

専 門 科 目

# 建設工学

## 注 意 事 項

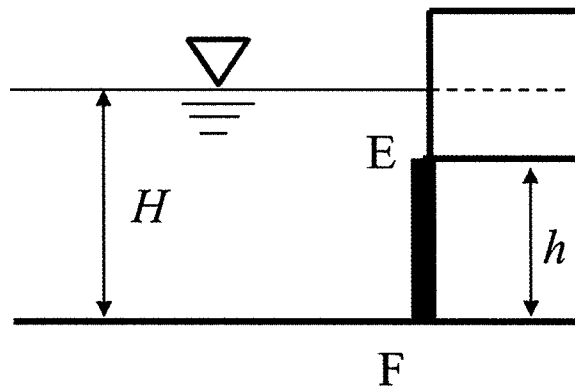
- 1 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
- 2 問題用紙は10ページで、解答用紙は7ページあります。試験開始の合図があつてから確かめなさい。
- 3 監督者の指示に従い、解答用紙の各ページに受験番号を記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
- 4 受験生は問題1～6の6題の中から3題を選択し解答しなさい。なお、選択した問題を明らかにするため、解答用紙の問題選択欄に必ず○を記入しなさい。**
- 5 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 6 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。
- 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 その 1】

問 1 下の図のような水深  $H$  の場所に取り水口の制水扉がある。ここで、EF 間は制水扉を示し、高さは  $h$ 、幅は  $B$  である。水の単位体積重量を  $w$  とし、以下の問いに答えなさい。



- (1) 制水扉の面積を求めなさい。
- (2) 制水扉に作用する全水圧を求めなさい。
- (3) 制水扉の図心を通る軸に対する断面二次モーメントを示しなさい。
- (4) 水面から制水扉の図心までの深さを  $H_G$  として制水扉への全水圧の作用点の深さを求めなさい。

問 2 ベルヌーイの定理に関する以下の(1)~(3)について、記述内容が正しいものには「○」を、正しくないものには「×」を解答しなさい。

- (1) 実在流体の定常流において、流線上で全エネルギーが保存されることを示した定理である。
- (2) ピエゾ水頭は速度水頭と圧力水頭との和である。
- (3) ベンチュリメータはベルヌーイの定理を応用して 2 つの圧力水頭差から流速を計測する機器である。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 1 【水理学 その 2】

問 3 粘性を考慮した管路内の流れに関する以下の(1)~(4)について、記述内容が正しいものには「○」を、正しくないものには「×」を解答しなさい。

- (1) この流体は完全流体である。
- (2) 流れの状態は層流または乱流に大別されるが、これを判断する指標としてマンニングの粗度係数が用いられる。
- (3) 層流または乱流の状態を示す式では、分子が慣性力、分母が粘性力を表し、流速、管径、動粘性係数との関係によって決まる。
- (4) 層流または乱流の状態を示す式で粘性力が大きいときには乱流状態を示し、慣性力が大きいときに層流状態を示す。

問 4 開水路の水理解析に関する以下の(1)~(3)について、記述内容が正しいものには「○」を、正しくないものには「×」を解答しなさい。

- (1) 流れの状態は、フルード数が 1 より大きい射流と、フルード数が 1 より小さい常流、フルード数が 1 の限界流に分けられる。
- (2) 限界水深は開水路の勾配によって変化するが、等流水深は開水路の勾配によって変化しない。
- (3) 開水路の勾配が限界勾配よりも緩い勾配のときは常流、急な勾配のときは射流という。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 2 【地盤工学】

問 1 水深 5.0 m の海底地盤で、海底から 3.0 m の深さにおける間隙水圧、有効応力、全応力を求めなさい。海底地盤の飽和単位体積重量を  $19.5 \text{ kN/m}^3$ 、水の単位体積重量を  $9.8 \text{ kN/m}^3$  とする。数値だけではなく単位も記載すること。

