অধ্যায়-৫ আরসিসি অক্ষীয় লোড কলাম ডিজাইন

❖ RCC কলাম হলো একটি উল্লম্ব কাঠামোগত উপাদান, যা কংক্রিট ও রিইনফোর্সমেন্ট স্টিল দ্বারা নির্মিত এবং মূলত axial লোড (উপর থেকে সরাসরি নিচের দিকে প্রয়োগকৃত লোড) বহন করে তা ভিত্তিতে স্থানান্তর করে।

কখনো কখনো কলাম lateral load-ও বহন করতে পারে (যেমন ভূমিকম্প বা বাহুজনিত লোড), তবে মূল কাজ axial লোড বহন করা।

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। শর্ট কলাম ও লং কলাম বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৬, ২৩

উত্তর ঃ শর্ট কলাম ঃ যে সমস্ত কলামের দৈর্ঘ্যের সাথে তাদের প্রস্থচ্ছেদের ন্যূনতম পার্শ্বমাপের অনুপাত 10 অথবা 10 এর কম হয়, তাদেরকে শর্ট কলাম বলে। অর্থাৎ, $\frac{h}{t} \leq 10$ হলে শর্ট কলাম হবে। আবার, স্লেন্ডারনেস রেশিওর মান 80 এর কম হলে তাকে শর্ট কলাম বলে।

লং কলাম ঃ যে সকল কলামের দৈর্ঘ্যের সাথে তাদের প্রস্থচ্ছেদের ন্যূনতম পার্শ্ব মাপের অনুপাত 10 এর বেশি হয়, তাদেরকে লং কলাম বলে। অর্থাৎ, $\frac{h}{t} \geq 10$ হলে লং কলাম বলে। আবার, স্লেন্ডারনেস রেশিওর মান 80 এর বেশি হলে, তাকে লং কলাম বলে।

২। রিইনফোর্সমেন্টের ধরন অনুযায়ী কলাম কত প্রকার ও কী কী?

বাকাশিবো- ২০১৬, ১৮

উত্তর ঃ রিইনফোর্সমেন্টের ধরন অনুযায়ী কলাম চার প্রকার। যথা ঃ

i) টাইড কলাম ii) স্পাইরাল কলাম

iii) কম্পোজিট কলাম iv) কম্বিনেশন কলাম

***** ৩। কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১০, ১১, ১৩'পরি, ১৪, ১৬'পরি, ১৭'পরি, ১৮, ১৯'পরি, ২১'পরি, ২৩

উত্তর ঃ কার্যকরী দৈর্ঘ্য ঃ প্রকৃতপক্ষে কাঠামো বা দালানের কলাম কেবলমাত্র উল্লম্ব লোড বহন করে না। বিমের সংযোগ ও পার্শ্বিক লোড (যেমন বাতাসের চাপ) এর উপর অতিরিক্ত প্রভাব ফেলে। এর ফলে কলামে বাকলিং হতে পারে। তাই ডিজাইনের সময় প্রকৃত (মুক্ত) দৈর্ঘ্যের চেয়ে কিছুটা বেশি ধরে যে দৈর্ঘ্য বিবেচনা করা হয়, তাকেই কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে। একে h_e দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

*** ৪। স্লেন্ডারনেস রেশিও কী?** বাকাশিবো- ২০০০, ২০

উত্তর ঃ স্লেন্ডারনেস রেশিও ঃ কলামের মুক্ত দৈর্ঘ্য বা অসমর্থিত দৈর্ঘ্য- এর সাথে এর ন্যূনতম রেডিয়াস অব জাইরেশন-এর অনুপাতকে স্লেন্ডারনেস রেশিও বলে।

$$\text{শ্লেন্ডারনেস রেশিও, } SR = \frac{\text{কলামের মুক্ত দৈর্ঘ্য}}{\text{ন্যূনতম রেডিয়াস অব জাইরেশন}} = \frac{h}{r}$$

