

問 2

工学単位 (S I 単位および慣用単位 (メートル法重力単位)) の単位換算の原則は、荷重： $1 \text{ kgf} = 9.80 \text{ N}$ 、 $1 \text{ N} = 1/9.80 \text{ kgf} = 0.102 \text{ kgf}$ となり、従って、応力/強度： $1 \text{ N/mm}^2 = 0.102 \text{ kgf/mm}^2 = 10.2 \text{ kgf/cm}^2$ 。さらに、応力/強度では、Pa なる単位も多く用いられ、これは、 $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 、 $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \times 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ MPa}$ のように対応する。ここで、N：ニュートンと読み、荷重の単位。Pa：パスカルと読み、これは圧力/応力の単位を意味する。

なお、接頭語をマスターすると、SI 単位をうまく使いこなすことができるが、コンクリート工学で必要な接頭語として、k (キロ) = 10^3 、M (メガ) = 10^6 、G (ギガ) = 10^9 また、オーダーの小さいものに対して、m (ミリ) = 10^{-3} 、 μ (マイクロ) = 10^{-6} などがある。

コンクリート構造物の設計における単位に関する以下の記述のうち、間違っているものはどれか。

a. 重力加速度 G を $1 G = 9.80665 \times 10$ とし、接頭語を上手に使うと、換算の概略値を要領よく覚えることができる。例えば、

- ・荷重： $10 \text{ N} = 1 \text{ kgf}$ 、 $10 \text{ kN} = 1 \text{ tf}$ 、 $1 \text{ MN} = 10 \text{ tf}$
- ・応力/強度： $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$ 、 $10 \text{ kgf/cm}^2 = 1 \text{ MPa}$ 、 $1 \text{ kN/mm}^2 = 10 \text{ MPa}$

b. 主なコンクリートの単位として、圧縮強度： $f_c = 30 \sim 50 \text{ N/mm}^2$ (これは、概ね $300 \sim 500 \text{ kgf/cm}^2$ に相当)、一方、引張強度： $f_t = 10 \sim 30 \text{ N/mm}^2$ のような値となる。弾性係数は、 $E_c = 20 \sim 40 \text{ kN/mm}^2$ 程度となる。

c. 鉄筋の降伏強度は、SD345 の場合： $f_y = 345 \text{ N/mm}^2 = 345 \text{ MPa}$ 、また、弾性係数は、鉄筋規格に関係なく、 $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2 = 200 \text{ GPa}$ となる。

d. 鉄筋とコンクリートとの弾性係数比 $n (= E_s/E_c)$ は、 $n=7 \sim 12$ 程度となり、許容応力度設計法では、通例、 $n=15$ が用いられる。

解答群：

- a. , b. x, c. x, d. x a. x, b. x, c. , d. a. , b. , c. , d. x
a. , b. x, c. , d. a. , b. , c. x, d.

解答

a.正しい：

b.正しい：

c.誤り：鉄筋の降伏強度は、SD345 の場合： $f_y = 345 \text{ N/mm}^2 = 345 \text{ MPa}$

鉄筋の弾性係数は、鉄筋規格に関係なく、 $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2 = 200 \text{ GPa}$

d.正しい：

問 3

鉄筋とコンクリートの材料特性に関する次の記述のうち、正しいものをすべて組み合わせているのはどれか。

- a. 鉄筋は明瞭な降伏点をもつ弾塑性材料であり，多くは異型鉄筋が用いられ，丸鋼はほとんど用いられない。
- b. 鉄筋鋼棒，コンクリート，アルミニウムの弾性係数を比べると，鉄筋鋼棒 > コンクリート > アルミニウムの順序となる。
- c. 直径が 10cm の円柱供試体を用いて，圧縮強度試験を実施したところ，370 kN で破壊した．このコンクリートの圧縮強度は，47 N/mm² である。
- d. 異型鉄筋の規格，SD345, SD390, SD490 の 3 種類は，順に降伏強度が大きくなるが，弾性係数は等しい．従って．この 3 種の鉄筋の降伏ひずみもすべて等しい。

解答群：

- a、c b、c b、d a、d a、b、d

問 4

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリートの力学に関する次の記述のうち，正しいものの組合せを解答
覧の ~ の中から選択せよ．

- a. 曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート（単鉄筋長方形断面）の中立軸比 k は，
 $k = -np + \sqrt{2np + (np)^2}$ で表される．ひび割れ発生以前では，部材中心にあった中立軸位置は，ひ
び割れの発生進展に伴い，徐々に上昇する．この式は，弾性解析（RC断面）の算定，または許容
応力設計法に用いられ，終局耐力の算定には用いない．
- b. 任意の単鉄筋長方形断面を考えると、鉄筋比が 2% のときの曲げ終局耐力は、鉄筋比が 1% の場合の
2 倍となる．
- c. 曲げ終局耐力の算定に際しては，主鉄筋の配筋量を増加すると耐力を増加させることができるが，
過大に配筋すると(over-reinforcement: 過鉄筋)，コンクリート圧壊が先行することになり（圧壊先行
型），部材の靱性が損なわれ設計上好ましくない．
- d. 限界態設計法（終局限界状態）を用いる場合，設計断面力（設計曲げモーメント）および設計断面
耐力（設計曲げ耐力）を算定する必要がある．一般に，設計断面力は，荷重係数などにより実際の
断面力を割増し（増加させ），設計断面耐力は材料係数や部材係数により，実際の耐力より低減させ
る．最終的に設計断面力 > 設計断面耐力により，安全性が照査される．

