問題２１　離散数学　　設問すべてについて解答すること。

I　集合演算に関する次の(1)〜(3)の関係式について，成り立つ場合は証明を，成り立たない場合はその理由を示せ。ただし A，B，C は集合を，$\times$ は直積，$-$ は差集合の各演算を，$P(A)$ は A のべき集合を表す。

(1) $(A - B) \cup C \subseteq (A \cup C) - B$

(2) $P(A \cap B) = P(A) \cap P(B)$

(3) $(A \cup B) \times C = (A \times C) \cup (B \times C)$

II　次の (1)〜(3) の問いについて答えよ。

(1) 集合 $A = \{1,3,5,15\}$ のべき集合 $P(A)$ を求めよ。

(2) 集合 $A = \{1,3,5,15\}$，$B = \{4,5,6,8,20,24\}$ とし，$P(A) - \{\phi\}$ から B への二項関係 R が，$a\mathrm{R}b \Leftrightarrow \sum_{c \in a} c = b$ により定義されるとき，R を順序対の集合として書き下せ。

(3) 正の整数のある集合 B に対して，その上の半順序関係 aSb を a が b の約数であるとする。$B = \{4,5,6,8,20,24\}$ とするとき，最大元，極大元，最小元，極小元を求めよ。ただし，存在しない場合は「なし」と答えよ。

III　連結な無向グラフに関する次の (1)，(2) の問いについて答えよ。

(1) 以下の文章の空欄に最も適切なものを選択肢から選んで答えよ。同じものを複数回選んでも良い。

連結な無向グラフ G 上で，ある 2 つの頂点を結ぶ頂点と辺の列を，その 2 つの頂点を結ぶ経路といい，両端の頂点が等しい経路をここでは閉路ということとする。G 上の全ての $\boxed{\text{(i)}}$ をちょうど一度ずつ通る閉路をもつグラフをオイラーグラフといい，その閉路をオイラー閉路という。G がオイラーグラフであるための必要十分条件は，G の各頂点の次数が $\boxed{\text{(ii)}}$ であることである。オイラーグラフでないグラフのうち，全ての辺を含み，$\boxed{\text{(iii)}}$ の重複のない経路をもつグラフを半オイラーグラフといい，その経路をオイラー路という。G が半オイラーグラフであるための必要十分条件は，G の頂点のうち，次数が $\boxed{\text{(iv)}}$ であるものをちょうど 2 つ含むことである。

[選択肢]　(a) 頂点　(b) 辺　(c) 3　(d) 4　(e) 奇数　(f) 偶数

(2) 無向グラフ $G' = (V, E)$ が

$$V = \{x \mid 0 \leq x \leq 5, x \in Z\}$$
$$E = \{(x,y) \mid y = x + a, a \in \{1,2\}, x \neq y\}$$

と定義されるとき，次の (i)，(ii) の問いについて答えよ。ただし，Z は整数の集合，$(x,y) \in E$ は無向辺を表す。

(i) G' はオイラーグラフか，半オイラーグラフかを示せ。

(ii) 経路の途中で辺が重複しない G' 上の経路のうち，最長経路の長さを示せ。

問題２２　情報科学　設問すべてについて解答すること。

I　n 番目のフィボナッチ数を求めるフィボナッチ関数は，以下のように再帰的に定義できる。

$$f(n)=\begin{cases} 0 & (n=0) \\ 1 & (n=1) \\ f(n-1)+f(n-2) & (n>1) \end{cases}$$

次の（１）～（５）の問いに答えよ。

（１）　$f(11)$の値を求めよ。

（２）　再帰呼出しを用いずフィボナッチ数を求める手続き $F_I(n)$ を以下に示す。擬似コード中の空欄 (i), (ii), (iii) を埋めよ。

```
int FI( int n ){
  int a = 1, b = 0;
  int i, c;
  if( n == 0 ) return b;
  for( i = 1; [   (i)   ] ; i++ ){
    c = [   (ii)   ] ;
    b = [   (iii)   ] ;
    a = c;
  }
  return c;
}
```

（３）　上記 $F_I(n)$ とは別の，フィボナッチ数を表す非再帰的定義式（一般項）$F_B(n)$ を，n の式で表せ。その際，導出過程において，2 階の線形差分方程式を用いよ。なお，ある関数 $g(n)$ に対し $g(n+2)+a\cdot g(n+1)+b\cdot g(n)=0$ で表される方程式を 2 階の線形差分方程式と言い，これを満たす a, b を用いて定義できる特性方程式 $x^2+ax+b=0$ の解を $x=\alpha, \beta$ とするとき，$g(n)$ は $g(n)=c_1\alpha^n+c_2\beta^n$（$c_1$，$c_2$は定数）と表せるという特徴がある。

（４）　フィボナッチ数を求める以下の再帰的手続き F_R に対し，$F_R(n)$ の値を求めるために必要となる，手続き F_R の総呼び出し回数を $N(n)$ で表すとする。$N(n)$ を n の非再帰的定義式で書け。

```
int FR( int n ){
  if( n == 0 ) return 0;
  else if( n == 1 ) return 1;
  else return FR( n - 1 ) + FR( n - 2 );
}
```

（５）　$F_R(n)$, $F_I(n)$, $F_B(n)$ のそれぞれの計算量オーダを以下の中から選べ。ただし定数を n 乗する，べき乗演算のオーダは $\Theta(\log n)$ とする。また，c は定数とする。

(a) $\Theta(1)$　(b) $\Theta(\log n)$　(c) $\Theta(n)$　(d) $\Theta(n\log n)$　(e) $\Theta(n^c)$　(f) $\Theta(c^n)$　(g) $\Theta(n!)$

（続く）

II 以下の（1）～（5）の問いに答えよ。

（1） 以下の言語を表す正規表現（regular expression）をそれぞれ示せ。

A) $\{ w \in \{0, 1\}^* \mid$ w は 0 で始まり 1 で終わる $\}$

B) $\{ w \in \{0, 1\}^* \mid$ w は 00 もしくは 11 を含む $\}$

C) $\{ w \in \{a, b\}^* \mid$ w は a を少なくとも 1 つ含み，a を 3 の倍数個含む $\}$

（2） $L_1 = \{ 0^n 1^n \mid n \geq 1 \}$ を受理する決定性有限オートマトン $M_1 = < Q_1, \{0, 1\}, \delta_1, q_1^0, F_1 >$ が存在すると仮定し，M_1 の状態数を $|Q_1| = m$ とする。このとき，M_1 が $0^m 1^m \in L_1$ を受理する過程において出現する状態に着目することで，この仮定を棄却せよ。すなわち，そのような M_1 が存在しないことを示せ。

（3） Σ_1, Σ_2 を記号の有限集合とする。このとき，任意の語 $w = a_1 a_2 \ldots a_n$ (ただし $w \in \Sigma_1^*$, $a_i \in \Sigma_1$) に対して，

$$\begin{cases} h(\varepsilon) = \varepsilon \\ h(w) = h(a_1) h(a_2) \ldots h(a_n) \qquad (h(a_i) \in \Sigma_2^*) \end{cases}$$

