অধ্যায়-২ আরসিসি একমুখী স্ল্যাব ডিজাইন

❖ যখন স্ল্যাবের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত $(L/B) \geq 2$ হয়, তখন এটি একমুখী স্ল্যাব হিসেবে কাজ করে। এতে লোড প্রধানত ছোট স্প্যান (প্রস্থ) বরাবর স্থানান্তরিত হয়। প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট (মেইন বার) ছোট স্প্যান বরাবর এবং ডিস্ট্রিবিউশন বার লম্বা স্প্যান বরাবর ব্যবহৃত হয়।

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। একমুখী স্ল্যাব এর ন্যূনতম পুরুত বা গভীরতা কত?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ০৯, ১৮, ২৪

উত্তর ঃ ACI এবং BNBC অনুযায়ী ওয়ান ওয়ে স্ল্যাবের সর্বনিম্ন পুরুত্ব ($f_y = 400$ বা $4200\ kg/cm^2$ মানের জন্য) ঃ

একমুখী স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব বা গভীরতা ঃ

i) সাধারণভাবে স্থাপিত স্ল্যাব, $t_{min} = \frac{L}{20}$

ii) এক প্রান্ত অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাব, $t_{min} = \frac{L}{24}$

iii) উভয় প্রান্ত অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাব, $t_{min} = \frac{L}{28}$

iv) ক্যান্টিলিভার স্ল্যাব, $t_{min} = \frac{L}{10}$

***** ২। ACI কোড অনুযায়ী স্ল্যাবের জন্য সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৪, ১৬, ২১

উত্তর ঃ ACI code অনুযায়ী- নন-প্রিস্ট্রেস্ড ওয়ান-ওয়ে এবং টু-ওয়ে স্ল্যাবের জন্য সর্বনিম্ন ফ্লেক্সারাল রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ ঃ

$A_{s\,min}=0.0018$, $A_g=0.0018bt$

(যেকোনো গ্রেডের রিইনফোর্সমেন্টের জন্য)

টেম্পারেচার ও শ্রিঙ্কেজ রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ-

$A_s=0.0018, A_g=0.0018bt$ এর সমান বা বেশি হতে হবে।

***** ৩। অ্যাংকরেজ বা এম্বেডেড দৈর্ঘ্য বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২০

উত্তর ঃ কংক্রিট এবং স্টিল যাতে পরস্পর থেকে আলাদা না হয় তার জন্য রডের দৈর্ঘ্য সার্পোটের অভ্যন্তরে যে দূরত্ব পর্যন্ত রডকে বর্ধিত বা প্রবেশ করানো হয়, যাতে বন্ধনের ক্ষেত্রফলের মান বেশি পাওয়া যায়। তাকে অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য বলে।

Note ঃ বর্ধিত অংশের বন্ড ফোর্স টানা বলকে প্রতিরোধ করে।

*** ৪। টপ বারের ক্ষেত্রে অনুমোদিত বন্ড পীড়নের সূত্র লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৮, ১০, ১৮

উত্তর ঃ ACI কোড অনুযায়ী অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়নের সূত্র নিম্নরূপ -

Top বারের ক্ষেত্রে বন্ড পীড়ন, $U_{all} = \frac{2.29\sqrt{f'c}}{D} \leq 24.6\ kg/cm^2$

***** ৫। ক্যান্টিলিভার বিমের প্রধান রড কোথায় ব্যবহার করা হয়?**

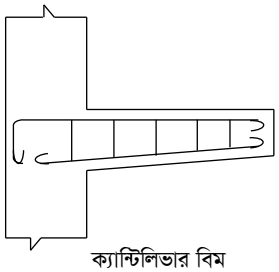
বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৩'পরি, ১৫'পরি, ১৭, ১৯, ২০'পরি

উত্তর ঃ ক্যান্টিলিভার বিমে মোমেন্টের মান সর্বদা নেগেটিভ $(-ve)$ হয় বলে প্রধান রড বিমের নিরপেক্ষ অক্ষের উপরিভাগে দেয়া হয়।

**** ৬। ক্যান্টিলিভার বিমের প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট নিরপেক্ষ অক্ষের ওপর ব্যবহারের কারণ চিত্রসহ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৮

উত্তর ঃ ক্যান্টিলিভার বিমে আবদ্ধ প্রান্তে মোমেন্ট ও শিয়ার ফোর্স সর্বাধিক হয়। মোমেন্টের মান সবসময় নেগেটিভ $(-ve)$ হয় বলে প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট বিমের উপরিভাগে দেয়া হয়।



