

東北大学 土木系 院試 専門科目

鈴木 *

目次

1	2023 秋	3
1.1	構造工学	3
1.2	コンクリート工学	3
1.3	地盤工学	4
2	2023 春	6
2.1	構造工学	6
2.2	コンクリート工学	6
2.3	地盤工学	7
3	2022 秋	9
3.1	構造工学	9
3.2	コンクリート工学	9
3.3	地盤工学	10
4	2022 春	11
4.1	構造工学	11
4.2	コンクリート工学	11
4.3	地盤工学	11
5	2021 秋	13
5.1	弾性体と構造の力学 (1)	13
5.2	弾性体と構造の力学 (2)	13
5.3	地盤とコンクリート (1)	14
5.4	地盤とコンクリート (2)	14
6	2021 秋	15
6.1	弾性体と構造の力学 (1)	15
6.2	弾性体と構造の力学 (2)	15

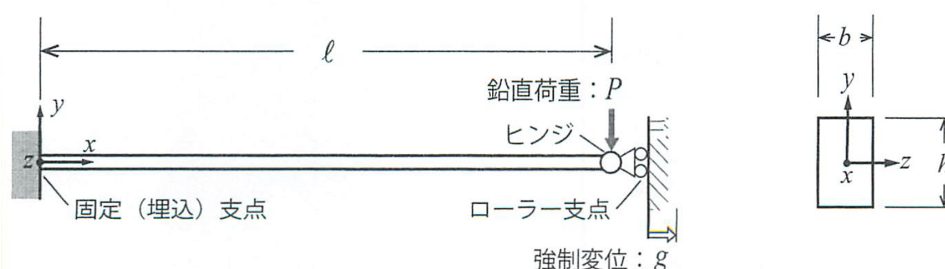
* <https://github.com/suzuyuyuyu>

6.3	地盤とコンクリート (1)	16
6.4	地盤とコンクリート (2)	16
7	2020 秋	17
7.1	弾性体と構造の力学 (1)	17
7.2	弾性体と構造の力学 (2)	17
7.3	地盤とコンクリート (1)	18
7.4	地盤とコンクリート (2)	18
8	2020 春	19
8.1	弾性体と構造の力学 (1)	19
8.2	弾性体と構造の力学 (2)	19
8.3	地盤とコンクリート (1)	20
8.4	地盤とコンクリート (2)	20
9	2019 秋	21
9.1	弾性体と構造の力学 (1)	21
9.2	弾性体と構造の力学 (2)	21
9.3	地盤とコンクリート (1)	21
9.4	地盤とコンクリート (2)	22
10	2019 春	23
10.1	弾性体と構造の力学 (1)	23
10.2	弾性体と構造の力学 (2)	23
10.3	地盤とコンクリート (1)	23
10.4	地盤とコンクリート (2)	24

2023 秋

構造工学

下に示すような、高さ h 、幅 b の長方形断面で、Young 率 E 、Poisson 比 ν の等方線形弾性材料からなる長さ l の棒材に、 x 軸の正の方向に強制変位 g 、 y 軸の負の方向（鉛直下向き）に荷重 P が作用している。以下の問いに答えなさい。なお、荷重 P による x 軸周りのねじりや強制変位 g による y 軸及び z 軸回りの曲げモーメントは生じないものとする。また、長方形断面の断面二次モーメントは $bh^3/12$ である。



- (1) 強制変位 g のみによる x 軸方向垂直応力を求めよ。ただし、 $\sigma_x = E\varepsilon_x$ を用いてよい。ここで、 σ_x と ε_x は、それぞれ x 軸方向垂直応力と垂直ひずみである。
- (2) 荷重 P のみによる x 軸方向垂直応力の最大値および最小値と、それらが生じる点の (x, y) 座標をそれぞれ求めよ。
- (3) 強制変位 g と荷重 P が同時に作用するときの x 軸方向垂直応力の最大値および最小値を求めよ。ただし、荷重 P の作用による曲げモーメントに強制変位 g による長さや断面の変化の影響は考えない。
- (4) $g = 0.1 \text{ mm}$, $h = 100 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$, $l = 1000 \text{ mm}$, $P = 10 \text{ kN}$, $E = 200 \text{ GPa}$, $\nu = 0.0$ のとき、問 (3) で求めた最大応力および最小応力の値をそれぞれ数値で答えなさい。
- (5) 問 (4) の最大応力が生じた点の xy 面内の最大せん断応力を MPa で答えよ。
- (6) 問 (4) の最大応力が生じた点に、何らかの作用により xy 面内せん断応力 $\tau_{xy} = 24 \text{ MPa}$ が生じるとき、最大および最小主応力をそれぞれ求めよ。
- (7) 問 (6) の最大主応力の方向を xy 座標を参照したベクトル、もしくは x 軸から反時計回りにとった最大主応力の方向角 θ を $\tan 2\theta$ で答えなさい。
- (8) 問 (4) の強制変位 g に新たな変位 δ を加えて引張応力が生じないようにしたい。 δ を求めよ。

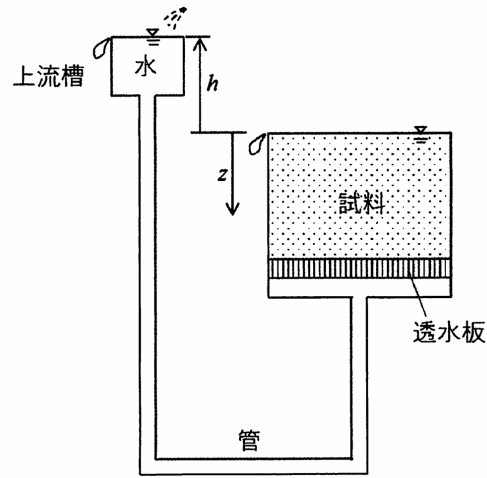
コンクリート工学

1. コンクリートの劣化の一つであるアルカリシリカ反応について以下の問いにそれぞれ 100 字程度で答えよ。
 - (1) アルカリシリカ反応による劣化メカニズムを答えよ。
 - (2) アルカリシリカ反応を引き起こす骨材の特徴を答えよ。

- (3) アルカリシリカ反応を抑制する方法を一つ答えよ。
2. プレストレストコンクリート構造の力学機構について、曲げを受ける梁の断面の応力状態の変化を例にとって図を使って説明せよ。
3. コンクリートの力学的性質について以下の問いに答えよ。
 - (1) コンクリートの一軸圧縮試験を行ったときの応力-ひずみ関係の概形を図示せよ。
 - (2) コンクリートの 3 種類の静弾性係数の定義について、応力-ひずみ関係を用いて説明し、それぞれの静弾性係数を求める式を答えよ。
 - (3) 「JIS A 1149：コンクリートの静弾性係数試験方法」で定められているコンクリートの静弾性係数を答えよ。
 - (4) コンクリートの弾性係数は静弾性係数のほかに動弾性係数がある。動弾性係数の測定方法を説明せよ。

