

「コンクリート構造の力学」 期末試験問題

注意：

- 持参した A4 用紙 1 枚の自筆メモのみ参照してよい。このメモは答案と一緒に提出すること。
- 計算機は使用してよい。
- 携帯電話の計算機機能を使用してよいが、試験中は携帯電話内に保存したデータの閲覧、メールの送受信、インターネットの閲覧をしてはならない。

問題 1：曲げモーメントを受ける下図の鉄筋コンクリートはりについて、以下の設問に答えよ。

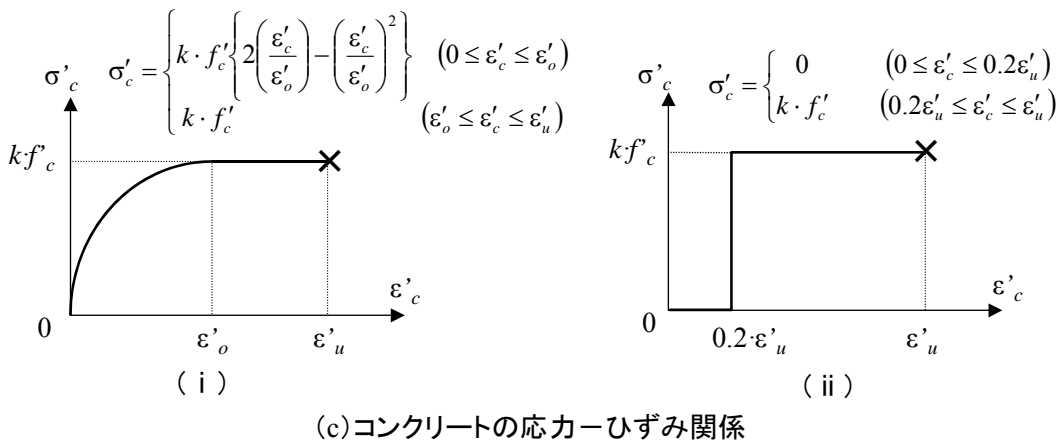
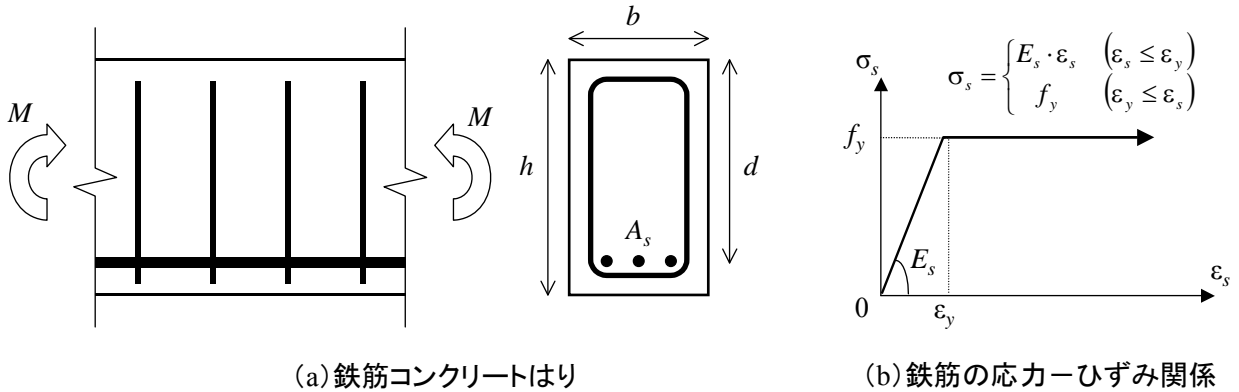


図 1 RC はりの断面および材料の応力-ひずみ関係

寸法		コンクリート		鉄筋	
b	200mm	圧縮強度 f'_c	35N/mm ²	弾性係数 E_s	2.0×10^5 N/mm ²
d	300mm	ひび割れ強度 f_b	5.0N/mm ²	降伏強度 f_y	400 N/mm ²
h	350mm	弾性体として扱う場合の弾性係数 E_c	2.5×10^4 N/mm ²	降伏ひずみ ϵ_y	$=f_y/E_s$
A_s	900mm ²	圧縮破壊ひずみ ϵ'_u	3500×10^{-6}		
		ϵ'_o	2000×10^{-6}		
		k	0.85		