ক্যান্টিলিভার বিম

***** ৭। ক্যান্টিলিভার বিমের রড কর্তন বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ১৯, ১৯'পরি

উত্তর ঃ ক্যান্টিলিভার বিমে মুক্ত প্রান্তে মোমেন্টের মান শূন্য এবং সাপোর্টে সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট উৎপন্ন হয়। যেখানে মোমেন্ট বেশি সেখানে গভীরতা বেশি। তাই রিইনফোর্সমেন্ট পরিমাণ (As) বিমের সর্বত্র একই হারে প্রদান করা অপচয় এবং আর্থিক ক্ষতির কারণ। তাই সাধারণত সাপোর্টের বেন্ডিং মোমেন্টের উপর ভিত্তি করে অর্ধস্প্যান এবং মধ্য স্প্যানের মোমেন্টের উপর ভিত্তি করে মুক্তপ্রান্তের দিকে অর্ধস্প্যানের রড দেওয়া হয়। অর্থাৎ মধ্যখান থেকে মুক্ত প্রান্ত একটির পর একটি রড কর্তন করা হয়। একে ক্যান্টিলিভার বিমের রড কর্তন বলে।

নোট ঃ রড কর্তনের সময় মূলত পীড়ন ও লোডের স্থানান্তরের বিভিন্ন দিক বিবেচনা করা হয়।

***** ৮। একমুখী স্ল্যাব এ Shrinkage রডের প্রয়োজনীতা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৯, ১২, ১৬, ১৭, ২১, ২৩

উত্তর ঃ ঢালায়ের পর কংক্রিট শক্ত হয়ে সংকুচিত হয় এবং তাপমাত্রা পরিবর্তনে প্রসারণ-সংকোচন ঘটে, ফলে পীড়ন তৈরি হয়। এই পীড়ন থেকে ফাটল রোধে স্ল্যাবে রড ব্যবহার করা হয়। একমুখী স্ল্যাবে প্রধান রড তাপজনিত ফাটল রোধে যথেষ্ট নয়, তাই আড়াআড়ি দিকে তাপীয় রড দেওয়া হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। USD পদ্ধতিতে ρ_{max} ও ρ_b- এর সূত্র নোটেশনসহ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৭, ২১

উত্তর ঃ সর্বোচ্চ স্টিল রেশিও, $\rho_{max} = 0.75\rho_b$

$$\rho_b = 0.85\,\beta_1 \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + 0.004}$$

$\epsilon_u = \epsilon_c =$ কংক্রিটের বিকৃতি

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

$f_y =$ স্টিলের সর্বোচ্চ টান পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি

$\rho_b =$ সুষম স্টিল অনুপাত

Note ঃ স্টিলের সর্বোচ্চ পীড়ন $(\mathrm{kg/cm^2})$. $\rho_{\min} = \frac{14.06}{f_y}$. স্টিলের সর্বোচ্চ পীড়ন (lb/inch^2). $\rho_{\min} = \frac{200}{f_y}$

***** ২। WSD পদ্ধতিতে একমুখী স্ল্যাব ডিজাইনের ধাপসমূহ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫'পরি, ১৮, ২১'পরি

উত্তর ঃ আয়তাকার RCC বিম ডিজিাইনের ধাপসমূহ নিম্নরূপ-

i) ডিজাইন-লোড নির্ণয়

ii) সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

iii) সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্টে

iv) স্ল্যাবের গভীরতা

v) টেনসাইল রডের ক্ষেত্রফল

vi) শিয়ার পীড়ন পরীক্ষা

vii) বন্ড পীড়ন নিরীক্ষণ

viii) সংকোচন বা তাপ রডের ক্ষেত্রফল

ix) বিস্তারিত চিত্র

***** ৩। একটি ওয়ানওয়ে আরসিসি স্ল্যাবের পুরুত্ব 12 সেমি। যদি 10 মিমি আকারের রড বাইন্ডার বা ডিস্ট্রিবিউশন বার হিসেবে ব্যবহৃত হয়, তাহলে স্পেসিং ডিজাইন কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১৪'পরি, ১৮