地盤工学

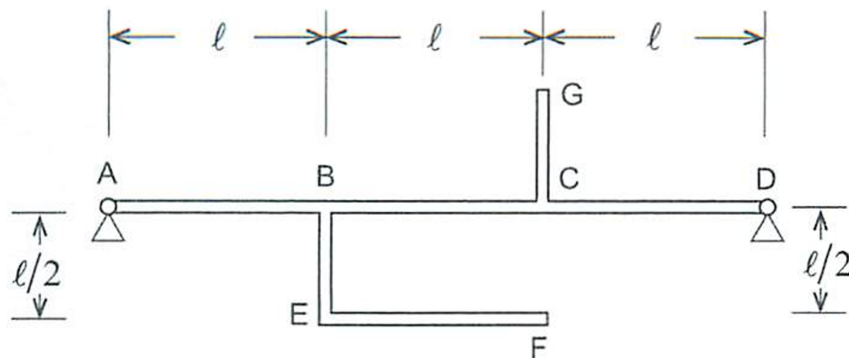
1. 土のコンシステンシー限界について、図と以下の用語を用いて説明せよ。
【液状、塑性状、半固体状、固体状、含水比】
2. 粘土の一次元圧縮特性について、図と以下の用語を用いて説明せよ。
【圧密降伏応力、 $e-\log p$ 線、膨潤線、正規圧密土、過圧密度】
3. 図 1 はクイックサンドを再現するための実験装置である。試料上端を規準とする上流槽上端の高さを h とする。上流槽を $h = 0$ から徐々に持ち上げてゆくと、試料は一斉に有効応力を失いクイックサンドを生じる。ただし、各瞬間において定常状態とみなせるほど上流槽をゆっくり動かすものとする。試料表面を原点として、下向きに z 軸を取る。試料の厚さを l 、土粒子密度を ρ_s 、間隙比を e 、重力加速度の大きさを g とする。また、試料は一様で飽和状態にある。以下の問いに答えよ。
 - (1) 試料の密度 ρ を求めよ。
 - (2) 深さ z における鉛直全応力 σ を求めよ。
 - (3) 深さ z における間隙水圧 u を求めよ。
 - (4) 深さ z における鉛直有効応力 σ' を求めよ。
 - (5) クイックサンドが生じるときの上流槽の高さ h_c を求めよ。
 - (6) クイックサンドが生じるときの動水勾配である限界動水勾配 i_c を求めよ。



2023 春

構造工学

下に示すような、高さ h 、幅 b の長方形断面で、ヤング率 E の等方線形弾性材料からなる骨組み構造について、以下の問いに答えなさい。ただし、すべての部材の断面積と材料は同一とする。また、せん断応力及びせん断変形の影響は考慮しないものとする。



- (1) 点 F に、反時計回りのモーメント $M_1 = 1$ を作用させたときの曲げモーメント図を書きなさい。
- (2) 問 (1) の荷重条件のとき、点 C に生じる最大応力を求めなさい。ただし、長方形断面の断面二次モーメントは $bh^3/12$ である。
- (3) 問 (1) のモーメント荷重を 2 倍にすると、点 C に生じる最大応力が問 (2) の値と同じになるためには部材の高さを何倍にすれば良いか答えなさい。
- (4) 問 (1) の荷重条件のとき、点 G の水平変位を求めなさい。
- (5) 問 (1) のモーメント荷重を取り除き、点 G に水平右向きの荷重 $P_1 = 1$ を与えるときの点 F の回転角を求めなさい。
- (6) 問 (5) の荷重条件で、点 F が回転しないように固定したときの点 F のモーメント反力を求めなさい。

コンクリート工学

1. コンクリート用混和材について、以下の問いに答えよ。
 - (1) フライアッシュをセメントに置換して使用したときに起こる反応の名称を答え、その反応の特徴を説明せよ。
 - (2) 高炉スラグ微粉末をセメントに置換して使用したときに起こる反応の名称を答え、その反応の特徴を説明せよ。
 - (3) (1) と (2) で答えた 2 つの反応の違いを説明せよ。
2. 表は 3 種類のセメントに含まれるクリンカー鉱物の組成と化学組成を示している。表中の (a),(b),(c) は普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント

トのいずれかである。(a),(b),(c) がそれぞれどのセメントであるか答え、そのように選択した理由を答えよ。

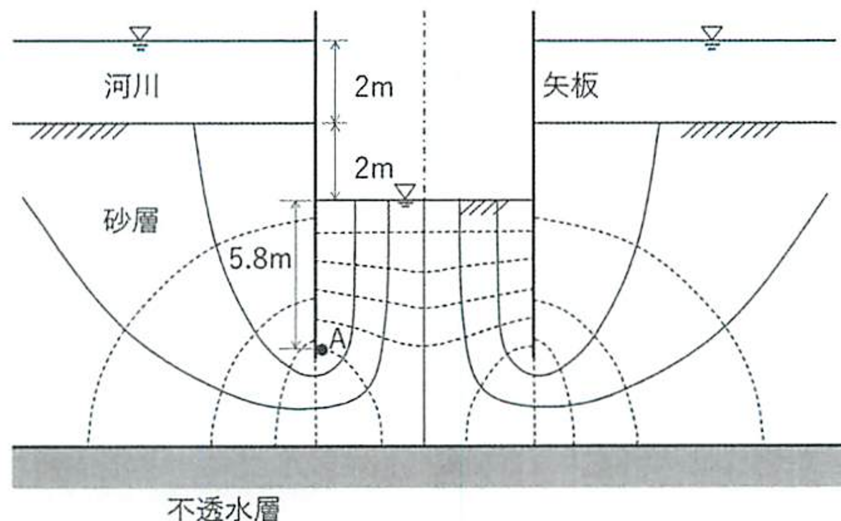
セメントの 種別	クリンカー鉱物組成 (%)				化学組成 (%)			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
(a)	67	9	8	8	20.8	4.5	2.8	64.9
(b)	48	30	5	11	23.3	3.9	4.0	63.5
(c)	50	26	9	9	22	5.1	3.0	63.8

3. RC はり部材の代表的なせん断破壊形式を二つ答え、それぞれの破壊形式の特徴を説明せよ。

地盤工学

1. 矢板を打設して川底を掘削する場合について考える。図 1 は掘削現場の断面と地盤内の二次元定常流れを表した正方形フローネットを表している。実線と破線はそれぞれ流線と等ポテンシャル線を表している。地盤の透水係数は $k = 2.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 、水の密度は $\rho_w = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度は $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ である。以下の問に答えよ。

- (1) 図 1 の定常浸透流れを保つためには、掘削底面でポンプにより浸出する水を汲み上げる必要がある。奥行を 1m とし、1 日当たりの汲み上げ量を求めよ。
- (2) 点 A の間隙水圧を求めよ。
- (3) 掘削前に安定計算を実施したところ、ボーリングが発生する危険性が判明したとする。考え得る対策工法の一つ挙げよ。



