

専 門 科 目

# 建設工学

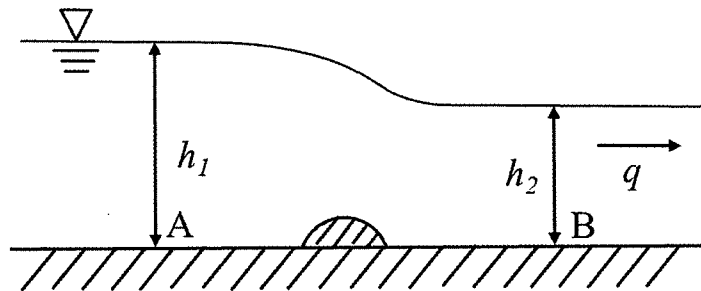
## 注 意 事 項

- 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11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 下の図のように水路上に突起物がある 2 次元水路があり，単位幅流量が  $q$  であったとする。A から B に至る領域を検査面として，下の問いに答えなさい。ここで，水の密度を  $\rho$ ，重力加速度を  $g$  とし，摩擦および粘性は無視できるものとする。



- (1) 検査面に作用する圧力を求めなさい。
- (2) 検査面内に入りこむ運動量を求めなさい。
- (3) 突起物に作用する力を求めなさい。

問 2 平均流公式の 1 つである Manning 式の表記として正しい選択肢を示しなさい。

ただし，Manning の粗度係数を  $n$ ，径深を  $R$ ，エネルギー勾配を  $I$ ，重力加速度を  $g$ ，水深を  $h$  とする。

- (1)  $v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$    (2)  $v = \frac{1}{n} R \sqrt{gh}$    (3)  $v = \frac{1}{n^2} \sqrt{gRI}$    (4)  $v = \sqrt{gRI}$    (5)  $v = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{2}} I^{\frac{2}{3}}$

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題 1 【水理学 その 2】

問 3 管路内の流れが定常流であるとき、次の記述は正しいか誤りか。○×で答えなさい。

- (1) ピエゾ水頭は、位置水頭と圧力水頭の和である。
- (2) 流れ方向に管路の断面積が大きくなると、その前後で速度水頭は増大する。
- (3) ピエゾ水頭や全水頭の高さは、管路の傾きとは無関係である。
- (4) 管路の断面積が不連続的に拡大する急拡大部ではエネルギー損失が生じるが、不連続的に縮小する急縮部ではエネルギー損失は生じない。

問 4 河川の水理解析に関する次の記述は正しいか誤りか。○×で答えなさい。

- (1) 開水路の流れは、フルード数が 1 より小さい射流と、フルード数が 1 を超える常流、フルード数が 1 の限界流に分けられる。
- (2) 径深は潤辺に反比例する。
- (3) 等流水深は水路勾配によって変化するが、限界水深は水路勾配によって変化しない。
- (4) 等流水深と限界水深の大小関係で流れの状態を分類することができ、限界水深が等流水深に比べて大きいときの流れの状態を射流という。

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題2【地盤工学】

問1 図1に示す定水位透水試験を行った。左側の水槽には水が外部から供給され、常時オーバーフローしている。右側的水槽からは毎分  $15 \text{ cm}^3$  の越流量が計測された。以下の問いに答えなさい。数値だけではなく単位 (SI 単位系) も記載すること。

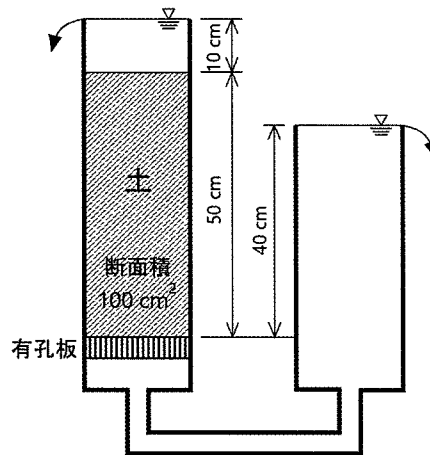


図1 定水位透水試験

- (1) 土試料の透水係数を  $k$ 、土試料中の水の流速を  $v$ 、動水勾配を  $i$  とした場合、 $k$  と  $v$  と  $i$  の関係を式で示しなさい。
- (2) 土試料の透水係数を求めなさい。
- (3) 右側的水槽を現状から  $20 \text{ cm}$  下げた場合の1分間の越流量  $Q$  を求めなさい。

