

問題 1 , 下記の設問に解答せよ(単位と有効桁数に注意せよ)。ただし, 不要な条件も含まれている。

- a. 長さ 50 cm の D22 鉄筋鋼棒を 200kN で引張ったときの応力はいくつか。ヤング係数 E_s については, 標準示方書の値を用いること。
- b. 長さ 1m の鉄筋鋼棒(SD345, D35)を 1.0mm 変形(伸び)させたときのひずみと応力をもとめよ。また, この鉄筋は降伏しているか。
- c. 径が D19, 長さが 50cm の鉄筋鋼棒を 50kN で引張ったときの変形量(伸び量)が 0.40mm であった。この時のヤング係数はいくつか。
- d. SD345, D22 の異形鉄筋を降伏させるための引張荷重とその時のひずみ(降伏ひずみ)はいくつか。
- e. 長さが 100cm および 200cm の 2 つの鉄筋(D19, SD295)に引張荷重を与え, 伸び量を $\epsilon = 0.5\text{mm}$ とするための引張荷重とそのとき発生する応力を計算, 比較せよ。
- f. 断面が 20cm × 20cm, 長さ 100cm の無筋コンクリート柱に, 500kN の圧縮力が作用したときの軸応力と変形量(縮み量)を求めよ。コンクリートのヤング係数を 30kN/mm^2 , 圧縮強度を 28N/mm^2 とする。
- g. 直径が 15cm, 高さ 30cm の円柱供試体の圧縮試験を行ったところ, 最大荷重 350kN で破壊した。このときの圧縮強度を求めよ。
- h. 断面が 20cm × 20cm, 40cm × 40cm の 2 つのコンクリート柱について, 圧縮応力が $\sigma_c = 10\text{N/mm}^2$ とするための圧縮荷重とそのときのひずみを求め, 比較せよ。ただし, 弾性係数は 20kN/mm^2 とする。

ヒント: 全体量(荷重 P と変形 Δ)および単位量(応力 σ とひずみ ϵ)の定義と違いおよび単位を確認せよ。*
*を参照して, これら 4 量の間を整理せよ。

解答

$$a. \quad = \frac{P}{A} = \frac{200kN}{3.871cm^2} = \frac{200 \times 10^3 N}{387.1mm^2} = 517N/mm^2 \quad (\text{長さ } 50cm \text{ とヤング係数は不要となる})$$

$$b. \quad \text{ひずみ} : = \frac{1.0mm}{1.0m} = \frac{1.0mm}{1.0 \times 10^3 mm} = 1 \times 10^{-3}$$

$$\begin{aligned} \text{応力} : &= E_s \times = 200kN/mm^2 \times 1 \times 10^{-3} = (2 \times 10^5 N/mm^2) \times (1 \times 10^{-3}) \\ &= 200N/mm^2 \end{aligned}$$

$$\text{降伏ひずみ} : \quad y = f_y / E_s = \frac{345N/mm^2}{200kN/mm^2} = \frac{345N/mm^2}{200 \times 10^3 N/mm^2} = 1.725 \times 10^{-3}$$

$< y$ よって降伏していない。 (鉄筋径 D35 は不要である)

$$c. \quad \text{弾性係数 } E_s = - = \frac{50kN}{\frac{2.865cm^2}{500mm}} = \frac{50 \times 10^3 N}{8.0 \times 10^{-4}} = \frac{1.745 \times 10^2}{8.0 \times 10^{-4}} N/mm^2 = 218 \times 10^3 N/mm^2 \\ = 218kN/mm^2$$

$$d. \quad \text{SD345 の降伏強度 } f_y = 345N/mm^2$$

$$\text{D22 の断面積 } A_s = 3.871cm^2 = 387.1mm^2$$

$$\text{降伏時の引張荷重} : P_y = A_s \times f_y = 387.1mm^2 \times 345N/mm^2 = 133.6 \times 10^3 N = 133.6kN$$

$$\text{降伏時のひずみ} : \quad y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{345N/mm^2}{200kN/mm^2} = \frac{345N/mm^2}{200 \times 10^3 N/mm^2} = 1.725 \times 10^{-3}$$

e.	引張荷重	応力	ひずみ
長さ 100cm	28.7kN	100N/mm ²	5×10 ⁻⁴
長さ 200cm	14.3kN	50N/mm ²	2.5×10 ⁻⁴