2. 飽和正規圧密粘土の排水および非排水三軸圧縮試験について考える。せん断開始時の有効拘束圧は p_0 であり、せん断中のセル圧は一定とする。飽和正規圧密粘土の有効応力に関する粘着力と内

部摩擦角は、排水条件に依らず、 $c' = 0$ と ϕ' とする。また、鉛直応力 σ_v と側方応力 σ_h の差を軸差応力 $q = \sigma_v - \sigma_h$ とする。以下の問に答えよ。

- (1) 排水三軸圧縮試験の破壊次の軸差応力 q_d を p_0 と ϕ' を用いて表せ。
- (2) 非排水三軸圧縮試験の破壊次の軸差応力 q_u を破壊次の過剰間隙水圧 u_f と p_0 、 ϕ' を用いて表せ。
- (3) u_f を m と p_0 によって表せ。ただし、 $m = q_u/q_d$ である。

2022 秋

構造工学

下に示すような、ヤング率 $E = 200[\text{GPa}]$ 、ポアソン比 $\nu=0.25$ の等方線形弾性材料からなる $100[\text{mm}] \times 100[\text{mm}]$ の正方形平板が上下端を y 方向に固定されている (高さ h 一定)。平面応力状態を仮定して、以下の問いに答えなさい。なお、応力とひずみの間には以下の関係式があるものとする。

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E}, \quad \varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_x}{E}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \quad (3.1)$$

ここで、 $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ はそれぞれ x と y 方向の垂直ひずみ、および γ_{xy} はせん断ひずみである。また、 σ_x, σ_y は、それぞれ x と y 方向の垂直応力、および τ_{xy} はせん断応力である。なお、 G はせん断弾性係数で $G = E/\{2(1+\nu)\}$ で与えられる。

- (1) 下図 (a) に示すように、高さ h を固定し、板の上下端と左右端を平行に保ったまま x 方向垂直応力が一様に $\sigma_x = \bar{\sigma} = 80[\text{MPa}]$ になるように載荷した。このときの y 方向垂直応力 σ_y と x 方向垂直ひずみ ε_x を求めよ。
- (2) 下図 (b) に示すように高さ h を固定し、板の上下端を平行に保ったまま上端を x 方向に $0.05[\text{mm}]$ だけ動かし、このときのせん断ひずみ γ_{xy} とせん断応力 τ_{xy} を求めよ。
- (3) 上記 (1) の垂直応力成分と (2) のせん断応力成分が同時に生じるような載荷を行ったとき、最大主応力を求め、 x 軸から反時計回りにとった最大主応力の方向角 θ を $\tan 2\theta$ で答えなさい。また、最大せん断応力を求めよ。
- (4) 上記 (3) の応力状態のとき、最大および最小主ひずみを求めなさい。

コンクリート工学

1. ポルトランドセメントの製造に用いられるクリンカーの主要な化合物を 4 種類挙げ、それぞれの特性を説明せよ。
2. 空気量 5.0% のコンクリートの単位粗骨材量を単位水量 $W[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、単位セメント量 $C[\text{kg}/\text{m}^3]$ 、細骨材率 s/a 、水の密度 $\rho_w[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、セメントの密度 $\rho_c[\text{g}/\text{cm}^3]$ 、粗骨材の表乾密度 $\rho_g[\text{g}/\text{cm}^3]$ を用いて示せ。
3. 図-1(a) に示す鉄筋コンクリート製梁の断面に曲げモーメントが作用したときのひずみ分布および応力分布が図-1(b) および図-1(c) であるとするとき、中立軸高さ x を b, d, A_s, n を用いて表せ。ここで、 b : 断面幅、 d : 断面の有効高さ、 A_s : 引張鉄筋の断面積、 n : ヤング係数比 ($=E_s/E_c$)、 E_s : 鋼材のヤング係数、 E_c : コンクリートのヤング係数、 ε'_c : 断面上縁のコンクリートの圧縮ひずみ、 ε_s : 鉄筋の引張ひずみ、 σ'_c : 断面上縁のコンクリート圧縮応力、 σ_s : 鉄筋の引張応力である。
4. 次のコンクリート工学に関する専門用語をそれぞれ 100 字程度で説明しなさい。
 - (1) クリープ
 - (2) 釣り合い鉄筋比

地盤工学

1. 土取場より土を採取し、最適含水比で締め固めて、乾燥密度 ρ_d 、体積 V の盛土を構築する。土粒子密度は ρ_s で、土取場における土の含水比は $w(w < w_{opt})$ である。以下の問いに答えよ。ただし、水の密度を ρ_w 、重力加速度 g とする。
 - (1) 土取場で採取すべき水の重量 W を求めよ。
 - (2) 締め固め時に散水すべき水の重量 ΔW_w を求めよ。
 - (3) 盛土の間隙比 e を求めよ。
 - (4) 盛土の飽和度 S_r を求めよ。
2. 図 1 に示す水平成層地盤が単一の層からなると見做したときの巨視的な透水係数に関する以下の問いに答えよ。ただし、 d_1 と d_2 は各層の層厚であり、 k_1, k_2 は各層の透水係数である。
 - (1) 水平方向の巨視的な透水係数 k_H を導出せよ。
 - (2) 鉛直方向の巨視的な透水係数 k_V を導出せよ。
 - (3) $k_H \geq k_V$ が成り立つことを示せ。
3. Terzaghi の圧密理論に基づいて水平成層地盤に様な荷重を瞬間載荷した場合に生じる圧密沈下について考える。現場 A では最終沈下量が 4 m、圧密度 50% に至るまでの時間が 200 日であった。現場 B E では、地盤条件や載荷条件が現場 A とは以下の通り異なる。各現場の (i) 最終沈下量と (ii) 圧密度 50% に至るまでの時間を求めよ。ただし、各現場において記載の条件以外は A と同じであるとする。

現場 B	: 地盤の層厚が現場 A の 2 倍
現場 C	: 地盤の透水係数が現場 A の 2 倍
現場 D	: 地盤の体積圧縮係数が現場 A の 2 倍
現場 E	: 鉛直荷重が現場 A の 2 倍

2022 春

構造工学

図-1 の一様断面で曲げ剛性 EI のはり部材 PR と軸剛性 EA のトラス部材 QS からなる骨組構造について、以下の問いに答えなさい。ただし、部材 QS の両端は摩擦のないヒンジとする。解答にあたっては、次の関係式を用いて断面積 A を消去しなさい。

$$EA l^2 = EI$$

ここで、 E は Young 率、 I は断面二次モーメントである。

- (1) 点 R に、鉛直下向きの荷重 $P_0 > 0$ と時計回りモーメントの荷重 $M_0 > 0$ が作用するとき、トラス部材 QS の軸力を求めなさい。
- (2) (1) のとき、はり部材 PR の曲げモーメント図を描きなさい。ただし、P, Q, R の各点での値も明記しなさい。
- (3) (1) のとき、最大の引張応力が生じる x 座標とその応力値を求めなさい。なお、はりの断面は高さ h 、幅 b の長方形として $I = bh^3/12$ を用いなさい。
- (4) $P_0 = 0, M_0 = 0$ のとき、点 R のたわみを求めなさい。
- (5) (3) で求めた最大の引張応力が作用する面が反時計回りに 60° 回転した面に作用するせん断応力を求めなさい。

