

2012 年度版「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【40 点】

(1) 鉄筋の断面積

$$A_s = pbd = \dots = 2250 \text{mm}^2$$

2250mm² **答** (配点 5 点)

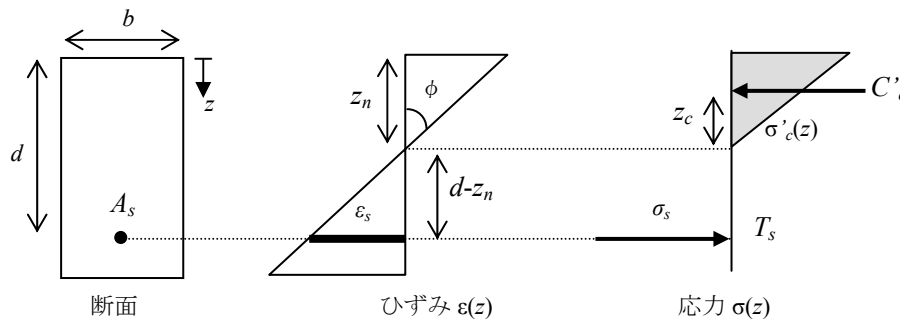
(2) 曲げひび割れ発生モーメント

$$M_{cr} = \frac{f_b I}{h/2} = \dots = 83.18 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

83.2kN·m **答** (配点 5 点)

(3) (配点 5 点)

(ア) 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

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = p d n \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2}{n p}} \right) = \dots = 182.6 \text{mm}$$

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

$$\sigma_s = \frac{M_{cr}}{A_s (d - z_n / 3)} = \dots = 84.19 \text{N/mm}^2$$

となりたしかに降伏していない。(配点 3 点)

(イ) 鉄筋降伏時のコンクリートの圧縮縁のひずみは

$$\varepsilon_c = \varepsilon_y \frac{z_n}{d - z_n} = 1096 \times 10^{-6}$$

となり圧縮破壊していない。よってコンクリートの圧縮破壊より鉄筋の降伏が先行する。(配点 2 点)

(4) 鉄筋応力が与えられたときの曲げひび割れ幅

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

$$= 1.1 \times 1.0 \times \left(\frac{15}{40 + 20} + 0.7 \right) \times 1.0 \times 250 \times \left(\frac{150}{2.1 \times 10^5} + 150 \times 10^{-6} \right) = 0.226$$

0.23mm **答** (配点 5 点)

(5) 鉄筋降伏モーメント

$$M_y = A_s f_y \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 395.2 \text{kN} \cdot \text{m}$$

395kN·m **答** (配点 5 点)

(6) 曲げ耐力 (応力-ひずみ関係が (i))

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.688 f'_c b} = \dots = 109.0 \text{ mm}$$

$$M_u = 0.688 f'_c b z_n \cdot 0.584 z_n + A_s f_y \cdot (d - z_n) = \dots = 409.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

409kN・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

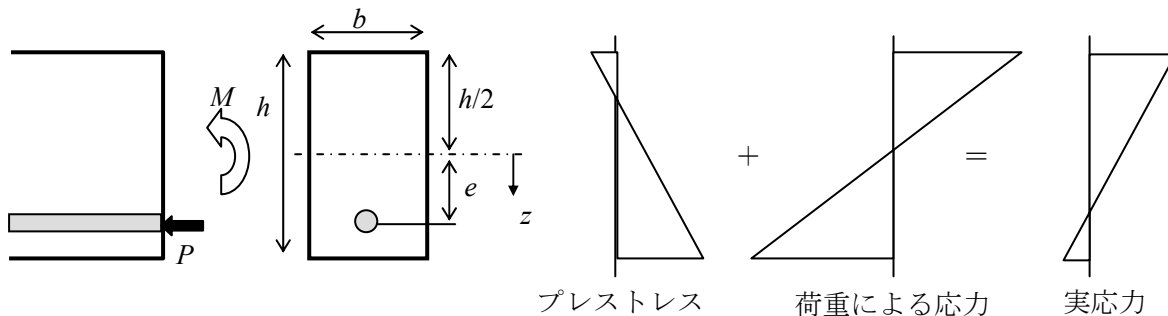
$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.68 f'_c b} = 110.3 \text{ mm}$$