**** ৫। রিডাকশন ফ্যাক্টর বলতে কী বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৭'পরি, ২০

উত্তর ঃ কলাম কেবল চাপ (Axial Load) বহনের জন্য ডিজাইন করা হলেও, বাস্তবে কিছু অনির্দেশ্য ফ্যাক্টর কাজ করতে পারে, যেমন ঃ
নির্মাণ ত্রুটি,লোডের Eccentricity (বিচ্যুতি), ভূমিকম্প বা বাছুজনিত পার্শ্বীয় লোড। এইসব ঝুঁকি ধরেই আমরা থিওরেটিক্যাল (কলাম কর্তৃক বহনকৃত প্রকৃত লোড) লোডের ওপর R ফ্যাক্টর প্রয়োগ করে সেটিকে কিছুটা বাড়িয়ে ব্যবহার করি, যেন কাঠামো নিরাপদ থাকে।

***** ৬। ACI কোড অনুযায়ী টাই রডের ব্যবধান নির্ণয়ের সূত্রগুলো লেখ।**
বাকাশিবো- ২০০৫, ০৯, ১৫

উত্তর ঃ ACI কোড অনুযায়ী টাই রডের ব্যবধান ঃ
i) 16 × প্রধান রডের ব্যাসের বেশি হবে না।
ii) 48 × টাই রডের ব্যাসের বেশি হবে না।
iii) কলামের ন্যূনতম পার্শ্ব মাপ
উল্লেখিত তিনটি মানের মধ্যে সর্বনিম্ন মানটি ব্যবধান হিসেবে গ্রহণ করা হয়।

৭। স্পাইরাল রডের ব্যবধান নির্ণয়ের সূত্রগুলো লেখ।

উত্তর ঃ স্পাইরাল রডের ব্যবধান বা পিচ দূরত্ব-
i) কেন্দ্র হতে কেন্দ্র ব্যবধান কোর ব্যাসের অধিক নয়।
ii) মুক্ত ব্যবধান 7.5 সেমি এর অধিক নয় এবং 3.5 সেমি এর কম নয়।
iii) মুক্ত ব্যবধান 1.5 × সর্বোচ্চ পরিমাপের খোয়ার আকারের কম নয়।
উপরিউক্ত তিনটি শর্ত বিবেচনা ক্রমে কলামের স্পাইরাল রডের ব্যবধান বা পিচ দূরত্ব নিরূপণ করা হয়।

৭। রিডাকশন ফ্যাক্টর ও কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য এর সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর ঃ রিডাকশন ফ্যাক্টর, $R = \left(1.07 - 0.008\frac{h_e}{r}\right) \leq 1$,

এখানে, $r = \sqrt{\frac{Imin}{A}}$

কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য $= h_e$

হিসাবের সুবিধার্থে-

$r = 0.3$ পার্শ্বমাপ (আয়তাকার কলাম ক্ষেত্রে)

$r = 0.25$ কলামের ব্যাস (বৃত্তাকার কলামের ক্ষেত্রে)

***** ৮। টাইট কলাম ও স্পাইরাল কলামের রডের আকার ও সংখ্যা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ১০, ১১'পরি, ১৪, ১৬'পরি, ১৭'পরি

উত্তর ঃ একটি স্পাইরাল কলামে 6 টি 16 মিমি ব্যাসের খাড়া রড এবং 6 থেকে 12 মিমি ব্যাসের স্পাইরাল রিইনফোর্সমেন্ট আর একটি টাইট কলামে 4 টি 16 মিমি ব্যাসের খাড়া রড এবং 6 থেকে 12 মিমি ব্যাসের টাই রড ব্যবহার করা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয়ে প্রান্তীয় শর্তের সূত্রগুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৯