コンクリート工学

1. 表-1 はコンクリートの示方配合表である。表中の (a)、(b)、(c) にあてはまる数値を答えよ。水、セメント、細骨材、粗骨材の密度はそれぞれ $d_w = 1.00 \text{ g/cm}^3, d_c = 3.10 \text{ g/cm}^3, d_s = 2.50 \text{ g/cm}^3, d_g = 2.50 \text{ g/cm}^3$ とする。
2. コンクリート用骨材の主要な特性を 3 つ示し、それぞれの特性がフレッシュコンクリート及び硬化コンクリートに及ぼす影響を説明せよ。
3. 図-1 に示す断面が一様である鉄筋コンクリートはりについて以下の問いに答えよ。
 - (1) スパン中央の最大曲げモーメント M_{max} を答えよ。
 - (2) 曲げひび割れが初めて生じるときの荷重 P_{cr} を答えよ。コンクリートの曲げ強度は f_b とする。ただし、軸方向鉄筋の影響は無視してよい。

地盤工学

Tezaghi の一次元圧密方程式は次式で与えられる。

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2}, \quad c_v = \frac{k}{m_v \gamma_w} \quad (1)$$

ここで、 $u_e(z, t)$ は地表面からの深さ z 、時刻 t における過剰間隙水圧、 c_v は圧密係数、 k は透水係数、

m_v は土骨格の体積圧縮係数、 γ_w は水の単位体積重量である。また、地表表面が排水条件、底面が非排水条件にある層厚 H の地盤に対し、等分布荷重 q を瞬間載荷した場合を対象に式 (1) を解くと、次式に示す級数解が得られる。

$$u_e(z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2q}{\lambda_n} \sin\left(\lambda_n \frac{z}{H}\right) e^{-\lambda_n^2 \frac{c_v}{H^2} t}, \quad \lambda_n = \frac{2n-1}{2} \pi \quad (2)$$

式 (1) および式 (2) に基づいて以下の問いに答えよ。なお、Terzaghi の圧密理論における仮定は全て受け入れるものとする。

- (1) 時刻 t における沈下量 $\rho(t)$ は過剰間隙水圧 $u_e(z, t)$ を用いて式 (3) に示すように表される。

$$\rho(t) = m_v \left(qH - \int_0^H u_e(z, t) dz \right) \quad (3)$$

載荷開始からの鉛直有効応力増分を $\Delta\sigma'(z, t)$ 、鉛直ひずみ $\varepsilon(z, t)$ としたとき、 $\varepsilon(z, t) = m_v \Delta\sigma'(z, t)$ なる関係があることを用いて式 (3) を導出せよ。

- (2) 式 (2) と式 (3) より、 $\rho(t)$ を級数によって表せ。
- (3) 設問 (2) で求めた式より、最終沈下量 ρ_f を求めよ。
- (4) 設問 (2) で求めた $\rho(t)$ の級数表現の 2 次以上の項を無視することによって、沈下がある圧密度 $U = (\rho(t)/\rho_f)$ に達するまでの時間 t を近似的に求める式を導け。
- (5) 設問 (4) で求めた近似式に基づいて、沈下が圧密度 U に達するまでの時間に与える H, m_v, k および q の影響についてそれぞれ求めよ。
- (6) 設問 (4) で求めた近似式を用いて、時間係数 $T_v (= c_v t / H^2)$ と U の関係を表す近似式を求めよ。また、この近似式を用いて、 U が 0.9 に達するときの T_v の値を求めよ。ただし、 $\ln(80/\pi^2) = 2.09$ を用いてよい。

2021 秋

弾性体と構造の力学 (1)

等方均質な線形弾性体に底面応力状態で一様な応力が作用している。このときの応力成分 $o-xy$ 座標系を参照して次のように与えられているとき、以下の問いに答えなさい。

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 & 9 \\ 9 & -4 \end{bmatrix} \text{ MPa}$$

ここで、 σ_x, σ_y はそれぞれ x と y 方向の垂直応力、および τ_{xy} はせん断応力である。また、ベクトルの成分は $o-xy$ 座標系を参照しなさい。

- (1) 最大主応力と最小主応力を求め、それぞれの方向を表す単位ベクトルを求めなさい。
- (2) 最大主応力と最小主応力が生じるそれぞれの面上の表面ベクトルを求めなさい。
- (3) 最大主応力の方向と x 軸とのなす角を θ としたとき、 $\tan \theta$ を求めよ。解答に際しては倍角の公式

$$\tan 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}$$

を用いてもよい。

- (4) xy 平面内の直線 $4x + 3y + c = 0$ の上での表面力ベクトルを求めなさい。なお c は任意の実数である。
- (5) ヤング率 E を 200 GPa、ポアソン比を 0.2 とするとき、最大および最小ひずみを求めよ。ただし、 $x-y$ 座標系での応力とひずみの成分の間には以下の関係式があるものとする。

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \nu \frac{\sigma_y}{E}, \quad \varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} - \nu \frac{\sigma_x}{E}, \quad \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}$$

ここで、 $\varepsilon_x, \varepsilon_y$ はそれぞれ x と y 方向の垂直ひずみ、 γ_{xy} は xy 面工学せん断ひずみである。また、 G はせん断弾性係数で $G = E / \{2(1 + \nu)\}$ で与えられる。なお、 z 軸方向垂直ひずみは考えなくてもよい。

弾性体と構造の力学 (2)

図-13 に示す骨組構造の曲げ剛性は EI は一定であり、 P は集中荷重である。図-1 の骨組構造の荷重載荷点 C 点のたわみ w_{C1} および支点 B の水平変位 u_{B1} はそれぞれ

$$w_{C1} = \frac{Pl^3}{48EI \cos \theta}, \quad u_{B1} = \frac{Pl^3 \sin \theta}{24EI \cos^2 \theta}$$

である。ただし、たわみは下向きを正、水平変位は右向きを正とし、骨材を構成する部材の軸の伸び縮みは無視できるものとする。図-13 に示す骨組構造に関して以下の問いに答えよ。

1. 図-2 に示す骨組構造の支点 B の水平変位 u_{B2} を求めよ。
2. 図-2 に示す骨組構造の点 C のたわみ w_{C2} を求めよ。
3. 図-3 に示す骨組構造の支点 B の水平反力 H_B を求めよ。

4. 図-3 に示す骨組構造の荷重載荷点 C のたわみ w_{C3} を求めよ。

地盤とコンクリート (1)

