Ex-02 একটি সাধারণভাবে সাধারণ ব্যবহারের R.C.C বীমের ক্ষ্যান দৈর্ঘ্য 6 m। বীমের প্রস্থ 30 cm এবং কার্যকারী গভীরতা 50 cm। তাতে 4 টি 22mm ব্যাসের রড ব্যবহৃত হয়েছে। উপাদান: $f'_c = 280 kg/cm^2$, $f_y = 4200 kg/cm^2$, $\beta_1 = 0.85$, $\phi = 0.90$ হলে বীমটির জন্য Ultimate moment Capacity নির্ণয় করো।

Soln:

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{6117}{6117+f_y}$$

$$= 0.85 \times 0.85 \times \frac{280}{4200} \times \frac{6117}{6117+4200}$$

$$= 0.0286$$

$$\therefore \rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$= 0.75 \times 0.0286$$

$$= 0.0214.$$

$$\therefore \rho = 0.0214$$

Given:

$L = 6m$.

$b = 30cm$.

$d = 50cm$.

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

$= 15.20 cm^2$

$f'_c = 280 kg/cm^2$

$f_y = 4200 kg/cm^2$

$\beta_1 = 0.85$

$\phi = 0.90$

$M_u = ?$

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

$= 0.90 \times 15.20 \times 4200 \times \left(50 - \frac{8.95}{2}\right)$

$= 2615684.5 kg\text{-}cm$

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$

$= \frac{15.20 \times 4200}{0.85 \times 280 \times 30}$

$= 8.95 cm.$

উদাহরণ-৫। একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের স্প্যান 6.5 মিটার। বিমটির প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 1500 কেজি নিশ্চল ভার ও 2500 কেজি সচল ভার আরোপিত। $f'c = 211\ kg/cm^2$, $f_y = 2800\ kg/cm^2$ হলে বিমের আকার ও প্রধান লোহার পরিমাণ নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি), ২০

সমাধান ঃ

১। ফ্যাক্টরড লোড নির্ণয় ঃ

মনে করি, বিমের গভীরতা 55 cm এবং বিমের প্রস্থ, b = 30 cm

(ক) নিশ্চল ভর ঃ

নিজস্ব ওজন = $1 \times 0.55 \times 0.30 \times 2400 = 396$ kg/m

আরোপিত ওজন = $= 1500$ kg/m

মোট নিশ্চল ভর, D = 1896 kg/m

(খ) সচল ভর, L = 2500 kg/m

∴ আল্টিমেট লোড, $\omega_u = 1.4 \times 1896 + 1.7 \times 2500 = 6904.40$ kg/m

২। বিমের আল্টিমেট রেজিস্টিং মোমেন্ট ঃ

$$M_u = \frac{\omega_u L^2}{8} = \frac{6904.40 \times 6.5^2}{8} \times 100$$

$$= 3646386.25 \text{ kg-cm}$$

৩। বিমের ব্যালেন্সড স্টিল অনুপাত ঃ

$$\rho_b = 0.85\ B_1 \frac{f'c}{f_y} \times \frac{6117}{6117 + f_y}$$

$$= 0.85 \times 0.85 \times \frac{211}{2800} \times \frac{6117}{6117 + 2800}$$

$$= 0.037$$

৪। বিমের সর্বোচ্চ স্টিল অনুপাত ঃ

$\rho_{max} = 0.75\ \rho_b = 0.75 \times 0.037 = 0.028$

৫। বিমের প্রস্থ এবং গভীরতা নিরূপণ ঃ

$$M_u = M_d = \phi\ M_n = \phi \rho f_y\ bd^2 \left(1 - 0.59\ \rho \frac{f_y}{f'c}\right)$$

$$= 0.90 \times 0.028 \times 2800 \times bd^2 \left(1 - 0.59 \times 0.028 \times \frac{2800}{211}\right)$$

