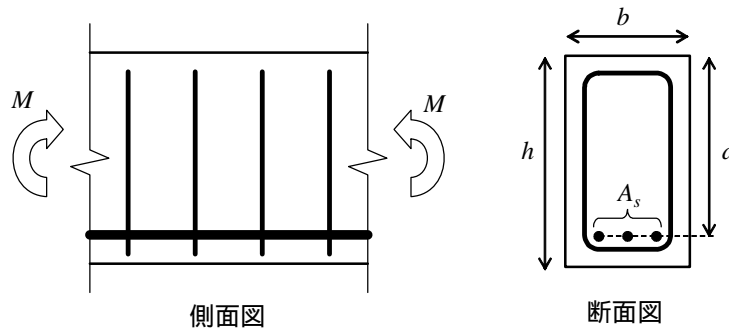


「鉄筋コンクリート構造」期末試験問題

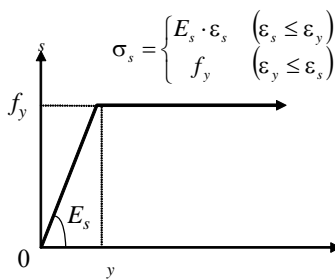
注意：

- 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．

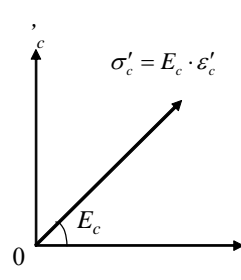
問題 1：曲げモーメントを受ける下図の鉄筋コンクリートはりについて，以下の設問に答えよ．



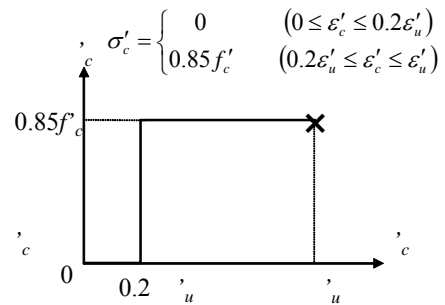
(a)鉄筋コンクリートはり



(b)鉄筋の応力 - ひずみ関係



()



()

(c)コンクリートの応力 - ひずみ関係

寸法		コンクリート		鉄筋	
b	250mm	圧縮強度 f'_c	40N/mm ²	弾性係数 E_s	2.0×10^5 N/mm ²
d	450mm	ひび割れ強度 f_b	6.0N/mm ²	降伏ひずみ ϵ_y	2000×10^{-6}
h	500mm	弾性係数 E_c	2.0×10^4 N/mm ²	降伏強度 f_y	400N/mm ²
A_s (合計断面積)	1500mm ²	圧縮破壊ひずみ ϵ'_u	3500×10^{-6}		

- (1) 曲げひび割れが発生するときのモーメント M_{cr} を求めよ．コンクリートは全断面有効の弾性体としてよく，引張鉄筋を無視して計算してよい．
- (2) 作用モーメントが 150kN・m 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．

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

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)

- (3) 引張鉄筋が降伏するときのモーメント M_y を求めよ．コンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係は図の()を用いるものとする．
- (4) 曲げ耐力(上部コンクリートが圧縮破壊するときの曲げモーメント) M_u を求めよ．コンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係は図の()を用いるものとする．
- (5) このはりの主鉄筋量を4分の1に減らした場合，構造安全性はどうなると考えられるか．計算例を示すなどして，理由とともに説明せよ．

