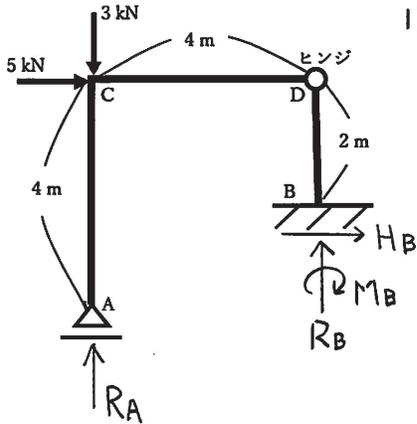


2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
 入学試験（2期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

第1問（構造力学）

(1) 下図について以下の設問に答えよ。



1) 反力を求めよ。計算過程も示すこと。なお、各反力は、上向き、右向き、時計回り方向を正の値として答えよ。

$$\sum H = 0 \text{ より } 5 + H_B = 0 \quad \underline{H_B = -5 \text{ kN}}$$

$$\sum M_D = 0 \text{ より } -3 \times 4 + 4R_A = 0 \quad \underline{R_A = 3 \text{ kN}}$$

$$\sum V = 0 \text{ より } R_A + R_B - 3 = 0$$

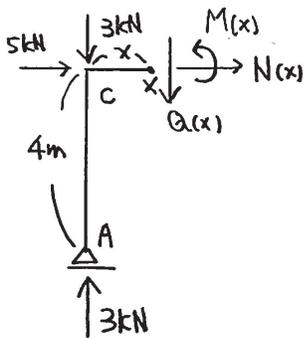
$$3 + R_B - 3 = 0 \quad \underline{R_B = 0 \text{ kN}}$$

$$\sum M_D = 0 \text{ より}$$

$$M_B - 2H_B = 0$$

$$M_B + 10 = 0 \quad \underline{M_B = -10 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

2) C点から右方向にXmの位置における、CD間のせん断力Q(X)、曲げモーメントM(X)を求めよ。なお、導く過程も示すこと。



$$\sum V = 0 \text{ より}$$

$$3 - 3 + Q(x) = 0$$

$$Q(x) = 0$$

$$\underline{Q(x) = 0 \text{ kN}}$$

$$\sum M_x = 0 \text{ より}$$

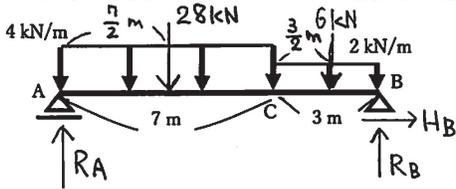
$$M(x) + 3x - 3x = 0$$

$$\underline{M(x) = 0 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
 入学試験（2期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

(2) 下図について以下の設問に答えよ。



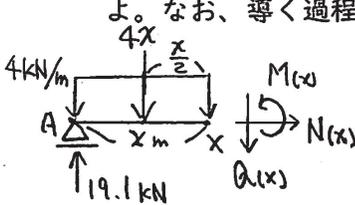
1) 反力を求めよ。計算過程も示すこと。なお、図中に各反力を矢印で示し、各矢印の方向を正の値として答えよ。

$$\sum H = 0 \text{ より } H_B = 0 \quad \underline{H_B = 0 \text{ kN}}$$

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0 \text{ より} \\ 28 \times \frac{7}{2} + 6 \times \frac{17}{2} - 10 R_B = 0 \\ 149 - 10 R_B = 0 \quad \underline{R_B = 14.9 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum V = 0 \text{ より} \\ R_A + R_B - 28 - 6 = 0 \\ R_A + 14.9 - 34 = 0 \quad \underline{R_A = 19.1 \text{ kN}} \end{aligned}$$

2) AC間において、A点から右方向にXmの位置でのせん断力Q(X)、曲げモーメントM(X)を求めよ。なお、導く過程も示すこと。



$$\sum V = 0 \text{ より } Q(X) + 4X - 19.1 = 0$$

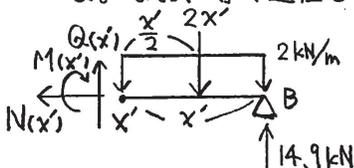
$$\underline{Q(X) = -4X + 19.1 \text{ kN}}$$

$$\sum M_x = 0 \text{ より } M(X) + 4X \cdot \frac{X}{2} - 19.1X = 0$$

$$M(X) + 2X^2 - 19.1X = 0$$

$$\underline{M(X) = -2X^2 + 19.1X \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

