

博士課程前期 2 年の課程
一般選抜（令和 6 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 2024)
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 7 枚（表紙を除く） / 7 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)

- (1) 長波長放射と短波長放射について説明せよ。
- (2) 地表面の熱収支式の構成要素を説明し、夏季晴天日の日中における各要素の正負とおおよその大小関係が分かるように図示せよ。但し、地表面へ流入する方向を正、地表面から流出する方向を負とする。
- (3) 都市化により、この地表面の熱収支はどのように変化したか？
- (4) 以下では冬の環境を考える。積雪により地表が雪で覆われた状態の晴天時に、雪で覆われたグラウンドの一部を除雪し、積雪面上と無雪面上の温熱環境を測定したところ、外気温はともに 10°C 程度であった。一方、地表面温度は、無雪の場合は 15°C から 20°C 程度であったのに対して雪面の表面温度は 0°C に低下し、日射反射率は無雪面では 0.2 程度であったのが積雪面では 0.8 程度まで増加していた。これらの結果から、地表面熱収支の構成要素の中の長波長放射成分、短波長放射成分、対流熱伝達による地表面における顕熱輸送量が積雪によりどのように変化したと考えられるか説明せよ。ただし積雪による長波長放射成分の放射率の変化は無視できるほど小さいものとする。
- (5) 晴天時の日中の測定結果によると、雪面上の方が無雪面上よりも MRT、SET*ともに高くなっていた。この理由を考察せよ。
- (6) また、この時に測定を行ったグラウンドに面する建物外壁面の表面温度は、積雪の影響でどのように変化すると考えられるかについて、理由とともに述べよ。
- (7) 上記(4)で示した温度条件の場合、積雪により地表付近の大気の安定度や汚染物質の拡散性状はどのように変化すると考えられるか説明せよ。

問題 2 (計 45 点)

問題 2-1

図 2-1 のように、二つの開口と一つの排気ファンを有する排気口を持った建物について考える。室温は外気温より高く、屋外が無風であるものとして以下の問いに答えよ。なお、建物の換気量に変化しても室温は変化しないものとし、また、気温の違いに起因する流入・流出の体積流量の差は無視してよい。

- (1) 排気ファンを有する排気口が完全に閉じた状態での、この建物における自然換気量（体積流量） Q_a を図中の記号の中から適切なものを用いて表せ。
- (2) 排気ファンを有する排気口を開け、排気ファンの回転数を徐々に上げて行くと、ある時点で開口 2 を通過する流量がゼロになった。この時の建物の換気量（体積流量） Q_b を図中の記号の中から適切なものを用いて表せ。
- (3) (2)の状態からさらに回転数を上げると、開口 2 から空気も室内に流入するようになる。ここで、 Q_1 、 Q_2 、 Q_e をそれぞれ開口 1、開口 2、排気口を通過する空気の体積流量と定義し、 p_i を開口 1 と同じ高さの室内圧と定義する。(1)の状態からこの状態に至るまでの間に観察される p_i 、 Q_1 、 Q_2 、 Q_e の間の関係を推定し、 p_i を横軸、 Q_1 、 Q_2 、 Q_e を縦軸としてそれらの大まかな関係を図示せよ。また、そのように推定した理由も説明せよ。

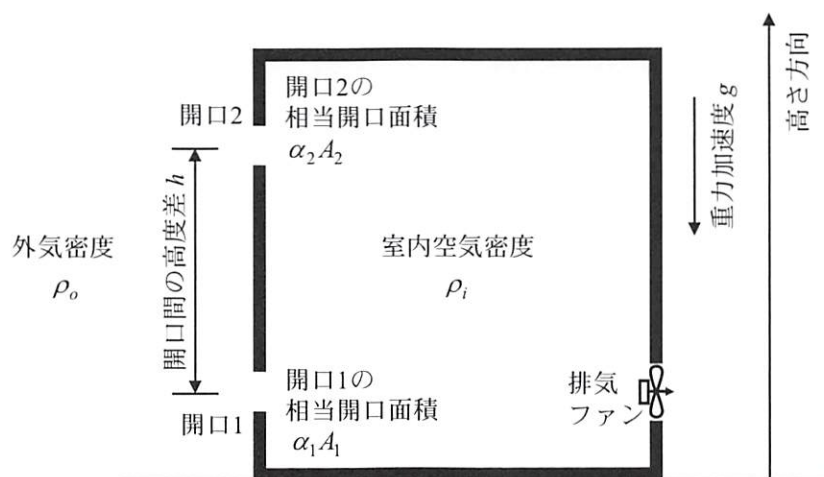


図 2-1

問題 2-2

防湿層を断熱材の室外側に設置してはならない理由を、内部結露発生の原理に基づいて解説せよ。

問題 3 (計 45 点)

