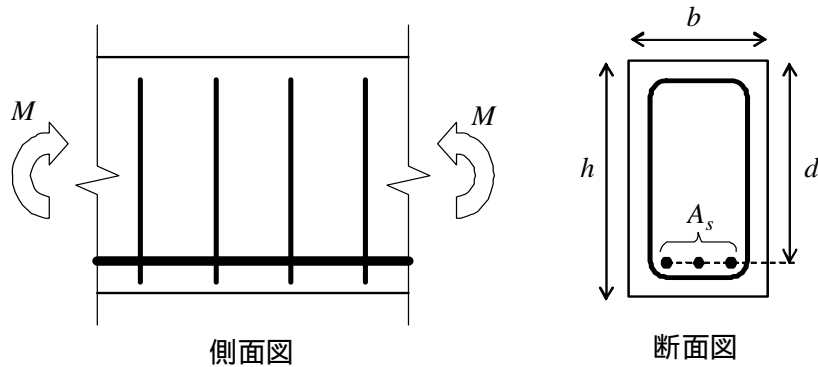


「コンクリート構造の力学」期末試験問題

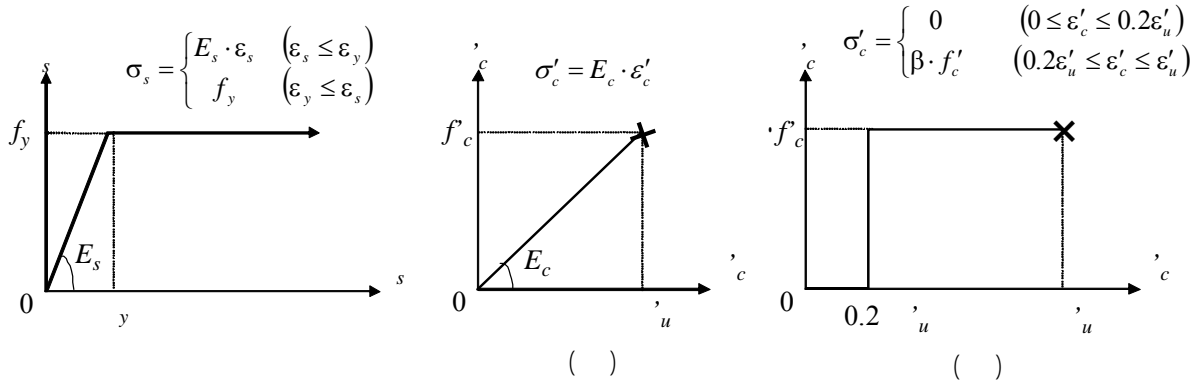
注意：

- 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	400mm	圧縮強度 f'_c	80N/mm ²	弾性係数 E_s	2.0×10^5 N/mm ²
d	800mm	ひび割れ強度 f_b	10.0N/mm ²	降伏強度 f_y	400N/mm ²
h	900mm	弾性係数 E_c	3.0×10^4 N/mm ²		
A_s (合計断面積)	4800mm 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応力を求めよ．
- (4) 曲げひび割れ幅を 0.3mm 以下に抑えるためには，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．曲げひび割れ幅は次式で算定してよい．

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

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 . 300mm としてよい .
 ε'_{csd} : コンクリートの乾燥収縮 (100×10^{-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曲げ耐力を求める場合 , (6) で求めた曲げ耐力と同じ値の曲げ耐力を得るためには , () の をどれだけにすればよいか . (注 : σ'_u は f'_c/E_c である)
- (8) このはりの主鉄筋量を 3 分の 1 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 , せん断補強鉄筋の間隔 s をどれだけ以下にすればよいか .

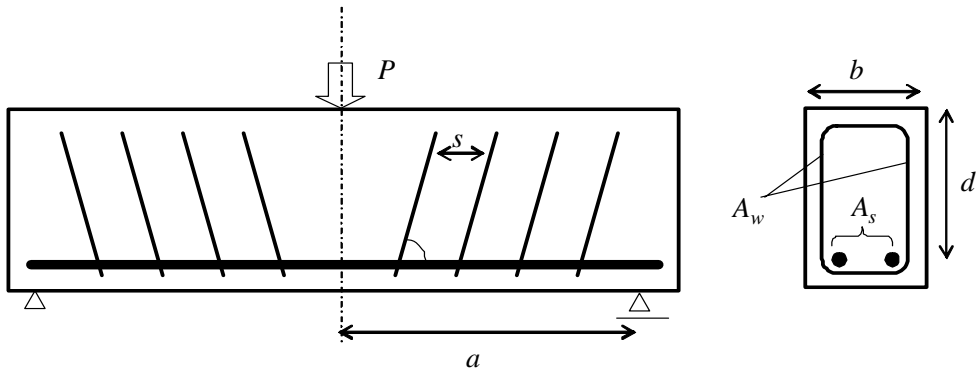


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など

$a=1000 \text{ mm}$ $b=200 \text{ mm}$ $d=400 \text{ mm}$ s : せん断補強鉄筋の間隔 $=60 \text{ 度}$ $A_s : 2000 \text{ mm}^2$ (合計値) $A_w : 150 \text{ mm}^2$ (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 $f'_c=40 \text{ N/mm}^2$ 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

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

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

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

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

$$\beta_n = 1.0 \text{ としてよい}$$

V_s : せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力

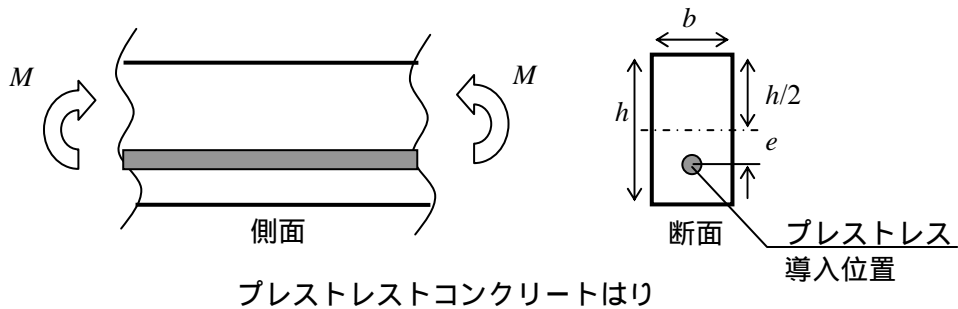
$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

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 100kN のプレストレス力を導入する . 以下の問いに答えよ .



$b=250\text{mm}, h=500\text{mm}$
 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) 荷重(曲げモーメント)が作用していないときに断面に引張応力が発生しないためには偏心量 e をどれだけ以下にすればよいか . 自重は考慮しなくてよい .
- (2) 偏心量 e を (1) で求めた値とする . 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材料係数は , 鉄筋は 1.0 , コンクリートは 1.3 が標準的な値とされている . なぜコンクリートはこのように大きな材料係数を用いなければならないのか .
- (2) 土木学会コンクリート標準示方書をはじめとしてわが国の多くの設計基準では , 許容ひび割れ幅 (ひび割れ幅の限界値) を , かぶりの関数 (たとえば $0.004c$) として規定している . その理由を説明せよ .