3) BC間において、B点から左方向にX'mの位置でのせん断力Q(X'), 曲げモーメントM(X')を求めよ。なお、導く過程も示すこと。



$$\sum V = 0 \text{ より } Q(X') - 2X' + 14.9 = 0$$

$$\underline{Q(X') = 2X' - 14.9 \text{ kN}}$$

$$\sum M_{x'} = 0 \text{ より}$$

$$M(X') + 2X' \cdot \frac{X'}{2} - 14.9X' = 0$$

$$M(X') + X'^2 - 14.9X' = 0$$

$$\underline{M(X') = -X'^2 + 14.9X' \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

第2問（水理学）

(1) 図に示したように角度のある平板に衝突する噴流について1)～3)の問いに答えなさい。
 ただし、 $b_1 = 0.2\text{m}$, $\theta = 30^\circ$, $v_1 = 1\text{m/s}$ とする。

1) 流速 v_2, v_3 を求めなさい。

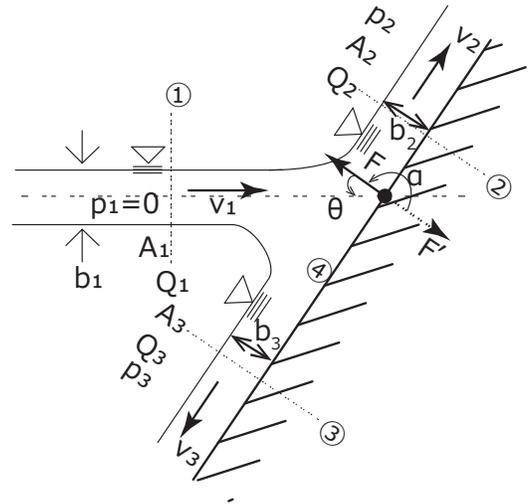
連続の式から $b_1 v_1 = b_2 v_2 + b_3 v_3$ となり

ベルヌーイの定理を①-②に適用すると

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2$$

$\frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g}$ より、 $v_1 = v_2$ 同様に①-③に適用すると

$v_1 = v_3$ となり、 $v_1 = v_2 = v_3 = 1\text{m/s}$



2) 衝突後の水脈の厚さ b_2, b_3 を求めなさい。

$$v_1 = v_2 = v_3 \text{ および } b_1 v_1 = b_2 v_2 + b_3 v_3 \text{ から } b_2 + b_3 - b_1 = 0$$

$$\rho b_2 v_2^2 - \rho b_3 v_3^2 - \rho b_1 v_1^2 \sin\theta = 0 \text{ と } v_1 = v_2 = v_3 \text{ から } b_2 - b_3 - b_1 \sin\theta = 0$$

$$\text{よって、} b_2 = \frac{1}{2}(1 + \sin\theta)b_1, b_3 = \frac{1}{2}(1 - \sin\theta)b_1$$

$$b_2 = \frac{1}{2}(1 + \sin 30^\circ) 0.2 = 0.15\text{m}$$

$$b_3 = \frac{1}{2}(1 - \sin 30^\circ) 0.2 = 0.05\text{m}$$

3) 平板に働く力 F' を求めなさい。

$$F' = F = \rho A_1 v_1^2 \cos\theta = \rho b_1 v_1^2 \cos\theta = 1000 \times 0.2 \times 1^2 \times \cos 30^\circ = 173.2\text{N}$$

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
 入学試験（Ⅱ期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