- 杭基礎が上部構造物を支持する機構について 200 字程度で説明せよ。式や図を用いてもよい。
- 土の水中単位重量 γ' は土の飽和単位体積重量 γ_{sat} 、水の単位体積重量 γ_w を用いて $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ と表せる。この式を基にして、 γ' を間隙比 e 、土粒子密度 ρ_s 、水の密度 ρ_w 、重力加速度 g の関数として表せ。
- 図-1 のように、水深 10 m の海面下に砂地盤がある。海底面下 10 m のところから試料を採取して一連の三軸せん断試験したところ、表-1 の結果が得られた。以下の問いに答えよ。なお、表中の最大・最小主応力は全応力表示である。
 - 試料を採取した地点の鉛直全応力、鉛直有効応力、水平有効応力を求めよ。なお水の単位体積重量は 9.8 kN/m^3 、砂の飽和単位体積重量は 18.8 kN/m^3 、静止土圧係数は 0.5 としてよい。
 - 上記 (1) および、せん断試験における破壊時の有効応力状態を示すモール円を描け。
 - せん断強度をモール・クーロンの破壊基準で表す場合、粘着力と内部摩擦角を求めよ。
 - この土を対象に非排水繰返しせん断試験をした場合、どのような結果が予想されるかを考察せよ。
 - この土を締め固めて再試験を行う時、試験結果がどう変化するか説明せよ。

地盤とコンクリート (2)

- 暫定配合のコンクリートを試験練りしてスランプ試験と空気量試験を実施したところ、表-1 の結果が得られた。目標値を満たすように配合を修正するための方針について 200 字程度で説明せよ。
- コンクリート用の混和剤に関する次の問いに答えよ。
 - フレッシュコンクリートの流動性を改善できる混和材を 1 つ挙げ、それが流動性を改善するメカニズムを 100 字程度で説明せよ。
 - (1) で挙げた混和材がコンクリートの硬化後の瀬魚汁に及ぼす影響について、圧縮強度と物質の透過に対する抵抗性の観点から 200 字程度で説明せよ。
 - (2) を踏まえて、(1) で挙げた混和材を使用するときの配合設計上の留意点を 100 字程度で説明せよ。
- 引張鉄筋のみを有する単鉄筋長方形はりの曲げ破壊に関する次の問いに答えよ。
 - 「曲げ引張破壊」と「曲げ圧縮破壊」の破壊形態の違いについて 100 字程度で説明せよ。
 - コンクリートの構造物の設計上、望ましくない破壊形態は曲げ引張破壊と曲げ圧縮破壊のどちらであるかを答えよ。また、その理由を 200 字程度で説明せよ。

2021 秋

弾性体と構造の力学 (1)

下に示すような、せん断弾性係数 50 GPa の等方性・線形弾性材料からなる中空断面のはりについて以下の問いに答えなさい。なお、この断面の外径と内径はそれぞれ $r_o = 12 \text{ cm}$ 、 $r_i = 10 \text{ cm}$ とする。また、このはりの中立軸は x 軸に一致し、断面二次モーメントは次式で与えられるものとする。

$$I = \frac{\pi}{4}(r_o^4 - r_i^4)$$

ここで、 π は円周率である。なお解答は常分数で表せ。

- (1) この断面に z 軸周りの曲げモーメント $\pi \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}$ が作用して、図中の点 P に x 軸方向の最大引張応力が生じた。この応力を MPa の単位で答えなさい。
- (2) 上記 (1) の応力状態にある断面に、軸力 (x 軸方向負荷) が作用して点 P の最大引張応力が $\frac{2200\pi}{I} \times 10^{-6} \text{ MPa}$ に変化した。ここで I は m^4 の単位とする。このときに作用した軸力を kN の単位で求めなさい。
- (3) このはりの x 軸周りにねじりモーメント (トルク) $T = 5\pi r_o^3(1 - n^4) \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}$ が作用するとき、点 P における yz 面内の最大 (工学) せん断ひずみ γ_{yz} を求めなさい。なお、トルク T が x 軸に作用するときの yz 面内で最大せん断応力は次式で与えられる。

$$\tau_{yz} = \frac{2T}{\pi r_o^3(1 - n^4)}$$

ここで、 $n = \frac{r_i}{r_o}$ である。

- (4) この断面内で同時に上記の問い (2)、(3) の状態になるとき、図中の点 Q における応力テンソルの成分を 3×3 の行列表記で与えなさい。
- (5) 上記 (4) の応力状態について、最大、中間、最小主応力を求めなさい。

弾性体と構造の力学 (2)

図-1 4 に示す梁はすべて同じものである。図-1 に示すように、単純梁の C 点 ($x = l/2$) に単位の集中荷重を作用させたところ、 $0 \leq x \leq \frac{l}{2}$ の任意点 x のたわみ $w(x)$ が

$$w(x) = w_{max} \left\{ 3\frac{x}{l} - 4\left(\frac{x}{l}\right)^3 \right\}$$

であった。ここに、 w_{max} は最大たわみである。このことを用いて以下の問いに答えよ。ただし、梁の断面は軸方向に一様でたわみはは下向き正とする。

- 1 図-2 に示す単純梁のたわみ w_{2C} を求めよ。
- 2 図-3 に示す梁は C 点をばね定数 k のばねにより弾性支持されている。図-3 の C 点のたわみ w_{3C} が図-2 の C 点のたわみ w_{2C} の $\frac{1}{2}$ となるときのばね定数 k を求めよ。

- 3 図-3 に示すばねの内力 (圧縮を正とする) を f とする。 $\frac{f}{P}$ を求め、 $\frac{f}{P}$ と kw_{max} との関係を図示せよ。
- 4 梁の C 点をローラーヒンジ支点により支持した図-4 に示す梁の C 点の鉛直反力 V_C (上向きを正とする) を求めよ。

地盤とコンクリート (1)

1. 化学が関係する地盤工学に関わる課題を一つ挙げ、300 字以内で説明せよ。
2. 地盤工学が貢献できる持続可能な開発目標 (SDGs) に関わる課題の内容を説明せよ。
3. 図-1 は、浸透流のある場合の飽和した半無限斜面内の応力を示している。斜面の安定性に関して、以下の問いに答えよ。なお土の湿潤単位体積重量 γ_t 、土の水中単位体積重量 γ_b 、水の単位体積重量 γ_w とする。
 - (1) cd 面に作用する直応力 σ とせん断応力 τ を求めよ。
 - (2) cd 面に作用する間隙水圧 u と有効応力 σ' を求めよ。
 - (3) 斜面のすべり安全率を示す式を示せ。ここに、土はせん断強度定数として、内部摩擦角 ϕ' 、粘着力 c' を持つものとする。

地盤とコンクリート (2)

1. せん断補強鉄筋の一つであるスターラップの主な役割について、次のキーワードを全て使用して説明せよ。

キーワード：せん断力、骨材の噛み合わせ、ダウエル作用
2. 骨材がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響について次のキーワードを全て使用して説明せよ。

