

# 令和3年度専攻科入学者学力選抜検査

## 問 領題

### 複合工学専攻

#### ( 数 学 )

##### [注意事項]

- (1) 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- (2) 解答における途中計算なども採点の対象となるので、解答用紙の該当する欄に記入すること。
- (3) 解答用紙の注意事項もよく読み、解答すること。

## 数学 (1 / 2)

[1] 関数  $f(x) = \frac{x}{e^{x^2}}$  について、次の問い合わせに答えよ。

1. 極限  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$  および  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$  がそれぞれ収束するか発散するかを答えよ。また、  
収束する場合にはその極限値を求めよ。

2.  $y = f(x)$  の増減、極値を調べ、グラフの概形を描け。

3. 第1象限において、曲線  $y = f(x)$  と  $x$  軸、直線  $x = 1$  で囲まれる図形の面積を求めよ。

[2] 関数  $f(x, y) = x^2 - x + y^2$  について、次の問い合わせに答えよ。

1. 曲面  $z = f(x, y)$  上の点  $(1, 1, 1)$  における接平面の方程式を求めよ。

2.  $D = \{(x, y) \mid -\frac{1}{4} \leq x^2 - x + y^2 \leq 0\}$  のとき、 $\iint_D f(x, y) dx dy$  を計算せよ。

## 数学 (2 / 2)

[3] ベクトル、行列に関する次の問い合わせに答えよ。

1. 平面  $H: 2x - y + z + 1 = 0$  と平行で点(1,1,0)を通る平面の方程式を求めよ。

2. 行列  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$  の固有値と固有ベクトルをすべて求めよ。

3. 行列  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$  を直交行列  $T$  により対角化せよ。また、そのときの対角化行列  $T$  を求めよ。

[4] 微分方程式に関する次の問い合わせに答えよ。

1.  $y'' + 4y' + 4y = 0$  の一般解を求めよ。

2.  $y'' + 4y' + 4y = 5 \cos x$  の一般解を求めよ。

# 令和3年度専攻科入学者学力選抜検査

## 問 題

### 複合工学専攻

(機械工学コース 専門科目)

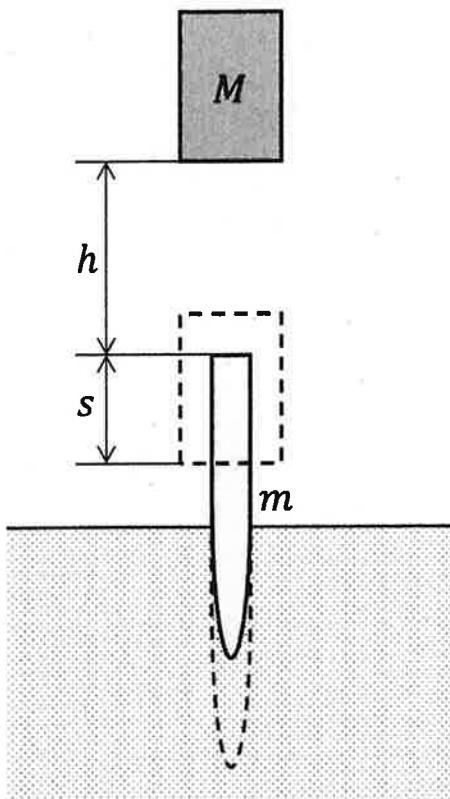
#### [注意事項]

- (1) 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- (2) コース名、問題の分野名は各ページの最上部に記してある。
- (3) 1分野1ページとは限らないので、注意すること。
- (4) 解答における途中計算なども採点の対象となるので、解答用紙の該当する欄に記入すること。
- (5) 解答用紙の注意事項もよく読み、解答すること。

[1] 質量 $m$ の小球を高さ $h$ から鉛直上向きに速度 $v_0$ で投げ上げた。以下の問いに答えよ。なお、空気抵抗は無視できるものとする。

1. 最高点の高さ $H$ を求めよ。
2. 地面に衝突する直前の速度 $v$ を求めよ。

[2] 下図のように質量 $M$ のおもりを高さ $h$ から自由落下させて地面に立てられた質量 $m$ のくいを $s$ だけ打ち込んだ。おもりがくいと衝突した後、おもりとくいは一緒に動くものとする。以下の問いに答えよ。なお、空気抵抗は無視できるものとする。



1. おもりがくいに衝突する直前の速度 $v_M$ を求めよ。
2. おもりとくいが衝突した直後のおもりとくいの速度 $v'_{Mm}$ を求めよ。
3. くいが打ち込まれたときの地面の抵抗力 $R$ を求めよ。

[1] あるガスを $\Delta T$ だけ温度上昇させるために必要な熱量は、等圧変化の場合は $Q_1$ 、等積変化では $Q_2$ であった。ガス定数を $R$ と考え、次の問いに答えよ。

1. このガスの質量 $m$ を求めよ。

2. 等圧変化のときのガス1kgあたりの絶対仕事[kJ/kg]を求めよ。ただし、温度上昇 $\Delta T$ は20°C、ガス定数 $R$ は208J/(kg·K)とする。また、解答は小数点以下2桁目を四捨五入して示せ。

[2] ある可逆熱機関の仕事は $W$ 、高温源の温度は $T_1$ 、低温源の温度は $T_2$ である。次の問いに答えよ。

1. 高温源からの受熱量 $Q_1$ を求めよ。

2. この熱機関の熱効率を 60%、高温源の温度は 620°C として、低温源の温度 [°C] を求めよ。  
ただし、解答は小数点以下 2 衔目を四捨五入して示せ。

[1] ノズルから大気中に水を噴出させ、十分大きな面積をもつ平面板に垂直に衝突させる。流量が  $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 、噴流の直径が  $20\text{mm}$ であるとき、次の値を求めよ。ただし、簡単のために、噴流について次の3つの仮定をする。なお、水の密度  $\rho=1,000 \text{ kg/m}^3$ 、円周率  $\pi=3.14$ とし、解答は小数点以下2桁目を四捨五入して示せ。

- ①一次元定常噴流とし、噴流内の静圧は全ての点で大気圧に等しい。
- ②噴流の粘性は無視できるとともに噴流と物体表面との間に剪断力や摩擦損失が生じない。
- ③重力は無視できる。

1. 平面板が静止しているとき、噴流が平面板に及ぼす力 [N]
2. 平面板が  $10 \text{ m/s}$ で噴流と同じ方向に動くとき、噴流が平面板に及ぼす力 [N]
3. 平面板が噴流と同じ方向に一定速度で動いているとき、平面板に与えられる動力が最大となる平面板の速度 [ $\text{m/s}$ ]

