

問題 2 1 生産加工 設問すべてについて解答すること。

I 図 1 は、Fe-C 系平衡状態図の模式図である。また、 Fe_3C の炭素濃度は 6.69mass%である。この図に基づいて、次の (1) ~ (5) の問いについて答えよ。

- (1) 共析鋼を 1000°Cから A_1 点直下までゆっくりと冷却したとき、そのときに形成する組織の α 相と Fe_3C 相の質量比を求めなさい。
- (2) 前問 (1) の A_1 点直下で形成する組織は、 α 相と Fe_3C 相が層状になっている。なぜ、この組織は、 α 相と Fe_3C 相が層状になるのであろうか？その理由について説明しなさい。
- (3) A_1 点よりも高い温度から共析鋼を焼入れた場合、材料内部には硬いマルテンサイト相が形成する。また、このマルテンサイト相が硬い理由の一つに、母相中に炭素が過飽和に固溶していることが挙げられる。共析鋼の焼入れによって炭素が母相中に過飽和固溶となる理由を、隙間半径の観点から説明しなさい。
- (4) 炭素鋼である S45C および S50C を A_3 点よりも高い温度域から焼入れた。このとき、どちらの焼入材の方が硬いであろうか？理由を添えて答えなさい。
- (5) 多くの工具鋼は、炭素濃度が高く、かつ Cr, W および V などが添加されている。炭素濃度が高く、かつ Cr, W および V などが添加されている理由について、工具鋼に求められる性能の観点から説明しなさい。

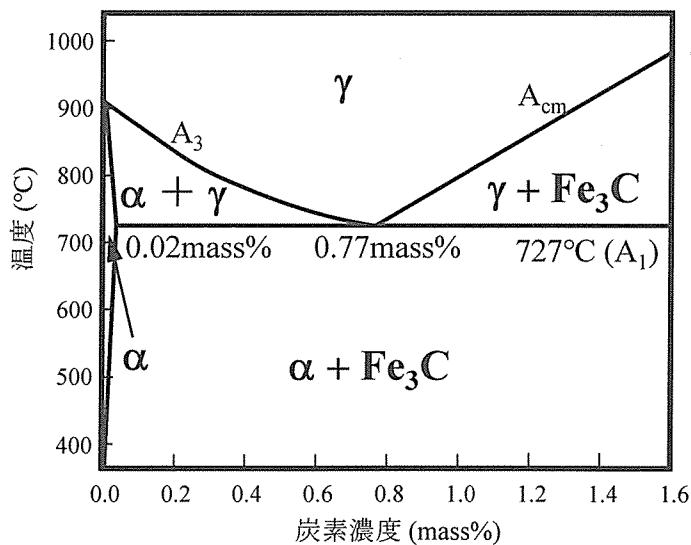


図 1 Fe-C 系平衡状態図の模式図

II

降伏応力が $Y = 1000 (0.01 + \bar{\varepsilon})^{0.5}$ [MPa] の剛塑性体で作られた円管がある。ここで、 Y は降伏応力、 $\bar{\varepsilon}$ は相当ひずみである。この円管の初期の寸法は、厚み $t_0 = 0.2$ mm, 直径 $D_0 = 100$ mm, 長手方向の全長 $L_0 = 800$ mm である。この円管を長手方向の軸周りに捩じったところ、トルクが T_A [N・m] になった瞬間に降伏を開始し、さらにトルクを T_B [N・m] まで増加させて塑性変形を続けた。この変形は均一で一様とする。また、塑性変形にはトレスカの降伏条件を用いて、以下の問に答えよ。

(1) この管材が塑性変形を開始する瞬間の降伏応力の値を示せ。

(2) トルクが T_A になった瞬間の管に生じている各応力成分 $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z, \tau_{r\theta}, \tau_{\theta z}, \tau_{zr}$ の値を示せ。

ここで、添え字 r は厚み方向、 θ は周方向、 z は長手方向を意味する。

(3) この瞬間のモールの応力円を描き、最大主応力、中間主応力、最小主応力の値を示せ。

(4) トルクが T_B の時に相当ひずみは 0.35 になったとする。この時の T_B の値 [N・m] と管の厚み t_B [mm], 直径 D_B [mm], 長手方向の全長 L_B [mm] を示せ。ただし、円周率は 3.14 とする。

問題 2 2 計算機ソフトウェア 設問すべてについて解答すること。

I 次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。ただし、 \mathbb{N} は非負整数の集合 $\{0, 1, 2, \dots\}$ とする。また、真理値の真は T, 偽は F で表されるものとする。

(1) 次の 2 つの命題 (ア), (イ) が恒真 (トートロジー) であるとき, (ア) の $P(x, y)$ と (イ) の $Q(x)$ にあてはまる論理式を求めよ。