キーワード：骨材の粒径、表面水率、細骨材率、単位水量、材料分離、スランプ
3. 鉄筋コンクリート構造物の塩害に関する次の設問に答えよ。
 - (1) 鉄筋コンクリート構造物が健全な状態から体力が著しく低下するまでの劣化過程を説明せよ。
 - (2) 海洋環境下で生じる塩害と積雪寒冷地で生じる塩害の違いについて説明せよ。

2020 秋

弾性体と構造の力学 (1)

Hooke 則は以下のように与えられる。

$$\varepsilon_{xx} = \frac{1}{E} \{\sigma_{xx} - \nu(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})\}, \varepsilon_{yy} = \frac{1}{E} \{\sigma_{yy} - \nu(\sigma_{zz} + \sigma_{xx})\}, \varepsilon_{zz} = \frac{1}{E} \{\sigma_{zz} - \nu(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})\} \quad (7.1)$$

$$\gamma_{xy} = 2\varepsilon_{xy} = \frac{1}{G} \sigma_{xy}, \gamma_{yz} = 2\varepsilon_{yz} = \frac{1}{G} \sigma_{yz}, \gamma_{zx} = 2\varepsilon_{zx} = \frac{1}{G} \sigma_{zx} \quad (7.2)$$

ここに、 E はヤング率、 ν はポアソン比である。 G はせん断弾性係であり、 E と ν を使って以下のよう表される。

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (7.3)$$

線形弾性体に関する以下の問いに答えよ。

1. 平面応力状態と平面応力ひずみ状態におけるひずみ成分 ε_{xx} 、 ε_{yy} 、 γ_{xy} と応力成分 σ_{xx} 、 σ_{yy} 、 σ_{xy} の関係式を導出し、行列形式で表せ。
2. 平面応力状態にある弾性版を x 軸方向に一樣な力で引っ張ったところ、以下に示す応力 σ とひずみ ε が発生した。板は初期に無応力状態にあり、均質一樣に変形したものとする。この板のヤング率 E とポアソン比 ν を求めよ。

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{xy} & \sigma_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.8 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ (MPa)}, [\varepsilon] = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.02 & 0 \\ 0 & -0.008 \end{bmatrix}$$

3. 平面ひずみ状態にある弾性版に以下のひずみ ε を生じさせた。弾性体の材質は設問 2 における板のと同じである。弾性体は初期に無応力状態にあり、均質一樣に変形したものとする。発生する応力の成分 σ_{xx} 、 σ_{yy} 、 σ_{xy} を求めよ。

$$[\varepsilon] = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} \\ \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.01 & 0.02 \\ 0.02 & 0.01 \end{bmatrix}$$

4. 設問 3 における主応力 σ_1 、 σ_2 とそれらの主方向ベクトル $\{\mathbf{n}_1\} = \begin{Bmatrix} n_{1x} \\ n_{1y} \end{Bmatrix}$ 、 $\{\mathbf{n}_2\} = \begin{Bmatrix} n_{2x} \\ n_{2y} \end{Bmatrix}$ を求めよ。

弾性体と構造の力学 (2)

1. 図-1 に示すように、C 点に集中荷重 P が作用する単純支持梁について、以下の問いに答えよ。ただし、梁の曲げ剛性を $EI (= \text{const})$ とする。
 - (1) 支点 A, B の反力 R_A, R_B を求めよ。
 - (2) AC 区間、BC 区間の任意の点の鉛直変位 y_1, y_2 を求める式を誘導するとともに、C 点の鉛直

変位を求めよ。

- (3) $a > b$ の場合、梁全体 AB 区間の中で最大鉛直変位が生じる位置を求めよ。
2. 図-2 に示すようにその頂部で剛版を介して荷重 P を受ける塔構造において、高さによらず水平断面の圧縮応力 σ が一定となるときの、以下の問いに答えよ。なお、塔の単位体積重量を γ とする。
 - (1) 断面 x における微小要素に対する力のつり合い式を誘導せよ。
 - (2) (1) で求めた微分方程式を解き、塔の任意の高さ x の水平断面積 A_x を P, γ, A_0, x を用いた式として表せ。

地盤とコンクリート (1)

1. 地盤工学に関する次の語句を各 200 字程度で説明せよ。式や図を用いてもよい。
 - (1) 間隙比
 - (2) 有効応力原理
 - (3) 圧密
 - (4) 液状化現象
2. 図は浸透カラム試験の状態を表している。以下の問いに答えよ。なお、砂と容器側面の摩擦は無視でき、定常状態と考えてよい。また、水の単位体積重量は $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ 、砂の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat} = 19.8 \text{ kN/M}^3$ 、砂柱の断面積は $A = 100 \text{ cm}^2$ とする。
 - (1) の場合、 XX' 面の全鉛直応力と有効鉛直応力を計算せよ。
 - (2) の場合、流量 Q が $0.4 \text{ cm}^3/\text{s}$ のとき、砂の透水係数を求めよ。
 - (3) (2) の状態 ($t=0$) から 1 秒間に 1 cm の速さで左側の水面を上昇させた。流量 $Q(t)$ と XX' 面の有効鉛直応力 $\sigma'_v(t)$ の時間変化を 0 300 秒まで描け。
3. 下図のような重力式係船岸の破壊モードを列挙し、それぞれの破壊モードに対する安全性の照査方法を説明せよ。図を用いて説明してもよい。

地盤とコンクリート (2)

1. 鉄筋コンクリート部材の終局曲げ耐力を計算する際に、一般に適用されている仮定を 3 つ以上上げて説明せよ。
2. AE 剤の主要な効能を 2 つ挙げ、そのメカニズムについて説明せよ。
3. 次のコンクリート工学に関する専門用語を説明せよ。
 - (1.) エーライト
 - (2.) エフロレッセンス
 - (3.) 中立軸
 - (4.) 鉄筋の付着破壊

2020 春

弾性体と構造の力学 (1)

図-1 に示すように等方均質な線形弾性体の試験片に 3 枚のひずみゲージ a,b,c が貼られている。一様な平面応力状態と仮定できるものとし、図に示す座標系の下で応力-ひずみ関係が以下のように与えられるものとする。

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\sigma_{xx}}{E} - \nu \frac{\sigma_{yy}}{E}, \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\sigma_{yy}}{E} - \nu \frac{\sigma_{xx}}{E}, \quad \varepsilon_{xy} = \frac{(1+\nu)\sigma_{xy}}{E} \quad (1)$$

ここに、 $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}$ は応力テンソルの成分、 $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$ はひずみテンソルの成分、 E と ν はそれぞれヤング率とポアソン比である。以下の問いに答えよ。

1. 試験片を y 方向に一様な力で引っ張った。試験片に作用する応力は以下のように表される。

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{xy} & \sigma_{yy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 2.4 \end{bmatrix} \text{MPa} \quad (2)$$

