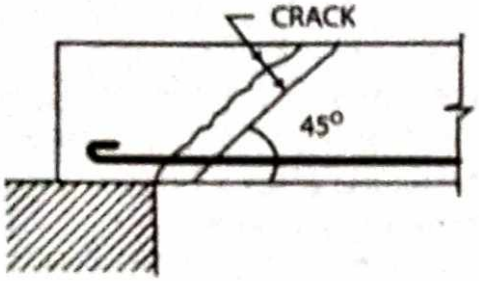
বিমের মধ্যে অনুভূমিক ও উল্লম্ব টানের সৃষ্টি হয় অনুভূমিক ও উল্লম্বিক শিয়ার বল থেকে। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে কৌণিক টানে মানকে উল্লম্ব শিয়ার বলের মানের সমান ধরা হয়। তাই কৌণিক টানের এই খাড়া উপাংশের মান নির্ণয়ের সূত্রাবলি শিয়ার বলে উপর নির্ভরশীল বলে একে একক শিয়ার পীড়ন (Unit shearing stress) বলে।

বিমের যে অংশে টান পীড়ন প্রতিরোধের জন্য লম্বালম্বি রডের দরকার হয় না, সেখানে ঐ রডকে উপরের দিকে নিয়ে যাও হয়। একে বলে ঘোড়া কোলা (Cranked) রড। ক্র্যাংকে অংশটিও শিয়ার প্রতিরোধক হিসাবে কাজ করে। শিয়ার পীড়ন প্রতিরো এই রিইনফোর্সমেন্টকে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বলে। সাধারণত 10 বা 12 মিমি (# 3 বা # 4 সুতা) ব্যাসের রডকে "U" বা "W আকারে তৈরি করে স্টিরাপ হিসাবে ব্যবহার করা হয়। বিমের প্রস্থ বেশি হলে "W" আকারের স্টিরাপ ব্যবহার করা হয়।

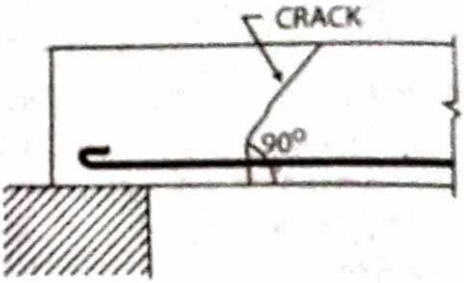
৪.৩ আরসিসি বিমে স্থবিসহ কৌণিক টান সৃষ্টির কারণ (The causes of creating diagonal tension in RCC beams) ঃ

বিমে প্রযুক্ত বাহ্যিক বল যখন বেশি মাত্রায় থাকে এবং সুষম বিমের যে পরিমাণ রিইনফোর্সমেন্ট প্রয়োজন, তার তুলনায় কম বেশি রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করলে অথবা সঠিকভাবে ও সঠিক পরিমাণে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার না করলে কৌণিক (Diagonal tension) এর সৃষ্টি হয়। কৌণিক টানজনিত কারণে বিমে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়। যথাযথভাবে পরীক্ষালব্ধ ফলাফ হতে দেখা গেছে, শিয়ার রিইনফোর্স-বিহীন বিমে নিম্নলিখিত কারণে কৌণিক টানের সৃষ্টি হয়ে থাকে। যেমন—

১। যখন বিমে বেন্ডিং মোমেন্টের তুলনায় শিয়ার ফোর্স বেশি, তখন বিমে কৌণিক টানজনিত কারণে কৌণিক ফাটলের সৃ হতে পারে। সাপোর্টের কাছাকাছি এই ফাটলগুলো অনুভূমিকের সাথে প্রায় 45° কোণে সৃষ্টি হয় (চিত্র ঃ ৪.৩) এ মধ্যস্থলে এ ফাটলগুলো প্রায় খাড়াভাবে বা 90° কোণে অবস্থান করে।

