

博士課程前期 2 年の課程
一般選抜（令和 7 年 4 月入学）
専門科目試験問題（サステナブル空間構成学講座）
Master's Program Entrance Examination
Regular Program (for Entry in April 2025)
Questions (Sustainable Architecture and Building Science Course)

◆注意事項 / Notice

- (1) 配布物は以下の通りである。

Following sheets are distributed;

- 問題用紙 8 枚（表紙を除く） / 8 of question sheets (except this cover sheet)
- 解答用紙 12 枚 / 12 of answer sheets

- (2) 解答用紙には、問題番号と受験番号のみを記入し、氏名を書いてはならない。受験番号のないもの、また、受験者の氏名の書いてある解答は無効となるので注意すること。

Write the Question number of your answer and your Examination Identification number on the top of each answer sheet. Do NOT write your name. If you don't follow the directions, your answer will be invalidated.

- (3) 問題は全部で 6 問である。各問題に対し、別々の解答用紙に答えること。解答用紙は全部で 12 枚あるので、各問題に対して、複数の解答用紙を使用してもよい。ただし、解答用紙の裏面は使用しないこと。

There are six (6) questions. Write the answer of each question on the different answer sheet(s). A set of twelve (12) answer sheets is given. You can use two (2) or more answer sheets for one question, if necessary. However, do not use the back sides of the answer sheets.

問題 1 (計 45 点)

問題 1-1

表 1-1 は総合熱伝達率 α の実用値である。

- (1) 対流熱伝達率、放射熱伝達率、総合熱伝達率の定義をそれぞれ説明せよ。なお、単位を示すこと。
- (2) 表中の室内側の実用総合熱伝達率について、熱流が鉛直上向きの場合よりも鉛直下向きの場合の方が値が小さいことがわかる。この理由について説明せよ。
- (3) 表から、「室内側」と「室外側」で実用総合熱伝達率の値が大きく異なることがわかる。この違いが生じる理由を説明せよ。

表 1-1

条件		α [W/m ² K]
室内側	水平面 (熱流が鉛直上向きの場合)	9
	水平面 (熱流が鉛直下向きの場合)	7
室外側	風速 3 m/s	23

問題 1-2

- (1) ヒートアイランドとはどういう現象か説明せよ。
- (2) ヒートアイランド現象の原因は、一般的に以下の 3 つであると言われている。
 - ① 都市表層の自然被覆から人工被覆への変化
 - ② 都市部における人工排熱の増加
 - ③ 都市の高層・高密度化による換気・通風性能の悪化①～③のそれぞれが、いかにしてヒートアイランド現象を強めるか説明せよ。

問題 2 (計 45 点)

問題 2-1

図 2-1 に示す建物があり、その外壁のうちの一つを壁体 A と呼ぶ。壁体 A に入射する日射量を J [W/m^2]、壁体 A における実効放射量を J_e [W/m^2]、壁体 A の面積を S [m^2]、外気温を θ_o [$^{\circ}\text{C}$]、室温を θ_i [$^{\circ}\text{C}$] とし、定常伝熱を仮定して以下の問いに答えよ。

- (1) 壁体 A の熱伝導抵抗が r_A [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]、壁体 A の屋外側・屋内側の総合熱伝達率がそれぞれ α_o 、 α_i [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]、壁体 A の表面の放射率と日射吸収率がともに 1 であったとする。このときの室内における壁体 A を通じた熱取得 H [W] を、前出の記号の中から適切なものを用いて表せ。
- (2) (1) の壁体 A が日射透過性の材料に置き換わって、壁体 A の日射吸収率が 0 になり、日射透過率が 1 になったとする。このときの室内における壁体 A を通じた熱取得 H [W] を、前出の記号の中から適切なものを用いて表せ。ただし、壁体 A の日射吸収率および日射透過率以外の条件は(1)と変わらないものとする。
- (3) 室内で空調が行われない場合、室温は自然室温となる。壁体 A の条件が(2)と同じときの自然室温 $\theta_{i,n}$ [$^{\circ}\text{C}$] を、前出の記号 (θ_i を除く) の中から適切な記号を用いて表せ。ただし、壁体 A 以外の外壁からの熱取得は無視し、内部発熱や換気も無いものとする。