が成り立つとき，$h : \Sigma_1^* \to \Sigma_2^*$ は準同型写像（homomorphism）であると言う（ただし ε は空文字列）。また，言語 L に対する準同型写像は，$h(L) = \{ h(w) \mid w \in L \}$ と定義される。ここで言語 $L_2 = \{ a^n (b^m c)^n \mid m \geq 1, n \geq 1 \}$ に対し，準同型写像 $h_1 : \{a, b, c\}^* \to \{0, 1\}^*$ が $h_1(L_2) = L_1 = \{ 0^n 1^n \mid n \geq 1 \}$ となるように，$h_1(a)$，$h_1(b)$，$h_1(c)$ をそれぞれ定義せよ。

（4） ある正規言語 L を受理する決定性有限オートマトンを $M = < Q, \Sigma, \delta, q^0, F >$ とする。また，$a_i \in \Sigma$ に対し，準同型写像 h を適用したものを $h(a_i) = u_{(i,1)} u_{(i,2)} \ldots u_{(i,n)}$ （$a_i \in \Sigma$, $u_{(i,j)} \in \Sigma'$）と表すとする。このとき，M の各遷移規則 $\delta(p_i, a_i) = q_i$ （$p_i, q_i \in Q$, $a_i \in \Sigma$）に対し，状態 p_i で文字列 $h(a_i)$ を与えられると状態 q_i に遷移する，すなわち $\delta'(\ldots \delta'(\delta'(p_i, u_{(i,1)}), u_{(i,2)}) \ldots, u_{(i,n)}) = q_i$ となるような状態遷移関数 δ' を持つ非決定性有限オートマトン $M' = < Q', \Sigma', \delta', q^0, F >$ を構築できる（$Q \subseteq Q'$）。$h(L)$ がこの M' により受理されることを示せ。

（5） これまでの結果を用いて，$L_2 = \{ a^n (b^m c)^n \mid m \geq 1, n \geq 1 \}$ が正規言語でないことを示せ。

問題２３　情報理論　設問すべてに解答すること。

I　X, Y, Z がそれぞれ0と1の二つの値をとる確率事象で，その結合確率(同時確率) $P_{XYZ}(x,y,z)$ は，(x,y,z) が(0,0,0)，(0,1,1)，(1,1,0)，(1,0,1)のとき1/4 で，それ以外は0 である。

次の問いに答えよ（答えだけではなく，可能な限り解答に至る議論も示すこと）。

(1) エントロピー $H(X)$ を求めよ。

(2) 結合エントロピー $H(XY)$ を求めよ。

(3) 結合エントロピー $H(XYZ)$ を求めよ。

(4) 条件付きエントロピー $H(YZ\,|\,X)$ を求めよ。

II　以下の分布により定まるマルコフ情報源を考える。ここで，$P(c\,|\,ab)$ は，直前の２出力シンボルが a, b の順で出力されている条件のもとで次出力が c である確率を表す。

$$P(0\,|\,00)=\frac{2}{5},\qquad P(1\,|\,00)=\frac{3}{5},$$

$$P(0\,|\,01)=\frac{1}{2},\qquad P(1\,|\,01)=\frac{1}{2},$$

$$P(0\,|\,10)=\frac{3}{4},\qquad P(1\,|\,10)=\frac{1}{4},$$

$$P(0\,|\,11)=\frac{1}{5},\qquad P(1\,|\,11)=\frac{4}{5}$$

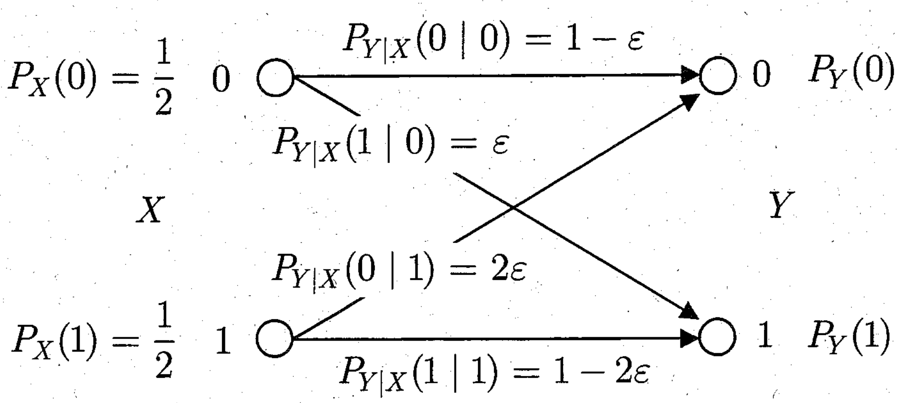
次の問いに答えよ（答えだけではなく，可能な限り解答に至る議論も示すこと）。

(1) 上記マルコフ情報源のシャノン線図(状態遷移図)を書け。

(2) 上記マルコフ情報源における定常確率分布 $P(00), P(01), P(10), P(11)$ を求めよ。

(3) (2)で求めた定常確率分布に基づくマルコフ情報源のエントロピー $H(X)$ を求めよ。ただし $\log_2(\ )$ の演算はそのままの形で残し，また分数形で答えよ。

III 送信記号を$X=\{0,1\}$，受信記号を$Y=\{0,1\}$とし，送信記号の値xから受信記号の値yへの遷移確率が$P_{Y|X}(y\,|\,x)$で与えられる二元非対称通信路を下図に示す。ただしパラメータεは$0<\varepsilon<1/2$を満たす実数である。送信記号Xの発生確率を$P_X(0)=P_X(1)=1/2$として，次の(1)〜(5)の問いに答えよ（計算過程についても簡潔に示すこと）。



(1) $\varepsilon=1/4$として，平均相互情報量$I(X;Y)$を求めよ。ただし$\log_2(\ )$の演算はそのままの形で残し，また分数形で答えよ。

(2) 受信記号$y=0$を受信したとき，送信記号が$x=1$である確率（事後確率）をεの関数として求めよ。

(3) この二元非対称通信路に対するビット誤り率は，送信記号と受信記号が不一致の確率$P_b=P_{XY}(0,1)+P_{XY}(1,0)$で与えられる。ビット誤り率$P_b$を$\varepsilon$の関数として求めよ。

(4) 送信記号Xの8ビットを1ワードとして，この二元非対称通信路を通して送るとき，受信側におけるワード誤り率P_wをεの関数として求めよ。ただしワード誤り率P_wとは，受信記号Yの8ビット（1ワード）中に1個または複数個の誤りビットが含まれる確率を言う。

(5) $\varepsilon\ll 1$としてワード誤り率は$P_w=c\varepsilon$と近似できる。cの値を求めよ。ただしP_wの近似値を得るのに$0<a\ll 1$である実数aに対して成立する近似式$(1-a)^8\approx 1-8a$を用いよ。

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　次の(1)(2)の問いに答えよ。

(1) OSI 参照モデルにおいて，各層の名称を下位層から順にすべて答えよ。また，ハイレベルデータリンク制御手順(HDLC)，TCP/IP プロトコル群の IP は，それぞれどの層に相当するか述べよ。

