

「コンクリート構造の力学」追試験問題

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。
- 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。

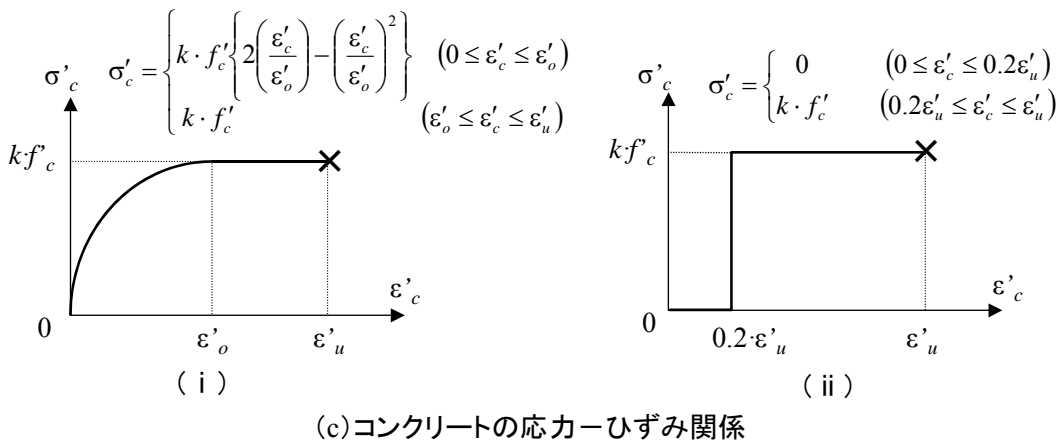
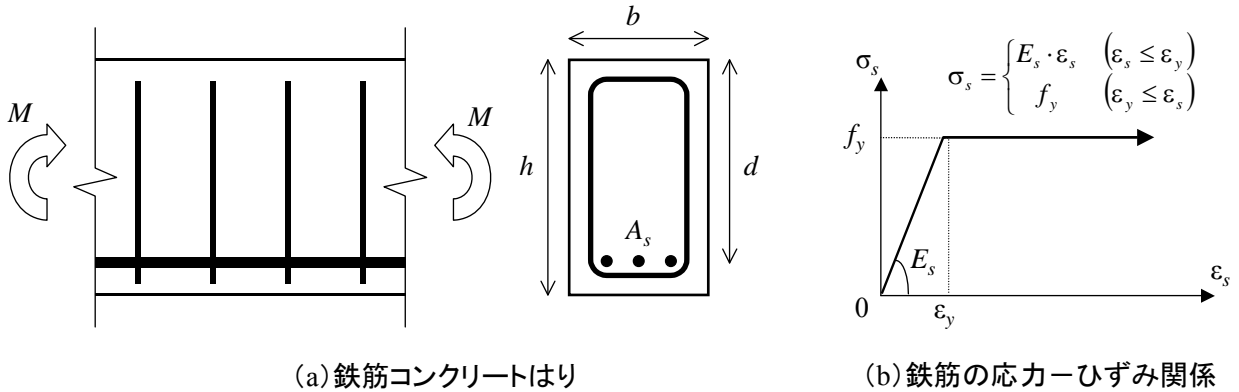


図 1 RC はりの断面および材料の応力-ひずみ関係

寸法		コンクリート		鉄筋	
b	400mm	圧縮強度 f'_c	40N/mm ²	弾性係数 E_s	2.1×10^5 N/mm ²
d	500mm	ひび割れ強度 f_b	5.5N/mm ²	降伏強度 f_y	400 N/mm ²
h	600mm	弾性体として扱う場合の弾性係数 E_c	3.0×10^4 N/mm ²	降伏ひずみ ϵ_y	$=f_y/E_s$
鉄筋の合計断面積 A_s	3600mm 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 100N/mm² であるときの曲げひび割れ幅を求めよ。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. 250mm 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)

(5) 引張鉄筋が降伏するときのモーメント M_y を求めよ.

(6) コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係に図の (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.

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

(7) 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.

(8) 題意のはりを, 鉄筋コンクリートではなく, プレストレストコンクリートにすることを検討する. 緊張材は軸方向鉄筋の位置に設置するものとする. 曲げひび割れ発生モーメントを (2) で求めた値の 2 倍以上とするためには, プレストレス力をどれだけ以上導入すればよいか.