問題 3-1

図 3-1 の様に同じ形の部屋 Room 1～3 がつながっている。Room 1 で騒音が発生している際の Room 1 と Room 3 の音圧レベル差を求めよ。ここで Room i の音圧レベル, 音響エネルギー密度, 残響時間をそれぞれ L_i [dB], E_i [J/m³], T_i [sec] とする。Room 1-2 間の音響透過損失は R_{12} , Room 2-3 間の音響透過損失は R_{23} である。

- (1) Sabine の残響式を用いて各部屋の吸音率を求めよ。
- (2) Room 1-2, Room 2-3 間の音圧レベル差 $L_1 - L_2$, $L_2 - L_3$ を求めよ。
- (3) Room 1 と Room 3 の音圧レベル差 $L_1 - L_3$ を求めよ。

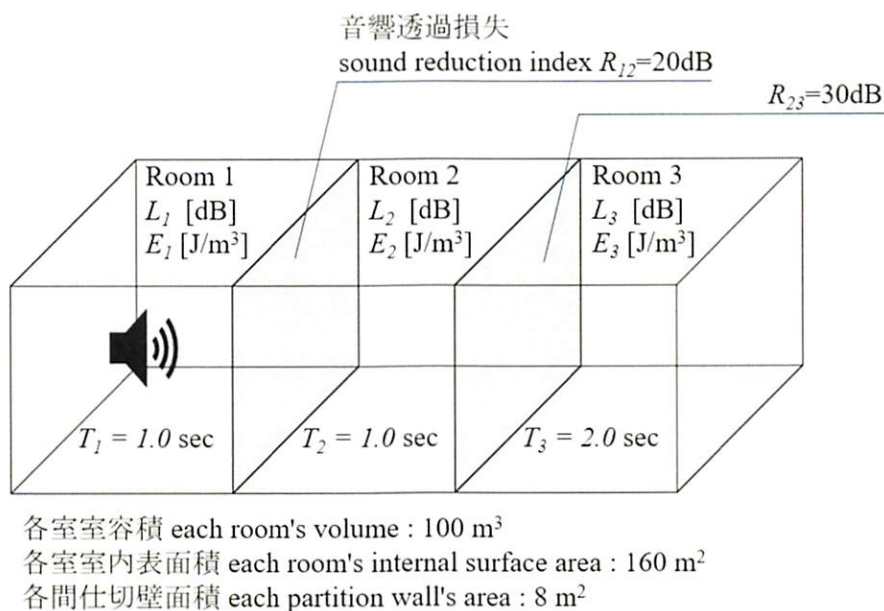


図 3-1

問題 3-2

建築空間内における音の響きについて, 以下の問いに答えよ。図 3-2 はある建築物の中で破裂音が発生した後に測定された音の減衰過程を示している。この波形には 0.1 秒毎にピークが見られる。

- (1) このような現象を何というか。また, この現象が生じるメカニズムを説明せよ。
- (2) 図 3-2 の結果が測定された場合, 当該空間の代表的な長さは何の程度か。
- (3) 建築空間でこの現象を防止するためにどのような対策を行えばよいか。



図 3-2 短音残響波形

問題 3-3

図 3-3 に示す 1 m^2 の開口を屋根に持つ部屋がある。曇り空の条件で、天空輝度は均質である。屋外水平面照度は $8,000\text{ lx}$ である。室内の点 P の照度は 100 lx である。以下の問いに答えよ。

- (1) 天井開口からの光による室内の間接照度はいくらか。
- (2) 天井開口からの光による点 P の直接照度はいくらか。
- (3) 天井開口の点 P に対する立体角投射率を求めよ。

