

問題 2 1 離散数学 設問すべてについて解答すること。

I 二つの集合  $A, B$  があり,  $|A|=4, |B|=3$  とする。このとき次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

(1) 次の値を求めよ。

$$\textcircled{1} |A \times B \times B| \quad \textcircled{2} |P(A) \cup P(\phi)| \quad \textcircled{3} |P(\phi \times A)|$$

ここで  $P(X)$  は集合  $X$  のべき集合である。

(2) 写像  $f: A \rightarrow B$  を次の方法で無作為に定める。即ち,  $A$  の各要素  $x$  に対して,  $B$  の各要素を等しい確率で選び, これを  $x$  の  $f$  による像  $f(x)$  とする。このとき,  $f$  が全射となる確率, 単射となる確率をそれぞれ求めよ。

(3) (2) と同様に  $f$  を定めたとき, 値  $|f(A)|$  の期待値を求めよ。

II 2013 年 4 月現在の日本の 47 都道府県の都道府県庁所在地の集合を  $C$  とする。このとき, 次の  $C$  上の二項関係  $R_1 \sim R_3$  を考える。

$a R_1 b \iff a$  は  $b$  と同じ緯度あるいは, より高い緯度に位置する。

$a R_2 b \iff a$  と  $b$  の距離は 50km 以上である。

$a R_3 b \iff a$  は  $b$  までの距離が  $a, b$  以外の  $C$  のどの地点への距離よりも小さい。

ただし, 日本の各地点は近似的に平面上にあると見なせるものとする。

このとき (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

(1) 関係  $R_1, R_2, R_3$  のそれぞれが反射的であるかどうかを答え, 理由を簡単に記述せよ。

(2) 関係  $R_1, R_2, R_3$  のそれぞれが推移的であるかどうかを答え, 理由を簡単に記述せよ。

(3) 関係  $R_1, R_2, R_3$  の中にはおそらく半順序であると考えられるものがある。これを確かめるには地理的事実を確認する必要があるが, そのことを説明せよ。

III 次のとおり記述される有向グラフ  $G$  を考える。

$$G=(V, E),$$

$$V=\{a, b, c, d, e, f, g\},$$

$$E=\{(a, b), (a, c), (b, c), (b, d), (c, d), (c, f), (d, f), (d, e), (d, g), (e, g), (g, a), (g, f)\}$$

このとき (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

(1) このグラフを図示せよ。

(2) このグラフの  $d$  を始点とする長さ 6 の単純な有向路の例を 1 つ示せ。

(3) 頂点集合を  $V'=\{c, d, e, f\} \subseteq V$  とする  $G$  の部分グラフで,  $V'$  から誘導される誘導部分グラフではないグラフの例を示せ。

(4)  $IG$  を  $G$  のすべての誘導部分グラフの集合とする。このとき,  $IG$  に含まれる任意の二つのグラフ  $G_1, G_2$  に対し,  $G_1$  が  $G_2$  の部分グラフであるとき,  $G_1 \sqsubseteq G_2$  と書くことにする。すると  $\sqsubseteq$  は  $IG$  上の半順序関係である。このとき  $IG$  に属する任意の 2 つのグラフには  $\sqsubseteq$  に関する上限が存在することを示せ。

**問題 2 2 情報科学** 設問すべてについて解答すること。

I 以下に示す関数(1)~(5)が、(a)  $O(n^2)$ , (b)  $\Omega(\sqrt{n})$ , (c)  $\Theta(n \log n)$ のいずれに属するかを答えよ。  
(a)~(c)のうち複数に属する場合は、属するものすべてを書け。対数関数はすべて底が2であるとせよ。

(1)  $n^2$                       (2)  $\log n$                       (3)  $n^{1.000001}$                       (4)  $n \log n$                       (5)  $8^{\log n}$

II  $N$  個の自然数値が入力として与えられるとする ( $N > 1$ )。このとき、二分探索およびハッシュ法を用いてデータを探索するアルゴリズムの擬似コードを以下に示す。

<pre> /* プログラム 1          */ /* 二分探索法          */  int D[0..N-1]; int Input[0..N-1];  Init1(Input) {     <u>配列 Input を昇順にソートした結果を D に格納</u> }  Search1(x) {     if ( x &lt; D[0] or x &gt; D[N-1]) {         return -1;     }     left = 0; right = N-1;     do {         mid = floor((left + right) / 2);         if (x &lt; D[mid]) right = mid - 1;         else left = mid + 1;     } while (left &lt;= right);     if (x == D[right]) return x;     else return -1; } </pre>	<pre> /* プログラム 2          */ /* ハッシュ表を用いた探索 */  int H[0..M-1]; /* M&gt;N とする */ int Input[0..N-1];  Init2(Input) {     for i=0 to M-1 { H[i] = 0; }     for i=0 to N-1 {         j = Input[i] mod M;         while (H[j] ≠ 0) {             j = (j + 1) mod M;         }         H[j] = Input[i];     } }  Search2(x){     j = x mod M;     while (H[j] ≠ 0 and H[j] ≠ x) {         j = (j + 1) mod M;     }     if (H[j] == x) return x;     else return -1; } </pre>
---	--

プログラム 1, 2 とも、データの前処理のための手続き **Init1**, **Init2**, および前処理後のデータからの探索手続き **Search1**, **Search2** から構成されている。入力データは配列 **Input** により与えられており、**Init1** および **Init2** は **Input** を引数として受け取り前処理を行う。**Search1** および **Search2** は引数として与えられた自然数値  $x$  が **Input** の中に含まれるかを探索し、含まれる場合は  $x$  自身を返し、含まれない場合は  $-1$  を返す。

なお、上記の擬似コードで使われている関数 **floor** および演算子 **mod** はそれぞれ以下のような処理を行うものとする。

- ・ **floor(a)** : 実数値  $a$  の小数点以下を切り捨てた整数値を返す。
- ・ **a mod b** : 非負整数  $a$  を正整数  $b$  で割った余りを返す。

このとき、次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

- (1) プログラム 1 の手続き **Search1** について、その最悪時実行時間を漸近的記法(オーダー記法)を用いて書け。
- (2)  $M=10$ ,  $N=5$  とする。 $\text{Input}[0]=3$ ,  $\text{Input}[1]=4$ ,  $\text{Input}[2]=33$ ,  $\text{Input}[3]=5$ ,  $\text{Input}[4]=15$  であるとして、プログラム 2 の **Init2(Input)** を実行した後の配列  $H$  の内容を書け。また、その後に **Search2(23)** を実行したとき、(★)印の行が実行される回数を答えよ。
- (3) プログラム 1 中における下線部分の処理を実現する擬似コードを以下に示す。

```

for i=1 to N-1 {                                     (★)
  x = Input[i];
  j = i;
  while ((j - 1) >= 0 and Input[j-1] > x) {
    Input[j] = Input[j-1];
    j = j - 1;
  }
  Input[j] = x;
}
for i = 0 to N-1 { D[i] = Input[i]; }

```

このとき、以下の問い(a), (b)について答えよ。

- (a) 上記のソートングアルゴリズムでは、for 文(★)における  $i$  回目のループが終了した時点で、配列 **Input** の部分列  $\text{Input}[a_i] \sim \text{Input}[b_i]$  については値が必ず整列されていることが保証される。 $a_i$ ,  $b_i$  の値を答えよ。
- (b) 上記のソートングアルゴリズムは、入力 **Input** の内容によって実行時間が大きく変化する。実行時間が最悪となるような入力、および最良となるような入力はどのようなものか説明せよ。