問題 2 : 下図の鉄筋コンクリートはりが必要①②③を満たすように主鉄筋量 A_s , およびせん断補強鉄筋の間隔 s を決定したい. A_s と s を設定し, 要件①②③を満足することを計算により確かめよ

要件 :

- ① 作用荷重のもとで曲げ破壊しない.
- ② 作用荷重のもとでせん断破壊しない.
- ③ 計算上のせん断耐力が計算上の曲げ耐力の 2 倍以上ある.

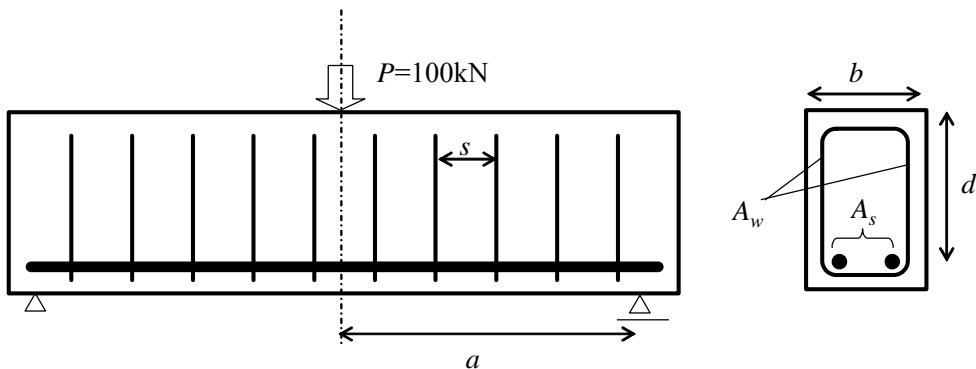


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など

$a=1000$ mm $b=200$ mm $d=400$ mm s :せん断補強鉄筋の間隔 A_s :主鉄筋の断面積 A_w : 400mm^2 (一組のせん断補強鉄筋の断面積)

材料の物性値

コンクリートの圧縮強度 $f'_c=35$ N/mm ² 鉄筋の降伏強度 $f_y=400$ N/mm ² (主鉄筋とせん断補強鉄筋共通)

作用荷重

$P=100$ kN 自重は考慮しなくてよい

本問題では必要に応じて以下の算定式を用いてよい。

【曲げ耐力 M_u 】(断面が曲げ破壊するときの曲げモーメント)

問1のc(ii)の応力ひずみ関係を用いて求めてよい。

【せん断耐力 V_u 】(せん断破壊するときのせん断力)

$$V_u = V_c + V_s$$

ここに、 V_c :コンクリートが受け持つせん断耐力

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

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

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d \text{ の単位は } \text{m})$$

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

$$\beta_n = 1.0 \text{ としてよい}$$

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

問題3:以下について簡単に説明せよ。(各3行以内を目安とする)

- (1) 構造物の固有周期
- (2) S-N 曲線
- (3) 有効プレストレス

問題4:以下の文の内容が正しい場合には○を,誤りを含む場合には×を,解答用紙に記入せよ。

- (1) プレストレストコンクリート桁は,鉄筋コンクリート桁よりも断面を小さくできる。
- (2) プレテンション方式のプレストレストコンクリートでは,グラウトの注入が必要である。
- (3) 鉄筋コンクリート部材に温度上昇が生じると,コンクリートには圧縮応力が導入される。
- (4) コンクリートのクリープは,曲げひび割れ幅を経時的に増大させる。
- (5) 鉄筋コンクリート部材では,ひび割れ発生後も,ひび割れ断面以外ではコンクリートは引張応力を負担する。
- (6) コンクリートの圧縮強度の設計強度は,圧縮強度の特性値よりも高い値である。
- (7) ひび割れ幅が同じであれば,かぶりが多いほど鋼材腐食が生じにくい。
- (8) 耐力算定法の精度は材料係数により考慮する。
- (9) 部材寸法のばらつきは部材係数により考慮する。
- (10) 構造物係数は,構造物の重要度によって異なってよい。