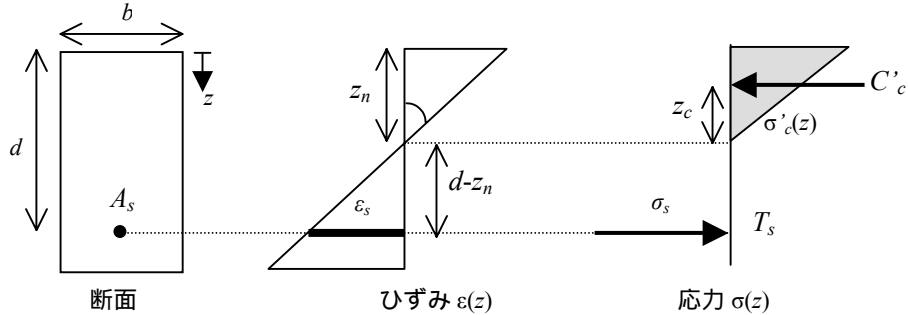


「鉄筋コンクリート構造」試験問題の解答

問題1：RC はりの曲げ

(1)

()の応力 - ひずみ関係を用いて、コンクリートが弾性範囲にあると仮定すれば、断面のひずみ、応力の状態は以下のように表される。



結局、コンクリートを圧縮のみ有効の弾性体とする一般的なRCの解析法に他ならない。

(1-1)

支配方程式より、中立軸の位置 z_n に関する二次方程式を導くと、

$$0 = \frac{1}{2} E_c \phi b z_n^2 - A_s E_s \phi (d - z_n) \quad z_n^2 + 2 \frac{A_s E_s}{b E_c} z_n - 2 \frac{A_s E_s}{b E_c} d = 0$$

この有意な解を求めると、 $z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left(-1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = \dots = 114.7 \text{ mm}$ **答：115mm**

(1-2)

$$M_y = C'_c \cdot z_c + T_s \cdot (d - z_n) = T_s \cdot (d - z_n + z_c) = A_s f_y \cdot \left(d - \frac{z_n}{3} \right) = 87.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

答：87.3kN・m

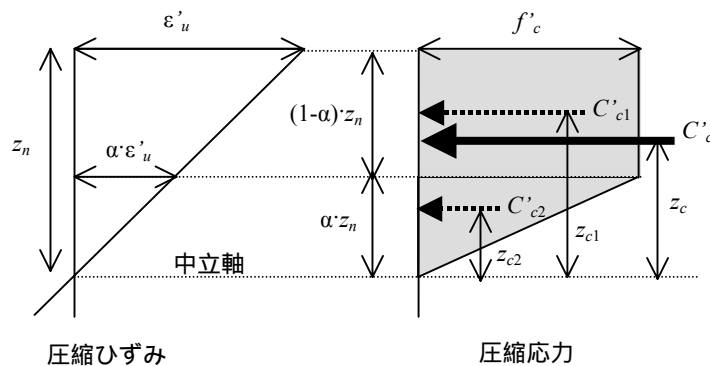
(1-3)

圧縮ひずみが最大となるはり上縁のコンクリートのひずみが、()の応力 - ひずみ関係の弾性限界を越えていないことを確認すればよい。

$$\varepsilon'(0) = \frac{z_n}{d - z_n} \varepsilon_y = 979 \times 10^{-6} < \alpha \cdot \varepsilon'_u (= 1400 \times 10^{-6})$$

よって弾性範囲にあるとする仮定は正しい。

(2)



応力 - ひずみ関係 () を用いた場合の、終局時における圧縮応力の分布の拡大図

上図において、 C'_{c1} は矩形の応力分布の部分の圧縮合力、 z_{c1} は中立軸からその作用中心まで距離、 C'_{c2} は三角形の応力分布の部分の圧縮合力、 z_{c2} は中立軸からその作用中心まで距離である。それぞれ、以下となる。

$$C'_{c1} = (1 - \alpha) \cdot z_n \cdot f'_c \cdot b, \quad z_{c1} = \alpha \cdot z_n + \frac{1 - \alpha}{2} z_n = \frac{1 + \alpha}{2} z_n$$

$$C'_{c2} = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot z_n \cdot f'_c \cdot b, \quad z_{c2} = \frac{2}{3} \cdot \alpha \cdot z_n$$

(2 - 1)

$$C'_c = C'_{c1} + C'_{c2} = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot f'_c \cdot z_n \cdot b \quad \text{: 答}$$

$$z_c = \frac{C'_{c1} \cdot z_{c1} + C'_{c2} \cdot z_{c2}}{C'_c} = \frac{3 - \alpha^2}{3(2 - \alpha)} z_n \quad \text{: 答}$$

(2 - 2)

$$0 = C'_c - T_s \text{ より, } 0 = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot f'_c \cdot z_n \cdot b - A_s \cdot f_y, \text{ よって } z_n = \frac{A_s \cdot f_y}{\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \cdot f'_c \cdot b} = 50\text{mm}$$

$$\text{曲げ耐力は } M_u = C'_c \cdot z_c + T_s \cdot (d - z_n) = 92.28\text{kN} \cdot \text{m}$$