(ア) $\exists x(\neg x \wedge y) \leftrightarrow \neg \forall x(P(x, y))$

(イ) $Q(x) \wedge (F \vee x) \rightarrow F$

(2) 集合 $A = \{x \in \mathbb{N} \mid 0 \leq x < k\}$, $B = \{0, 1, 2\}$ に対し, $f(x) = x \bmod 3$ なる関数 $f: A \rightarrow B$ を考える。このとき, (ア) f が全射になるために非負整数 k が満たすべき条件, (イ) f が単射になるために非負整数 k が満たすべき条件を答えよ。

(3) 集合 $S = \{a^n \mid n \in \mathbb{N}\}$ の再帰的定義を考える (a は正の自然数とする)。このとき, (ア) 初期ステップ (基底部) と (イ) 再帰ステップ (再帰部) を答えよ。

(4) 集合 $A = \{2, 4, 5, 8, 10, 16\}$ のとき, A 上の関係 $R = \{(x, y) \mid \exists z(z \in A \wedge y = xz)\}$ を考える。このとき, 次の (ア) ~ (エ) の問いについて答えよ。

(ア) R は反射律を満たさないので半順序関係ではない。反例を 1 つ挙げ, その挙げた例を用いて R が反射律の定義を満たしていないことを示せ。

(イ) ある $a \notin A$ について $A' = A \cup \{a\}$ とすると, A' 上の関係 $R' = \{(x, y) \mid \exists z(z \in A' \wedge y = xz)\}$ は半順序関係になる。このときの a の値を答えよ。

(ウ) (イ) で定めた半順序集合 (A', R') について, その最大元, 最小元, 極大元, 極小元をそれぞれすべて答えよ。もし存在しない場合は「なし」と答えよ。

(エ) ある $b, c \in A$ について $A'' = A - \{b, c\}$ とすると, A'' 上の関係 $R'' = \{(x, y) \mid \exists z(z \in A'' \wedge y = xz)\}$ は全順序関係になる。このときの b および c の値を答えよ。

II 次の(1)～(2)の問いについて答えよ。

(1) $h(n) = 3n \log_2 n$ とする。以下に示す関数の漸近的評価(a)～(f)について、 $h(n)$ が当てはまる(属する)ものをそれぞれすべて選べ。

(a) $O(n^3)$, (b) $\Omega(n^2)$, (c) $\Theta(n \log n)$, (d) $\Omega(\sqrt{n})$, (e) $O(\log n)$, (f) $O(2^n)$

(2) 以下に示すのは線形探査を用いた開番地法(オープンアドレス法)に基づくハッシュ表構成および探索のための疑似コードである。

```

store(x) {
  v ← x mod m;
  while (H[v] ≠ 0) v ← (v + 1) mod m;
  H[v] ← x;
}

search(x) {
  v ← x mod m;
  while (true) {
    if ( 

|   |
|---|
| a |
|---|

 ) return “見つからない”;
    if ( 

|   |
|---|
| b |
|---|

 ) return “見つかった”;
    v ← (v + 1) mod m;
  }
}

```

コード中の配列 $H[0..m-1]$ はハッシュ表に対応するサイズ m ($m > 0$) の配列であり、 H の各要素は θ で初期化されているものとする。 $store(x)$ を実行することで、格納対象であるデータ x がハッシュ表に格納される。また、 $search(x)$ を実行すると、実行時点でのハッシュ表が x を含んでいるか否かを答えとして回答する。なお、格納するデータは正の整数であり、その個数は $m-1$ を超えないものとする。次の(ア)～(ウ)の問いについて答えよ。

(ア) サイズ m の空のハッシュ表に $store(x)$ を実行して新たな値 x を格納するとする。このとき $store(x)$ の実行時間を漸近的記法(オーダ記法)を用いて表せ。

(イ) 以下に示す状態のハッシュ表 ($m=15$) に、 $store(6)$, $store(15)$, $store(13)$ を記載している順番の通りに実行した。実行後のハッシュ表の状態を図示せよ。

H[0]	H[1]	H[2]	H[3]	H[4]	H[5]	H[6]	H[7]	H[8]	H[9]	H[10]	H[11]	H[12]	H[13]	H[14]
30	0	2	3	0	20	0	7	0	0	25	10	12	27	14

(ウ) $search(x)$ の疑似コード中の空欄 a , b それぞれに当てはまる適切な条件式を答えよ。

【次ページに続く】

Ⅲ アルファベット集合 $\Sigma = \{a, b\}$ 上の言語 $L = \{a^s b^t \mid 0 < s, 2s < t\}$ を考える。このとき、次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

- (1) L に属する語 $w \in L$ のうち、 $|w| = 7$ であるものをすべて挙げよ。
- (2) 正規言語の繰り返し定理 (反復補題, ポンピング補題, xyz 定理) を用いて、言語 L が正規言語でないことを示せ。
- (3) 言語 L が文脈自由言語であることを示すため、実際に L を生成する文脈自由文法 G を以下のように構成した。

$$G = \langle \{S_0, S\}, \{a, b\}, P, S_0 \rangle$$

$$P = \{S_0 \rightarrow S, S \rightarrow \boxed{\text{(ア)}}, S \rightarrow \boxed{\text{(イ)}}, S \rightarrow abbb\}$$

