

2004年11月19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。

(1) 曲げひび割れ発生モーメント M_{cr}

曲げひび割れ発生までの鉄筋コンクリートは、弾性はりとしてモデル化できるから、

$$M_{cr} = f_b \cdot I \cdot \frac{2}{h} = \frac{f_b \cdot b \cdot h^2}{6} = \frac{6 \times 150 \times 300^2}{6} = 135 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{mm} = 1.4 \times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：1.4 × 10kN・m (14kN・m)

(2) 鉄筋降伏モーメント M_y

曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏までの鉄筋コンクリートを表現する際の一般的な仮定を方程式で表し、これらを連立し、中立軸の位置 z_n について解くと、

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = \frac{750 \times 2 \times 10^5}{150 \times 2 \times 10^4} \times \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{150 \times 250 \times 2 \times 10^4}{750 \times 2 \times 10^5}} \right)$$
$$= 50 \times (-1 + \sqrt{11}) = 50 \times (-1 + 3.32) = 116 \text{ mm}$$

鉄筋応力 $\sigma_s = f_y$ ($=400 \text{ N/mm}^2$) となるときのモーメントを求めると、

$$M = A_s f_y \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 750 \times 400 \times \left(250 - \frac{116}{3} \right) = 6.34 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} = 6.3 \times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：6.3 × 10kN・m (63kN・m)

(3) 曲げ耐力 M_u

コンクリートの圧縮合力は $C'_c = 0.68 \cdot f'_c \cdot b \cdot z_n$ となることに留意する。

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.85 \times 0.8 f'_c b} = \frac{750 \times 400}{0.68 \times 40 \times 150} = \frac{50}{0.68} \text{ mm}$$

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 750 \times 400 \times \left(250 - 0.4 \frac{50}{0.68} \right) = 6.62 \times 10^7 \text{ N} \cdot \text{mm} = 6.6 \times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：6.6 × 10kN・m (66kN・m)

(4) 曲げ破壊時の曲率 ϕ_u

(3) の続き

$$\phi_u = \frac{\varepsilon'_u}{z_n} = \frac{3500 \times 10^{-6}}{50/0.68} = 47.6 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

答：4.8 × 10⁻² m⁻¹ (0.048m⁻¹)