

専 門 科 目

# 建設工学

## 注 意 事 項

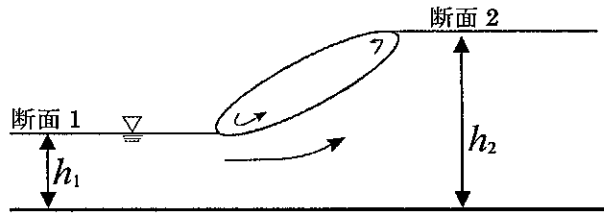
- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は8ページで、解答用紙は7ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の各ページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 **受験生は問題1～6の6題の中から3題を選択し解答しなさい。なお、選択した問題を明らかにするため、解答用紙の問題選択欄に必ず○を記入しなさい。**
- 5 文字などの印刷に不鮮明なところがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
- 7 問題用紙の余白は下書きとして利用してよい。
- 8 試験終了後、配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 1 【水理学】

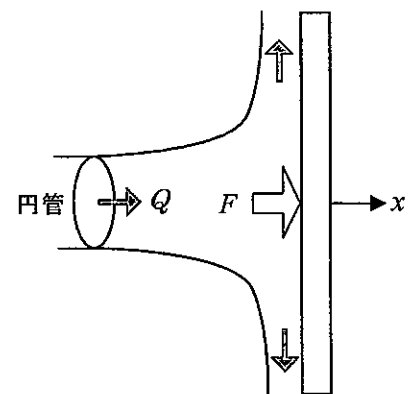
問 1 下の図は，開水路の流れが射流から常流に変化している様子を示す。水面が不連続的に増加して水表面に大きな渦が生じている。重力加速度，水の密度をそれぞれ  $g$ ， $\rho$  とする。



- (1) この現象の名称を書きなさい。
- (2) 無次元パラメータであるフルード数( $Fr$ )は断面 1 と 2 でどのような条件となるか書きなさい。
- (3) 水路の単位奥行き幅当たりの流量を  $q$  として， $h_2/h_1$  の式を書きなさい。
- (4) この現象によって損失される水頭の式を書きなさい。

問 2 右の図に示すように円管から大気中に放出された水が鉛直の壁に垂直に衝突している。壁が  $x$  方向に押される力  $F$  の値[単位 N]を書きなさい。

ただし，円管の断面積は  $2 \text{ m}^2$  であり，流量  $Q$  は  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水の密度は  $1000 \text{ kg/m}^3$ ，重力加速度は  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。



# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 2 【地盤工学】

問 1 図 1 のような締切堤体内の流れを考える。流れは定常状態にあり、上流側と下流側の水位はそれぞれ  $H_1$  と  $H_2$  に保たれており、堤体の透水係数は  $k$  である。

- (1) ダルシーの法則を、見かけの流速  $v$ 、透水係数  $k$ 、動水勾配  $i$  を用いて示しなさい。
- (2) 堤体内の動水勾配が  $-dz/dx$  と表せるとする。堤体の単位奥行き幅当たりの流量  $Q$  を、動水勾配などを用いて表しなさい。
- (3) (2) で得られる微分方程式を解くときに用いる境界条件について説明しなさい。

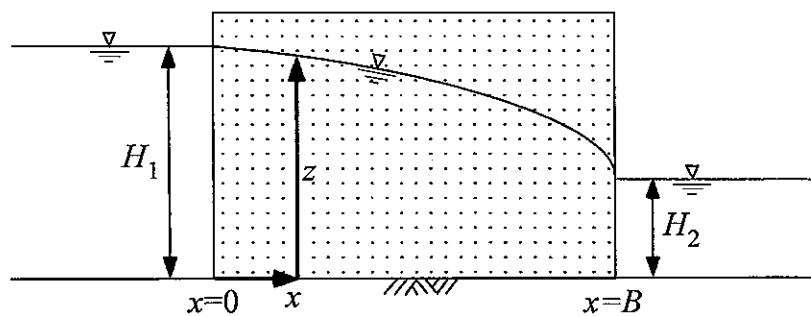


図 1 締切堤体内の流れ

問 2 一定断面積の容器内で粘土試料が鉛直方向に 600 kPa の圧力で圧密されている。これを状態 A とする。次に鉛直圧力（応力）が 100 kPa に下げられた時を状態 B とする。この状態 B から鉛直応力が 300 kPa に上げられた時を状態 C とする。なお、それぞれの状態において圧密による体積変化は終了しているものとする。以下の問題に答えなさい。