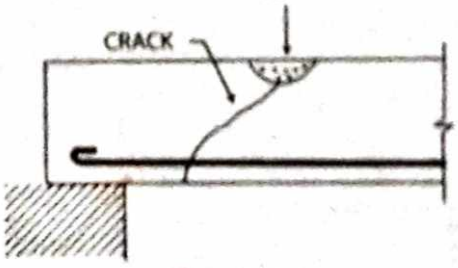


চিত্র ঃ ৪.৩



চিত্র ঃ ৪.৪

২। যখন বিমে শিয়ার ফোর্সের চেয়ে বেন্ডিং মোমেন্ট তুলনামূলকভাবে বেশি হয়, তখন বিমে ফ্লেকচার শিয়ার (Flexural shear মাধ্যমে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়। এই ফাটলগুলো বিমে অনুভূমিকের সাথে প্রায় 90° কোণে অবস্থান করে (চিত্র ঃ ৪.৪)।



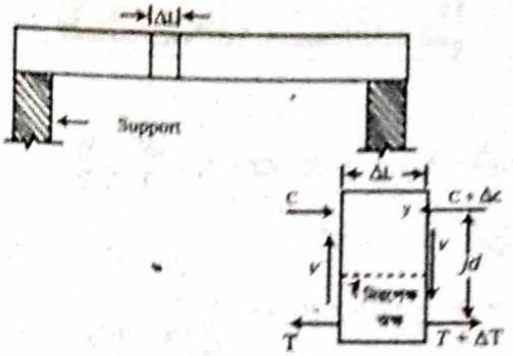
চিত্র ঃ ৪.৫

৩। বিমের উপর প্রয়োগকৃত লোডের কাছাকাছি (কেন্দ্রীভূত লোডের ক্ষেত্রে) চাপ এলাকার মধ্যে কংক্রিট চূর্ণবিচূর্ণ ব্যর্থতার সৃষ্টি করে। ফলে কৌণিক ফাটলের সৃষ্টি হয়ে চাপ এলাকার অভ্যন্তরে প্রবেশ করে। এ জাতীয় ব্যর্থতাকে কৌ **চাপজনিত ব্যর্থতা** (Diagonal compression failure) বলে (চিত্র ঃ ৪.৫)।

Scanned with AnyScanner

৪.৪ আরসিসি বিমের শিয়ার পীড়ন নির্ণয়ের সূত্র (The formula to determine shear stress developed in RCC beams) ঃ

আরসিসি বিম ডিজাইনের প্রাক্কালে প্রথমে বিমের কার্যকরী গভীরতা এবং টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ নির্ণয় করতে হয়। তারপর কৌণিক টান (Diagonal tension) প্রতিরোধের জন্য ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট বা স্টিরাপ (Stirrup)-এর প্রয়োজন আছে কি না তা নির্ণয় করা হয়। কংক্রিট কিছু পরিমাণ শিয়ার স্ট্রেস (v_c) প্রতিরোধ করতে সক্ষম। সুতরাং, বিমে সৃষ্ট শিয়ার স্ট্রেসের (v) পরিমাণ যদি কংক্রিটের গ্রহণযোগ্য শিয়ার স্ট্রেস (v_c) অপেক্ষা বেশি হয়, তবে স্টিরাপের প্রয়োজন হবে।



চিত্র ঃ ৪.৬

মনে করি,

V = বিমের বিবেচ্য সেকশনে শিয়ার ফোর্সের পরিমাণ, কেজি

v = ঐ সেকশনে একক শিয়ার পীড়নের পরিমাণ, কেজি/বর্গ সেমি

b = বিমের প্রস্থ, সেমি

d = বিমের কার্যকরী গভীরতা, সেমি

jd = চাপ পীড়ন এবং টান পীড়নের লব্ধিদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, সেমি

চিত্রানুযায়ী শিয়ার স্ট্রেস নির্ণয়ের জন্য বিমের যে-কোনো অংশে ΔL অতি ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য বিবেচনা করি। এ ক্ষুদ্রতম অংশ এত ক্ষুদ্র যে, তার উভয় পার্শ্বে শিয়ার ফোর্স, V এর পরিমাণ প্রায় সমান বিবেচনা করা হয়। ক্ষুদ্রতম দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট বিমটির টান পীড়ন ও চাপ পীড়নের প্রভাবে সাম্যাবস্থায় আছে। সাম্যাবস্থার নীতি অনুযায়ী বিমটির বিবেচ্য সেকশনের যে-কোনো বিন্দুতে আরোপিত সমস্ত বল দ্বারা সৃষ্ট মোমেন্টগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হবে।