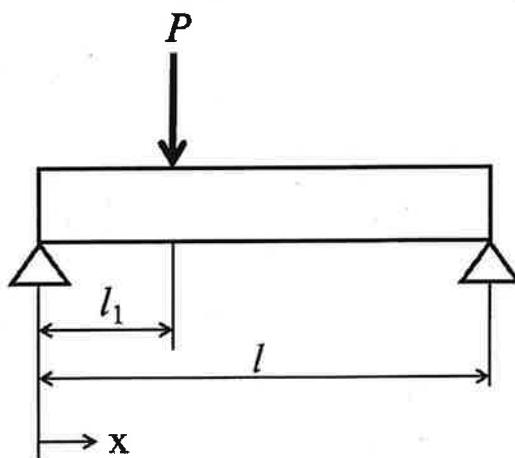
[1] 直径 $d$  mm、長さ600 mm の丸棒に25 kN の引張荷重を負荷したとき、棒に生じる引張応力を125 MPa 以下に、かつ、棒の伸びを 0.50 mm 以下にしたい。直径 $d$  をいくらにすればよいか。mmを単位として小数点以下第1位まで求めよ。ただし棒材料のヤング率は206 GPa である。なお、 $\pi = 3.14$  とせよ。

[2] 下図に示すような長さ $l$  の両端支持ばかりがあり、左端から $l_1$  の場所に $P$  の集中荷重を受けている。

1. 左端から受ける反力 $R_A$  および右端から受ける反力 $R_B$  はそれぞれいかか。

2. 集中荷重を受ける位置 ( $x = l_1$ ) における曲げモーメント $M_{l_1}$  はいくらになるか。

3. 負荷位置 $l_1$  が移動するものとする。 $M_{l_1}$  が最大になる $l_1$  はどこか。



[1] 次の問いに答えよ。

1. 次の文章は、工業製品に用いられる材料を説明したものである。この文章において、(1)から(5)の空欄に当てはまる最適な語句を答えよ。

材料の記号であるS45Cとは(1)のことであり、45の数値は炭素量を表している。また、Feに(2)を約12%以上添加させた耐食性の良い材料をステンレス鋼という。

銅合金である(3)は、銅にすず(Sn)を含有させた材料である。また、銅に亜鉛(Zn)を含有させたものを(4)と言い、加工性が良いため部品の一部として多用される。

(5)は、高温で教えた形状をいつまでも記憶していて、低温域で大きな変形を与えて、一定温度以上に再加熱すると、元の形状に戻る特性を持つ合金である。

2. 次の文章は、切削加工と研削加工について説明したものである。この文章において(1)から(5)の空欄に当てはまる最適な語句を答えよ。

切削加工で発生する代表的な切り屑には、仕上げ面が良好で最も望ましい(1)があり、せん断滑りを起こしやすい材料を切削するときに発生するせん断型切り屑、超延性材料の切削に発生しやすい最も悪い切り屑である(2)、そして、ねずみ鑄鉄のようにもろい材料に発生しやすい亀裂型切り屑の4種類が挙げられる。また、低い速度で切削加工すると、バイトの先端には固い物質である(3)が発生しやすくなり、被加工物の仕上げ面精度を低下させる一因となる。

研削加工において砥石車の構成に必要な3要素とは、切削加工の切刃に相当する(4)、砥石としての形を保つための結合剤、そして、切り屑の逃げの役目を果たす(5)である。

3. 普通旋盤を用い直徑が  $D$  [mm]、長さが  $L$  [mm] の材料を外径切削したい。このときの条件として、旋盤主軸の回転数を  $n$  [rpm]、切削速度を  $V$  [m/min]、バイトの送り速度を  $f$  [mm/rev] とする。これらの条件を考慮し、次の問い合わせに答えよ。  
( $\pi = 3.14$  とせよ。)

(1) 材料の直徑が  $D=60\text{mm}$  の場合、切削速度  $V$  を  $80\text{m/min}$  にするためには、旋盤主軸の回転数  $n$  [rpm] をいくらくらいに設定すべきか答えよ。

(答えは、小数点以下第一位を四捨五入せよ。)

(2) 旋盤主軸の回転数を  $n=400\text{rpm}$ 、送り速度を  $f=0.24\text{mm/rev}$  に設定し、材料の長さが  $L=300\text{mm}$  の場合、1本の材料を1パスで切削すると何分 (min) になるか答えよ。

(答えは、小数点以下第二位を四捨五入せよ。)

# 令和3年度専攻科入学者学力選抜検査

## 問 題

### 複合工学専攻

(電気電子創造工学コース 専門科目)

#### [注意事項]

- (1) 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- (2) コース名、問題の分野名は各ページの最上部に記してある。
- (3) 1分野1ページとは限らないので、注意すること。
- (4) 解答における途中計算なども採点の対象となるので、解答用紙の該当する欄に記入すること。
- (5) 解答用紙の注意事項もよく読み、解答すること。

[1] 図1に示すような断面で各部の半径が $a$  m、 $b$  m、 $c$  mの同心球導体が真空中に存在する。導体1に初期電荷 $QC$ を与え、導体2には初期電荷を与えない。その状態で導体2を接地したとき、次の問い合わせに答えよ。なお、中心からの任意半径は $r$  mとし、真空の誘電率は $\epsilon_0$ 、円周率は $\pi$ として示すこと。