空欄 (ア) と (イ) を埋めよ。

- (4) (3) の文法 G を以下のように、同じ言語 L を生成するチョムスキー標準形の文法 G' に変換した。

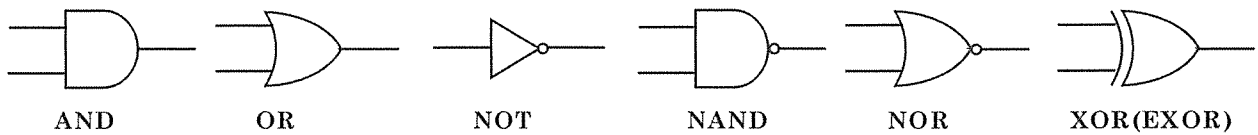
$$G' = \langle \{S, X, Y, A, B\}, \{a, b\}, P', S \rangle$$

$$P' = \{S \rightarrow XY, X \rightarrow \boxed{\text{(ウ)}}, Y \rightarrow \boxed{\text{(エ)}}, S \rightarrow \boxed{\text{(オ)}}, X \rightarrow \boxed{\text{(カ)}}, A \rightarrow a, B \rightarrow b\}$$

空欄 (ウ) ～ (カ) を埋めよ。

問題 2 3 計算機ハードウェア 設問すべてについて解答すること。

I 同期式の 6 進カウンタについて次の (1), (2) の問いに答えよ。なお, 以降ではフリップフロップを FF と略記し, すべての FF はネガティブエッジトリガ型とする。また, 図表を用いた解答では問題に書かれた図表を解答用紙に写し, そこに追記をして解答を作成すること。解答に用いる論理記号は次に示す MIL 記号を使用せよ。



(1) 図 1 に JK-FF を示す。

(ア) この JK-FF を用いて T-FF を作成せよ。T-FF の入力を T とすること。

(イ) この JK-FF を用いて D-FF を作成せよ。D-FF の入力を D とすること。

(2) 同期式 6 進カウンタを 3 つの T-FF を用いて作成したい。最上位ビットから順にそれぞれの T-FF の出力を Q_2, Q_1, Q_0 とし, 入力を T_2, T_1, T_0 とする。以降において, don't care には記号 * を用いる。

(ア) 表 1 に, 作成する 6 進カウンタの状態遷移表の一部を示す。この表において各 FF の現在の出力を $Q_2Q_1Q_0$ とし, 次のクロックの立下りにおける変化後の出力を $Q'_2Q'_1Q'_0$ とする。空欄をすべて埋めて, 状態遷移表を完成させよ。

(イ) 図 2 の形式に従い, T_2, T_1, T_0 それぞれについてカルノー図を完成させよ。また, T_2, T_1, T_0 それぞれについて, カルノー図により最も簡単化した論理式を示せ。なお, 簡単化の様子を丸枠または四角枠で囲み必ず明示すること。

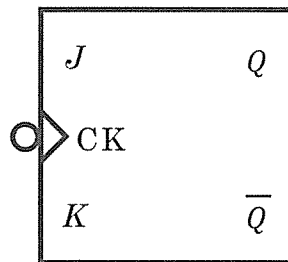


図 1 JK-FF

表1 同期式6進カウンタの状態遷移表

Q_2	Q_1	Q_0	Q'_2	Q'_1	Q'_0	Q_2	T_2	Q_1	T_1	Q_0	T_0
0	0	0	0	0	1	0 → 0	0	→		→	
0	0	1				→		→		→	
0	1	0				→		→		→	
0	1	1				→		→		→	
1	0	0				→		→		→	
1	0	1	0	0	0	→		→		→	
1	1	*	*	*	*	→		→		→	

