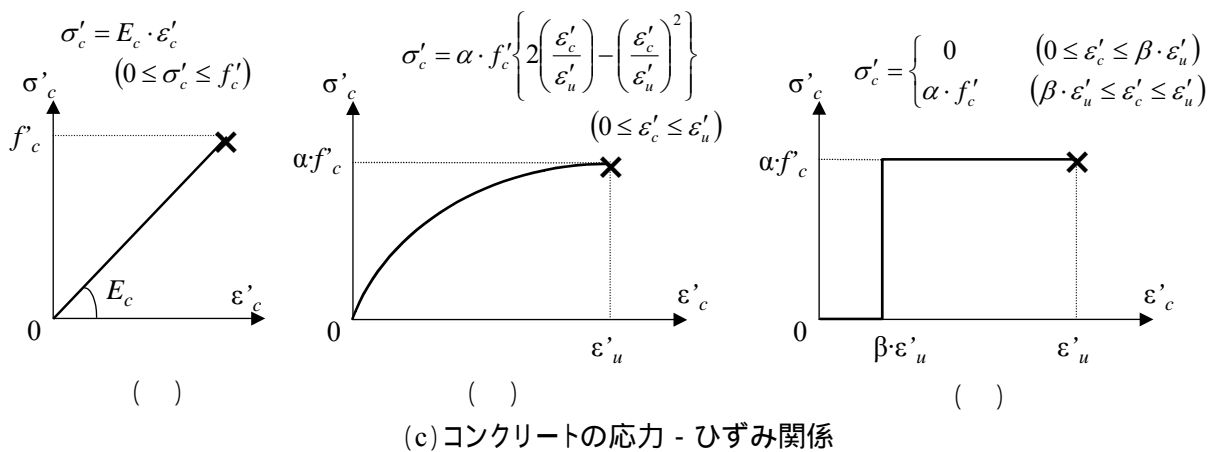
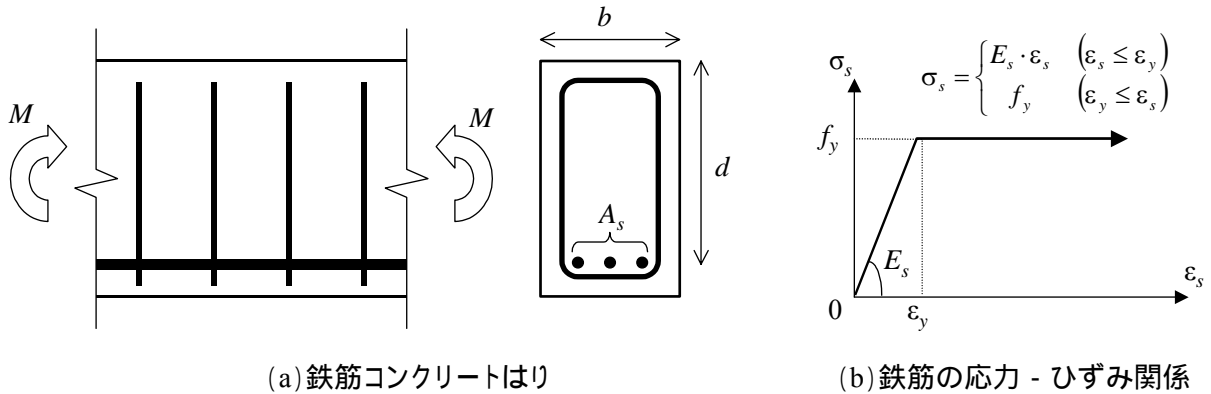


「鉄筋コンクリート構造」試験問題

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．

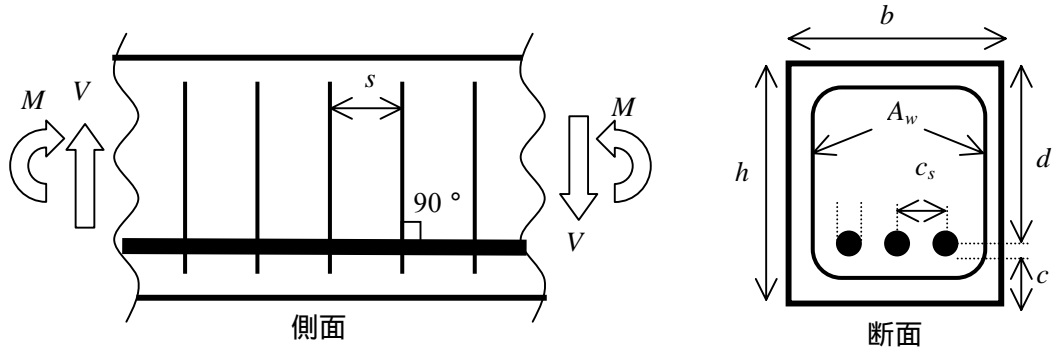
問題 1：曲げモーメントを受ける下図の鉄筋コンクリートはりについて，以下の設問に答えよ．



| 寸法 | | コンクリート | | 鉄筋 | |
|---------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| b | 200mm | 圧縮強度 f'_c | 40N/mm ² | 弾性係数 E_s | 2.0×10^5 N/mm ² |
| d | 400mm | 弾性係数 E_c | 3.0×10^4 N/mm ² | 降伏ひずみ ϵ_y | 2000×10^{-6} |
| A_s (合計断面積) | 800mm ² | 圧縮破壊ひずみ ϵ'_u | 3500×10^{-6} | 降伏強度 f_y | 400N/mm ² |
| | | α | 0.85 | | |
| | | β | 0.2 | | |