1. 導体1の電界の大きさ $E_1$  V/mを求めよ。

2. 中空部（導体1と2の間 ( $a < r < b$ )、真空。）の電界の大きさ $E_{12}$  V/mを求めよ。

3. 導体2の外部 ( $c < r$ ) の電界の大きさ $E_2$  V/m を求めよ。

4. 導体1と2の電位差 $V_{12}$  V を求めよ。

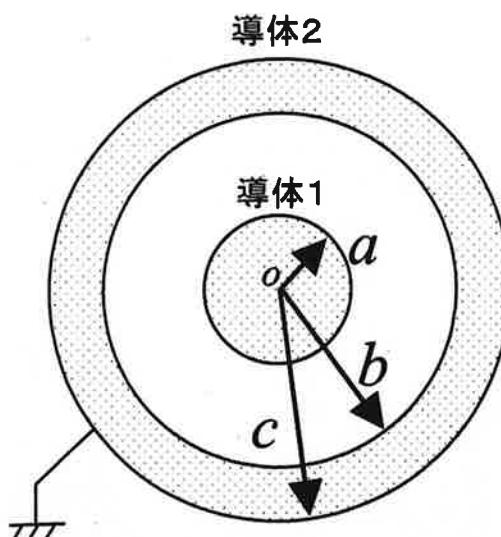


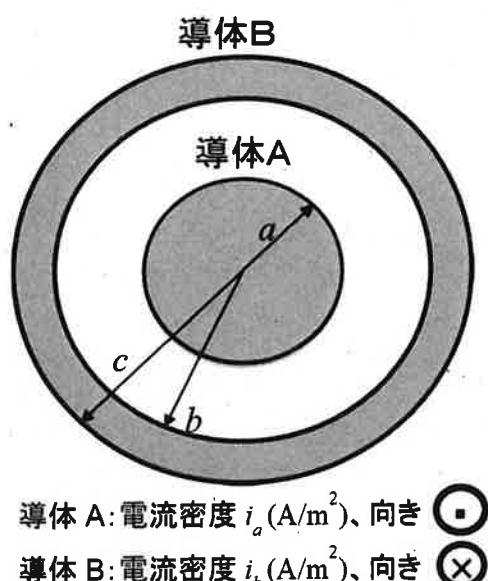
図1

[2] 真空中にまっすぐな無限長同心円筒導体が存在する。断面は図2に示すようになっており、各部の半径は $a$  m、 $b$  m、 $c$  mである。導体間の空間（中空部）も真空である。内外導体を電流がそれぞれ電流密度 $i_a$  A/m<sup>2</sup>、 $i_b$  A/m<sup>2</sup>で、同図に示す通り互いに逆向きに流れているとき、次の問い合わせよ。なお、中心からの任意半径は $r$  m、円周率は $\pi$ として示すこと。

1. 中空部 ( $a < r < b$ ) の磁界の大きさ $H_{AB}$  A/m を求めよ。

2. 導体B内部の磁界の大きさ $H_B$  A/m を求めよ。

3. 導体B外部( $c < r$ )における磁界を0にするには、電流密度 $i_a$ 、 $i_b$ に関するどのような条件（ $i_a$ と $i_b$ の関係式）が成立すればよいか、求めよ。ただし、 $i_a = i_b = 0$ 以外の解答とすること。



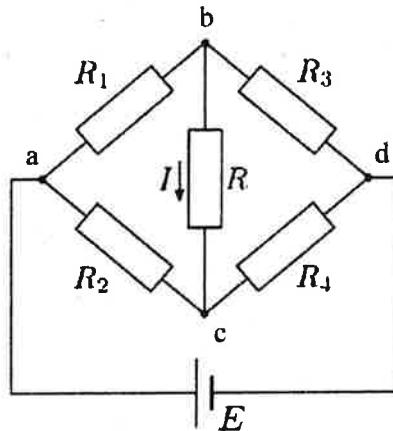
※電流は互いに逆向きに流れている。

図2

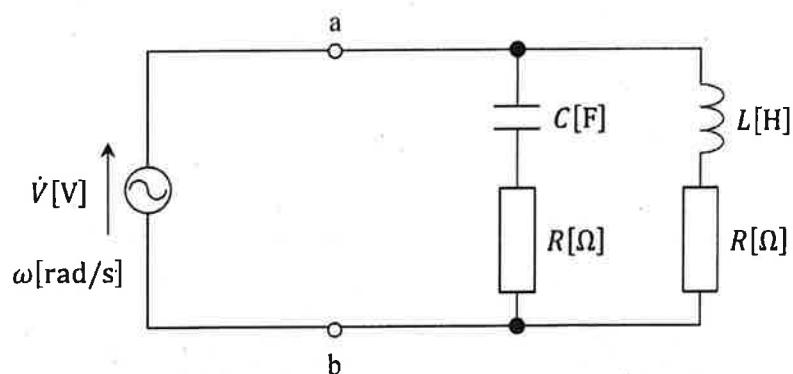
[1] 下図の回路において、次の問いに答えよ。

1.  $R [\Omega]$ に流れる電流  $I [A]$ が 0 になる条件を書け。解答は答えのみでよい。

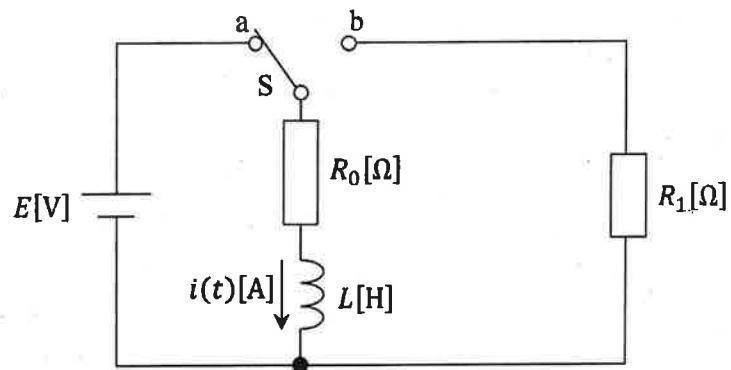
2.  $R_2 = R_3 = 2R_1$ 、 $R_4 = R_1$ 、 $R = R_1 / 3$  のとき、 $R [\Omega]$ に流れる電流  $I [A]$  を求めよ。



[2] 下図の回路において、 $L/C = R^2$  の条件が成り立つとき、端子ab間の合成インピーダンス  $Z [\Omega]$  が  $\omega [\text{rad/s}]$  の値によらず一定となることを示せ。



[3] 下図に示す回路は、 $t < 0$ でスイッチがaに入っており、定常状態にある。時刻 $t = 0$  [s]にスイッチSをaからbに切り替えた。 $t > 0$ においてインダクタンス $L$  [H]に流れる電流 $i(t)$  [A]を求めよ。電流の向きは図に示す向きを正とする。



[1] フィボナッチ数（コラム1を参照のこと）を  $f_n$  で表すとき、隣り合う2つのフィボナッチ数の比  $\varphi = f_{n+1}/f_n$  は  $n \rightarrow \infty$  の極限で黄金数になることが知られている。そこで数学的に黄金数を求め、次にプログラムで黄金数を求めて比較する。次の各問いに回答せよ。

1. 黄金数  $\varphi$  を数学的に求めよ。答えは近似数ではなく、分数であれば既約分数で示すこと。また平方根が必要なら根号を使いそのまま示すこと。
2. C言語プログラムを次ページに示すプログラム1の通り作成した。実行結果も記載している。このプログラムの中で、四角で囲った2つの部分（1）および（2）に最適なソースコードを回答せよ。
3. 1. にて数学的に求めた値の近似値を数値として求めて、2. のプログラムの実行結果から読める黄金数の値を比較して検討せよ。  
また比較検討に基づいて、黄金数  $\varphi$  の近似値を有効数字3ヶタで回答せよ。もし必要であれば、コラム2に示す近似値を使って差し支えない。