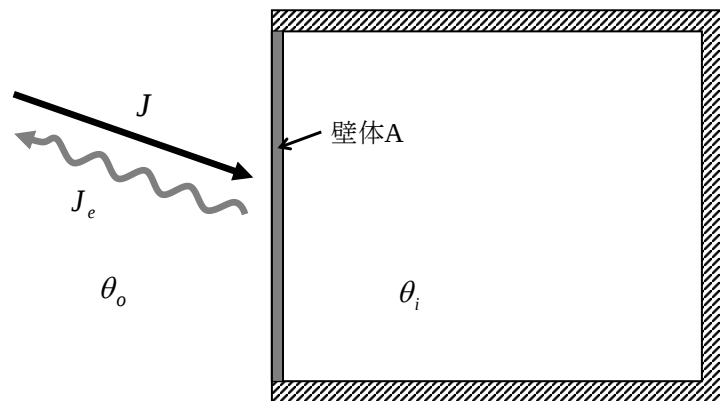


図 2-1

問題 2-2

図 2-2 に示す建物について以下の問いに答えよ。ただし、屋外は無風であり、室内外の温度差は無いものとする。また、室内の空気は常に完全混合状態にあるものとする。

- (1) 気体の汚染物質 X が室内で発生しており、その発生量が $M[\text{m}^3/\text{h}]$ であった。排気ファンによってこの室を換気量 $Q[\text{m}^3/\text{h}]$ で十分に長い時間換気すると、物質 X の室内濃度が一定となった。このときの物質 X の室内濃度 $C[\text{m}^3/\text{m}^3]$ を、 Q 、および図 2-2 中の記号の中から適切なものを用いて表せ。
- (2) 時間 $t[\text{h}]$ が $t < 0$ のとき、室は(1)の状態であった。 $t = 0$ において、排気ファンを調節して換気量を 2 倍 ($=2Q$) に増加させ、以降、その換気量を維持した。 $t \geq 0$ における物質 X の室内濃度 $C[\text{m}^3/\text{m}^3]$ を、 Q 、 t 、および図 2-2 中の記号の中から適切なものを用いて表せ。
- (3) この室の開口の相当開口面積は $\alpha A[\text{m}^2]$ であった。(2)の $t \geq 0$ における室内外の静圧差 $\Delta p[\text{Pa}]$ を、 Q 、 αA 、および図 2-2 中の記号の中から適切なものを用いて表せ。

