

2010年版「コンクリート構造の力学」試験問題の解答

- 有効数字は通常2桁か3桁である。答えを3桁で求めるためには、途中の計算は4桁以上で行わなければならない。

問題1：RCはりの曲げ【35点】

(1) 鉄筋の断面積

$$A_s = pbd = \dots = 900\text{mm}^2$$

900mm² **答** (配点5点)

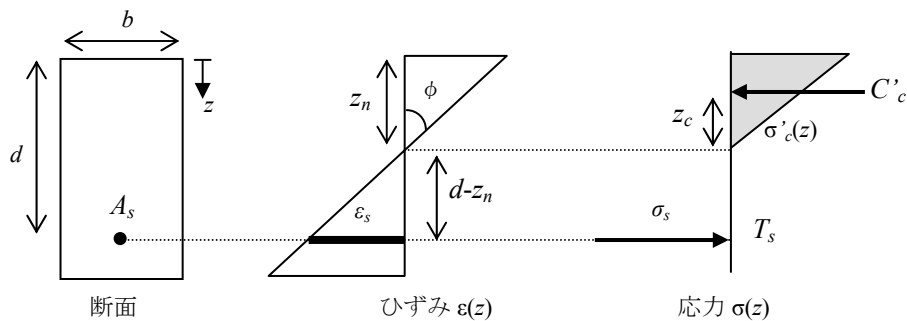
(2) 曲げひび割れ発生モーメント

$$M_{cr} = \frac{f_b I}{h/2} = \dots = 25.5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

25.5kN·m **答** (配点5点)

(3) 曲げひび割れ発生直後の鉄筋ひずみ

曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏前の、断面のひずみ、応力の状態は以下のように表す。



中立軸の位置 z_n は

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = p d n \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{np}} \right) = \dots = 113.3 \text{ mm}$$

この状態で作用曲げモーメントが(1)で求めた M_{cr} であるときの鉄筋応力は

$$\varepsilon_s = \frac{M_{cr}}{A_s E_s (d - z_n/3)} = \dots = 515 \times 10^{-6}$$

515×10⁻⁶ **答** (配点5点)

(4) 作用曲げモーメントが与えられたときの鉄筋応力

(2)と同じ曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏前の状態を仮定する。作用曲げモーメントが(2)で求めた M_{cr} の2倍であるときの鉄筋応力は

$$\sigma_s = \frac{2M_{cr}}{A_s (d - z_n/3)} = \dots = 216 \text{ N/mm}^2$$

これは f_y 以下であり、降伏していないので、曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏前の状態にあるとした仮定は正しい。

216N/mm² **答** (配点5点)

(5) (3)のときの曲げひび割れ幅

$$w = 1.1 k_1 k_2 k_3 \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \left(\frac{\sigma_s}{E_s} + \varepsilon'_{csd} \right)$$

$$= 1.1 \times 1.0 \times \left(\frac{15}{30 + 20} + 0.7 \right) \times 1.0 \times 200 \times \left(\frac{216}{2.1 \times 10^5} + 150 \times 10^{-6} \right) = 0.2596$$

0.26mm **答** (配点5点)

(6) 鉄筋降伏モーメント

$$M_y = C'_c \cdot z_c + T_s \cdot (d - z_n) = T_s \cdot (d - z_n + z_c) = A_s f_y \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 99.12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

99.1kN・m **答** (配点 5 点)

(7) 曲げ耐力 (応力-ひずみ関係が (ii))

コンクリートの応力ひずみ関係が (ii) であることを考慮して, 中立軸の位置 z_n は

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.68 f'_c b} = 74.12 \text{ m}$$

曲げ耐力は,

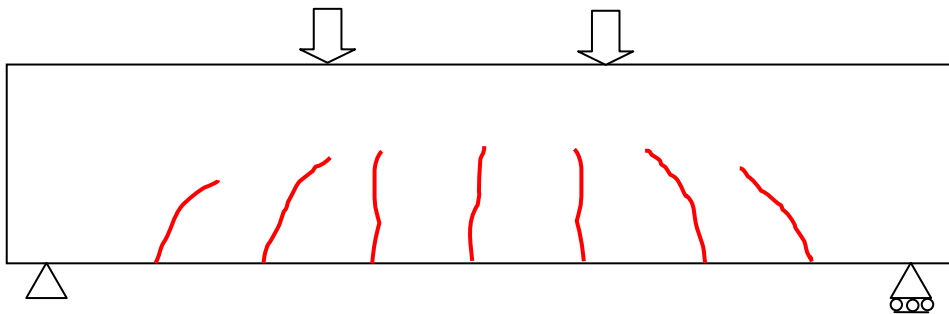
$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 102.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