চিত্রে 'y' বিন্দুতে মোমেন্ট নিলে $\sum M_y = 0$

অর্থাৎ, $V \times \Delta L + T \times jd - (T + \Delta T) \times jd = 0$

বা, $V \times \Delta L + T \times jd - Tjd - \Delta Tjd = 0$

বা, $V\Delta L - \Delta Tjd = 0$

বা, $V\Delta L = \Delta Tjd$ ..... (i)

এখন, X অক্ষ বরাবর অনুভূমিক তলের পরিমাণ বা ক্ষেত্রফল = $\Delta L \times b$ এবং অনুভূমিক শিয়ার ফোর্স (Horizontal shearing force) = $v \times \Delta L \times b$.

আবার, অনুভূমিক তল, X বরাবর উৎপন্ন শিয়ার ফোর্স, চিত্রের অনুভূমিক শিয়ার ΔT-কে প্রতিরোধ করবে বলে, $\Delta T = v \times \Delta L \times b$ হবে।

(i) নং সমীকরণে ΔT এর মান বসালে,

$\therefore V\Delta L = v \times \Delta L \times b \times jd$

বা, $V = vbjd$

$\therefore v = \frac{V}{bjd}$ ..... (ii)

কিন্তু বর্তমানে ACI কোড (318 – 63) অনুযায়ী j এর মান বাদ দেওয়া হয় এবং V এর মান ক্রিটিক্যাল সেকশনে নেয়া হয়।

$\therefore v = \frac{V_{cr}}{bd}$।

ACI কোড অনুযায়ী আরসিসি বিমের শিয়ার স্ট্রেস নির্ণয়ের জন্য বিমের সাপোর্ট থেকে 'd' দূরত্বে শিয়ার ফোর্স V এর মান বিবেচনা করা হয় এবং স্ল্যাবের ক্ষেত্রে সাপোর্ট থেকে $\frac{d}{2}$ দূরত্বে শিয়ার ফোর্সের মান বিবেচনা করা হয়। একে ক্রিটিক্যাল শিয়ার ফোর্স (Critical shear force) বলে, যাকে V_{cr} দ্বারা নির্দেশ করা হয়। অতএব, $v = \frac{V_{cr}}{bd}$ ।

Scanned with AnyScanner

৪.৫ ও ৪.৬ ওয়ার্কিং স্ট্রেস ডিজাইন (WSD) এবং আল্টিমেট স্ট্রেস ডিজাইন (USD) পদ্ধতিতে শি পীড়নের সমস্যা ও সমাধান (Solved problems on shear stress developed from given data in W and USD methods) ঃ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স ঃ

(i) সাধারণভাবে স্থাপিত ও পুরোপুরি অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে, $V = \frac{\omega L}{2} = \frac{W}{2}$

(ii) আংশিক অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে,

(a) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তের সর্বোচ্চ শিয়ার = $0.6W = 0.6\ \omega L$

(b) বিচ্ছিন্ন প্রান্তের সর্বোচ্চ শিয়ার = $0.4W = 0.4\omega L$

(iii) ক্যান্টিলিভার বিমের ক্ষেত্রে, $V = W = \omega L$

(iv) সাপোর্ট থেকে d দূরত্বে ক্রিটিক্যাল শিয়ার, $V_{cr} = V - \omega \times \frac{d}{100}$

(v) শিয়ার পীড়ন, $V = \frac{V_{cr}}{bd}$

(vi) বিমের সর্বোচ্চ অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন ঃ

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

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

(vii) কংক্রিট কর্তৃক গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ন ঃ

WSD পদ্ধতিতে, $V_c = 0.292\sqrt{f'_c}\ kg/cm^2$

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

এখানে,

V = শিয়ার ফোর্স, (kg)

ω = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে আরোপিত লোড, (kg/m)

W = মোট লোড = ωL, (kg)

