

# 東北大学 土木系 院試 専門科目

鈴木 \*

## 目次

---

1	2023 秋	2
1.1	構造工学 . . . . .	2
1.2	コンクリート工学 . . . . .	2
1.3	地盤工学 . . . . .	3
2	2023 春	4
2.1	構造工学 . . . . .	4
2.2	コンクリート工学 . . . . .	4
2.3	地盤工学 . . . . .	5

---

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

## 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  $\nu$  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、 $\sigma_x$  と  $\varepsilon_x$  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  $\theta$  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  $\delta$  を加えて引張応力が生じないようにしたい。 $\delta$  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. 年度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  $\rho_s$ 、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  $\rho$  を求めよ。
- (2) 深さ  $z$  における鉛直全応力  $\sigma$  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  $\sigma'$  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、中熱ポルトランドセメン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 <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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。実践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 1 m として、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  $\phi'$  とする。また、鉛直応力  $\sigma_v$  と側方応力  $\sigma_h$  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  $\phi'$  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  $p_0$ 、 $\phi'$  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。