উত্তর ঃ 1 মিটার স্ট্রিপ বিবেচনা করলে-

মসৃন রডের নূন্যতম পরিমাণ $A's = 0.0025$

$bt = 0.0025 \times 100 \times 12 = 3.0\ cm^2$

10mm ব্যাসের রডের ক্ষেত্রফল, $a'_s = \frac{\pi}{4} \times (1.0)^2$

$= 0.785\ cm^2$

ব্যবধান $s = \frac{100 \times a_s'}{A_s'}$

$= \frac{100 \times 0.785}{3}$

$= 26\ cm$

$\therefore 10\ mm$ ব্যাসের রড $= 26\ cm\ c/c$

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। সাধারণ ভাবে স্থাপিত $4m \times 8m$ আকারের একটি একমুখি স্ল্যাব ডিজাইন কর। তথ্যাদি লাইভ লোড $350/m^2$, ফ্লোর ফিনিশ $120kg/m^2$ সঞ্চালনকারী পার্টিশন $70kg/m^2$, ঝুলন্ত সিলিং $60kg/m^2$, $f_c = 210kg/\ cm^2$, $f_s = 1400kg/cm^2$, $fc = 94.5kg/\ cm^2$, $V_c = 4kg/cm^2$, $u = 21.0kg/cm^2$, $n = 10$. বাকাশিবো- ২০১৪, ১৪'পরি

সমাধান ঃ ডিজাইন লোড ঃ

সাধারণভাবে স্থাপিত স্ল্যাবের নূন্যতম পুরুত্ব , $t = \frac{L}{20}$

$= \frac{4 \times 100}{20}$

$= 20$

Note ঃ ওয়ানওয়ে স্ল্যাবে short span বরাবর লোড বহন করে তাই main Reinforement short span বরাবর স্থাপন করা হয়। Distribution Bar longer span বরাবর স্থাপন করা হয়।

১ম এর একটি ফালি বিবেচনা করা হলে,

i) স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন $= 1 \times \frac{20}{100} \times 2400$ = 480kg/m

ii) লাইভ লোড $= 1 \times 300$ = 350kg/m

ii) ফ্লোর ফিনিশ $= 1 \times 120$ = 120 kg/m

iv) পার্টিশন $= 1 \times 70$ = 70 kg/m

v) সিলিং $= 1 \times 60$ = 60 kg/m

ডিজাইন লোড $= 1080\text{kg/m}$

কার্যকরী স্প্যান ঃ

i) $L = L_c + t = 4 + \frac{20}{100} = 4.20m$

[ধরি, ওয়ালের প্রান্ত 250]

ii) $L = L_c + a = 4 + \frac{25}{100} = 4.25$

∴ ছোটটি গ্রহনযোগ্য

∴ মোট লোড, $w = w \times 2$

$= 1080 \times 4.20$

$= 4536\ kg$

BNBC অনুযায়ী ওয়ান ওয়ে স্ল্যাবের নির্ধারণের সময় L বলতে Effective Span বোঝানো হয়। আলাদাভাবে কার্যকরী স্প্যান বের করার দরকার নেই। L = 4 ধরলে ও হবে।

ধাপ - ২ ঃ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

$$V = \frac{w}{2} = \frac{wl}{2} = \frac{4536}{2} = 2268$$

ধাপ -৩ ঃ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

$$M = \frac{wl^2}{8} = \frac{4536 \times 4.20}{8}$$
$$= 2381.4\ kg - m$$
$$= 238140\ kg - cm$$

ধাপ-৪ ঃ স্ল্যাবের গভীরতা নির্ণয় ঃ

$$\mathrm{R} = \frac{1}{2} \mathrm{f_c jk}$$
$$= \frac{1}{2} 94.5 \times 0.866 \times 0.403$$
$$= 16.49$$

আমরা জানি, $\mathrm{M} = \mathrm{Rbd}^2$

$$\Rightarrow 238140 = 16.49 \times 100 \times \mathrm{d}^2$$
$$\Rightarrow \mathrm{d}^2 = \frac{238140}{16.49 \times 100}$$
$$\Rightarrow \mathrm{d}^2 = 144.41$$
$$\therefore \mathrm{d} = 12.02\ \mathrm{cm}$$

[এখানে, $\mathrm{K} = \frac{\mathrm{n}}{\mathrm{n} + \frac{\mathrm{f_s}}{\mathrm{f_c}}} = \frac{10}{10 + \frac{1400}{94.5}} = 0.403$

$$\mathrm{j} = 1 - \frac{\mathrm{k}}{3} = 1 - \frac{0.403}{94.5} = 0.866$$

$b = 1m = 100cm$]

12mm φ বড় ব্যবহার করলে,

মোট গভীরতা, $t = 120.2 + 2 + \frac{1.2}{2}$

$= 14.2\ cm < 20$ [মুক্ত কভারিং 20 cm]