উত্তর ঃ কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয়ে প্রান্তীয় সূত্রগুলো নিম্নরুপ ঃ

i) কলামের একপ্রান্ত ঘূর্ণায়ন প্রতিরোধক (আছে) এবং অপর প্রান্ত হিনজ যুক্ত হলে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $h_e = 2h(0.78 + 0.22r') \geq 2h$. যেখানে r'

ঘূর্ণায়ন প্রতিরোধক প্রান্তে স্টিফনেস রেশিও। এ অবস্থা উপরের চিত্র (ক)-এ দেখানো হয়েছে।

ii) কলামের উভয় প্রান্ত ঘূর্ণায়ন প্রতিরোধক (আছে) হলে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $h_e = h(0.78+0.22\,r') \geq h$ যেখানে r' কলামের দু'প্রান্তের স্টিফনেস রেশিও-এর গড়মান চিত্র (খ)-এ দেখানো হয়েছে।

iii) কলামের একপ্রান্ত মুক্ত ও অপর প্রান্ত আবদ্ধ হলে অর্থাৎ ক্যান্টিলিভার কলামের ক্ষেত্রে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $h_e = 2h$ চিত্র- (গ)-এ দেখানো হয়েছে

iv) যে সমস্ত কাঠামোতে ওয়াল অথবা রিজিড ব্রেসিং-এর মাধ্যমে পার্শ্ব স্থায়িত্ব বা পার্শ্ব বল প্রতিরোধক ব্যবস্থা নিশ্চিত অর্থাৎ দুই প্রান্ত এবং পার্শ্বপ্রতিরোধক কলামের ক্ষেত্রে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $h_e = h$.

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

১। 98 টন অক্ষীয় লোড নিরাপদ বহন করতে সক্ষম একটি টাইড কলাম ডিজাইন কর। কার্যকরী দৈর্ঘ্য $3.5m$ $f'_c = 210\ kg/cm^2$, $f_y = 3500\ kg/cm^2$.

সমাধান ঃ

মনে করি, কলামটি আকার $40\ cm \times 40\ cm$

$r = 0.3 \times$ নূন্যতম পার্শ্বমান

$= 0.3 \times 40$

$= 12\ cm$

রিডাকশন ফ্যাক্টর, $R = (1 - 0.008\frac{he}{r}$

$= (1 - 0.008 \times \frac{3.5\times100}{12})$

$= 0.77 < 1$

ডিজাইন লোড, $p_D = \frac{P_a}{R}$

$= \frac{98 \times1000}{0.77}$ [1 ton = 1000 kg]

$= 127272.73\ kg$

$A_g = 40 \times 40$

$= 1600\ cm^2$

এখানে,

$f_y = 3500\ kg/m^2$

$f_s = 0.4 \times f_y$

$= 0.4 \times 3500$

$= 1400\ kg/cm$

আমরা জানি, $p = 0.85\ A_g(o.25f_c' + f_s\rho_g)$

$\Rightarrow 127272.73 = 0.085 \times 1600(0.25\times210+1400\times\rho_g)$

$\Rightarrow \rho_g = 0.029 < 0.08 > 0.01$

$\Rightarrow \rho_g = 0.029 > 0.01 < 0.08$

ρ_g এর $0.01 - 0.08$ এর মধ্যে।

$\therefore$ খাড়া রডের পরিমাণ, $A_{st} = \rho_g \times A_g$

$= 0.029 \times 1600$

$= 46.4\ cm^2$

$28\ mm\ \varphi\ bar\ used$, $a_s = \frac{\pi}{4} \times 2.8^2$

$= 6.15\ cm^2$

$\therefore$ রডের সংখ্যা $= \frac{46.4}{6.15} = 7.55 \cong 8$ টি

8- 28 mm φ bar used .