(2) OSI 参照モデルにおいて，あるデータに対し，第 2 層の PDU の長さが第 4 層の SDU の長さの 4 倍になったという。このときの，第 2 層 SDU の大きさは何バイトであるか理由と共に示せ。ただし，第 2 層，第 3 層，第 4 層の PCI はそれぞれ 20 バイトであるとする。

II　データをある固定長のフレームに分割して，端末間を一方向に送信することを考えよう。送信端末と受信端末間は二つの半二重回線（回線 A と回線 B）によって接続されているが，どちらか一方の回線はバックアップ用であり通常は用いられない。回線 A は 256000 ビット/秒で伝搬遅延は 80 ミリ秒であり，回線 B は 64000 ビット/秒で伝搬遅延は 20 ミリ秒である。送信端末は，フレームを一つ送信すると，それに対する送達確認を受信側から受け取るまでは次のフレームを送信しない。ここで，送達確認のデータサイズは非常に小さく，その作成時間および送信時間は無視できる。また，どちらの回線上でも誤りは発生しなかった状況を考えるものとする。このとき，次の(1)(2)の問いに答えよ。

(1) フレーム長を x バイトとして，回線 A を利用したとき，送信端末がフレームを送信し始めてから（フレームの最初のビットが回線上に現れてから），そのフレームに対する送達確認を受信し終えるまでの時間 D を，x を用いて示せ。

(2) 高い最大スループットが得られる回線を主回線とし，他方をバックアップとしたい。このとき，フレーム長 x の変化に対し，回線 A と回線 B のどちらが高い最大スループットを与えるかを論ぜよ。

III　あるアプリケーションが UDP により 6000 バイトのデータを伝送する。データの送信端末のあるネットワーク（N_S）と受信端末のあるネットワーク（N_D）は MTU(Maximum Transmission Unit)が 1500 バイトである。N_S からのデータは，MTU が 532 バイトのネットワーク（N_M）だけを経由して N_D に届くものとする。IP ヘッダ長を 20 バイト，UDP ヘッダ長を 8 バイトとし，また伝送においては，できる限り IP データグラムの数を少なくするものとするとき，次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) IP データグラム分割が生じず，かつ，一つの UDP データグラムが一つの IP データグラムにカプセル化されるためには，最大 UDP データグラム長を何バイトにすればよいか理由と共に答えよ。

(2) 途中の経路の最小 MTU がわからなかったため，送信端末は MTU を 1500 バイトとしてデータを送信した。また最大 UDP データグラム長が 4096 バイトであったとすると，N_M 上で，このデータはいくつの IP データグラムとして観測されるかを理由と共に示せ。

(3) (1)，(2)それぞれにおいて，送信された IP ヘッダ長と UDP ヘッダ長の総和を示せ。

B [知能科学]　設問すべてに解答すること。

I　次の（1）（2）の命題論理式が「恒真」「恒偽」「妥当」「充足可能」「充足不能」のいずれに該当するかについて理由を含めて答えよ。複数該当する場合はそのすべてを答えること。

（1）$((P \to Q) \land P) \to \neg Q$

（2）$P \land \neg(\neg P \to Q)$

II　次の（1）（2）において，以下に示すようにΨがΓの論理的帰結となるか否かについて理由を含めて答えよ。

$$\Gamma \models \Psi$$

（1）$\Gamma = \{P \to Q,\ P\},\quad \Psi = Q$

（2）$\Gamma = \{P \lor Q \to R,\ \neg Q,\ R\},\quad \Psi = P$

III　公理（A1）～（A3）が以下のように与えられているとき，次の（1）（2）について形式的証明を示せ。ただし，必要に応じて演繹定理を用いることが出来，さらに設問 II で論理的帰結であることが示された場合は，それを推論規則として用いることも出来るものとする。

(A1)　$\alpha \to (\beta \to \alpha)$

(A2)　$(\alpha \to (\beta \to \gamma)) \to ((\alpha \to \beta) \to (\alpha \to \gamma))$

(A3)　$(\neg \beta \to \neg \alpha) \to (\alpha \to \beta)$

（1）$\vdash P \to P$

（2）$\vdash \neg P \to (P \to Q)$

IV　各命題の記号表記が以下のように与えられているとき，その記号表記を用いて次の日本語の文（1）～（4）を，最も適切と思われる述語論理式として表せ。ただし，述語論理式は閉式とすること。

Panda(x)：　x はパンダである　　Eat(x, y)：x は y を食べる

Bamboo(x)：x は笹である　　　Green(x)：x は青い

（1）青い笹がある

（2）すべてのパンダは青い笹を食べる

（3）青くない笹はパンダに食べられない

（4）どんなパンダも食べないような青い笹がある

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 出力周波数帯域が 0Hz～18000Hz のマイクロホンがある。このマイクロホンの出力信号をデジタル信号に変換したい。

(1) AD 変換後の信号のダイナミックレンジ（正の最大信号と正の最小信号の比）を 100dB 以上にするには線形量子化における量子化ビット数が最低何ビット必要か，理由と共に述べよ。ただし，電圧比[dB]は $20\log_{10}$(比較電圧/基準電圧) で求めるものとし，必要であれば近似値 $10\log_{10}2 \cong 3$，$10\log_{10}3 \cong 5$ を用いてよい。

(2) マイクロホンの出力周波数帯域を維持するためにはサンプリング周波数は最低何 Hz 必要か，理由と共に述べよ。

(3) サンプリング周波数を(2)の周波数より十分高く（たとえば 3 倍程度）した場合，DA 変換においてアナログ信号をローパスフィルタにより復元する場合にどのような利点が生じるか説明せよ。必要であれば図を用いてよい。

II FIR フィルタについて以下の問いに答えよ。

(1) 入力信号 $x(n)$ をフィルタ係数が $h(n)$ である FIR フィルタに入力した場合の出力 $y(n)$ は $y(n)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}x(n-k)h(k)$ で求められる。このシステムに対して複素正弦波 $x(n)=e^{jn\omega T}$（T はサンプリング周期）を入力した場合の周波数応答関数 $H(e^{jn\omega T})$ を求めよ。

(2) 周波数応答関数が $A(\omega T)e^{j\phi(\omega T)}$ の形で表すことができた場合，この $\phi(\omega T)$ を周波数応答関数の位相特性という。FIR フィルタの次数が正の整数 N であるとき，出力 $y(n)$ は $y(n)=\sum_{k=0}^{N-1}x(n-k)h(k)$ で求められる。今 N が 3 以上の奇数であり，フィルタ係数 $h(n)$ に次式(a)で表すような対称性がある場合，このフィルタは線形位相特性を持つことを示せ。

$$h\left(\frac{N-1}{2}-i\right)=h\left(\frac{N-1}{2}+i\right),\quad i=1,2,\ldots,\frac{N-1}{2} \tag{a}$$