問 2 上下を砂層に挟まれた層厚  $H$  の飽和粘土層がある。構造物の建設により均等に圧密荷重が載荷されたことにより、飽和粘性層の間隙比が  $e_1$  から  $e_2$  に減少した。以下の問いに答えなさい。数値だけではなく単位も記載すること。

(1) 粘土層に生じる鉛直ひずみの変化量  $\Delta \varepsilon$  を  $e_1$  と  $e_2$  を用いて示しなさい。

(2)  $H=2.0 \text{ m}$ ,  $e_1=2.0$ ,  $e_2=1.7$  の場合、粘性土の沈下量を求めなさい。

問 3 含水比  $w=10 \%$  の土が 330 g ある。以下の問いに答えなさい。数値だけではなく単位も記載すること。

(1) この土の湿潤密度  $\rho_t$  が  $1.98 \text{ g/cm}^3$  であった場合の乾燥密度  $\rho_d$  を求めなさい。

(2) この土を含水比  $w=30 \%$  にするために加える水の質量を求めなさい。

問 4 以下の用語を説明しなさい。

(1) 鋭敏比

(2) 最適含水比

(3) モール・クーロンの破壊基準

# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題3【構造工学 その1】

問1 図1に示すラーメン構造に、水平荷重  $P$  が点  $D$  に作用している。点  $A, B$  ではピン支持、点  $C$  ではピン結合されている。このとき、点  $A, B$  の鉛直反力  $R_A, R_B$  と水平反力  $H_A, H_B$  を求めなさい。ただし、反力の符号は図1に示す方向を正とする。

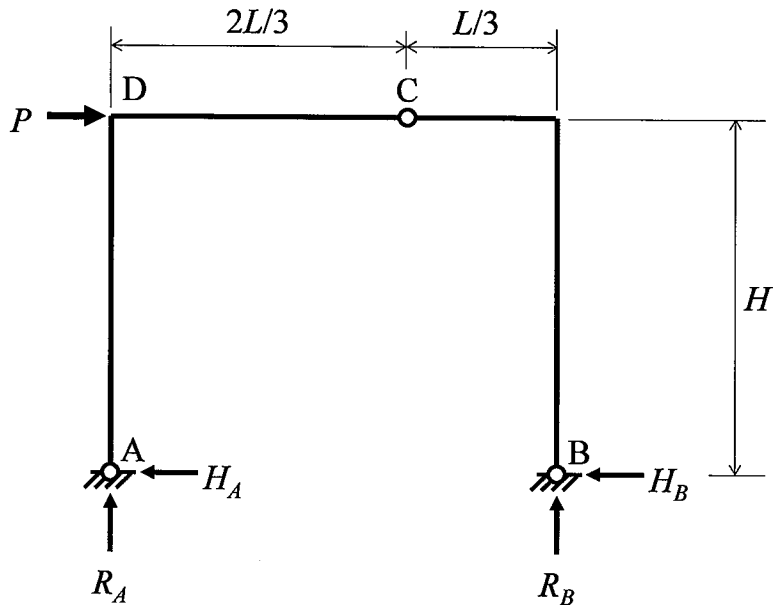


図1

問2 図2に示すトラス構造に、鉛直下向きの荷重  $P$  が点  $C$  と点  $E$  に作用している。反力  $R_A, H_A, T_B$  と部材  $AC$  の軸力  $N$  を求めなさい。ただし、軸力の符号は引張を正とする。