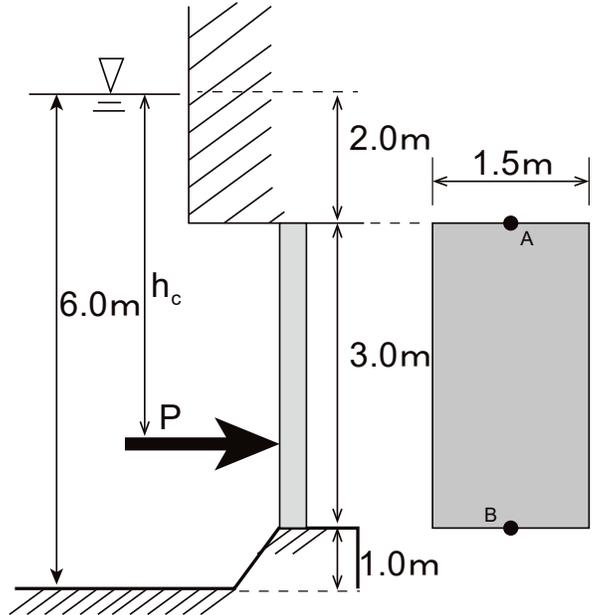
受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

(2) 水中に図のような長方形の水門が鉛直に設置してある. 次の問に答えよ.

1) 水門の上端Aと下端Bの圧力（の強さ） p_A と p_B を求めよ.

$$P_A = 1000 \times 9.8 \times 2.0 = 19600 \text{ Pa}$$

$$P_B = 1000 \times 9.8 \times 5.0 = 49000 \text{ Pa}$$



2) 長方形の水門に作用する全静水圧Pを求めよ.

$$P = \rho_1 g h_{G1} \times A_1 - \rho_2 g h_{G2} \times A_2$$

$$= 1000 \times 9.8 \times 2.5 \times 5.0 \times 1.5 - (1000 \times 9.8 \times 1.0 \times 2.0 \times 1.5)$$

$$= 154350 \text{ N}$$

又は $\rho g h_G \times A = 1000 \times 9.8 \times 3.5 \times 1.5 \times 3 = 154350 \text{ N}$

3) 水面から全静水圧Pの作用点までの深さ h_c を求めよ.

$$h_c = h_G + \frac{I_0}{h_G \times A} = 3.5 + \frac{\frac{1.5 \times 3^3}{12}}{3.5 \times 3 \times 1.5} = 3.714 \text{ m}$$

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
入学試験（Ⅱ期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

(3) 開水路に関する以下の問いに答えなさい。

1) 連続の式とフルード数の関係を用いて限界水深を求める公式を導きなさい。

連続の式において限界水深を h_c とすると

$$v = \frac{Q}{Bh_c}$$

ここで、限界水深を考えるとということは

流れ場は限界流であり、 $Fr = 1$

$$\text{なので } Fr = \frac{v}{\sqrt{gh_c}} = \frac{\frac{Q}{Bh_c}}{\sqrt{gh_c}} = \frac{Q}{\sqrt{gB^2h_c^3}} = 1$$

$$1 = \frac{Q^2}{gB^2h_c^3}$$

$$h_c^3 = \frac{Q^2}{gB^2}$$

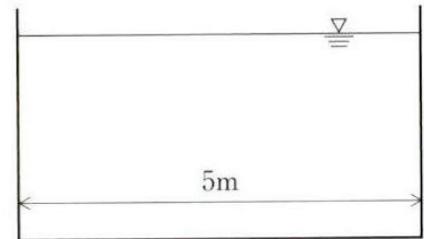
$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}}$$

2) 右の図に示した水路断面を単位幅流量 $0.6 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ の水が流れるときの限界水深を 1) で求めた式を使って求めなさい。ただし、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

※1) が正解している場合のみ採点の対象とします。

$$Q = 0.6 \times 5 = 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}} \text{ より } h_c = \sqrt[3]{\frac{3^2}{9.8 \times 5^2}} = 0.33 \text{ m}$$



3) 広矩形断面についてマンシングの平均流速の公式から流量を用いて等流水深を求める公式を導きなさい。

マンシングの平均流速の公式 $v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$ で広矩形なので $R \approx h$ とすると

$$v = \frac{1}{n} h^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \text{ で } v = \frac{Q}{Bh} \text{ を代入して}$$

$$\frac{Q}{Bh} = \frac{1}{n} h^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \text{ より } h = \left(\frac{n^2 Q^2}{B^2 i} \right)^{\frac{3}{10}}$$

