

北海道大学大学院工学院修士課程  
2024年4月入学ならびに2023年10月入学  
入学試験

建築都市空間デザイン専攻  
空間性能システム専攻

専門0 問題冊子

試験時間：9：00～12：00

注：

- ① 問題は、問1から問13までである。問1～問8が建築都市学基礎、問9～問13が環境工学基礎である。志望する専攻・講座または研究室で解答する問が以下の通り指定されているので、志望に応じて問を選択すること。
  - ・建築都市学基礎（問1～問8）のみを解答  
建築都市空間デザイン専攻：空間防災講座・空間計画講座  
空間性能システム専攻：空間性能講座（建築環境学研究室）・建築システム講座
  - ・環境工学基礎（問9～問13）のみを解答  
空間性能システム専攻：空間性能講座（環境人間工学研究室・環境システム工学研究室）
- ② 解答用紙の表紙である問題選択票と12枚の解答用紙をはずしてはいけません。試験終了後にホッチキスで留めてあるまま提出すること。なお、2枚の草案紙は持ち帰ること。
- ③ 1つの問に対して解答用紙1枚を使用すること。表面だけで解答しきれないときには裏面を使うこと。解答用紙は補充しません。
- ④ 12枚の解答用紙のすべてに受験番号を記入し、解答に使用した解答用紙には問番号も記入すること。また、問題選択票と草案紙にも必ず受験番号を記入すること。

2024年4月入学ならびに2023年10月入学  
入学試験

建築都市空間デザイン専攻  
空間性能システム専攻

専門0 問題冊子

# 専門0 建築都市学基礎

## 問1 構造力学

設問1 図1に示す4つの架構における弾性座屈荷重 $P_A$ 、 $P_B$ 、 $P_C$ 、 $P_D$ を求めよ。ただし、架構は面内でのみ変形し、梁は剛体で、左右いずれの柱も図中に示す曲げ剛性を持つとする。

設問2 図2に示す直線梁において、支点反力を求め、せん断力図と曲げモーメント図を描け。

設問3 図3に示す単純梁において、点Cのたわみとたわみ角を求めよ。

設問4 図4に示す一様断面の片持梁について、固定端の断面における垂直応力分布を、長さ $a$ 、 $l$ 、荷重 $P$ と材料のヤング係数 $E$ を用いて表せ。梁の断面は等脚台形で、荷重 $P$ は自由端の断面図心に作用する。

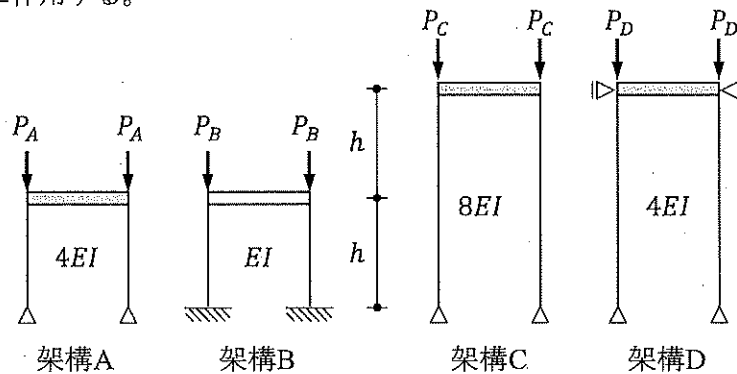


図1

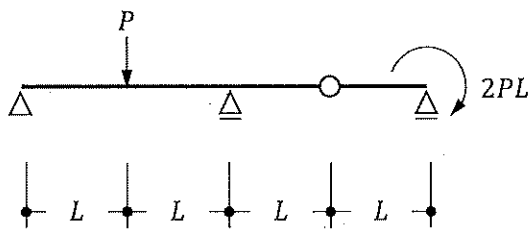


図2

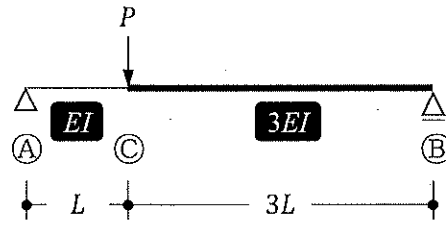


図3

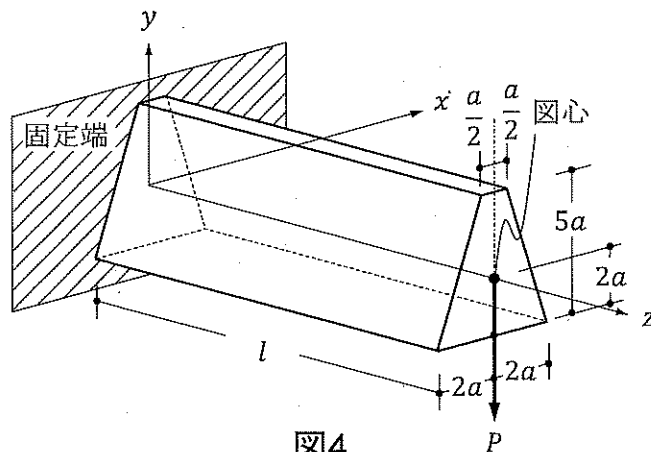


図4

## 専門0 建築都市学基礎

### 問2 建築構造

設問1 鋼構造に関する次の(1)～(5)の各文の下線部について、正しい場合には○印を、誤っている場合には×印とともに下線部に入れるべき適切な語句や数を、それぞれ記載せよ。

- (1) 鉄骨構造では、鋼材の引張の短期許容応力度には長期許容応力度の 1/2 倍の値が用いられる。
- (2) せん断型の高力ボルト接合では、1 摩擦面・ボルト 1 本当たりのすべり荷重はボルト張力とすべり係数の 和 として簡略的に計算できる。
- (3) 鋼材の降伏応力度と引張強さの比率を ポアソン比 とよび、鋼材の機械的性質を表す指標の一つとして用いられる。
- (4) 圧縮材の細長比が 小さく 座屈応力度が鋼材の比例限度に近い応力度となる領域の座屈を非弾性座屈とよぶ。
- (5) 鉄骨構造の設計では、細長比に制限を設けることで降伏前に部材の板要素の局部座屈が生じないようにしている。

設問2 鉄筋コンクリート構造に関して、次の(6)～(8)のかぎ括弧「」内の各用語について簡潔に説明せよ。その際、丸括弧（）内の4つのキーワードを全て使用して説明すること。