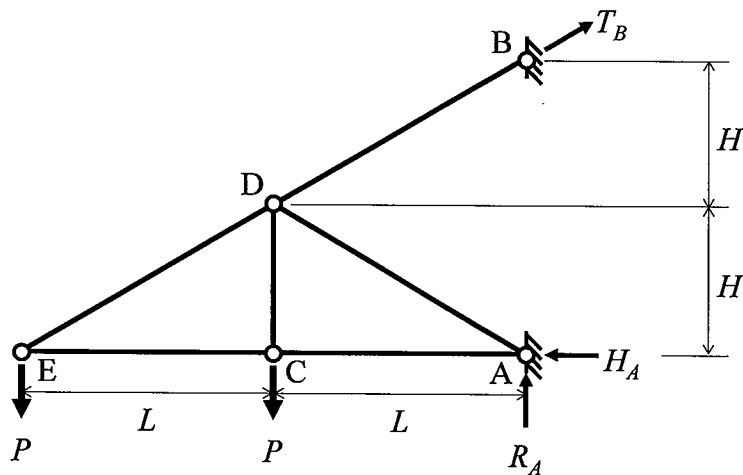


図2

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題3【構造工学 その2】

問3 図3に示す片持ちはりに、モーメント荷重  $M$  が点  $C$  に作用している。はりの  $AB$  間の曲げ剛性は  $2EI$  であり、 $BC$  間の曲げ剛性は  $EI$  である。点  $C$  のたわみ  $v$  とたわみ角  $\theta$  を求めなさい。ただし、たわみとたわみ角の符号は図3に示す矢印の方向を正とする。

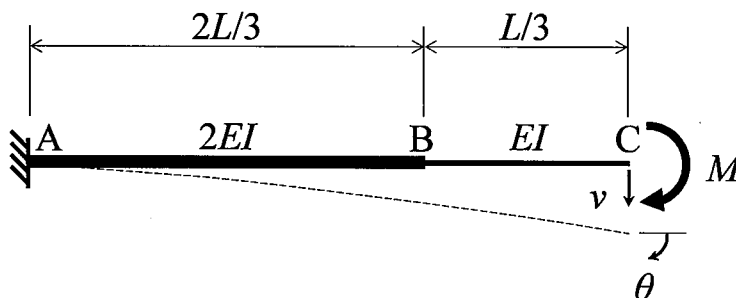


図3

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題4【コンクリート工学 その1】

問1 以下の①～⑤の問題の答えを記号 A～D から選びなさい。

- ① コンクリートの配合に関する次の記述のうち適切なものはどれか答えなさい。
- A. 空気量はコンクリートの容積の4～7% が一般に標準とされている。
  - B. 細骨材率とは、骨材の全質量に対する細骨材の質量の割合である。
  - C. 水セメント比は30～80% が一般に適切とされている。
  - D. 単位水量の上限は $275 \text{ kg/m}^3$  が標準とされている。
- ② コンクリート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答えなさい。
- A. セメント硬化体の毛管孔隙を満たしていた水が蒸発し、空隙が縮むことで生じる体積変化を自己収縮という。
  - B. コンクリートの体積変化は、温度ひび割れの要因となる。
  - C. コンクリートの乾燥収縮量は、単位セメント量より単位水量に影響を受ける。
  - D. コンクリートは硬化後においても乾湿にともない収縮・膨張を繰り返す。
- ③ コンクリートの骨材の次の記述のうち適切なものはどれか答えなさい。
- A. 粗骨材は5 mm ふるいに重量で50% 以上とどまる骨材である。
  - B. わが国で使用されている細骨材中に占める砕砂の割合は80% 程度である。
  - C. 骨材として用いられている主要な岩石は、一般的に砂岩、安山岩、流紋岩である。
  - D. 粗骨材の最大寸法は、重量で90% 以上が通るふるいのうち、最小寸法のふるいの目の開きで示される粗骨材の寸法である。
- ④ コンクリートの強度試験の記述のうち適切なものはどれか答えなさい。
- A. 引張強度試験の方法としては、直接引張試験が一般的である。
  - B. 圧縮強度は、一般的に試験時の荷重速度が大きいほうが大きい値を示す。
  - C. コンクリートの曲げ強度は、一般的に圧縮強度の $1/10 \sim 1/13$  程度である。
  - D. 曲げ強度試験の供試体寸法は、幅が高さの2.0 倍になるように規定されている。
- ⑤ コンクリートの材料に関する次の記述のうち適切なものはどれか答えなさい。
- A. フライアッシュは、せん鉄をつくるときに排出されるガラス質の粉末である。
  - B. 高炉セメントは、普通ポルトランドセメントと比べて、初期強度は大きい、長期的な強度は減少する特徴がある。
  - C. フライアッシュセメントは水密性が大きいコンクリートをつくることができる。
  - D. 主に耐火性の向上を目的に、高炉セメントが使用されている。

