

注意事項 [Attentions]

試験の開始の合図があるまでは、問題冊子を開いて見てはいけません。また答案用紙・草稿用紙には何も記入してはいけません。試験開始の合図があるまで、以下の注意事項をよく読んで下さい。

You must NOT open this problem booklet or write anything down on the sheets before the start sign of the examination. Read the following directions carefully.

1. 配布されるものは、問題冊子1冊、答案用紙3枚、草稿用紙3枚です。まず、上記のものが間違いなく配布されていることを確かめて下さい。もし、配布されているものに過不足がある場合には、手を挙げて試験監督の指示に従って下さい。

One problem booklet, three answer sheets, and three draft sheets are distributed. First, ascertain that these things are distributed. In the case of either too many or too few, raise your hand and follow the directions of the proctor.

2. 試験開始の合図の後、まず、3枚すべての答案用紙の所定の欄に受験番号を記入しなさい。答案用紙に、答案、受験番号以外の、氏名が特定できるような文字、記号等を記入すると失格となります。

Write down your examination registration number in the designated box on all the answer sheets after the start signal of the examination. Be careful that you will be disqualified, when some characters or symbols which can indicate your name are written down, except for the examination registration number and answers.

3. 試験開始の合図の後、問題冊子を確認して下さい。問題冊子は、表紙・裏表紙を含めて22ページです。落丁のある場合あるいは印刷が不鮮明な場合には、手を挙げて試験監督者の指示に従ってください。

Ascertain this problem booklet after the start signal of the examination. This problem booklet has 22 pages including the cover and back cover. Raise your hand and follow the directions of the proctor, when there is a missing page or when printing is not vivid.

4. 問題は全部で3問あります。全問を解答しなさい。答案は、答案用紙の所定の欄に問題番号を記入し、答案用紙1枚に1問ずつ解答しなさい。どうしても足りない場合には、解答は答案用紙の裏面を使用してもかまいません。ただし、裏面を使用する場合には、表の面の右下の（裏面に続く）にチェックを記入しなさい。

There are three problems: Answer all problems, in the examination. Write down each problem number in the designated box on each answer sheet. Use each specified answer sheet for each problem. You may use the back side of the answer sheet if the front side of the answer sheet is not enough for your answer. Check the box on the bottom right, when you use the back side.

5. 問題文は、和文（日本語）を正文とします。英文の問題文は参考です。

Japanese text is the official problem. English one is only for the reference.

6. 解答はできるだけ日本語で解答しなさい。やむを得ず外国語を用いる場合、英語を使用しなさい。

Answer in Japanese as far as possible. Use English when you unavoidably use a foreign language.

7. 試験終了後、解答が未記入の答案用紙を含めて、合計3枚すべての答案用紙を提出しなさい。解答が未記入の答案用紙にも受験番号を記入しなさい。答案用紙の提出が2枚以下の場合には、答案全部が無効となります。

Submit all three answer sheets, including the answer sheets on which answer has not been written down, after the examination. In this case, write down your examination registration number in the answer sheet on which answer has not been written down. If you submit less than or equal to two answer sheets, all answer sheets become invalid.

8. 問題冊子および草稿用紙は、すべて回収します。ただし、これらは採点の対象にはしません。

After the examination, the problem booklet and the draft sheets are collected. These are not for grading.

令和4年度

東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻

専門課題Ⅱ 試験問題

第3群（環境）

令和3年9月1日（水）

3時間（9:00～12:00）

THE UNIVERSITY OF TOKYO
Graduate School of Engineering
Department of Architecture

QUESTION BOOKLET
on
The 2022 Master/Doctor Course Examination
of
Special Subject II, Group No. 3
Environmental Engineering

The Date and Time of the Examination

From 9:00 to 12:00
On Wednesday, September 1, 2021

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

【問題 1】 / 【Problem 1】

- (1) 室外と室内に挟まれた厚さ 20 cm のコンクリートの水平壁がある。ここで、コンクリートの熱伝導率を $1.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、室外側総合熱伝達率を $20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 、室内側総合熱伝達率を $10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ とする。次の問いに答えよ。

There is a horizontal concrete wall of 20 cm thickness between outdoor and indoor. Here, the heat conductivity of concrete is $1.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, the outdoor combined heat transfer coefficient is $20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ and the indoor one $10 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Answer the following questions.

- 1) 熱伝導率の定義を 50 字以内で述べよ。

Describe the definition of heat conductivity within 20 words.