III

サンプリング周期 T でサンプリングされた以下の式(b)で表される離散信号系列 $x(nT)$ を連続信号に復元したい。ここで n は整数である。復元には何らかの補間関数を $x(nT)$ に畳み込むことで行うこととする。復元された信号を $\tilde{x}(t)$ とするとき，以下の問いに答えよ。

$$x(nT)=\begin{cases}1 & (n\le 0)\\ 0.5 & (n>0)\end{cases} \tag{b}$$

[次ページに続く]

(1) 補間関数として式(c)を用いた場合の $\tilde{x}(0.5T)$ の値を求めよ。

$$f(t)=\begin{cases}1 & (0\le t<T)\\ 0 & (t<0, T\le t)\end{cases} \tag{c}$$

(2) 線形補間（各サンプリング点を直線でつなぐ）をするためには，どのような補間関数を畳み込めばよいか図示せよ。

(3) 畳み込む補間関数として式(d)を用いた場合の $\tilde{x}(0.5T)$ の値を求めよ。最終的な解答には π を用いてよい。

$$g(t)=\begin{cases}1 & (t=0)\\ \dfrac{\sin\left(\pi\dfrac{t}{T}\right)}{\pi\dfrac{t}{T}} & (-2T\le t\le 2T, t\neq 0)\\ 0 & (t<-2T, 2T<t)\end{cases} \tag{d}$$

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　軸力 N と強軸まわりに曲げモーメント M が作用している部材断面（図1参照）について、以下の(1)～(4)の問に答えよ。なお、材料はヤング率を E、降伏応力度をσ_yとする完全弾塑性体である。

(1) 曲げモーメント M=0 のときの降伏軸力 N_y を求めよ。

(2) 軸力 N=0 のときの降伏曲げモーメント M_y を求めよ。

(3) 軸力 N=0 のときの全塑性モーメント M_p を求めよ。

(4) 部材断面の最大縁応力度が降伏応力度σ_y に達するときの M/M_y と N/N_y の相関式を求め，その関係を図示せよ。

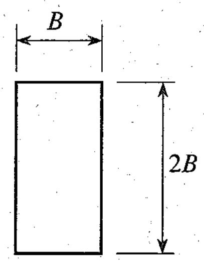


図 1

II 図 2 に示すように、水平荷重 Q が梁端に作用している骨組について、以下の(1)～(3)の問に答えよ。ただし、梁は剛体とし、各柱の曲げ剛性は図 2 に示す大きさとする。なお，各柱は図 3 に示す曲げモーメントと曲率の関係がある。必要であれば図 4 の関係を用いてよい。

(1) 各柱が弾性状態のとき、柱が負担するせん断力の比 Q_A: Q_B を求めよ。

(2) 全塑性モーメントに最初に達するのは A, B どちらの柱か。また、このときの水平荷重 Q_e を求めよ。

(3) 骨組が崩壊機構を形成するときの水平荷重 Q_u を求めよ。また、崩壊機構が形成されたときの梁の水平変位Δ_u を求め，崩壊機構が形成されるまでの荷重 Q と水平変位Δの関係を図示せよ。

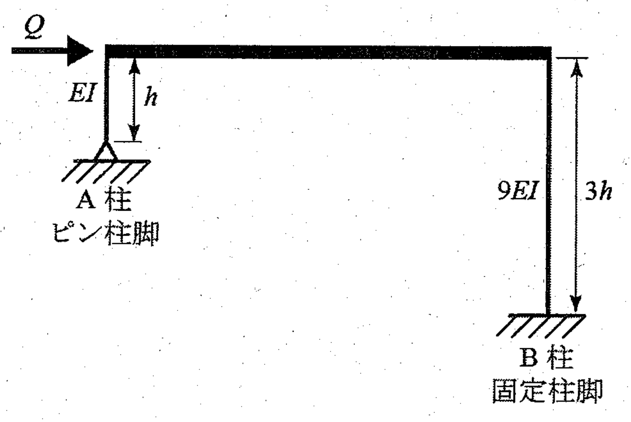


図 2

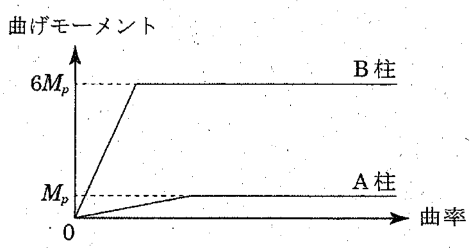


図 3

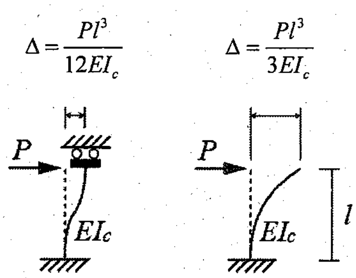


図 4

B［土木構造力学］ 設問すべてについて解答すること。

I 図1のトラスについて答えなさい。ただし，すべての部材の断面剛性はEAとします。点Aは不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で点Bは可動ヒンジ支承で支持されているものとします。

(1) 図1に示した支点反力H_A，R_A，H_Bを求めなさい。図中の矢印の方向を正とします。

(2) 部材CE, EF, CF, DF, CDに生じている軸力N_{CE}，N_{EF}，N_{CF}，N_{DF}，N_{CD}を求めなさい。引張りを正とします。

(3) 点Eにおける荷重方向の変位vを求めなさい。

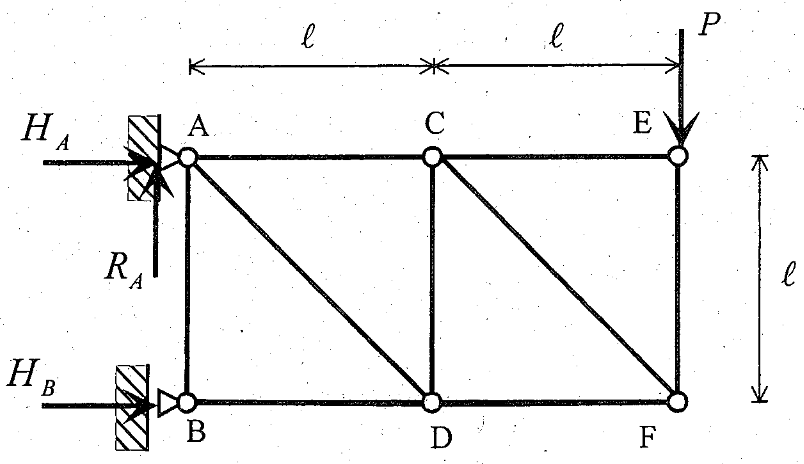


図1

【次ページに続く】

II　図２のトラスについて答えなさい。ただし，すべての部材の断面剛性はEAとします。点U_0は不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で点D_0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U_mU_{m+1}，U_mD_{m+1}，D_mD_{m+1}，U_mD_m（$m=1,2,\ldots,n-1$）の部材力を求めなさい。引張りを正とします。