問2 塩害によるコンクリート中の鉄筋腐食に関する以下の①～⑤について、記述内容が正しいものには「○」を、正しくないものには「×」を解答しなさい。

- ① 海岸から十分に離れた構造物では、塩害による鉄筋腐食は発生しない。
- ② 水セメント比を小さくすることは、鉄筋腐食の発生を遅らせることにつながる。
- ③ 塩害による鉄筋腐食の軽減対策として、空気量を大きくする方法が有効である。
- ④ コンクリート中の鉄筋腐食が想定される部材では、予測される腐食量に応じて鉄筋径を大きく設計する必要がある。
- ⑤ 鉄筋腐食が進行した部材表面では、一般的に亀甲状のひび割れが生じる。

# 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に示すコンクリートの計画配合 (1 m<sup>3</sup> の配合) の空欄 ①・② に入るべき数値を解答用紙に記入しなさい。水の密度は 1.0 g/cm<sup>3</sup>, セメントの密度は 3.16 g/cm<sup>3</sup>, 細骨材の密度は 2.60 g/cm<sup>3</sup>, 粗骨材の密度は 2.60 g/cm<sup>3</sup> とする。

表1 計画配合

水セメント比 <i>W/C</i> (%)	空気量 (%)	細骨材率 <i>s/a</i> (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			
			水 <i>W</i>	セメント <i>C</i>	細骨材 <i>S</i>	粗骨材 <i>G</i>
①	6.0	②	165	300	707	1061

この計画配合のコンクリートを、実験室のミキサで 70 L (リットル) 練る場合に、表2の空欄 ③~⑤ の水、細骨材、粗骨材の計量値を解答用紙に記入しなさい。実験に使用する細骨材の表面水率は 4.0%, 粗骨材は表面乾燥飽水状態であり、現場配合のための補正は表面水量のみとする。

表2 70 L (リットル) の現場配合

水の計量値 (kg)	細骨材の計量値 (kg)	粗骨材の計量値 (kg)
③	④	⑤

問4 図1の鉄筋コンクリートはりの載荷試験を行う。鉄筋の断面積は 200 mm<sup>2</sup>, コンクリートのひび割れ強度  $f_b$  は 4.0 N/mm<sup>2</sup>, コンクリートの圧縮強度  $f'_c$  は 30 N/mm<sup>2</sup>, 鉄筋の降伏強度  $f_y$  は 400 N/mm<sup>2</sup> である。以下の ①~③ に答えなさい。

- ① はりの鉄筋比について何 % になるか答えなさい。
- ② 曲げひび割れが発生するときの荷重を答えなさい (単位も記入すること)。
- ③ 荷重を増加させてゆくと鉄筋が降伏し、その後上部のコンクリートが圧縮破壊した。そのときの荷重作用位置におけるはり断面の中立軸の位置 (断面上縁からの距離) として最も近いものを以下の記号 ア~オ から選びなさい。コンクリートの応力-ひずみ関係は図2とする。