∴ সুতরাং কার্যকরী গভীরতা, $d = 20 - 2 - \frac{1.2}{2}$

$= 17.4\ cm$

ধাপ-৫ ঃ

টান রডের ক্ষেত্রফল, $M = A_s f_s jd$

$\Rightarrow 238140 = A_s \times 0.866 \times 17.4 \times 1400$

$\Rightarrow A_s = 11.29 cm^2$

$12mm\ \varphi\ used \therefore as = \frac{\pi}{4} \times (1.2)^2 = 1.13\ cm^2$

ব্যবধান (spacing), $S = \frac{b \times a_s}{A_s}$

$= \frac{100 \times 1.13}{11.29}$

$= 10.00$ cm

12mm φ bar 10 cm c/c ব্যবহার করতে হবে।

ধাপ - ৬ ঃ

শিয়ার পীড়ন পরীক্ষা, $V = \frac{V}{bd}$

$= \frac{2264}{100 \times 17.4}$

$= 1.30\ kg\ /\ cm^2 < V_c = 4\ kg\ /cm^2$

মোট শিয়ার নিরাপদ। অতএব স্টিরাপ ব্যবহারের প্রয়োজন নেই।

ধাপ-৭ ঃ

বন্ড পীড়ন নিরীক্ষা

বন্ড পীড়ন, $u = \frac{v}{\sum_o jd}$

$= \frac{2264}{37.70 \times 0.866 \times 17.4}$

$= 3.99 kg/cm^2 < 21\ kg/cm^2$

$\sum_o = N\pi D$

$= \frac{b}{s}\pi D$

$= \frac{100}{10}\pi \times 1.2$

$= 37.70$ com

∴ বন্ড পীড়নে নীরাপদ।

ধাপ-৮ ঃ তাপ রডের ক্ষেত্রফল

$A_s = 0.0018bt$

$A_s = 0.0018 \times 100 \times 20$

$= 3.6\ cm^2$

b = 100 cm

t = 20cm

রডের ব্যবধান, $S = \frac{b \times a_s}{A_s}$

$= \frac{100 \times 0.785}{3.6}$

$= 21.81\ cm$

$\cong 21.50\ cm$

10mm φ bar used

$a_s = \frac{\pi}{4}(1.0)^2$

$= 0.785\ cm^2$

10mm φ bar 21.50 cm ব্যবহার করতে হবে।

২। সাধারণভাবে স্থাপিত একটি ছাদের কার্যকরী স্প্যান $3.5m$ লাইভ লোডের পরিমাণ $400\ kg/cm$ ফ্লোর ফিনিশ $100\ kg/\ cm$ এবং সিলিং প্লাস্টার $25\ kg/m^2$ তথ্যাদি, $f_c = 210\ k0g/cm^2$, $f_s = 1400kg/cm^2$ এবং $n = 9$ স্ল্যাবটি ডিজাইন কর।

বাকাশিবো- ২০১৫

সমাধান ঃ ১ নং এর অনুরূপ।

৩। $8m \times 4m$ আকার বিশিষ্ট একটি অবিচ্ছিন্ন কক্ষের জন্য ওয়ান ওয়ে স্ল্যাবের প্রধান লোহা ও বিতরণী লোহার পরিমাণ নির্ণয় কর। যখন $f_s = 1400\ kg/cm^2$, $f_c = 94\ kg/cm^2$, $V_c = 4kg/\ cm^2$, $n = 10$, $u = 14\ kg/cm^2$ লাইভ লোড $= 450\ kg/cm^2$.

বাকাশিবো- ২০০৫, ১২

সমাধান ঃ ডিজাইন লোড নির্ণয় ঃ

BNBC/ACI code অনুযায়ী ,

স্ল্যাবের নূন্যতম পুরুত্ব, $t = \frac{L}{28}$

$$= \frac{400}{28}$$

$$= 14.29$$

$$\cong 14.50\ cm$$

4m বরাবর 1m ফালি বিবেচনা করি,

i) স্ল্যাবের নিজেস্ব ওজন, $= 1 \times \frac{14.50}{100} \times 2400 = 348\ kg/m$

ii) লাইভ লোড $= 1 \times 450 = 450$

সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট নির্ণয় ঃ

$$M = \frac{wl^2}{12} \qquad [L = 4m]$$
$$= \frac{798 \times 4^2}{12}$$
$$= 1064 \text{ kg} - \text{m}$$
$$= 106400 \text{ kg} - \text{cm}$$

স্ল্যাবের গভীরতা নির্ণয় ঃ

এখানে,

$$k = \frac{n}{n + \frac{f_s}{f_c}} = \frac{10}{10 + \frac{1400}{94}} = 0.402$$

$$j = 1 - \frac{0.402}{3} = 0.866$$

$$R = \frac{1}{2} \times f_c \, jk$$
$$= \frac{1}{2} \times 94 \times 0.866 \times 0.402$$
$$= 16.36$$

$$M = Rbd^2$$
$$\Rightarrow 106400 = 16.36 \times 100 \times d^2$$
$$\Rightarrow d^2 = \frac{106400}{16.36 \times 100}$$
$$\Rightarrow d^2 = 65.04$$
$$\therefore d = t = 8.06 \, cm$$

12mm φ bar used.