টাই রড ডিজাইন ঃ

$10\ mm\ Tie\ red$ ব্যবহার করলে,

i) $s = 16 \times main\ Bar\ Dia$

$= 16 \times 2.8$

$= 44.8\ cm$

ii) $s = 48 \times Tie\ Bar\ Dia$

$= 48 \times 1.0$

$= 48\ cm$

iii) $s =$ নূন্যতম পার্শ্বমান

$= 40\ cm$

$\therefore s = 40\ cm$ c/c [ছোটটি গ্রহণযোগ্য]

$\therefore 10\ mm\ \varphi\ Bar\ 40\ cm$ c/c ব্যবহার করতে হবে।

২। একটি আরসিসি টাইলে কলামের আকার $35\ cm \times 35\ cm$ কলামটিতে $4 - 20\ mm\ \varphi$ খাড়া রড আছে। যদি $f'_c = 210\ kg/cm^2$ এবং $f_c = 3500 kg/cm^2$ হয়, তবে দৈর্ঘ্য বিবেচনা না কওে কলাটির উপর অনুমোদনযোগ্য লোড বহন ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $f_y = 3500\ kg\ /cm^2$

$$\therefore f_s = 0.40 \times f_y$$
$$= 0.40 \times 3500$$
$$= 1400\ kg/cm^2$$

$$A_{st} = 4 \times \frac{\pi}{4} \times (2.0)^2$$
$$= 12.56\ cm^2$$

$$A_g = 35 \times 35$$
$$= 1225\ cm^2$$

$$\therefore \rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{12.56}{1225} = 0.0103$$

আমরা জানি,

$$p = 0.85\ A_g\left(o.25f'_c + f_s\rho_g\right)$$
$$= 0.85 \times 1225 \times (o.25 \times 210 + 1400 \times 0.0103$$
$$= 69680.45\ \text{kg}\ (\textbf{Ans.})$$

৩। 110 টন লোড বহনোপযোগী একটি টাইড কলাম ডিজাইন কর, যার উভয় প্রান্ত আবদ্ধ, মুক্ত দৈর্ঘ্য 4.0 মিটার এবং গড় স্টিফনেস $r' = 1.05$, $f'_c = 210\ kg/cm^2$ ও $f_s = 1400\ kg/cm^2$

সমাধান ঃ

[যেহেতু মুক্ত দৈর্ঘ্য দেওয়া আছে তাই কার্যকরী দৈর্ঘ্য বের করতে হবে।

এখানে,

h = 4m = 400 cm

r' = 1.05

কাযকরী দৈর্ঘ্য, $he = h(0.78 + 0.22r')$

$= 400(0.78 + 0.22 \times 1.05)$

$= 404.4\ cm$

$\cong 405cm$

রিডাকশন ফ্যাক্টর ঃ $R = \left(1.07 - 0.008\frac{he}{r}\right)$

$= 0.8$

ডিজাইন লোড ঃ

$P_D = \frac{P_a}{R}$

$= \frac{110000}{0.80}$ [1 ton = 1000 kg]

$= 137500kg$

ধরি , আকার $= 40\ cm \times 40\ cm$

$r = o.3 \times 40$

$= 12\ cm$

$A_g = 1600\ cm^2$

আমরা জানি,

$$P = 0.85\, A_g(0.25 f_c' + f_s \rho_g)$$

$\Rightarrow 137500 = 0.85 \times 1600(0.25 \times 210 + 1400 \times \rho_g$

$\therefore \rho_g = 0.034 > 0.01 < 0.08$

$A_{st} = \rho_g \times A_g = 0.034 \times 1600$

$= 54.40\ cm^2$

রডের সংখ্য ঃ $N = \frac{A_{st}}{a_s}$

$= \frac{54.40}{4.91}$

$= 11.04$

$\cong 12$ টি

25 mm φ used

$\therefore a_s = \frac{\pi}{4} \times (2.5^2)$

$= 4.91\ cm^2$

12-25 mm φ bar used

টাই রড ডিজাইন ঃ

i) $s = 16 \times main\ bar\ dia$ [10 mm φ bar used]