- (1) 状態 A における鉛直圧力（応力）は、この粘土試料が過去に受けた最大の圧力であった。この場合の圧力の名称を書きなさい。
- (2) 状態 B と状態 C のそれぞれにおける過圧密比を求めなさい。
- (3) 状態 C の粘土試料を正規圧密状態にするには、さらに何 kPa 以上の鉛直圧力（応力）を加える必要があるか答えなさい。

問 3 ランキン土圧とクーロン土圧では、それぞれ、擁壁背後の土（裏込め土）の破壊の状態をどのように考えているか、簡単に説明しなさい。

# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題3【構造工学 その1】

問1 図1に示すはりについて、点Cの鉛直方向のたわみを「単位荷重の定理」を用いて求めることを考える。ただし、はりの曲げ剛性は全長にわたってEIとする。

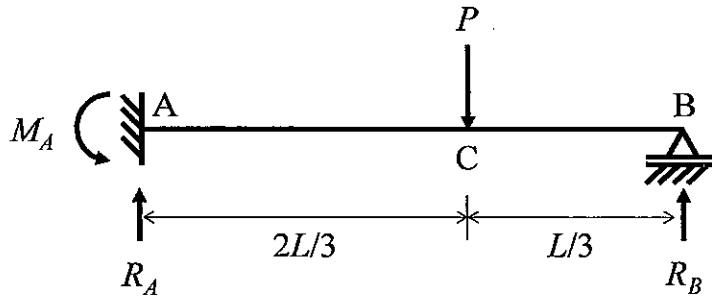


図1

(1) このはり、不静定はりであることから、つり合い条件のみからは反力を求めることができない。そこで、図2の静定ばりを考える。

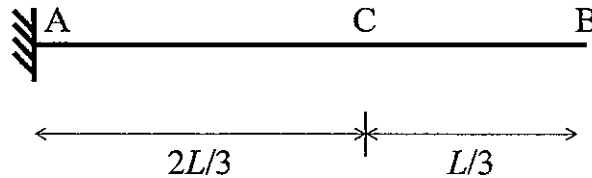


図2

- a. 図2の点Cに、鉛直下向きに荷重Pが作用するときの曲げモーメントMの図を描きなさい。ただし、曲げモーメントは、はりが下方方向に凸に曲がる状態を正の向きとし、図中には主要な値も書きなさい。これは、他の設問でも同様とする。
- b. 図2の点Bに、鉛直下向きに単位荷重1が作用するときの曲げモーメント $\bar{M}$ の図を描きなさい。
- c. 図2の点Bのたわみ $\delta_B$ を下式の「単位荷重の定理」を用いて求めなさい。たわみは鉛直下向きを正とする。これは、他の設問でも同様とする。

$$\delta = \int_0^L \frac{M\bar{M}}{EI} dx$$

(2) 次に、図2の点Bに、鉛直上向きに荷重Xが作用する場合を考える。

- a. この場合の曲げモーメント図を描きなさい。
- b. 図2の点Bのたわみ $\delta_B'$ を求めなさい。
- c. 図1の点Bでは、たわみは0であることから、 $\delta_B + \delta_B' = 0$ という条件を課すことで、図1の点Bの反力 $R_B$ が求められる。 $R_A$ 、 $R_B$ 、 $M_A$ を求めなさい。

(3) 図1の曲げモーメント図を描きなさい。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題3【構造工学 その2】

問2 図3に示すトラス構造について、点Eに鉛直下向きに荷重 $P$ が加わる。このとき、反力( $R_A$ ,  $R_B$ )、軸力( $L_1, L_2, D_1, D_2, D_3, D_4, U_1$ )を求めなさい。軸力の正の向きは引張方向とする。また、点Eの水平変位 $u_E$ ならびに鉛直変位 $w_E$ を求めなさい。ただし、部材の剛性は全て $EA$ とする。また、式に含まれる平方根はそのままよい。