コラム1：フィボナッチ数は、次の漸化式で定義される。

$$f_1 = 1, f_2 = 1, \dots, f_{n+2} = f_{n+1} + f_n \quad (n \geq 1)$$

コラム2：いくつかの平方根の近似値を示す。

$$\sqrt{2} = 1.41421$$

$$\sqrt{3} = 1.73205$$

$$\sqrt{5} = 2.23607$$

$$\sqrt{7} = 2.64575$$

## プログラム 1

```
#include <stdio.h>

int fibo(int n)
{
    if( [ ] (1) )
        return 1;
    else
        return fibo(n-2)+fibo(n-1);
}

void main(void)
{
    int i;
    for(i=1 [ ] (2) i++)
        printf("fibo(%d)=%d, fibo(%d)/fibo(%d)=%lf\n",
               i,fibo(i),i,i-1,(double)fibo(i)/(double)fibo(i-1));
}

/* 実行結果
fibo(1)=1, fibo(1)/fibo(0)=1.000000
fibo(2)=1, fibo(2)/fibo(1)=1.000000
fibo(3)=2, fibo(3)/fibo(2)=2.000000
fibo(4)=3, fibo(4)/fibo(3)=1.500000
fibo(5)=5, fibo(5)/fibo(4)=1.666667
fibo(6)=8, fibo(6)/fibo(5)=1.600000
fibo(7)=13, fibo(7)/fibo(6)=1.625000
fibo(8)=21, fibo(8)/fibo(7)=1.615385
fibo(9)=34, fibo(9)/fibo(8)=1.619048
fibo(10)=55, fibo(10)/fibo(9)=1.617647
fibo(11)=89, fibo(11)/fibo(10)=1.618182
fibo(12)=144, fibo(12)/fibo(11)=1.617978
fibo(13)=233, fibo(13)/fibo(12)=1.618056
fibo(14)=377, fibo(14)/fibo(13)=1.618026
fibo(15)=610, fibo(15)/fibo(14)=1.618037
fibo(16)=987, fibo(16)/fibo(15)=1.618033
fibo(17)=1597, fibo(17)/fibo(16)=1.618034
fibo(18)=2584, fibo(18)/fibo(17)=1.618034
fibo(19)=4181, fibo(19)/fibo(18)=1.618034
fibo(20)=6765, fibo(20)/fibo(19)=1.618034
*/
```

[2] 情報機器の出力を外部デバイスに接続する際に、電流増幅が必要になることがある。特に電流増幅率を大きくしたい場合、ダーリントン接続が使われる。次の設間に回答せよ。

1. n p nトランジスタを2個使用したダーリントン接続回路を図示せよ。
2. 両方のトランジスタの電流増幅率を $\beta$ として、ダーリントン接続回路全体の電流増幅率 $\beta'$ を求めよ。なお、答えは $\beta^2$ ではないので、よく考えること。

[3] 情報理論に関して、次の基礎的な設間に回答せよ。

1. 情報とは何か。その定義を回答せよ。なお、情報の性質を聞いているわけではないので、注意すること。
2. 情報量はどのように定義されているか、具体的な数式と単位を明示して説明せよ。

[4] 情報システムに関して、次の基礎的な設間に回答せよ。

1. システムであるためには、4つの要件を満足する必要がある。これを述べよ。
2. システムの安全性と信頼性は、異なる概念である。これを説明せよ。

[5] 論理回路について、次の基礎的な設間に回答せよ。

1. 論理回路は、非順序回路（組み合わせ論理回路）と順序回路に分類される。この違いを説明せよ。
2. カウンタは非同期カウンタと同期カウンタに分類される。この違いを説明せよ。
3. JKフリップフロップを使って、非同期式16進カウンタを設計せよ。

# 令和3年度専攻科入学者学力選抜検査

## 問 領

### 複合工学専攻

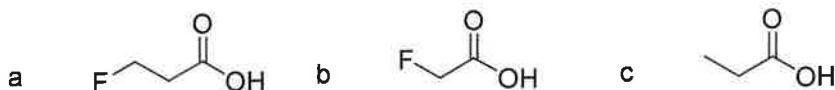
(物質工学コース 専門科目)

#### [注意事項]

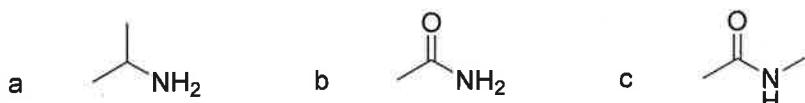
- (1) 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- (2) コース名、問題の分野名は各ページの最上部に記してある。
- (3) 1分野1ページとは限らないので、注意すること。
- (4) 解答における途中計算なども採点の対象となるので、解答用紙の該当する欄に記入すること。
- (5) 解答用紙の注意事項もよく読み、解答すること。
- (6) 5つの出題分野すべて解答すること。

