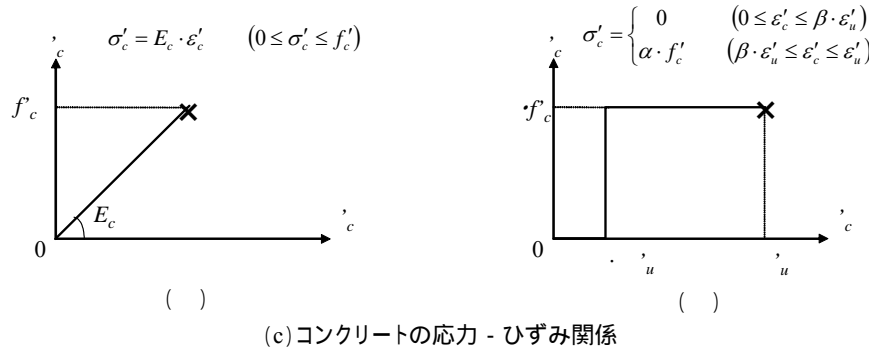
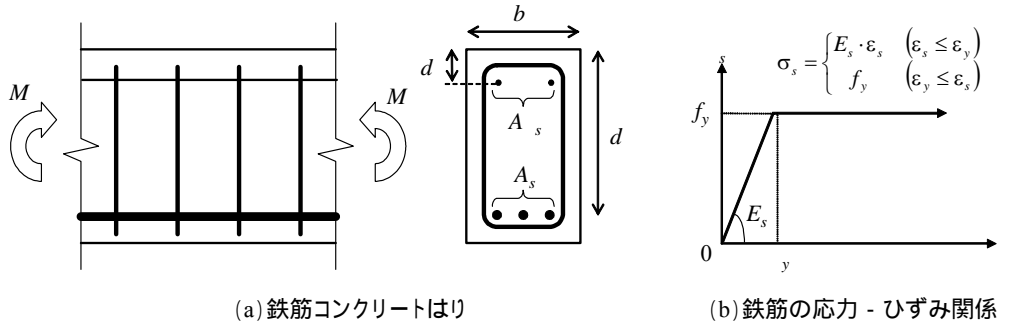


「鉄筋コンクリート構造」試験問題

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（圧縮鉄筋，引張鉄筋とも）	
b	200mm	圧縮強度 f'_c	50N/mm ²	弾性係数 E_s	2.0×10^5 N/mm ²
d	400mm	弾性係数 E_c	2.0×10^4 N/mm ²	降伏ひずみ ε_y	2000×10^{-6}
d'	50mm	圧縮破壊ひずみ ε'_u	3500×10^{-6}	降伏強度 f_y	400N/mm ²
A_s (合計断面積)	800mm ²	α	0.85		
A'_s (合計断面積)	200mm ²	β	0.2		

- (1) 引張鉄筋が降伏するときのモーメント M_y を以下の手順で求めよ．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．
- (1 - 1) はり上縁から中立軸までの距離を z_n ，断面の曲率を とおく．圧縮鉄筋，引張鉄筋ともに降伏していないと仮定して，コンクリートの圧縮合力 C'_c ，圧縮鉄筋の圧縮力 C'_s ，引張鉄筋の引張力 T_s を $A_s, A'_s, b, d, d', z_n, E_s, E_c$ で表せ．
- (1 - 2) 力のつりあい $0=C'_c+C'_s-T_s$ より，中立軸の位置 z_n を求めよ．(数値で)
- (1 - 3) 引張鉄筋が降伏するときのモーメント M_y を求めよ．(数値で)
- (1 - 4) 圧縮鉄筋がまだ降伏していないとした仮定が正しいことを確認せよ．
- (2) 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．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．
- (2 - 1) はり上縁から中立軸までの距離を z_n とおく．圧縮鉄筋，引張鉄筋ともに降伏していると仮定して，コンクリートの圧縮合力 C'_c ，圧縮鉄筋の圧縮力 C'_s ，引張鉄筋の引張力 T_s を $A_s, A'_s, b, d, d', z_n, f_y, f'_c, \alpha, \beta, \varepsilon'_u$ で表せ．
- (2 - 2) 力のつりあい $0=C'_c+C'_s-T_s$ より，中立軸の位置 z_n を求めよ．(数値で)
- (2 - 3) 曲げ耐力 M_u を求めよ．(数値で)
- (2 - 4) 圧縮鉄筋，引張鉄筋が降伏しているとした仮定が正しいことを確認せよ．