$Q_2 \backslash Q_1 Q_0$	00			
0				
1				

図2 カルノー図

II 次の(1)～(4)の問いに答えよ。ただし、添字で示した括弧付きの数字は基数を表す。

(1) 次の8進数または16進数を符号無し2進数で表せ。

(ア) $17_{(8)}$

(イ) $127_{(8)}$

(ウ) $E1_{(16)}$

(エ) $FOFO_{(16)}$

(2) 次の8進数を2の補数で表現された8桁の2進数で表せ。

(ア) $-17_{(8)}$

(イ) $-127_{(8)}$

(3) 次の符号無し2進数同士を乗算せよ。なお、演算結果は4桁の16進数で示せ。

(ア) $0000\ 0000\ 1110\ 0111_{(2)} \times 0000\ 0000\ 0000\ 1000_{(2)}$

(イ) $0011\ 0111\ 0101\ 0000_{(2)} \times 0000\ 0000\ 0000\ 0011_{(2)}$

(4) 次の2の補数で表現された2進数同士を除算し、2の補数表現による16桁の2進数で商を示せ。

(ア) $1000\ 0000\ 1110\ 1000_{(2)} \div 0000\ 0000\ 0000\ 1000_{(2)}$

(イ) $1011\ 0111\ 0101\ 0000_{(2)} \div 1111\ 1111\ 1111\ 1110_{(2)}$

【次ページに続く】

III 次ページのコードは 32 ビット RISC 系 CPU である MIPS (MIPS I アーキテクチャ) のアセンブリ言語で書かれたプログラムである。このプログラムは、ラベル Y の位置に配置されている配列 (以降、これを配列 Y と呼ぶ) に格納された整数に対して順に内容を調べ、特定の 1 つの値をレジスタ \$s2 に格納するものである。本プログラムについて次の (1) ~ (5) の問いに答えよ。本プログラムで使用されている MIPS の命令セットの表現形式を表 2 に示す。ここで \$s0 ~ \$s2, \$t0, \$t1 はレジスタ (初期状態の値は不定値) であり、\$zero は常に 0 が格納されているレジスタ、X, main, loop_start, skip2, skip はラベルである。

表 2 本プログラムで使用される MIPS の命令セットの表現形式

アセンブリの命令表現	意味
add \$s0, \$s1, \$s2	ソースレジスタ \$s1 と \$s2 の値を加算し、その結果をデスティネーションレジスタ \$s0 に格納する。
addi \$s0, \$s1, N	ソースレジスタ \$s1 の値と即値 N を加算し、その結果をデスティネーションレジスタ \$s0 へ格納する。
beq \$s0, \$s1, LABEL	ソースレジスタ \$s0 と \$s1 の値が等しければラベル LABEL へジャンプする。
j LABEL	ラベル LABEL へジャンプする。
jr \$ra	本プログラムを終了する。
la \$s1, Y	配列 Y の先頭要素 Y[0] が格納されているアドレスをデスティネーションレジスタ \$s1 へロードする。
lw \$s0, N(\$s1)	ベースレジスタ \$s1 の値にオフセット N を加算して得られるアドレスに格納されているワード (語) をデスティネーションレジスタ \$s0 に格納する。
lw \$s0, X	ラベル X で指定された場所に格納されているワード (語) をデスティネーションレジスタ \$s0 に格納する。
move \$s0, \$s1	ソースレジスタ \$s1 の値をデスティネーションレジスタ \$s0 に格納する。
slt \$s0, \$s1, \$s2	ソースレジスタの値が \$s1 < \$s2 ならばデスティネーションレジスタ \$s0 へ 1 を格納、そうでなければ 0 を格納する。

(1) 行(14)の空欄は、「レジスタ \$s1 に格納されている配列 Y のある要素のアドレスを次の要素のアドレスに変更する」という操作に対応する命令語 1 つが入る。表 2 にある命令を用いてこの空欄に入る命令語を答えよ。

- (2) このプログラムの意味を変えずに、行(8)の命令を表2にある move 以外の命令1つを使って書き換えよ。
- (3) 下記の文章の空欄 (ア), (イ) に適切な語句を埋めよ。

行(12)の命令を、MIPS の 32 ビットの機械語に変換すると「000100 01001 00000 00000000000000001」となる。この 15 ビット～0 ビットは、行(12)の beq 命令の次の命令から1ワード(語)先がジャンプ先であることを示している。このようなジャンプ先の指定方法を と呼ぶ。この指定方法において単位をワード(語)としているのは、ビットやバイトで指定する場合と比べてジャンプ先を ことが可能なためである。

- (4) 本プログラムを実行すると、行(13)の命令は何回実行されるかを答えよ。また、レジスタ \$s2 の値の推移を示せ。
- (5) 本プログラムは、配列 Y からどのような特徴を持つ値をレジスタ \$s2 に格納するプログラムであるか答えよ。

```

      .data          .....(1)
X:    .word  5          .....(2)
Y:    .word  4, 9, 7, 2, 1 .....(3)
      .text          .....(4)
      .globl main     .....(5)
main:  lw    $s0, X      .....(6)
      la    $s1, Y      .....(7)
      move  $s2, $zero   .....(8)
loop_start: beq  $s0, $zero, skip .....(9)
      lw    $t0, 0($s1)  .....(10)
      slt  $t1, $s2, $t0 .....(11)
      beq  $t1, $zero, skip2 .....(12)
      move  $s2, $t0     .....(13)
skip2:  .....(14)
      addi  $s0, $s0, -1 .....(15)
      j    loop_start    .....(16)
skip:  jr    $ra         .....(17)

```

問題 2 4 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。また、 $0 \log_2 0 = 0$ とする。

- I 2つの確率変数 $X \in \{0, 1\}, Y \in \{0, 1, 2\}$ から成る結合確率変数 $Z = (X, Y)$ は以下の出力分布に従うものとする。

$$P_Z = \begin{pmatrix} P_{X,Y}(0,0) & P_{X,Y}(0,1) & P_{X,Y}(0,2) \\ P_{X,Y}(1,0) & P_{X,Y}(1,1) & P_{X,Y}(1,2) \end{pmatrix} = \frac{1}{24} \begin{pmatrix} 3+3a & 6-2a & 3-a \\ 9-3a & 2+2a & 1+a \end{pmatrix}$$