[1] 次の問いに該当する化合物を記号で答えなさい。

1. より強酸性の化合物



2. より強塩基性の化合物



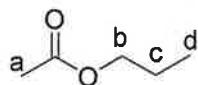
3. 水に対する溶解度のより高い化合物



4. より高沸点の化合物



[2] 次の化合物の<sup>1</sup>H NMRスペクトルについて次の問いに該当するプロトンを記号で答えなさい。

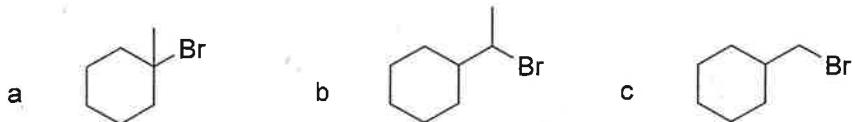


1. 化学シフトのより大きいプロトン

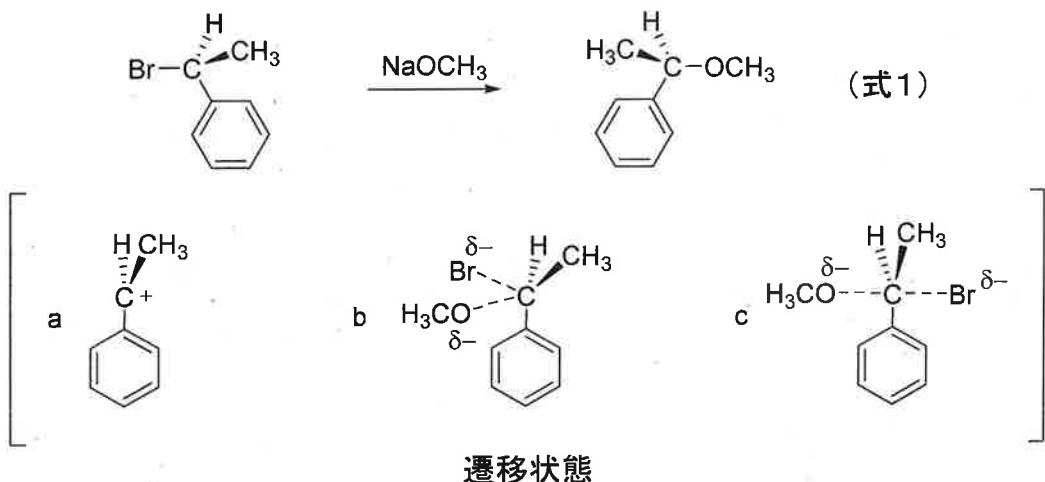
2. スピン-スピン多重度（カップリング）のより大きいプロトン

[3] ハロアルカンの二分子的求核置換反応（S<sub>N</sub>2）について次の問いに答えなさい。

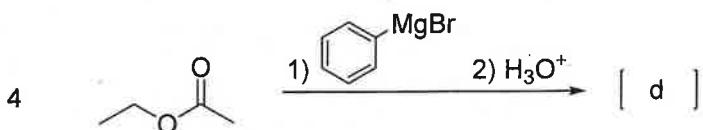
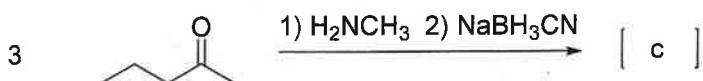
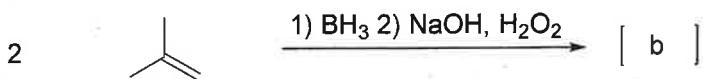
1. 次のハロアルカン a、b、c のうち S<sub>N</sub>2 反応の速度の最も速いものを記号で答えなさい。



2. 次のブロモアルカンとナトリウムメトキシドの S<sub>N</sub>2 反応（式 1）について、下図に示した遷移状態 a、b、c のうち正しいものを記号で答えなさい。



[4] 次の反応の生成物を示しなさい。



[1] 次の問い合わせに答えなさい。

1. フッ化ベリリウムのルイス構造を答えなさい。
2. Ar と Cl の電子親和力はどちらが大きいか答えなさい。
3. 酸化亜鉛が水酸化ナトリウムと反応し塩をつくる反応式を答えなさい。
4. 分子軌道理論では H<sub>2</sub> の結合次数はいくつになるか答えなさい。
5. BF<sub>3</sub> と BH<sub>3</sub> ではどちらがルイス酸性が強いか答えなさい。

[2] 次の問い合わせに答えなさい。

1. F の電子配置を答えなさい。
2. 次のハロゲン化水素酸を強い順に左から並べなさい。不等号>を用いること。  
HCl HBr HI HF
3. ダニエル電池の負極の反応式を答えなさい。
4. カルコゲン元素は何族か答えなさい。
5. O<sub>2</sub> には何個の不対電子が存在するか答えなさい。

[3] 次の問い合わせに答えなさい。

1. Pt、Ca、Fe をイオン化傾向が大きい順に左から並べなさい。不等号>を用いること。
2. VSEPR 理論から PF<sub>5</sub> の幾何構造を予測すると、どのような構造となるか答えなさい。
3. 水素と重水素は化学的性質は似ているが物理的性質には違いがあり、反応の解析などに利用されている。この効果は何と呼ばれているか答えなさい。
4. 水酸化アルミニウムが水酸化ナトリウムと反応し塩をつくる反応式を答えなさい。

[4] 次の問い合わせに答えなさい。

1. pH が 10 である水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を答えなさい。
2. 面心立方格子の密度は、モル質量 M、アボガドロ定数 N、単位格子の格子定数 a [cm] を使ってどのように示せるか答えなさい。
3. HF 中のフッ素の形式電荷を答えなさい。

[1] 理想気体の混合気体において、ドルトンの分圧の法則が成立することを示しなさい。

[2] 成分 A から成分 B が生成する一次反応を考える。反応開始前は成分 A のみが存在する。反応開始 5 分後、成分 A の濃度は 10 % 減少した。反応開始後 1 時間の成分 A は何 % まで減少するか答えなさい。

[3] 次の  $x$  軸上の 0 と  $a$  の間で生じている一次元の箱の中の粒子の波動関数を規格化しなさい。

$$\Psi(x) = A \sin \frac{\pi x}{a} \quad 0 \leq x \leq a$$

[1] 次の文章を読んで、次の問い合わせに答えなさい。

タンパク質は、ペプチド結合によって多数のアミノ酸が重合した生体高分子であり、そのアミノ酸配列を一次構造という。二次構造とは、タンパク質を構成するポリペプチド鎖の局部的な立体構造のことであり、(①)結合によってらせん状となる(②)構造や、複数のポリペプチド鎖が(①)結合によって平面状となる(③)構造がある。三次構造とは、ポリペプチド鎖が数種類の結合((①)結合やシステイン残基間で形成される(④)結合など)によってさらに折りたたまれた立体構造のことである。三次構造を形成した複数のポリペプチド鎖((⑤)と呼ばれる)が相互作用によって数個会合した立体構造を四次構造という。

1. 文中の①～⑤に適当な語句を下の語群から選び、答えなさい。

【語群】 ア：エーテル イ：ジスルフィド ウ：酸素 エ：水素 オ：イオン  
カ：βシート キ：αヘリックス ク：サブユニット ケ：補酵素

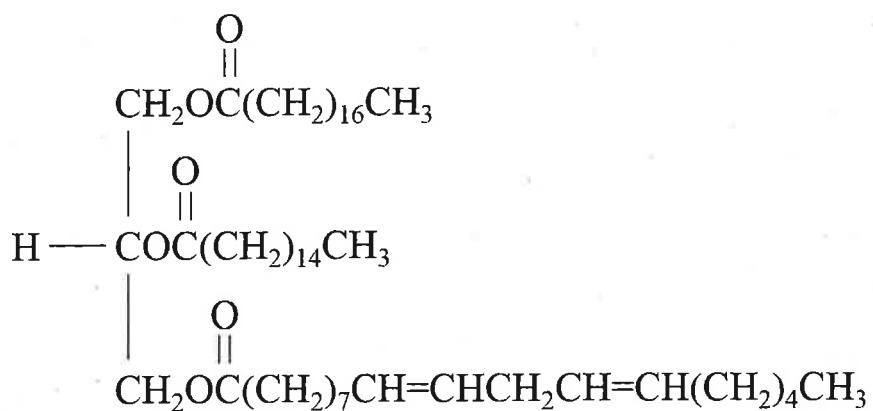
2. 天然のタンパク質に含まれる $\alpha$ -アミノ酸(20種類)のうち、不斉炭素を持たない唯一の $\alpha$ -アミノ酸の名称とその構造式を答えなさい。