問題2：下図の鉄筋コンクリートはりについて、破壊モードが曲げ引張破壊となるように、以下の設問の手順にしたがって、引張主鉄筋とせん断補強鉄筋を選定せよ。

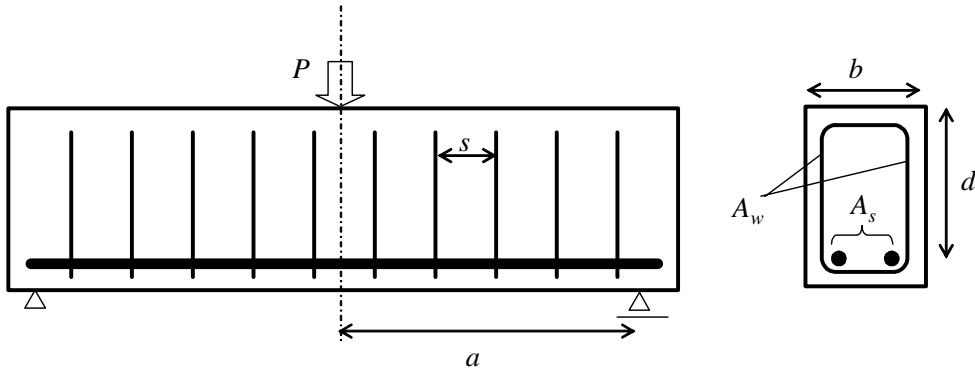


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など

$a=1000 \text{ mm}$ $b=200 \text{ mm}$ $d=300 \text{ mm}$ $s=120 \text{ mm}$

材料の物性値

コンクリートの圧縮強度 $f'_c=35 \text{ N/mm}^2$ 鉄筋の降伏強度 $f_y=350 \text{ N/mm}^2$ (主鉄筋とせん断補強鉄筋共通)

- (1) 引張主鉄筋にD25 (1本の断面積 507 mm^2) を用いるとする。鉄筋比 p はどれだけになるか計算せよ。また、つりあい鉄筋比 p_b よりも小さいことを確認せよ。つりあい鉄筋比は以下の公式を用いて算定してよい。

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

- (2) 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) を求めよ。以下の公式を用いてよい。

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

- (3) せん断補強鉄筋にD10 (1本の断面積 71.3 mm^2) を用いるとする。せん断耐力 V_u (せん断破壊するときのせん断力) を求めよ。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

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

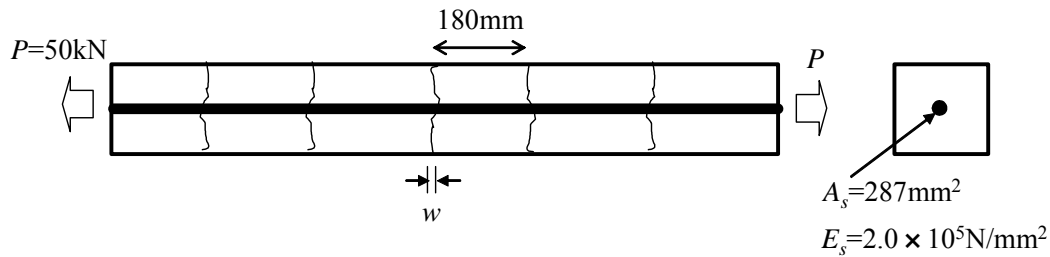
A_w ：一組のせん断補強鉄筋の断面積

α ：せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度 ($=90^\circ$)

$z=d/1.15$ としてよい

- (4) 図に示す方法で載荷を行う。仮定した鉄筋量の場合に、実際に生じる破壊のモードを検討せよ。

問題3：下図の鉄筋コンクリート供試体の一軸引張試験を行った。ひび割れ間隔を実測したところ、その平均値は180mmであったという。載荷荷重50kNのときの(平均)ひび割れ幅を予測せよ。

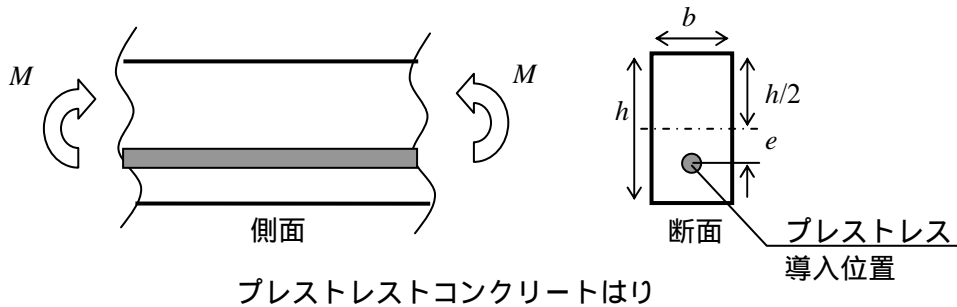


以下の仮定を用いてよい。

- コンクリートの負担する引張力を無視してよい。すなわち、載荷荷重は鉄筋のみによって受け持たれると考えてよい。
- コンクリートの伸びひずみ，収縮ひずみは無視してよい。

ヒント：ひび割れ幅 = ひび割れ間隔 × (鉄筋のひずみ - コンクリートのひずみ)

問題4：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。



$$b=150\text{mm}, e=100\text{mm}, h=400\text{mm}$$

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。デコンプレッションモーメント(下縁に導入された圧縮応力が消失するときの載荷曲げモーメント)を求めよ。

問題5：以下の問いに、5行以内で簡潔に答えよ。

- (1) プレストレストコンクリート構造には、高強度コンクリートの利用が適しているといわれている。その理由を説明せよ。
- (2) 鉄筋コンクリート部材は、使用状態で曲げひび割れが発生することを許容して設計する場合がある。なぜ、そのようなことが行われるのか、説明せよ。