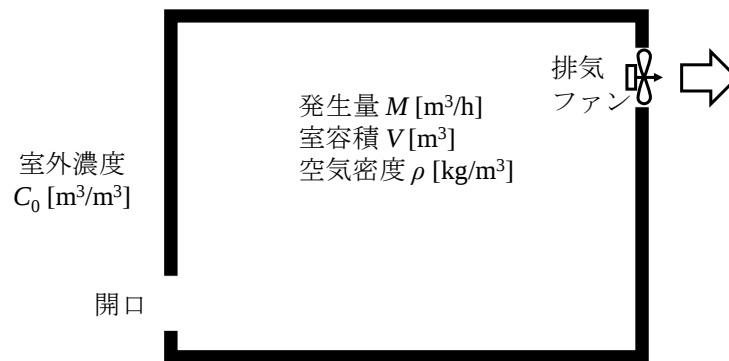


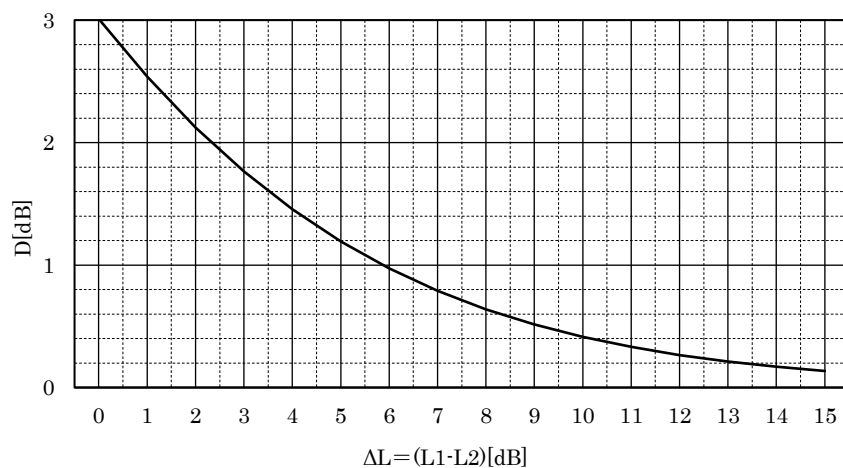
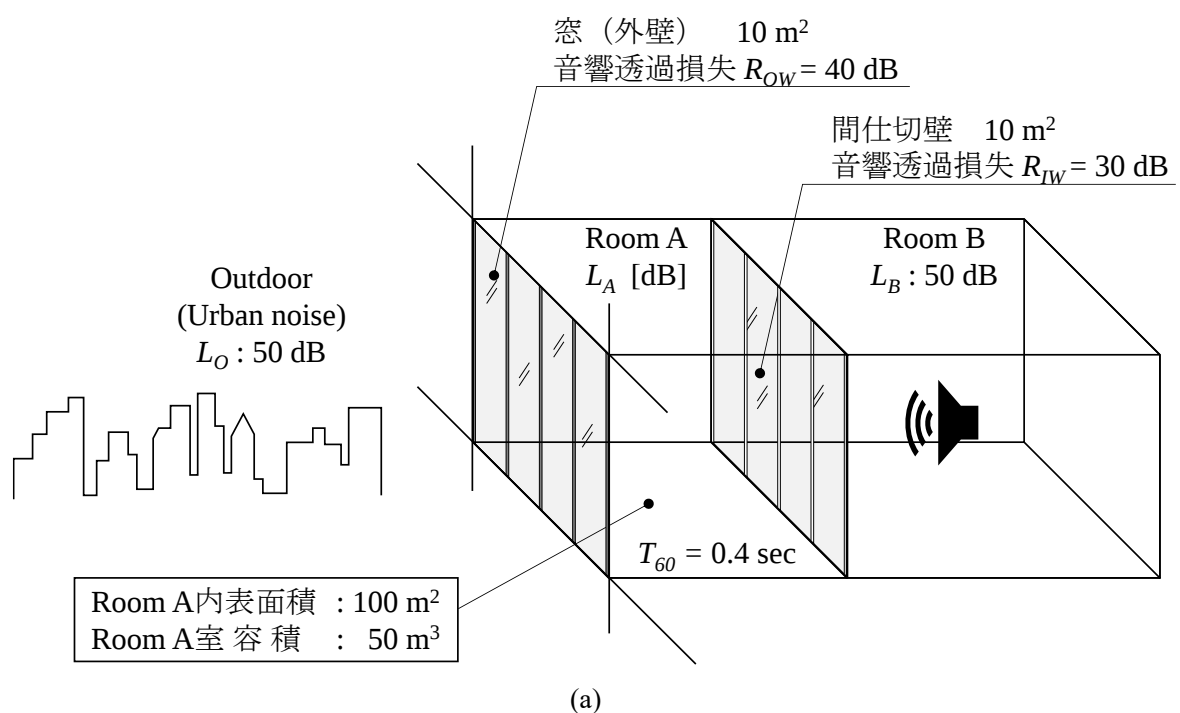
図 2-2

問題 3 (計 45 点)

問題 3-1

図 3-1(a)に高層ビルの中層フロアにあるペリメータの Room A、インテリアの Room B を示す。屋外の騒音と、Room B の音圧レベル L_O, L_B が与えられている。Room A の残響時間 T_{60} は 0.4 sec である。音圧レベルの合成には図 3-1(b)を用いて良い。

- (1) Sabine の残響式にて Room A の吸音力を求めよ。
- (2) 屋外からの透過音による Room A の音圧レベルを求めよ。
- (3) Room B からの透過音による Room A の音圧レベルを求めよ。
- (4) 屋外と Room B からの透過音による Room A の音圧レベルを求めよ。



(b) 2 音の合成

図 3-1

問題 3-2

図 3-2 に示す、均等拡散の特性を持つ照明器具が天井に設置された部屋がある。照明器具の光束を $F = 360 \text{ lm}$ とし、照明器具から見て 45° の方向の床面上の点 P の照度を求める。照明器具は小さく、発光面の形状や大きさを考慮する必要はない。なお、解答の際には単位のあるものは単位を示すこと。計算の過程で円周率を用いる必要がある場合には π として良い。また、三角関数を用いる場合 $\sin \theta$ 、 $\cos \theta$ などの表現としても良い。

- (1) 照明器具から点 P 方向の光度 I_{45} はいくらか。
- (2) 天井高 h が 3 m のとき、点 P の直接照度 E_d はいくらか。

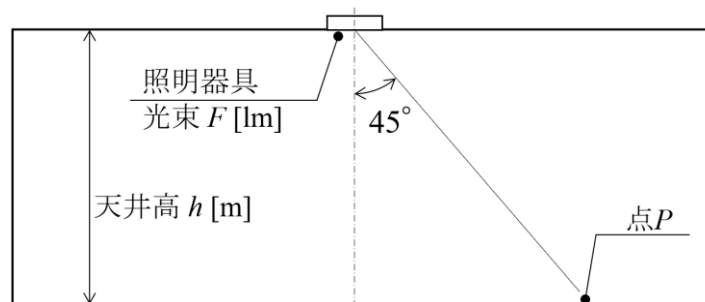


図 3-2

問題 4 (計 45 点)