- (6) 「用語：主筋のあき」（キーワード：付着、コンクリート、打込み、骨材）
- (7) 「用語：部材のせん断力の伝達メカニズム」（キーワード：ひび割れ後、アーチ、トラス、ダボ作用）
- (8) 「用語：曲げを受ける梁の釣り合い引張鉄筋比」（キーワード：引張、圧縮、主筋、コンクリート）

## 専門0 建築都市学基礎

### 問3 建築材料施工

設問1 コンクリート用材料の特性や品質について以下の文中に含まれる1~20の選択肢

①~③に対して最も正しいものを選択せよ。(解答例:1. ③)

- (1) 打ちあがったばかりのコンクリートの表面は (1. ①アルカリ性 ②酸性 ③中性) であり、空気中の (2. ①酸素 ②二酸化炭素 ③窒素) とコンクリート表面の (3. ① $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ② $\text{CaCO}_3$  ③ $\text{CaSO}_4$ ) が反応して (4. ① $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ② $\text{CaCO}_3$  ③ $\text{CaSO}_4$ ) ができる。これを中性化という。中性化を視覚的に知るためには、(5. ①BTB溶液 ②フェノールフタレイン溶液 ③塩化コバルト溶液) などの呈色試薬をコンクリートの断面に吹きかけて、表面部からある深さまでの中性化領域が (6. ①青色 ②紫色 ③透明) になると、その領域が (7. ① $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ② $\text{CaCO}_3$  ③ $\text{CaSO}_4$ ) が多しとして中性化の深さを判断する。
- (2) 海中に設置された鉄筋コンクリート構造物と海岸近くの地上部に設置された鉄筋コンクリート構造物では、海岸近くの地上部に設置された鉄筋コンクリート構造物の方が鉄筋腐食が生じやすい場合がある。その理由は、(8. ①コンクリート中にもともと含まれている海砂 ②飛散した海水の飛沫に含まれるナトリウムイオン ③飛散した海水の飛沫に含まれる塩化物イオン) の影響のためである。このことを塩害という。また、8は、セメント硬化体を形成する水和物の一種によく吸着する。ここで、塩害と中性化がともに進行する場合、8がより深くに移動することが知られている。結果として塩害は (9. ①通常よりひどくなる ②通常より緩和される ③ほぼ変わらない)。
- (3) コンクリートが寒冷な地域に設置されている場合、コンクリート中の水分が凍結・膨張し、コンクリートの内部にひび割れを発生させる。これを繰り返すことによってひび割れが進展し、結果としてコンクリートを破壊する。これを (10. ①氷害 ②凍害 ③冷害) という。そのメカニズムは、コンクリート中の液水が氷へ相変化する際の体積膨張により加圧された未凍結水の圧力によるものと考えられている。このため、寒冷地ではコンクリートに含まれる気泡の量を (11. ①減らす ②増やす ③なるべく変えない) ことが推奨されている。また、塩害が生じるコンクリートに、10があわせて生じる場合、コンクリートの破壊は (12. ①低減されやすい ②促進されやすい ③あまり変化しない傾向がある) ことが知られている。
- (4) 古代ローマ時代の構造物の中には、近代から現在まで用いられてきたコンクリートと類似する性質をもつローマン・コンクリートと呼ばれる材料で建設されたものが今も多く残されている。これは、材料として、火山灰、焼いた石灰粉末、海水などを練り合わせて造ったとされている。もし、海水を用いた古代のローマン・コンクリートを古代そのままに、現在の鉄筋コンクリート構造物用のコンクリートとして用いる場合には、リスクが高

いと考えられるが、それは (13. ①現在のセメントが海水に対応していない ②内部の鉄筋が腐食しやすい ③現在のコンクリート用骨材が海水に対応していない) からである。

一方で、火山灰に似た材料を現在のコンクリートに用いることがある。火山灰の中には、フライアッシュやシリカフェームといった材料と同様に、(14. ① $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ② $\text{SiO}_2$  ③ $\text{CaSO}_4$ ) を多く含んでいるものがあり、(15. ①アルミニウムシリケート反応 ②アルカリシリケート反応 ③ポゾラン反応) が強度発現のために期待されることがある。

- (5) コンクリートは一般に粗骨材、細骨材、セメント、水、空気よりなるが、モルタルは、(16. ①粗骨材 ②細骨材 ③空気) を含まない。粗骨材は (17. ①5mm ②10mm ③20mm) の網ふるいに質量 85%以上留まり、細骨材は (18. ①5mm ②10mm ③20mm) の網ふるいを全部通り、(19. ①5mm ②10mm ③20mm) の網ふるいを質量で 85%以上通る骨材である。また、コンクリート用骨材は世界的に見ても資源枯渇の傾向があるため、もともと骨材資源の乏しい一部の海外地域では、古い建造物の解体時に排出されたコンクリート系廃棄物を破碎して新たなコンクリート用骨材として用いる技術が検討されている。このような骨材を再生骨材と言う。再生骨材は、もとのコンクリートに用いられた粗骨材や細骨材のまわりに古いモルタルが付着し、従来の天然骨材に比べて吸水率が (20. ①低い ②高い ③同等の) 場合が多い。

設問2 次の(1)～(5)の建築材料の説明を①～⑤よりそれぞれ選べ(解答例:(1)①)

- (1)ウレタン塗膜防水材 (2) グラスウール (3) 変性シリコーン接着剤  
(4) 押出発泡ポリスチレン (5) 吹付発泡ウレタン

<説明>

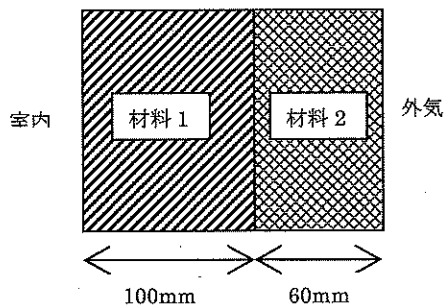
- ① 集合住宅やオフィスビルなどに用いられ、施工現場に複数種類の原料を持ち込んで、原料を混合しながら壁面などに施工することで性能を発揮する有機系の材料。屋外環境に露出する状態では用いない。
- ② 戸建て住宅の施工現場に製品を持ち込み、壁面などにそのまま施工する有機系の材料。屋外環境に露出する状態では用いない。
- ③ 施工現場に原料を持ち込み、原料を混合しながら屋外・屋上などに施工することで性能を発揮する有機系の防水材料。
- ④ 戸建て住宅の施工現場に製品を持ち込み、壁面などにそのまま施工する無機系の材料。屋外環境に露出する状態では用いない。
- ⑤ タイルを外壁に施工する際に用いられる有機系接着剤。柔軟性が高いため、外壁の温度変化に伴う寸法変化に追従できる。防水用途としても用いられる場合がある。

