


1. 次の ~ の記述には、いずれも間違いが1つある。その箇所を  で囲み、近くに正しい記述を示せ。

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリートの解析における断面として、 : 弾性解析 (RC 断面) では圧縮コンクリートを弾性、引張側コンクリートを無視、引張鉄筋は通例 **降伏状態** と考える。これは、通例、曲げモーメントが与えられたときの材料 (鉄筋とコンクリート) の作用応力を算出するものである。 **弾性状態**

また、 : 塑性解析では、引張側コンクリートを無視、圧縮コンクリートの応力を **三角形分布** と仮定し、引張鉄筋を降伏とする。このような断面仮定は、曲げ終局耐力の算定に用いられる。これは、 **矩形 (長方形) 分布** 過鉄筋状態でない場合 (under-reinforcement) に用いられる。

曲げ部材の最大鉄筋比は、過鉄筋状態 (over-reinforcement) を回避するため、最小鉄筋比は **斜めひび** 割れ発生後すぐに鉄筋が降伏しないようにするためである。一例として、コンクリート標準示方書では、最大鉄筋比 : $p < 0.75 * \text{釣合い鉄筋比}$ 、最小鉄筋比 : $p > 0.2\%$ のように規定されている。 **曲げ**

授業中スライドで紹介したようにコンクリート構造物は、多くの種類がある。製作方法として、建設地点で打設する '場所打ちコンクリート'、と工場で打設する **プレハブコンクリート** に大別される。また、断面としては、鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリート、無筋コンクリートなどがある。 **プレキャスト**

限界状態設計法では、終局限界に対してが、 $g_i \frac{S_d}{R_d} \leq 1.0$ によって照査される。(ここで、 g_i : 構造物係数、 S_d : 設計断面力、 R_d : 設計断面耐力、である)。とくに、設計断面耐力は、実際の断面耐力 (生の値) に比べて、安全係数 (通例 1 より大きい数) により **割増した** ものである。この照査式の意味は、分母が分子より、大きければ、OKであることを意味する。 **割引いた**

鉄筋とコンクリートの弾性係数比 n は、「 $n = \text{鉄筋の弾性係数 } E_s / \text{コンクリートの弾性係数 } E_c$ 」によって定義され、通例、6~10 程度となる。このとき、分子の E_s は、鉄筋の種類 (SD295, SD345 etc.) によって **変化する** が、鉄筋径 (D16, D29 etc.) には関係しない。分母の E_c は、コンクリートの配合によって異なり、高強度ほど、高弾性係数となる。 **変化しない (一定)**

鉄筋コンクリート梁のせん断補強筋には、**複鉄筋断面** (web-reinforcement) が用いられ、これは、スターラップと折曲げ鉄筋がある。せん断耐力の算定には、修正トラス理論が用いられる。一方、曲げ補強については、主鉄筋 (軸方向筋) が不可欠である。 **腹鉄筋**

2. 長さ 50cm と 100cm の異型鉄筋 (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, 断面のひずみ, 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. (計算過程を余白に, 解答を解答欄に記入せよ)

$$e_y = f_y / E_s = 345 / 200 \times 10^3$$

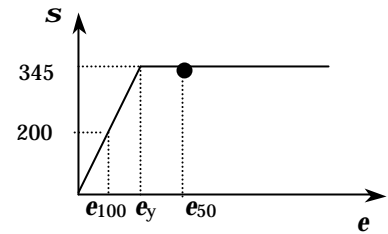
$$50\text{cm の場合} : e = 1/500 = 2.0 \times 10^{-3} < e_y \quad \frac{2}{1000}$$

$$P = f_y A_s = 345 \times 200 = 69 \text{ kN}$$

$$100\text{cm の場合} : e = 1/1000 = 1.0 \times 10^{-3} > e_y$$

$$P = (e E_s) A_s = (0.1 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^3) \times 200 = 40 \text{ kN}$$

長さ 50cm の方は, 降伏しているので $s_s = f_y (345 \text{ N/mm}^2)$ とする



解答欄

長さ 50 cm の場合

[降伏しているか: **降伏している**], [引張荷重: **69 kN**], [断面のひずみ: **2.0×10^{-3}**]