$t = 8.06 + 2 + \frac{1.2}{2}$ [কভারিং $2\ cm$]

$= 10.66\ cm < 14.50\ cm$

$\therefore$ কার্যকরী রডের ক্ষেত্রফল, $d = t = 14.50 - 2 - \frac{1.2}{2}$

$= 11.9\ cm$

টান রডের ক্ষেত্রফল ঃ

এখানে,

12mm φ bar used

$\therefore a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.2)^2$

$1 = 1.13\ cm^2$

$b = 100\ cm$

আমরা জানি, $M = A_s f_s j d$

$\Rightarrow 106400 = A_s \times 1400 \times 0.866 \times 11.9$

$\Rightarrow A_s = \frac{106400}{1400 \times 0.866 \times 11.9}$

$= 7.37\ cm^2$

ব্যবধান (spacing) $s = \frac{b \times a_s}{A_s}$

$= \frac{100 \times 1.13}{7.37}$ [BNBC -2020 শর্তানুসারে]

$= 15.33\ cm$

$\cong 15\ cm$

$12mm\ \varphi\ bar\ 15\ cm$ ব্যবহার করতে হবে।

বিতরণী লোহার ক্ষেত্রে পরিমাণ নির্ণয় ঃ

ডির্ফম বারের ক্ষেত্রে ,

স্ল্যাবের সর্বনিম্ন রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ,

$$A'_s = 0.0020\ bt$$
$$= 0.0020 \times 100 \times 14.50$$
$$= 2.9\ cm^2$$

10 mm φ bar used

$$a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.0)^2$$
$$= 0.785\ cm^2$$

ব্যবধান (spacing), $S = \frac{b \times a_s}{A'_s}$

$$= \frac{100 \times 0.785}{2.9}$$
$$= 27.07 \text{ cm}$$
$$\cong 27 \text{ cm}$$

$10mm\ \varphi\ bar$ বিতরণী রড হিসাবে $27\ cm$ ব্যবধানে বসাতে হবে।

৪। $3m$ কার্যকরী স্প্যান বিশিষ্ট একটি সাধারণ ভাবে স্থাপিত একমুখী স্ল্যাবের নিজস্ব ওজনসহ প্রতি বর্গমিটারে $450\,kg$ ডেড লোড ও $300kg$ লাইভ লোড আরোপিত। USD পদ্ধতিতে রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ বের কর। $f_y = 200kg/cm^2, f'_c = 200\,kg/cm^2,$ $\beta = 0.85$ বাকাশিবো- ২০২৩

সমাধান ঃ আলটিমেট লোড ঃ

স্ল্যাবের নূন্যতম পুরুত্ব, $t_{min} = \frac{L}{20}$

$= \frac{300}{20}$

$= 15\ cm$

L = 3m = 300cm
L.L = 300kg/m^2
D.L=450 kg/m^2

আল্টিমেট লোড (প্রতি বর্গমিটারে),

$w_u = 1.2D.L + 1.6\,L.L$

BNBC − 2020 অনুযায়ী

$= 1.2 \times 450 + 1.6 \times 300$ [b = 1m]

$= 1020\ kg\ /m^2$

$W_u = \omega L \times 6$

$= 1020 \times 3 \times 1$

$= 3060kg$

আল্টিমেট বেন্ডিং মোমেন্ট ঃ $M_u = \frac{W_u L}{8}$

$= \frac{3060\times3}{8} \times 100$

$= 114750\ kg - cm$

স্ল্যাবের গভীরতা নির্ণয় ঃ

এখানে,

$\sum \mathrm{u} = 0.003$

$\mathrm{f}_c' = 200\mathrm{kg/cm}^2$

$\mathrm{f}_y = 4200\ \mathrm{kg/cm}^2$

স্টিল রেশিও, $P_b = 0.85\beta_1 \frac{f_c'}{f_Y} = \frac{\sum u}{\sum u + 0.005}$

