

課題 10 RC 梁のせん断設計 解答例

1. RC 梁の最大せん断応力度は次式で表せる。

$$\tau_s = \frac{Q}{b \cdot j} = \frac{250 \times 10^3}{350 \cdot 640 \cdot \frac{7}{8}} = 1.275 \doteq 1.3 \quad \text{Ans : } \tau_s = 1.3(\text{N/mm}^2)$$

2. せん断ひび割れ耐力は(5-21)式により

$$\tau_c = \frac{Q_c}{b_j} = \frac{P}{b_j} k_c (50 + F_c) \frac{0.065}{M/Q_d + 1.7} \quad M/Q_d = P \cdot l / P \cdot d = 1000 / 450 = 2.222$$

ここで、 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$ $k_c = 0.72$ $j = 7/8d$

$$P = Q_c = \tau_c \cdot b \cdot j = 0.72(50 + 21) \frac{0.065}{2.22 + 1.7} \cdot 300 \cdot 450 \cdot \frac{7}{8} = 100.1 \times 10^3$$

Ans : 110.1(kN)

3. あばら筋比は $P_w = a_w / b \cdot x$ 3-D13 の場合 $a_w = 381 \text{ mm}^2$

$$p_w = \frac{381}{350 \times 150} = 0.00725 \quad P_w = 0.00725(0.72\%)$$

4. (5-13)式で許容せん断力を求める。 $Q_A = \{\alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot wft(P_w - 0.002)\} b \cdot j$

$$\text{但し、} M = \frac{wl^2}{8} = \frac{1}{8} 50 \times 3^2 = 56.25 \text{ kNm} \quad Q = \frac{wl}{2} = \frac{1}{2} 50 \times 3 = 75 \text{ kN}$$

$$\alpha = \frac{4}{M/Q_d + 1} = \frac{4}{56.25 / 75 \times 0.45 + 1} = 1.5 \quad 1 \leq \alpha \leq 2 \text{ なので OK}$$

$f_s = F_c / 30$ かつ $0.49 + F_c / 100$ 以下 $\therefore f_s = 0.7 \text{ N/mm}^2$ SD295 より $wft = 195 \text{ N/mm}^2$

(5-13)式を変形して、必要なあばら筋比を求めると

$$P_w = \frac{1}{0.5 \cdot wft} \left\{ \frac{Q_D}{b_j} - \alpha \cdot f_s \right\} + 0.002 = \frac{1}{0.5 \cdot 195} \cdot \left\{ \frac{75000}{350 \cdot 450 \cdot \frac{7}{8}} - 0.7 \cdot 1.5 \right\} + 0.002 = 0.00319$$

使用するあばら筋を SD295D10 としたときあばら筋のピッチは

$$x = \frac{142.7}{350 \times 0.00319} = 127.8$$

Ans : $P_w = 0.0032$ (0.32% 以上、例 2-D10@120)

5. 短期の損傷性確保 (5-14) 式

$$M = 200 \text{ kNm}, Q_D = 300 \text{ kN} \text{ より} \quad \alpha = \frac{4}{M/Q_d + 1} = \frac{4}{200 / 300 \times 0.55 + 1} = 1.71$$

$f_s = (F_c / 30 \text{ かつ } 0.49 + F_c / 100 \text{ 以下}) \times 1.5 \therefore f_s = 1.185 \text{ N/mm}^2$

SD3345 より $wft = 345 \text{ N/mm}^2$

必要あばら筋比は

$$P_w = \frac{1}{0.5 \cdot 345} \cdot \left\{ \frac{300000}{350 \cdot 550 \cdot \frac{7}{8}} - \frac{2}{3} \cdot 1.185 \cdot 1.71 \right\} + 0.002 = 0.0045$$

あばら筋間隔 2-D10 を使用すると $x = \frac{142,66}{350 \times 0.0045} = 90.5$

Ans : Pw=0.0045 (0.45%)、設計例 2-D10@80

5. 考慮する短期設計用応力は $Q_D = Q_L + k \cdot Q_E = 50 + 2 \times 200 = 450 \text{ kN}$

設定条件により $\alpha = 1.5$ Fe24 S390

短期の設計なので $f_s = F_c/30$ かつ $0.49 + F_c/100$ の 1.5 倍 $\therefore f_s = 1.095 \text{ N/mm}^2$

SD390 より wft=345N/mm²

よって必要なあばら筋比は下式より、

$$P_w = \frac{1}{0.5 \cdot 390} \cdot \left\{ \frac{450000}{450 \cdot 550 \cdot \frac{7}{8}} - 1.095 \cdot 1.5 \right\} + 0.002 = 0.00423 \div 0.0043$$

使用するあばら筋を SD295D10 としたときあばら筋のピッチは

$$x = \frac{142.7}{450 \times 0.0043} = 73.7$$

Ans : Pw=0.0043 (0.43%) 以上、例 2-D10@70

6. 考慮する設計外力は $Q_D = Q_L + \frac{\sum M_y}{L}$

降伏曲げモーメントは(3-36)式を使用する。、 $M_y = 0.9 \cdot a_t \cdot \sigma_y \cdot d$

逆対照モーメント時の左右の梁の引張主筋の本数の和の大きい場合を考える。

$$\sigma_y = 345 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$5\text{-D25 の時 } M_{y1} = 0.9 \times 2533.5 \times 345 \times 550 = 432.5 \text{ kNm}$$

$$4\text{-D25 の時 } M_{y2} = 0.9 \times 2026.8 \times 345 \times 550 = 346.1 \text{ kNm}$$

$$3\text{-D25 の時 } M_{y3} = 0.9 \times 1520.1 \times 345 \times 550 = 259.5 \text{ kNm}$$

逆対照モーメント時の左右の梁の引張主筋の本数の和の大きい場合を考える。

左上と右下の主筋が引張降伏するときが最大となる。

$$\sum M_y = \frac{M_{y1} + M_{y3}}{L} = \frac{432.5 + 259.5}{5} = 138.4 \text{ kNm}$$

$$\text{よって } Q_D = Q_L + \frac{\sum M_y}{L} = 50 + 139 = 189 \text{ kN}$$

また α を求めるに際し M は M₁、M₂ の最大値を用いる。

$$\alpha = \frac{4}{M/Qd + 1} = \frac{4}{432.5 / (189 \times 0.55) + 1} = 0.77 \quad 1 \leq \alpha \leq 2 \text{ より } \alpha = 1$$

あばら筋の算定

$$P_w = \frac{1}{0.5 \cdot 345} \cdot \left\{ \frac{189000}{350 \cdot 550 \cdot \frac{7}{8}} - 1.05 \cdot 1 \right\} + 0.002 = 0.0024$$

SD345—D10 を使用する

$$x = \frac{142.7}{350 \times 0.0024} = 169$$

Ans : Pw=0.0024 以上、例 2-D10@160