(2)　点U_nにおける荷重方向の変位は次のように表すことができます。

$$v=\frac{P\ell}{EA}f(n)$$

ここで$f(n)$（$n=1,2,\ldots$）はnの多項式です。$f(n)$を求めなさい。ただし

$$\sum_{k=1}^{n}k=\frac{1}{2}n(n+1),\quad \sum_{k=1}^{n}k^2=\frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$$

の関係を使いなさい。

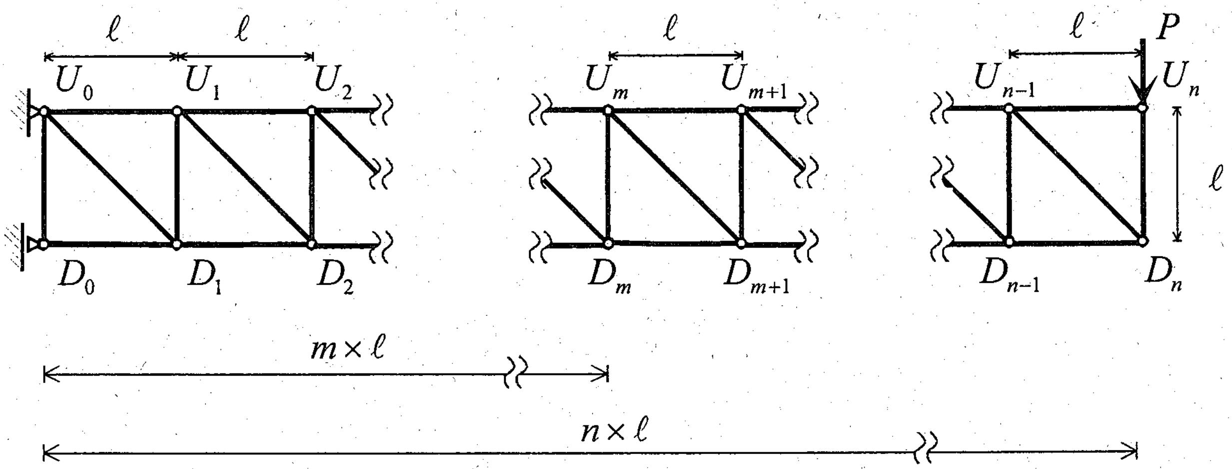


図２

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　建築の照明・色彩計画に関する（１）～（５）の事項について，（ａ）～（ｅ），および，（ア）～（オ）の関連項目の最も適当な組合せを作りなさい。

なお，解答は（１）－（ａ）－（ア）のように記述しなさい。

（１）面積効果	（ａ）明視性の低下	（ア）タスク・アンビエント照明
（２）明・暗順応	（ｂ）光源の光度分布	（イ）半間接照明器具
（３）グレア	（ｃ）視感度の変化	（ウ）色見本
（４）演色性	（ｄ）見かけの鮮やかさの変化	（エ）黒体放射
（５）配光特性	（ｅ）光源の分光分布	（オ）光幕反射

Ⅱ　建築の音響計画に関する（１）～（３）の問いについて答えなさい。

（１）残響時間の定義を簡潔に述べなさい。

（２）間口 X=20m，奥行 Y=30m，天井高 H=6m の矩形の部屋において，平均吸音率 $\bar{\alpha}$=0.2 のとき，この部屋の総吸音力 A を求めなさい。

（３）上記の部屋の残響時間 T をセービンの残響式より求めなさい。但し，比例定数は 0.16 とする。

Ⅲ　給水・給湯設備に関する（１）～（３）の問いについて答えなさい。

（１）建物への主な給水方式を４つ挙げ，その得失を簡潔に示しなさい。

（２）家庭用ガス給湯器の能力表示に用いられる１号の定義を述べなさい。

（３）上記の給湯器の１号加熱能力 H[kW]を計算により求めなさい。

但し，水の比熱 C=4.2[J/(g·K)]，水の密度 ρ=1.0[kg/L]として計算しなさい。

Ⅳ　建築環境・設備に関する（１）～（10）の測定量等の単位を記しなさい。

（１）絶対湿度	（６）熱損失係数（Q 値）
（２）湿気伝達率	（７）相当すき間面積（C 値）
（３）光束発散度	（８）浮遊粉じん量
（４）視感度	（９）皮相電力量
（５）音響透過損失	（10）ヒートアイランド強度

B [環境水理学]　設問すべてについて解答すること。

I　右図のような直径Dの円管に水が流れており，内部に半径r，長さLの小円柱部分に働く力を考える。水の密度ρ，重力加速度gとするとき，次の問いに答えよ。

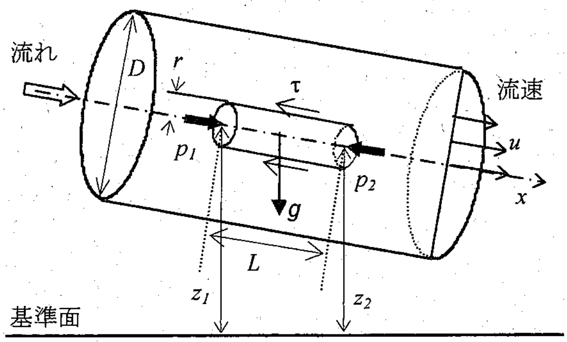
(1) 上流断面の圧力p_1，下流断面の圧力p_2とするとき，小円柱の上下流面に働く圧力による力の差はいくらか。

(2) 上流断面中心の高さz_1，下流断面中心の高さz_2とするとき，小円柱に働く重力のx方向成分はいくらか。

(3) 小円柱の表面にかかるせん断力をτとするとき，力の釣り合いから，せん断応力τを求めよ。ただし，動水勾配Iを定義して用いること。

(4) 層流においては，$\tau=-\mu\cdot du/dr$（uは半径rにおける流速）と表されることから，円管層流の流速分布式を求めよ。ただし，円管の壁面で$u=0$である。

(5) 円管の直径D=1cm，水の動粘性係数ν=0.01cm^2/s，重力加速度g=980cm/s^{2}とするとき，流れが層流となる動水勾配Iの条件はどの程度の値となるか示せ。算出の根拠を簡潔に示すこと。



II　下の左図のような勾配ゼロの開水路に単位幅流量qで水が流れており，スルースゲートを挟んで上流水深がh_1，下流水深がh_2である。水の密度ρ，重力加速度gとするとき，次の問いに答えよ。ただし，小問の(1)から(4)まではエネルギー損失は無視できるものとする。また，<u>以上示した記号以外の記号を用いてはならない。</u>