4) 1) で求めた公式を用いて限界水深が求まる理由説明しなさい。

限界水深は $h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}}$ で求めることが一般的であるが、計算式の中に水路床勾配の項が含まれていないので、水路床勾配に影響されず求めること

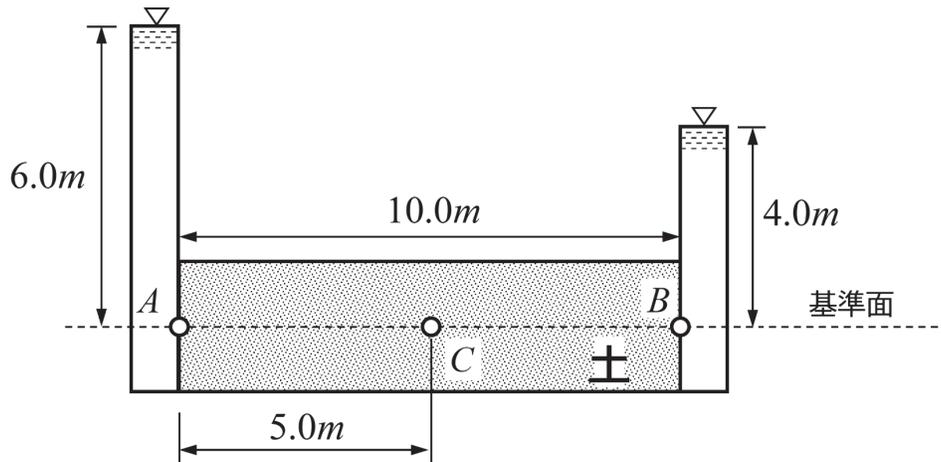
5) 3) で求めた公式を用いて等流水深が ∞ になる理由を説明しなさい。

一般に等流水深は $h_0 = \left(\frac{n^2 q^2}{i} \right)^{\frac{3}{10}}$ で計算される。水路床勾配が水平ということは、式の中の i を 0 にすることになるので、分母が限りなく 0 に近づくことになり、結果として等流水深は ∞ になる。

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

第3問（地盤工学）

(1) 図のように透水層の中をA点からB点へ流れる間隙水において、次の問いの1)から5)について答えなさい。ただし、A点からB点を通る流路の断面積は $A_s = 3.0m^2$ 、土の間隙率 $n = 0.6$ 、透水係数は $k = 0.08cm/sec$ を仮定する。



1) C点の圧力水頭

$$h_c = 6m - (6 - 4m) \times \frac{5m}{10m} = 5m$$

2) A点からB点を通る水の動水勾配

$$i = \frac{\Delta h}{\Delta L} = \frac{(6 - 4)m}{10m} = 0.2$$

3) 見かけ速度(ダルシ速度)

$$v = ki = 0.08cm/sec \times 0.2 = 0.016cm/sec$$

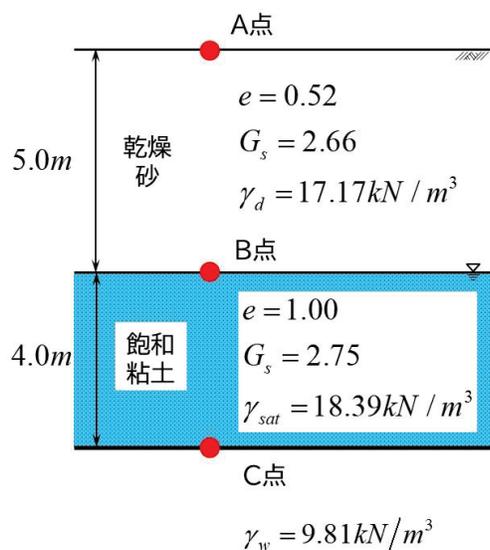
4) 実際速度

$$v_s = \frac{v}{n} = \frac{0.016}{0.6} = 0.027cm/sec$$

5) A点からB点を通る流量

$$Q = kiA = 0.0008m/sec \times 0.2 \times 3m^2 = 0.0048m^3/sec$$

(2) 図のような土層構造において、A点、B点およびC点の全応力、有効応力、間隙水圧をそれぞれ求めなさい。



1) A点の全応力、有効応力、間隙水圧

$$\sigma_t = 0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$u = 0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma' = 0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

