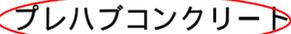


1. 次の各記述に間違いある場合、その箇所を  で囲み、近く（上下の余白）に正しい記述を示せ。

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’、と工場もしくは近接ヤードで製作する‘’に大別される。

プレキャストコンクリート

従来単位と S I 単位との関係は、大略値として、荷重の場合、 $1000\text{tonf} \cong 1\text{MN}$ 、 $10\text{kgf} \cong 100\text{N}$ 、 $1\text{tonf} \cong 10\text{kN}$ 、である。

コンクリート

10MN

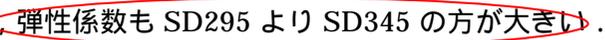
主要記号の意味として、 $f_{cu}$ ：鉄筋の終局ひずみ、 $\epsilon_{sh}$ ：コンクリートの収縮ひずみ、 $\delta$ ：変形/変位、 $h$ ：全高さ、 $d$ ：有効高さ、 $M$ ：曲げモーメント、 $M_{ud}$ ：設計終局曲げ耐力、 $A$ ：面積、 $E_c$ ：コンクリートの弾性係数（ヤング率）などがある。

降伏

下添え字の意味として、 $m$ ：material（材料）、 $y$ ：yield（）、 $t$ ：tension（引張）、 $s$ ：steel（鉄筋、鋼材）、 $u$ ：ultimate（終局）、 $d$ ：design（設計用値）などがある。

鉄筋の弾性係数  $E_s$  / コンクリートの弾性係数  $E_c$

鉄筋とコンクリートの弾性係数比  $n$  は、「 $n$  」によって定義され、通例 6 ~ 10 程度となる。これは、鉄筋がコンクリートの 6 ~ 10 程度、‘硬い’ということの意味であり、強度の比ではない。

異形鉄筋の品質は、SD295、SD345 のように表記される。SD295 は、降伏強度が  $f_y=295\text{ N/mm}^2$ 、SD345 は、降伏強度が  $f_y=345\text{ N/mm}^2$  を意味し、。

弾性係数は変わらない

安全係数の記号と意味として、 $g_b$  = 部材係数、 $g_c$  = コンクリートの材料係数、 $g_s$  = 鉄筋の材料係数などがある。いずれも、1 より   数字として用いられ、設計耐力の算定に際して、安全側の値を算出するように配慮している。

大きい

収縮を受ける部材は埋設されている鉄筋の拘束により、コンクリートには引張応力、鉄筋には圧縮応力が生じる。このような場合ひび割れの発生に至ることがあり、コンクリートの収縮量が大きいほど、鉄筋量が小さいほど、ひび割れが発生しやすくなる。

over

大きい

曲げ部材の最大鉄筋比は、過鉄筋状態 (under-reinforcement) を回避するため、最小鉄筋比は曲げ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。コンクリート標準示方書では、最大鉄筋比 =  $0.75 \times$  釣合い鉄筋比、最小鉄筋比 = 0.2% のように規定されている。実際に配筋する鉄筋比は、最小鉄筋比 < 鉄筋比 < 最大鉄筋比 とならなければならない。

曲げモーメントを受ける断面の終局耐力 (under-reinforcement の場合) は、引張側コンクリートを無視、圧縮コンクリートに対して等価矩形分布ブロックを仮定し、引張鉄筋を降伏状態とする。ただし、over-reinforcement の場合、引張鉄筋は未降伏状態である。

引張鉄筋

梁部材に配置される鉄筋は、主鉄筋 (圧縮鉄筋、せん断補強筋) と腹鉄筋 (スターラップ、折曲げ鉄筋) に分類され、主鉄筋は曲げモーメント、腹鉄筋はせん断力に抵抗する。両鉄筋とも、予想されるひび割れの直交方向 (またはそれに近い角度) に配置することが原則である。

梁部材は、曲げモーメントとせん断力が作用するが、終局時には、曲げ破壊、またはせん断破壊する。一方、平板の床部材 (スラブ) のせん断破壊 (コーン状に押し抜ける破壊) を、特に、ぶち抜きせん断破壊 (punching shear failure) と呼ぶ。