問2 土を構成している土粒子、水、空気の体積をそれぞれ  $V_s$ 、 $V_w$ 、 $V_a$ 、土粒子、水の質量をそれぞれ  $m_s$ 、 $m_w$  とし、次の問いに答えなさい。

- (1)  $V_s$ 、 $V_w$ 、 $V_a$ 、 $m_s$ 、 $m_w$  を用いて、
  - (a) 土粒子密度  $\rho_s$ 、(b) 湿潤密度  $\rho_t$ 、(c) 含水比  $w$ 、(d) 間隙比  $e$ 、(e) 飽和度  $S_r$  を示しなさい。
- (2) 乾燥密度  $\rho_d$  を湿潤密度  $\rho_t$  および含水比  $w$  で示しなさい。

問3 以下の用語を説明しなさい。

- (1) 粒径加積曲線
- (2) 先行圧密応力
- (3) 標準貫入試験
- (4) 液性限界

# 問題用紙

( 建設工学 )

## 問題3【構造工学 その1】

問1 図1に示す長さ  $L$  のはり、全長にわたり等分布荷重  $p$  を受け、点 A で固定支持、点 B で自由となっている。また、はりの曲げ剛性は全長にわたり  $EI$  とする。

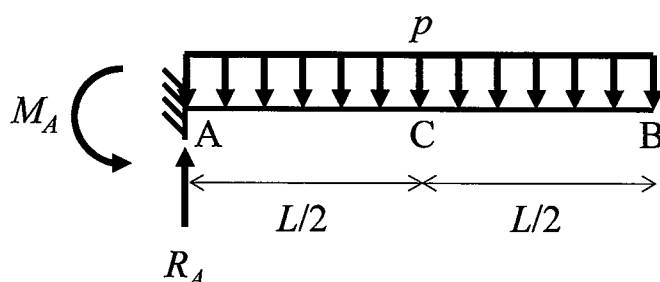


図1

いま、点 A から右向きに空間座標  $x$  をとり、下向きを正として、はりのたわみを  $w$  とする。このとき、はりのたわみは  $x$  に関する 4 階の微分方程式として (式1) で与えられる。

$$EI \frac{d^4 w}{dx^4} = p \quad (\text{式1})$$

また、はりの回転角  $\theta$ 、曲げモーメント  $M$ 、せん断力  $V$  は、それぞれ  $\theta = \frac{dw}{dx}$ 、 $M = -EI \frac{d^2 w}{dx^2}$ 、 $V = -EI \frac{d^3 w}{dx^3}$  となる。ここで、(式1) を  $x$  について 4 回積分すると以下となる。

$$EIw = \frac{p}{24} x^4 + \frac{C_1}{6} x^3 + \frac{C_2}{2} x^2 + C_3 x + C_4 \quad (\text{式2})$$

ただし、 $C_1 \sim C_4$  は、不定積分にともなう未定係数である。

(1)  $x=0$  で、はりが満たすべき条件を下記の a~d から 2 つ選びなさい。

- a たわみが 0
- b 回転角が 0
- c 曲げモーメントが 0
- d せん断力が 0

# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題3【構造工学 その2】

- (2)  $x=L$  で、はりが満たすべき条件を下記の a~d から 2 つ選びなさい。
- a たわみが 0
  - b 回転角が 0
  - c 曲げモーメントが 0
  - d せん断力が 0
- (3) 設問(1)と(2)を用いて、(式 2) に含まれる未定係数  $C_1 \sim C_4$  を求めなさい。
- (4) 図 1 に示す反力  $R_A, M_A$  を求めなさい。
- (5) はりの曲げモーメント図を描きなさい。ただし、曲げモーメント図は下方向を正とし、図中には主要な値も記すこと。
- (6) 点 C ( $x=L/2$ ) におけるたわみ  $w_{L/2}$  を求めなさい。

