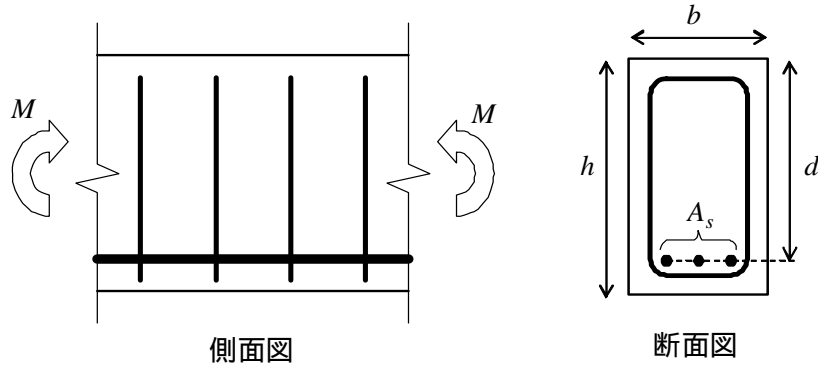


「コンクリート構造の力学」追試験問題

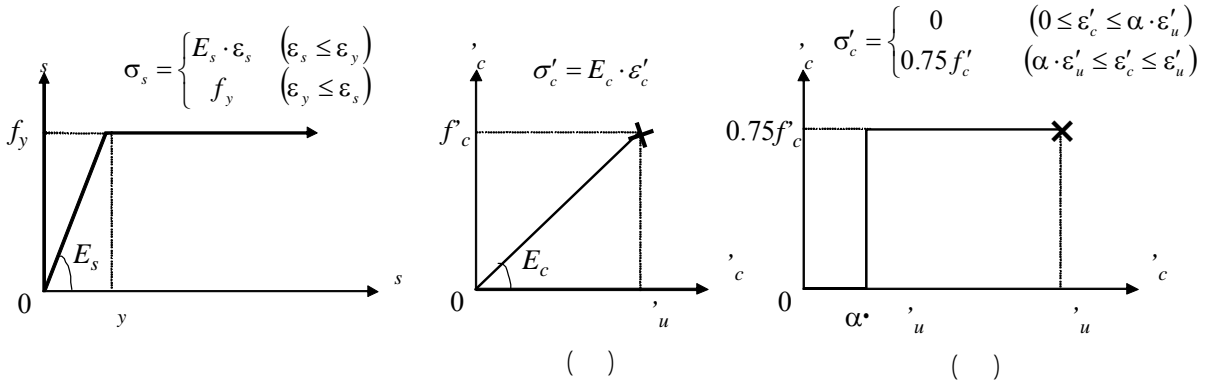
注意：

- 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．

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	200mm	圧縮強度 f'_c	60N/mm ²	弾性係数 E_s	2.1 × 10 ⁵ N/mm ²
d	400mm	ひび割れ強度 f_b	8.0N/mm ²	降伏強度 f_y	360N/mm ²
h	450mm	弾性係数 E_c	3.0 × 10 ⁴ N/mm ²		
A_s (合計断面積)	2400mm ²				

- (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) 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．
- (3) 曲げひび割れ発生直後の鉄筋のひずみを求めよ．
- (4) 鉄筋の応力が 200N/mm²の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 .
 $4c + 0.7(c_s - \quad)$: 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) 図の () で表されるコンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係を用いて求めた曲げ耐力は , の値に関わらず (6) で求めた曲げ耐力と同じ値になることを証明せよ . ただし $0 < \quad < 0.5$ とする .
- (8) このはりの主鉄筋量を 3 倍にした場合の破壊モードについて検討せよ .

問題 2 : 下図の鉄筋コンクリートはりのせん断耐力の計算値が曲げ耐力の計算値の 2 倍以上となるようにするには , せん断補強鉄筋の直径をどれだけ以上にすればよいか .

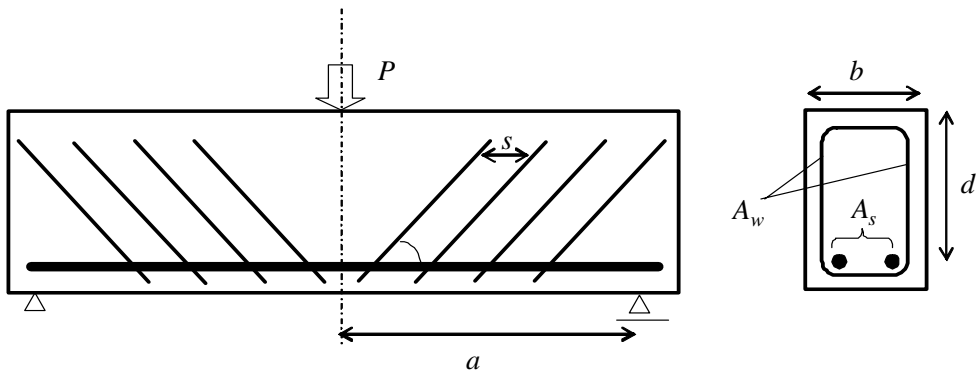


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など

$a=1000 \text{ mm}$ $b=200 \text{ mm}$ $d=400 \text{ mm}$ $s=80 \text{ mm}$ $\alpha=45 \text{ 度}$ $A_s : 2000 \text{ mm}^2$ (合計値) A_w : 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 $f'_c=40 \text{ N/mm}^2$ 鉄筋の降伏強度 $f_y=400 \text{ N/mm}^2$ (主鉄筋とせん断補強鉄筋共通)

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)

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

【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

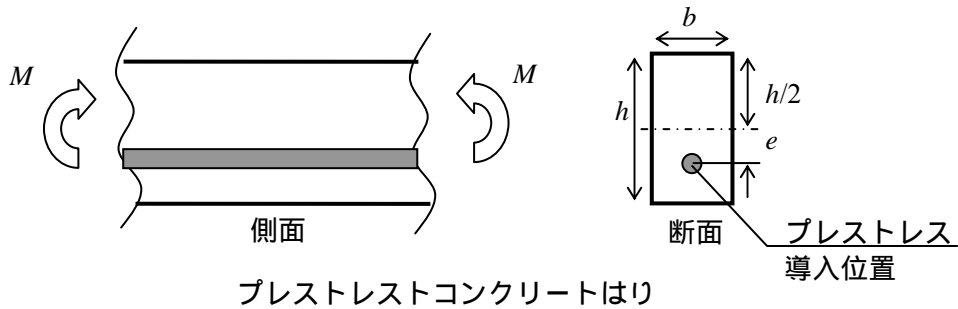
$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

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 120kN のプレストレス力を導入する . 以下の問いに答えよ .



$b=300\text{mm}$, $h=600\text{mm}$, $e=100\text{mm}$
 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 : 120kN

- (1) 荷重 (曲げモーメント) が作用していないときの断面上縁の応力, 下縁の応力をそれぞれ求めよ . 自重は考慮しなくてよい .
- (2) 曲げひび割れ発生モーメントを求めよ .

問題4 : 以下の問いに , 5 行以内で簡潔に答えよ .

- (1) 構造物の安全性の照査に用いる部材係数は , せん断耐力は 1.3 , 曲げ耐力は 1.1 が標準的な値とされている . なぜせん断耐力は曲げ耐力より大きな部材係数を用いるのか .
- (2) プレストレストコンクリートにはポストテンション方式とプレテンション方式がある . 違いを説明せよ .