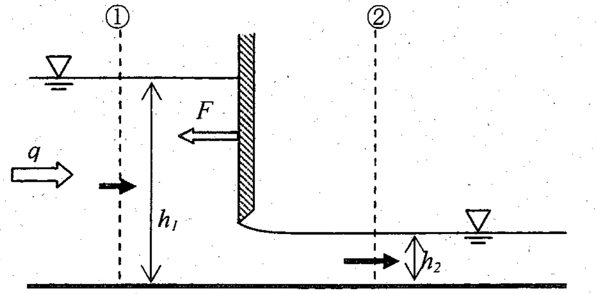
(1) 断面①と②でエネルギー保存則を表す式を示せ。

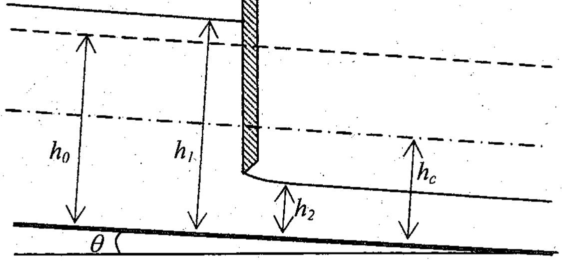
(2) 断面①と②で囲まれたコントロールボリュームに対して運動量式を示せ。ただし，ゲートにかかる力をFとする。

(3) 上の２式より，単位幅流量qを用いないで，ゲートにかかる力Fを求めよ。

(4) 単位幅流量qを一定としてゲートを上げていくと，水深h_1は減少し，h_2は上昇していき，あるところで両者が一致するようになり，ゲートが水面から出てしまう。このときの水深h_cの名称とその値を求めよ。

(5) 摩擦損失が存在する実際の水路で水路勾配をθとしたとき，等流水深h_0が$h_1>h_0>h_c>h_2$となった。このときに現れる水面形パターンを下の右図をベースとして図示せよ。ただし，基本水面形を表す記号を付すこと。また，水路は十分長いものとする。





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）の記号を記入せよ。なお，Ⅱの（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。

1929 年，（①人名）は，近隣住区の概念を発表した。近隣住区とは，一つの（②名詞）を中心としたコミュニティの単位で，人口はおよそ（③数字）人，通過交通を排除するため，周囲を（④名詞）で取り囲むものであった。建築家の（⑤人名）がのちにこの理念を「都市はツリーにあらず」として批判したことでも知られる。

（２）建築・都市計画で用いられる「ワークショップ」とは何か，２～４行で説明しなさい。

（３）建築設計における「基本設計」と「実施設計」の違いがわかるように，２～４行で説明しなさい。

（４）建築における「ビジュアル　シミュレーション」とは何か，２～４行で説明しなさい。

（５）建築計画における「コンバージョン（conversion)」とは何か，２～４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．広島の広島世界平和記念聖堂（日本）

２．ミュンヘンのミュンヘン・オリンピック競技場（ドイツ）

３．金沢の金沢２１世紀美術館（日本）

４．ブラジリアのブラジリア大統領府（ブラジル）

５．ニューヨークのシーグラムビル（アメリカ）

②群

ａ．オスカー・ニーマイヤー

ｂ．村野藤吾

ｃ．フライ・オットー

ｄ．ミース・ファン・デル・ローエ

ｅ．妹島和世＋西沢立衛（SANAA)

Ⅱ

（１）次の条件による，別荘の略設計を行い，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：東西が１６ｍ，南北が１６ｍ，北辺に幅員６ｍの隣接道路をもつ平坦な敷地。周辺は風光明媚な別荘地で，緑豊かな森林が広がる。駐車スペース２台分は敷地外に借りるので計画する必要はなし。

家族構成：５０代後半の夫婦，長女２２才，長男２０才。

延床面積：８０㎡前後（建蔽率４０％，容積率１００％）。

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とし，スケールは使わない。原則として鉛筆仕上げ，部分的な色鉛筆，インキングも認めるが大きな採点対象ではない。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)　<u>ハフのモデル</u>は，商圏分析のためのモデルとして知られている。

(b)　わが国でいう都市計画マスタープランには，議会の議決を<u>要する</u>。

(c)　ＴＣＭは，<u>中心市街地活性化</u>のために行われる。

(d)　一次避難地の面積要件は，<u>5</u> ha である。

(e)　<u>ブロード・エーカー・シティ</u>は，１エーカーの敷地を持つ郊外住宅地を特徴としている。

(f)　<u>D・バーナム</u>は，セントラル・パークを計画したことで知られる。

(g)　<u>後藤新平</u>は，関東大震災の復興に大きな役割を果たした。

(h)　20 世紀前半，グリフィン夫妻は，<u>ニューデリー</u>計画を提案した。

B [社会基盤計画]

以下のⅠ、Ⅱの設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　都市交通整備のための計画手法に関連する（1）～（2）の問いについて答えなさい。

（1）都市交通計画を策定するにあたり、まず行うことは計画区域の交通現況を把握するための交通量調査である。代表的な交通量調査を1つ挙げ、概要を説明しなさい。

（2）交通計画を策定するためには将来の交通需要を予測する必要がある。代表的な交通需要予測手法である四段階推定法に関する以下の文章に関して、（ a ）から（ g ）の空欄に当てはまる語句を示しなさい。

四段階推定法は、地区別の（ a ）交通量の予測、OD 表を作成する（ b ）交通量の予測、OD 交通量を各交通手段に分割する（ c ）交通量の予測、交通機関別の交通量を路線網に割り振る（ d ）交通量の予測、の順に行われる交通需要予測の方法である。（ a ）交通量の予測には、原単位法、（ e ）法が用いられ、（ b ）交通量の予測には、（ f ）法などが用いられる。（ d ）交通量の予測モデルについては、（ g ）法などが適用される。

Ⅱ　土木計画における現象分析手法の一つである回帰分析に関する（1）～（4）の問いに答えなさい。

（1）データ(x_i, y_i, $i=1, \ldots, n$)について、単回帰モデルが以下の式

$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$　　　　（α, β : 回帰パラメータ、ε_i : 誤差項）

として与えられるとき、回帰パラメータ α, β を推定しなさい。なお、導出過程について詳しく説明すること。

（2）5つの建設会社の従業員数 x_i と売上高 y_i が以下の表のように与えられているとき、従業員数 x と売上高 y の関係に関する単回帰モデルを求め、結果について考察しなさい。なお、回帰パラメータは小数点2位まで示せばよい。

標本番号 i	従業員数 x_i [人]	売上高 y_i [億円]
1	1	3
2	2	5
3	3	7
4	5	10
5	9	15

（3）回帰分析の精度を表す指標について説明しなさい。

（4）推定された回帰パラメータ β の統計的有意性を検定により明らかにしたい。以下の手順について、文中の空欄（ **ア** ）から（ **コ** ）に当てはまる語句、数式を**選択肢(a)から(x)から選びなさい**。なお、同じ選択肢を複数回用いてもよい。

<u>手順 1</u>（ **ア** ）仮説 $H_0 : \beta = 0$

（ **イ** ）仮説 $H_1 : \beta \neq 0$

<u>手順 2</u>（ **ウ** ）水準をγとしたとき、下の式を成り立たせる自由度（ **エ** ）の（ **オ** ）値を（ **オ** ）分布表から求めることができる。

$P\{|(\ \text{カ}\ )| > (\ \text{キ}\ )\} = \gamma$

ここで、上式における｛　　｝内の不等式が（ **ク** ）域を示す。

なお、$\hat{\beta}$ は推定された回帰パラメータ、e_i は回帰残差である。

<u>手順 3</u> 上式内の絶対値を標本から計算し、（ **ク** ）域に入っていれば（ **ア** ）仮説 H_0 を（ **ケ** ）し、入っていなければ H_0 を（ **コ** ）する。