問題2：下図の鉄筋コンクリートはりが必要の安全性を満足するように，引張主鉄筋量，せん断補強鉄筋量を定めたい．

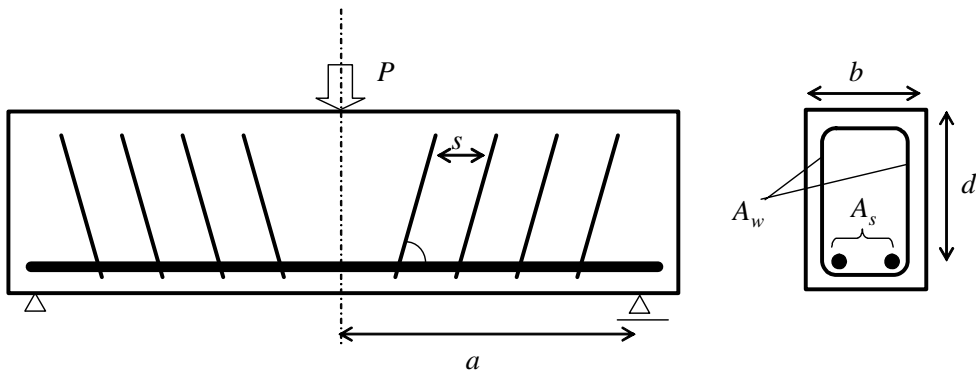


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など	材料の物性値
$a=1500$ mm $b=300$ mm $d=400$ mm $s=150$ mm $=60^\circ$ A_s : 引張主鉄筋の合計断面積 A_w : 一組のせん断補強鉄筋の断面積	コンクリートの圧縮強度 $f'_c=50$ N/mm ² 鉄筋の降伏強度 $f_y=350$ 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

以下の条件を満足する，引張主鉄筋の合計断面積 A_s と一組のせん断補強鉄筋の断面積 A_w の組み合わせを提案せよ．実際に満足していることを順次計算により証明せよ．

- (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．
- (4) 過大な荷重が作用し破壊する際の破壊モードは，曲げ引張破壊モードとなる．

必要に応じて以下の算定式を用いてよい．

【つりあい鉄筋比】

$$p_b = 0.44 \frac{f'_c}{f_y}$$

【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)

$$M_u = pbd^2 f_y \left(1 - 0.6p \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad (\text{ただし } p \text{ は鉄筋比})$$

【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

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} bd$$

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

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

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

$$\beta_n = 1.0 \text{ としてよい}$$

V_s : せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力

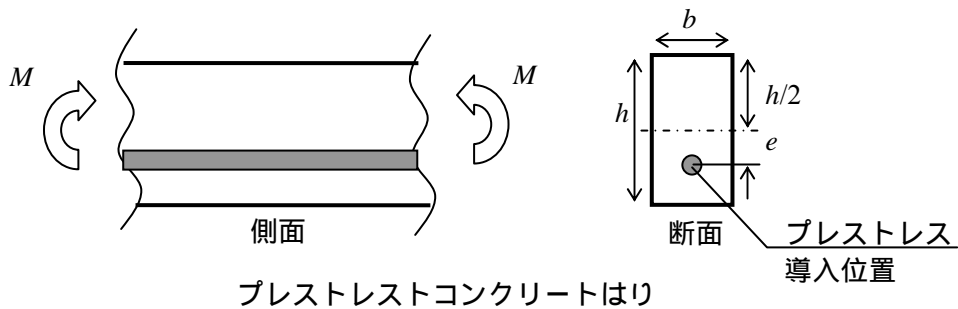
$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

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 : 下図のプレストレストコンクリートはりについて、以下の問いに答えよ。



$b=200\text{mm}$, $h=400\text{mm}$, e : 偏心率
 コンクリートの曲げ引張強度 $f_b=5.0 \text{ N/mm}^2$

- (1) 荷重(曲げモーメント)が作用していないときに、プレストレスにより全断面圧縮となるようにするには、偏心率 e をどれだけ以下に設定すればよいか。
- (2) 偏心率 e を(1)で求めた限界値に設定し、100kNのプレストレス力を導入した。このはりの曲げひび割れ発生モーメントはどれだけとなるか。

問題4 : 以下の問いに、5行以内で簡潔に答えよ。

- (1) 鉄筋コンクリートはりの曲げひび割れは、数十センチ間隔で発生する。なぜ1本ではなく複数のひび割れが発生するのか。
- (2) 許容ひび割れ幅はかぶり厚さの関数で規定されている。すなわち、かぶり厚さが大きいほど許容ひび割れ幅が大きい。この意義について説明せよ。