## 専門0 建築都市学基礎

### 問4 建築環境

設問 以下の問題に解答しなさい。

- (1) 大気圏外日射と直達日射、天空日射の関係について説明しなさい。
- (2) 温熱感に影響を与える全ての要素を列挙し、人体側と言われる要素について説明しなさい。
- (3)  $500\text{m}^3$  の教室に 20 人が滞在し、一人当たり  $15\text{L/h}$  の  $\text{CO}_2$  を発生している場合、室内の  $\text{CO}_2$  濃度が  $1000\text{ppm}$  以上にならないための換気量 (単位は  $\text{m}^3/\text{h}$ ) と換気回数を求めなさい。但し、外気の  $\text{CO}_2$  濃度を  $410\text{ppm}$  とする。
- (4) 下図の壁体の熱貫流率を求めなさい。



材料1の熱伝導率	$\lambda_1=2.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
材料2の熱伝導率	$\lambda_2=0.030\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

室内側総合熱伝達率	$\alpha_i=10\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
外気側総合熱伝達率	$\alpha_o=20\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

## 専門0 建築都市学基礎

### 問5 建築計画

#### 設問

以下の建築計画に関する用語を簡潔に説明せよ。なお、解答用紙には用語名とその番号を記入し解答すること。

- (1) フロントエッジセービング
- (2) 環境移行とパーソナライゼーション
- (3) フラッシュオーバー
- (4) インスティテューショナルリズム
- (5) ファシリティ・マネジメントとコンストラクション・マネジメント
- (6) ソシオペタルとソシオフーガル
- (7) NIMBY
- (8) 請負契約と委任契約
- (9) 心々制と内法制
- (10) 合理的配慮



## 専門0 建築都市学基礎

### 問6 建築・都市史

#### 設問

以下のA～Cすべてについて回答しなさい。必要に応じて図を用いてもよい。

A：ロマネスク建築について、欧州にある教会堂の事例を取り上げながら、その特徴について説明しなさい。

B：戦後日本におこったメタボリズムと呼ばれる建築運動について、代表的な建築家を一人取り上げながら説明しなさい。

C：草庵茶室がどのような意図をもって生まれ、どのような特徴をもっているかについて、初期の事例をひとつ取り上げながら説明しなさい。

## 専門0 建築都市学基礎

### 問7 都市計画

設問 都市計画に関する以下の文章を読んで、①、②、⑧、⑨、⑮にはカッコ内に示された適切な人名、または著書名を記入し、それ以外のカッコ内には当てはまる最も適切な語句を語群から選び番号ごとに解答用紙に記入しなさい。同じ語句を何度でも選んでよい。

マサチューセッツ工科大学に所属する研究者であった（①人名）は、専門家ではなく、都市で暮らす人々による都市空間の認知の重要性を説いた。（①人名）の代表作（②著書名）では、ボストンを中心にした調査に基づき、人びとが都市景観を認知する際の5つの空間要素（③）、（④）、（⑤）、（⑥）、（⑦）【順不同】が明らかにされ、その後の都市デザインの実践に大きな影響を与えた。

（②著書名）の翌年に（⑧著書名）を出版した、ニューヨーク・グリニッジビレッジに拠点を置いたジャーナリストの（⑨人名）は、（①人名）と同じく、専門家の信念（思い込み）を根拠にした都市デザイン、とりわけモダニズムが指向した（⑩）型の再開発や自動車中心のインフラ整備を批判し、既存の都市の実態から都市デザインの原理を導き出すことの重要性を説いた。特に、（⑨人名）が指摘した（⑪）、（⑫）、（⑬）、（⑭）【順不同】という都市的多様性を生み出す4つの要素は、普遍的な知見として現在も継承されている。

都市デザインの重要な対象に公共空間（パブリックスペース）がある。都市デザインが生み出す公共空間におけるさまざまな活動を通じて、まちの賑わいの再生や生活環境の向上が実現していく。

公共空間への近年の関心の高まりは、そこでの人々の活動、行為に焦点があたっている。長年にわたり、公共空間における人々の活動を調査してきたデンマークの都市デザイナーである（⑮人名）によれば、屋外での活動は、1) 仕事や学校に行く、客などを待つなど多かれ少なかれ必要にせまられて行う（⑯）、2) 遊歩道を歩く、眺めを楽しむために腰をおろすなどの余暇的な性格の強い（⑰）、そして3) 挨拶から偶然の出会い、路上パーティーなどの人と人とのコミュニケーションを含む（⑱）に分けることができる。空間のあり方に最も影響を受けるのは（⑲）である。そして（⑳）や（㉑）の総量が、（㉒）の確率を高めるという関係にある。公共空間のデザインにおいては、人々の動線などの（㉓）に対して的確に空間を提供すると同時に、その場に求められる（㉔）を想定し、それらを可能にする設えを検討する。そして、最終的にはその空間で豊かな（㉕）を生み出すことができるかどうか、都市の活力や文化の成熟を図るバロメーターとなる。

語群：公共施設、パス、都市、農村、歩行者スケール、多様な用途、搾取、アイデンティティ、ノード、開発利益、不衛生、必要活動、同心円、エッジ、鉄道駅、土地、住民、タブラ・ラサ、小さな街区、公害、任意活動、モータリゼーション、ディストリクト、新旧混在、雇用、歩いて、多様性、農地、拡大、高い密度、社会活動、グリーンベルト、ランドマーク

## 専門0 建築都市学基礎

### 問8 都市防災

設問

文中の空欄 ( a ) ~ ( g ) に適切な文字や単語, ( 1 ) ~ ( 5 ) に適切な数式を入れ【1】~【2】に答えよ。

等方かつ均質な弾性体で変位は波動として伝わる。その位相の等しい面を ( a ) と呼び、必ず連続する。これは ( a ) 上の点が次の波源になるというの ( b ) 原理によるものである。このような波動が異なる媒質の境界を透過する際の現象を考える。

図1に示す2つの異なる半無限弾性体媒質が水平に完全に接しているとする。媒質1, 2の弾性波速度をそれぞれ  $\beta_1, \beta_2$  ( $\beta_1 < \beta_2$ ) とする。媒質2の下部から ( B → D の方向 ) 平面波が入射した際、その入射角を  $\theta_2$ 、媒質1での屈折角を  $\theta_1$  とする。図1において、線分  $\overline{AB}$ 、 $\overline{CD}$  は ( a ) の一部に相当し、線分  $\overline{AC}$ 、 $\overline{BD}$  は ( a ) と直交する波線 ( 波の進行方向 ) の一部に相当する。