- (1) コンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係として，図の () を用いるものとする．鉄筋が降伏するときのモーメント M_y を求めよ．
- (2) コンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係として，図の () を用いるものとする．はりの曲げ耐力（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 を以下の手順で求めよ．
 - (2 - 1) はり上縁から中立軸までの距離を z_n とおいて，コンクリートの圧縮合力 C'_c ，およびその作用中心から中立軸までの距離 z_c を α, b, f'_c, z_n で表せ．
 - (2 - 2) 鉄筋が降伏していると仮定して，曲げ耐力 M_u を求めよ．(数値で)
- (3) コンクリートの圧縮応力 - ひずみ関係として，図の () を用いるものとする．はりの曲げ耐力（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 を以下の手順で求めよ．
 - (3 - 1) 鉄筋が降伏していると仮定して， M_u を $\alpha, \beta, b, d, A_s, f'_c, f_y$ （これらをすべて用いるとは限らない）で表せ．
 - (3 - 2) 曲げ耐力 M_u を求めよ．(数値で)
 - (3 - 3) 鉄筋が降伏しているとした仮定が正しいことを示せ．

問題 2 : 下図の鉄筋コンクリートはりについて、以下の問いに答えよ。



寸法など

$b=300$ mm
 $h=400$ mm
 $d=350$ mm
 $c_s=75$ mm (主鉄筋の中心間隔)
 $=22$ mm (主鉄筋径)
 $A_w=150$ mm²
 s (せん断補強鉄筋の配置間隔)

材料の物性値

コンクリートの圧縮強度 $f'_c=35$ N/mm²
 鉄筋の降伏強度 $f_y=300$ N/mm²
 鉄筋の弾性係数 $E_s=2.0 \times 10^5$ N/mm²
 (鉄筋の鋼種は主鉄筋とせん断補強鉄筋共通)

- (1) このはり、使用状態において曲げひび割れが発生することを許して供用されるという。許容ひび割れ幅を計算せよ。許容ひび割れ幅 w_a は、「一般の環境」に対する値 $0.005c$ (c は純かぶり) としてよい。
- (2) このはりの曲げひび割れ間隔はどの程度か。最も近いと思われる値を以下より選べ。
 50mm, 100mm, 200mm, 300mm, 500mm
- (3) 予測されるひび割れ幅を、許容ひび割れ幅以下に抑えるためには、使用状態における鉄筋の応力 σ_s をどれだけ以下に制限すればよいか。曲げひび割れ幅 w は以下により求めてよい。

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

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。

ε'_{csd} : コンクリートの乾燥収縮 (150×10^{-6} としてよい)

- (4) はりのせん断耐力 V_u を 200kN 以上確保するためには、せん断補強鉄筋の間隔 s をどれだけ以下にしなければならないか。せん断耐力 V_u は以下により求めてよい。

$$V_u = V_c + V_s$$

ここに、 V_c : コンクリートが受け持つせん断耐力

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

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

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

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

$$\beta_n = 1.0 \text{ としてよい}$$

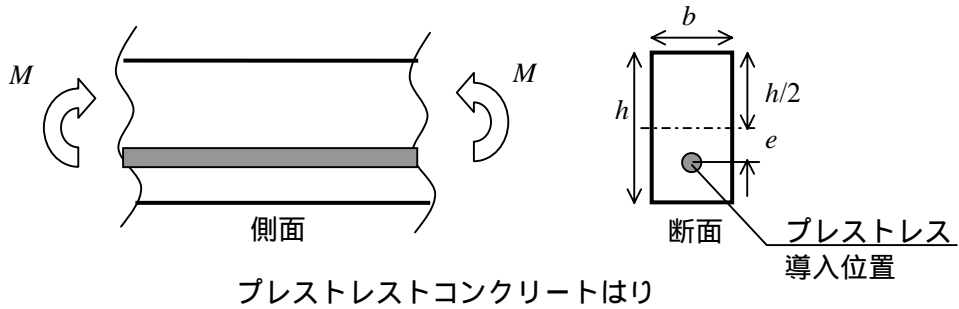
V_s : せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力

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

α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度 ($=90^\circ$)

$z = d/1.15$ 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。



プレストレストコンクリートはり

| |
|---|
| $b=150\text{mm}, e=100\text{mm}, h=400\text{mm}$ コンクリートの曲げ引張強度 $f_b=5.0\text{ N/mm}^2$ |
|---|

図中のプレストレス導入位置に 100kN のプレストレス力を導入した。このはりに曲げモーメントを作
用させる。曲げひび割れ発生モーメントを予測せよ。

問題4：以下の問いに、5行以内で簡潔に答えよ。

- (1) 一般に、鉄筋コンクリート部材は、破壊モードが曲げ引張破壊となるように設計される。なぜこの破壊モードが望ましいとされるのか。理由を説明せよ。
- (2) 鉄筋コンクリートは、コンクリートが圧縮力を、鉄筋が引張力を受け持つ複合構造である。しかし、引張側（鉄筋周囲）のコンクリートもいくつかの重要な役割を担っているという。どのような役割か説明せよ。
- (3) プレストレストコンクリートは鉄筋コンクリートと比較して、どのような特徴を有するか。
- (4) コンクリートの Tension-Stiffening（引張剛性）効果について説明せよ。