

# 博士課程前期 2 年の課程

## 一般選抜（令和 3 年 4 月入学）

## 既卒者を対象とする選抜（令和 2 年 10 月入学）

### 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 2021)**

**Special Selection Program for Graduates (for Entry in October 2020)**

**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 6 枚（表紙を除く） / Six (6) of question sheets (except this cover sheet)
- 解答用紙 12 枚 / Twelve (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てはならない。

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 backside of the answer sheets.

## 問題1 (計70点)

(1) 多くの大都市において、都市温暖化は地球温暖化の数倍のペースで進行している。これは地球温暖化にヒートアイランド現象による都市内部の気温上昇が加わったことによるものと考えられるが、地球温暖化とヒートアイランドの発生メカニズムは全く異なる。地球温暖化の原因は大気中に含まれる温室効果ガスの増加と言われているのに対して、ヒートアイランドの原因は、

- ① 都市表面（地表面・建物壁面）の被覆の変化  
（自然被覆（裸土、緑地、水面）から 人工被覆（アスファルト、コンクリート）へ）
- ② 都市部における集中的なエネルギー消費に伴う人工排熱の増加
- ③ 都市の高密度化による風通しや換気性能の悪化

の3つと言われている。

一方、気候変化に対する対策は、緩和策と適応策に大別される。緩和策とは、地球温暖化やヒートアイランド等の現象そのものを生じさせない様に、その原因を削減する対策である。これに対して、その現象が生じることは避けられないものとする前提に立ち、これにより生じる人類・社会への影響を軽減しようとする試みが適応策である。建築設計に係る都市温暖化対策の文脈で考えると、適応策とは、歩行者空間等における人間の熱ストレスを軽減する対策と考えられる。

次に、ヒートアイランド現象に関する緩和策を考える。このためには、先ず、緩和すべき現象をきちんと定義する必要があるが、ここでは、「都市内部の気温が郊外の気温よりも高くなること」をヒートアイランド現象と定義する。このように緩和すべき現象を定義した時に、以下のア)～カ)の対策を、a) ヒートアイランド現象の緩和策としても都市温暖化に対する適応策としても有効、b) ヒートアイランド現象の緩和策としては有効だが、都市温暖化に対する適応策とはならない、c) ヒートアイランド現象の緩和策とはならないが、都市温暖化に対する適応策としては有効、の3つのカテゴリーに分類せよ。また、何故、そのように分類されるのかも説明せよ。

- ア) 地表面の保水性を上げる（保水性建材、芝舗装、散水等）
- イ) 地表面の日射反射率を上げる
- ウ) 人工日除けを設置する
- エ) 省エネルギーを徹底する
- オ) 空調排熱の排出位置をできるだけ高くする
- カ) 市街地の風通しを改善する

(2) 良好な環境を実現する方法は、A) 環境悪化の原因となるものの発生量を削減する、B) 環境悪化の原因となるものの排出形態を制御する、C) 対象とする領域内における物理量の分布を制御する、の3つのカテゴリーに大別されると考える。このような観点から、上記ア)～カ)の対策を分類せよ。

(3) 問(1)で a), b), c) の各カテゴリーに分類される対策手法と問(2)で A), B), C)の各カテゴリーに分類される対策手法を比較し、両者の関係を論ぜよ。

## 問題 2 (計 70 点)

### 問題 2-1

図 2-1 のような、開口と煙突を 1 つずつ有する建物がある。ここで、室内空気が煙突入口を通過して煙突出口から屋外に放出されるまでの間に生じる圧力損失の合計は、煙突内の動圧に比例し、その比例定数が  $\xi$  であるとする。

- (1) 室内外の温度差が無く、開口および煙突出口に働く風圧がそれぞれ  $p_{w1}$  と  $p_{w2}$  であり、かつ、 $p_{w1} > p_{w2}$  であるとき、この建物の自然換気量（体積流量） $Q$  を、図中の記号および  $p_{w1}$ 、 $p_{w2}$ 、 $\xi$  の中から適切なものを用いて表せ。なお、 $p_{w1}$ 、 $p_{w2}$  は風圧を大気基準圧で表したものである。
- (2) (1) と同じ建物について、屋外が無風で、室内気温が外気温より高いときの自然換気量（体積流量） $Q$  を、図中の記号および  $\xi$  の中から適切なものを用いて表せ。ただし、煙突は十分に断熱され、煙突内の気温は室内気温と同じであるとする。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。