Ⅲ  $\Sigma = \{0,1\}$  上の言語  $L_1$ ,  $L_2$  を以下のように定める。

$L_1 = \{w \mid w \text{ は } 0 \text{ で始まり } 1 \text{ で終わる}\}$

$L_2 = \{w \mid w \text{ は長さ } 2 \text{ 以上で、末尾から数えて } 2 \text{ 番目のアルファベットが } 0\}$

このとき、次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

- (1) 言語  $L_1$  および  $L_2$  を正規表現を用いて書け。
- (2) 言語  $L_1$  を認識する状態数 4 の決定性有限オートマトンを設計し、その状態遷移図を書け。
- (3) 言語  $L_2$  を認識する状態数 3 の非決定性有限オートマトンを設計し、その状態遷移図を書け。
- (4) (3) で示した非決定性有限オートマトンを等価な決定性有限オートマトンに変換し、その状態遷移図を書け。ただし、冗長な状態は取り除くこと。

**問題 2 3 情報理論** 設問すべてについて解答すること。

導出過程も簡潔に示すこと。ただし、解答においては最も簡約化した形で答えを示すこと。ここで簡約化とは、分数に関しては既約形、対数に関しては最も簡単な形（例： $\log_2 6 \rightarrow 1 + \log_2 3$ ）に変形することを指す。

I 2つの確率変数  $X, Y$  はどちらも  $\{0, 1\}$  の値を取る 2 値確率変数であり、それらの条件付き確率

$$\text{を } P_{X|Y}(0|0) = \frac{12}{13}, P_{X|Y}(1|1) = \frac{2}{3}, P_{Y|X}(0|0) = \frac{12}{13}, P_{Y|X}(1|1) = \frac{2}{3} \text{ とする。}$$

このとき次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

(1)  $P_{X|Y}(1|0), P_{X|Y}(0|1), P_{Y|X}(1|0), P_{Y|X}(0|1)$  を求めよ。

(2)  $P_X(0), P_X(1)$  を求めよ。

(3) 同時 (結合) エントロピー  $H(XY)$  を求めよ。

(4) 相互情報量 (平均相互情報量)  $I(X;Y)$  を求めよ。

II 情報源アルファベットが  $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  である定常無記憶情報源  $S$  が存在し、その出力を確率変数  $X$  で表すものとする。また、情報源アルファベットの生起確率 (確率変数  $X$  の確率分布)

$$\text{は, } P_X(1) = \frac{1}{3}, P_X(2) = \frac{1}{3}, P_X(3) = \frac{1}{6}, P_X(4) = \frac{1}{12}, P_X(5) = \frac{1}{12} \text{ とする。いま, 情報源 } S \text{ に対して,}$$

符号長が  $l(i) = \lceil -\log_2 P_X(i) \rceil, i \in A$  で与えられる符号  $C$  を考える。ただし、天井記号  $\lceil x \rceil$  は実数値  $x$  以上の値を持つ最小の整数を表す。このとき次の (1) ~ (5) の問いについて答えよ。

(1) 符号  $C$  の符号長  $l(1), \dots, l(5)$  および平均符号長  $L(C)$  を求めよ。

(2) 符号  $C$  が語頭符号 (プレフィクス符号) に成り得ることを示せ。

(3)  $H(X) \leq L(C) < H(X) + 1$  であることを示せ。ただし、 $H(X)$  は確率変数  $X$  のエントロピーを表す。

(4) 情報源  $S$  に対するハフマン符号  $C'$  を考える。ただし、ハフマン符号化においてはアルファベット  $i$  に対する符号語を  $w(i)$  とし、 $w(1) = 00, w(5) = 111$  がすでに与えられているとする。

(a) 残りの符号語  $w(2), w(3), w(4)$  を求めよ。

(b) 符号  $C'$  の平均符号長  $L(C')$  が  $L(C') \leq L(C)$  を満たすことを示せ。

(5) 任意の定常無記憶情報源  $\bar{S}$  に対して、符号  $C$  と同様の方法で符号長が与えられる符号  $\bar{C}$  を考える。また、情報源  $\bar{S}$  の出力を確率変数  $\bar{X}$  で表すものとする。

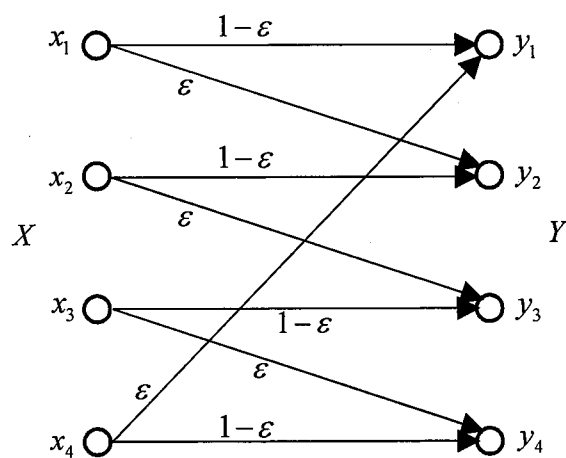
(a)  $H(\bar{X}) = L(\bar{C})$  となるときの情報源  $\bar{S}$  の生起確率  $P_{\bar{X}}(i), i \in \{1, \dots, N\}$  を符号  $\bar{C}$  の符号長  $\bar{l}(i), i \in \{1, \dots, N\}$  を用いて示せ。

(b) 任意の生起確率を持つ情報源  $\bar{S}$  に対して符号  $\bar{C}$  を構成しても、常に  $L(\bar{C}) < H(\bar{X}) + 1$  を満たすことを示せ。

III 送信記号を  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ , 受信記号を  $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$  とするとき, 送信記号  $X$  から受信記号  $Y$  への遷移確率が下図で与えられる定常無記憶通信路がある。ただし, 送信記号  $X$  の  $i \in \{1, 2, 3, 4\}$  番目  $x_i$  から受信記号  $Y$  の  $j \in \{1, 2, 3, 4\}$  番目  $y_j$  への遷移確率は  $P_{Y|X}(y_j | x_i)$  と表され, 例えば下図で  $P_{Y|X}(y_1 | x_1) = 1 - \varepsilon$  である。ここで,  $\varepsilon$  は  $0 \leq \varepsilon \leq 1$  を満たす実数である。

このとき次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。ただし,  $0 \log_2 0 = 0$  とせよ。

- (1) 通信路行列  $\mathbf{W}$  を求めよ。
- (2) 条件付きエントロピー  $H(Y|X)$  を求めよ。
- (3) この通信路の通信路容量  $C$  を求めよ。



問題 24 A[情報ネットワーク], B[知能科学], C[メディア情報処理]

A, B または C の設問のいずれかを選択して解答し, 解答用紙の選択記号欄に, 選択した A, B または C の記号を記入すること。

A[情報ネットワーク] 設問すべてについて解答すること。

I OSI 参照モデルに関する次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

- (1) 隣接局間のフレーム伝送を司る階層の名前を答えよ。また, この階層に属するプロトコルを一つ挙げよ。
- (2) 放送型チャネルでは (1) の階層は二つの副層からなる。二つの副層の名前を答えよ。
- (3) 第 2 層 PDU (Protocol Data Unit) の最大長が 800 バイトであり, 第 2 層 PCI (Protocol Control Information) が 30 バイト, 第 3 層 PCI が 20 バイト, 第 4 層 PCI が 50 バイトであるとする。第 3 層は分割・組み立ての機能を備えるとする。分割は, 最終 PDU 以外が最大長となるように行われる。第 4 層 SDU (Service Data Unit) として 2000 バイトの情報をネットワークに向けて送り出すとき, これが第 2 層から送り出されるまでの, 第 4 層から第 2 層までの各階層における PDU, SDU, PCI の関係を, それらの大きさとともに図示せよ。