- 2) 対流熱伝達率の定義を 50 字以内で述べよ。

Describe the definition of convective heat transfer coefficient within 20 words.

- 3) この壁の熱貫流率 (U 値) を答えよ。

Answer the over-all heat transfer coefficient (U-value) of this wall.

- 4) 室外気温が $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 、壁に入射する日射量を $400 \text{ W}/\text{m}^2$ 、壁面の実効放射量を $80 \text{ W}/\text{m}^2$ とする。壁面の日射吸収率を 0.8、長波長放射率を 1.0 とするときの相当外気温 (SAT) を求めよ。

Suppose that outdoor air temperature is $30 \text{ }^\circ\text{C}$, solar radiation incident on the wall is $400 \text{ W}/\text{m}^2$, and effective radiation on the wall is $80 \text{ W}/\text{m}^2$. Answer the sol-air temperature (SAT) when solar absorption ratio and longwave emissivity are 0.8 and 1.0 respectively.

- 5) 4) において室内気温が $20 \text{ }^\circ\text{C}$ のときの、この壁の単位面積あたりの通過熱流を求めよ。またこのときの室外側と室内側の壁表面温度をそれぞれ求めよ。

When indoor air temperature is $20 \text{ }^\circ\text{C}$ and the other conditions are the same with 4), answer the heat flow per unit area through this wall. Furthermore, calculate the outdoor and indoor surface temperatures of this wall respectively.

(2) 次の問いに答えよ。ただし $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$, $\sqrt{5} = 2.2$ としてよい。

Answer the following questions. You can use $\sqrt{2} = 1.4$, $\sqrt{3} = 1.7$, $\sqrt{5} = 2.2$.

1) ベルヌーイの定理を 50 字以内で説明せよ。

Explain Bernoulli's theorem within 20 words.

2) 1 室で構成される建物がある。風上側壁面の風圧係数が 1.0、その開口部の実効面積が 1.0 m^2 、風下側壁面の風圧係数が -0.5 、その開口部の実効面積が 0.5 m^2 である。外部風が 2 m/s のときのこの室の換気量 $[\text{m}^3/\text{s}]$ を求めよ。ただし、室内外温度差はなく、空気の密度は $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ とする。

There is a building which consists of one room. The wind pressure coefficient on the windward side wall is 1.0, the effective area of the opening on the windward side wall is 1.0 m^2 , the wind pressure coefficient on the rearward side wall is -0.5 , and the effective area of the opening on the rearward side wall is 0.5 m^2 .

Calculate the ventilation rate $[\text{m}^3/\text{s}]$ of this room when the outdoor wind velocity is 2 m/s . Here, there is no temperature difference between the indoor and the outdoor, and the air density is $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$.

3) 容積 V $[\text{m}^3]$ 、換気量 Q ($\neq 0$) $[\text{m}^3/\text{h}]$ の部屋がある。この部屋の汚染物質発生量を w $[\text{m}^3/\text{h}]$ とする。また室内のその汚染物質の濃度を C $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ 、屋外のその汚染物質濃度を C_o $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ とする。微小時間 Δt $[\text{h}]$ 中の室内の汚染物質の増加濃度を ΔC $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ としたときの、その汚染物質濃度に関するバランス式を求めよ。

There is a room with room volume V $[\text{m}^3]$ and ventilation rate Q ($\neq 0$) $[\text{m}^3/\text{h}]$. Generation rate of a pollutant in this room is w $[\text{m}^3/\text{h}]$. The indoor pollutant concentration and the outdoor pollutant concentration are C $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ and C_o $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ respectively. In the case that the increase of the indoor pollutant concentration in small time Δt $[\text{h}]$ is ΔC $[\text{m}^3/\text{m}^3]$, describe the balance equation for the indoor pollutant concentration in this room.

4) 3) で、時刻 $t = 0$ の時の室内汚染物質濃度を C_s $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ とする。そこから時刻 t が経過した時の室内汚染物質濃度 C $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ を表す式を示せ。またその導出過程も記せ。

In the case of 3), the indoor pollutant concentration is assumed to be C_s $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ at the time $t = 0$. Express the equation describing the indoor pollutant concentration C $[\text{m}^3/\text{m}^3]$ when time t goes after $t = 0$. Furthermore, show the deriving process.

5) 容積 30 m^3 の室に 2 人の人間がいる。この室の換気回数が 0.5 回/h、1 人あたりの CO_2 排出量が 20 ℓ/h 、外気の CO_2 濃度が 400 ppm であったとき、十分に時間が経ったときの室内の CO_2 濃度を求めよ。

There are two persons in a room with a volume of 30 m^3 . When the air change rate of this room is 0.5 $[-/\text{h}]$, the CO_2 emission from one person is $20 \ell/\text{h}$, and the outdoor CO_2 concentration is 400 ppm, calculate the indoor CO_2 concentration after long time passed.