この境界を透過しても、( a ) が連続するためには、線分  $\overline{AC}$  と  $\overline{BD}$  を通過する時間が等しくなければならない。それぞれを通過する時間  $T_1, T_2$  は  $\overline{AC}$ 、 $\overline{BD}$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$  で示すと、

$$T_1 = \boxed{\quad (1) \quad}$$

$$T_2 = \boxed{\quad (2) \quad}$$

である。

ここで、線分  $\overline{AC}$  と  $\overline{BD}$  を  $\overline{AD}$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  で表すと、以下となる。

$$\overline{AC} = \boxed{\quad (3) \quad}$$

$$\overline{BD} = \boxed{\quad (4) \quad}$$

これらを  $T_2 = T_1$  に代入し、整理すると  $\theta_1, \theta_2$  の関係が  $\beta_1, \beta_2$  を用いて以下に求まる。

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \boxed{\quad (5) \quad}$$

この関係式を ( c ) の法則と呼ぶ。

地震波がこの弾性波に相当すると考えると、一般的には(ア)地震波の速度は地表に近づくほど小さくなるので、比較的離れた深い震源から放射された地震波は、地表に近づく ( d ) 方向近くに伝播方向を変えて伝わることになる。このため、伝播方向に振動する ( e ) 波の揺れは ( d ) 方向に卓越し、( f ) 波の揺れは ( g ) 方向に卓越する。

- 【1】 下線部 (ア) に関して、なぜそのようになるのか、100字程度で説明せよ。  
 【2】 下線部 (ア) のような地盤において、基盤に入力した地震波は地表でどうなるか、100字程度で説明せよ。

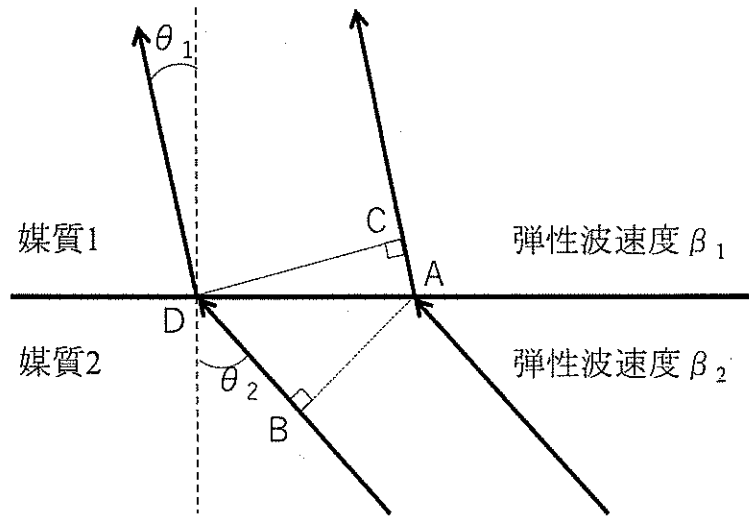


图 1

## 専門0 環境工学基礎

### 問9 伝熱工学

#### 設問1

下記の用語の単位 (SI 単位) を記述しなさい。

- (1) 熱貫流抵抗
- (2) 粘性係数
- (3) 立体角
- (4) 形態係数
- (5) 対流熱伝達率

#### 設問2

下記の用語を説明しなさい。説明に記号を用いる場合にはその定義を明確に記述すること。

- (1) ビオ数
- (2) 膜温度
- (3) ヌセルト数
- (4) せん断応力

#### 設問3

熱伝導率  $19 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  の円管 (内径  $2 \text{ cm}$ 、外径  $4 \text{ cm}$ ) の周囲が熱伝導率  $0.2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  の断熱材 (厚さ  $2 \text{ cm}$ ) で覆われている。円管内壁が  $500^\circ\text{C}$ 、断熱材外表面が  $100^\circ\text{C}$  に保たれているときの単位円管長さ当たりの熱損失量を求めなさい。

## 専門0 環境工学基礎

### 問10 工業熱力学

#### 設問1

以下の3つの熱サイクルについて、構成要素とサイクルの過程を説明しなさい。また、各熱サイクルの  $T$ - $s$  線図、および(1)、(2)については  $p$ - $v$  線図を、(3)については  $p$ - $h$  線図を描きなさい。

- (1) ブレイトンサイクル
- (2) ランキンサイクル
- (3) 蒸気圧縮冷凍サイクル

#### 設問2

いま、成分の質量比が C:83%, H:11%, O:4%, N:2% である燃料油を  $125^{\circ}\text{C}$  の予熱空気で燃焼させる。ただし、燃料油の低位発熱量は  $\Delta h_c = 41 \text{ MJ/kg}$  とする。燃焼に用いる空気(air)の成分は  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  とし、それぞれの質量比は 0.77、0.23 とする。C,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  の分子量はそれぞれ 12, 2, 32, 28, 18, 44 とする。また、エンタルピー計算においては基準温度を  $25^{\circ}\text{C}$  とする。大気圧下における  $25^{\circ}\text{C}$  ~ 排ガス温度までの各気体の定圧比熱  $c_p$  [ $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ] は以下の平均値を用いて計算せよ。

$c_p$ [ $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ]	air	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2$
$25^{\circ}\text{C}$ ~ 排ガス温度までの平均値	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0

- (1) この燃料油を燃焼させるために必要な理論空気量を求めなさい。
- (2) この燃料油を  $125^{\circ}\text{C}$  の空気を用いて、空気比  $\mu = 3.0$  で断熱燃焼させた。排ガス温度は何 $^{\circ}\text{C}$  になるか求めなさい。

## 専門0 環境工学基礎

### 問11 環境生理学

#### 設問1

寒冷曝露時に見られるヒトの産熱反応における褐色脂肪組織と骨格筋の役割を説明しなさい。

#### 設問2

夜間の光曝露がメラトニン分泌およびサーカディアンリズムに及ぼす影響について説明しなさい。

#### 設問3

以下の用語について説明しなさい。

(1) ベルグマンの法則

(2) 熱けいれん

## 専門0 環境工学基礎

### 問12 温熱環境工学

#### 設問1

下記の温熱環境測定器、空気の状態等について説明しなさい。説明に記号を用いる場合にはその定義を明確に記述すること。必要に応じて図を用いてもよい。

- (1) アスマン通風乾湿計
- (2) 飽和度
- (3) 顕熱比

#### 設問2

下記の温熱環境指標、用語等について説明しなさい。説明に記号を用いる場合にはその定義を明確に記述すること。必要に応じて図を用いてもよい。

- (1) 湿球黒球温度 (WBGT)
- (2) 皮膚ぬれ面積率 (Skin wettedness)
- (3) 不快指数 (Discomfort Index : DI)