問 2 図 2 に示すトラス構造について、反力 ( $H_A, R_A, R_B$ ) , 軸力 ( $L_1, D_1, D_2, V_1, V_2, U_1$ ) を求めなさい。点 C に荷重  $P$  が作用する。軸力の正の向きは引張方向とする。また、点 C の水平変位  $u$  を求めなさい。ただし、部材の剛性は全て  $EA$  とする。式に含まれる根号はそのままで良い。

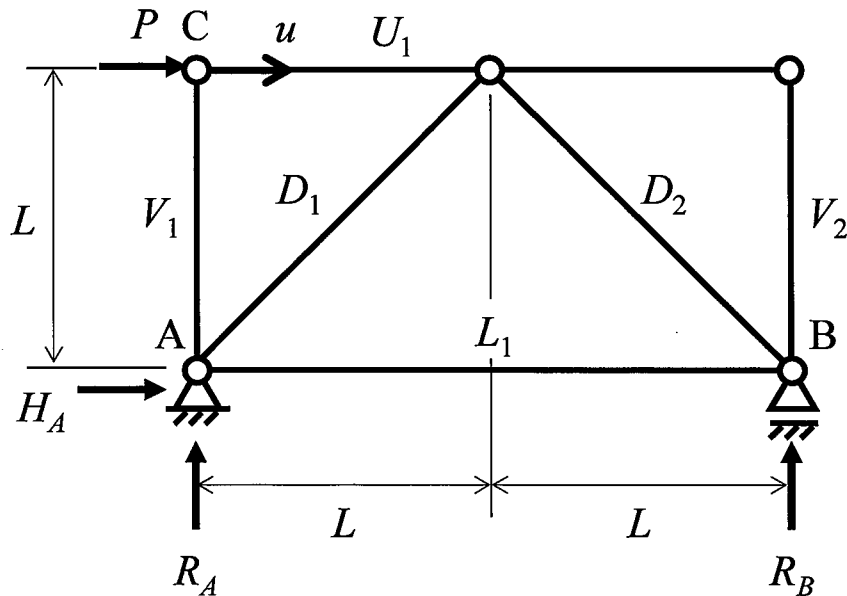


図 2

# 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の問題の答えを選択肢の中から選び記号で答えなさい。

- ① セメントに関する次の記述のうち適切なものはどれか。
  - A. セメントの種類のうち最も生産量が多いのは高炉セメントである
  - B. 我が国はセメントの半分以上を輸入に頼っている
  - C. エコセメントは都市ごみ焼却灰を主原料としたセメントである
  - D. セメントと水の反応は吸熱反応である
- ② コンクリート用混和剤に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
  - A. AE 減水剤は少ない単位水量でスランプを大きくする効果がある
  - B. AE 剤はコンクリート中のエントラップトエアを増加させる
  - C. 高流動コンクリートには高性能 AE 減水剤が用いられる
  - D. AE 減水剤は界面活性剤の一種である
- ③ コンクリート強度に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
  - A. 圧縮強度は水セメント比にほぼ比例する
  - B. 養生温度が高いほど初期強度は高くなる
  - C. 供試体寸法が大きいほど得られる強度は低くなる
  - D. 割裂引張強度は直接引張強度とほぼ一致する
- ④ 鉄筋に関する次の記述のうち適切なものはどれか。
  - A. 鉄筋コンクリートの設計では鉄筋の受け持つ圧縮力は考慮しない
  - B. 降伏以降は鉄筋の応力が増加することはない
  - C. 鉄筋の呼び名「D25」の D は異形鉄筋であることを表す
  - D. エポキシ樹脂塗装鉄筋は普通鉄筋よりもコンクリートとの付着に優れる
- ⑤ コンクリート構造物の劣化現象に関する次の記述のうち不適切なものはどれか。
  - A. コンクリート中の鉄筋が腐食すると膨張する
  - B. コンクリートのアルカリシリカ反応は湿潤環境下では促進される
  - C. コンクリート構造物の塩害は山間部の構造物でも発生する
  - D. コンクリートは中性化すると強度が低下する