【問題 2】 / 【Problem 2】

- (1) Fig. 2-1 および Fig. 2-2 は、環境刺激に対する人間の反応に関するグラフである。これらのグラフに関する以下の設問に答えなさい。

Fig. 2-1 and Fig. 2-2 are graphs which show human responses against environmental stimuli. Answer the following questions regarding these graphs.

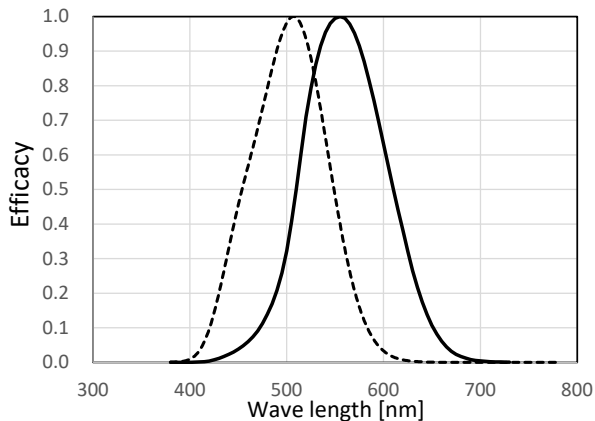


Fig. 2-1

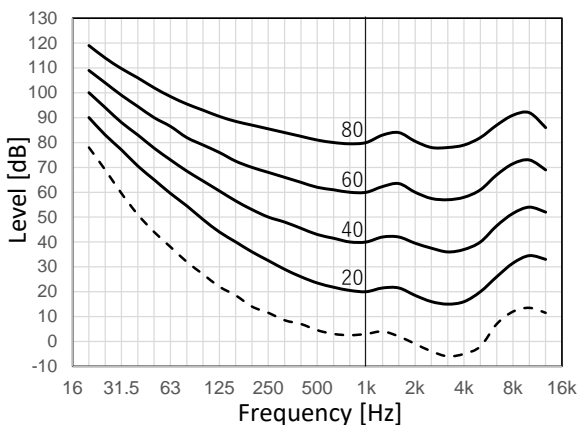


Fig. 2-2

- 1) Fig. 2-1, Fig. 2-2 に関する下記の説明文の(A), (B), (C), (D)に適切な用語を答えなさい。

Answer the terms appropriate for (A), (B), (C) and (D) in the following explanations of Fig. 2-1 and Fig. 2-2.

「Fig. 2-1 は、 の波長に対する の特性を表している。」

“Fig. 2-1 shows characteristics of for wavelength of .

「Fig. 2-2 は、 の周波数に対する の特性を表している。」

“Fig. 2-2 shows characteristics of for frequency of .

- 2) Fig. 2-1 には、2 つの異なる条件における(B)の特性が表示されている。その条件の違いを明示した上で、このグラフが表している事柄を 150 字程度で述べよ。

Fig. 2-1 includes two characteristics of (B) for two different conditions. After clarifying the differences of the conditions, state what this graph represents in about 60 words.

- 3) Fig. 2-2 には、5 つの異なる条件における(D)の特性が表示されている。その条件の違いを明示した上で、このグラフが表している事柄を 150 字程度で述べよ。

Fig. 2-2 includes five characteristics of (D) for five different conditions. After clarifying the differences of the conditions, state what this graph represents in about 60 words.

- 4) A 特性音圧レベルとは何かを、Fig. 2-1 または Fig. 2-2 と関連付けて 100 字程度で説明しなさい。説明の最初に、どちらの図と関連付けるかを明記しなさい。

Explain what the A-weighted sound pressure level is, in relation to Fig. 2-1 or Fig. 2-2 in about 40 words. At the beginning of the explanation, specify which figure you chose to associate with.

- 5) 光束とは何かを、Fig. 2-1 または Fig. 2-2 と関連付けて 100 字程度で説明しなさい。説明の最初に、どちらの図と関連付けるかを明記しなさい。

Explain what the luminous flux is, in relation to Fig. 2-1 or Fig. 2-2 in about 40 words. At the beginning of the explanation, specify which figure you chose to associate with.

(2) 壁体による遮音に関する以下の設問に答えなさい。

Answer the following questions regarding sound transmission through a wall.