II 7 台のルータ (A~G) からなる, 距離ベクトルルーティングアルゴリズムを採用したコネクショ  
ンレス型パケット交換ネットワークに関する次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

- (1) このネットワークにおいて, ルータ G は, ルータ A, B, F と隣接している。ルータ A-G 間, B-G 間, F-G 間はいずれも距離 3 である。ルータ G がこれらの隣接ルータから図 1 の距離ベクトルを受信したとき, ルータ G の経路表 (宛先に対する距離と出力先ルータをまとめた表) を作成せよ。

	宛先	Aから	Bから	Fから
(2) このネットワークにおいてルータ A はルータ	A	0	4	6
B, G と隣接しており, ルータ A-B 間の距離は	B	4	0	6
4 である。ルータ A が, ルータ B から (1)	C	10	6	9
でルータ G が受信したものと同一距離ベク	D	13	7	6
トルを受信し, ルータ G から (1) で作成さ	E	9	5	4
れた経路表をもとにした距離ベクトルを受	F	10	6	0
信した場合に, ルータ A の新たな経路表を作	G	3	3	3
成せよ。				

図 1 : 距離ベクトル

- (3) すべてのルータ間回線が距離 1 に対し 1ms の伝搬遅延であり通信速度が 8Mbps であったとき,
  - (1), (2) で作成された経路表に従ってルータ A のバッファに蓄積された 1000 バイトのパケット 4 個をルータ F へ連続送信する。ルータ A が最初のパケットを送信し始めてから, ルータ F が最後のパケットを受信し終えるまでにかかる時間を答えよ。なお, パケットの伝送中に経路が変わることはなく, これ以外のパケットフローが存在せず, 各ルータのバッファには十分な容量があるとする。また, ルータでのパケット処理時間は無視できるとする。

Ⅲ 端末 A と端末 B との間で、TCP を用いてユーザデータを転送する。ここで、端末 A と端末 B との間では、TCP セグメントの誤り、欠落などは生じないものとする。データ転送フェーズにおいて、図 2 のような TCP セグメントの流れが観測されたとき、次の (1) ～ (4) の問いについて答えよ。

- (1) コネクション確立フェーズにおける TCP セグメントの流れを記述せよ。なお、コネクションの確立は端末 A から開始されるものとする。記述では、SYN、FIN、ACK フラグの有無およびシーケンス番号 (Seq)、送達確認番号 (Ack) を、次の記述例に従って明記すること。

記述例) A→B [SYN, ACK (Seq 100, Ack 200)]

(端末 A から端末 B へ、SYN, ACK フラグがセットされた、シーケンス番号が 100, 送達確認番号は 200 の TCP セグメントが送られる場合)

- (2) 図 2 の①から⑨に入る各 TCP セグメントのシーケンス番号 (Seq) を答えよ。  
 (3) 図 2 の⑩から⑱に入る各 TCP セグメントの送達確認番号 (Ack) を答えよ。  
 (4) 端末 B から端末 A へ方向のデータ転送に対する TCP ウインドウサイズ (端末 A の広告ウィンドウサイズ) が 2500 バイトであったとする。点線 (α) の時点で端末 B が端末 A からの送達確認なしに送信可能なユーザデータは何バイトであるか答えよ。

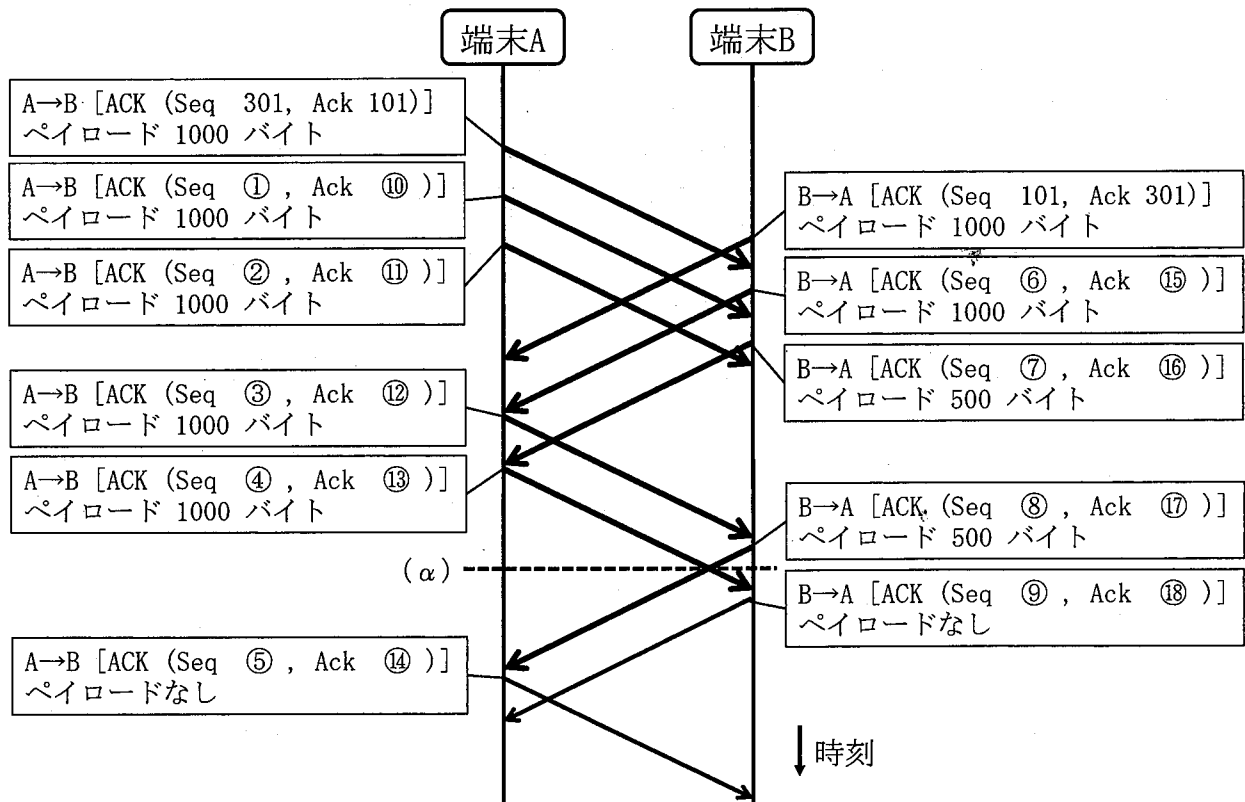


図 2 : データ転送フェーズにおける TCP セグメントの流れ

B[知能科学] 設問すべてについて解答すること。

I 次の(1), (2)の問いについて答えよ。

(1) 以下の文 a)～ e)を1階述語論理式で表現せよ。ただし、述語には表1の述語表に含まれるもののみを用い、個体定数、個体変数、論理演算子、限量記号を適切に用いること。

- a) Socrates は人間である。
- b) Tom は人間である。
- c) Socrates はギリシヤ人である。
- d) 人間は死ぬ。
- e) ギリシヤ人で死ぬ人がいる。

表1：述語表

$human(x)$	$x$ は人間である
$greek(x)$	$x$ はギリシヤ人である
$mortal(x)$	$x$ は死ぬ

(2) 上記の a)～d)から e)が論理的帰結として導き出せるかどうか導出を用いて確かめよ。

II 次の(1), (2)の問いについて答えよ。

表2：述語表

$happy(x)$	$x$ は幸福である	$penguin(x)$	$x$ はペンギンである
$eat(x, y)$	$x$ は $y$ を食べることができる	$parent(x, y)$	$x$ は $y$ の親である
$swim(x)$	$x$ は泳ぐことができる		

