

2009年11月6日実施『鉄筋コンクリート棒部材の曲げに関する小テスト』の解答

解答は略解を示す．詳細は講義で解いた例題の解答を参照のこと．【50点満点】

注意：「有効数字2桁」で答を求めるには、途中の計算では3桁以上で行い、最後に数値を丸める。でないと最後に丸めた数値の2桁目が正しくなくなる場合がある。

(1) 用語問題【配点5点】

答：有効高さ

(2) 曲げひび割れ発生モーメント M_{cr} 【配点5点】

$$M_{cr} = f_b \cdot I \cdot \frac{2}{h} = \frac{f_b \cdot b \cdot h^2}{6} = \frac{6 \times 300 \times 500^2}{6} = 75 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 7.5 \times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：7.5 × 10 kN・m (75 kN・m)

(3) 曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏までの鉄筋コンクリート断面【配点5点】

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = d p n \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{n p}} \right) = 154 \text{ mm} = 1.5 \times 10^2 \text{ mm}$$

答：1.5 × 10² mm (154mm)

(4) 使用状態における作用モーメントと鉄筋応力の関係【配点5点】

鉄筋ひずみ ε_s が 1000×10^{-6} に達するときのモーメントを求めると、

$$M = A_s \sigma_s \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = A_s E_s \varepsilon_s \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 1500 \times 2 \times 10^5 \times 1000 \times 10^{-6} \times \left(450 - \frac{154}{3} \right) \\ = 119.6 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1.2 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：1.2 × 10² kN・m (120 kN・m)

(5) 鉄筋降伏時のモーメント【配点5点】

中立軸の位置 z_n は(3)と同じ値を用いて、

$$M = A_s \sigma_s \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = A_s f_y \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 1500 \times 400 \times \left(450 - \frac{154}{3} \right) \\ = 239.2 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 2.4 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：2.4 × 10² kN・m (240 kN・m)

(6) 曲げ耐力【配点10点】

コンクリートの圧縮合力は $C'_c = 0.8 \cdot f'_c \cdot b \cdot z_n$ となる．中立軸の位置 z_n について解くと、

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.8 f'_c b} = \frac{1500 \times 400}{0.8 \times 40 \times 300} = 62.5 \text{ mm}$$

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 1500 \times 400 \times (450 - 0.4 \times 62.5) = 255 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 2.6 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：2.6 × 10² kN・m (260 kN・m)

(7) 破壊時の曲率と降伏時の曲率【配点5点】

降伏時の曲率は(5)の解より、

$$\phi_y = \frac{\varepsilon_y}{d - z_n} = \frac{2000 \times 10^{-6}}{450 - 154} = 6.76 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

破壊時の曲率は(6)の解より、

$$\phi_u = \frac{\varepsilon'_u}{z_n} = \frac{3500 \times 10^{-6}}{62.5} = 56 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

$$\text{よって、} \frac{\phi_u}{\phi_y} = 8.28$$

答：8.3倍

(8) 釣合い鉄筋比【配点10点】

釣合い破壊時を考える。

$$C'_c = T_s \text{ より, } 0.8f'_c b z_n = p_b b d f_y$$

コンクリートの上縁のひずみが ϵ'_u 鉄筋のひずみが ϵ_y となるから中立軸の位置は,

$$z_n = \frac{\epsilon'_u}{\epsilon'_u + \epsilon_y} d$$

以上より,

$$p_b = \frac{0.8f'_c}{f_y} \frac{\epsilon'_u}{\epsilon'_u + \epsilon_y} = 0.051$$

答: 5.1%