$$= 55.09\ bd^2$$

$$\Rightarrow bd^2 = \frac{M_u}{55.09} = \frac{3646386.25}{55.09}$$

$$\therefore \frac{d^3}{2} = 66189.62$$

$$\therefore d = \sqrt[3]{2 \times 54968.78}$$

$$= 50 \text{ cm}$$

∴ মোট গভীরতা, D = d + কভারিং

$$= 48 + 6 = 55 \text{ cm} = 55 \text{ cm}$$

এবং প্রস্থ, $b = \frac{d}{2} = \frac{50}{2} = 25\text{cm} < 30\text{cm}$

∴ বিমের আকার = 25×50 cm

৬। স্টিলের ক্ষেত্রফল নির্ণয় ঃ

$A_S = \rho bd = 0.028 \times 50 \times 25 = 35\ cm^2$

28mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে রডের সংখ্যা

$$= \frac{35}{\frac{\pi}{4} \times (2.8)^2} = 5.68 \sim 6\text{টি}$$

আয়তাকার বিমের ক্ষেত্রে প্রস্থ ও গভীরতা অনুপাত 0.5d – 0.75 d

ধরি, $b = \frac{d}{2}$

উদাহরণ-৪। একটি অবিচ্ছিন্ন আয়তাকার RCC বিমের স্প্যান 6 মিটার। বিমটির ওপর নিজস্ব ওজনসহ প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2500 কেজি নিশ্চল ভার এবং 3000 কেজি সচল ভার আছে। নিচের তথ্যাদির সাহায্যে U.S.D পদ্ধতিতে বিমটির ক্রস সেকশন ও বন্ধন লোহার পরিমাণ বের কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ১২, ১৬]

তথ্যাদি ঃ $f'c = 210\ kg/cm^2$

$f_y = 3600\ kg/cm^2$

$\beta_1 = 0.85$

$\alpha = 0.90$

সমাধান ঃ

১। ফ্যাক্টরড লোড নির্ণয় ঃ

$\omega_u = 1.4\ D + 1.7L$

$= 1.4 \times 2500 + 1.7 \times 3000$

$= 8600\ kg/m$

২। বিমের আল্টিমেট রেজিস্টিং মোমেন্ট ঃ

$$M_u = \frac{\omega_u L^2}{12} = \frac{8600 \times 6^2}{12} \times 100 = 2580000\ kg.cm$$

৩। বিমের ব্যালেন্সড স্টিল অনুপাত ঃ

$$\rho_b = 0.85\ \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{6117}{6117 + f_y}$$

$$= 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{3600} \times \frac{6117}{6117 + 3600} = 0.0265$$

৪। বিমের সর্বোচ্চ স্টিল অনুপাত ঃ

$\rho_{max} = 0.75\ \rho_b = 0.75 \times 0.0265 = 0.0199$

৫। বিমের প্রস্থ এবং গভীরতা নিরূপণ ঃ

$$M_u = M_d = \phi M_n = \phi \rho f_y bd^2 \left(1 - 0.59\ \rho \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

$$= 0.90 \times 0.0199 \times 3600 \times bd^2 \left(1 - 0.59 \times 0.0199 \times \frac{3600}{210}\right)$$

$$= 51.50\ bd^2$$

$$\therefore\ bd^2 = \frac{M_u}{51.50} = \frac{2580000}{51.50} = 50097.07$$

আয়তাকার বিমের ক্ষেত্রে প্রস্থ ও গভীরতার অনুপাত $0.5d - 0.75\ d$

ধরি, $b = \frac{d}{2}$

$\therefore \frac{d^3}{2} = 50097.09$

$\therefore d = 46.44 \simeq 46.50\ cm$

ধরি, কভারিং $5.50\ cm$

$\therefore$ গভীরতা, $D = 46.50 + 5.50$

$= 52\ cm.$

$b = \frac{d}{2} = \frac{46.50}{2} = 23.25 \simeq 23.5\ cm$

$\therefore$ বিমের আকার $= 23.5 \times 52\ cm$

৬। স্টিলের ক্ষেত্রফল নির্ণয় ঃ

$A_s = \rho bd = 0.0199 \times 23.5 \times 46.5$

$= 21.75\ cm^2$

28 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে রডের সংখ্যা

$$= \frac{21.75}{\frac{\pi}{4} \times (2.8)^2} = 3.54 \simeq 4\text{টি}$$