

広島大学大学院先進理工系科学研究科 博士課程前期入学試験

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination

一般選抜（2025 年 8 月実施）

General Selection (August 2025)

解答又は解答例等 及び 出題の意図

Answers or Model Answers / Intent of the Questions

解答の公表に当たって、一義的な解答が示せない記述式の問題等については、「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また、記述式以外の問題についても、標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

In publishing answers, “the intent of the questions or multiple or standard examples of answers” are published for essay-type questions for which no univocal answer can be given.

In addition, one of the correct answers may also be given as an example of a standard answer for questions other than the essay-type.

- 〔1〕 ある建物の外皮平均熱貫流率（ U_a 値）として、最も適当な値を選べ。ただし、この建物に窓はなく陸屋根、幅 10 m、奥行き 6 m、高さ 5 m で、天井、壁、床の熱貫流率は、それぞれ 1.5、1.0、1.2 $W/(m^2 \cdot K)$ とする。

Choose the most adequate value that is the average thermal transmittance of the building envelope (U_a value.) This building has no windows, a flat roof, a width of 10 m, a depth of 6 m, and a height of 5 m. The thermal transmittance of the ceiling, walls, and floor are 1.5, 1.0, and 1.2 $W/(m^2 \cdot K)$, respectively.

1. 1.15 2. 1.21 3. 1.23 4. 1.35 5. 3.70

外皮平均熱貫流率は、各部位の熱貫流率を面積で重みづけした平均値である。問題の建物の床と天井の面積は各 60 m^2 、壁面の面積は四面で $(10+6) \times 2 \times 5 = 160 m^2$ になる。したがって、 $(1.5+1.2) \times 60 + 1.0 \times 160 = 322$ を、 $60 \times 2 + 160 = 280 m^2$ で除すことで、解答 1.15 $W/(m^2 \cdot K)$ が得られる。

解答欄 Answer Field	1
---------------------	---

- 〔2〕 容積 100 m^3 、室内総表面積 160 m^2 、平均吸音率 0.25 の部屋の残響時間を Sabine の式で求めると、0.40 秒であったとする。容積 120 m^3 、室内総表面積 240 m^2 、平均吸音率 0.20 の部屋の Sabine の式による残響時間として正しいものを選べ。

By Sabine's reverberation time formula, the reverberation time is 0.40 seconds in a room. The volume of the room is 100 m^3 , the indoor total surface area is 160 m^2 and the average sound absorption coefficient is 0.25. Choose the correct value of the reverberation time of the room whose volume is 120 m^3 , indoor total surface area is 240 m^2 and average sound absorption coefficient is 0.20, by Sabine's formula.

1. 0.333 秒 (seconds) 2. 0.400 秒 (seconds) 3. 0.500 秒 (seconds)
4. 0.600 秒 (seconds) 5. 0.667 秒 (seconds)

Sabine の残響時間の式は、 $KV/cS\alpha$ で表される（ここで V は容積、 c は音速、 S は室内総表面積、 α は平均吸音率、 K は定数で 55.26 である）。この式に V 、 S 、 α を代入した際、残響時間が 0.40 秒になるとすると、 K/c は 0.16 となる。したがって、 $0.16 \times 120 / (240 \times 0.20)$ を計算すると、残響時間は 0.40 秒となる。

解答欄 Answer Field	2
---------------------	---

- 〔3〕 面積 120 m^2 の部屋がある。この部屋の所要照度が 700 lx のとき、照明計画し、必要な照明器具の台数として、最も適当なものを選べ。ただし、照明器具 1 台から出る光束を 4000 lm、照明率を 0.80、保守率を 0.75 とする。

There is a room of the 120 m^2 area. Choose the most adequate value of the number of luminaires on the lighting planning of this room, when the 700 lx illuminance is required. The luminous flux emitted by one luminaire is 4000 lm. The utilization factor of this room is 0.80 and the maintenance factor is 0.75.

1. 21 2. 28 3. 35 4. 42 5. 56

この部屋に必要な全光束は、 $700 \times 120 = 84000$ lm となる。一方、1 台の照明器具からの発散光束は、 $4000 \times 0.75 = 3000$ lm となり、さらに照明率が 0.80 なので、実際に必要な水平面に届く光束は $3000 \times 0.80 = 2400$ lm となる。したがって、 $84000 / 2400 = 35$ となり、解答は 35 台になる。

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

- 〔4〕 容積 60 m^3 のある部屋で、ある汚染質が 150 l/h で発生している。この部屋の換気量を $750 \text{ m}^3/\text{h}$ として、最終的な室内の汚染質濃度として正しいものを選び。ただし、外気の汚染質濃度を 100 ppm とする。

There is a room with volume of 60 m^3 . In this room, pollutant is generated at the rate of 150 l/h . Choose the correct value of the final concentration of the pollutant in this room. The amount of ventilation in the room is $750 \text{ m}^3/\text{h}$ and the pollutant concentration of outdoor air is 100 ppm .

1. 100 ppm 2. 200 ppm 3. 300 ppm 4. 500 ppm 5. 800 ppm

無限時間経過後の室内汚染質濃度は、 $M/Q + C_o$ となる（ここで、 M は汚染質発生量、 Q は換気量、 C_o は外気の汚染質濃度である）。汚染質発生量は $150 \text{ l/h} = 0.15 \text{ m}^3/\text{h}$ のため、 $M/Q = 0.15/750 = 2.0 \times 10^{-4} = 200 \text{ ppm}$ になる。したがって、最終的な室内の汚染質濃度は $200 + 100 = 300 \text{ ppm}$ となる。

解答欄
Answer Field

3

- 〔5〕 LED の点灯時間として、最も適当なものを選び。

Choose the most adequate one as the lighting time of LED.