(1) 以下の文を1階述語論理式で表現せよ。ただし、述語には表2の述語表に含まれるもののみを用い、個体定数、個体変数、論理演算子、限量記号を適切に用いること。

皆で同じ料理を食べることができれば幸福である。

(2) 以下の論理式が表現していることがらを1文の日本語で記述せよ。ただし、 $x, y$ は個体変数とし、表2の述語表に従うものとする。

$\forall x.[penguin(x) \wedge \forall y.[parent(x, y) \rightarrow swim(y)] \rightarrow happy(x)]$

III 図1に示す有向グラフを表現しつつ、グラフ上の任意の2ノード間の経路の有無を2引数の述語  $path$ を用いて確認する論理プログラムを定義したい。このとき、次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 以下の論理式 a)～d)からホーン節であるものをすべて答えよ。

- a)  $p \leftarrow q \wedge r$
- b)  $\neg p \vee \neg q$
- c)  $p \leftarrow \neg q$
- d)  $\neg p \vee \neg q \vee r$

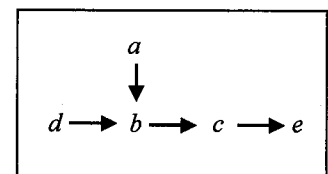


図1：有向グラフ

(2) 図1のグラフを表現する4つの述語論理ホーン節を2引数の述語  $arc$ を用いて記せ。

(3) (2)で答えた4つのホーン節に加えて、ノード $x$ からノード $y$ へ到達可能な経路が存在するかどうかを2引数の述語  $path$ を用いて確かめたい。これを実現する論理プログラムを2つの述語論理ホーン節で記せ。



C [メディア情報処理] 設問すべてについて解答すること。

I 関数  $f(t)$  のフーリエ変換  $F(\omega)$  および逆変換は次式で与えられる。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

$f(t)$  と  $F(\omega)$  の間には  $f(t) \Leftrightarrow F(\omega)$  の関係が成り立つと記述するとき、以下の (1)、(2) の関係が成り立つことを証明せよ。

(1) 対称性 :  $F(t) \Leftrightarrow 2\pi f(-\omega)$

(2) たたみ込み積分 :  $f(t) * g(t) \Leftrightarrow F(\omega) G(\omega)$

ただし、以下の式が成り立つとする。

$$g(t) \Leftrightarrow G(\omega)$$

$$f(t - t_0) \Leftrightarrow e^{-j\omega t_0} F(\omega)$$

$$f(t) * g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) g(t - \tau) d\tau$$

II 以下に示す関数  $x(t)$  について次の問い (1) ~ (5) に答えよ。

$$x(t) = \begin{cases} 1 & (|t| \leq \alpha) \\ 0 & (|t| > \alpha) \end{cases}$$

(1)  $x(t)$  のフーリエ変換  $X(\omega)$  を求め、複素数を含まない形で表せ。

(2)  $X(\omega)$  を  $|\omega| \leq \frac{2\pi}{\alpha}$  について図示せよ。ただし、 $\frac{\sin x}{x} = 1$  ( $x = 0$ ) とする。

(3) 周波数帯域が角周波数  $\omega$  において  $|\omega| \leq \beta$  と制限された関数  $y(t)$  があるとする。図 1 に  $y(t)$  のフーリエ・スペクトル  $Y(\omega)$  の概形を示す。今、エイリアシングが起きない十分に大きい角周波数  $\omega = \gamma$  ( $\gamma > 0$ ) で  $y(t)$  をサンプリングした関数  $y'(t)$  を考えるとき、 $y'(t)$  のフーリエ・スペクトルの概形を図示せよ。なお、図中に  $\gamma$  を明記すること。

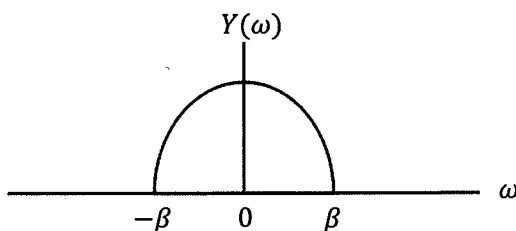


図 1

【次ページに続く】

- (4) この離散信号  $y'(t)$  から  $y(t)$  を復元するためには、理想的なローパスフィルタを周波数領域において乗ずれば良い。このローパスフィルタの通過帯域を角周波数で  $|\omega| \leq \eta$  とするとき、 $\eta$  の取り得る範囲を  $\beta$  および  $\gamma$  で表せ。
- (5) (4) において元の関数  $y(t)$  を復元する場合に、関数  $x(\omega)$ ,  $X(t)$  をどのように用いればよいか。次の 6 つの語句を用いて簡単に説明せよ（設問は  $x(t)$ ,  $X(\omega)$  ではないことを注意せよ）。

時間領域, 周波数領域, フーリエ変換の対称性,  
たたみ込み積分, 関数  $x(\omega)$ , 関数  $X(t)$

III サンプリング周期  $T$  の FIR フィルタについて以下の問い (1)、(2) に答えよ。

- (1) 以下に示す差分方程式を持つ FIR フィルタの周波数応答関数を示せ。

$$y(n) = x(n) - x(n-4)$$

- (2) (1) で求めた周波数応答関数について振幅特性  $A(\omega T)$  と位相特性  $\phi(\omega T)$  を示し、 $A(\omega T)$  と  $\phi(\omega T)$  を  $[0 \leq \omega T \leq \pi]$  について図示せよ。

問題 25 A [建築構造学], B [土木構造力学]

A または B の設問のどちらかを選択して解答し、解答用紙の選択記号欄に、選択した A または B の記号を記入すること。

A [建築構造学] 設問すべてについて解答すること。

I 図 1 のような応力度-ひずみ度関係を持つ材料 1, 2 がある。これを用いて図 2 のような断面の部材を作成した。材料 1, 2 間は充分強固に接着されている。この部材に曲率を加えたところ、上下端のひずみ度が  $\pm 2\varepsilon_y$  に達した。

- (1) このときのひずみ度の分布を描きなさい。
- (2) このときの応力度の分布を描きなさい。
- (3) このときの曲げモーメントを計算しなさい。

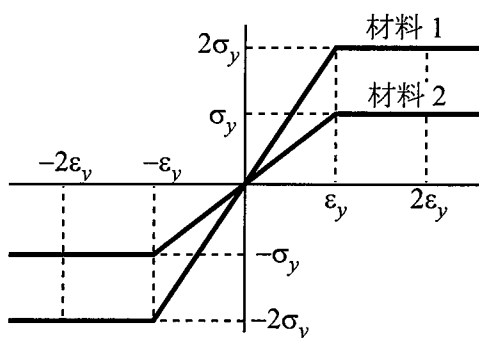


図 1 応力度 - ひずみ度関係

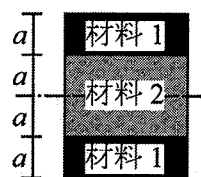


図 2 断面

II 図 3 のトラスがある。左右の部材は図 1 の材料 1, 2 でできており、その断面積は  $A$  である。

- (1) このトラスの降伏荷重を計算しなさい。
- (2) このトラスが降伏するときの荷重点の鉛直変位  $\delta_y$  を計算しなさい。
- (3) 荷重点の鉛直変位が  $2\delta_y$  となるとき、荷重点の水平変位を計算しなさい。