このとき、3 枚のひずみゲージ a,b,c はそれぞれ、 -1.0×10^{-3} , 0.0×10^0 , 5.0×10^{-3} の値を示した。

- (1) ひずみテンソルの成分 $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$ を求めよ。
- (2) ヤング率 E とポアソン比 ν を求めよ。
2. 1. とは異なる別の力を試験片に作用させたところ、3 枚のひずみゲージは a, b, c はそれぞれ 5.0×10^{-3} , 4.0×10^{-3} , 1.0×10^{-3} の値を示した。
 - (a) ひずみテンソル $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$ の成分を求めよ。
 - (b) 応力テンソル $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}$ の成分を求めよ。

弾性体と構造の力学 (2)

1. 図-1 に示すように、一様な厚さを有する辺長 a 、重量 W の正三角形鋼板 ABC を、摩擦のない鉛直壁面の D 点から辺長と同じ長さ a の糸で吊るとき、以下の問いに答えよ。なお、糸の重量は 0、伸縮しないものとする。
 - (1) 正三角形鋼板が静止した状態で、B 点、D 点における反力を、それぞれ、 R_B, R_D とするとき、力のモーメントの釣合い式を R_B, R_D, a, W, θ を用いて表せ。
 - (2) (1) で求めた釣合い式を連立させて、正三角形鋼板が静止するときの角度 θ を $\tan \theta$ の値として求めよ。
2. 図-2 に示すように、下端で床に固定された長さ l 、曲げ剛性 EI の弾性片持ち梁の上端において、距離 a だけ偏心した位置に荷重 P が载荷される場合の梁の座屈問題について、以下の問いに答えよ。
 - (1) 梁の A 点に作用する曲げモーメント M_x を図-2 中の記号を用いて表せ。
 - (2) 梁に曲げモーメント M_x が作用するとき、梁の変位 y と曲げモーメント M_x 、曲げ剛性 EI

の関係式を微分方程式で表せ。

- (3) (2) で求めた微分方程式に (1) を代入し、これに境界条件を適用して求められる最も小さい座屈荷重 P_{cr} を求めよ。

地盤とコンクリート (1)

1. 地盤工学に関する次の語句を説明せよ。
 - (1) 飽和度
 - (2) 土の工学的分類
 - (3) 締固め
 - (4) N 値
2. 土のせん断強さは、圧密および排水条件に依存する。土のせん断強さの違いを下記の用語を用いて説明せよ。
【圧密、地盤の透水性、施工過程、荷重増加、有効応力】
3. 擁壁に作用する土圧の算定法について下記の用語を用いて説明せよ。
【静止土圧、主動土圧、受動土圧、壁体の変位、側方応力、鉛直応力、土圧係数】

地盤とコンクリート (2)

1. 鉄筋およびコンクリートの一般的な力学的性質の違いを応力-ひずみ曲線を描いて説明せよ。
2. フレッシュコンクリートのレオロジー的性質に着目して、高流動コンクリートとスランプ 8 cm 程度の普通コンクリートの違いを説明せよ。
3. 次のコンクリート工学に関する専門用語を説明せよ。
 - (1) クリープ
 - (2) 塩害
 - (3) 釣り合い鉄筋比
 - (4) スターラップ

2019 秋

弾性体と構造の力学 (1)

図-1 のような等方均質な線形弾性体の円板が一様な平面応力状態にあり、応力テンソルが次のようであったとする。

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & -\sqrt{3} \\ -\sqrt{3} & 7 \end{bmatrix}$$

ここに、平面応力状態における等方線形弾性体の構成式は次式のように与えられる。 γ_{12} は工学せん断ひずみであり、 G はせん断弾性係数である。

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \gamma_{12} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{G} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{12} \end{Bmatrix}$$

以下の問いに答えよ。

1. 主応力 σ_1, σ_2 とその主方向の単位ベクトル $\mathbf{n}^{(1)} = \begin{Bmatrix} n_1^{(1)} \\ n_2^{(1)} \end{Bmatrix}$, $\mathbf{n}^{(2)} = \begin{Bmatrix} n_1^{(2)} \\ n_2^{(2)} \end{Bmatrix}$ を求めよ。
2. ヤング率を $E = 1000 \text{ GPa}$, ポアソン比を $\nu = 0.2$ とするとき、主ひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ を求めよ。
3. ひずみテンソルに対応する Mohr 円を描き、それを用いて x_1 方向のひずみゲージ G が感知する軸ひずみ ε_G を求めよ。
4. ひずみテンソル $[\varepsilon] = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{12} & \varepsilon_{22} \end{bmatrix}$ を求めよ。ただし、 $\sqrt{3} \simeq 1.7$ を用いよ。

弾性体と構造の力学 (2)

1. C 点に集中荷重 P が作用する図-1 の構造物について、以下の問いに答えよ。ただし、全ての部材の曲げ剛性を $EI (= \text{const})$ とする。
 - (1) C 点の鉛直変位を求めよ。
 - (2) B 点の鉛直変位を求めよ。
2. C 点に集中荷重 P が作用する図-2 のはりについて以下の問いに答えよ。ただしはりの曲げ剛性を $EI (= \text{const})$ とする。
 - (1) A 点の反力を求めよ。
 - (2) C 点の鉛直変位を求めよ。

地盤とコンクリート (1)

1. 次の用語を説明せよ。説明の際は模式図を用いてもよい。
 - (1) 粒径加積曲線

- (2) 締固め曲線
 - (3) ヒービング
 - (4) 杭の不の摩擦力 (ネガティブフリクション)
2. 砂質土について異なる密度で排水三軸圧縮試験を行ったとき、軸圧縮過程において密な砂と緩い砂のそれぞれに見られる典型的なせん断挙動を、下の4つのグラフに示すパラメータ間の関係として描け。ここで、軸方向応力を σ_1 、側方向応力を σ_3 、間隙水圧を u とし、軸圧過程で σ_3 と u は一定とする。 σ_1 および σ_3 のそれぞれの有効応力を σ'_1, σ'_3 とする。 $\sigma'_m = (\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$ は平均有効応力、 $\sigma_d = \sigma'_1 - \sigma'_3$ は主応力差 (軸差応力)、 e は間隙比、 ε_a は軸ひずみである。
3. 図に示すように、透水係数が異なる土 A と土 B で構成される二層構造を有する土の円柱供試体について定水位透水係数試験を行った。円柱供試体の断面積は $S = 100 \text{ cm}^2$ である。水位差は $h = 10 \text{ cm}$ とした。土 A と土 B の透水係数 k_A, k_B および層厚 l_A, l_B は以下の通りである。このとき、単位時間当たりの流量 $Q(\text{cm}^3/\text{s})$ を求めよ。

地盤とコンクリート (2)