$= 0.85 \times 0.85 \times \frac{200}{4200} \times \frac{0.003}{0.003+0.004}$

$= 0.015$

$\rho_{max} = \rho = 0.015 \times 0.75$

$= 0.0113$

$M_u = \varphi\ \rho f_y\ bd^2(1 - 0.59\frac{\rho f_y}{f_c'})$

$\Rightarrow 114750 = 0.90 \times 0.0113 \times 4200 \times 100 \times$

$d^2\left(1 - 0.59 \times 0.0113 \times \frac{4200}{200}\right)$

$\Rightarrow d^2 = 31.24$

$\Rightarrow d = 5.59\ cm$

12mmφ Rod ব্যবহার করলে,

$D = 5.59 + 2 + \frac{1.2}{2}$ [কভারিং 2m]

$= 8.19\ cm < 15\ cm\ [o.k]$

∴ প্রকৃত কার্যকরী গভীরতা, $d = 15 - 2 - \frac{1.2}{2}$

$= 12.4\ cm$

প্রকৃত স্টিল রেশিও, $\rho = \frac{A_s}{bd}$

$A_s = \rho bd$

$d = 12.4\ cm$

টান রডের ক্ষেত্রফল ,

সাম্যবস্থার জন্য, $T = c$

$\Rightarrow A_s f_s = 0.85 f_c' ab$

$\Rightarrow \rho bd \times f_s = 0.85 f_c' ab$

$\Rightarrow \rho d f_s = 0.85 f_c' \times a$

$\Rightarrow 0.0113 \times 12.4 \times 4200 = 0.85 \times 200 \times a$

$\therefore a = \frac{0.0113 \times 12.4 \times 4200}{0.85 \times 200} = 3.46\ cm$

$M_u = \phi Mn$

$= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$

$$\Rightarrow 114750 = 0.90 \times A_s \times 4200 \times \left(12.4 - \frac{3.46}{2}\right)$$

$$\Rightarrow A_s = 2.85\ cm^2$$

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s}$

$= \frac{100 \times 1.13}{2.85}$

$= 39.65\ cm$

$= 39\ cm$

12mm φ bar used

$\therefore a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.2)^2$

$= 1.13\ cm^2$

সংকোচন ও তাপ রডের ক্ষেত্রফল

$A'_s = 0.0020bt$

$= 0.0020 \times 100 \times 15$

$= 3cm^2$

b = 100 cm
t = 15

ব্যবধান, $s = \frac{100 \times 0.785}{3}$

$= 26.17\ cm$

$\cong 26\ cm$

৫। একটি ক্যান্টিলিভার স্ল্যাবের স্প্যান $2.5\ m$ স্ল্যাবের প্রতি বর্গমিটারে $450\ kg$ আপতিত লোড (স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন বাদে) আছে। নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে স্ল্যাবটি ডিজাইন কর।

তথ্যাদি ঃ $f_s = 1400kg/cm^2$, $f'_c = 210kg/cm^2$, $f_c = 94.5kg/cm^2$, $V_c = 4.2\ kg/cm^2$, $n = 9$, এবং $u = 33\ kg/cm^2$

বাকাশিবো- ২০২০'পরি

সমাধান ঃ ডিজাইন লোড নির্ণয় ঃ

সাপোর্টে স্ল্যাবের পুরুত্ব, $t_{min} = \frac{L}{10}$

$= \frac{250}{10}$

$= 25\ cm$

$L = 2.5$ m
$= 250$ cm

$1m$ ফালি বিবেচনা করে,

স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন $= \frac{25}{100} \times 1 \times 2400 = 600kg/m$

আরোপিত ওজন $= 450 \times 1 = 450kg/\text{m}$

প্রতি মিটার স্প্যান দৈর্ঘ্যে, $\omega = 1050\ kg/m$

$\therefore W = \omega L$

$= 1050 \times 2.5$

$= 2625kg$

সর্বোচ্চ শিয়ার ঃ

এখানে,

$$k = \frac{n}{n+\frac{f_s}{f_c}} = \frac{9}{9+\frac{1400}{94.5}} = 0.378$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$= 1 - \frac{0.378}{3}$$

$$= 0.874$$

$$b = 1m = 100 \text{ cm}$$

16mmφ bar used [কভারিং 2cm]