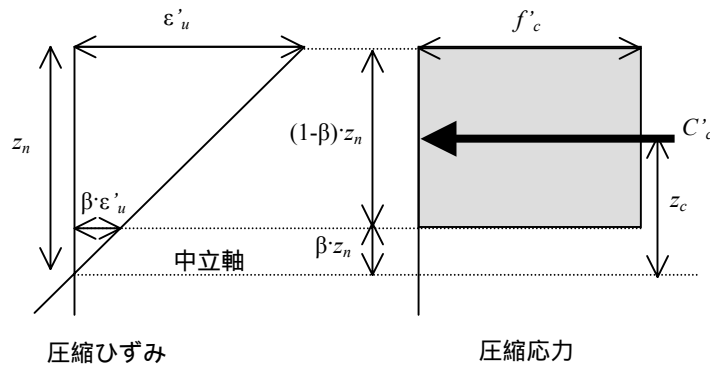
答: 92.3kN·m

(2 - 3)

$$\varepsilon_s = \frac{d - z_n}{z_n} \cdot \varepsilon'_u = 21000 \times 10^{-6} > \varepsilon_y (= 2000 \times 10^{-6})$$

よって降伏しているとする仮定は正しい.

(3)



応力 - ひずみ関係 () を用いた場合の, 終局時における圧縮応力の分布の拡大図

上図において, $C'_c = (1 - \beta) \cdot f'_c \cdot z_n \cdot b$, $z_c = \beta \cdot z_n + \frac{1 - \beta}{2} \cdot z_n = \frac{1 + \beta}{2} \cdot z_n$ である.

(3 - 1)

$$0 = C'_c - T_s \text{ より, } 0 = (1 - \beta) \cdot f'_c \cdot z_n \cdot b - A_s \cdot f_y, \text{ よって } z_n = \frac{A_s \cdot f_y}{(1 - \beta) \cdot f'_c \cdot b}$$

$$\text{曲げ耐力は } M_u = C'_c \cdot z_c + T_s \cdot (d - z_n) = T_s \cdot (d - z_n + z_c) = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{1}{2} \cdot \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f'_c}\right) \quad \text{: 答}$$

(3 - 2)

$$\text{数値を代入すると, } M_u = 92.40\text{kN} \cdot \text{m}$$

答: 92.4kN·m

(3 - 3)

$$0 = C'_c - T_s \text{ より, } 0 = (1 - \beta) \cdot f'_c \cdot z_n \cdot b - A_s \cdot f_y, \text{ よって } z_n = \frac{A_s \cdot f_y}{(1 - \beta) \cdot f'_c \cdot b} = 50\text{mm}$$

$$\varepsilon_s = \frac{d - z_n}{z_n} \cdot \varepsilon'_u = 21000 \times 10^{-6} > \varepsilon_y (= 2000 \times 10^{-6})$$

よって降伏しているとする仮定は正しい.

問題 2 : RC はりの曲げひび割れ幅とせん断耐力

(1)

$$\text{鉄筋比 } p = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{3\pi \left(\frac{\phi}{2}\right)^2}{b \cdot d} = 1.402 \times 10^{-2}$$

答 : 1.40%

(2)

$$\text{純かぶり } c = h - d - \frac{\phi}{2} = 37.5 \text{ mm}$$

答 : 38mm

(3)

$$\text{許容ひび割れ幅 } w_a = 0.005c = 0.1875 \text{ mm}$$

$$\text{曲げひび割れ幅 } w = 1.1k_1k_2k_3 \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \left(\frac{\sigma_s}{E_s} + \varepsilon'_{csd} \right) = 189.5 \cdot \left(\frac{\sigma_s}{2.0 \times 10^5} + 150 \times 10^{-6} \right)$$

$$w < w_a \quad \text{となるためには } \sigma_s < 167.9 \text{ N/mm}^2$$

答 : 168N/mm²

(4)

$$\text{コンクリートが受け持つせん断耐力 } V_c = \beta_d \beta_p \beta_n f_{vc} b d = 108.7 \text{ kN}$$

$$\text{せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力 } V_s = A_w f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) \frac{z}{s} = 0.6087 \cdot A_w \text{ kN}$$

$$V_u (= V_c + V_s) > 200 \text{ kN} \quad \text{となるためには } A_w > 150.0 \text{ mm}^2$$

答 : 150mm²

問題 3 :

(1) 今から 130 年ほど前

(2)

(3) ある危険確率の下で定められる値

(4) スパンが短くなるとせん断破壊しやすくなる

(5)

(6)

(7)

(8) 曲げ耐力はプレストレスの影響を受けない

(9)

(10) かぶりは大きい方がよい

問題 4 :

(1) 当初の曲げ耐力は 4000kNm でせん断耐力は 1300kN と推定される . スパンが 4m から 2.5m になったことから , 曲げ破壊する荷重は $4000 / 2.5 = 1600 \text{ kN}$ となる . 一方 , せん断耐力は , 変わらないとすれば 1300kN (a/d の効果 : $= 0.75 + d/a$ を用いると , せん断耐力も 1.15 倍になり , 約 1500kN となる) なので , せん断破壊することが予想される .

(2) 斜めひび割れが 45 度で発生するとした場合 , せん断補強鉄筋を横切らない可能性があるので , せん断耐力は低下する . 構造細目でも最大間隔は有効高さ以下と規定している .