

2016年10月21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】

(1) 曲げひび割れ発生モーメント M_{cr} 【配点5点】

$$M_{cr} = f_b \cdot I \cdot \frac{2}{h} = \frac{f_b \cdot b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \times 400 \times 600^2}{6} = 120 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 120 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：1.2 × 10² kN・m (120 kN・m)

(2) 曲げひび割れ発生直前の曲率 ϕ_{cr} 【配点5点】

$$\phi_{cr} = \frac{M_{cr}}{E_c I} = \frac{f_b}{E_c} \cdot \frac{2}{h} = \frac{5 \times 2}{2.2 \times 10^4 \times 600} = 7.58 \times 10^{-7} \text{ mm}^{-1}$$

答：7.6 × 10⁻⁷ mm⁻¹ (7.6 × 10⁻⁴ m⁻¹)

(3) 曲げひび割れ発生直後の鉄筋応力 【配点5点】

中立軸の位置 z_n は

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = d p n \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{n p}} \right) = 205.6 \text{ mm}$$

鉄筋応力は

$$\sigma_s = \frac{M_{cr}}{A_s \left(d - \frac{z_n}{3} \right)} = \frac{120 \times 10^6}{2700 \times \left(550 - \frac{205.6}{3} \right)} = 92.3 \text{ N/mm}^2$$

答：9.2 × 10 N/mm² (92.3 N/mm²)

(4) 鉄筋応力曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏までの中立軸 【配点5点】

(3) ですでに求めている

答：2.1 × 10² mm (206mm)

(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、

$$M_y = A_s f_y \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 2700 \times 400 \times \left(550 - \frac{205.6}{3} \right) = 520 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 5.2 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：5.2 × 10² kN・m (520 kN・m)

(6) 鉄筋降伏時の断面の曲率 【配点5点】

中立軸の位置 z_n は (2) と同じ値を用いて、

$$\phi_y = \frac{\varepsilon_y}{d - z_n} = \frac{2000 \times 10^{-6}}{550 - 205.6} = 5.81 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

答：5.8 × 10⁻⁶ mm⁻¹ (5.8 × 10⁻³ m⁻¹)

(7) 曲げ耐力 【配点5点】

コンクリートの圧縮合力は $C'_c = 0.68 \cdot f'_c \cdot b \cdot z_n$ となる。中立軸の位置 z_n について解くと、

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.68 f'_c b} = \frac{2700 \times 400}{0.68 \times 35 \times 400} = 113.4 \text{ mm}$$

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 2700 \times 400 \times (550 - 0.4 \times 113.4) = 545 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 5.5 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：5.5 × 10² kN・m (545 kN・m)

(8) 破壊時の中立軸の位置 【配点5点】

(7) ですでに求めている

答：1.1 × 10² mm (113mm)

(9) 破壊時の断面の曲率 【配点5点】

中立軸の位置 z_n は (7) と同じ値を用いて、

$$\phi_u = \frac{\varepsilon'_u}{z_n} = \frac{3500 \times 10^{-6}}{113.4} = 30.9 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1}$$

答 : $3.1 \times 10^{-5} \text{ mm}^{-1}$ ($3.1 \times 10^{-2} \text{ m}^{-1}$)

(10) M- ϕ 関係 **【配点 5 点】**

M- ϕ 平面に(0,0), (M_{cr} , ϕ_{cr}), (M_y , ϕ_y), (M_u , ϕ_u)を結ぶグラフを描く