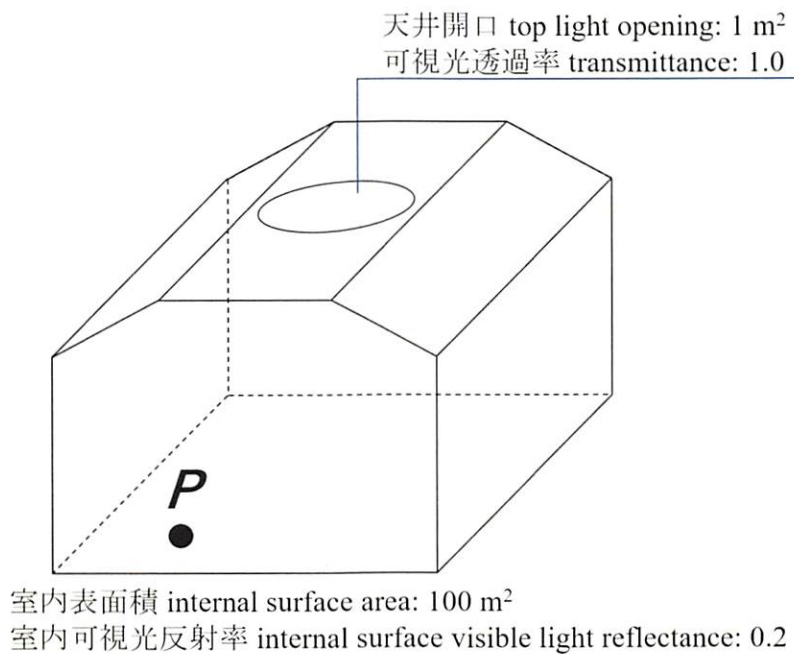


図3-3

問題 4 (計 45 点)

問題 4-1

空調設備に関する問いに答えよ。図 4-1 に熱源装置の概略図を示す。

- (1) この熱源装置の名称は何か。
- (2) 記号 **A**, **B**, **C**, **D** を用いてこの熱源装置が冷水を製造する際の動作原理を説明せよ。

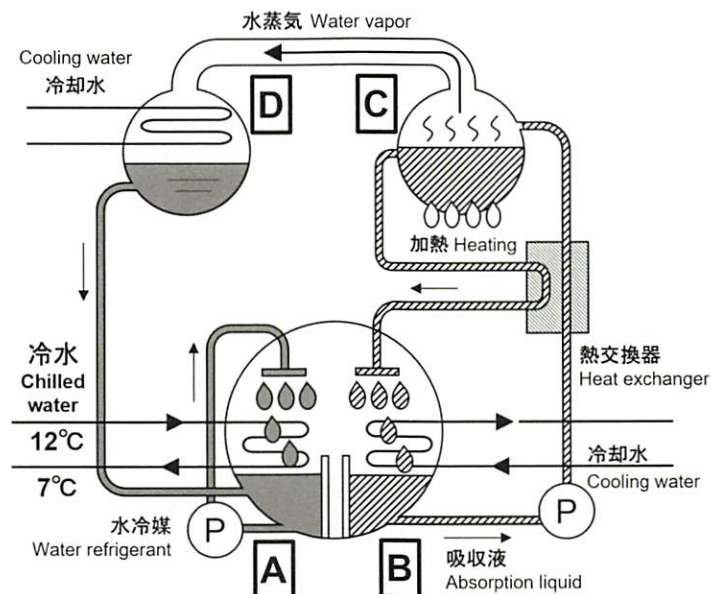


図 4-1

問題 4-2

衛生設備に関する問いに答えよ。図 4-2 は受水槽と水栓を示している。図中の **A**, **B**, **C** の呼称と、その必要性を説明せよ。

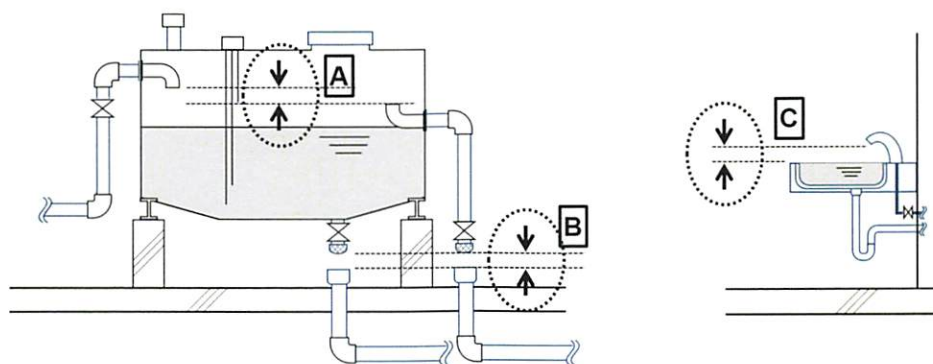


図 4-2

問題 4-3

電気設備に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 多くの建物は交流 6,600V で受電している。高電圧送電のメリットを説明せよ。
- (2) 交流のメリットを説明せよ。