3. 天然のタンパク質に含まれる $\alpha$ -アミノ酸(20種類)のうち、いずれかのアミノ酸2つ(種類は重複してもよい(同一の $\alpha$ -アミノ酸2つでもよい))がペプチド結合で重合して得られる化合物(ジペプチド)は理論上何種類あるか答えなさい。

[2] 次の文章を読んで、次の問い合わせに答えなさい。

食物として摂取された脂質は、(①)という酵素によって(②)と(③)に分解される。(②)は $\beta$ 酸化によって異化され、生成した(④)は(⑤)と結合してクエン酸となり、TCA回路で炭酸ガスと水に分解される。

1. 文中の①～⑤に適当な語句を入れなさい。
2. 下図に示す構造の脂質を加水分解して得られる(②)の名称を3つ答えなさい。



3. 多くの動物脂（例：ラード）は常温では固体なのに対して、多くの植物油（例：オリーブオイル）は常温では液体である。多くの植物油が常温では液体である理由を30字程度で答えなさい。

[1] 4.0 [mol]のCH<sub>4</sub>と15 [mol]のO<sub>2</sub>を混合して加熱し、すべてのCH<sub>4</sub>を燃焼させた。生成したガスを分析したところ、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oが含まれていた。次の問いに答えなさい。

1. 生成ガス中におけるCO<sub>2</sub>のモル分率 [-]を求めなさい。

2. 供給したO<sub>2</sub>の過剰率[%]を求めなさい。

[2] 内径67.9 [mm]の鋼管を用いて、密度910 [kg·m<sup>-3</sup>]、粘度0.08 [Pa·s]の油を、15 [m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup>]の割合で水平に1.2 [km]輸送するとき、摩擦による流れのエネルギー損失[J·kg<sup>-1</sup>]を求めなさい。

[3] メタノール 40 [mol%]、水 60 [mol%]を含む混合液 150 [mol]を、管内残液中のメタノール組成が 20 [mol%]になるまで単蒸留を行う。液相中と気相中におけるメタノールのモル分率をそれぞれ  $x$  と  $y$  とした気液平衡関係を用いて、 $x$  に対する  $1/(y - x)$  のグラフを作成し、 $x_0 = 0.4$  から  $x_1 = 0.2$  までの範囲で図積分を行ったところ、面積は 0.48 であった。このとき得られる留出液中におけるメタノールの平均組成 [mol%]を求めなさい。

[4] 内径 20 [mm]、管の肉厚 2 [mm]の伝熱管がある。管内に冷却水を、管外側に高温のアルコールを流して熱交換を行う。管内と管外の境膜伝熱係数はそれぞれ  $3500 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ 、 $2300 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ 、伝熱管の熱伝導度は  $204 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$  である。また、冷却水に不純物が含まれており、汚れ係数は  $1450 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$  である。このとき、管内面基準の総括伝熱係数  $[\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$  を求めなさい。

# 令和3年度専攻科入学者学力選抜検査

## 問 題

### 複合工学専攻

(建築学コース 専門科目)

#### [注意事項]

- (1) 解答はすべて解答用紙に記入すること。
- (2) コース名、問題の分野名は各ページの最上部に記してある。
- (3) 1分野1ページとは限らないので、注意すること。
- (4) 解答における途中計算なども採点の対象となるので、解答用紙の該当する欄に記入すること。
- (5) 解答用紙の注意事項もよく読み、解答すること。

[1] 次の各文の（ ）に最も適した語句や数値を解答用紙に答えなさい。また [ ] 内が選択肢の場合は選択肢の記号を解答用紙に答えなさい。

1. 事務所ビルの計画において、個々の座席を持たずに共有し、在籍者がその都度空いている机で仕事をするスタイルで、事務所空間を効率的に利用する方式を（ ）という。
2. 戦後、食寝分離や就寝分離の考え方が反映された公営住宅標準設計の1つで、当時東京大学の吉武研究室によって提案された標準設計の名称を（ ）という。
3. 小学校、中学校では、高学年になるほど、音楽、理科などの特別教室を使う必要が増えるが、大部分普通教室を使う。また、小学校低学年では、すべての教科を学習できる教室を使う。このような方式を普通教室型、あるいは（ ）という。
4. [ア. CM イ. PFI ウ. BIM エ. FM]とは、設計者・施工者と利害関係のない第三者が、発注者の立場から建築の企画、設計、施工の各段階において、企画・設計の内容や工事発注の方法を検討し、工程・品質・コストなどの管理を行うことをいう。
5. [ア. 同潤会アパート イ. ユニテ・ダビタシオン ウ. NEXT21 エ. アビタ'67]は、スケルトン・インフィル分離方式による建設と環境共生をテーマに将来の都市居住の可能性を追求した実験集合住宅である。
6. 劇場に関する計画において、（ ）は舞台の床下の空間で、回り舞台やセリなどの機械設備が設置されている。
7. 千里ニュータウンは[ア. 田園都市論 イ. 近隣住区論 ウ. ユートピア運動 エ. 日常生活理論]に基づき開発された、我が国で最初の大規模ニュータウンである。
8. [ア. スカイハウス イ. 森山邸 ウ. 住吉の長屋 エ. から傘の家]は、4枚の壁柱に支えられた均質な空間に、取り換え可能な「ムーブネット」を取り付けた住宅で、メタボリズムの考え方が反映された作品である。
9. 図書館における出納方式のうち、（ ）は閲覧者が書架から本を取り出し、自由に閲覧できる方式である。
10. 次の（ ）に共通して入る数字を答えなさい。  
医療法では病床の整備を図るために、医療圈を決めている。（ ）次医療圏は高度な技術を提供するため、都道府県単位を原則とする。（ ）次医療圏では、専門別医療機関として、がんセンター、救急医療センターなどがあり、最近、高度先端医療行為を必要とする患者に対応する特定機能病院が認められた。

[2] 次の設問に答えなさい。ただし（ ）が空欄の場合は最も適した語句や数値を、また  
[ ] 内が選択肢の場合は選択肢の記号を解答用紙に答えなさい。

1. 伊勢神宮正殿は正面入り口を [ア. 套入り イ. 平入り] にした神明造である。
2. 我が国では 17 世紀になると書院造りに茶屋建築のもつ特徴を取り入れた住宅形式がつくり出された。これを ( ) 造という。
3. 1877 年に来日した [ア. ジョサイア・コンドル イ. フランク・ロイド・ライト ウ. ブルーノ・タウト] は設計業務にたずさわるとともに工部大学校で建築教育にあたり、辰野金吾などの多くの日本人建築家を育てた。
4. 我が国の近代建築作品と設計者について誤った組み合わせをア～エより一つ選ぶ。