1) 質量則によれば、面密度 m [kg/m^2]の壁の垂直入射条件における音響透過損失 R [dB]は、周波数 f [Hz]に対して

Based on the mass law, sound reduction index R [dB] of a wall having an area density of m [kg/m^2] under the normal incidence condition at frequency f [Hz] is expressed as

$$R = 20 \log_{10}(m \cdot f) - 43 \quad \text{Eq. (2-1)}$$

で計算される。この式を用いて、①厚み 20 cm のコンクリート壁、②厚さ 10 mm のフロートガラスの 500 Hz における音響透過損失を計算しなさい。計算において、コンクリート壁、フロートガラスの密度はともに $2.5 \text{ t}/\text{m}^3$ とし、 $\log_{10}2 = 0.3$, $\log_{10}3 = 0.5$, $\log_{10}7 = 0.85$ としなさい。

By using this equation, calculate sound reduction indices of ①concrete wall of 20 cm thick and ②float glass plate of 10 mm thick. In the calculation, the volume density of both concrete and float glass is $2.5 \text{ t}/\text{m}^3$, and let $\log_{10}2 = 0.3$, $\log_{10}3 = 0.5$ and $\log_{10}7 = 0.85$.

2) コインシデンス効果のメカニズムと遮音特性上の特徴を 150 字程度で述べよ。

Explain the mechanism of “coincidence effect” and its features on sound insulation characteristics in about 60 words.

3) 二重壁構造にしばしばみられる低域共鳴透過のメカニズムおよび遮音特性上の特徴を 150 字程度で述べよ。

Explain the mechanism of “mass-spring-mass resonance” and its features on sound insulation characteristics, which often occurs on double wall construction, in about 60 words.

(3) 人工照明および照明設計に関する以下の設問に答えなさい。

Answer the following questions regarding artificial lighting and lighting design.

1) 下式は、光束法の式を表している。

The following equation means the lumen method.

$$x = \frac{N \cdot y \cdot U \cdot M}{A} \quad \text{Eq. (2-2)}$$

ただし、 N : 照明器具の台数、 U : 照明率、 M : 保守率、 A : 照明対象面積[m²]である。このとき、式中の x , y はそれぞれ何を表しているか、単位を含めて答えなさい。

where N : number of lighting apparatus, U : coefficient of utilization, M : maintenance factor, A : lighted area [m²]. Then, what are x and y in this equation? Answer them including units.

2) Eq. (2-2) 中の照明率 U は室指数に依存する。室指数を計算する式を、計算に用いるパラメータの定義を含めて示し、さらに室指数が示す事柄を 50 字程度で述べよ。

The coefficient of utilization U in Eq. (2-2) depends on room index. Write an equation for calculating the room index with the definitions of parameters and explain the matters which the room index indicates in about 20 words.

3) LED ランプの特徴を、白熱ランプおよび蛍光ランプと対比させて 150 字程度で述べよ。

Explain the features of LED (Light Emitting Diodes) lamp with comparing to incandescent lamp and fluorescent lamp in about 60 words.

【問題 3】 / 【Problem 3】

- (1) 以下の 1)~20)の記述について、その内容が適当と思われる場合には○を、不適当と思われる場合は×を、記述番号とともに解答せよ。

About the following descriptions 1)-20), answer ○ if the description is correct, and answer × if the description is false, along with the description number.

- 1) 一般に、置換換気方式の換気効率は混合換気方式より高い。
In general, ventilation efficiency of displacement ventilation systems is higher than that of mixing ventilation systems.
- 2) 空気齢が小さいほど、その地点の空気は新鮮である。
The smaller air age is, the fresher the air at the spatial point is.
- 3) ハイブリッド換気システムは、風力換気と温度差換気を組み合わせた自然換気方式である。
Hybrid ventilation system is a natural ventilation method that combines wind-driven ventilation and temperature difference ventilation.
- 4) 外気冷房では一般に室内空気と外気のエンタルピー差に基づいて外気ダンパーの開度を制御する。
In outdoor air cooling, the degree of opening of outdoor air damper is generally controlled based on the enthalpy difference between indoor air and outdoor air.
- 5) 人の活動状態が同じ場合、人体から発生する顕熱量と潜熱量の和は、室内空気の乾球温度が高くなると大きくなる。
Under the same state of human activity, the total of sensible heat and latent heat generated by a human body increases when indoor air dry-bulb temperature rises.
- 6) 冷房システムの設計では、北面や日影となるガラス窓についても日射熱負荷を考慮する必要がある。
In cooling system design, it is necessary to consider solar heat gains through glass windows on north surfaces and shaded surfaces.
- 7) エアフローウィンドウは、二重に設けたガラスの間に、夏期には外気を通過させて、ペリメーター負荷の低減を図るものである。
Airflow windows allow outdoor air to pass between double glasses in summer season and reduce the perimeter heat load.
- 8) 空調ゾーン間の混合損失は、夏期の外気温度が高い時期に増加する。
Mixing loss between air-conditioned zones increases when outdoor air temperature rises in summer season.
- 9) プロペラファンはシロッコファンより大きな静圧を供給することができる。
Propeller fans can provide larger static pressure than sirocco fans.
- 10) 定風量単一ダクト方式は、負荷特性の異なる複数のゾーンの負荷変動に対応が容易である。
Constant air volume single duct system can easily deal with heat load fluctuations in multiple zones with different heat load characteristics.
- 11) APF はエアコンの通年エネルギー消費効率であり、その値が小さいほど、同じ熱負荷を少ないエネルギーで処理できる。
APF is the annual performance factor of an air conditioner, and when the APF's value is smaller, the same heat load can be processed with less energy.