押抜き

2. 次の設問に答えよ。計算過程を余白に，解答を解答欄（有効数字 3 桁）に記入せよ。

長さ 1 m、D 3 8 の異形鉄筋（鉄筋規格 S D 390）に引張力を与え，降伏させた。このときの引張荷重と伸び量を求めよ。

$$f_y = 390 \text{ N/mm}^2 \quad \text{D38 の公称断面積} = 11.40 \text{ cm}^2 = 1140 \text{ mm}^2 \quad P_y = A_s \times f_y = 1140 \times 390 = 445 \times 10^3 \text{ N} = 445 \text{ kN}$$

$$e = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390 \text{ N/mm}^2}{200 \text{ kN/mm}^2} = 1.95 \times 10^{-6}$$

$$d = el = 1.95 \times 10^{-6} \times 1000 \text{ mm} = 1.95 \text{ mm}$$

解答欄：引張荷重： 445 N/mm<sup>2</sup>、伸び量： 1.95 mm

コンクリートの円柱供試体（直径 10 cm、高さ 20 cm）に、90 kN の圧縮荷重を載荷した。このときの応力とひずみを計算せよ。  
また、この供試体を圧縮破壊させるための圧縮荷重を求めよ。圧縮強度を 40 N/mm<sup>2</sup> とし、弾性係数は、圧縮強度から決定せよ。

$$s = \frac{P}{A} = \frac{90 \text{ kN}}{(50 \text{ mm})^2 \times \pi} = 11.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{圧縮強度 } f'_c \text{ が } 40 \text{ N/mm}^2 \text{ より、} E_c = 31 \text{ kN/mm}^2 \quad e = \frac{s}{E_c} = \frac{11.5 \text{ N/mm}^2}{31 \text{ kN/mm}^2} = 3.71 \times 10^{-4}$$

$$\text{圧縮荷重 } P = \text{圧縮強度 } f'_c \times \text{断面積 } A \quad (A = (50 \text{ mm})^2 \times \pi = 7854 \text{ mm}^2)$$

$$= 40 \text{ N/mm}^2 \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times \pi = 314 \text{ kN}$$

解答欄：応力： 11.5 N/mm<sup>2</sup>　ひずみ： 3.71 × 10<sup>-4</sup>　圧縮荷重： 314 kN

3. 次のような諸元を持つ複鉄筋長方形断面（断面寸法：幅 400 mm、有効高さ 640 mm）を考える。

（計算過程を余白に，解答（有効数字 3 桁）を解答欄に記入せよ）

配筋：圧縮鉄筋 3-D19、引張鉄筋 6-D25、鉄筋規格：S D 295，コンクリート：普通コンクリート（圧縮強度 35 N/mm<sup>2</sup>）

単鉄筋長方形断面の曲げ耐力の算定式として， $M_u = bd^2 \cdot pf_y \left(1 - \frac{pf_y}{1.7 f'_c}\right)$  を用いるとよい。

圧縮鉄筋比と引張鉄筋比を計算せよ（%にて解答せよ）。

$$\text{圧縮鉄筋比 } P_1 = \frac{A_s}{bd} = \frac{3 \times D19}{400\text{mm} \times 640\text{mm}} = 0.00336$$

$$\text{引張鉄筋比 } P_2 = \frac{A_s}{bd} = \frac{6 \times D25}{400\text{mm} \times 640\text{mm}} = 0.0119$$

解答欄：圧縮鉄筋比 = 0.336% 、引張鉄筋比 = 1.19%

単鉄筋長方形断面と考え、断面耐力（終局曲げ耐力） $M_u$  を算定せよ。ただし、安全係数は一切考えない。

単鉄筋長方形断面 圧縮側無視

$$M_u = bd^2 pf_y \left(1 - \frac{pf_y}{1.7f_c}\right) = 400\text{mm} \times (640\text{mm})^2 \times 0.0119 \times 295\text{N/mm}^2 \left(1 - \frac{0.0119 \times 295\text{N/mm}^2}{1.7 \times 35\text{N/mm}^2}\right) = 541 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

解答欄：終局耐力  $M_u = 541 \text{ kN} \cdot \text{m}$

引張鉄筋を2倍に増加した場合、断面耐力（終局曲げ耐力） $M_u$  は何倍となるか。比率で答えよ。

上記と同じ条件（単鉄筋長方形断面）とする。

引張鉄筋2倍にすると

$$\frac{M_{u2}}{bd^2} = pf_y \left(1 - \frac{pf_y}{1.7f_c}\right) = 0.0238 \times 295\text{N/mm}^2 \times \left(1 - \frac{0.0238 \times 295\text{N/mm}^2}{1.7 \times 35}\right) = 6.19\text{N/mm}^2$$

$$\frac{M_u}{bd^2} = 3.30\text{N/mm}^2$$

$$\frac{M_{u2}}{M_u} = \frac{6.19\text{N/mm}^2}{3.30\text{N/mm}^2} = 1.88$$

解答欄：終局耐力  $M_u$  は、( 1.88 ) 倍になる。