ただし、 a は P_Z が確率の条件を満たす範囲で値をとる変数とし、 $a \geq 0$ とする。次の (1) ~ (7) の問いについて答えよ。

- (1) エントロピー $H(X)$ および $H(Y)$ を求めよ。
- (2) 相互情報量 $I(X; Y)$ を a を用いて示せ。
- (3) X と Y が独立となるときの a を求めよ。
- (4) (3) で得られた a に基づく結合確率変数を \bar{Z} とする。 \bar{Z} に対するシャノン・ファノ符号 $C_{\bar{Z}}$ の平均符号語長 $L(C_{\bar{Z}})$ を求めよ。ただし、シャノン・ファノ符号の符号語長は事象 z' に対して $[-\log_2 P_Z(z')]$ で与えられる。
- (5) Z に対するシャノン・ファノ符号 C_Z の平均符号語長 $L(C_Z)$ は次式を満たすことを示せ。
$$H(\bar{Z}) - I(X; Y) \leq L(C_Z) < H(\bar{Z}) - I(X; Y) + 1$$
ただし、情報源符号化定理より $H(Z) \leq L(C_Z) < H(Z) + 1$ であることを利用して良い。
- (6) (5) の結果を用いて平均符号語長 $L(C_Z)$ が $L(C_Z) < L(C_{\bar{Z}})$ となるための条件を示せ。
- (7) 相互情報量 $I(X; Y)$ が最大となるときの a を求め、そのときの平均符号語長 $L(C_Z)$ を求めよ。

II 定常無記憶通信路 W の送信記号を確率変数 X で表し、そのアルファベットを $\mathcal{X} = \{0,1\}$ とする。このとき $X = 1$ となる確率を r とする。また受信記号を確率変数 Y で表し、そのアルファベットを $\mathcal{Y} = \{0,1\}$ とする。このとき、送信記号 X に対する受信記号 Y の条件付き確率 $p(Y|X)$ が、

$$p(0|0) = 1 - p, \quad p(1|0) = p, \quad p(0|1) = q, \quad p(1|1) = 1 - q$$

のように与えられたとする。このとき次の (1) ~ (6) の問いについて答えよ。なお、解答においては、2 元エントロピー関数 $h(\alpha) = -\alpha \log_2 \alpha - (1 - \alpha) \log_2 (1 - \alpha)$ を利用できる場合は、必ずそれを用いて解答せよ。

- (1) エントロピー $H(Y)$ を、2 元エントロピー関数を用いて求めよ。
- (2) $p = q$ のときの通信路 W の名称を記せ。
- (3) $p = q$ のときの通信路 W の通信路容量 C_1 を、2 元エントロピー関数を用いて求めよ。
- (4) 相互情報量 $I(X; Y)$ を、2 元エントロピー関数を用いて求めよ。
- (5) $p = 1 - q$ のときの通信路 W の通信路容量 C_2 を求めよ。
- (6) $p = 1/2, q = 1$ のときの通信路 W の通信路容量 C_3 を求めよ。

問題25 数理科学1 設問すべてについて解答すること。

I 複素関数

$$f(z) = \frac{e^z + e^{-z}}{e^z - e^{-z}}$$

について、次の(1)~(5)の問いに答えよ。

- (1) $f(z)$ のすべての極を求めよ。
- (2) $\lim_{z \rightarrow 0} zf(z)$ を求めよ。
- (3) $z=0$ は $f(z)$ の何位の極か。
- (4) $f(z)$ の $z=0$ における留数を求めよ。
- (5) 閉曲線 $C: z = e^{it}$ ($0 \leq t \leq 2\pi$) に対し、積分 $\int_C f(z)dz$ の値を求めよ。

II 次の(1)~(4)の問いに答えよ。

- (1) 次の微分方程式の一般解 $g(r)$ を求めよ。

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} g(r) \right) = 1 \quad (r > 0)$$

- (2) (1)の解のうち、次の条件をみたすものを求めよ。

$$g(1) = 1, \quad \lim_{r \rightarrow +0} g(r) \text{ は収束}$$

- (3) $h(r)$ は2回微分可能な関数とする。関数 $u(x, y) = h(\sqrt{x^2 + y^2})$ が

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} h(r) \right)$$

をみたすことを示せ。ただし $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ とする。

- (4) 領域 D およびその境界 ∂D を

$$D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq 1\}, \quad \partial D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 = 1\}$$

と定めるとき、次の境界値問題の解 $u(x, y)$ をひとつ求めよ。

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 1 & ((x, y) \in D) \\ u = 1 & ((x, y) \in \partial D) \end{cases}$$

問題26 数理科学2 設問すべてについて解答すること。

I $\lambda > 0$ を定数とする。確率変数 X が $\{0, 1, 2, \dots\}$ に値をもち、確率分布が

$$P(X = r) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^r}{r!} \quad (r = 0, 1, 2, \dots)$$