#### 設問3

建築物における表面結露と内部結露について、その発生メカニズムと結露防止対策を説明しなさい。



## 専門0 環境工学基礎

### 問13 応用数学

設問1 次の微分方程式を解け。

$$(y^3 + y)dx + (xy^2 - x)dy = 0$$

設問2 以下の問いに答えよ。ただし、 $y' = \frac{dy}{dx}$ とする。

(1)  $y'' - 2y' - 5y = 0$  の一般解を求めよ。

(2)  $y'' - 2y' - 5y = 2\cos 2x$  の一般解を求めよ。

設問3 以下の問いに答えよ。

周期が2となる以下の関数 $f(x)$ のフーリエ級数を求めよ。

$$f(x) = x^2 \quad (-1 \leq x \leq 1)$$

設問4 関数 $f(t)$ のラプラス変換を $F(s)$ 、関数 $y(t)$ のラプラス変換を $Y(s)$ とする。以下の問いに答えよ。

(1)  $f'(t)$ のラプラス変換が $sF(s) - f(+0)$ であることを利用して、 $\int_0^t f(t)dt$ のラプラス変換が $\frac{1}{s}F(s)$ であることを証明せよ。

(2) 次の微分方程式の未知関数 $y(t)$ のラプラス変換 $Y(s)$ を求めよ。

$$y'' - 5y' - 6y = 0 \quad [\text{初期条件 } y(0) = 0, y'(0) = 2]$$

(3)  $\frac{1}{s-a}$ のラプラス逆変換が $e^{at}$ であることを利用して、(2)で求めた $Y(s)$ についてラプラス逆変換を行い、微分方程式を解け。

北海道大学大学院工学院修士課程  
2024年4月入学ならびに2023年10月入学  
入学試験  
建築都市空間デザイン専攻  
空間性能システム専攻

専門1 問題冊子

試験時間：13：00～16：00

注：

- ① 問題は、問1から問4までである。志望する講座により、一つの間を選択すること。問ごとに設問数が異なっている。各問の指示に従って解答すること。

問1：空間防災講座	設問1～3 → 2設問選択
問2：空間計画講座	設問1～3 → 2設問選択
問3：空間性能講座	設問1～3 → 全問選択
問4：建築システム講座	設問1～4 → 1設問選択
- ② 解答用紙の表紙である問題選択票と8枚の解答用紙をはずしてはいけません。試験終了後にホッチキスで留めてあるまま提出すること。2枚の草案紙は持ち帰ること。
- ③ 解答用紙の枚数は各問の指示に従うこと。表面だけで解答しきれないときには裏面を使うこと。解答用紙は補充しません。
- ④ 8枚の解答用紙のすべてに受験番号を記入し、解答に使用したすべての解答用紙に問番号を記入すること。また、問題選択票と草案紙にも必ず受験番号を記入すること。設問番号は解答用紙の枠内の最初に記入すること。

北海道大学大学院工学院修士課程  
2024年4月入学ならびに2023年10月入学  
入学試験

建築都市空間デザイン専攻  
空間性能システム専攻

専門1 問題冊子

## 専門1 問1 空間防災講座

以下の3つの設問から2つを選択して答えなさい。入学を希望する研究室の設問は必ず解答すること。また、解答用紙の枚数は各設問の指示に従い、各解答用紙には、問番号(問1)と解答する設問番号(設問1から設問3のいずれか)を明記すること。

### 設問1 (建築構造工学研究室)

以下の小問(1)~(4)の全てに解答しなさい。解答は、解答用紙2枚以内に収めること。

- (1) モデルや仮定を適切に設定して、たわみの微分方程式を導け。図や式展開を適度に示すこと。
- (2) 設計スペクトルを図示し、そこに変位一定領域、加速度一定領域と速度一定領域を表現せよ。具体的な数値は述べなくてよい。さらに、設計スペクトルの理論的根拠と活用方法を、150字程度で説明せよ。
- (3) 建築構造物の設計では、構造系全体および各部材の挙動と終局状態(壊れ方)を認識することが求められる。鋼構造の梁材において考慮すべき終局状態に、① 曲げ降伏、② 曲げねじれ座屈、③ 局部座屈、④ 破断、が挙げられる。それぞれの終局状態と設計での対応について、知るところを100字程度で述べよ。
- (4) 構造解析において、マトリックス法とはどのような定式化であり、現在の構造設計技術や研究にどのような役割を果たしているか、知るところを300字程度で述べよ。

### 設問2 (構造制御学研究室)

以下の小問(1)~(2)の全てに解答しなさい。解答は、解答用紙2枚以内に収めること。

- (1) 少子高齢化が進む日本においては、限られた原資の下で建築ストックの維持・活用を効率的に進めていく方策が求められている。建築構造の立場から貢献できる方策を具体的に2例以上挙げて論じなさい。なお、文字数はすべての方策合わせて1000字程度とする。
- (2) 以下に挙げる①~⑤の用語をそれぞれ100字程度で説明しなさい。図・式を併用しても良い。ただし、図・式は字数に含めなくてよい。
  - ① ニュートン法
  - ② ニュートンの第二法則
  - ③ 履歴減衰
  - ④ Newmark  $\beta$ 法
  - ⑤ フーリエスペクトル

### 設問3 (都市防災学研究室)

以下の小問(1)~(3)の全てに解答しなさい。解答は、解答用紙2枚以内に収めること。

- (1) 1923年に関東地方で発生した巨大地震に関して知るところを400字程度で述べよ。
- (2) (1)の地震から100年が経過した現在、同じ地域で同規模の地震が発生した場合に生じる被害に関して、当時との比較を含めて自分の考えを300字程度で述べよ。
- (3) 北海道の地震・津波防災に関して自分の考えを300字程度で述べよ。

## 専門1 問2 空間計画講座

注：空間計画講座の志望者は、下記の設問1、設問2、設問3から2設問を選択し、設問ごとに解答用紙を別にし、さらに解答用紙には選択した設問番号・記号を記載しなさい。入学を希望する研究室の設問は必ず解答すること。

### 設問1 (建築デザイン学研究室)

次の(1)(2)両方の問いに答えよ。必要に応じて図を用いてもよい。  
解答は枝間ごとにそれぞれ解答用紙1枚ずつに記述すること。

- (1) 1996年、文化財保護法の一部改正によって文化財登録制度が導入された。制度導入時の背景と目的、導入後四半世紀以上が経過した現在におけるその成果と課題について、具体的な登録有形文化財(建造物)を複数あげながら論じなさい。
- (2) 過去10年以内に日本国内に竣工した木造、あるいは一部木造の混構造による公共建築物を複数取り上げ、その特徴について現代の木材利用促進の観点から論じなさい。