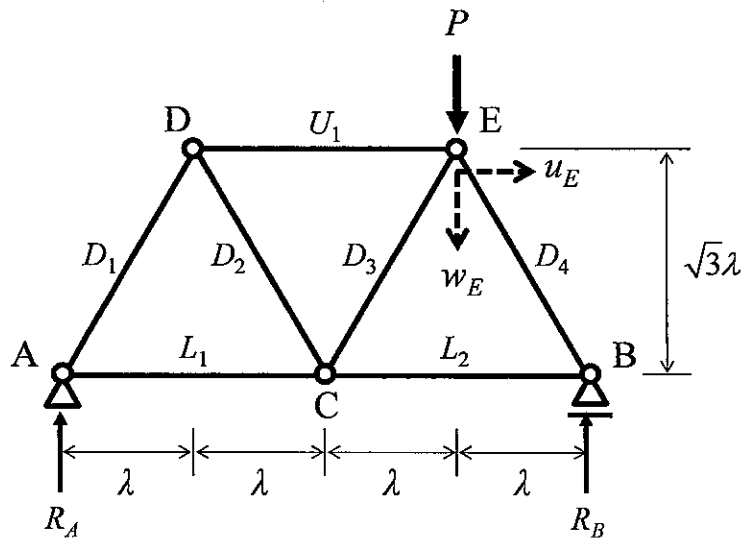


図3

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題4【コンクリート工学 その1】

問1 各問題の答えを選択肢の中から選び記号で答えなさい。

- ① コンクリートの単位水量を増加させたときの性質の変化に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
- A. スランプが大きくなる
  - B. ブリーディング率が大きくなる
  - C. 強度が増大する
  - D. 乾燥収縮が大きくなる
- ② コンクリート強度に関する次の記述のうち適切なものはどれか。
- A. 水セメント比に比例する
  - B. 材齢28日で終局値に達する
  - C. 圧縮強度は鉄筋の降伏強度と同程度である
  - D. 引張強度は割裂試験によって求めることができる
- ③ コンクリートの体積変化に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
- A. 乾燥すると収縮する
  - B. 高強度コンクリートでは自己収縮はほとんど生じない
  - C. 水和熱により温度上昇すると膨張する
  - D. 中性化すると収縮する
- ④ コンクリート中の鉄筋の腐食に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
- A. 腐食すると鉄筋の純断面積は減少する
  - B. 塩化物イオンは鉄筋表面に不動態被膜を形成する
  - C. コンクリートが中性化すると鉄筋は腐食しやすくなる
  - D. 凍結防止剤の散布が鉄筋腐食の原因となることもある
- ⑤ コンクリートのアルカリシリカ反応に関する次の記述のうち適切なものはどれか。
- A. フライアッシュはアルカリシリカ反応の進行を抑制する
  - B. 我が国では反応性の骨材は天然には存在しない
  - C. 十分に水分を供給することが抑制対策として有効である
  - D. 無筋コンクリート構造物では生じない

問2 以下の文の内容が正しい場合は○を、正しくない場合には×を、解答欄に記入しなさい。

- ① 我が国ではセメントを輸入にたよっている
- ② 沈下ひび割れはタンピングにより修復することができる
- ③ 早強ポルトランドセメントは普通ポルトランドセメントよりも比表面積が小さい
- ④ 鉄筋コンクリート中では、ひび割れ発生後であってもコンクリートは引張力の一部を負担する
- ⑤ 鉄筋コンクリート部材の曲げ引張破壊とは、終局時に鉄筋が破断する破壊モードである

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 4 【コンクリート工学 その2】

問 3 表 1 で表されるコンクリートの示方配合 (1 m<sup>3</sup> の配合) と、表 2 で表されるこのコンクリートの 0.1 m<sup>3</sup> の現場配合の空欄①②③④に入れるべき数値を解答用紙に記しなさい。ただし、細骨材の表面水率は 3%、粗骨材は表乾状態とする。各材料の密度は、セメント 3.15 g/cm<sup>3</sup>、細骨材 2.60 g/cm<sup>3</sup>、粗骨材 2.60 g/cm<sup>3</sup> である。

表 1 示方配合

| 水セメント<br>比 W/C<br>(%) | 空気量<br>(%) | 細骨材率<br>s/a (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |        |       |       |
|-----------------------|------------|-----------------|--------------------------|--------|-------|-------|
|                       |            |                 | 水 W                      | セメント C | 細骨材 S | 粗骨材 G |
| 45                    | 5.0        | 42.0            | ①                        | 356    | ②     | 1021  |

表 2 0.1 m<sup>3</sup> の現場配合

| 水 | セメント | 細骨材 | 粗骨材   |
|---|------|-----|-------|
| ③ | 35.6 | ④   | 102.1 |

計量単位 (kg)

問 4 図 1 の鉄筋コンクリート棒部材中においてコンクリートの乾燥収縮が生じたため部材が長軸方向に 0.5 mm 収縮した。①②③を求めなさい。解答用紙に答えのみ記しなさい。ただし、鉄筋の断面積は 150 mm<sup>2</sup>、弾性係数は 2.0×10<sup>5</sup> N/mm<sup>2</sup>、コンクリートの弾性係数は 2.0×10<sup>4</sup> N/mm<sup>2</sup> である。なお、コンクリートにひび割れは生じていないものとする。

- ① 部材のひずみ (圧縮を正とする)
- ② 鉄筋に生じている応力 (引張を正とする)
- ③ コンクリートの乾燥収縮ひずみ (収縮を正とする)