長さ 100 cm の場合

[降伏しているか: **降伏していない**], [引張荷重: **40 kN**], [断面のひずみ: **1.0×10^{-3}**]

3. 曲げモーメントを受ける単鉄筋長方形断面について, $p=1\%$, および $p=2\%$ の場合についての断面耐力 (終局曲げ耐力) を算定せよ. 断面耐力は, M_u/bd^2 の形で答えよ (単位に注意). また, 鉄筋比を $p=1\%$ から 2% に増加した場合, 終局耐力 M_u は, 何倍になるか?

計算条件として, 鉄筋規格: SD295, コンクリート: 圧縮強度 35 N/mm^2 とし, 不足するものがあれば, 適当に仮定せよ. また, 算定式として, $M_u = bd^2 \cdot pf_y \left(1 - \frac{pf_y}{1.7f_c}\right)$ を用いるとよい. (計算過程を余白に, 解答を解答欄に記入せよ)

教科書 p.61,64 より, 釣合い鉄筋比 P_b は

$$P_b = \frac{b_1 k_3}{f_y} \times \frac{e_c}{e_c + \frac{f_y}{e_s}} = \frac{0.68 \times 35}{295} \times \frac{0.0035}{0.0035 + \frac{295}{200 \times 10^3}} = 0.0567$$

=5.67% (under-reinforcement) よって, 問題文中の算定式を用いた

$$p=1\% : \frac{M_u}{bd^2} = 2.95 \left(1 - \frac{2.95}{1.7 \times 35}\right) = 2.80$$

$$p=2\% : \frac{M_u}{bd^2} = 5.9 \left(1 - \frac{5.9}{1.7 \times 35}\right) = 5.31$$

解答欄:

$$p=1\% \text{ の場合} : \left[\frac{M_u}{bd^2} = \mathbf{2.80 \text{ N/mm}^2} \right], [p=2\% \text{ の場合} : \frac{M_u}{bd^2} = \mathbf{5.31 \text{ N/mm}^2}],$$

[終局耐力 M_u は, (**1.90**) 倍] になる.

4. 鉄筋コンクリート部材のうち，コンクリートが乾燥収縮を受けると，コンクリートには引張応力が発生する．収縮ひずみが大きいと，ひび割れの発生に至ることがあり，このときの（限界）収縮ひずみは， $e_{sh}^* = \frac{f_t}{E_c} \cdot \frac{1+np}{np}$ で表される．鉄筋比が $p=2\%$ のときの，（限界）収縮ひずみを算定せよ．不足する条件があれば，各自で適当に仮定せよ．

p.21 より，まず圧縮強度 f_c' を決め，これに対応する E_c, n を求める．

引張強度を p.20 の式を用いて算出する．P.29 より収縮ひずみを算出する．

例 1 $f_c'=24 \text{ N/mm}^2$ ， $E_c=25 \text{ kN/mm}^2$ ， $n=8.0$ として収縮ひずみを求める．

$$np=0.02 \times 8.0=0.16$$

$$f_t = 0.23 f_c'^{\frac{2}{3}}$$

$$=1.91 \text{ N/mm}^2$$

$$e_{sh}^* = \frac{1.91}{25 \times 10^3} \times \frac{1+0.16}{0.16}$$

$$=0.554 \times 10^{-3}$$

解答欄：限界収縮ひずみ $e_{sh}^* = 0.554 \times 10^{-3}$

例 2 $f_c'=40 \text{ N/mm}^2$ ， $E_c=31 \text{ kN/mm}^2$ ， $n=200/31=6.5$ として収縮ひずみを求める．

$$np=0.02 \times 6.5=0.13$$

$$f_t = 0.23 f_c'^{\frac{2}{3}}$$

$$=2.68 \text{ N/mm}^2$$

$$e_{sh}^* = \frac{2.68}{31 \times 10^3} \times \frac{1+0.13}{0.13}$$

$$=0.750 \times 10^{-3}$$

解答欄：限界収縮ひずみ $e_{sh}^* = 0.750 \times 10^{-3}$