	設計者名	建築作品
ア	丹下健三	国立代々木競技場
イ	村野藤吾	広島平和記念資料館
ウ	黒川紀章	中銀カプセルタワービル
エ	東孝光	塔の家

5. 次にあげる建物の建築様式を選択肢から選び、その記号を解答用紙に答えなさい。

- a ハギア・ソフィア (Turkey)
- b ヴェルサイユ宮殿 (France)
- c パンテオン (Italy)
- d ケルン大聖堂 (Germany)
- e パルテノン神殿 (Greece)
- f タッセル邸 (Belgium)

選択肢 : [ア. ロマネスク イ. ルネサンス ウ. バロック エ. アール・ヌーボー  
 オ. ローマ カ. ゴシック キ. ビザンチン ク. モダニズム  
 ケ. ギリシャ コ. ロココ サ. ポストモダン]

[3] 次の各文の（ ）に最も適した語句や数値を解答用紙に答えなさい。また [ ] 内が選択肢の場合は選択肢の記号を解答用紙に答えなさい。

1. 建築基準法施行令第21条では、居室の天井の高さを（ ）m以上と規定されている。
2. 建築基準法第43条によると、建築物の敷地は、原則的に道路に（ ）m以上接しなければならない。以上の規定の接道義務という。
3. 外壁の床下部分には、壁の長さ [ア. 5m イ. 5.5m ウ. 6.5m エ. 6m] 以下ごとに  $300\text{ cm}^2$  以上の床下換気口を設けることとなっている。
4. 地階は床が地盤面下にある階で、床面から地盤面までの高さが、その階の天井の高さの（ ）以上のものをいう。
5. 避難階段には、屋内避難階段と屋外避難階段がある。屋外避難階段の場合、以下の3つの基準をすべて満たさなければならない。
  - ・階段は、その階段に通ずる出入口以外の開口部から（ ）m以上の距離に設けること。
  - ・屋内から階段に通ずる出入口には、防火設備を設けること。
  - ・階段は、耐火構造とし、地上まで直通すること

[4] 次の設問に答えなさい。ただし ( ) が空欄の場合は最も適した語句や数値を、また [ ] 内が選択肢の場合は選択肢の記号を解答用紙に答えなさい。

1. 点光源Aから垂直に2メートル (m) 離れた点の受照面照度は200 ルクス (lx) であった。点光源Aの光度を求め、単位とともに数値を記入しなさい。

2. 下記の条件の单一材料の壁を、単位時間・単位面積あたりに流れる熱量 q を求め、単位とともに数値を記入しなさい。ただし熱流は定常状態とする。

条件：室内側表面温度 20 [°C]

室外側表面温度 14 [°C]

壁体の熱伝導率  $\lambda$  0.5 [W/m · K]

壁体の厚さ 0.2 [m]

3. 次にあげる環境工学に関する用語について、適切な単位を答えなさい。ただし別単位がある場合はいずれかひとつを記入すればよい。

- a 相対湿度 ( )
- b 重量絶対湿度 ( )
- c 熱貫流抵抗 ( )
- d 光束 ( )
- e 着衣量 ( )

4. 住宅北面の凹部分などで一年を通して日照の無い部分を（　　）日影という。
5. 色の三属性のうち反射率の影響によるものは a. [ア. 色相 イ. 明度 ウ. 彩度] であり、波長の影響によるもの b. [ア. 色相 イ. 明度 ウ. 彩度] である。
6. 都市部の気温が郊外より高くなり、等温線で結ぶと高温地域が島のように浮かび上がる現象を（　　）現象という。
7. 人間の温熱感覚に影響する要素のうち、環境側の4要素は気温・相対湿度・気流速・放射温度であり、人間側の2要素は（　　）・着衣量である。
8. ある温度の湿り空気を絶対湿度を一定に保ちながら冷却した場合に、相対湿度が100%となる温度（飽和状態となる温度）を、もとの空気の（　　a　　）温度という。ガラスや壁体の表面が（　　a　　）温度以下になると（　　b　　）が発生し、カビなどの発生原因ともなる。
9. 壁体の中に断熱性の良い材料をまたいで鉄骨などの熱伝導率の大きな材料を入れると、熱がこの部分に集中して流れる場所が出来る。この現象を（　　）という。

[5] 次の各文の（ ）に最も適した語句や数値を解答用紙に答えなさい。また [ ] 内が選択肢の場合は選択肢の記号を、【 】内がアルファベットの場合は選択肢の①～④から適切な組み合わせの番号を選び解答用紙に答えなさい。

1. 車いすを常用する身体障害者の個々の特性の違いに対応するなどの目的で、可変間仕切りや上下可動の衛生設備などを備え、可動性・可変性を持たせた住宅のことを（ ）という。
2. 住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく日本住宅性能表示基準「高齢者等配慮対策等級（専用部分）」は5段階の等級に分類されている。そのうち、「等級（ ）」は、建築基準法に定める移動の安全性を確保することが条件となっている。
3. [ア. シルバーハウジング イ. グループホーム ウ. 特別養護老人ホーム エ. サービス付き高齢者向け住宅]は、身体上または精神上著しい障害があるために常時の介護が必要であり、居宅において適切な介護を受けることが困難な高齢者を対象とし、入浴、排せつ、食事の介護、機能訓練などのサービスを提供する施設である。
4. 福祉住環境の整備のために設置する手すりは、設置の目的によって、大きく3つの種類で分類できる。体の位置を移動させるときに、手を滑らせながら使用する【A】、体は移動させないが移乗動作や立ち座り動作のときに、しっかりとつかまって使用する【B】、そして、座位の姿勢を保持するために使用する前受テーブルや前方ボードなどがそれで、【A】は直径【C】のものが、【B】は直径【D】のものが適切である。

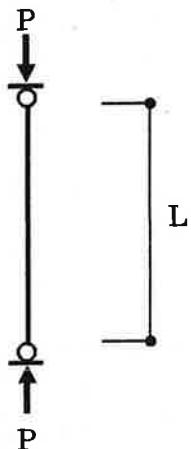
選択肢				
	【A】	【B】	【C】	【D】
①	グラブバー	ハンドレール	32～36cm	28～32 cm
②	ハンドレール	グラブバー	32～36 cm	28～32 cm
③	ハンドレール	グラブバー	28～32 cm	32～36 cm
④	グラブバー	ハンドレール	28～32 cm	32～36 cm