- 12) フリークーリングとは、冷凍機の圧縮機を停止させ、冷却水を冷熱源として利用する方式である。
Free cooling is a method in which the compressor of the chiller is stopped and the cooling water is used as a cooling heat source.
- 13) 一般に、事務所ビルにおける飲料水用受水槽の有効容量は、1 日予想給水量の 1/3～1/2 程度とする。
In general, the effective capacity of water receiving tanks for drinking water in an office building should be about 1/3 to 1/2 of the expected daily water demand.
- 14) 洗浄弁方式の大便器の最低必要水圧は一般に 50 kPa である。
The minimum required water pressure for a flush valve type toilet bowl is generally 50 kPa.
- 15) 直結増圧方式は、受水槽や高置水槽がないため、衛生的で停電時にもある程度の給水が可能である。
Direct connection type boost water supply system has no water receiving tanks and no roof top water tanks, so it is sanitary and can provide some amount of water in blackout.
- 16) レジオネラ菌の繁殖・感染を防止するには、給湯温度を 55 °C 以上に保つ必要がある。
To prevent propagation and contagion of *Legionella pneumophila*, hot water supply temperature should be maintained at 55 °C or higher.
- 17) タスクアンビエント照明では、タスクの専有面積を大きくするほど、省エネに効果的である。
In task-ambient lighting, the larger the task area is, the more effective it is in saving energy.
- 18) 昼光照明のための設計用全天空照度は一般に 5,000 lx である。
All sky illuminance for daylighting design is generally 5,000 lx.
- 19) 配光曲線とは、光源からの輝度の方向分布を図示したものである。
A light distribution curve is a graphical representation of the directional distribution of luminance from a light source.
- 20) 契約電力容量が 50 kW 以上の場合は、受電電圧は交流の場合 600 V を超える。
When a contract power capacity is 50 kW or more, the received voltage for alternating current exceeds 600 V.

- (2) Fig. 3-1 の空気線図に基づき、以下の問いに答えよ。図中の点線の四角形は、PMV（予測温冷感申告）が $-0.5 \sim +0.5$ かつ絶対湿度が 0.012 kg/kg(DA) 以下となる夏期の快適範囲を示している。また、空気の密度を 1.2 kg(DA)/m^3 とする。

Answer the following questions based on the psychrometric chart of Fig. 3-1. The dotted line rectangle in the chart shows the summer comfort range, where the PMV (Predicted Mean Vote) is -0.5 to $+0.5$ and the absolute humidity is 0.012 kg/kg(DA) or less. The air density is 1.2 kg(DA)/m^3 .

冬の暖房における換気について About ventilation in winter heating

- 1) 乾球温度 7°C 、相対湿度 30% の外気の絶対湿度 $[\text{kg/kg(DA)}]$ と比エンタルピー $[\text{kJ/kg(DA)}]$ を、Fig. 3-1 から数値を読み取って答えよ。

Answer the absolute humidity $[\text{kg/kg(DA)}]$ and the specific enthalpy $[\text{kJ/kg(DA)}]$ of the outdoor air at a dry-bulb temperature of 7°C and a relative humidity of 30% by reading the values from Fig. 3-1.