102kN・m **答** (配点 5 点)

問題 2 : RC 単純梁の曲げ降伏荷重とせん断耐力 【30 点】

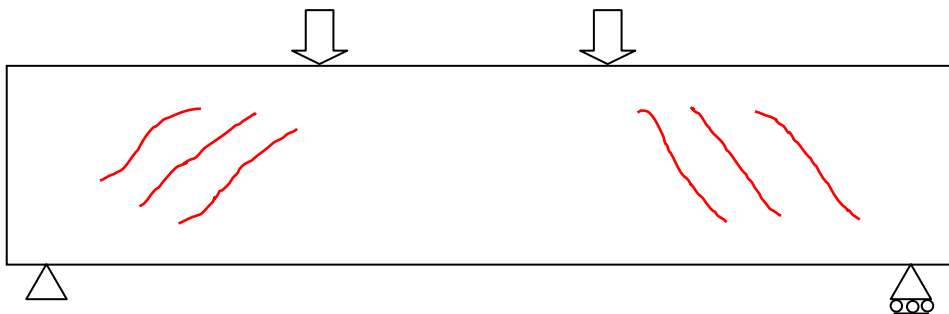
(1) 曲げひび割れの図 (配点 5 点)

せん断区間でひび割れ先端が斜め方向に向いていない場合は, 4 点



(2) せん断ひび割れの図 (配点 5 点)

斜めのひび割れが 1 本だけの場合は, 3 点



(3) 曲げ降伏荷重

圧縮縁 (下縁) から中立軸までの距離 z_n は,

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = p d n \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{n p}} \right) = \dots = 655.8 \text{ mm}$$

鉄筋降伏モーメントは,

$$M_y = C'_c \cdot z_c + T_s \cdot (d - z_n) = T_s \cdot (d - z_n + z_c) = A_s f_y \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 2.85 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{mm} = 28,500 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

降伏は曲げモーメントが最大である中央で生じるから, 降伏荷重は,

$$P_y = 2 \times \frac{M_y}{a} = 9.50 \times 10^6 \text{ N} = 14250 \text{ kN}$$

$1.43 \times 10^4 \text{ kN}$ **答** (配点 5 点)

(4) セン断ひび割れ発生荷重

コンクリートが受け持つせん断耐力 (=せん断ひび割れ発生時のせん断力) :

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d = 0.841 \times 1.000 \times 1.0 \times 0.621 \times 2000 \times 2000 = 2.09 \times 10^6 \text{ N} = 2,090 \text{ kN}$$

$$P_{vc} = 2 \times V_c = 4.18 \times 10^6 \text{ N} (4180 \text{ kN})$$

$4.18 \times 10^3 \text{ kN}$ **答** (配点 5 点)

($2.09 \times 10^6 \text{ N}$ (2090kN)は△とする. 3 点)

(5) セン断耐力

コンクリートが受け持つせん断耐力 :

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d = 0.841 \times 1.000 \times 1.0 \times 0.621 \times 2000 \times 2000 = 2.09 \times 10^6 \text{ N} = 2,090 \text{ kN}$$

せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力 :

$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s} = 400 \times 400 \times (1 + 0) \frac{2000/1.15}{200} = 1.39 \times 10^6 \text{ kN} = 1,390 \text{ kN}$$

$$\text{せん断耐力} : V_u = V_c + V_s = 3,480 \text{ kN}$$

$$P_{vu} = 2 \times (V_c + V_s) = 6.96 \times 10^6 \text{ N} = 6,960 \text{ kN}$$

$6.96 \times 10^3 \text{ kN}$ **答** (配点 5 点)

($3.48 \times 10^6 \text{ N}$ (3480kN)は△とする. 3 点)

(6) 破壊モードの判定

「せん断ひび割れ発生荷重」 < 「せん断破壊荷重」 < 「曲げ降伏荷重」であるので、曲げ降伏が生じる前に、せん断ひび割れが発生し、その後、せん断破壊に至る。ゆえに、破壊モードは「せん断破壊」となる。

(配点 5 点)

問題 3 : 記述問題 【15 点】 (各 3 点) 部分点あり

- (1) グラウト
- (2) 付着と定着の違い
- (3) つりあい鉄筋比
- (4) 許容ひび割れ幅 (ひび割れ幅の限界値)
- (5) 曲げひび割れ発生後の鉄筋ひずみの分布

問題 4 : 正誤問題 【20 点】 (各 2 点)

- (1) ○ (不可能ではない)
- (2) ○
- (3) ○
- (4) ×
- (5) ○
- (6) ×
- (7) ○
- (8) ○
- (9) ○
- (10) ×