ア. 29 mm    イ. 39 mm    ウ. 49 mm    エ. 59 mm    オ. 69 mm

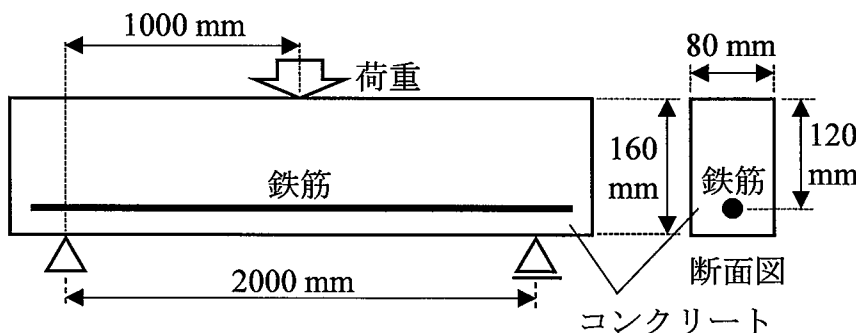


図1 鉄筋コンクリートはり

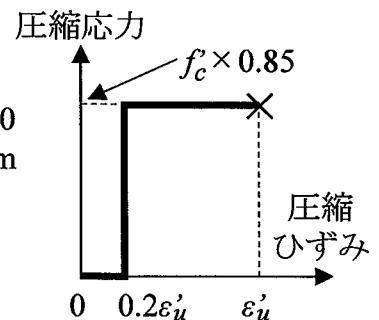


図2 応力-ひずみ関係



# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 5【地域計画学 その1】

問 1 以下の(a)～(e)は、都市計画に関する説明文である。(a)～(e)の説明文中にある(i)～(x)にあてはまる最も適切な語句を、次の枠内から選択して解答欄に記載しなさい。ただし、(i)～(x)のうち語句ではなく数字を記載すべき場合は、適切な数字を解答欄に記載しなさい。

ル・コルビュジエ，エベネザー・ハワード，クラレンス・アーサー・ペリー，トニー・ガルニエ，地区計画区域，特別用途地区，用途地域，市街化調整区域，市街化抑制区域，保全区域，インフラデザイン，プランニング，マスタープラン，グランドデザイン，土地区画整理事業，市議会の議決，特定街区整備事業，政策誘導，市街地再開発事業，減歩

- (a) 1922年に理想的大都市の計画を発表した建築家である(i)\_\_\_\_\_は、小都市では十分な公共施設が整備されないとして、人口(ii)\_\_\_\_\_万人をその理想規模とし、広大な空地に囲まれた高層建築物を中心とする都市計画を主張した。
- (b) 人口集中地区とは、5年に一度行われる国勢調査で、(iii)\_\_\_\_\_人/ha以上となる調査区が隣接して人口(iv)\_\_\_\_\_人以上となっている地区のことであり、DIDともいう。昭和の大合併により、従来の市部、郡部人口では都市部に住む人口を表現できなくなったため、昭和35年(1960年)の国勢調査から用いられている。
- (c) (v)\_\_\_\_\_とは、一定の地区内の土地を換地という手続きによって土地の区画形質の変更を行うとともに、保留地や公共施設の新設・変更に伴う用地を(vi)\_\_\_\_\_によって捻出して都市基盤を整備する事業をいう。
- (d) 国土総合開発法で定める全国総合開発計画は、過去に(vii)\_\_\_\_\_回策定され、そのうち1998年に閣議決定された「21世紀の国土の(viii)\_\_\_\_\_」が最後の計画となる。国土総合開発法は2005年に公布された国土形成計画法に引き継がれている。
- (e) 1968年に公布された都市計画法で定める区域区分とは、都市計画区域を市街化区域と、市街化を抑制すべき(ix)\_\_\_\_\_に区分する土地利用制度である。市街化区域では、原則として(x)\_\_\_\_\_を指定する。

問 2 日本におけるコロナ禍以前のトリップ数の説明として適切なものを以下の選択肢 a～dより選び、記号を解答欄に記載しなさい。

- a. 平日のトリップ数は1～2回の間で推移しており、近年は減少傾向にある。  
b. 平日のトリップ数は2～3回の間で推移しており、近年は減少傾向にある。  
c. 休日のトリップ数は2～3回の間で推移しており、近年は減少傾向にある。  
d. 休日のトリップ数は1～2回の間で推移しており、近年は増加傾向にある。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題5【地域計画学 その2】

問3 パーソントリップ調査で実施されるコードンライン調査とスクリーンライン調査の調査目的と方法について、(i)~(iv)に当てはまる記述を以下の選択肢 a~h より選び、記号を解答欄に記載しなさい。