- 2) 乾球温度 22°C 、相対湿度 50% の室内空気の絶対湿度 $[\text{kg/kg(DA)}]$ と比エンタルピー $[\text{kJ/kg(DA)}]$ を、Fig. 3-1 から数値を読み取って答えよ。

Answer the absolute humidity $[\text{kg/kg(DA)}]$ and the specific enthalpy $[\text{kJ/kg(DA)}]$ of the indoor air at a dry-bulb temperature of 22°C and a relative humidity of 50% by reading the values from Fig. 3-1.

- 3) 換気量が $300 \text{ m}^3/\text{h}$ の場合に、1)の外気を 2)の室内空気に加熱・加湿するのに必要な、全熱 $[\text{kW}]$ 、顕熱 $[\text{kW}]$ 、潜熱 $[\text{kW}]$ 、および加湿量 $[\text{kg/h}]$ を求めよ。Fig. 3-1 から読み取った値を用いること。Calculate the total heat $[\text{kW}]$, the sensible heat $[\text{kW}]$, the latent heat $[\text{kW}]$ and the humidification $[\text{kg/h}]$ required to heat and humidify the outdoor air of 1) to the indoor air of 2) at a ventilation rate of $300 \text{ m}^3/\text{h}$. Use the values which you read from Fig. 3-1.

夏の冷房における換気について About ventilation in summer cooling

- 4) 乾球温度 35°C 、相対湿度 70% の外気の絶対湿度 $[\text{kg/kg(DA)}]$ 、比エンタルピー $[\text{kJ/kg(DA)}]$ 、露点温度 $[\text{C}]$ を、Fig. 3-1 から数値を読み取って答えよ。

Answer the absolute humidity $[\text{kg/kg(DA)}]$, the specific enthalpy $[\text{kJ/kg(DA)}]$ and the dew point temperature $[\text{C}]$ of the outdoor air at a dry-bulb temperature of 35°C and a relative humidity of 70% by reading the values from Fig. 3-1.

- 5) 最も少ない換気熱負荷で快適範囲となるよう室内が空調された場合の、室内空気の乾球温度 $[\text{C}]$ 、絶対湿度 $[\text{kg/kg(DA)}]$ 、相対湿度 $[\%]$ 、比エンタルピー $[\text{kJ/kg(DA)}]$ について、Fig. 3-1 から数値を読み取って答えよ。

Answer the dry-bulb temperature $[\text{C}]$, the absolute humidity $[\text{kg/kg(DA)}]$, the relative humidity $[\%]$ and the specific enthalpy $[\text{kJ/kg(DA)}]$ of the indoor air, when it is air-conditioned to the summer comfort range by the minimum ventilation heat load, by reading the values from Fig. 3-1.

- 6) 換気量が 300 m³/h の場合に、4)の外気を 5)の室内空気に冷却・除湿するのに必要な、全熱 [kW]、顕熱 [kW]、潜熱 [kW]、除湿量 [kg/h]を求めよ。Fig. 3-1 から読み取った値を用いること。
Calculate the total heat [kW], the sensible heat [kW], the latent heat [kW] and the dehumidification [kg/h] required to cool and dehumidify the outdoor air of 4) to the indoor air of 5) at a ventilation rate of 300 m³/h.
Use the values which you read from Fig. 3-1.

換気の手法について About ventilation methods

- 7) 換気の熱負荷を減らすのに有効な 2つの手法について、それぞれ 50 文字程度で説明せよ。
Explain two effective methods to reduce ventilation heat load in about 25 words respectively.