V_{cr} = ক্রিটিক্যাল শিয়ার, (kg)

v = শিয়ার পীড়ন, (kg/cm^2)

ϕ = শিয়ার ফ্যাক্টর = 0.85

f'_c = কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন, (kg/cm^2)

Scanned with AnyScanner

উদাহরণ-১। একটি সাধারণভাবে স্থাপিত আয়তাকার বিমের কার্যকরী গভীরতা 50 সেমি এবং প্রস্থ 25 সেমি। বিমটির দৈর্ঘ্য 6.5 মিটার এবং এতে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে নিজস্ব ওজনসহ 3200 কেজি সমবিস্তৃত লোড বহন করে। যদি $v_c = 6$ কেজি/বর্গ সেমি হয়, তবে বিমটিতে স্টিরাপ ব্যবহারের প্রয়োজন আছে কি? WSD পদ্ধতিতে সমাধান কর। [বাকাশিবো-২০০৮, ১৫(পরি), ২২(অনুষ্ঠিত-২৩)]

সমাধান:

১। ডিজাইন লোড (W):

$\omega = 3200$ kg/m

$W = 3200 \times 6.5 = 20800$ kg

২। শিয়ার পীড়ন (v):

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

$$= \frac{8800}{25 \times 50}$$

$$= 7.04 \text{ kg/cm}^2$$

যেহেতু $v = 7.04 \text{ kg/cm}^2 > v_c = 6 \text{ kg/cm}^2$

∴ বিমটিতে স্টিরাপ ব্যবহারের প্রয়োজন আছে।

$$V_{ud} = .5W - \frac{\omega d}{100}$$

$$= .5 \times 20800 - \frac{3200 \times 50}{100}$$

$$= 8800 \text{ kg}$$

উদাহরণ-২। 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

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

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

$= 11 \text{ kg/cm}^2$ (Ans.)

উদাহরণ-৩। সাধারণভাবে স্থাপিত একটি আরসিসি আয়তাকার বিমের স্প্যান 5.5 মিটার। বিমটির প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে নিজস্ব ওজনসহ 1800 কেজি নিশ্চল ভর এবং 2000 কেজি সচল ভর আরোপিত। বিমটির প্রস্থ 25 সেমি এবং মোট গভীরতা 55 সেমি। মোট কভারিং 5 সেমি হলে USD পদ্ধতিতে শিয়ার পীড়ন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৯(পরি)]

সমাধান:

আল্টিমেট লোড, $\omega_u = 1.4\,D + 1.7L$

$= (1.4 \times 1800) + (1.7 \times 2000)$

$= 2520 + 3400 = 5920$ kg/m

আল্টিমেট শিয়ার, $V_u = \frac{\omega_u L}{2} = \frac{5920 \times 5.5}{2} = 16280$ kg

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

$= 16280 - 5920 \times \frac{50}{100}$

$= 13320$ kg

$d = 55 - 5 = 50$ cm

∴ শিয়ার পীড়ন, $v_u = \frac{V_{ud}}{bd} = \frac{13320}{25 \times 50}$

$= 10.66 \text{ kg/cm}^2$

Scanned with AnyScanner

উদাহরণ-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/cm² 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-৫ । একটি সাধারণভাবে স্থাপিত আয়তাকার বিমের দৈর্ঘ্য 7 মিটার, প্রস্থ 40 সেমি, কার্যকরী গভীরতা 60 সেমি এ কভারিং 5 সেমি। এর উপর প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে নিজস্ব ওজন ছাড়া 8000 কেজি লোড সমভাবে বিস্তৃত আছে। বিমটিতে স্টিরাপ শিয়ারিং রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহারের প্রয়োজন আছে কি? WSD পদ্ধতিতে সমাধান কর। $v_c = 5 \text{ kg/cm}^2$.