### 設問2 (建築計画学研究室)

次の(1)(2)両方の問いに答えよ。  
解答は枝間ごとにそれぞれ解答用紙1枚ずつに記述すること。

- (1) 東急歌舞伎町タワーのトイレが話題となっている。いわゆるジェンダーレストイレに関する議論である。当該トイレは、女性用トイレ個室が2つ、男性用トイレ個室が2つ、ジェンダーレストイレ個室が8つ、バリアフリートイレ個室が1つ、が同一のトイレ空間内に設けられている。手洗いは共用となっている。一方、海外におけるユニセックスあるいはジェンダーレストイレは、アクセシブルトイレを含めて、一つのトイレ空間に個室を内包するのではなく、屋外や廊下などに直接面するかたちで個室が並べられていることが多い。手洗いは全て個室に備え付けられている。

上述の東急歌舞伎町タワーと海外のトイレを比較し、①(イ)ジェンダー(ロ)CPTED(ハ)ユニバーサルデザインの観点から、それぞれの利点と問題を指摘・整理せよ。また、①を踏まえて、②小学校・図書館・オフィスビルの3つの施設種を想定し、それぞれの計画と設計におけるユニセックス/ジェンダーレストイレの目標と課題、実現・解決のための具体的な方法、それにより期待できる効果を論じよ。

- (2) 建築基準法はこれまでに何度も改正が繰り返されているが、下記に挙げる令和4年度改正内容の背景と改正の主旨を述べ(①~②)、建築都市法規が関わる身近な空間や景観の課題について論述しなさい(③)。

- ① 住宅の居室にあつては、その床面積の1/7以上の大きさの採光に有効な開口部面積の確保が必要。

【改正】原則1/7以上としつつ、一定条件の下で1/10以上まで必要な開口部の大きさを緩和できる。

(採光条件を確保できない建築物の例や熱損失の観点等をイメージしながら解答せよ)

- ② 耐火性能が要求される大規模建築物において、壁・柱等の全ての構造部材を例外なく耐火構造とすることを要求。

【改正】防火上・避難上支障がない範囲内で、部分的な木造化を可能とする。

(例えばどのような場面で木造化が可能となるかをイメージしながら解答せよ)

- ③ 身近な場面で遭遇する建築都市法規が影響したと考えられる空間や景観の例を具体的に挙げ、その課題を述べ、改善策を論じよ(関連法規は建築基準法に限らない)。

### 設問3 (都市地域デザイン学研究室)

次の(1)(2)両方の問いに答えよ。

解答は枝間ごとにそれぞれ解答用紙1枚ずつに記述すること。

- (1) 都市計画における「第一種市街地再開発事業」の仕組みについて、専門用語を用いて400字程度で説明しなさい。さらに、事業前と事業後の空間形態と権利関係について専門用語を用いて図示しなさい。
- (2) わが国の地方都市では人口減少が著しいことから、市街地を集約するコンパクトシティを計画している都市は多い。わが国の自治体において、人口が著しく減少している都市を具体的に取り上げ、次の①～⑥の点について取り組むべき課題をそれぞれ記述しなさい。

- ① 都市名
- ② 居住区域について
- ③ 自治体が管理する公共施設について
- ④ 自治体が管理する公共インフラについて
- ⑤ 地域の交通計画について
- ⑥ 少子高齢化への対応について

## 専門1 問3 空間性能講座

以下の3つの設問を全て解きなさい。設問ごとにそれぞれ解答用紙2枚以内に記述すること。  
それぞれの解答用紙には設問番号を明記すること。

### 設問1

同じ室内温熱環境に滞在していても温熱的に快適と感じる人と不快と感じる人がいる。  
このような温熱的快適性に見られる個人差の要因を列举せよ。また、個人差に対応可能な  
温熱的快適性の改善方策について述べよ。

## 設問 2

札幌市は 2021 年 3 月に「札幌市気候変動対策行動計画」を策定した。この中で 2050 年に温室効果ガス排出量を実質ゼロとする（ゼロカーボン）目標を設定し、札幌市の 2050 年のあるべき姿を以下のとおり設定した。下記の①～⑥につて、具体的にどのようなことなのかを空間性能システムを専攻する者としてそれぞれ 150 字以上で答えなさい。

### 心豊かにいつまでも安心して暮らせるゼロカーボン都市 環境都市・SAPPORO

「エネルギーを自給自足する災害にも強い住宅・建築物①が普及するとともに、都心部への再生可能エネルギーの導入②が進み、暖房エネルギー消費が多い積雪寒冷地にあっても、再生可能エネルギーが主体となった快適で健康な暮らしや効率的な経済活動が実現しています。道内の多種多様で豊富な再生可能エネルギーが最大限に活用③されています。また、再生可能エネルギーの出力変動への対応に有効な水素の供給システムの構築が進み、日常の暮らしや経済活動に水素エネルギーが利活用される社会④が到来しています。公共交通を軸としたコンパクトな都市⑤が形成され、歩いて暮らせるまちが実現しています。また、公共交通やその他の車においては、人工知能(AI)や情報通信技術(ICT)を導入した、災害時にも活用できる電気自動車(EV)や燃料電池自動車(FCV)が普及しています。それらのエネルギー源は、再生可能エネルギーが主体となっており、快適で健康的な移動が実現しています。プラスチックごみは減り、道産木材の活用が進んだ循環型社会が実現しています。人々は木のぬくもりを感じながら暮らし、豊かなみどりや自然生態系が守られています。多くの市民が環境負荷の低減を意識したライフスタイルを選択することで、食品・資源・エネルギーの地産消費など地域内経済循環⑥が進むとともに、ESG 投資といった環境に配慮した企業活動を後押しする経済・社会システムのもとに事業者が新たな製品・技術の開発に盛んに取り組んでおり、その成果を札幌発の先進事例として国内外に発信しています。」

引用：札幌市気候変動対策行動計画 ゼロカーボン都市「環境首都・SAPPORO」を目指して  
([https://www.city.sapporo.jp/kankyo/ondanka/kikouhendou\\_plan2020/documents/summary.pdf](https://www.city.sapporo.jp/kankyo/ondanka/kikouhendou_plan2020/documents/summary.pdf))

- ① エネルギーを自給自足する災害にも強い住宅・建築物
- ② 都心部への再生可能エネルギーの導入
- ③ 道内の多種多様で豊富な再生可能エネルギーが最大限に活用
- ④ 水素エネルギーが利活用される社会
- ⑤ コンパクトな都市
- ⑥ 食品・資源・エネルギーの地産消費など地域内経済循環



### 設問 3

(1)下の文章はIEAが出版しているEnergy EfficiencyレポートのExecutive summaryの一文である。この文章の文脈中におけるEnergy security、Energy efficiency、Climate goalsについて説明しなさい。

The unparalleled global energy crisis sparked by the Russian Federation's (hereafter "Russia") invasion of Ukraine has dramatically escalated concerns over energy security and the inflationary impact of higher energy prices on the world's economies.