によって与えられるとき、以下の問いに答えよ。

(1) 確率分布の条件 $\sum_{k=0}^{\infty} P(X = k) = 1$ を示せ。

(2) X の期待値 $E(X)$ を求めよ。

(3) $I_r = \frac{1}{r!} \int_{\lambda}^{\infty} t^r e^{-t} dt$ を求めよ。

(4) $P(0 \leq X \leq r) = \int_{2\lambda}^{\infty} f_n(x) dx$ が成り立つことを示せ。ただし $n = 2(r+1)$ とし、

$$f_n(x) = \frac{1}{2^{\frac{n}{2}} \left(\frac{n}{2} - 1\right)!} x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}$$

である。

II n 次正方行列 A に対して、ある n 次正方行列 B が存在して次の条件を満たすとき、 A は零因子であるという。ここで、 O は零行列を表す。

(i) $A \neq O, B \neq O$

(ii) $AB = O$ または $BA = O$

(1) 行列 A が零因子であるとき、その行列式 $|A|$ は 0 となることを示せ。

(2) 行列 A が零因子であるとき、 A は固有値 0 をもつことを示せ。

(3) \mathbb{R}^2 から \mathbb{R}^2 への写像 f, g について、 f は x 軸への正射影、 g は原点中心の $\frac{\pi}{2}$ 回転とする。合成写像 $g \circ f$ について、 \mathbb{R}^2 の標準基底に関する表現行列を H とする。そのとき、 H は零因子であることを示せ。

$$(4) \mathbf{a} = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}, \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ -4 \\ 1 \end{pmatrix}, \mathbf{c} = \begin{pmatrix} -1 \\ 9 \\ -4 \end{pmatrix}$$

の間に成り立つ非自明な一次関係式を一つ挙げよ。

(5) $A = (\mathbf{a} \ \mathbf{b} \ \mathbf{c})$ とするとき、 A は零因子であることを示せ。

問題 27 建築材料・構造 設問 I～VIすべてについて解答すること。

I 建築材料に関する次の記述のうち、適当なものに○を、不適当なものに×を付けよ。

- (1) 鉄筋コンクリート部材において、かぶり部分は、火災時に鉄筋を保護する。
- (2) コンクリートの引張強度は、圧縮強度と同程度である。
- (3) コンクリートのスランプを大きくすると、材料分離しにくくなる。
- (4) 木の板材について、柂目（まさめ）は板目に比べて乾燥による面外方向の変形が大きい。
- (5) フロート板ガラスはロールアウト法で製造する。

II 次の設計図書を、優先順位の低いものから、①～⑤の番号で並べよ。

- ①共通仕様書 ②現場説明書 ③特記仕様書 ④設計図 ⑤質疑応答書

III 直径 100 mm、高さ 200mm の円柱試験体がある。試験体の高さ方向の下端を固定して、上端に 100kN の圧縮荷重を加えた。この時の円柱試験体の圧縮応力度 (N/mm²) を求めよ。ただし、有効数字 3 桁とする。

IV 図 1(a)に示す 2 層建物に水平力が加わり、柱に図 1(b)のような曲げモーメントが生じた。梁の自重は無視する。

- (1) 梁 AB のせん断力として正しい値を選びなさい。 $Q_{AB} = \frac{2M}{a}, \frac{4M}{a}, \frac{6M}{a}, \frac{8M}{a}$
- (2) 最上階の水平力 P_2 として正しい値を選びなさい。 $P_2 = \frac{2M}{a}, \frac{4M}{a}, \frac{6M}{a}, \frac{8M}{a}$
- (3) 中間階の水平力 P_1 として正しい値を選びなさい。 $P_1 = \frac{2M}{a}, \frac{4M}{a}, \frac{6M}{a}, \frac{8M}{a}$

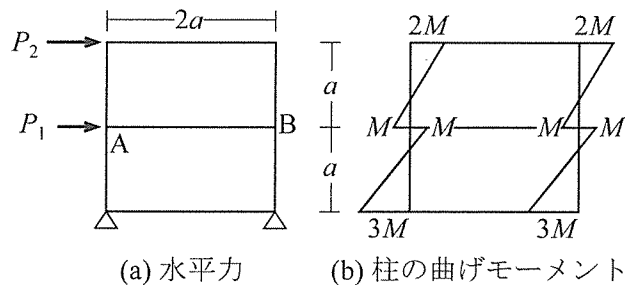


図 1 2 層建物

V 下記の文章で正しい語句を選びなさい。

- (1) 建物の高さが同じであれば、鉄筋コンクリート建物の固有周期は鉄骨建物の固有周期より（長い、短い）ことが多い。
- (2) 引張力を受ける部位には、一般的に（すみ肉溶接、完全溶込み溶接）を用いる。
- (3) 鉄筋コンクリート柱の変形性能を高めるためには、曲げ強度をせん断強度より（大きく、小さく）する必要がある。
- (4) 高層建物に加わる風荷重の算定において、速度圧は上層にいくほど（高い、低い）。