問2 コンクリートにひび割れに関する以下の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「×」を解答用紙に記入しなさい。

- ① 沈下ひび割れは鉄筋と直交方向に発生する
- ② コンクリートの水和発熱による外部拘束温度ひび割れは温度上昇時に発生する
- ③ 乾燥収縮ひび割れは厚さの薄い部材に生じやすい
- ④ 鉄筋コンクリートの曲げひび割れは概ね等間隔に発生する
- ⑤ 鉄筋コンクリートのせん断ひび割れは構造物を崩壊に至らしめることがある

# 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①～③に入れ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3.15 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2.65 g/cm<sup>3</sup>とする。

表1 計画配合

水セメント 比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 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
53	5	40	170	①	②	③

この配合のコンクリートを、実験室のミキサで80 L(リットル)練りたい。実験に使用する細骨材の表面水率は2.5%,粗骨材の表面水率は1.0%であるとする。水、細骨材はそれぞれ何kg計量しなければならないか。水の計量値を解答用紙の④に、細骨材の計量値を⑤にそれぞれ記入しなさい。

問4 図1の鉄筋コンクリートはりの載荷試験を行う。コンクリートのひび割れ強度は4.0 N/mm<sup>2</sup>である。①～③に答えなさい。

- ① このはりの鉄筋比は何%か。
- ② 最初の曲げひび割れが発生するときの荷重はどれだけか。単位も記しなさい。
- ③ 荷重を徐々に増加させてゆくとひび割れ本数が増え、鉄筋が降伏し、変形が進んだ後、最終的に上部コンクリートが圧縮破壊して終局を迎えた。載荷開始から終局までの荷重とたわみ(載荷点の鉛直変位)の関係の概形を描きなさい。

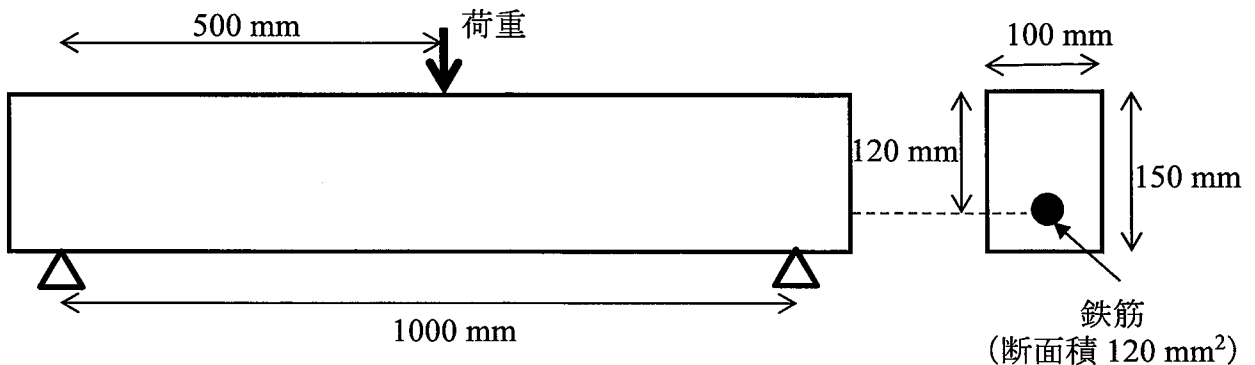


図1 鉄筋コンクリートはり





# 問題用紙

## ( 建設工学 )

### 問題5【地域計画学 その2】

問4 統計データを用いた(iv)の多変量解析とは、以下に例示した分析の総称であるが、以下の例示には多変量解析に該当しない分析が含まれている。多変量解析に該当するもの全てを以下の(a)~(i)の中から選び解答欄に記載しなさい。