Lowering record-high consumer bills and securing reliable access to supply is a central political and economic imperative for almost all governments. While there are many ways for countries to address the current crisis, focusing on energy efficiency action is the unambiguous first and best response to simultaneously meet affordability, supply security and climate goals.

With efforts to conserve and better manage energy consumption in sharp focus since the onset of the crisis, efficiency progress has gained momentum, with annual energy intensity improvements expected to reach about 2% in 2022.

IEA (2022), Energy Efficiency 2022, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022>, License: CC BY 4.0

(2)下表はIEAが出版している日本のEnergy Policyに関するレビュー中にある、それぞれのsectorにおける2030年目標にむけてEnergy Efficiencyの向上に関して採るべき対策を列挙している。Commercial sectorとResidential sectorからひとつを選び具体的に説明しなさい。なお、introduction of high-efficiency equipmentに関しては例示されているpromotion of efficient lighting以外の事柄を挙げてよい。

	Main measures	2030 target in Mtoe*
Industry	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commitment to a low-carbon society of four major industries (steel, chemical, cement, pulp and paper)</li> <li>Strengthened energy management in factories</li> <li>Development and introduction of innovative technology (e.g. environment-conscious iron manufacturing process and use of CO<sub>2</sub> as raw material)</li> <li>Introduction of highly efficient facilities (e.g. low-carbon furnaces, high-performance boilers, co-generation)</li> </ul>	8.86 (21%)
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diffusion of next-generation automobiles and improvement of fuel efficiency</li> <li>Traffic flow control</li> </ul>	13.66 (32%)
Commercial sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy efficiency in buildings (mandatory standards for new buildings; promotion of net zero-energy buildings)</li> <li>Introduction of high-efficiency equipment (promotion of efficient lighting)</li> <li>Building energy management systems (introduction to about half of the buildings)</li> <li>Promotion of national movement <i>Setsuden</i></li> </ul>	10.42 (24%)
Residential sector	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy efficiency in houses (mandatory standards for new houses, promotion of net zero-energy buildings)</li> <li>Introduction of high-efficiency equipment (promotion of efficient lighting)</li> <li>Home energy management systems (introduction to all houses)</li> <li>Promotion of national movement <i>Setsuden</i></li> </ul>	9.86 (23%)
Total savings		42.76

\* Japan's officially stated goal is to achieve energy savings of 50.3 million kilolitres of oil equivalent. One kilolitre of oil equivalent equals 0.85 metric tonnes of oil equivalent.

Source: METI (2018b), *Japanese Industrial Energy Efficiency Best Practices*, [www.aceee.org/sites/default/files/pdf/conferences/intl/2018/ito.pdf](http://www.aceee.org/sites/default/files/pdf/conferences/intl/2018/ito.pdf).

IEA (2021), Japan 2021, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/japan-2021>, License: CC BY 4.0

## 専門1 問4 建築システム講座

建築設計学研究室、環境空間デザイン学研究室、建築構造性能学研究室、建築材料学研究室

設問1～4の中から入学を志望する研究室の設問を一つ選択し、解答せよ。

解答用紙には選択した設問番号を記載すること。

### 設問1 (建築設計学)

次の問(1)(2)(3)すべての問いに答えよ。必要に応じて図を用いてもよい。

解答は枝問ごとそれぞれ解答用紙1枚ずつに記述し、解答用紙には問題番号を示すこと。

(1)

構造耐力上主要な部分に木質材料を用いた木質構造の代表的な構法には、①木造軸組構法、②伝統構法、③大断面集成材工法、④枠組壁工法、⑤丸太組構法、⑥CLTパネル工法がある。これらの特徴について、構造システム、得意な建築タイプ・用途、主に使用される材料、それらの建設を行うための生産システム等の視点から各200字程度で述べよ。

(2)

建築を表現するメディア作品(イメージパース、ダイアグラム、コンセプチュアルドローイング、模型、建築写真、動画等)で自身が重要性を感じているものを具体的にひとつ挙げ、作品の説明とともにその表現がもたらすと考える現代建築の設計手法への展開の可能性について400字程度で論じよ。

(3)

妹島和世+西沢立衛/SANAAが設計した『金沢21世紀美術館』(2004)は、外周が全面ガラス張りの円形の平屋で、そのなかに多様な大きさ・形状の展示室が散在するという構成をもつ特徴的な建築である。そのダイアグラムや配置計画がもたらしたといわれる建築、美術館、公共空間としての革新性について400字程度で述べよ。

## 設問2 (環境空間デザイン学)

下記の(1) - (2)の間に答えよ。

解答用紙は問ごとにそれぞれ1枚使用すること。

- (1) 2050年カーボンニュートラル(CN)実現に向けて、民間と同様に公共建築物(庁舎)におけるZEB化が進んでいる。そこで、下記にある温暖地の公共建築物におけるトップランナーの事例を参考にし、先進的な取り組みに関する具体的な内容を600字程度、更にわかりやすく概念図を用いて述べよ。加えて、「寒冷地と温暖地の違い、都市と建築それぞれの視点」を踏まえ、積雪寒冷地におけるZEBの普及に向けた自身の考えを400字程度で述べよ。

<参考事例>

横浜市役所、京都市役所分庁舎など

- (2) 建築の計画・設計において、居住者や利用者への健康影響を配慮することは非常に重要である。建築物内で発生した健康影響の例を挙げて、その背景、発生状況と対策の経緯について記した上で、今後の建築のあり方について自身の考えを800字程度で述べよ。

### 設問3 (建築構造性能学)

下記の(1)から(3)まで、それぞれ解答用紙を1枚ずつ使用して解答すること。必要に応じて図表や数式を用いてもよい。

(1) 建築構造物の構造設計に関する用語について、次の①～⑤をそれぞれ200字程度で説明せよ。

- ① 部材の曲げ破壊
- ② 部材の座屈
- ③ 構造物の固有周期
- ④ 地震応答スペクトル
- ⑤ 免震構造

(2) 数値計算による構造解析に関する用語について、次の①～⑤をそれぞれ200字程度で説明せよ。

- ① 剛性方程式
- ② 時刻歴応答解析
- ③ 粘性減衰
- ④ 履歴減衰
- ⑤ 非線形解析

(3) 一様な断面を持つ直線的なトラス部材またはラーメン部材の部材軸方向に関する剛性行列がどのように表現されるか、必要となる諸元を定義しつつ、導出過程を含めて説明せよ。