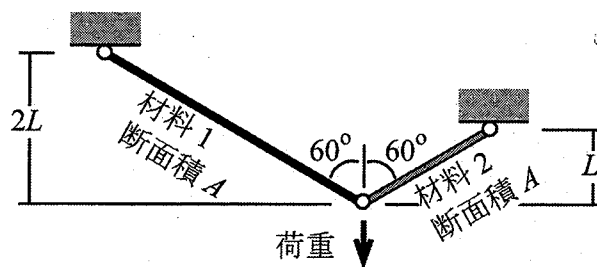


図 3 トラス

**B[土木構造力学]** 設問すべてについて解答すること。

図1のトラスについて答えなさい。ただし、すべての部材の軸方向の断面剛性をEAとします。格点1は不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で格点7は可動ヒンジ支承で支持されているものとします。

- (1) 部材1-3, 1-4, 2-4にそれぞれ生じる軸力 $N_{13}$ ,  $N_{14}$ ,  $N_{24}$ を求めなさい。引張りを正とします。
- (2) 格点3の鉛直方向集中荷重 $P$ が作用していないトラスについて、格点1から格点7まで単位荷重が水平移動したときの部材1-3および1-4の影響線を描きなさい。ただしトラス格点には間接載荷により荷重が作用するものとします。
- (3) 格点3の鉛直方向集中荷重 $P$ が作用していないトラスについて、格点1から7に一樣に単位長さあたり $p_0$ の分布死荷重が作用したときの部材1-3と1-4に作用する軸力を(2)の結果を用いて求めなさい。
- (4) 図1に加えて図2を考えます。図1のように格点3に鉛直方向集中荷重 $P$ が作用したときの格点2の水平右方向変位を $u_2$ 、図2のように図1と同じトラス構造の格点2に水平方向集中荷重 $2P$ が作用したときの格点3における鉛直下方変位を $v_3$ とすると $v_3/u_2=2$ であることを証明しなさい。またこのような関係は通常なにの定理と呼ばれていますか。

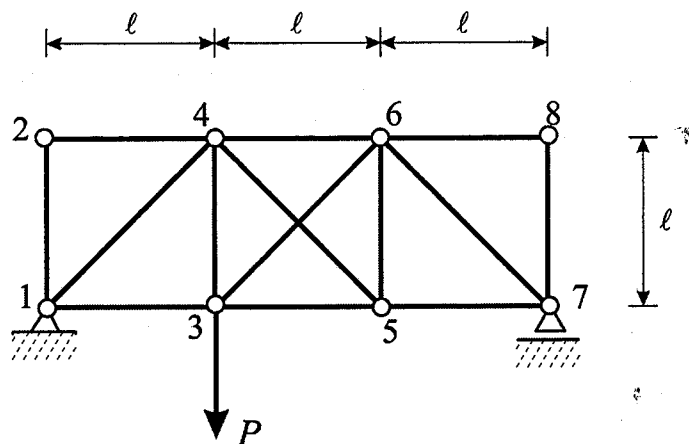


図1

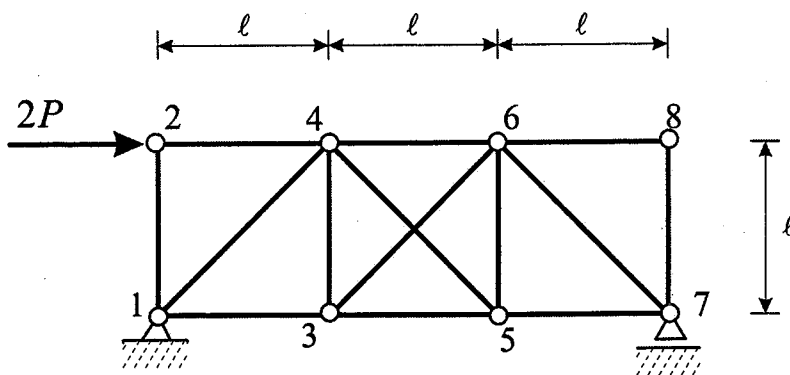


図2

問題26 A[建築環境・設備], B[環境水理学]

AまたはBの設問のどちらかを選択して解答し、解答用紙の選択記号欄に、選択したAまたはBの記号を記入すること。

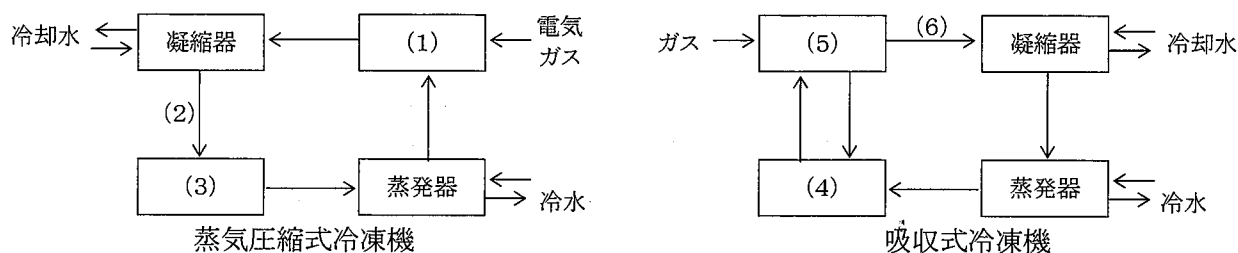
A[建築環境・設備] 設問すべてについて解答すること。

I 建物への給水方式の特徴を比較した下表の(1)～(9)に最も適した言葉を選択肢(ア)～(サ)から選びなさい。ただし同一選択肢を複数回使うことはできない。

給水方式	水道直結直圧方式	水道直結増圧方式	高置水槽方式	ポンプ直送方式
汚染の可能性	最も低い	(1)	(2)	やや高い
給水圧の変化	(3)	(4)	一定	ほとんど一定
水道断水時の給水	給水停止	給水停止	(5)	(6)
停電時の給水	(7)	給水停止	(8)	(9)

選択肢 (ア) 低い, (イ) 高い, (ウ) 最も高い, (エ) 不安定, (オ) ほとんど一定, (カ) 一定, (キ) 影響なし, (ク) 給水停止, (ケ) 受水槽貯留分の給水可能, (コ) 高置水槽貯留分の給水可能, (サ) 受水槽と高置水槽貯留分の給水可能

II 代表的な空調熱源の冷凍サイクルを示した下図の(1)～(6)に最も適した用語を選択肢(ア)～(カ)から選びなさい。ただし同一選択肢を複数回使うことはできない。



選択肢 (ア) 蒸気冷媒, (イ) 液冷媒, (ウ) 再生器, (エ) 圧縮機, (オ) 吸収器, (カ) 膨張弁

III 居住者の温冷感に関わる主な温熱要素を6つあげるとともに、6要素の全てを考慮した代表的な温熱環境指標を1つとりあげ簡潔に説明しなさい。

IV 建築環境・設備に関する(1)～(10)の測定量、特性値などの単位を記しなさい。

(1) 総合熱伝達率 (2) 熱貫流抵抗 (3) 透湿抵抗 (4) 終日日射量 (5) 相当外気温度  
(6) 必要換気量 (7) 天空輝度 (8) 器具光束 (9) 音圧実効値 (10) 遮音材の面密度