$$V = \omega L = W = 2625kg$$

সর্বোচ্চ বেন্ডিয় মোমেন্ট,

$$M = \frac{WL}{2}$$

$$= \frac{wL}{2} = \frac{2625\times2.5}{2}$$

$$= 3281.25\ kg - m$$

$$= 328125\ kg - cm$$

স্ল্যাবের গভীরতা ঃ

$$R = \frac{1}{2} f_c jk$$

$$= \frac{1}{2} \times 94.5 \times 0.874 \times 0.378$$

$$= 15.61$$

আমরা জানি, $M = Rbd^2$

$\Rightarrow 328125 = 15.61 \times 100 \times d^2$

$\Rightarrow d = 14.50\ cm$

কার্যকরী গভীরতা, $d = 25 - 2 - \frac{1.6}{2}$

$= 22.2\ cm > 14.50\ cm[ok]$

টেনসাইল রডের ক্ষেত্রফল ঃ

$$M = A_s f_s jd$$

$\Rightarrow 328125 = A_s \times 1400 \times 0.874 \times 22.2$

$A_s = 12.08\ cm^2$

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s}$

$= \frac{100 \times 2.01}{12.08}$

$= 16.64\ cm^2$

$= 16.0\ cm$

$16\ mm\ \varphi\ bar\ used$

$a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.6)^2$

$= 2.01\ cm^2$

∴16 mm φ Rod 16.0 cm বসাতে হবে।

শিয়ার পীড়ন নিরীক্ষা ঃ

$$v = \frac{v}{db}$$

$$v = \frac{2625}{100 \times 22.2}$$

$= 1.18\ \text{kg/cm}^2 < 4.20\ \text{kg/cm}^2$

∴ স্ল্যাবটি শিয়ার পীড়নে নিরাপদ, অতএব স্টিরাপের প্রয়োজন নেই।

বন্ড পীড়ন নিরীক্ষা ঃ

বন্ড $u = \frac{v}{\sum_o jd}$

$= \frac{2625}{100\pi \times 0.874 \times 22.2}$

$= 4.31 \text{ kg/ cm}^2$

$N = \frac{100}{16}$

$\sum_o = N\pi D$

$= \frac{100}{16} \times \pi \times 1.6$

$= 100\pi$

ACI code অনুযায়ী বন্ড পীড়ন , $u_{all} = \frac{3.23\sqrt{f_c'}}{D}$

$= \frac{3.23\sqrt{210}}{1.6}$

$= 29.25\ kg/cm^2$

$\therefore u_{all} = 29.25\ kg/cm^2 > u = 4.31\ kg/cm^2$

অতএব বন্ড পীড়ন নিরাপদ।

তাপীয় রডের ক্ষেত্রফল ঃ

$= A_s' = 0.002bt$

$= 0.002 \times 100 \times 25$

$= 5cm^2$

ব্যবধান (spacing), $S = \frac{b_{as}}{A_s'}$

$= \frac{100 \times 0.785}{5}$

$= 15.7\ cm$

$\cong 15.5\ cm$

$10\ mm\ \varphi\ used$

$a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.0)^2$

$= 0.785\ cm^2$

$10\ mm\ \varphi\ bar\ 15.5\ cm$ ব্যবধানে বসাতে হবে।

অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য ঃ $L = \frac{f_s D}{4u_{all}}$

$= \frac{1400 \times 1.6}{4 \times 29.25}$

$= 19.15\ cm$

কিন্তু নূন্যতম অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য, $L = 30$ cm প্রদান করতে হবে।

৬। নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে একটি সাধারণভাবে স্থাপিত একমুখী আরবি স্ল্যাব ডিজাইন কর। স্ল্যাবটি 25 cm পুরু দেয়ালের উপর অবস্থিত। তথ্যাদি ঃ কক্ষের চওড়া 3.75 মিটার,লাইভ লোড $= 250\ kg/m^2$ ফ্লোর ফিনিশ $= 150 kg/m^2$, স্থানান্তরযোগ্য পার্টিশন $= 50\ kg/m^2$ $f'_c = 180 kg/cm^2$, $f_s = 1350\ kg/cm^2$, $v = 17.5\ kg/cm^2$, $v = 3.92\ kg/cm^2$, $n = 10$

বাকাশিবো- ২০১৪, ১৪'পরি

সমাধান ঃ লোড নির্ণয় ঃ

এখানে,

মুক্ত $span\ L = 3.75\ m$

দেয়ালের পুরুত্ব $25\ cm$

স্ল্যাবের কার্যকরী স্প্যান, $L = 3.75 + 0.25$

$= 4.0\ m$

$= 400\ cm$

ACI কোড অনুযায়ী,

নূন্যতম পুরুত্ব, $t_{min} = \frac{L}{20} = \frac{400}{20} = 20\ cm$

স্ল্যাবের $1m$ ফালি বিবেচনা করে।

i) 50% আরসিসি এর নিজস্ব ওজন $= 1 \times \frac{20}{100} \times 2400 \times 50$

$= 240\ kg/m$

ii) 50% ইটের নিজস্ব ওজন $= 1 \times \frac{20}{100} \times 1920 \times \frac{50}{100}$