- (a)判別分析    (b)主成分分析    (c)重回帰分析    (d)因子分析    (e)数量化I類  
 (f)数量化II類    (g)数量化III類    (h)SWOT分析    (i)クラスター分析

問5 (vi)の採算性が見込めるかを判断するために、以下の表に示すA社の既存21店舗のデータを用いて検証することになった。目的変数である年間売上額  $y$  を従属変数  $x_1 \sim x_3$  を用いて推計する方法として、最も妥当な多変量解析を問4の選択肢(a)~(i)の中からひとつ選び解答欄に記載しなさい。また、解答用紙に記載された従属変数  $x_3$  の不偏分散を求める式中にある分母と分子の解答欄に、適切な値を記載しなさい。

店舗名	年間売上額(万円)	前面道路の平日昼間12時間交通量(台/日)	駐車場台数(台)	商圏人口(万人)
	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
C店	563,515	53,270	200	50
N店	552,604	31,981	213	55
M店	545,304	43,579	166	60
B店	517,622	30,021	143	56
O店	496,784	39,033	124	58
E店	494,802	35,304	129	49
R店	488,378	49,629	289	59
A店	483,715	49,629	252	41
L店	479,411	19,414	108	57
T店	444,880	18,032	210	52
F店	438,212	17,573	242	46
D店	418,919	31,981	180	44
H店	409,018	15,476	191	40
Q店	386,214	10,779	179	54
I店	375,025	17,348	128	45
J店	374,664	14,671	117	53
G店	352,354	17,348	208	47
S店	316,748	19,414	152	51
K店	311,926	11,545	287	48
U店	291,926	31,545	217	43
P店	232,237	13,903	102	42
平均値	427,346	27,213	183	50

**問題用紙**  
( 建設工学 )

**問題5【地域計画学 その3】**

問6 問5のA社の既存店舗データにある従属変数  $x_1 \sim x_3$  を,  $x_1$ : 生鮮食料品スーパーでの酒類の販売有無,  $x_2$ : ドラッグストアでの処方薬の販売有無,  $x_3$ : 駅やバス停の徒歩圏の内外, といった質的な変数に全て置き換えた場合, 目的変数である年間売上額  $y$  を推計するための多変量解析として最も妥当な分析を, 問4の選択肢(a)~(i)の中からひとつ選び解答欄に記載しなさい。

# 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)～(⑥)に入る最も適切な語句や数字を答えなさい。

- 温室効果ガスは気体によって温室効果が異なる。ある期間において二酸化炭素と比べてどのくらい温室効果があるのかを同じ質量当たりで示した値を(①)と呼ぶ。
- 気候変動に関する政府間パネルは、一般的に(②)と略称される。
- 下水の排除方式には、汚水と雨水を一つの管渠でまとめて排除する合流式と、汚水と雨水をそれぞれ別の管渠で排除する(③)がある。
- 湖沼や内湾などの閉鎖性水域で窒素、リンなどの栄養塩類の過剰な流入により、植物性プランクトンが異常発生し水質汚濁が起こる現象を(④)と言う。
- 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、主に工場からのばい煙に含まれる(⑤)である。
- 水道の三要素とは一般に、水量、(⑥)、水圧であり、水道施設の設計・管理において重要なものである。

問2 次の問いに答えなさい。なお、(2)～(4)は計算過程も記述すること。

- (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5 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。ただし、原子量はH=1, O=16, Na=23とする。
- (3) ある浄水場において1日処理水量50,000  $m^3$ /日の水を浄水する沈殿池の容量と表面積を求めよ。なお、表面負荷率は25  $m^3/(m^2 \cdot 日)$ 、有効水深は4 mとする。
- (4) 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200 mg/L、MLSS濃度2,000 mg/Lである場合、BOD-SS負荷 [ $kg/(kg \cdot 日)$ ]の値を求めよ。

問3 以下の(1)～(3)について簡潔に(150字以内で)説明しなさい。

- (1) BODとCOD
- (2) 急速ろ過と緩速ろ過
- (3) 一般廃棄物と産業廃棄物