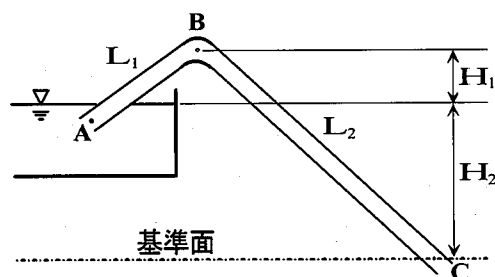
**B[環境水理学]** 設問すべてについて解答すること。

I 管路の流れを説明した次の文章の①～④の空欄に、適切な用語または式を埋めて文章を完成せよ。

内径が  $d$  で一様な管水路の長さ  $L$  間の摩擦損失水頭  $h_f$  は、ダルシー・ワイズバッハによって  $h_f = ①$  と表された。ただし、摩擦損失係数  $f$ 、平均流速  $V$  および重力加速度  $g$  とする。実際の管路は摩擦損失のほかに、断面積の変化している部分や曲がりの部分などにより流れが局部的に乱されてエネルギーの消耗が起こる。このように局部的な形状の変化に起因するエネルギー損失を一般に② という。

管路の一部がその動水こう配曲線の上に出ていても、ある条件さえ満足しておれば水は自然流下で流れることができる。このような管路を③ といい、高い場所を越えて水を送る場合に用いられる。図のような内径が  $d$  で一様な管路において摩擦損失係数が  $f$ 、入り口の損失係数が  $f_e$ 、曲がりの損失係数が  $f_b$  で与えられるとき、 $H_2$  に許し得る最大値は次式のように表される。

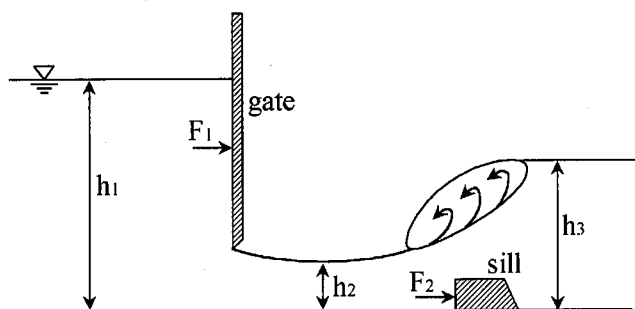
$(H_2)_{\max} = ④$  ただし、エネルギー補正係数  $\alpha = 1$  とし、AB 間の管の長さを  $L_1$ 、BC 間を  $L_2$ 、基準面からの水面の高さを  $H_2$ 、水面から B 点までの高さを  $H_1$  とし、自然流下となるサイフンの作動条件を圧力水頭で  $-P_0/\rho g$  ( $P_0$ : 大気圧) 以上とする。



II スルースゲートから自由流出した直後にシルがあり、図のような場所に跳水が生じた。単位幅あたり流量  $q$  を流すときの各点の水深を  $h_1$ 、 $h_2$  および  $h_3$  として次の各問に答えよ。水の密度を  $\rho$ 、重力加速度を  $g$  とし、摩擦損失は無視できるものとする。

(1) シルが存在しない場合の跳水における  $h_2$  に対する共役水深  $h_3$  を求めよ。

(2) シルがある場合にゲートに作用する力  $F_1$ 、シルに作用する力  $F_2$  および跳水によるエネルギー損失  $\Delta E$  を求めよ。



問題27 A[建築・都市計画], B[社会基盤計画]

AまたはBの設問のどちらかを選択して解答し、解答用紙の選択記号欄に、選択したAまたはBの記号を記入すること。

A[建築・都市計画] Iについては設問すべてについて解答せよ。IIについては(1), (2)のどちらか一つについて解答せよ。その際, Iには解答用紙の表面に(1)~(6)の間番号を記入し, IIには解答用紙の裏面に(1)または(2)の記号を記入せよ。なお, (2)では(a)~(h)のすべての問いについて解答せよ。

I

(1) カッコ内のヒントにしたがって, ①~⑤の空欄を埋め, 以下の文章を完成させなさい。

1922年, ル・コルビュジエは『人口(①数字)万人の現代都市』と称するドローイングを発表した。そのプランは長方形で構成されており, 全体の建ぺい率は(②数字)%で, 中心には鉄道や(③名詞)のための交通ターミナルが置かれ, 都心には密度(④数字)人/haを収容する十字型の60階建ビルが林立し, その周辺には12階建の(⑤名詞)地区が配置されていた。

(2) 数量化に用いる「比例尺度(ratio scale)」とは何か, 2~3行で説明しなさい。

(3) 環境の「アフォーダンス(affordance)」とは何か, 2~3行で説明しなさい。

(4) 「同潤会アパート」とは何か, 2~3行で説明しなさい。

(5) 建築設計における「モデュール(modulor)」とは何か, 2~3行で説明しなさい。

(6) ①群の各建築に対応する②群の設計者を一つ選び, その記号対を記しなさい。②群に正しい設計者がなければ, 正しい設計者の名前を記しなさい。

①群

1. 名古屋市美術館(日本)
2. 関西国際空港旅客ターミナルビル(日本)
3. 東京国際フォーラム(日本)
4. ヴィトラ社工場・消防ステーション(ドイツ)
5. 愛知県児童総合センター(日本)

②群

- |                |            |
|----------------|------------|
| a. ザハ・ハディド     | d. 仙田満     |
| b. 黒川紀章        | e. レンゾ・ピアノ |
| c. ラファエル・ヴィニオリ |            |

II

(1) 次の条件による, 住宅の略設計を行い, 解答用紙の裏面に, 1階平面図兼配置図, 2階

平面図（それぞれ縮尺約 100 分の 1）を描きなさい。

敷地：東西が 12 m，南北が 18 m，北辺に幅員 6 m の隣接道路をもつ平坦な敷地。周辺は風光明媚な住宅地で，南側の敷地境界線越しに緑地が広がる。駐車スペース 1 台分は敷地内に設けること。

家族構成：30 代後半の夫婦，長女 4 才，長男 1 才。

敷地条件：建ぺい率 60 %。

延床面積：120 m<sup>2</sup>程度。

構造：木造，または鉄筋コンクリート壁構造，2 階建て。

図面：作図はフリーハンドの鉛筆仕上げとし，スケールは使わない。木造の場合，柱の位置がわかるようにする。コンクリート壁は塗りつぶさない（薄塗りは可）。基本寸法，室名，家具，樹木等の描き込みをできるだけする。

採点の基本方針：基礎的な計画力，技術力，表現力を見るのが基本であるが，独創性を付加的なものとして評価する。

- (2) 次の文章の内容が正しければ○，誤りがあれば×を記すとともに，下線部を変更して正しい内容の文にしなさい。

(a) 人口予測の方法として，回帰分析モデル，コーホート・モデルなどのほか，システム・ダイナミクス・モデルが知られている。

(b) 第一種市街地再開発事業では，換地と呼ばれる方法を用いるのが基本である。

(c) クル・ド・サックと緑地帯を組み合わせる歩車分離を徹底した空間構成は，アウトバース方式と呼ばれる。

(d) ダウン・ゾーニングとは，開発に際して，公益に資する公開空地など設けることを条件に容積率などの規制を緩和する制度を指す。

(e) 地区計画は，市町村が定めるもので，住民は提案することができない。

(f) TODは路面を走行する軌道系交通手段として期待されている。

(g) 19 世紀半ばに，パリ改造を主導したのはオルムステッドである。

(h) 東日本大震災を契機に，大都市においては帰宅困難者対策が急務と認識されるようになった。



**B [社会基盤計画]** 設問すべてについて解答すること。

**I** 地域Aと地域Bの間にバイパス道路を整備することを計画する。

既存の道路を路線1, バイパスを路線2とする。これに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 路線  $i$  ( $i=1, 2$ ) の交通量を  $x_i$  [台/時間], 所要時間を  $h_i$  [時間] とすると  
交通量と所要時間の間に以下の関係式が成立する。

