

「コンクリート構造Ⅰ」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。
- 試験中はスマホ、携帯電話の操作をしてはならない。

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。(50 点)

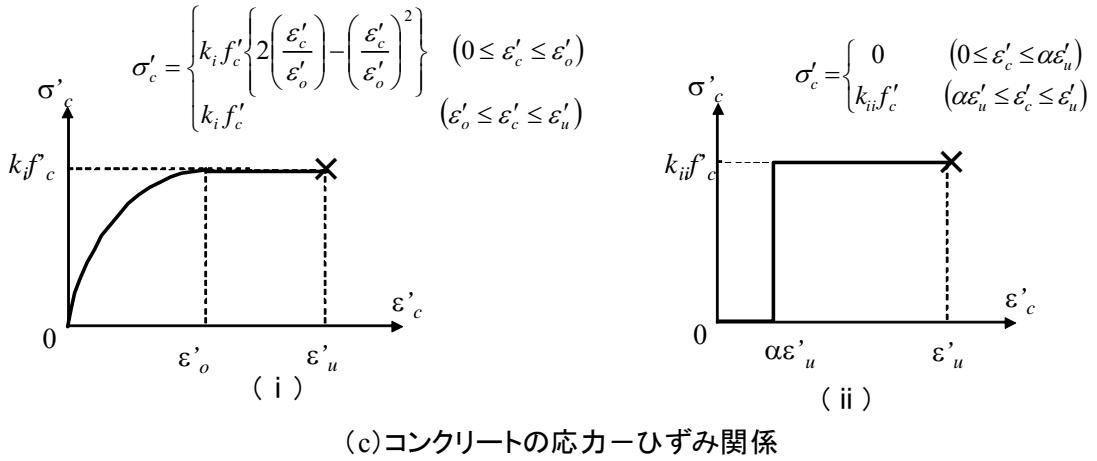
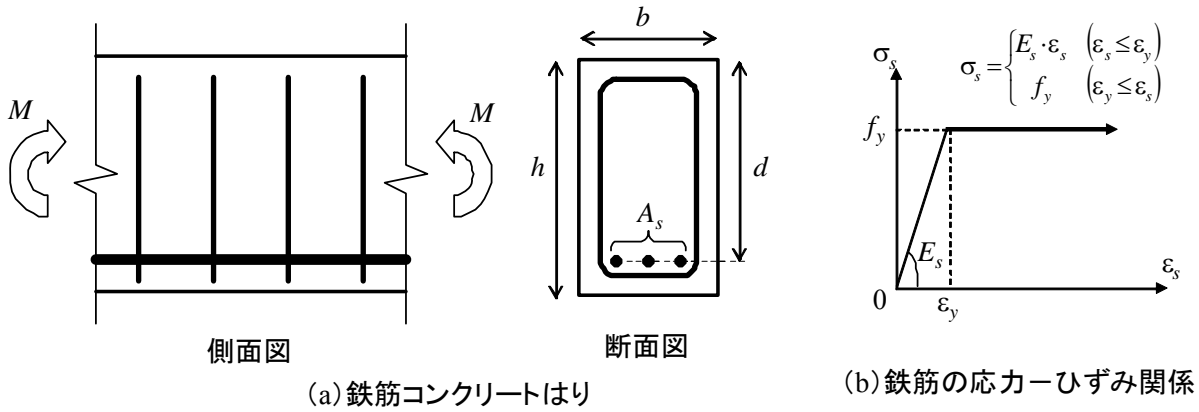


図 1 RC はりの断面および材料の応力-ひずみ関係

寸法		コンクリート		鉄筋	
$b$	250mm	圧縮強度 $f'_c$	35N/mm <sup>2</sup>	弾性係数 $E_s$	2.0×10 <sup>5</sup> N/mm <sup>2</sup>
$d$	480mm	ひび割れ強度 $f_b$	4.0N/mm <sup>2</sup>	降伏強度 $f_y$	400 N/mm <sup>2</sup>
$h$	550mm	弾性体として扱う場合の弾性係数 $E_c$	2.5×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup>	降伏ひずみ $\epsilon_y$	$=f_y/E_s$
$A_s$	1800mm <sup>2</sup>	圧縮破壊ひずみ $\epsilon'_u$	3500×10 <sup>-6</sup>		
		$\epsilon'_o$	2000×10 <sup>-6</sup>		
		$k_i$	0.85		
		$k_{ii}$	0.85		
		$\alpha$	0.20		

- (1) このはりの鉄筋比はどれだけか。
- (2) 曲げひび割れ発生モーメント  $M_{cr}$  を求めよ。
- (3) 曲げひび割れ発生直後の鉄筋の応力を求めよ。
- (4) 鉄筋の応力を 120N/mm<sup>2</sup> 以下にす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。
- (5) 引張鉄筋が降伏するときの曲げモーメント  $M_y$  を求めよ。
- (6) コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係に図 1 の c ( i ) を用いた場合のはりの曲げ耐力  $M_u$  を以下の手順により計算せよ。  
(ア) 終局時のコンクリートの圧縮応力分布を図で描け。中立軸の位置を上縁から  $z_n$  とする。

- (イ) コンクリートの圧縮合力（圧縮応力の積分値） $C_c'$ を $z_n$ を含む式で表せ．誘導過程も記せ．  
 (ウ) 曲げ耐力 $M_u$ を求めよ．  
 (7) コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係に図1のc(ii)を用いた場合のはりの曲げ耐力 $M_u$ を計算せよ．  
 (8) 題意のはりの破壊モードが曲げ引張破壊であるためには鉄筋比はどのような値の範囲でなければならないか．下限値，上限値を求めよ．コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係は図1のc(ii)を用いてよい．