2) B点の全応力、有効応力、間隙水圧

$$\sigma_t = 17.17 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 5 \text{ m} = 85.85 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$u = 0 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma' = \sigma_t - u = 85.85 \text{ kN} / \text{m}^2$$

3) C点の全応力、有効応力、間隙水圧

$$\sigma_t = 85.85 \text{ kN} / \text{m}^2 + 18.39 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 4 \text{ m} = 159.41 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$u = 9.81 \text{ kN} / \text{m}^3 \times 4 \text{ m} = 39.24 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\sigma' = \sigma_t - u = 159.41 \text{ kN} / \text{m}^2 - 39.24 \text{ kN} / \text{m}^2 = 120.17 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- (3) 初期有効応力 $p'_0 = 100kPa$ の粘土地盤に有効応力増分 $\Delta p' = 100kPa$ が作用された。この粘土地盤の初期間隙比が $e_0 = 2.0$ 、圧縮指数が $C_c = 0.1$ 、粘土層の層厚が $6.0m$ の場合、次の問い 1)～2)について答えなさい。

- 1) この地盤の圧密沈下量を計算しなさい。

$$\begin{aligned} S_f &= \frac{C_c H_{clay}}{1 + e_0} \log \left(\frac{p'_0 + \Delta p'}{p'_0} \right) \\ &= \frac{0.1 \times 6}{1 + 2.0} \log \left(\frac{100 + 100}{100} \right) = 0.06m = 60mm \end{aligned}$$

- 2) 両面排水の条件下で、圧密度90%までの時間 t_{90} を求めなさい。ただし、圧密度90%の時間係数 $T_{v90\%} = 0.848$ 、圧密係数 $C_v = 0.01m^2/day$ を用いること。

$$t_{90} = \frac{T_v \times H_d^2}{C_v} = \frac{0.848 \times 3^2}{0.01} = 763days$$

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
 入学試験（2期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

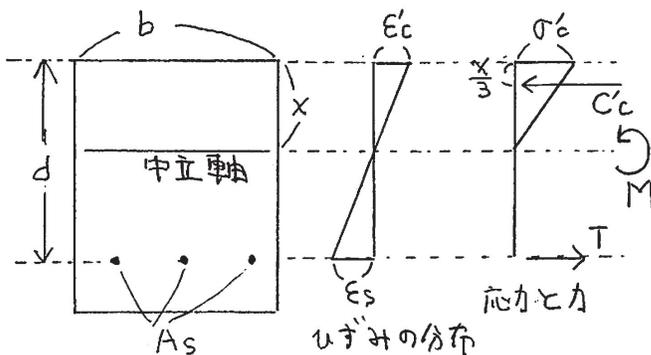
受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

第4問（土木材料）

下記条件の鉄筋コンクリート単鉄筋長方形断面に“正”の曲げモーメント $M=100 \text{ kN}\cdot\text{m}$ が作用している。以下の設問に答えよ。なおこの時、圧縮側コンクリートおよび引張鉄筋は弾性であり、「平面保持の法則」「引張側コンクリートは力を受け持たない」の各仮定が成立するものとする。

断面幅 $b=60 \text{ cm}$ 、有効高さ $d=120 \text{ cm}$ 、引張鉄筋量 $A_s=30 \text{ cm}^2$ 、
 鉄筋のヤング係数 $E_s=200,000 \text{ N/mm}^2$ 、コンクリートのヤング係数 $E_c=20,000 \text{ N/mm}^2$