সমাধান : ১। ডিজাইন লোড (W) :

বিমের গভীরতা, $D = 60 + 5 = 65 \text{ cm}$

সুতরাং (i) বিমের নিজস্ব ওজন $= 7 \times \frac{40}{100} \times \frac{65}{100} \times 2400 = 4368 \text{ kg}$

(ii) বিমের উপর আরোপিত ওজন $= 8000 \times 7 = 56000 \text{ kg}$

$W = 60368 \text{ kg}$

২। সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স (V) :

$\therefore V = \frac{W}{2} = \frac{60368}{2} = 30184 \text{ kg}$

৩। শিয়ার পীড়ন (v) :

আমরা জানি, শিয়ার স্ট্রেস, $v = \frac{V_{cr}}{bd}$

$\therefore v = \frac{25009.6}{40 \times 60}$

$= 10.42 \text{ kg/cm}^2 > 5 \text{ kg/cm}^2$

সুতরাং, বিমটিতে স্টিরাপ ব্যবহারের প্রয়োজন আছে।

এখানে, $V_{cr} = V - \frac{W}{L} \times \frac{d}{100}$

$= 30184 - \frac{60368}{7} \times \frac{60}{100}$

$= 25009.6 \text{ kg}$

Scanned with AnyScanner

উদাহরণ-৬। একটি আয়তাকার বিমের প্রস্থ 12", কার্যকরী গভীরতা 18" এবং স্প্যান 20ft, বিমটির মোট ডিজাইন লোড 40,000lb। বিমটিতে ওয়েব রিইনফোর্সমেন্ট লাগাবে কি না USD পদ্ধতিতে দেখাও, f'c = 3000 psi

সমাধান ঃ

একক দৈর্ঘ্য লোড, $\omega = \frac{W}{L}$

$= \frac{40,000}{20}$

$= 2000$ lb/ft

সর্বোচ্চ শিয়ার, $V = \frac{\omega L}{2}$

$= \frac{2000 \times 20}{2}$

$= 20000$ lb

ক্রিটিকাল শিয়ার, $V_{cr} = V - \frac{\omega d}{12}$

$= 20000 - \frac{2000 \times 18}{12}$

$= 17,000$ lb

$\therefore$ শিয়ার পীড়ন, $v = \frac{V_{cr}}{bd} = \frac{17000}{12 \times 18} = 1 = 78.7$ psi

আবার, অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন,

$v_{cu} = 2\phi\sqrt{f'c} = 2 \times 0.85 \times \sqrt{3000} = 93.1$ psi

$\therefore v < v_{cu}$; স্টিরাপ লাগবে না।

ধরি,

$b = 12"$

$d = 18"$

$L = 20ft$

$W = 40,000$ lb

$f'c = 3000$ psi

৪.৭ বিমের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন এবং কংক্রিট কর্তৃক গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ন (v_c) (The allowable shear stress for RCC beam (v) and shear stress for concrete (v_c)) ঃ

বিমের অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন, v এবং কংক্রিট কর্তৃক গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ন, v_c এর মান কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপশক্তি f'c-এর মানের উপর নির্ভরশীল। ACI কোড অনুযায়ী নিম্নে WSD এবং USD উভয় পদ্ধতির অনুমোদন যোগ্যমানগুলো দেয়া হলো–

(ক) বিমের সর্বোচ্চ অনুমোদনযোগ্য শিয়ার পীড়ন ঃ

WSD পদ্ধতিতে, $v = 1.33\sqrt{f'c}$ কেজি/বর্গ সেমি

$v = 5\sqrt{f'c}$ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি

USD পদ্ধতিতে, $v_u = 2.65\phi\sqrt{f'c}$ কেজি/বর্গ সেমি

$v_u = 10\phi\sqrt{f'c}$ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি

(খ) কংক্রিট কর্তৃক গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ন ঃ

WSD পদ্ধতিতে, $v_c = 0.292\sqrt{f'c}$ কেজি/বর্গ সেমি

$v = 1.1\sqrt{f'c}$ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি

USD পদ্ধতিতে, $v_{cu} = 0.53\phi\sqrt{f'c}$ কেজি/বর্গ সেমি

$v_u = 2\phi\sqrt{f'c}$ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি

এখানে, ϕ = শিয়ার ফ্যাক্টর = 0.85

f'c = কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি অথবা পাউন্ড/বর্গইঞ্চি

Scanned with AnyScanner