問題2：下図の鉄筋コンクリートはりが要件①②を満たすように主鉄筋の本数 $n$ ，およびせん断補強鉄筋の間隔 $s$ を決定せよ．（15点）

要件：

- ① 破壊モードが曲げ引張破壊となる．
- ② せん断耐力が曲げ耐力（または曲げ降伏荷重でもよい）の2倍以上ある．

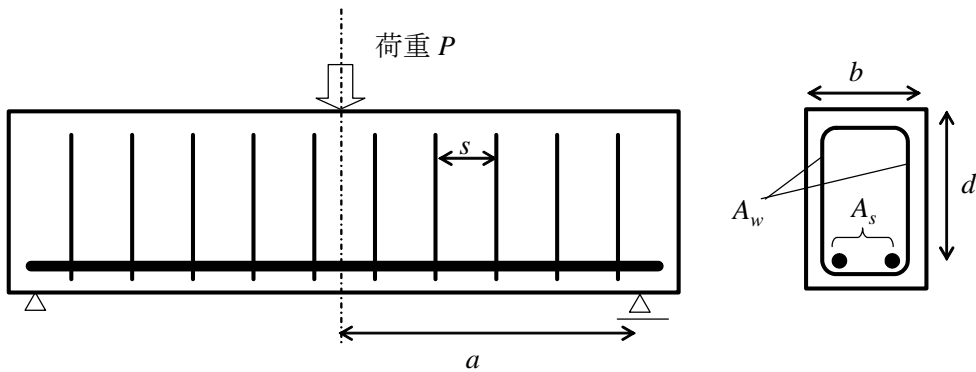


図 鉄筋コンクリートはり

寸法など

$a=2000$ mm $b=350$ mm $d=400$ mm $s$ =せん断補強鉄筋の間隔 $A_s=nA_{s0}$ $n$ =主鉄筋の本数 $A_{s0}: 500\text{mm}^2$ (主鉄筋の一本の断面積) $A_w: 150\text{mm}^2$ (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 $f'_c=40$ N/mm <sup>2</sup> 鉄筋の降伏強度 $f_y=400$ N/mm <sup>2</sup> (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）

問1のc(ii)の応力ひずみ関係を用いて求めてよい．

【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

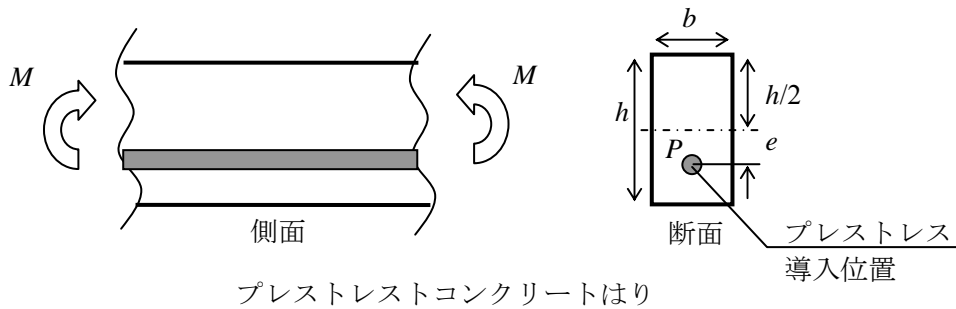
$$V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s}$$

$A_w$ ：一組のせん断補強鉄筋の断面積

$\alpha$ ：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ついて、以下の問いに答えよ。(15点)



$b=250\text{mm}$ ,  $h=500\text{mm}$ ,  $e=100\text{mm}$   
 コンクリートのひび割れ強度  $f_b=5.0\text{ N/mm}^2$   
 初期プレストレス：  $P=400\text{ kN}$

- (1) プレストレス導入直後の部材下縁と上縁のコンクリート応力を求めよ。曲げモーメント  $M$  は作用していない。死荷重も考えなくてよい。
- (2) 1年後にプレストレスは80%が残っていたという。プレストレスが減少した原因として考えられるのは何か。複数挙げよ。
- (3) プレストレスは80%が残っていた状態で載荷試験を行った。曲げひび割れが発生するときの曲げモーメントを求めよ。

問題4：以下の各文の正誤を○×で答えよ。(10点)

- (1) 一定軸力が作用している鉄筋コンクリート柱に曲げモーメントが作用すると軸耐力は低下する。
- (2) 疲労破壊とは、一定の荷重が持続して長期間作用する際に生じる破壊である。
- (3) 地震の大きさが一定であれば、コンクリート構造物の揺れ具合も一定である。
- (4) 鉄筋コンクリート橋梁において、疲労現象が顕著に現れるのは橋脚よりも床版である。
- (5) 巨大地震が生じてても、コンクリート柱部材がせん断破壊しなければ、構造物の崩壊を防ぐことができる。

問題5：以下について、それぞれ3行以内で答えよ。(10点)

- (1) 「累積損傷被害則 (マイナー則)」について説明せよ。
- (2) 「S-N 線図」について説明せよ。
- (3) プレストレストコンクリートは鉄筋コンクリートよりも支間長 (スパン) の長い橋梁を造ることが可能だという。その理由を説明せよ。
- (4) 「設計」と「照査」の違いについて説明せよ。
- (5) 外力の特性およびコンクリート構造物の耐荷性能という観点から耐震設計について述べよ。