$= 16 \times 2.5$

$= 40\ cm$

ii) $s = 48 \times Tie\ Bar\ dia$

$= 48 \times 1.0$

$= 48\ cm$

iii) $s =$ নূন্যতম পার্শ্বমান

$= 40\ cm$

$\therefore s = 40\ cm$ c/c

৪। $45000\ kg$ লোড বহন উপযোগী একটি স্পাইরাল কলামের রিইনফোর্সমেন্ট ডিজাইন কর। কলমটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য ও মিটার।

$f_y = 4200\ kg/cm^2$, $f_s = 1400\ kg/cm^2$,

$f'_c = 210\ kg/cm^2$. বাকাশিবো- ২০১০, ১৭, ১৮

সমাধান ঃ ধরি, কলামের ব্যাস $= 300\ cm$

$he = 3m = 300\ cm$

$r = 0.25 \times 30$

$= 7.5\ cm$

যেহেতু কাযকরী দৈর্ঘ্যে দেওয়া আছে। তাই রিডাকশন ফ্যাক্টর,

$$R = 1.07 - 0.008\frac{he}{r}$$

$$= 1.07 - 0.008 \times \frac{300}{7.5}$$

$$= 0.75 < 1$$

ডিজাইন লোড ঃ $P_D = \frac{Pa}{R}$

$$= \frac{45000}{0.75}$$

$$= 60000kg$$

স্পাইরাল কলামের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $p = A_g(0.25f'_c + f_s\rho_g)$

$\Rightarrow 45000 = 706.5(0.25 \times 210 + 1400 \times \rho_g\ )$

$\rho_g = 0.023 > 0.01 < 0.08$

খাড়া রডের ক্ষেত্রফল, $A_{st} = A_g \times \rho_g$

$= 706.5 \times 0.023$

$= 16.25\ cm^2$

রডের সংখ্যা, $N = \frac{16.25}{\frac{\pi}{4} \times (2.0)^2}$

$= 5.17$

$\cong$ 6টি

6 – 20 mm φ bar used

স্পাইরাল রিইনফোর্সমেন্ট ঃ

স্পাইরাল রিইনফোর্সমেন্ট রেশিও,

$$\rho_s = 0.45\left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)\frac{f_c'}{f_c}$$

$$= 0.45\left(\frac{706.5}{379.99} - 1\right) \times \frac{210}{4200}$$

$$= 0.019$$

ধরি, কভারিং , 4cm

$D_c = 30 - 2 \times 4 = 22\ cm$

$A_c = \frac{\pi}{4}(22)^2 = 379.94\ cm^2$

$8mm\ \varphi\ sprial\ rod$ এর ক্ষেত্রফল,

$$a_s = \frac{\pi}{4} \times (0.8)^2 = 0.5026\ cm^2$$

ব্যবধান, i) $s = \frac{4a_s}{\rho_s D_c}$

$= \frac{4\times0.05026}{0.019\times22}$

$= 4.81\ cm$

ii) $s = \frac{1}{6} \times D_c$

$= \frac{1}{6} \times 22$

$= 3.66\ cm$

রিডাকশন ফ্যাক্টর ঃ

$$R = \left(1.07 - 0.008\frac{h_e}{r}\right)$$

$$= 1.07 - 0.008 \times \frac{6\times100}{7.5}$$

$$= 0.43 < 1$$

এখানে,

$f_s = 0.40\ f_y$

$= 0.40 + 3500$

$= 1400 kg/cm^2$

$A_g = \frac{\pi}{4} \times (2.2)^2$

$= 19 cm^2$

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{19}{706.86} = 0.0268$$

আমরা জানি, $p_D = \frac{pa}{R}$

$$\Rightarrow pa = p_D \times R$$
$$= \left[A_g(0.25f_c' + f_s\rho_g)\right] \times R$$
$$= [706.86 \times (0.25\times210+1400\times0.0268)]\times 0.43$$
$$= 27361.56 \text{ kg}$$

$\therefore$ অনুমোদনযোগ্য লোড, $= 27361.56\ kg$