$= 192\ kg/m$

iii) লাইভ লোড $= 1 \times 250\ kg/m$

$= 250\ kg/m$

iv) ফ্লোর ফিনিশ $= 1 \times 50\ kg/m$

$= 150\ kg/m$

v) স্থানান্তরযোগ্য পার্টিশন $= 1 \times 150\ kg/m$

লোড $\omega = 882\ kg/m$

$4m\ span$ এ মোট লোড, $W = \omega L$

$= 882 \times 4$

$= 3528\ kg$

সর্বোচ্চ শিয়ার ঃ $V = \frac{W}{2} = \frac{3528}{2} = 1764\ kg$

সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট ঃ

$$m = \frac{WL}{8} = \frac{3528 \times 4}{8} = 1764\ kg - m = 176400\ kg\text{-}m$$

স্ল্যাবের গভীরতা ঃ

এখানে,

$$f_c = 0.45\, f_c' = 0.45 \times 180 = 81\ kg/cm^2$$

$$k = \frac{n}{n+\frac{f_s}{f_c}} = \frac{10}{10+\frac{1350}{81}}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.375}{3} = 0.875$$

$$R = \frac{1}{2} f_c jk$$

$$= \frac{1}{2} \times 81 \times 0.875 \times 0.375$$

$$= 13.29$$

আমরা জানি, $M = Rbd^2$

$$\Rightarrow 176400 = 13.29 \times 100 \times d^2$$

$$\therefore d = 11.52\ cm$$

মোট গভীরতা, $t = 11.52 + 2\ cm$ [কভারিং 2 cm]

$$= 13.52\ cm < 20\ cm$$

∴কার্যকরী গভীরতা, $d = (20 - 2)\ cm = 18\ cm$

[R.b slab এ covering যুক্ত হবে]

টেনসাইল রডের ক্ষেত্রফল ঃ

$$M = A_s f_s j d$$
$$\Rightarrow 176400 = A_s \times 1350 \times 0.875 \times 18$$
$$\therefore A_s = 8.30\ cm^2$$

আরবি স্ল্যাবের ক্ষেত্রে রিব এর প্রস্থ $5cm$ এবং প্রমাণ সাইজের ইট ব্যবহার করলে রডের কেন্দ্র থেকে কেন্দ্রের দূরত্ব $19cm$

ইটের প্রস্থ $= 114\ mm$

রিবের প্রস্থ $= 5cm$

$$\therefore S = 114 + 50\ mm$$
$$= 164\ mm$$
$$= 16.4\ cm$$

ব্যবধান, $S = \frac{b \times a_s}{A_s}$

$$\Rightarrow 16.4 = \frac{100 \times a_s}{8.30}$$
$$a_s = 1.36\ cm^2$$

রডের ব্যাস নির্ণয় ঃ

$$a_s = \frac{\pi}{4} \times D^2$$
$$\Rightarrow 1.36 = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$\Rightarrow D = 1.73\ cm$

$\cong 20\ mm$

সুতরাং $20mm$ ব্যাসের রড $16.4\ cm$ ব্যবধানে বসাতে হবে।

শিয়ার পীড়ন ,

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

$$= \frac{1764}{100\times18} = 0.98\ kg/cm^2 < 3.92\ kg/cm^2$$

রিমটি শিয়ার নিরাপদ এবং স্ট্রিরাপ লাগবে না।

বন্ড পীড়ন ঃ

$$u = \frac{v}{\sum_o jd}$$

$$= \frac{1764}{38.31\times0.874\times18}$$

$$= 3.51\ kg/cm^2$$

প্রতি মিটার ফালিতে রডের সংখ্যা L

$$N = \frac{100}{16.4}$$

$$\sum_o = N\pi D$$

$$= \frac{100}{16.4}\times\pi\times2.0$$

$$= 38.31$$

ACI কোড অনুযায়ী বন্ড পীড়ন,

$$u_{all} = \frac{3.23\sqrt{180}}{2.0} = 21.67\ kg/cm^2$$

$u < u_{all}$ ∴বন্ড পীড়ন নিরাপদ

বিতরণ রড ঃ

$$A'_s = 0.002bt$$

$$= 0.002\times100\times20$$

$$= 4cm^2$$

$$= \frac{ba_s}{A_s'}$$

$$\Rightarrow 30 = \frac{100 \times a_s}{4}$$

$$\therefore a_s = 1.2\ cm^2$$

রডের ব্যাস ঃ

$$a_s = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$\Rightarrow 1.2 = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$\therefore D = 1.24\ cm$$

$$\cong 16mm$$

$\therefore 16\ mm\ \varphi\ Rod\ 30\ cm$ ব্যবধানে বসাতে হবে।