1. 図-1 に示すように、床に固定された剛なフーチングを有する一様断面、一様配筋の鉄筋コンクリート橋脚に対し、一定軸力を作用させながら橋脚に破壊が生じるまで水平変位を徐々に増加させる。このとき、以下の問いに答えよ。
- (1) 橋脚に生じ得る主に2つの破壊形態を対象に、それぞれの損傷進展特性について、模式図を示しながら説明せよ。
 - (2) (1) に示した2つの破壊形態それぞれを対象に、橋脚に作用させる水平荷重を橋脚の水平変位の関係について、模式図を示しながら説明せよ。
 - (3) 橋脚の水平荷重-水平変位の関係を表す代表的な数学モデルを1つとりあげ、模式図を示しながらモデルの特徴を説明せよ。
2. 鉄筋コンクリート部材の「凍害」について以下の問いに答えよ。
- (1) 凍害による劣化メカニズムを説明せよ。
 - (2) 建設時に実施する凍害の影響を低減するための方法および凍害が発生した部材に対する劣化進展抑制のための方法の中から、それぞれ1つずつとりあげ、それらのメカニズムを説明せよ。
3. 次のコンクリート工学に関する専門用語を説明せよ。
- (1) 塑性率
 - (2) 等価応力ブロックモデル
 - (3) 自己充填コンクリート
 - (4) ひびわれ誘発目地

2019 春

弾性体と構造の力学 (1)

図 1 のような等方均質な線形弾性体の円板が平面応力状態にあり、一様に分布する応力テンソルが次のようであったとする。以下の問いに答えよ。

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5 & -7\sqrt{3} \\ -7\sqrt{3} & 9 \end{bmatrix} \quad (\text{MPa}) \quad (10.1)$$

1. 主応力 σ_1, σ_2 とその主方向の単位ベクトル $\mathbf{n}_1 = \begin{Bmatrix} n_{1x} \\ n_{1y} \end{Bmatrix}$, $\mathbf{n}_2 = \begin{Bmatrix} n_{2x} \\ n_{2y} \end{Bmatrix}$ を求めよ。
2. x 軸から時計回りに $\frac{\pi}{6}$ 傾いた線 l 上に作用する表面力ベクトル \mathbf{t} の l に垂直な成分 σ_n を求めよ。
3. モール円を描いて (1) 式の応力状態に対応する点を示せ。
4. 材料のヤング率を $E = 400 \text{ MPa}$ 、ポアソン比を $\nu = 0.25$ とするとき、主ひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 、および x 軸から反時計回りに $\frac{\pi}{4}$ 傾いたひずみゲージ G が感知するひずみ ε_G を求めよ。

弾性体と構造の力学 (2)

1. 図-1 の単純梁 AB に対して集中荷重 P と等分布荷重 w が作用するとき、C 点の鉛直変位を求めよ。ただし、はりの曲げ耐性は $EI = \text{const.}$ とする。
2. 図-2 の片持ち梁 OA に対して側方から静水圧荷重が作用するとき、以下の問いに答えよ。ただし、O 点での静水圧は w_0 であり、片持ち梁の曲げ剛性は $EI = \text{const.}$ とする。
 - (1) 図-2 について、A 点の水平変位を求めよ。
 - (2) 図-3 に示すように A 点に両端ヒンジの水平部材 AB を取り付けるとき、水平部材 AB に作用する軸力を求めよ。ただし、水平部材 AB の圧縮剛性は $E_0 A_0 = \text{const.}$ とし、座屈は生じないものとする。

地盤とコンクリート (1)

1. 粘性土に対して圧密非排水 ($\overline{\text{CU}}$) 三軸圧縮試験を行った。
 圧密応力 σ'_0 を 100 kPa, 200 kPa, 300 kPa とし、等方圧密を行った後、軸圧縮を行ったところ、それぞれ下表の状態に達したときに供試体が破壊した。この粘性土のせん断強さはモール・クーロンの破壊基準に従うものとし、以下の問いに答えよ。
 なお、計算には以下の近似値を用いてよい : $\sin 30^\circ = 0.50, \cos 30^\circ \approx 0.87, \sin 32^\circ \approx 0.53, \cos 32^\circ \approx 0.85, \sin 34^\circ \approx 0.56, \cos 34^\circ \approx 0.83, \sin 36^\circ \approx 0.59, \cos 36^\circ \approx 0.81$

	試験 1	試験 2	試験 3
圧密応力 σ'_0 (kPa)	100	200	300
破壊時の主応力差 (軸差応力) $\sigma_{d,max}$ (kPa)	101.8	186.6	271.4
破壊時の過剰間隙水圧 Δu_f (kPa)	70.9	133.3	195.7

- (1) 各試験での破壊時の最大有効主応力 σ'_{1f} および最小有効主応力 σ'_{3f} を求めよ。
 - (2) 次式で定義される p'_f および q_f を用いて、試験結果を p'_f - q_f 平面上にプロットせよ。
$$p'_f = \frac{\sigma'_{1f} + \sigma'_{3f}}{2}, q_f = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_{3f}}{2} \quad (10.2)$$
 - (3) この粘性土の有効応力表示での粘着力 c' と内部摩擦角 ϕ' を求めよ。
2. 下図に示すような高さ 10 m の擁壁に作用する土圧について、以下の問に答えよ。擁壁背後は水平で、背後地盤の土は均質で、その物性値は図中に示す通りである。ランキンの土圧理論により、主働土圧係数は $K_a = (1 - \sin \phi') / (1 + \sin \phi')$ と与えられる。また、水の単位体積重量は $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ とする。
- (1) 地下水位が背後地盤の地表面にあるとき、擁壁に作用する主働土圧の合力を求めよ。ただし、背後地盤の土の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat} = 17.64 \text{ kN/m}^3$ とする。
 - (2) その後、地下水位が擁壁下端よりも深い位置まで低下し、背後地盤の土の飽和度 S_r は 40% まで一様に低下した。このときの土の湿潤単位体積重量 γ_t を求めよ。
 - (3) 全問 (2) のとき、擁壁に作用する主働土圧の合力を求めよ。

地盤とコンクリート (2)

1. 図-1 に示すように、長方形断面を有するコンクリート単純支持梁に、PC 鋼材によってプレストレス力導入されるとともに、等分布の死荷重 (自重) と活荷重が作用する場合について、以下の問いに答えよ。なお、梁は弾性体と仮定してよい。
 - (1) 梁に、①プレストレス力のみが作用した場合、②さらに等分布の死荷重と活荷重が作用した場合、の 2 ケースについて、支間中央の断面に生じる応力分布形状を図示せよ。
 - (2) 導入するプレストレス力の大きさによって、断面の応力分布形状がどのように変化するかを図示せよ。
 - (3) (2) で求めた応力分布を用いて、鉄筋コンクリート梁とプレストレストコンクリート梁の違いを説明せよ。
2. 鉄筋コンクリートの中性化による劣化メカニズムを説明せよ。さらに、劣化進展抑制のための対策方法を 1 つあげ、抑制メカニズムについて説明せよ。
3. 次のコンクリート工学に関する専門用語を説明せよ。
 - (1) 限界状態設計法
 - (2) レイタンス
 - (3) AE コンクリート

| (4) コンクリート部材に用いる連続繊維補強材