<u>**選択肢**</u>

(a) 採択　(b) 棄却　(c) χ^2（カイ２乗）　(d) F　(e) U　(f) T

(g) 対立　(h) 帰無　(i) 有意　(j) n　(k) n－1　(l) n－2

(m) 第１種　(n) 第２種　(o) $T_n(\gamma)$　(p) $T_{n-1}(\gamma)$　(q) $T_{n-2}(\gamma)$

(r) $\chi_n{}^2(\gamma)$　(s) $\chi_{n-1}{}^2(\gamma)$　(t) $\chi_{n-2}{}^2(\gamma)$

(u) $$\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\frac{\sum e_i{}^2}{(n-2)}}\sqrt{\frac{\sum x_i{}^2}{n\sum(x_i-\bar{x})^2}}}$$

(v) $$\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\frac{\sum e_i{}^2}{(n-1)}}\sqrt{\frac{\sum x_i{}^2}{n\sum(x_i-\bar{x})^2}}}$$

(w) $$\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\frac{\sum e_i{}^2}{(n-2)}}\sqrt{\frac{1}{\sum(x_i-\bar{x})^2}}}$$

(x) $$\frac{\hat{\beta}}{\sqrt{\frac{\sum e_i{}^2}{(n-1)}}\sqrt{\frac{1}{\sum(x_i-\bar{x})^2}}}$$

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　粘土のせん断特性について以下の問いに答えよ。

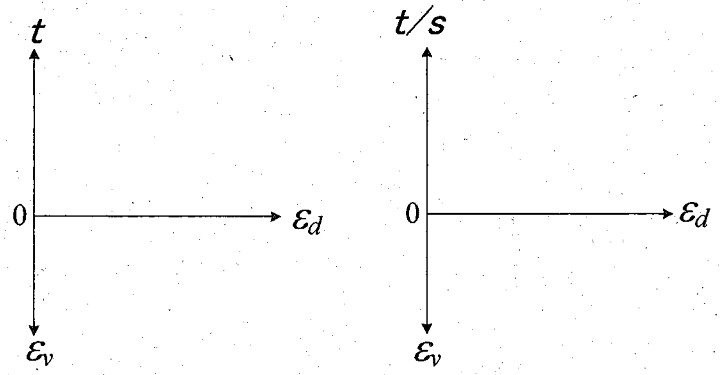
（１）正規圧密粘土および過圧密粘土（過圧密比は大きい）の排水試験を２種類の平均応力（s=σ_0 および s=2σ_0）一定のもとで行った（計４つ）。応力・ひずみ・ダイレイタンシー曲線の概略を図－１の座標軸のもとで描け（特徴が分かるように）。同じ図に正規圧密粘土は実線で、過圧密粘土は破線で描き、平均応力の違いによる差も分かるように描くこと。ここに、s は平均応力、t は偏差応力、ε_vは体積ひずみ、ε_dは偏差ひずみを表す。

（２）同じ試料（４つ）の非排水試験を初期の平均応力（s=σ_0 および s=2σ_0）のもとで行った。応力・ひずみ関係および有効応力経路の概略を図－２の座標軸もとで描け。

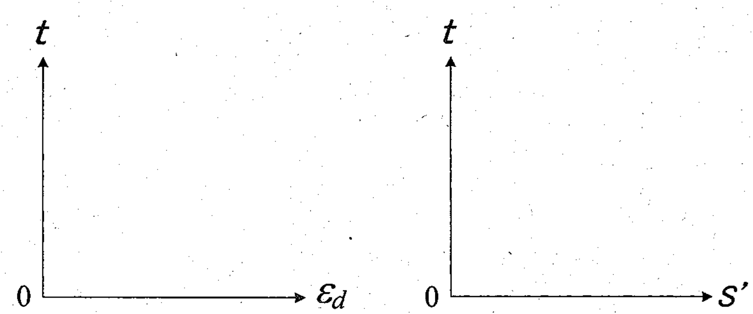
（３）（１）、（２）の図を参考に、正規圧密粘土および過圧密粘土の排水強度と非排水強度の大小関係について論ぜよ。

（４）正規圧密粘土地盤に盛土や切土をした時の安定問題（短期安定および長期安定）について説明せよ。

（５）鉄のせん断特性との違いを（１）の図を参考に３つ挙げよ。



図－１



図－２

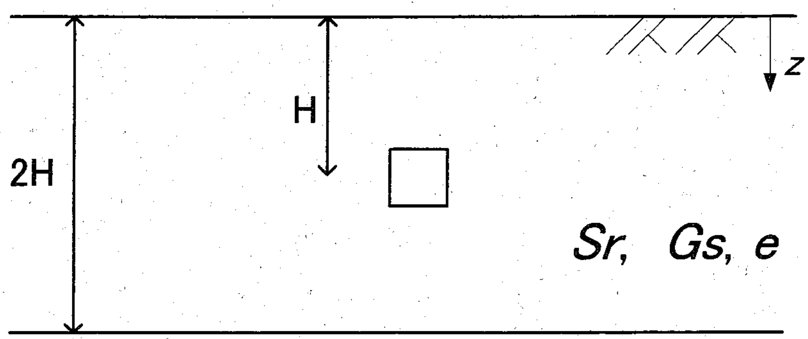
Ⅱ　図－３に示す層厚 2H の正規圧密地盤がある。地盤中央(z=H)の土要素に着目して以下の問いに答えよ。

（１）　地盤が乾燥状態(飽和度 S_r=0)、湿潤状態(0<S_r<1)、飽和状態(S_r=1)のそれぞれの単位体積重量γ_d, γ_t, γ_{sat} および有効単位体積重量γ' を求めよ。土粒子の比重を Gs, 間隙比を e, 水の単位堆積重量をγ_wとする。また、これらの大小関係を説明せよ。

（２）　飽和正規圧密地盤(S_r=1)に一様な上載荷重 q が載荷されたとする。最終沈下量を求めよ。ここに、圧縮指数 Cc, 膨潤指数 Cs とする。

（３）　飽和正規圧密地盤が湿潤状態(0<S_r<1)になり、再び飽和状態に戻ったとする。この時、地盤の沈下量（あるいは隆起量）はどのような変化をするか。なお、過剰間隙水圧は消散した状態で考えること。

（４）　濃尾平野などの沖積平野における地盤沈下についてその原因を含め論ぜよ。



図－３

問題２９　建築歴史・意匠　設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　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 ：法隆寺食堂および細殿
b ：大報恩寺本堂
c ：彦根城天守
d ：コロセウム(ローマ)
e ：エッフェル塔
f ：東京歌舞伎座