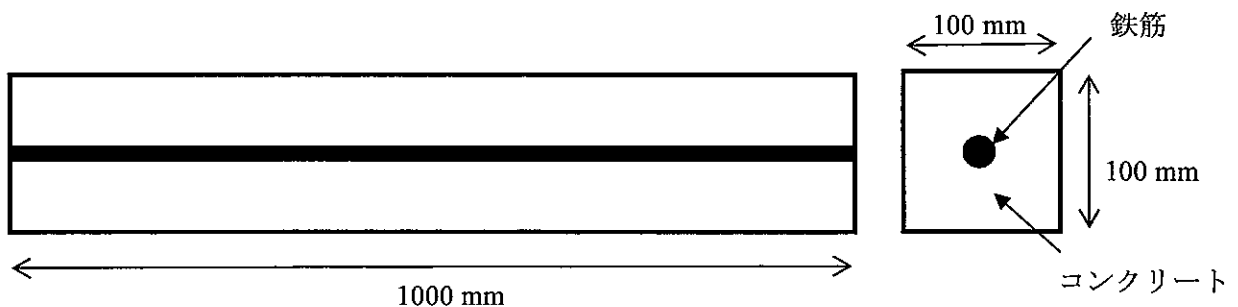


図 1 鉄筋コンクリート棒部材

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題5【地域計画学】

問1 次に示す都市計画に関する用語について、それぞれ表中に示された語の内から適切なものを4つ以上用いて説明しなさい（重複不可）。解答では使用した語には下線を引き示しなさい。

- (1) 田園都市
- (2) 市街化調整区域
- (3) まちづくり三法

| 1898   | 1929    | 1968   | 1998  | 容積率       |
|--------|---------|--------|-------|-----------|
| レッチワース | オースマン   | ハワード   | 線状都市  | 産業革命      |
| コルビジェ  | 広場      | 都市計画区域 | 小学校   | 中心市街地活性化法 |
| 徒歩圏    | 大規模小売店舗 | 用途地域   | 特定行政庁 | 国土総合開発法   |
| 開発許可   | 人口規模    | 都市計画法  | 通過交通  | 区域区分制度    |

問2 交通需要に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 交通需要マネジメント（TDM：Transportation Demand Management）施策が近年多用されている背景を2つ簡潔に述べなさい。また、施策の具体例を2つあげ、それぞれについて簡潔に説明しなさい。
- (2) パーソントリップ調査で実施される「スクリーンライン調査」について説明しなさい。
- (3) 交通機関分担モデルによく使われる説明変数を5つあげなさい。
- (4) 四段階推定法の問題点を2つあげなさい。



# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題 6 【環境工学】

#### 問 1

以下の文章 (1) ~ (6) におけるカッコ部分を適切な語句等で埋めなさい。

- (1) 気候変動に関する政府間パネルは、一般的に ( ① ) と略称される。
- (2) 地上から約 10~50 km 上空に存在するオゾン層は、太陽光に含まれる ( ② ) の大部分を吸収し、地球上の生物を保護する役割を果たしている。
- (3) 水道施設の設計・管理において重要なものは、水量、水質、および ( ③ ) であり、水道の三要素と呼ばれている。
- (4) 下水管などの水路の平均流速を求める Manning 式は、水面勾配、( ④ )、および径深に基づいて計算される。
- (5) 四大公害病の一つである四日市ぜんそくの原因となった大気汚染物質は、( ⑤ ) であると考えられている。
- (6) 全国の産業廃棄物の排出量を種類別に見ると、( ⑥ ) の排出量が最も多く、これに次いで動物のふん尿、がれき類の順になっている。

#### 問 2

以下の用語について、それぞれ 100 字以内で説明しなさい。

- (1) 温室効果ガス
- (2) 嫌気性消化
- (3) 特別管理廃棄物

#### 問 3

以下の問いに答えなさい。ただし、(2) と (3) は計算過程も示しなさい。

- (1) ブタン ( $C_4H_{10}$ ) が完全燃焼するときの化学反応式を示しなさい。
- (2) 0.01 mol/L の塩酸 (HCl) 水溶液 4 L を完全に中和するには、水酸化ナトリウム (NaOH) は何 g 必要であるか。原子量を、Na=23, O=16, H=1 とする。
- (3) ある下水処理場では標準活性汚泥法を用いて下水処理を行っている。曝気槽の運転条件が、エアレーション時間 : 8 時間, 流入 BOD 濃度 : 160 mg/L, MLSS 濃度 : 1500 mg/L である場合, BOD-SS 負荷 [kg/(kg・日)] はいくらか。