

1. 次の記述のうち、正しいものには  , 誤っているものには × を ( ) 内に記し、かつ、誤りの箇所を丸く囲み、その上または下に正しい記述を示せ ( 例を参照のこと ) .

例 : ( × ) コンクリートは一般に引張力に強く , 圧縮力に弱い .

正 : 弱く , 強い

( × ) 材料の応力~ひずみ関係は、「 $\text{応力} = \text{弾性係数 } E * \text{ひずみ}$ 」で表される . これらの単位は、 $[\text{N/mm}^2] = E[\text{N/mm}^2] * [\text{mm}]$  のように表される .

正 :  $\text{N/mm}^2$  , 無次元

( × ) 鉄筋規格 SD295 と SD345 とを比べると、降伏強度は SD345 の方が大きい が , 降伏ひずみは SD295 の方が大きい . また、弾性係数は両方とも同じ値で、通例設計では  $200 \text{ MN/mm}^2$  を用いる .

正 : SD345 ,  $\text{kN/mm}^2$

( × ) 鉄筋コンクリート部材では、コンクリートが乾燥収縮を受けると、一般に、コンクリートには引張応力、埋設されている鉄筋には圧縮応力が作用する ( 拘束応力 ) . このような拘束応力は、鉄筋量が多いほど、収縮が大きいほど、大きくなる . 乾燥収縮が大きいと、コンクリ

ートのひび割れに至ることがあり、このときの乾燥収縮ひずみ  $e_{sh}$  は、
$$e_{sh} = \frac{f_t \cdot np}{E_c \cdot 1 + np}$$
 で表される .

正 : 
$$e_{sh} = \frac{f_t \cdot 1 + np}{E_c \cdot np}$$

( × ) 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、
$$k = -2np + \sqrt{np + (np)^2}$$
 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 .

$$\text{正： } k = -np + \sqrt{(np)^2 + 2np}$$

( × ) 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、前者はせん断力、後者は曲げモーメントに抵抗する。また、曲げ終局耐力の算定に際しては、コンクリート強度が大き過ぎる場合、鉄筋を過大に配筋する場合、コンクリート圧壊が先行することになり、靱性が損なわれ設計上好ましくない（over-reinforcement：過鉄筋）。

正：前者は曲げモーメント，後者はせん断力

( × ) 曲げ部材では、通例、軸方向筋として圧縮鉄筋と引張鉄筋を配する。両鉄筋を有する断面を複鉄筋、圧縮鉄筋と引張鉄筋のいずれかを持つ断面を単鉄筋と呼ぶ。

正：引張鉄筋のみ

( ) コンクリート標準示方書では、修正トラス理論を採用し、腹鉄筋（せん断補強筋）による効果 $V_s$ にコンクリート寄与分 $V_c$ を加算するものである。 $V_s$ については、せん断補強筋の降伏強度に比例し、配置間隔に反比例する。 $V_c$ については、コンクリートのせん断強度に基づき、これは圧縮強度の3乗根に比例する。

( × ) せん断破壊は、梁腹部に水平ひび割れが発生し、脆性的な破壊形式を有する。通例、スターラップ、帯鉄筋などのせん断補強筋で抵抗するが、引張主鉄筋も多少せん断抵抗に関係し、これは、土木学会標準示方書では、コンクリート寄与分 $V_c$ にて考慮される。

正：斜めひび割れ

( × ) 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。両者は似通った名前で紛らわしいが、前者の断面力は、材料強度に影響を受け、後者の断面耐力は、断面の保有する終局耐荷力であり、断面寸法に影響される。

正：断面力は、外的に作用する荷重に対してその断面に生じる力

断面耐力は、断面の保有する終局耐荷力であり、材料強度や断面寸法に影響を受ける

( × ) 限界態設計法では安全性確保のため、設計断面力は、荷重係数などにより実際の断面力を割引き（低減させ）、設計断面耐力は材料係数や部材係数により、実際の耐力より割増す（増加させる）。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。

正：割引き（増減させ），割増す（低減する）

2. 材料に関する次の問に答えよ。答のみ，所定のところに記入せよ。

鉄筋径 D25 と D16 の各異型鉄筋 1 本から長さ 1 m の試験片をつくり，引張荷重を載荷した。荷重 200kN のときの変形量（伸び量）の比，および鉄筋降伏時の引張荷重の比を求めよ。

(答)

D25 の断面積は  $198.6\text{mm}^2$  ， D16 の断面積は  $506.7\text{mm}^2$

・変形量：  $D25 / D16 = 198.6 / 506.7 = \underline{0.392}$

・降伏荷重：  $D25 / D16 = 506.7 / 198.6 = \underline{2.55}$

直径 10cm の円柱供試体に 300kN 載荷した時の断面の応力とひずみを計算せよ。コンクリートの圧縮強度を  $40\text{N/mm}^2$  とする。

(答)

・応力 =  $300 / (50 \cdot 50 \cdot 3.14) = 0.0382 \text{ kN/mm}^2 = \underline{38.2 \text{ N/mm}^2}$

(コンクリートの圧縮強度が  $40\text{N/mm}^2$  より  $E_c = 31 \text{ kN/mm}^2$ )

・ひずみ =  $38.2 / 31000 = \underline{0.0012}$

3. 曲げモーメントを受ける単鉄筋長方形断面について，鉄筋比を  $p = 1\%$  として，断面耐力（終局曲げ耐力）を算定せよ。（安全係数は用いない。破壊モードの判別は省略してよい）。

断面寸法として，幅 40cm，全高さ 100cm，有効高さ 90cm

材料条件として，鉄筋規格：S D 295，

コンクリート：圧縮強度  $40\text{N/mm}^2$

(答)

単鉄筋長方形断面における断面耐力式  $M_u = b d^2 \cdot p f_y \left(1 - \frac{p f_y}{1.7 f_c'}\right)$  より

$M_u = 400 \cdot 900^2 \cdot 0.01 \cdot 295 \left(1 - \frac{0.01 \cdot 295}{1.7 \cdot 40}\right) = \underline{914.3 \text{ kN} \cdot \text{m}}$

4. 上記問題3.の条件にて,設計せん断耐力のうち,コンクリート寄与分について答えよ.ただし,適当な安全係数を用いること.

3つの係数のうち, $b_d$ と $b_p$ を計算せよ.

(答)

$$b_d : \text{部材有効高さの影響} \quad b_d = \sqrt[4]{1/d} = \sqrt[4]{1/0.9} = \underline{1.03} \quad (d : \text{m})$$

$$b_p : \text{軸方向鉄筋の影響} \quad b_p = \sqrt[3]{100 \rho} = \sqrt[3]{100 \cdot 0.01} = \underline{1.0}$$

コンクリートによる設計せん断耐力を計算せよ.

軸方向力の影響の係数  $n=1$  とする.

(答)

$$\text{コンクリートの設計強度} \quad f'_{cd} = f'_c / 1.3 = 40 / 1.3 = 30.8$$

$$\text{コンクリートのせん断強度} \quad f_{vcd} = 0.20 \sqrt[3]{f'_{cd}} = 0.20 \sqrt[3]{30.8} = 0.63$$

以上より

$$V_{cd} = b_d b_p b_n f_{vcd} b_w d / g_b = 1.03 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.63 \cdot 400 \cdot 900 / 1.3 = \underline{179.7 \text{ kN}}$$