問題 4-1

衛生設備に関する問いに答えよ。図 4-1 に示す給水設備、排水設備について、複数の不適切な箇所がある。それぞれ 2 つ以上指摘し、改善策を簡潔に述べよ。

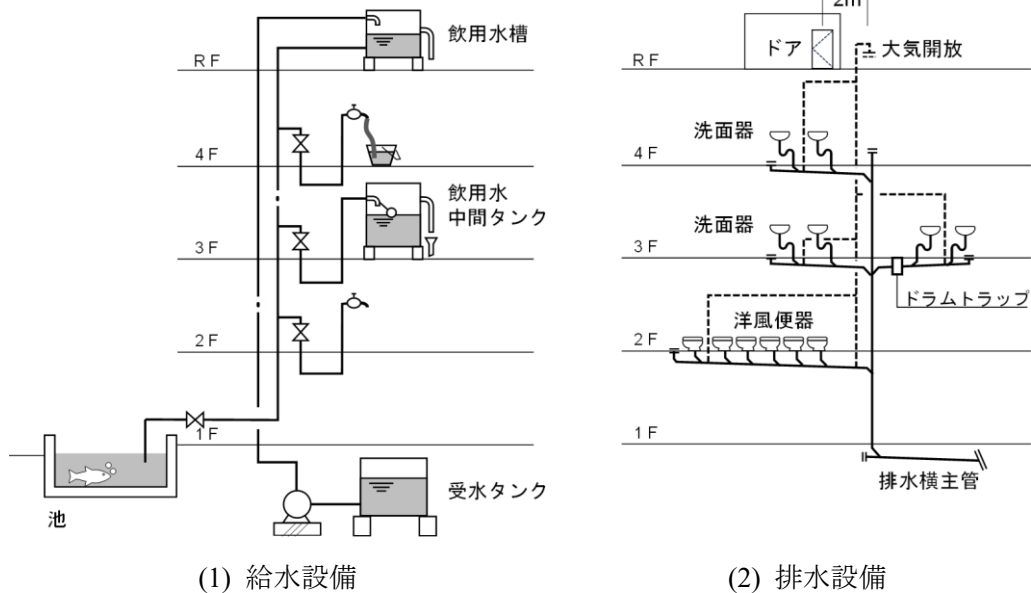


図 4-1

問題 4-2

空調・換気設備に関する以下の問いに解答せよ。

- (1) 排煙設備の目的と概要について簡潔に説明せよ。
- (2) 排煙の免除のためにはどのような検証が必要か答えよ。

問題 4-3

電気設備に関する以下の問いに答えよ。

- (1) TAL について意味と特徴を簡潔に解説せよ。
- (2) 単相 3 線式とはどのような方式か簡潔に解説せよ。

問題 5 (計 60 点)

問題 5-1

コンクリートに生じる中性化について下記の問いに答えよ。

- (1) 中性化のメカニズムを簡潔に説明せよ。
- (2) 仙台市（年平均温度 12.1 °C、年平均湿度 71%RH、平均 CO₂ 濃度 0.05%）に 1999 年に竣工し、2024 年 8 月現在ちょうど 25 年間が経過した RC 造建築物がある。この建築物の外壁面のうち、仕上げがなく、雨がかりとなる面では、表面から 8 mm の範囲が中性化していた。
 - 1) 気象条件などが変化しないことを仮定した場合、この建築物の外壁面の同じ位置での 2099 年時点の中性化深さを求めよ。
 - 2) この建築物が東京都区内（年平均温度 15.9 °C、年平均湿度 63%RH、平均 CO₂ 濃度 0.05%）に設置されている場合、同じ外壁面に生じる中性化の進行速度の変化を、上述の仙台市の建築物と比較し、そのようになる理由を説明せよ。
 - 3) この建築物の外壁面と屋内面について、コンクリート壁の中性化深さと鉄筋の腐食確率について比較して論じよ。ただし、いずれのコンクリート表面も仕上げ材のない打ち放し仕上げである。外壁面は降雨時には雨がかりとなる環境であり、屋内面は室温 20°C、湿度 50%RH で 24 時間の空調管理が行われている執務室に面している。
- (3) 鉄筋コンクリート造建築物について、中性化をはじめとした耐久性の問題を考慮すると、高強度コンクリートの使用など建設時のコストや CO₂ 排出量が大きくなる対策が有効であることが多い。このことを踏まえて、建築施工の環境負荷低減の取り組みについて論じよ。