曲げ耐力は、

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 410.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

410kN・m **答** (配点 5 点)

(8) プレストレストコンクリートのデコンプレッションモーメント



下縁の応力が 0 になるとき

$$\sigma' \left(\frac{h}{2} \right) = \left(\frac{P}{bh} + \frac{Pe}{I} \frac{h}{2} \right) - \frac{M}{I} \frac{h}{2} = 0$$

このときの M が (2) で求めた M_{cr} と一致するとすると、

$$P = \frac{\frac{M_{cr} h}{I} \frac{2}{h}}{\frac{1}{bh} + \frac{eh}{2I}} = 263 \text{ kN}$$

263kN **答** (配点 5 点)

問題 2 : RC 梁の曲げ耐力とせん断耐力 【25 点】

- 問題の主旨を正しく理解していない解答がみられた。As や s に関する正解の範囲を、方程式を解いて求めるのではなく、ある As や s を設定し、それが条件を満たすことを証明することを求めている。もちろん、正解となる As や s の範囲の中から設定しなければならないので、正解の範囲を大よそ把握している必要があるが、それは試行錯誤でよく、解答に書かなくてよい。

例えば、 $A_s = 1800 \text{ mm}^2$, $s = 50 \text{ mm}$ とすると

曲げ破壊に対する検討：

中立軸の位置 z_n は

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.68 f'_c b} = 101 \text{ mm}$$

曲げ耐力は、

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 403 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

曲げ破壊荷重は、

$$P_{mu} = 2 \times \frac{M_{mu}}{a} = 537216 \text{ N} = 537 \text{ kN} > 100 \text{ kN} \quad (\text{曲げ破壊しないことの確認で 10 点})$$

せん断破壊に対する検討：

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）：

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d = 1.1 \cdot 1.036 \times 1.0 \times 0.653 \times 300 \times 600 = 138332 N = 138 kN$$

せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力：

$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s} = 150 \times 400 \times (1 + 0) \frac{600/1.15}{50} = 626087 kN = 626 kN$$

せん断耐力： $V_u = V_c + V_s = 764 kN$

$$P_{vu} = 2 \times (V_c + V_s) = 1528 kN > 100 kN \quad (\text{せん断破壊しないことの確認で 10 点})$$

曲げ耐力とせん断耐力の比較：

$$P_{vu} (=1528 kN) > 2 * P_{mu} (=2 * 537 kN) \quad (\text{せん断耐力が曲げ耐力の 2 倍以上の確認で 5 点})$$

【注】本問題は規定したせん断補強鉄筋の断面積（ A_w ）が小さ過ぎるので、せん断補強鉄筋の間隔 s をかなり狭くしないとせん断耐力が曲げ耐力の 2 倍にならない。問題の不備であるので、「せん断耐力が曲げ耐力の 2 倍以上の確認で 5 点」は全員に加点する。

問題 3：記述問題【15 点】（各 5 点）部分点あり

(1) 地震時の変形性能に及ぼす帯鉄筋の役割

「主鉄筋が降伏した後も圧縮部ひび割れたコンクリートを拘束し、はらみだすのを防止するため、より大きな変位になっても、耐力の低下を小さくできる。地震に対してねばりのある構造特性とすることができる。」など。

(2) 構造細目（特に耐震性能に影響を及ぼす構造細目）

「主鉄筋の途中定着をなくす、帯鉄筋を主鉄筋に定着させる、大断面での帯鉄筋の定着、大断面での中間帯鉄筋の配置」など。

(3) 加速度応答スペクトル

「横軸に 1 自由度系の固有周期を縦軸に絶対加速度応答の最大値をとった応答スペクトル。耐震設計で入力地震動を表現する場合に通常使われる。」など

問題 4：正誤問題【20 点】（各 2 点）

- (1) ×
- (2) ○
- (3) ×
- (4) ○
- (5) ×
- (6) ×
- (7) ○
- (8) ×
- (9) ×
- (10) ○