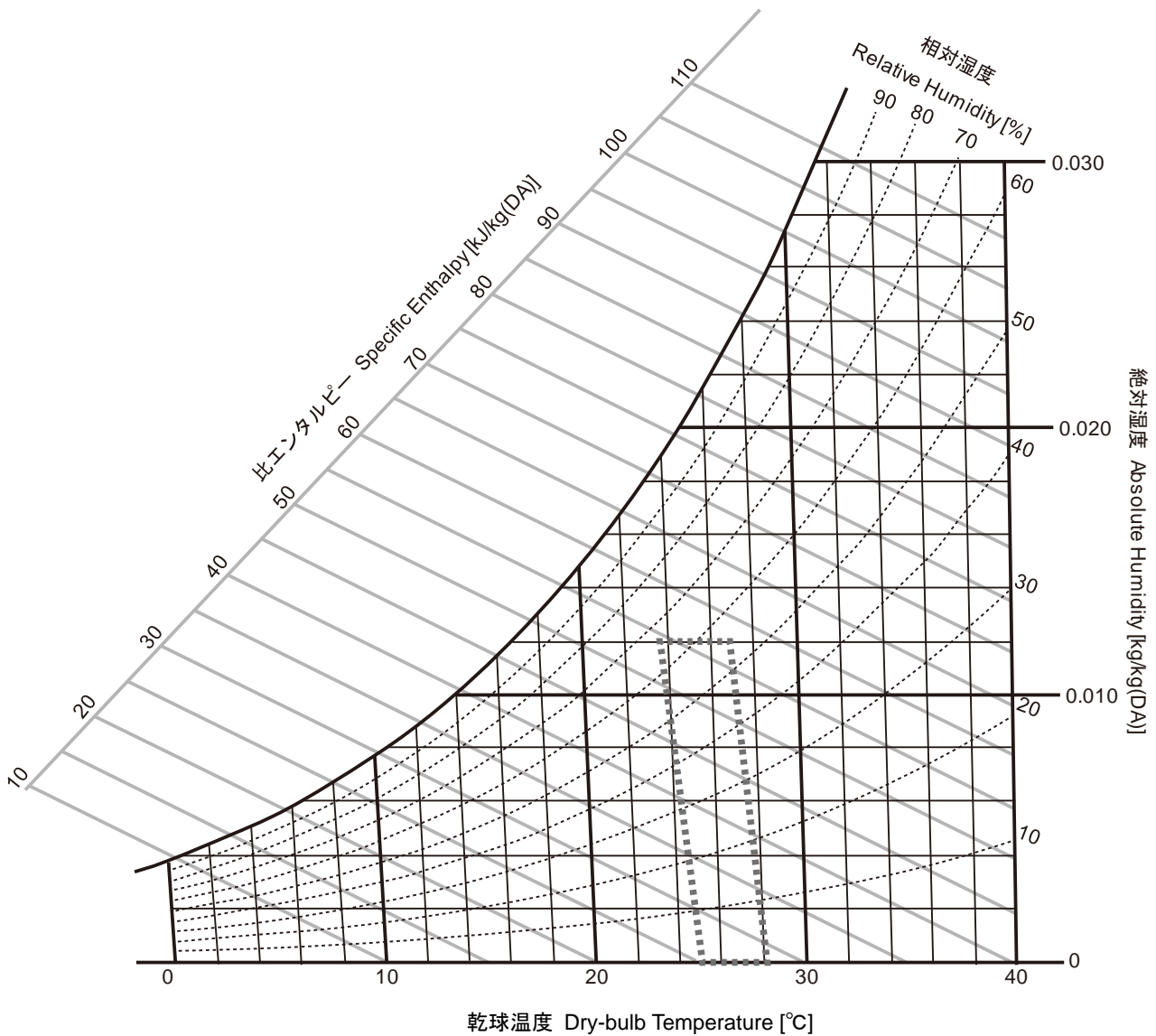


Fig. 3-1

- (3) 換気用のダクトとファンについて、以下の問いに答えよ。全てのダクトは丸ダクトで、摩擦抵抗係数はダクトの大きさに関わらず等しいものとする。ダクト内部の圧力損失のみ考慮し、ダクト出口の圧力損失は考慮しない。

Answer the following questions about ducts and fans for ventilation. All ducts are round-pipe type and the friction resistance coefficients are the same regardless of the size of the duct. Only the pressure loss inside the duct is considered, and the pressure loss at the duct outlet is not considered.

- 1) ダクトの圧力損失 P_{loss} [Pa]を、摩擦抵抗係数 λ 、ダクトの長さ l [m]、ダクトの内径 D [m]、空気の密度 ρ [kg/m³]、風量 Q [m³/h]、円周率 π を用いた式で表せ。

Express the equation describing the duct pressure loss P_{loss} [Pa] using the friction resistance coefficient λ , the duct length l [m], the duct inner diameter D [m], the air density ρ [kg/m³], the air flow rate Q [m³/h] and the ratio of circle's circumference π .

以下、空気の密度 ρ を 1.2 kg/m³、円周率 π を 3 とする。

Assume that the air density ρ is 1.2 kg/m³ and the ratio of circle's circumference π is 3.

- 2) 長さが 20 m、内径が 100 mm のダクトに風量 90 m³/h を流すのに必要な静圧は 40 Pa であった。同じダクトで風量を 180 m³/h とするために必要な静圧 [Pa]を求めよ。

The static pressure required for an air flow rate of 90 m³/h in the duct of length 20 m and inner diameter 100 mm is 40 Pa. Calculate the static pressure [Pa] required when the air flow rate is changed to 180 m³/h in the same duct.