$$h_1 = (x_1 + 4000) / 3000$$

$$h_2 = (x_2 + 2000) / 1500$$

$$x_1 + x_2 = 3000$$

このとき, 均衡状態における路線1, 路線2それぞれの交通量[台/時間], 所要時間[時間]を求めよ。ただし, 利用者均衡の等時間配分原則が成り立つものとする。

- (2) 路線2に類似した既往の建設事例3件についてそれぞれの路線長  $s$ , 建設費  $d$  を調べたところ, 下表の結果を得た。

	建設事例1	建設事例2	建設事例3
路線長 $s$ [km]	16	9	9
建設費 $d$ [億円]	18	12	10

路線長  $s$  と建設費  $d$  の間には以下の関係式が成立するとして上表のデータより回帰分析を行って  $k$ ,  $m$  を求めよ。(図を用いて解いてもよい)

$$d = k s^{0.5} + m$$

- (3) 路線2の計画延長は36[km]である。上記(2)で得た回帰式からバイパスの建設費  $d_2$  [億円]を求めよ。
- (4) 路線2を建設する時期を  $t=0$  [年] とする。  $t=0, 1, 2$  [年]それぞれの便益と費用は下表のように予想される。このとき, バイパス整備事業の純現在価値(費用便益比)を, 上記3期間を対象として求めよ。ただし, 社会的割引率は10%とし,  $t=0$  のときにかかる費用  $d_2$  には, 上記(3)の解答を用いることとする。

$t$ [年]	0	1	2
便益[億円]	0	34	25.2
費用[億円]	$d_2$	1	1

- (5) 「社会的割引率」について説明せよ。

**問題 28 土質力学・地盤工学** 設問すべてについて解答すること。

I 次の(1)～(2)の問いについて答えよ。ただし、解答に必要なパラメータがあればそれを定義して用いること。

- (1) 図-1のように水頭差  $\Delta h$  に保たれた透水実験装置がある。土試料は砂(試料の高さ  $L$ 、断面積  $A$ )とし、試料内の水の流れは鉛直上向きのみとする。土試料の上端部の水深は  $t$  である。水の単位体積重量、土の飽和単位体積重量、土粒子の比重をそれぞれ  $\gamma_w$ 、 $\gamma_{sat}$ 、 $G_s$  する。また、土供試体の上端から下向きに  $z$  軸をとる。このとき、土試料内の全応力、間隙水圧、有効応力の深度分布を図示しなさい。さらに、浸透破壊するときの水頭差  $\Delta h$  を求めなさい。

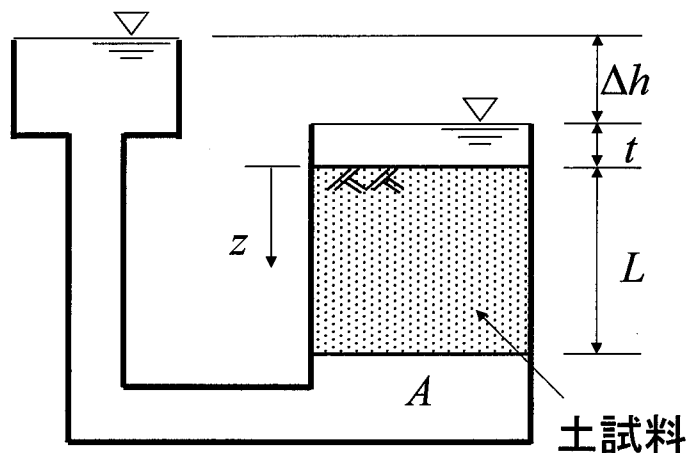


図-1

- (2) 図-2のように均質な水平地盤上にフーチング基礎が載っている。図のケース1とケース2では、フーチングの幅  $B$  のみが異なる( $B_1 < B_2$ )。両ケースにおいて、フーチングに一樣で鉛直支持力よりも十分小さな鉛直応力  $q$  が載荷されたとき、ケース1とケース2の沈下量のどちらが大きいのか、その理由とともに答えなさい。

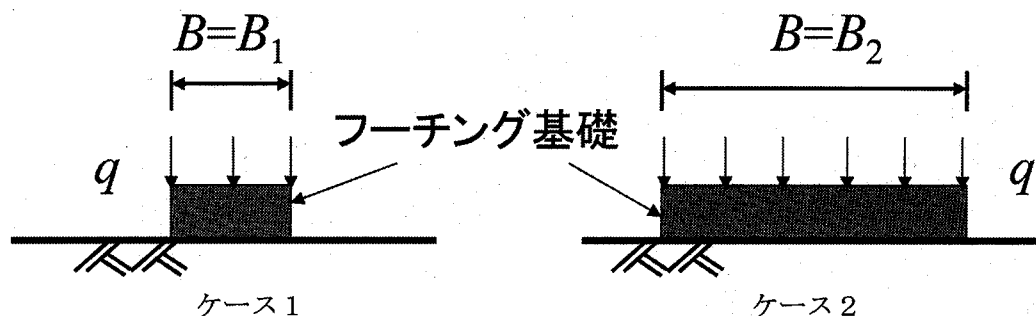


図-2

Ⅱ 次の文章のそれぞれの括弧( )(①～⑥)にもっとも当てはまるとおもわれる言葉を答えなさい。

土が(① )の排出を伴いながら徐々に(② )していく現象を圧密といい、その間に生じる現象の推移を圧密過程と呼ぶ。圧密過程において土の密度は(③ )していく。

土のような粒子からなる材料は、せん断されると、一般にそれに伴って(④ )を変えようとする。この性質をダイレイタンスーといい、土の力学的性質の中で際立って特徴的なものである。

ダルシーの法則は、フランスの水道技師 Darcy が、砂ろ過の実験から明らかにした地下水流動に関する法則である。これは、飽和した土中の地下水の流量、速度は2点間の水位差に(⑤ )し、2点間の距離に(⑥ )することを表した運動方程式である。

**問題 29 建築歴史・意匠** 設問すべてについて解答すること。

次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

- (1) 下の建築の中から3つを選び、それぞれの建築について、建築年代(時代)・様式的あるいは歴史的特質について論述せよ。なお様式的特質については図示説明を併用してもよい。

a : 浄土寺浄土堂

b : 薬師寺東塔

c : 園城寺光浄院客殿

d : ケルン大聖堂

e : コンス神殿(エジプト)

f : 開智学校

- (2) 次の建築用語について、図示説明せよ。

1 : 流造

2 : トスカナ式オーダー

- (3) 次の建築用語にフリガナをつけよ。

1. 茅負

2. 几帳

3. 臺股

4. 鯉木

5. 鴨居

**問題30 A[建築生産], B[コンクリート工学]**

AまたはBの設問のどちらかを選択して解答し、解答用紙の選択記号欄に、選択したAまたはBの記号を記入すること。

**A[建築生産]** 設問すべてについて解答すること。

I 次の鉄筋コンクリート工事に関する記述の①～④の( )内に最も適当な用語を、下記の選択肢のア)～シ)の中から記号で選べ。

- (1)骨材表面は乾燥しているが内部は水で満たされた状態を( ① )という。
- (2)JASS 5によるとコンクリートの単位水量は( ② )  $\text{kg/m}^3$ 以下とする。
- (3)コンクリート中に微細な気泡を一様に連行する混和剤を( ③ )という。
- (4)スランプコーンの高さは( ④ ) cmである。

選択肢	ア) 絶乾状態	イ) 飽水状態	ウ) 表乾状態
	エ) 85	オ) 185	カ) 285
	キ) 減水剤	ク) 流動化剤	ケ) AE 剤
	コ) 15	サ) 30	シ) 60

