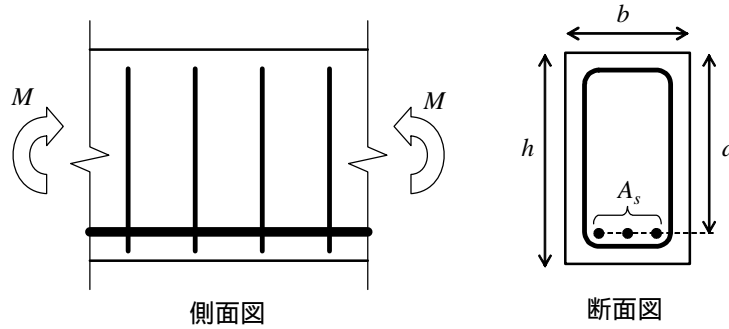


「コンクリート構造の力学」期末試験問題

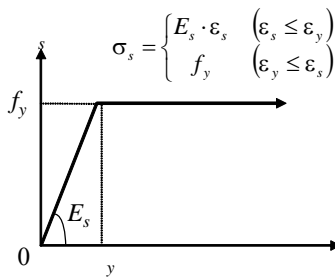
注意：

- 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．

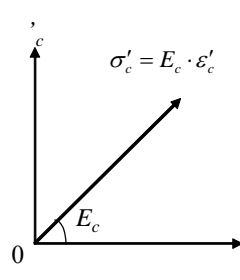
問題 1：曲げモーメントを受ける下図の鉄筋コンクリートはりについて，以下の設問に答えよ．



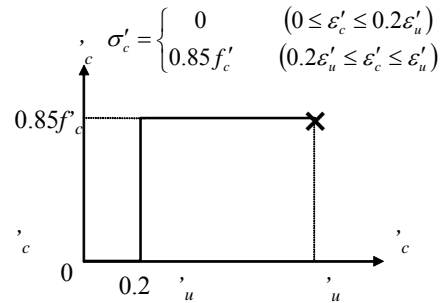
(a)鉄筋コンクリートはり



(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	500mm	圧縮強度 f'_c	40N/mm ²	弾性係数 E_s	2.1 × 10 ⁵ N/mm ²
d	900mm	ひび割れ強度 f_b	6.0N/mm ²	降伏強度 f_y	400N/mm ²
h	950mm	弾性係数 E_c	3.0 × 10 ⁴ N/mm ²		
A_s (合計断面積)	5400mm ²	圧縮破壊ひずみ ϵ'_u	3500 × 10 ⁻⁶		

- (1) このはりの鉄筋比はどれだけか．
- (2) 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．
- (3) 曲げひび割れ発生後，中立軸の位置は，はり上縁からどれだけとなるか．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) 作用モーメントが 1000kN・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．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．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．
- (6) 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．
- (7) このはりの主鉄筋量を3倍に増やした場合，破壊モードはどうなるか検討せよ．

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せん断補強鉄筋の間隔 s を決定したい． s を適当に設定し，必要な安全性を満足することを確認せよ．

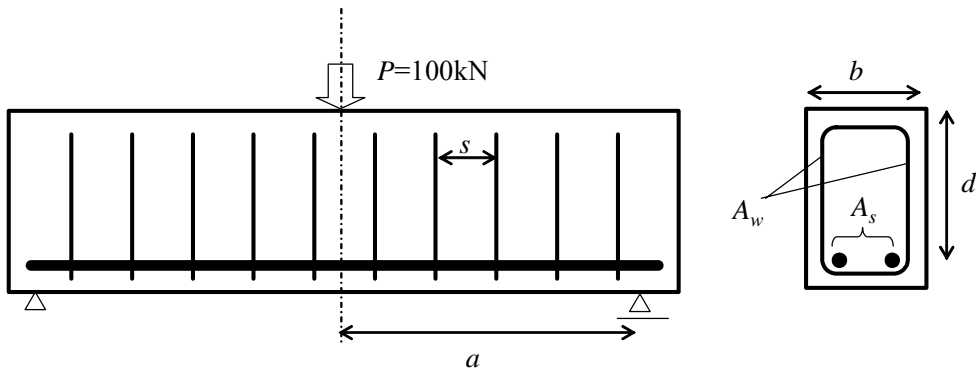


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など	材料の物性値
$a=1000$ mm $b=200$ mm $d=400$ mm s :せん断補強鉄筋の間隔 A_s : 1000mm^2 (合計値) A_w : 150mm^2 (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 $f'_c=30$ 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

必要な安全性 :
作用荷重のもとで曲げ破壊しない． 作用荷重のもとでせん断破壊しない． 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． 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．

本問題では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)

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

【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

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

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

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

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

$$\beta_n = 1.0 \text{ としよ}$$

V_s ：せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力

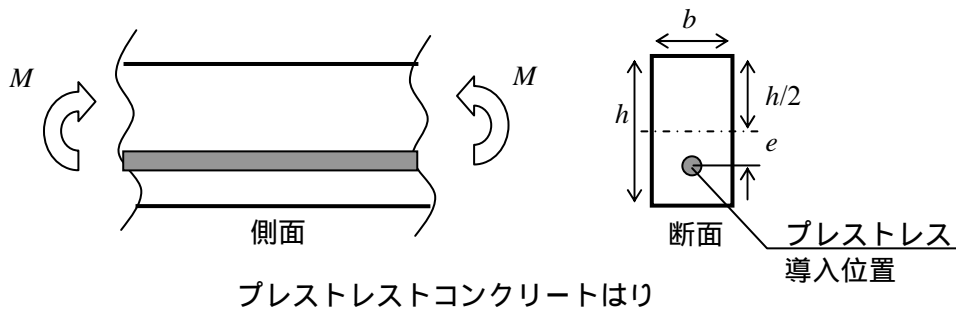
$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

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 のプレストレス力を導入した。以下の問いに答えよ。



$b=200\text{mm}$, $h=400\text{mm}$, $e=150\text{mm}$
 コンクリートのひび割れ強度 $f_b=5.0 \text{ N/mm}^2$
 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荷重（曲げモーメント）をどれだけ以下に制限すればよいか。
- (2) 曲げひび割れを発生させないためには荷重（曲げモーメント）をどれだけ以下に制限すればよいか。

問題4：以下の問いに、5行以内で簡潔に答えよ。

- (1) 過大な荷重が作用したときの鉄筋コンクリート部材の破壊形態として、せん断破壊が好ましくないといわれる理由について述べよ。
- (2) 曲げひび割れ発生以降の鉄筋コンクリートはり部材において、鉄筋を腐食から守る以外に、引張鉄筋周辺のコンクリートが果たす役割について述べよ。