- 3) 長さが 20 m、内径が 200 mm のダクトに風量 180 m³/h を流すために必要な静圧 [Pa]を求めよ。

Calculate the static pressure required for an air flow rate of 180 m³/h in the duct of length 20 m and inner diameter 200 mm.

ダクトを Fig. 3-2 の換気ファンに接続する。ファンの回転数によって、ファンの性能曲線は図中の Level-1 から Level-4 まで調整が可能である。ファンの吸込み側および機内の圧力損失は考慮しない。

The duct is connected to a ventilation fan that has characteristics as shown in Fig. 3-2. Depending on the fan's rotational frequency, the performance curve of the fan can be adjusted from Level-1 to Level-4 in the figure. The pressure losses of the fan suction side and the fan inside are not considered.

- 4) ファンを 2)のダクトに接続した場合における、Level-1, Level-2, Level-3, Level-4 でのそれぞれの風量 [m³/h]を答えよ。

Answer the air flow rates [m³/h] at the Level-1, Level-2, Level-3 and Level-4, respectively, when the fan is connected to the duct of 2).

- 5) 4)において、風量 $120 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上を確保できる最低限のファン回転数のレベルを答えよ。そのレベルにおける静圧 [Pa]、動圧 [Pa]、軸動力 [W]を求めよ。ファンの全圧効率を 0.5 とする。

Answer the minimum Level of the fan's rotational frequency to secure the air flow rate more than $120 \text{ m}^3/\text{h}$ under the conditions of 4). Furthermore, calculate the static pressure [Pa], the dynamic pressure [Pa] and the shaft power [W] at the minimum Level. Assume that the fan's total pressure efficiency is 0.5.

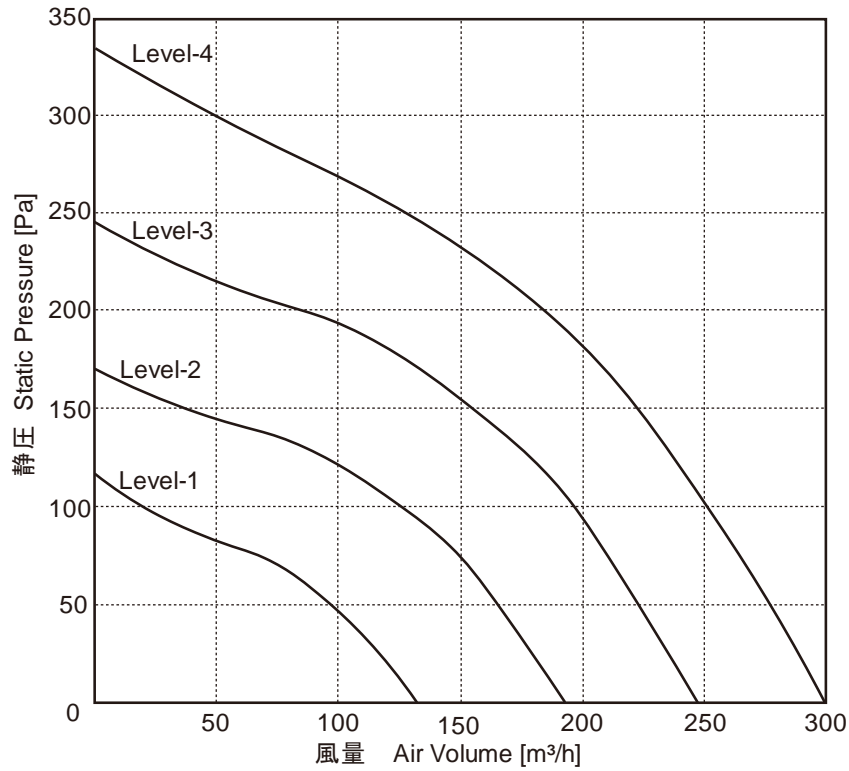


Fig. 3-2

- (4) 2021 年 4 月 22 日に開催された気候サミットにおいて、日本は温室効果ガス排出量を 2013 年比で 2030 年に 46 %削減するという新たな目標を宣言した。カーボンニュートラル化に向けた住宅・建築物の削減目標とそれらの可能な貢献について、300 文字程度で論ぜよ。

At the “Leaders Summit on Climate” held on April 22nd 2021, Japan declared a new goal of reducing greenhouse gas emissions by 46 % in 2030 compared to 2013. Discuss the reduction targets in homes and buildings and their possible contributions toward the carbon neutralization in about 120 words.

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)

(このページには何もありません。)
(This page is intentionally blank.)