[1] 次の各文の（ ）に最も適した語句を解答用紙に答えなさい。

1. コンクリートの中性化は空気中の二酸化炭素とコンクリート中の水酸化カルシウム等のセメント水和物が反応してコンクリートの（ ）を失う劣化現象である。
2. 建築構造用圧延鋼材SN400Aの（ ）は $400 \text{ N/mm}^2$  以上である。
3. 幅厚比の大きいフランジまたはウェブをもつH形鋼が圧縮力またはせん断力を受けることで部分的に波打つような変形をする現象を（ ）という。
4. 木材は纖維飽和点以下の状態では一般に（ ）が減少すると強度が増大する。
5. コンクリートに使用する（ ）の小さい砂利は粒形が悪いため、フレッシュコンクリートの所要スランプを確保するために単位水量を大きくする必要がある。

[2] 次の設問に答えなさい。ただし、( ) が空欄の場合は最も適した語句を、また [ ] には選択肢の記号を選び解答用紙に答えなさい。5に関しては計算過程も記述しなさい。

1. 構造設計で考慮する床の単位面積あたりの積載荷重は、一般に、「住宅の居室」の方が、「事務室」より ( )。
2. 鉄筋コンクリート構造の柱において、せん断力に抵抗する鉄筋を ( ) と呼ぶ。
3. 鉄筋コンクリート構造の梁において、曲げモーメントにより発生する引張側の主筋の引張応力度と圧縮縁のコンクリートの圧縮応力度が同時に許容応力度に達するとき、その引張鉄筋比を ( ) と呼ぶ。
4. 構造計算に用いる隅肉溶接の溶接部の有効面積は、溶接の有効長さ × ( ) により算出する。
5. 下図のような長さ  $L[m]$ 、両端ピン接合の柱に圧縮力  $P$  が作用したとき、次の  $I$  と  $L$  の組合せのうち、弾性座屈荷重が最も小さくなるものは [ ] である。ただし、 $I$  は各柱の断面 2 次モーメントの最小値とし、長さ方向に均一とする。また、すべての柱の材質は同じものとする。



柱	$L[m]$	$I[\text{mm}^4]$
A	4.0	$2.4 \times 10^7$
B	5.0	$2.0 \times 10^7$
C	6.0	$3.6 \times 10^7$

[3] 図1に示す単純梁の中央に集中荷重が作用している。次の設問に答えなさい。計算過程も記述しなさい。

1. 梁中央部C点における曲げモーメント [kNm] を求めなさい。
2. 梁の断面は図2のような形状をしている。梁のx軸に関する断面2次モーメント [ $\text{mm}^4$ ] を求めなさい。
3. 梁のx軸に関する断面係数 [ $\text{mm}^3$ ] を求めなさい。
4. C点における曲げ応力度  $\sigma_b$  [ $\text{N/mm}^2$ ] を求めなさい。
5. C点におけるたわみ（鉛直方向の変位）[mm] を求めなさい。  
ヤング係数は  $10000$  [ $\text{N/mm}^2$ ] とする。
6. この梁の許容曲げ応力度が  $7.5$  [ $\text{N/mm}^2$ ]、許容たわみが  $10$  [mm] であるとする。曲げ応力度、たわみを許容値以内にするためには、梁断面の幅をいくらにすればよいか答えなさい。

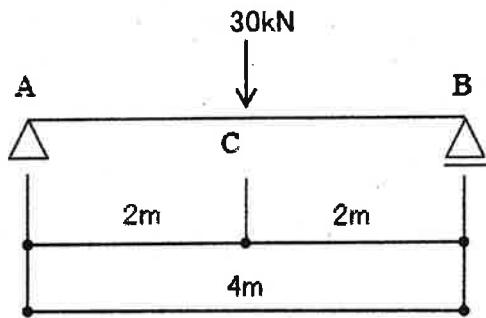


図1

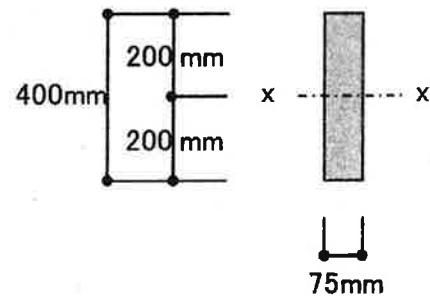
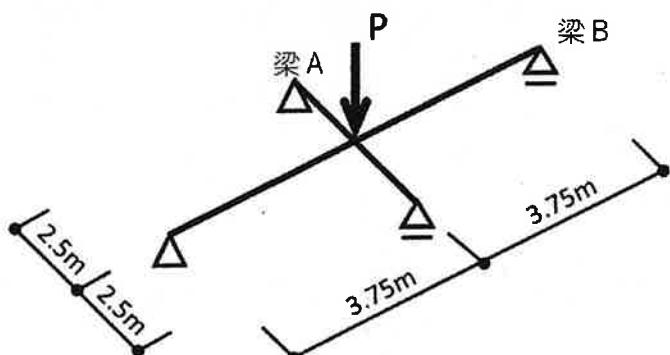


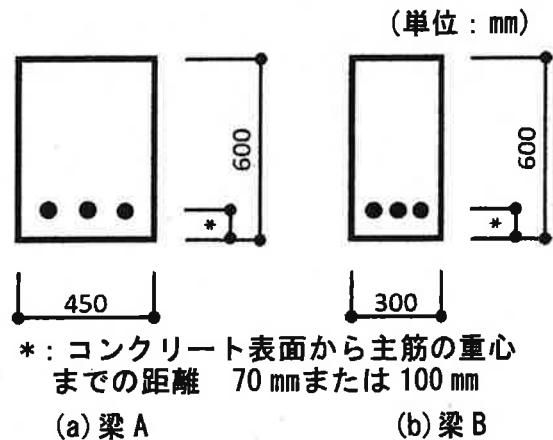
図2

[4] 図1に示すRC造の格子梁の交差部に集中荷重(長期荷重)Pが作用している。次の設問に答えなさい。なお、コンクリートの設計基準強度は $24 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ 、主筋に使用する鉄筋はSD345とする。各梁は自重および鉄筋による曲げ剛性の影響は無視でき、せん断力に対して十分な強度があるものとする。計算過程も記述しなさい。

1. 梁Aおよび梁Bの断面が図2のような形状をしているとすると、それぞれの梁の最大曲げモーメントを求めなさい。
  2. 梁Aと梁Bの下端主筋はどちらを下に配置すべきか答えなさい。また、その理由を述べなさい。
  3. 各梁の下端主筋にD25(断面積 $507\text{mm}^2$ )の鉄筋を3本ずつ配置した場合、許容荷重 [kN]はいくつになるか答えなさい。  
SD345の長期許容引張応力度は $215\text{[N/mm}^2\text{]}$ 。



1



2