（２）次の建築用語について，図示説明せよ。

１．二重虹梁蟇股
２．リブヴォールト

（３）次の建築用語にフリガナをつけよ。

１．擬宝珠
２．裳階
３．斗栱
４．海鼠壁
５．手挟

問題３０　A［建築材料］，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［建築材料］　設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　次の①～⑥の（　　）内に最も適当な用語または数値を，下記の選択肢のア）からシ）の中から記号で選びなさい。

(1)　すさは，塗り壁の補強や（　①　）防止の目的で，塗り材料中に混合して用いられる（　②　）材料である。

(2)　木質材料の小口面の中心には髄があり，それを取り巻く部分は（　③　）と呼ばれる。さらにこの外縁に（　④　）がある。

(3)　コンクリートの混和材であるシリカフュームは（　⑤　）効果があり，一般に（　⑥　）コンクリートに用いられる。

選択肢　ア）ひび割れ　イ）火災　ウ）繊維　エ）液体
オ）心材　カ）辺材　キ）生材　ク）ひき材
ケ）マイクロフィラー　コ）ベアリング　サ）超高強度　シ）ポーラス

Ⅱ　次の(1)～(3)の単語を英語に訳せ。

(1)　骨材　(2)　スランプ試験　(3)　降伏点

Ⅲ　外壁におけるタイル仕上げのメリットを３つ述べよ。

Ⅳ　「本瓦葺き」を，図を用いて説明せよ。

Ⅴ　コンクリートの圧縮試験より，表１の荷重と変位の関係を得た。直径100mm，高さ200mmの円柱供試体を使用し，変位を測定した部分（標点距離）の元の長さは150mmであった。次の(1)～(3)の値を有効数字２桁で答えよ。

(1)　圧縮強度（N/mm^2）　(2)　圧縮強度算定時のひずみ　(3)　ヤング係数（N/mm^2）

表１　荷重と変位の関係

荷重（kN）	変位（mm）
0	0
75	0.05
125	0.10
175	0.15
200	0.20
220	0.25
225	0.30
220	0.35
200	0.40

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　コンクリート用骨材に関する以下の設問に答えなさい。

（１）骨材に関する以下の記述において、（１）～（１０）の括弧内に最も適切な用語または数値を記入しなさい。

コンクリートに用いる骨材は、清浄、（　１　）であり、耐久性上（　２　）、（　３　）に安定しており、適当な（　４　）と粒形を有し、有機不純物、塩化物等を（　５　）含まないことが求められる。（　１　）を判断する物理的性質には、（　６　）、（　７　）等が挙げられ、（　６　）は大きく、（　７　）は小さいことが要求される。（　４　）および粒形の適否を判断する物理的性質には、（　８　）、（　９　）、（　１０　）等が挙げられる。

（２）（　６　）および（　７　）が、（　１　）の判断に用いられる理由を簡単に説明せよ。（１００字以内）

（３）（　８　）、（　９　）、および（　１０　）が、（　４　）および粒形の適否の判断に用いられる理由を簡単に説明せよ。（１００字以内）

Ⅱ　下記に示す配合表内の（１）～（４）を、以下に示す条件①、②を基に求めなさい。

計算機の使用は認めません。

①水（W）、セメント（C）、砂（S）、砂利（G）の密度は、それぞれ、1.00、3.15、2.60、2.70g/cm^{3}である。

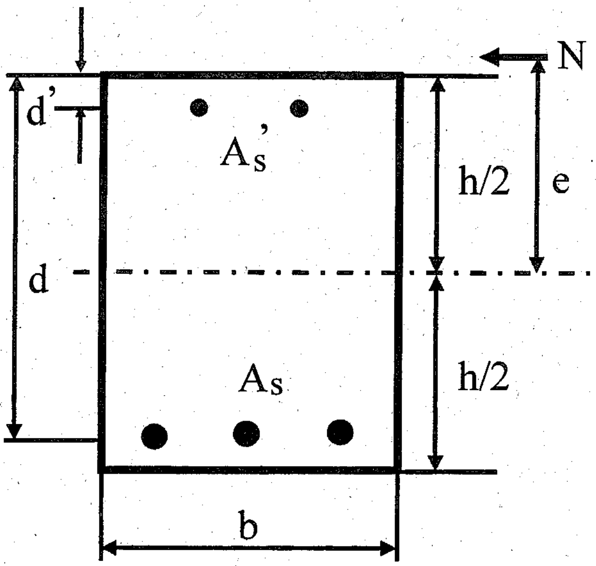
②コンクリートの単位容積質量は、２２８１kg/m^{3}である。

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量（kg/m^3）				AE減水剤 (注1)
					W	C	S	G	
２０	１２	５０	（１）	（２）	175	（３）	676	（４）	C×0.2

（注１）化学混和剤は、セメント質量の0.2%。

【次ページに続く】

Ⅲ　下図に示す複鉄筋長方形断面（偏心軸圧縮力Nを受ける）の鉄筋コンクリートはりに関する次の設問において、（1）～（15）の括弧内に最も適切な用語、記号、数式、数値等を記入しなさい。



ただし、コンクリートの強度は通常強度であり、設計用材料強度はf'_{cd}（コンクリート）、f_{yd}（鉄筋）、材料のヤング係数は E_c（コンクリート）、E_s（鉄筋）、材料のひずみは ε_c（コンクリート）、ε_s（鉄筋）、で表す。また、圧縮側には「'」をつけて引張側と区別する。

（1）つり合い破壊時の断面中央での曲げモーメントM_bと軸力N_bを求める。（限界状態設計法）
・図中の記号は、既知である。

・つり合い破壊が生じるので、破壊時のコンクリートのひずみε_c＝（　1　）、鉄筋の応力σ_s＝（　2　）となる。
・コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離をxで表すと、x＝（　3　）となる。
・圧縮鉄筋のひずみはxを用いるとε'_s＝（　4　）と表される。これより、圧縮鉄筋が降伏しているかどうかが判断され、降伏前だとxを用いてσ'_s＝（　5　）、降伏後だとσ'_s＝（　6　）が得られる。
・xとσ'_sを用いて、力のつり合いよりN_b＝（　7　）が、h/2でのモーメントのつり合いより、M_b＝（　8　）が得られる。M_bとN_bから、つり合い破壊時の偏心量も得ることができる。

（2）図に示す鉄筋量（As、A's：ただし、A's＝As/2である。）を求める。（限界状態設計法）
・なお、AsおよびA'sを除き、図中の記号は既知である。
・引張破壊が生じ、圧縮鉄筋降伏と仮定すると、コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離xを用いて以下の式が得られる。
　力のつり合いから、N＝（　9　）・・・①式
　引張鉄筋まわりのモーメントのつり合いから、（　10　）・・・②式
・①式をAsについて整理すると、As＝（　11　）・・・③式
　これを②式に代入し、xについて整理すると下記の式が得られる。
（　12　）x^2　＋　（　13　）x　＋　（　14　）＝0・・・④式
・④式から得られたxを、平面保持から得られた鉄筋のひずみ式に代入することで、ε_s、ε'_sが得られ、ε_y＝ε'_y＝（　15　）との大小関係で仮定の可否を確認する。
・仮定成立を確認後、xを③式に代入してAsが求められる。