問題 5 （計 60 点）

問題 5-1

- (1) 東北地方の寒冷地にある鉄筋コンクリート構造物において、図 5-1 に示されるようにひさしやパラペット部分に凍害が原因と思われる変状が見られた。この変状が凍害によると考えられる理由について、凍害のメカニズムに基づいて簡潔に説明せよ。
- (2) 図 5-1 の構造物に生じたような凍害による劣化について、この抑制に有効な対策案を 2 つ以上挙げよ。それぞれの手法について、有効に働くと想定される作用メカニズムについて説明せよ。



図 5-1

問題 5-2

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の環境配慮施工指針（案）・同解説」では、環境に配慮した材料選定手法としてエコセメントやスラッジ水（回収水）、再生骨材の使用が挙げられている。その一方で、普通ポルトランドセメント・上水道水・普通骨材を使用することも環境配慮の手段になり得ることが記載されている。このことを踏まえ、環境配慮の取り組みの考え方について論じよ。

問題 5-3

以下の用語について説明しなさい。

- (1) CCS（もしくは CCUS）
- (2) 耐火被覆
- (3) 木材の異方性

問題 6 (計 60 点)

問題 6-1

- (1) 鋼材 (SS400 相当, 直径 20 mm, 長さ 20 cm の丸鋼) に対し引張試験を行う。100 kN の引張力をかけた際に生じる, 軸方向と直径方向のそれぞれの変形量を求めよ。ただし, 丸鋼のヤング係数は 200 GPa, ポアソン比は 0.30 とし, 試験体の全体に一樣な弾性変形のみが生じている。円周率は 3.14 として計算すること。
- (2) この後, 荷重を増していくと, 120 kN に達したところで降伏し, 最大荷重 160 kN で破断した。この時の応力とひずみの関係をグラフに示せ。グラフは概形でよいが, 降伏時の応力とひずみ, および, 最大荷重時の応力の値を記入すること。

問題 6-2

図 6-2 のトラスについて、反力および部材 AB・部材 BF・部材 FG・部材 DG のそれぞれの軸力を求めなさい。ただし、部材に生じる引張力は+、圧縮力は-の符号をつけて値を求めること。

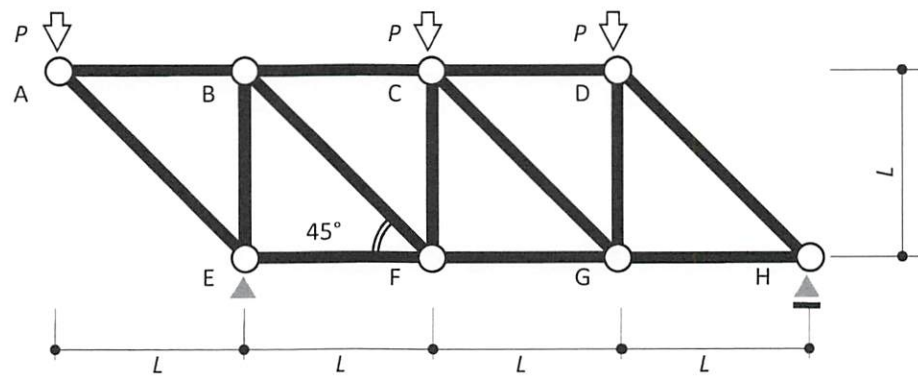


図 6-2

問題 6-3

図 6-3-1, 図 6-3-2 の骨組の軸力図・せん断力図・モーメント図を描け。

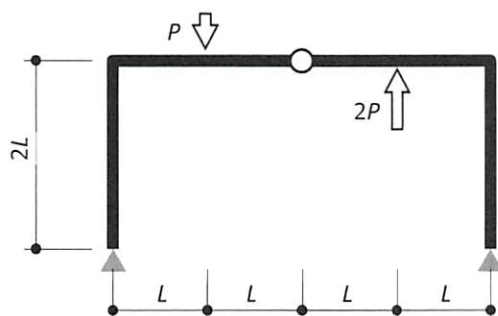


図 6-3-1

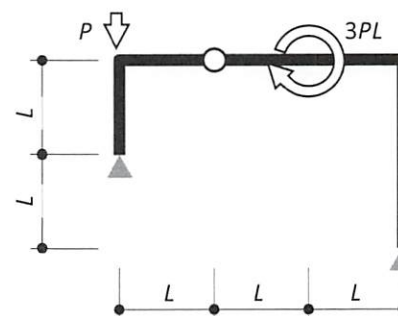


図 6-3-2