VI 図2(a)に示す断面に図2(b)のような垂直応力度が発生した。このときの断面の軸力 N と中心軸(図2の破線)まわりの曲げモーメント M として正しい値を選びなさい。

$$N = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)D^2}{2}, \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)D^2}{3}, \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)D^2}{6}, \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)D^2}{12}, \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)D^2}{24}$$

$$M = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)D^3}{2}, \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)D^3}{3}, \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)D^3}{6}, \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)D^3}{12}, \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)D^3}{24}$$

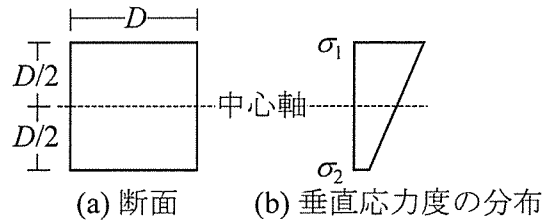


図2 断面と垂直応力度の分布

問題 28 建築環境 設問すべてについて解答すること。

I 建築環境に関する材料について、(1)～(3)の記述の()内に最も適当な用語などを記入せよ。

- (1) 木材を乾燥して (①) 状態にしたとき、木材の繊維は水分をほとんど含まない。
- (2) イオン化傾向に差がある金属が水中で接触するとき、イオン化傾向の大きな金属が電気分解によって化学変化し徐々に腐食する (②) が生じる。
- (3) ガラス繊維を綿状に加工して作る (③) は、断熱材や吸音材として用いられる。

II 集成材を建築に用いる利点を簡単に2つ述べよ。

III 下記の(1)～(4)の計算を行う際に考慮する建築的項目(a)～(d)および設備・環境的項目(ア)～(エ)の最も適当な組合せを作成せよ。なお、解答は(1)－(a)－(ア)のように記述せよ。

計算	建築的項目	設備・環境的項目
(1) 平均放射温度計算	(a) 壁材の厚さ	(ア) 保守率
(2) 自然換気量計算	(b) 形態係数	(イ) 飽和水蒸気量
(3) 平均照度計算	(c) 開口面積	(ウ) 床の表面温度
(4) 外壁の内部結露量の計算	(d) 室指数	(エ) 圧力差

IV 労働安全基準法においては、一人あたりの必要換気量として、 $37.5[\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})]$ という数値を用いている。この数値の基礎となる計算過程を記述せよ。なお、必要であれば長期滞在用の CO_2 許容濃度 700ppm、短期滞在用の CO_2 許容濃度 1000ppm、外気の CO_2 濃度 300ppm、休息時の CO_2 発生量 $15\text{cc}/(\text{h} \cdot \text{人})$ 、労働時の CO_2 発生量 $30\text{cc}/(\text{h} \cdot \text{人})$ を用いてもよい。

V 下記の音響に関する(a)～(d)の記述のうち、誤りがあるものを1つ選択せよ。また、選択した記述内の下線部の内容を正しく記述せよ。

- (a) 床衝撃音レベルに関する遮音等級 L-30 は L-60 に比べて床衝撃音の遮断性能が低い。
- (b) 壁体の音響透過損失は、一般に音の周波数が高いほど大きい。
- (c) 残響時間は吸音力に比例する。
- (d) 音響出力とは、音源から単位時間に発生する音のエネルギーをいう。

VI 建築環境・設備に関する(1)～(5)の測定量、特性値などの単位を記せ。

- (1) 湿気伝導率 (2) SET* (3) 全発散光束 (4) 音圧実効値 (5) 放射熱伝達率

問題 29 建築計画・歴史 I については設問すべてに解答すること。II については (1), (2) のどちらか一つについて解答すること。その際, I には解答用紙の表面に (1) ~ (7) の問番号を記入し, II には解答用紙の裏面に (1) または (2) の記号を記入すること。なお, II の (2) は (A) ~ (B) のすべての問いについて解答すること。

I

(1) 「大社造」について, 図示説明せよ。

(2) ①群の各語句に対応する②群の語句を一つ選び, その記号を記しなさい。

①群

1. 人口予測モデル
2. 歩車分離
3. 建築協定制度
4. J. ジェイコブス
5. パリ改造

②群

- a. 有効期限
- b. コーホート・モデル
- c. ラドバーン
- d. アメリカ大都市の死と生
- e. 都市はツリーにあらざ
- f. 地区施設
- g. ボンネルフ
- h. アーバークロンビー
- i. ローリー・モデル
- j. オースマン

(3) パーソナルスペースについて, 80 文字程度で説明せよ。

(4) 建築計画における食寝分離論について, 80 文字程度で説明せよ。

(5) 階段を設計する際に考慮すべき蹴上げと踏面の関係について, 80 文字程度で説明せよ。

(6) シェアハウスについて, 80 文字程度で説明せよ。

(7) ①群の各建築に対応する②群の設計者を一つ選び, その記号対を記せ。②群に正しい設計者がいない場合, 正しい設計者の名前を記せ。

①群

1. 三菱一号館 (日本)
2. 八代市立博物館 (日本)
3. 水戸芸術館 (日本)
4. シドニー・オペラハウス (オーストラリア)
5. ベルリン・フィルハーモニーのホール (ドイツ)