- (1) 断面上縁からの中立軸までの長さを求めよ。なお、算定の過程で必要であれば、断面上縁に生じるコンクリートの圧縮応力と圧縮ひずみをそれぞれ σ'_c 、 ϵ'_c 、引張鉄筋に生じる引張応力と引張ひずみをそれぞれ σ_s 、 ϵ_s で示すこととする。



$$\frac{\epsilon'_c}{x} = \frac{\epsilon_s}{d-x}$$

$$\sigma'_c = E_c \epsilon'_c, \sigma_s = E_s \epsilon_s$$

$$\frac{1}{x} \cdot \frac{\sigma'_c}{E_c} = \frac{1}{d-x} \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\sigma_s = \frac{d-x}{x} \cdot \frac{E_s}{E_c} \sigma'_c = 10 \cdot \frac{d-x}{x} \sigma'_c \quad \dots \textcircled{1}$$

$$C'_c = \frac{1}{2} \sigma'_c b x, T = \sigma_s A_s$$

$$C'_c = T \quad \textcircled{1} \quad \frac{1}{2} \sigma'_c b x = 10 \cdot \frac{d-x}{x} \sigma'_c A_s$$

$$b x^2 = 20(d-x) A_s$$

$$b x^2 + 20 A_s x - 20 d A_s = 0$$

$$x = \frac{-10 A_s + \sqrt{10^2 A_s^2 + 20 b d A_s}}{b}$$

$$= \frac{-10 \times 3000 + \sqrt{100 \times 3000^2 + 20 \cdot 600 \cdot 1200 \cdot 3000}}{600}$$

$$= 300 \text{ mm}$$

答 300 mm

2026年度 東北工業大学大学院博士（前期）課程
 入学試験（2期）工学研究科 専門科目（土木工学基礎）

受験専攻		受験番号		氏名	
------	--	------	--	----	--

(2) 断面上縁に生じるコンクリートの圧縮応力 σ'_c と圧縮ひずみ ϵ'_c 、引張鉄筋に生じる引張応力 σ_s と引張ひずみ ϵ_s をそれぞれ求めよ。

$$M = \sigma_s A_s \left(d - \frac{x}{3}\right) \text{ より}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \left(d - \frac{x}{3}\right)} = \frac{100,000,000 \text{ N}\cdot\text{mm}}{3000 \times \left(1200 - \frac{300}{3}\right)} = 30.3$$

$$\underline{\sigma_s = 30.3 \text{ N/mm}^2}$$

$$\epsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{30.3}{200,000} = 0.0001515$$

$$\underline{\epsilon_s = 152 \times 10^{-6}}$$

(1) の ④ より

$$\begin{aligned} \sigma'_c &= \frac{x}{10(d-x)} \sigma_s \\ &= \frac{300}{10(1200-300)} \times 30.3 = 1.01 \end{aligned}$$

$$\underline{\sigma'_c = 1.01 \text{ N/mm}^2}$$

$$\epsilon'_c = \frac{\sigma'_c}{E_c} = \frac{1.01}{20,000} = 0.0000505$$

$$\underline{\epsilon'_c = 51 \times 10^{-6}}$$

【出題意図】

第1問

都市工学専攻において専門知識の修得が可能か否について、静定構造物の構造解析の基礎（反力、断面力の算定）の到達度を確認することを出題意図とした問題です。

第2問

土木工学を基盤とする都市工学の基礎となる分野の一つである水理学について基本原理の理解度を計るため、管水路、静水圧、開水路について問うています。これらの問題は水理学の基礎的な知識を必要とするものの、都市工学分野における専門的な研究を遂行するにあたり必要な能力・知識となるものです。

第3問

地盤工学における基礎現象に対する理解度を確認することを目的として、土中における水の流れ、有効応力、圧密沈下の3分野から問題を出題した。これらの問題は、土中の浸透特性と間隙水圧の変化、ならびに全応力と有効応力の関係、およびそれらに基づく地盤の時間依存的な変形挙動といった基本概念の理解を必要とするものであり、地盤内における水と応力の相互作用を踏まえて地盤の力学的挙動を適切に把握・解釈するための基礎的な能力を評価することを意図している。

第4問

都市工学専攻において専門知識の修得が可能か否について、曲げが作用する鉄筋コンクリート断面の弾性域でのコンクリート及び鉄筋の応力、ひずみに関する理解度の確認を出題意図とした問題です。