- (1) 鉄筋比を求めよ。
 - (2) 曲げひび割れ発生モーメント M_{cr} を求めよ。
 - (3) 曲げひび割れ発生直後の鉄筋の応力を求めよ。
 - (4) 鉄筋の応力が 150 N/mm² になるときの作用曲げモーメントを求めよ。
 - (5) 作用曲げモーメントが 50kN・m であるときの曲げひび割れ幅を求め、ひび割れ幅の限界値を満足するかどうか照査せよ。
- (ア) 曲げひび割れ幅は次式で算定してよい。

$$w = 1.1k_1k_2k_3 \left\{ 4c + 0.7(c_s - \phi) \right\} \left(\frac{\sigma_s}{E_s} + \epsilon'_{csd} \right)$$

ここに、 k_1 ：鉄筋の表面形状がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数。1.0 としてよい。

k_2 : コンクリートの品質がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数.

$$k_2 = \frac{15}{f'_c + 20} + 0.7 \text{ としてよい}$$

k_3 : 鉄筋段数がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数. 1.0 としてよい.

$4c + 0.7(c_s - \phi)$: ひび割れ間隔. 200mm としてよい.

ε'_{csd} : コンクリートの乾燥収縮 (150×10^{-6} としてよい)

(イ) ひび割れ幅の限界値は式 $w_a = 0.005c$ により求めてよい. ここに c はかぶりであり, 本問では 40mm としてよい.

(6) 引張鉄筋が降伏するときの曲げモーメント M_y を求めよ.

(7) コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係に図 1 の (i) を用いた場合のはりの曲げ耐力 M_u を計算せよ. 以下の (ア) (イ) を用いてよい.

(ア) 中立軸の位置を上縁から z_n とすると, コンクリートの圧縮合力 C'_c は次式で表される.

$$C'_c = k f'_c b z_n \left(1 - \frac{1}{3} \frac{\varepsilon'_o}{\varepsilon'_u} \right)$$

(イ) 中立軸の位置を上縁から z_n とすると, 中立軸から圧縮力の作用中心までの距離 z_c は次式で表される.

$$z_c = z_n \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{12} \left(\frac{\varepsilon'_o}{\varepsilon'_u} \right)^2}{1 - \frac{1}{3} \frac{\varepsilon'_o}{\varepsilon'_u}}$$

(8) コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係に図の (ii) を用いた場合の, はりの曲げ耐力 M_u を計算せよ.

(9) このはりの荷重ゼロから破壊までの, 曲げモーメントと曲率の関係を概形を図に描け. 主要点の曲げモーメントと曲率の値も記入せよ.

(10) 題意のはりの鉄筋比を変更したい. 破壊モードが曲げ引張破壊となるための鉄筋比の範囲を求めよ.

問題 2: 下図の集中荷重を受ける鉄筋コンクリート単純梁の耐荷性状について, 以下の設問に答えよ.

