

課題 11 RC柱のせん断設計 解答例

課題の計算に必要な諸数値を先に計算しておく。

$$D22 \text{ の } a_t=387.1 \text{ mm}^2 \quad D13 \text{ の } a_w=126.7 \text{ mm}^2$$

$$P_t=387.1 \times 4 / 500^2 = 0.62\% \quad P_w=126.7 \times 2 / (500 \times 100) = 0.507\%$$

$$\text{長期の } \alpha : M/Qd=H/(2d) = 3 / (2 \times 0.45) = 3.33 > 3 \quad \therefore \alpha = 1$$

$$\text{長期 } f_s=0.49+24/100=0.73 \text{ N/mm}^2 \quad f_s=0.73 \times 1.5=1.095 \text{ N/mm}^2$$

1. せん断ひび割れ荷重 (5-18) 式より

$$Q_c=(0.065 \times 0.72 \times (50+24) / (3+1.7)) \times 500 \times 450 \times 7/8 = 163.5 \text{ k N}$$

2. 長期使用性確保のための長期許容せん断耐力 (柱の場合帯筋は考えない)

$$Q_{AL}=0.73 \times 500 \times 450 \times 7/8 = 143.7 \text{ k N}$$

3. 短期損傷性確保のための許容せん断耐力 ($\alpha = 1$ $\alpha \leq 1.5$ の制限あり)

$$Q_{As}=500 \times 450 \times 7/8 \times (2/3 \times 1.095 + 0.5 \times 295 \times (0.00507 - 0.002)) = 232.9 \text{ k N}$$

4. 安全性確保のための許容せん断耐力 ($\alpha = 1$ とする)

$$Q_{As}=500 \times 450 \times 7/8 \times (1.095 + 0.5 \times 295 \times (0.00507 - 0.002)) = 304.7 \text{ k N}$$

5. 終局許容せん断耐力 (5-24) 式

$$N=2000+500=2500 \text{ k N の場合}$$

$$Q_{BSu}=500 \times 450 \times 7/8 \times ((0.092 \times 0.72 \times 2.36 \times 0.0062^{0.23} \times (18+24) / (3+0.12)) + 0.85 \times \sqrt{(0.00507 \times 295)} + 0.1 \times 2500 \times 10^3 / 500^2) = 471.3 \text{ k N}$$

$$N=2000-500=1500 \text{ k N の場合}$$

$$Q_{BSu}=500 \times 450 \times 7/8 \times ((0.092 \times 0.72 \times 2.36 \times 0.0062^{0.23} \times (18+24) / (3+0.12)) + 0.85 \times \sqrt{(0.00507 \times 295)} + 0.1 \times 1500 \times 10^3 / 500^2) = 401.3 \text{ k N}$$

5. 降伏曲げモーメント

$$0.4 \text{ bDF}_c=2400 \text{ k N} \quad N=2500 \text{ k N} \quad N/\text{bDF}_c=2500 \times 10^3 / (500^2 \times 24) = 0.416 > 0.4$$

したがって、 M_u は(4-51)式で計算する。

$$N_{\max}=500^2 \times 24 + 12 \times 387.1 \times 295 = 7370.3 \times 10^3 = 7370.3 \text{ k N}$$

$$M_u = (0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.12bD^2 F_c) \frac{7370 - 2500}{7370 - 2400} = 531.8 \text{ kNm}$$

$$Q_{Mu}=531.8 \times 2 / 3.5 = 303.9 \text{ k N} < 304.7 \text{ k N}$$

$$N=1500 \text{ k N の場合} \quad N/\text{bDF}_c=1500 \times 10^3 / (500^2 \times 24) = 0.25 < 0.4$$

Mu は(4-41)式で計算する。

$$Mu = 0.8a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5 \cdot N \cdot D \left(1 - \frac{N}{b \cdot D \cdot Fc}\right) = 464.0 \text{ kN}$$

$$Q_{MU} = 464 \times 2/3.5 = 265.1 \text{ kN} < 304.7 \text{ kN}$$

6. N=2500 kN の場合

$$Q_{MU} = 581.3 \times 2/2.5 = 465.0 \text{ kN}$$

N=1500 kN の場合

$$Q_{MU} = 464 \times 2/2.5 = 371.2 \text{ kN}$$

いずれも、 $Q_{MU} > Q_{AS} = 304.7 \text{ kN}$ であり、せん断力に対して再検討が必要である。

安全性確保のための許容せん断耐力 Q_s の第1項を求める、

$$Q_{sc} = 500 \times 450 \times 7/8 \times 1.095 = 215.6 \text{ kN}$$

$QD = 465.0 \text{ kN}$ とすると

$$\Delta Q_s = 465.0 - 215.6 = 249.4 \text{ kN} = 500 \times 450 \times 7/8 \times 0.5 \times 295 \times (p_w - 0.002)$$

$\therefore p_w = 0.00629$ D13@100 とすると、

$$Pw = 126.7 \times 3 / (500 \times 100) = 0.0076 > 0.00629 \quad \text{OK}$$

このように短柱のせん断には注意する必要がある。