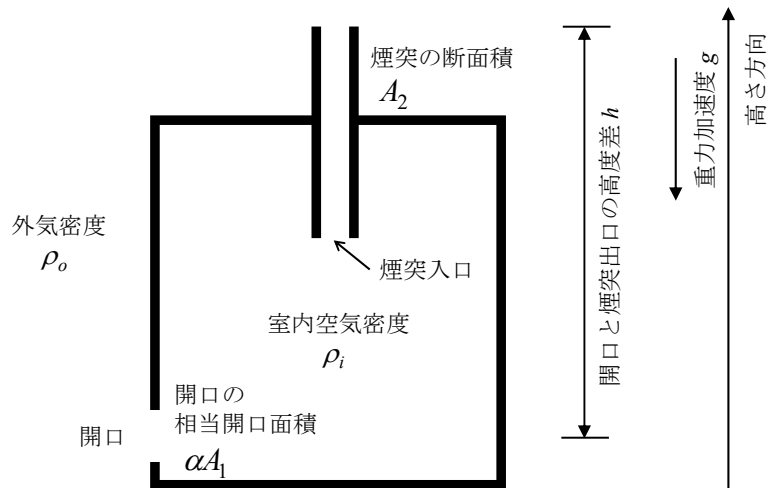


図 2-1

### 問題 2-2

暖冷房用熱源に電気や燃料を用いない建物を仙台市郊外に建設することを仮定する。この建物において冬季の日射熱利用を企図した場合、建物の壁や屋根に多くのガラス面を設けることが考えられる。ただし、単に多くのガラス面を設けるだけでは、1 日または季節を通して、あるいは年間を通して考えたときに、室内は人間が許容し得る温熱環境にはならないはずである。

- (1) 多くのガラス面を設けることによる室内温熱環境へのデメリットとして、どのようなことがあるか論じよ。
- (2) 短期的にも長期的にも人間が許容し得る程度の室内温熱環境を実現するためには、ガラス面による日射熱取得と、それ以外の種々の建築的手法（建物や部材の熱特性、建築的な仕掛け等）とを組み合わせることにより、どのような設計があり得るか、各手法の相互の影響関係を明らかにしつつ論じよ。問題文中に前提条件が不足している場合には、自由に前提条件を補って良い。前提条件によって設計が変わるとすれば、前提条件に応じた幾つかのパターンについて論じることを推奨する。

### 問題 3 (計 70 点)

#### 問題 3-1

音の評価に用いる、①音圧、②音圧レベル、③ラウドネスレベル、④騒音レベル、⑤NC 値のそれぞれについて、その意味を解説せよ。解説において、単位のあるものは単位を示すこと。また、それぞれの量の関係性と音環境を表現する上での有用性を説明すること。

#### 問題 3-2

周囲が完全に開けた遮るもののない水平な地面に、図 3-1 のようなドーム型のテントが建てられている。テントの可視光透過率は構造を含めて 20%である。このテント中央の地面上の点  $O$  における直接昼光率を求めよ。