②群

- a. ヨルン・ウッツオン
- b. 磯崎新
- c. ジョサイア・コンドル
- d. ハンス・シャロウン
- e. 伊東豊雄

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）を描け。

敷地：東西方向14m、南北方向16mの矩形で平坦な敷地。北辺で幅員6mの前面道路に接する。

住宅地にあり、側面と背面の隣地には住宅が建つ。道路と敷地に高低差はない。

家族構成：30代後半の夫婦、中学生の長女、小学生の次女。

規模：2階建て、延床面積130㎡程度で設計すること。

構造：木造、または鉄筋コンクリート壁式構造とする。

条件：建ぺい率40%、容積率80%。駐車スペース2台分と駐輪スペース2台分を敷地内に設ける。

図面：作図はフリーハンドとし、定規は使わない。木造の場合、柱の位置がわかるように描く。

コンクリート壁は塗りつぶさない（薄塗りは可）。基本寸法などの図面記号、部屋名、家具を描くこと。外構等の描き込みをできるだけすること。各階および延べ面積を記すこと。

採点方針：基礎的な作図力および計画力を見る。また表現および創意を付加的な評価項目として採点する。

(2)

(A) 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：唐招提寺金堂

b：教王護国寺五重塔

c：犬山城天守

d：ケルン大聖堂

e：エトワールの凱旋門

f：グラバー邸（長崎）

(B) 次の文章の（ ）内で述べられたヒントに従って、適当な字句を記しなさい。

（①人名）の「現代都市」の主張を支持する各国の建築家によって、1928年に近代建築国際会議（②略称）が結成され、1933年に（③地名）憲章が発表された。そのなかでは、都市計画の主要な対象機能として、住居・勤労・（④名詞）・交通の4つが挙げられ、都市は「（⑤名詞）・緑・空間」を持つべきと言及されていた。

問題30 デザイン理論 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) 次の①～③からデザイナーを一人選び、その業績を250字程度で記述せよ。

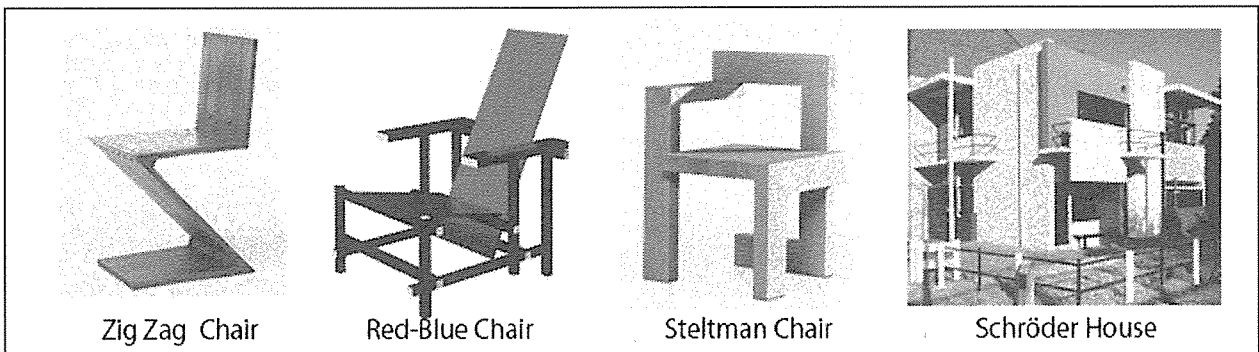
- ① 田中一光 ② アイノ・アールト ③ 三宅一生

(2) 上記で選択したデザイナーの代表的な作品を挙げ、その特徴を150字程度で記述せよ。

II 次の①～②から一つを選び、デザイン分野とその語句との関係を300字程度で説明せよ。

- ① サウンドスケープと現代音楽
② 景観照明と演出照明

III 次の枠内に示した一連の画像群に関して、(1)～(3)の問いに答えよ。



(1) この画像群と関連するモダンデザイン史上の重要人物は誰か。(ミドルネームのみ省略可)

(2) その人物がデザイン史上重要な仕事を多く残した時代は以下のうちどれか。番号で答えよ。

- ① 1920-1930年代頃 ② 1950-1960年代頃 ③ 1970-1980年代頃

(3) 画像群に関連する技術や材料の画期性、歴史的な背景、設計上の工夫、配慮、意図などから3つ以上の重要項目に言及しながら、この人物の業績の概要やデザインに関する考え方を400字～500字程度で解説せよ。なお、言及した重要項目は下線を引いて明示せよ。

IV 次の2テーマのうちどちらか1つを選択し、その歴史的背景やデザイン史上の画期性・重要性について300字-400字程度で解説せよ。その際、関連人物、システム、技術、理念、傾向などから重要事項を3つ以上挙げよ。また言及した重要項目は下線を引いて明示せよ。

- ① アールデコと近代産業社会
② 北欧におけるリ・デザインの理念と実践