解答群：

- a、b a、c b、d c、d b、d

解答

- a. **正しい**：この式は，弾性解析（RC断面）の算定に用いられ，終局耐力の算定には用いない．
- b. **誤り**：鉄筋比を 2 倍しても，終局曲げ耐力は 2 倍にならない（2 倍以下）．これは，終局耐力式
（等価応力ブロック法）を見れば，判断できる．
- c. **正しい**：曲げ部材における過鉄筋(over-reinforcement)の考え方を述べている．
- d. **誤り**：設計断面力（member force, sectional force）と設計断面耐力(ultimate capacity of section)の記
述は，正しい．ただし，設計照査は，設計断面力 < 設計断面耐力によりなされる．

（コンクリート標準示方書に従えば， $g_i \frac{S_d}{R}$ により，設計照査される．）

問 5

長さ 1m の異型鉄筋(D35 ,SD345)に引張荷重を与えて降伏させた .このときの荷重と伸び量を求めよ .
ただし , 鉄筋の弾性係数を $E_s=200\text{kN/mm}^2$, D35 の断面積を簡単のため 10cm^2 とする .

- a. 荷重 = 34.5 kN , 伸び量 = 0.173 mm
- b. 荷重 = 350 kN , 伸び量 = 0.173 mm
- c. 荷重 = 345 kN , 伸び量 = 1.73 mm
- d. 荷重 = 35 MN , 伸び量 = 1.73 mm
- e. 荷重 = 35 MN , 伸び量 = 0.173 mm

解答群 :

a b c d e

解答

$$\text{荷重} = \text{応力 (強度)} \times \text{断面積} = 345\text{N/mm}^2 \times 1000 \text{ mm}^2 = 345\text{kN}$$

$$\text{降伏時のひずみ} = \text{降伏強度} / \text{弾性係数} = 345\text{N/mm}^2 / 200\text{kN/mm}^2 = 0.00173 = 1.73 \times 10^{-3}$$

$$\text{伸び量} = \text{全体の長さ} \times \text{ひずみ} = 1000\text{mm} \times 0.00173 = 1.73 \text{ mm}$$

問 6

曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリートの力学に関する次の記述のうち、正しいものの組合せを解答群の ~ の中から選択せよ。

- a. 曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート（単鉄筋長方形断面）の中立軸比 k は、 $k = -np + \sqrt{2np + (np)^2}$ で表される。一般に、 n は弾性係数比で 1 より大きく、 p は鉄筋比で 1 より小さく、算出される中立軸比 k は 0.5 より小さい正の値となる。この算定式は、終局状態における曲げ耐力の算定に用いられる。
- b. 梁部材に配置される鉄筋は、主鉄筋（軸方向鉄筋）と腹鉄筋（スターラップ、折曲げ鉄筋）に分類され、前者は曲げモーメント、後者はせん断力に抵抗するもので、両鉄筋とも予想されるひび割れの直交方向に配置することが原則である。また、曲げ終局耐力の算定に際しては、主鉄筋の配筋量を増加すると耐力を増加させることができるが、過大に配筋するとコンクリート圧壊が先行することになり（圧壊先行型）、靱性が損なわれ設計上好ましくない。
- c. 曲げ部材の断面耐力（曲げ終局耐力）を算定する場合、等価応力ブロック法が多く用いられる。これは、ひずみ分布は終局時であっても直線分布（平面保持の仮定）とし、応力分布については、引張鉄筋は降伏状態とし、コンクリートについては、圧縮側を等価な矩形ブロックに置換し、引張側は無視するものである。設計に際しては、通例、under-reinforcement を確認する必要があり、over-reinforcement（過鉄筋）は認めない。
- d. 限界状態設計法（終局限界状態）を用いる場合、設計断面力（設計曲げモーメント）および設計断面耐力（設計曲げ耐力）を算定する必要がある。一般に、設計断面力は、荷重係数などにより実際の断面力を引き（低減させ）設計断面耐力は材料係数や部材係数により、実際の耐力より増加させ、最終的に設計断面力 < 設計断面耐力により、安全性が照査される。

解答群： a, b b, c a, d b, d a, c

解答

a. 間違っている：この式は、終局状態における曲げ耐力の算定に用いられず、許容応力度設計法または限界状態設計法のうち使用限界状態と疲労限界状態の照査に用いられる。

b. 全記述とも正しい：正解のポイント：教科書 4 章（曲げ部材）の関連箇所を参照すること。また、6 章のうち、「6-2-2、梁部材の応力分布とひび割れ」および「6-2-3 曲げ補強とせん断補強」も参考になる。

c. 全記述とも正しい：正解のポイント：教科書 4 章（曲げ部材）の関連箇所を参照すること。特に、(2) 釣合い鉄筋比 (p.82 ~ 87) を参考にするとよい。

d. 間違っている：正しい記述は、設計断面力 (member force, sectional force) は、荷重係数や構造解析係数により実際の断面力を増加させる（過大な荷重を想定して、設計断面力として‘大きめ’に算定する）設計断面耐力 (ultimate capacity of section) は、材料係数や部材係数により、実際の耐力より減少させる。（材料のバラツキを想定して、設計断面耐力として‘小さめ、控えめ’に算定する）