$$f. \quad = \frac{500kN}{20 \times 20cm^2} = 1.25kN/cm^2 = 12.5N/mm^2 \quad (\text{弾性解析であるので, 圧縮強度は必要としない})$$

$$= L = \frac{L}{E_c} L = \frac{12.5N/mm^2}{30kN/mm^2} \times 1000mm = \frac{12.5N/mm^2}{30 \times 10^3 N/mm^2} \times 1000mm = 0.417mm \quad (\text{縮み量})$$

$$g. \quad f_c' = \frac{350kN}{\frac{p \times 15^2}{4} cm^2} = \frac{350 \times 10^3 N}{\frac{p \times 15^2}{4} \times 10^2 mm^2} = 19.8N/mm^2 \quad (\text{高さ } 30cm \text{ は不要})$$

h.	圧縮荷重	ひずみ
20cm × 20cm	400kN	5×10 ⁻⁴
40cm × 40cm	1600kN	5×10 ⁻⁴

問題 2 下記の設問に答えよ。

- a. 長さ 50cm と 120cm の異形鉄筋(D16, SD345)があり, 各々に引張力を与え, 1mm 変位(伸び)させた。このとき, 両鉄筋は降伏しているか。また, ひずみと引張荷重を計算せよ。ただし, 計算を簡単にするため, D16 の断面積を 2cm^2 とする。

ヒント: この異型鉄筋の降伏ひずみをもとめよ。変位 が同じ場合, どちらの応力が大きくなるか。

- b. 径が D22, 長さが 100cm の鉄筋棒(SD345)を引張载荷し, 降伏させた。このときの引張荷重, ひずみ, 変形量(伸び量)を求めよ。

ヒント: 作用応力が降伏点に達したときの状態を考えている。

解答:

- a. この鉄筋の降伏時のひずみ:

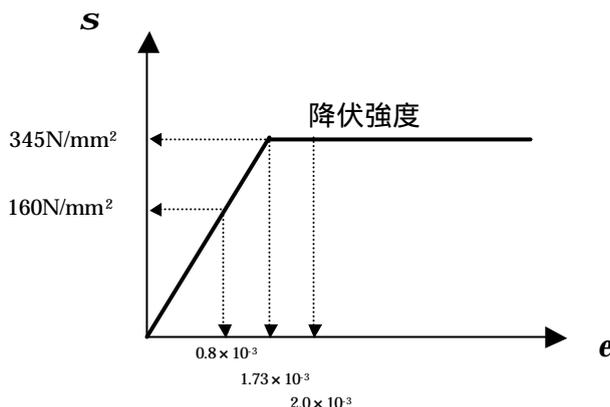
$$\epsilon_y = f_y / E_s = \frac{345\text{N/mm}^2}{200\text{kN/mm}^2} = \frac{345\text{N/mm}^2}{200 \times 10^3\text{N/mm}^2} = 1.725 \times 10^{-3}$$

50cm の場合: $\epsilon = 1\text{mm}/500\text{mm} = 2.0 \times 10^{-3} > \epsilon_y$ 降伏している

$$P = f_y A_s = 345\text{N/mm}^2 \times 200\text{mm}^2 = 69 \times 10^3\text{N} = 69\text{kN} \quad (\text{降伏強度 } f_y \text{ を用いる})$$

120cm の場合: $\epsilon = 1\text{mm}/1200\text{mm} = 0.8 \times 10^{-3} < \epsilon_y$ 降伏していない

$$P = (E_s \epsilon) A_s = (0.8 \times 10^{-3} \times 200\text{kN/mm}^2) \times 200\text{mm}^2 = 32\text{kN} \quad (\text{実応力を用いる})$$



b. $P = f_y A = 345\text{N/mm}^2 \times 387.1\text{mm}^2 = 134 \times 10^3\text{N} = 134\text{kN}$

$$\begin{aligned} &= \frac{f_y}{E} = \frac{345\text{N/mm}^2}{200\text{kN/mm}^2} = \frac{345\text{N/mm}^2}{200 \times 10^3\text{N/mm}^2} = 1.725 \times 10^{-3} \\ &= \epsilon \times L = 1.725 \times 10^{-3} \times 1000\text{mm} = 1.725\text{mm} \end{aligned}$$