	目的	方法
コードンライン調査	(i)	(ii)
スクリーンライン調査	(iii)	(iv)

- a. 調査地域内の主要な道路を通過する交通量を調査する。
- b. 調査地域内の家庭を訪問して調査する。
- c. 河川などで閉鎖された断面を通過する交通量を橋梁上などで調査する。
- d. パーソントリップ調査の精度を検証する。
- e. 調査地域内に居住する人の調査地域外での行動を把握する。
- f. 調査地域の外縁上に位置する調査場所で行先や目的などの聞き取りを行う。
- g. 調査地域外に居住する人の調査地域内での行動を把握する。
- h. パーソントリップ調査のサンプル数を決めるために実施する。

問4 パーソントリップ調査の対象地域をゾーンに分割する際の留意点として正しいものを以下の選択肢 a~e より 2つ 選び、記号を解答欄に記載しなさい。

- a. ゾーン境界は自然地形を考慮せずに分割する。
- b. ゾーン面積はできるだけ等しく、形状は円形に近くなるように分割する。
- c. ゾーン境界が主要道路に沿うように分割する。
- d. 学区や町丁目などのコミュニティを複数のゾーンに分割しないようにする。
- e. ゾーン内の交通量はできるだけ均質になるように分割する。

問5 交通流の関係を表す式として一般的に用いられる  $Q = kV$  という式について、次の問いに答えなさい。

- (1)  $Q$ ,  $k$ ,  $V$  はそれぞれ何を表すか、名称と単位を答えなさい。
- (2)  $Q$  と  $V$  の関係、および  $k$  と  $V$  の関係を示すグラフの概略を、 $V$  を縦軸とする 2 つのグラフで図示しなさい。

# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題6【環境工学】

問1 以下の文章中の(①)～(⑧)に入る適切な語句や数字を答えなさい。

- 持続可能な開発目標(SDGs)は、2015年の国連サミットで採択された国際目標であり、西暦(①)年までの達成を目標としている。
- 河川での有機性汚濁の指標として、(②)の水質環境基準が類型別に定められている。
- 水道水の凝集沈殿プロセスでは、(③)塩または鉄塩の化合物が凝集剤として広く使用されている。
- 下水道計画における最大計画(④)流出量の算定には合理式が用いられることが多い。
- 酸性雨の原因として、窒素酸化物および(⑤)酸化物の寄与が大きいと考えられている。
- 家電リサイクル法の対象品目は、(⑥)、テレビ、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機・衣類乾燥機の4品目となっている。
- 0.01 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液のpHは(⑦)である。
- 1 molのプロパン(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)が完全燃焼するとき、酸素は(⑧) mol消費される。

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) 残留塩素
- (2) バルキング

問3 廃水中の有機物は、嫌気性微生物の作用によって燃料として有用なメタン(CH<sub>4</sub>)を含むバイオガスに転換を受けることが可能である。有機物が水中でその作用を受ける際の全体の反応式は、有機物と水とが反応してメタンと二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が生成するガス化の反応式として示すことができる。この反応式に関する以下の問いに答えなさい。

(1) 有機物がショ糖(化学式C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)の場合、反応式は次のように示される。



- (ア) 係数  $a$  として適切な値を示しなさい。また、 $b$  の適切な化学式を書きなさい。
- (イ) 初期に  $x$  グラムのショ糖が反応物質として存在すると仮定する。ショ糖のすべてが上記の反応を受けた場合、ガスの全発生量(L, 標準状態)はいくらか。 $x$  を含む式で求めなさい。計算過程も示すこと。ただし、生成したメタンと二酸化炭素は全て気体として回収されるものとし、標準状態で1 molの気体は22.4 Lを占めるとする。また、原子量を、 $\text{H}=1$ ,  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$  とする。
- (2) 有機物がプロピオン酸(化学式C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>)の場合のガス化全体の反応式を示しなさい。