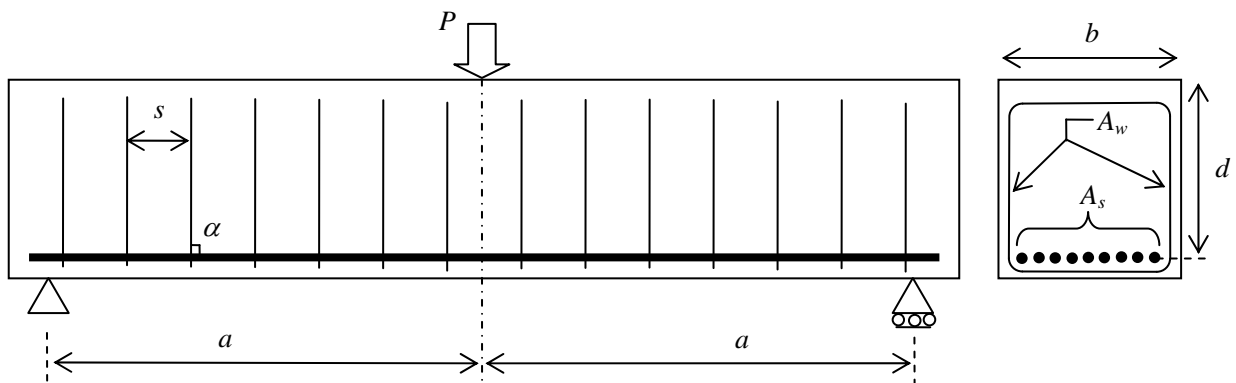


図 鉄筋コンクリート単純梁

<p>寸法など: $a=9,000\text{mm}$ $b=3,000\text{mm}$ $d=3,000\text{mm}$ $s=200\text{mm}$ $\alpha=90^\circ$ $A_s=100,000\text{mm}^2$ (軸方向鉄筋の合計断面積) $A_w=500\text{mm}^2$ (一組のせん断補強鉄筋の断面積)</p>	<p>鉄筋の性質: $f_y=350\text{N/mm}^2$ (降伏強度) $E_s=2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ (弾性係数) ・鉄筋は完全弾塑性体と仮定する ・鉄筋の性質は軸方向鉄筋, せん断補強鉄筋共通</p>	<p>コンクリートの性質: $f'_c=30 \text{ N/mm}^2$ (圧縮強度) $E_c=2.5 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (弾性係数) ・コンクリートは圧縮側のみ有効な弾塑性体と仮定する</p>
---	---	--

棒部材のせん断耐力は以下の式で求めてよい。

$$V_u = V_c + V_s$$

ここに、 V_c ：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）

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d$$

$$f_{vc} = 0.20 \cdot \sqrt[3]{f'_c} \quad (f'_c \text{ および } f'_{vc} \text{ の単位は } \text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1000/d} \quad (d \text{ の単位は } \text{mm})$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p} \quad (p \text{ は引張主鉄筋比})$$

$$\beta_n = 1.0 \text{ としてよい}$$

V_s ：せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力

$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

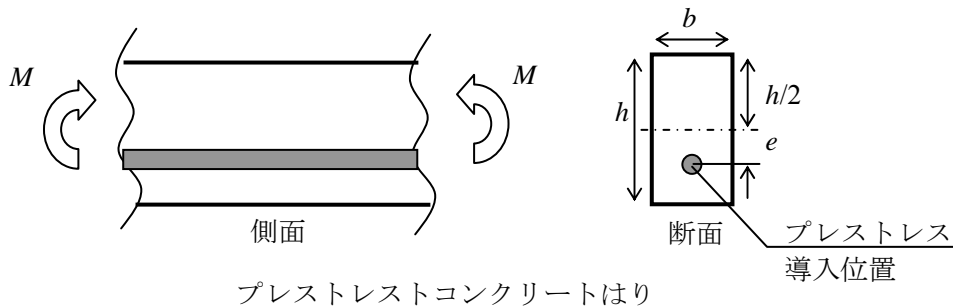
A_w ：一組のせん断補強鉄筋の断面積

α ：せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度

$z = d/1.15$ としてよい

- (1) 軸方向鉄筋が降伏する際の荷重 P を求めよ。なお、せん断破壊は生じないと仮定し、自重を無視してよい。
- (2) せん断破壊が生じる際の荷重 P を求めよ。なお、軸方向鉄筋は降伏しないと仮定する。
- (3) この単純梁に過大な荷重が作用した際に、実際に起こると考えられる破壊モードを説明せよ。

問題3：下図のプレストレストコンクリートはりに 100kN のプレストレスを導入した。以下の問いに答えよ。



$b=200\text{mm}$, $h=400\text{mm}$, $e=100\text{mm}$
 コンクリートのひび割れ強度 $f_b=6.0 \text{ N/mm}^2$
 導入プレストレス力：100kN

- (1) 下縁に引張応力が発生しないためには作用曲げモーメントをどれだけ以下に制限すればよいか。
- (2) 曲げひび割れが発生するときの作用曲げモーメントを求めよ。

問題4：以下について、それぞれ3行以内で答えよ。

- (1) 鉄筋コンクリート部材において曲げひび割れ発生後は引張側コンクリートを無視して曲げ耐荷挙動を算定してよいとされるのはなぜか。
- (2) 鋼材腐食に対するひび割れ幅の限界値が、一定値ではなく、 $0.005c$ のようにかぶりの関数とされているのはなぜか。
- (3) ポストテンション方式のプレストレストコンクリートにおけるグラウトの役割について説明せよ。
- (4) 鉄筋コンクリートの破壊形態としてせん断破壊が好ましくないとされるのはなぜか。
- (5) 鉄筋コンクリート構造物の耐震補強について説明せよ。