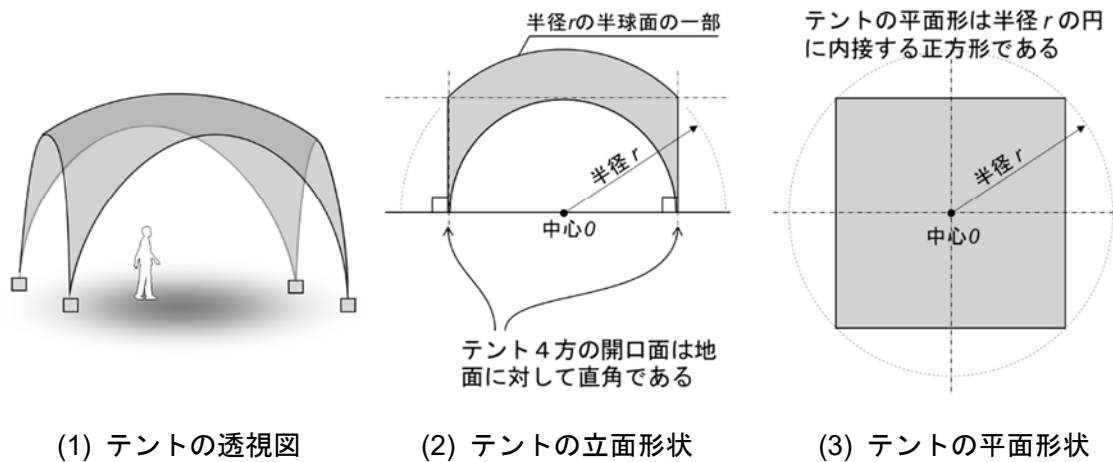


図 3-1

#### 問題 4 (計 30 点)

##### 問題 4-1

図 4-1 に示す設備システムの計画が適切か否か判断せよ。不適切な箇所がある場合にはこれを文章や図にて指摘せよ。

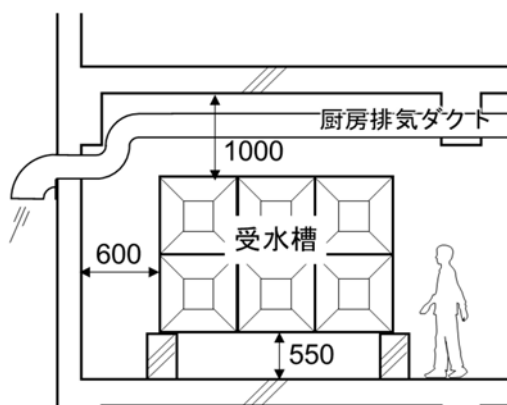


図 4-1

##### 問題 4-2

空調負荷計算にて実効温度差 ETD [°C] を用いる目的は何か。簡潔に説明せよ。

## 問題 5 (計 80 点)

### 問題 5-1

図 5-1 の写真は、山形県内陸部にある鉄筋コンクリート造の箱型トンネル構造物（ボックスカルバート）である。写真のように、全体に多くのひび割れが生じている。

- (1) 写真に見えるひび割れの特徴を説明せよ。
- (2) このひび割れが生じた原因を推定し、その根拠を述べよ。
- (3) 今後、同様の環境に新設のコンクリート構造物を建設する場合、このようなひび割れを生じさせないための対策を述べよ。
- (4) 今後、この構造物を安全に使用し続けるために補修を行う場合の、適切な補修方法について説明せよ。



図 5-1

### 問題 5-2

近年では、建築の材料施工分野においてもデジタルファブリケーションや IoT 化、ICT 活用などの重要性が指摘されている。これらに当てはまる事例を一つ挙げて、建築の設計・施工・運用・維持管理や、環境側面に及ぼす変化や影響について述べよ。

## 問題 6 (計 80 点)

### 問題 6-1

A と B の 2 種類のコンクリートについて圧縮試験を行った。その結果、A は圧縮強度が 120 MPa、ヤング係数が 25 GPa であり、B は圧縮強度が 30 MPa、ヤング係数が 20 GPa であった。また、いずれのコンクリートもポアソン比は 0.25 であった。

- (1) 得られた A と B の試験結果を、一つのグラフに示せ。この際には、上述の試験結果を表すことができるよう、代表的な数値をできるだけ示すこと。また、示したグラフの形状になる理由を述べよ。
- (2) いずれのコンクリートも試験体は直径 10 cm、高さが 20 cm の円柱状である。これらの試験体に 78.5 kN の荷重をかけた際に生じる、軸方向と半径方向の変形量を求めよ。

### 問題 6-2

同じ材質 (ヤング係数 200 GPa、引張強度 600 MPa) でできた板が 3 枚ある。いずれの板も、幅が 10 cm、厚さが 3 cm、長さが 1.2 m で同じ形状をしている。

- (1) 1 枚の板を梁に用いる場合、梁幅を  $b$ 、梁高を  $h$  とすると、断面二次モーメントは  $bh^3/12$  と表される。このことを導くとともに、断面二次モーメントの物理的な意味を説明せよ。
- (2) 板材から任意に 2 枚を取り出して組み合わせて、梁幅が 6 cm 以上となる合成梁を作る。断面二次モーメントが最も大きくなる断面形状を図示し、その値を求めよ。ただし、各板は完全に一体化できるものとする。
- (3) 板材を 3 枚とも使用して梁幅が 9 cm 以上となる合成梁を作る。断面二次モーメントが最も大きくなる断面形状、および、最も小さくなる断面形状を図示し、その値をそれぞれ求めよ。ただし、各板は完全に一体化できるものとする。
- (4) (3) で求めたそれぞれの断面を持つ梁に対して、図 6-1 に示す単純梁として曲げ荷重試験を行う。荷重を 1 kN としたときの荷重点変位  $\delta$  を求めよ。梁の自重は無視してよい。

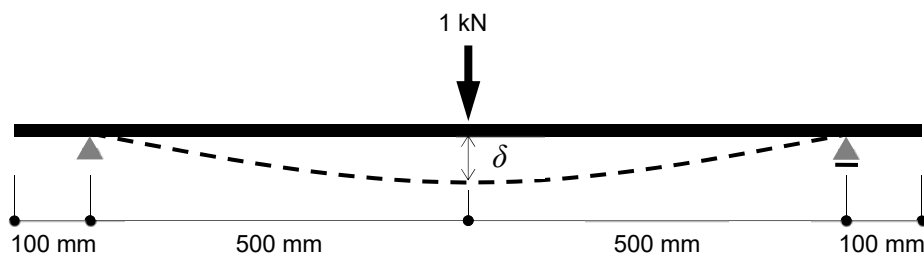


図 6-1