II 次の(1)～(3)の単語を英語に訳せ。

- (1) ねじ (2) のこぎり (3) 杭

III 施工管理の5つの管理項目であるQCDS Eを日本語で記述せよ。

- (1)Q (2)C (3)D (4)S (5)E

IV 山留工事の「ソイルセメント柱列工法」のメリットを2つ述べよ。

V 「一般競争入札方式」を、最大50字以内で説明せよ。末尾に文字数を括弧書きせよ。

VI 高さ1000mm、断面積 $100\text{mm}^2$ の円柱試験体がある。この上端を固定して下端に100kNの引張荷重を加えたところ、下端の変位は0.1mmとなった。この時、次の(1)と(2)の値を答えよ。ただし、それぞれの( )内に示した単位とする。

- (1)引張応力 ( $\text{kN/mm}^2$ ) (2)ヤング係数 ( $\text{kN/mm}^2$ )

**B[コンクリート工学]** 設問すべてについて解答すること。

注意：日本語が正しく使われていない場合や、解答が丁寧に記述されていない場合は、解読不能と判断され、採点で不利益が生じることがあります。

I 次の①～⑩の（ ）内を最も適当な用語で答え、文章を完成させなさい。

配合強度は、( ① )に( ② )を乗じ、現場におけるコンクリートの圧縮強度の試験値が( ① )を下回る確率が5%以下となるように定める。水セメント比は、コンクリートの強度、( ③ )、( ④ )を考慮して、これらから定まる水セメント比のうちで最も小さな値を採用する。単位水量の概略値は、「コンクリート標準示方書 施工編」に示してあり、使用する粗骨材の最大寸法が大きくなるに従い、単位水量の概略値は( ⑤ )する。

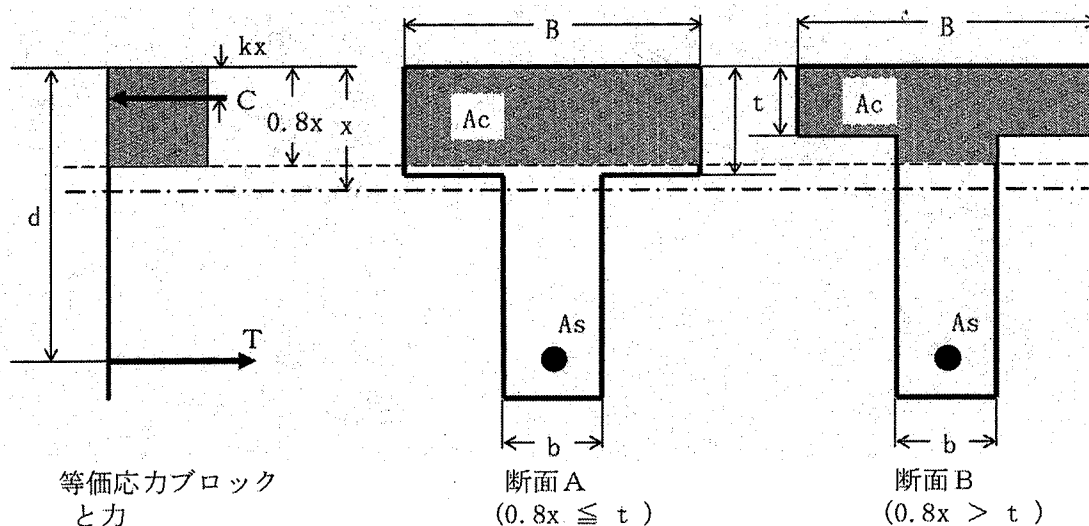
「コンクリート標準示方書 施工編」には、配合修正の基本的な考え方が示されている。コンクリートの品質が変化する場合の補正は以下のとおりである。

- ・目標スランプが概略値より大きい → 概略値の( ⑥ )を( ⑦ )する。
- ・目標空気量が概略値より大きい → 概略値の( ⑥ )と( ⑧ )を( ⑨ )する。
- ・水セメント比が概略値より大きい → 概略値の( ⑧ )を( ⑩ )する。

II 単鉄筋T形断面の鉄筋コンクリートはりの終局曲げ耐力を求める次の設問において、(①)～(⑥)の括弧内に最も適当な数式を記入し、文章を完成させなさい。

図は、フランジ高さの異なるT形はり（断面Aと断面B）と、その断面に作用する応力（等価応力ブロック）と力を示す。

ただし、 $B$ ：フランジ幅、 $b$ ：ウェブ幅、 $d$ ：有効高さ、 $t$ ：フランジ高さ、 $x$ ：圧縮縁から中立軸までの距離、 $kx$ ：圧縮縁から圧縮合力までの距離、 $A_c$ ：コンクリートの圧縮領域、 $A_s$ ：鉄筋量、 $C$ ：コンクリートの圧縮合力、 $T$ ：鉄筋の引張合力である。



【次ページに続く】

コンクリートの強度は通常強度であり、コンクリートの圧縮強度は  $f'_c$ 、鉄筋の降伏強度は  $f_y$ 、コンクリートのヤング係数  $E_c$ 、鉄筋のヤング係数  $E_s$ 、コンクリートの終局ひずみ  $\epsilon'_{cu}$  ならびに図中の記号  $B, b, d, t, A_s$  は既知である。

(1) 中立軸位置がフランジ内の場合

曲げ引張破壊が生じるとの仮定は、鉄筋のひずみ  $\epsilon_s$  を用いて ( ① ) と表す。鉄筋の引張合力  $T$  は  $f_y \cdot A_s$  である。従って、圧縮縁から中立軸までの距離  $x$  は ( ② ) となる。この場合、圧縮縁から圧縮合力までの距離  $kx$  は  $0.4x$  であり、終局曲げ耐力は  $kx$  を用いて ( ③ ) と表される。終局時の鉄筋ひずみ  $\epsilon_s$  は  $x$  を用いて ( ④ ) と表すことができる。したがって、仮定の成立は、終局時の鉄筋ひずみ  $\epsilon_s$  と降伏ひずみとの大小関係から判断される。

(2) 中立軸位置がウェブ内の場合

曲げ引張破壊が生じると仮定する。圧縮縁から中立軸までの距離  $x$  は力のつり合いから ( ⑤ ) となる。また、圧縮縁から圧縮合力までの距離  $kx$  は、 $x$  を含めて ( ⑥ ) と表される。終局曲げ耐力の算出ならびに仮定の確認は、圧縮領域が長方形の場合と同じである。

Ⅲ 次の①～⑧の ( ) 内に最も適当な用語または数値を、下記の選択肢のア)～ト)の中から記号で選び、文章を完成させなさい。

健全なコンクリートの pH は ( ① ) 程度であり、また、コンクリート構造物中の鉄筋の表面は不動態皮膜で守られている。しかし、空気中の ( ② ) や、酸の浸透によりコンクリートの pH が ( ③ ) 程度になると ( ④ ) と判断され、塩化物等有害物質が存在すると、不動態皮膜が不十分となり、鉄筋が腐食しやすくなる。鉄筋の腐食は、( ⑤ ) と ( ⑥ ) による電気化学的反応である。その予防対策としては、( ⑦ ) を十分にとる、( ⑧ ) を小さくする、また、鉄筋やコンクリート表面の保護等の方法が挙げられる。

選択肢	ア) 1	イ) 3	ウ) 5	エ) 7	オ) 10
	カ) 1.3	キ) 1.5	ク) 酸素	ケ) 二酸化炭素	コ) 窒素
	サ) 水	シ) 塩分	ス) 風化	セ) 経年劣化	ソ) 中性化
	タ) 空気量	チ) セメント量	ツ) 水セメント比	テ) 定着長	ト) かぶり