設問4 (建築材料学)

解答用紙は【1】～【2】にそれぞれ1枚、計2枚を使用せよ。

【1】 鉄板の表面にウレタン樹脂が塗装された複合材料を考える。この複合材料の塗装面に、乾燥空气中で紫外線を照射した場合について、以下の問いに答えよ。

(1) 塗装面のガスバリア性が十分に低下するほどの長時間の紫外線照射によって、この複合材料に生じると考えられる劣化現象について最も不適切なものを選び、またその理由について簡潔に述べよ。

- ① 塗装が紫外線によって破壊され、乾燥空気が鉄板表面に接触しやすくなる。
- ② 鉄板表面に乾燥空气中の酸素が到達することで、鉄と酸素の間に相互作用が生じる場合がある。
- ③ 紫外線によって塗装面が劣化し、「ふくれ」を生じる場合がある。
- ④ 塗装面と鉄表面の間の付着力が低下し、塗装の一部が剥離する場合がある。

(2) 長時間の紫外線照射によって、ウレタン樹脂のガスバリア性が変化するとき、塗装面の $O_2$ ガス透過率が、初期値の $G_i$ から $G_f$ に達するまでにかかる紫外線照射時間 $t_f$  [sec]は、試験槽内の絶対温度 $T$ [K]に依存し、 $t_f$ と槽内温度 $T$ には以下のアレニウスの関係が成り立っているものとする。

$$\frac{1}{t_f} = A \exp\left(\frac{-E}{k_B T}\right)$$

但し、

$k_B$ : ボルツマン定数

$A$ : 温度に依存しない材料定数

$E$ : 活性化エネルギー

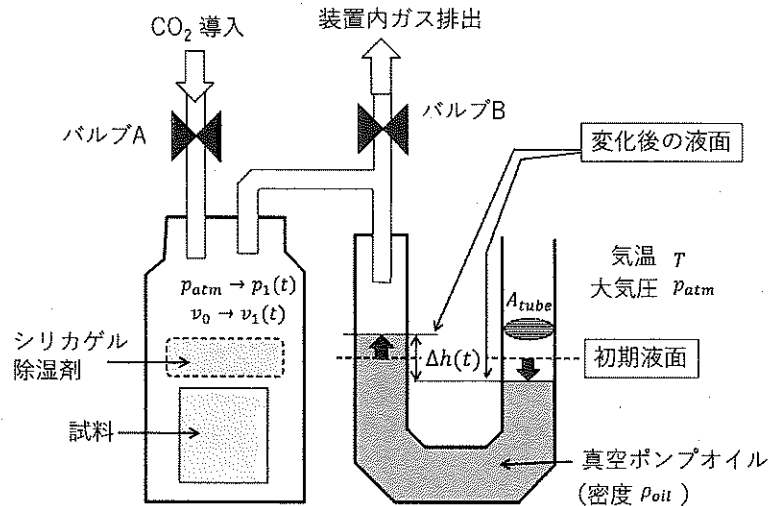
であるとする。

ここで、試験槽内の温度が $T=T_0$ で保持されていた場合、 $t_f=t_0$ であり、 $T=T_1$ で保持されていた場合、 $t_f=t_1$ であるとした場合に、 $T=T_2$ のときに、塗装面の $O_2$ ガス透過率が $G_f$ に達するまでにかかる時間 $t_2$ を $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $t_0$ 、 $t_1$ を用いて表せ。

【2】 試料の CO<sub>2</sub> 吸収性能を評価する以下の実験装置について答えよ。

下図のように、①～③で構成された実験装置がある。

- ① 気密性の高いサンプル瓶
- ② 揮発しない真空ポンプオイルが一定量入った断面積が一定な U 字容器
- ③ ①と②の間を、気密性を保ったまま接続する管と 2つのバルブ (A) (B)



この装置は、気温が  $T$  [K]、大気圧が  $p_{atm}$  [Pa] の雰囲気下に設置されており、図中のバルブ A と B を操作することにより、サンプル瓶、細管、真空オイル液面に囲まれた密閉空間  $V$  には、CO<sub>2</sub> を吸収することのできるコンクリート系の試料をいれてからすぐさま外気圧と同じ全圧  $p_{atm}$  の CO<sub>2</sub> ガスが満たされた状態であるとする。このときの時間を  $t=0$  [sec] とし、密閉空間  $V$  の容積を  $v_0$ 、その後、時間  $t$  が経過した後の容積を  $v_1(t)$ 、圧力を  $p_1(t)$ 、真空ポンプオイルの液面高さ位置の差 (液面較差) を  $\Delta h(t)$  とする。また、真空ポンプオイルの密度を  $\rho_{oil}$ 、液面位置が移動する部分の容器の断面積を  $A_{tube}$  とする。また、設置するコンクリート系試料は CO<sub>2</sub> を吸収した後、炭酸化反応により水分を放出するが、予め設置されたシリカゲル除湿剤により、速やかに除湿されるものとする。これらを踏まえて、以下の問いに答えよ。

(1) 初期の CO<sub>2</sub> ガスの物質量  $n_0$  は、気体状態方程式から、

$$n_0 = \frac{p_{atm} v_0}{RT}$$

であるとする、時間  $t$  経過後の CO<sub>2</sub> ガスの物質量  $n_1(t)$  を  $p_1(t)$ 、 $v_1(t)$ 、 $R$ 、 $T$  を用いて表せ。

(2) 時間  $t$  経過後の圧力  $p_1(t)$  を  $p_{atm}$ 、 $\rho_{oil}$ 、 $\Delta h(t)$ 、および重力加速度を  $g$  で表せ。

(3) 時間  $t$  経過後の体積  $v_1(t)$  が以下の式で表せるとき、 $n_1(t)$  を  $p_{atm}$ 、 $\rho_{oil}$ 、 $\Delta h(t)$ 、 $R$ 、 $T$ 、重力加速度  $g$ 、 $v_0$ 、 $A_{tube}$  で表せ。

$$v_1(t) = v_0 - \frac{A_{tube} \Delta h(t)}{2}$$

(4) セメント含有率がより大きい同重量のコンクリート系試料を設置した場合の、 $\Delta h(t)$  の変化について簡潔に述べよ。