問題 5-2

以下の問いに答えよ。

- (1) 木材は乾燥の過程を経ずに、生材のままで用いられることは原則としてない。乾燥を行う目的を複数挙げよ。
- (2) 一般的に、コンクリートに用いる骨材は表乾状態を標準とする。表乾状態について説明せよ。また、表乾状態を標準とする理由を説明せよ。
- (3) 一般的に、繊維系断熱材であるグラスウールは濡れた状態になると断熱性能が低下する。この理由を説明せよ。
- (4) アスファルト防水には脱気装置が一般的に用いられる。脱気装置の設置目的と働きについて説明せよ。

問題 6 (計 60 点)

問題 6-1

下図のように鉄筋コンクリート構造物に荷重が作用している。この場合に生じるひび割れ形状を図示せよ。

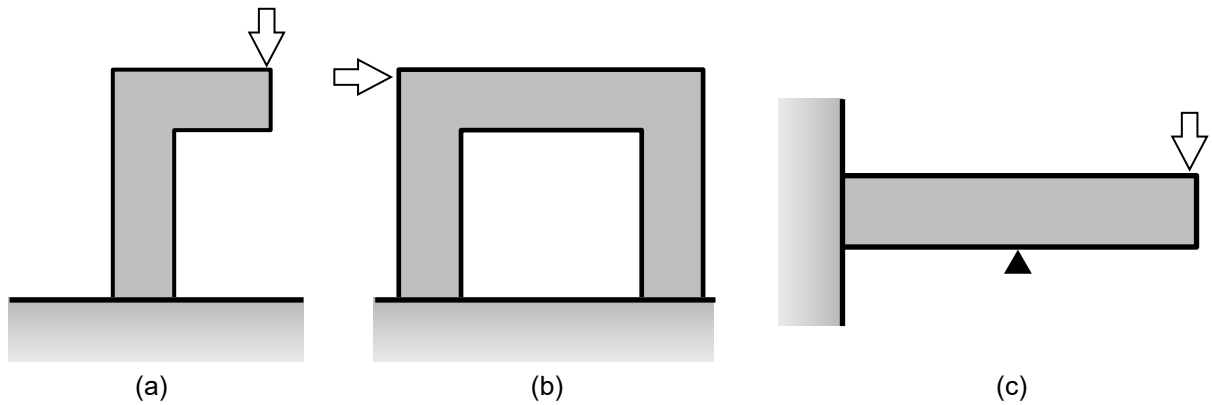


図 6-1

問題 6-2

材料 A (ヤング係数 20 kN/mm^2) と材料 B (ヤング係数 200 kN/mm^2) を用いたスパン長 L の単純梁を考える。材料 A の梁断面は幅 100 mm 、せい 250 mm 、材料 B の梁断面は幅 80 mm である。曲げスパン中央に集中荷重 P を与える場合、梁中央部に生じるたわみの大きさが材料 A・B のいずれの梁でも同じとなる材料 B の梁せいを計算せよ。ただし、自重は無視してよく、荷重 P の時点ではいずれの梁も弾性範囲とする。

問題 6-3

図 6-2 に示されるように、2 本の鋼棒 (断面積 A 、ヤング係数 E 、長さはそれぞれ L_1, L_2) が十分な剛性を持つ壁にピン接合されている。また、鋼棒同士もピン接合されている。点 C に鉛直荷重 P_V と水平荷重 P_H が作用するとき、点 C に生じる鉛直変位 δ_V と水平変位 δ_H を求めよ。なお、 δ_V, δ_H は L_1, L_2 と比較して十分小さいとする。

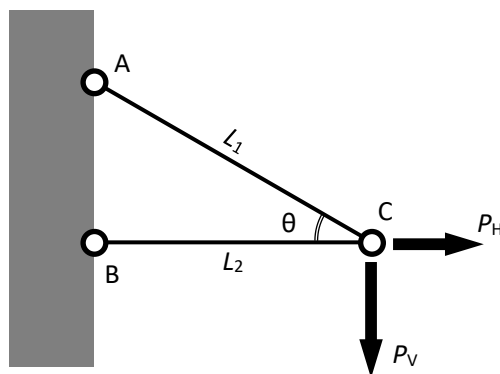


図 6-2