1. 1000 時間 (hours) 2. 8000 時間 (hours) 3. 10000 時間 (hours)
4. 12000 時間 (hours) 5. 40000 時間 (hours)

LED の点灯時間は一般に 4～5 万時間と言われている。これに対して、白熱電球は約 1000 時間、蛍光灯は約 10000 時間になる。

解答欄
Answer Field

5

- 〔6〕 都市環境に関する以下の記述のうち、最も不適当なものを、ひとつ選び。

Choose the most inadequate one from the following descriptions regarding urban environment.

1. 夜間、都市の樹木は放射冷却により、低温となる。
At night, trees in urban areas become colder due to radiative cooling.
2. 都市ヒートアイランド現象が、大気汚染を悪化させる。
Urban heat island phenomenon exacerbates air pollution.
3. 住宅敷地での「雨庭」の整備は、洪水対策として有効である。
Development of “rain gardens” on residential site is effective for flood control.
4. 都市ヒートアイランド現象対策として、太陽光発電を利用した。
Photovoltaics was utilized as a measure for mitigating the urban heat island phenomenon.
5. 「風の道」は、冬季の大気汚染緩和にも有効である。
“Wind Corridors” is also effective for mitigating air pollution in winter.

解答欄
Answer Field

4

〔7〕 建築計画に関連する以下の記述のうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most inadequate one from the following descriptions regarding architectural planning.

1. 車用の傾斜路の勾配を 1/8 で計画した。
The gradient of a slope-way for cars was planned to be 1/8.
2. 動線計画においては異なった種類の動線を交差させないことが大切である。
In circulation planning, it is important that different traffic lines should not cross each other.
3. 陸屋根の勾配を 1/100 で計画した。
The gradient of a flat roof was planned to be 1/100.
4. バルコニーの手すりの高さを 120 cm で計画した。
The height of the balcony handrail was planned to be 120 cm.
5. 住宅のトイレの扉を内開きで計画した。
The door of residential toilet was planned to open inward.

解答欄 Answer Field	5
---------------------	---

〔8〕 建築計画に関する次の用語の組み合わせの中で最も関係のないものはどれか、以下の中から一つ選択せよ。

Choose one of the least relevant combinations of terms related to architectural planning from the following descriptions.

1. 医療施設 medical facility -----看護単位 nursing unit
2. 図書館 library -----ブラウジングルーム browsing room
3. 美術館 museum -----可視線 sight line
4. 社会福祉施設 social welfare facility -----デイルーム day room
5. ホテル hotel -----リネン室 linen room

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

〔9〕 集合住宅に関する以下の記述のうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most inadequate one from the following descriptions regarding the multiple dwelling houses.

1. 都市計画法で定められた用途地域のひとつである「商業地域」に低層集合住宅が建設された。
Low-rise apartment buildings were constructed in a “commercial zone,” which is one of the land use districts defined by the City Planning Act in Japan.
2. 「テラスハウス」は、専用庭を持つ住戸が界壁を共有しながら連続している低層の集合住宅である。
“Terrace House” is a type of low-rise multiple dwelling house, in which each housing unit has a private yard and is connected to an adjacent unit by a boundary wall.
3. 低層集合住宅団地の計画において、人口密度が 600 人/ha 程度に設定された。
In planning a low-rise apartment complex, the target population density was set at approximately 600 persons/ha.
4. 「階段室型」の集合住宅は、各住戸に最低 2 面の開口を設けられるため、採光や通風において優れている。
Multiple dwelling houses with the “staircase type” are superior in daylighting and ventilation, because each unit is provided with openings on at least two sides.
5. 戦後に供給された「都営高輪アパート（1947 年）」は、住宅の不燃化を促進するために鉄筋コンクリート構造で建設された中層公営住宅である。
“Toei Takanawa Apartments (1947)”, supplied after the World War II, are mid-rise public housing constructed with reinforced concrete structure to promote fire-resistant housing.

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

〔10〕住宅及び居住に関する以下の記述のうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most inadequate one from the following descriptions regarding housing and residence.

1. 1955年に設立された「日本住宅公団」は集合住宅の供給とともに宅地開発事業に取り組み、郊外にニュータウンを整備した。
“The Japan Housing Corporation”, established in 1955, was engaged nationwide not only in the supply of apartment buildings but also in land development projects. It developed new towns in suburban areas.
2. 「クルドサック」は、自動車が通過できないようになっている袋小路であり、その端部において自動車の方向転換を可能にしたものである。
“Cul-de-sac” is a dead-end to prevents cars from passing and has space that cars can turn around at the end of the road.
3. 「畳割」とは畳の寸法を基準寸法とした平面計画法のことであり、「京間」がその代表例のひとつである。
“Tatami-wari” is a floor plan design method that utilizes the dimensions of tatami mats as its standard measurements. “Kyō-ma” is one of the representative examples.
4. 地方自治体が「建築協定」を用いて住宅地の環境改善を進めた。
Local governments promoted environmental improvement in residential areas using the “Building Agreements.”
5. 「住宅履歴情報」とは、既存住宅の活用を促進するために、住宅の新築や点検、修繕、リフォームなどに関する記録を保存・蓄積した情報のことである。
“Jyūtaku Rireki Jyōhō” is a house information pack to record and accumulate data related to the construction, inspections, repairs, and renovations of a house, to promote the effective use of existing houses.

解答欄 Answer Field	4
---------------------	---

〔1 1〕 建築設計図面の種類とその表現内容に関する組み合わせのうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

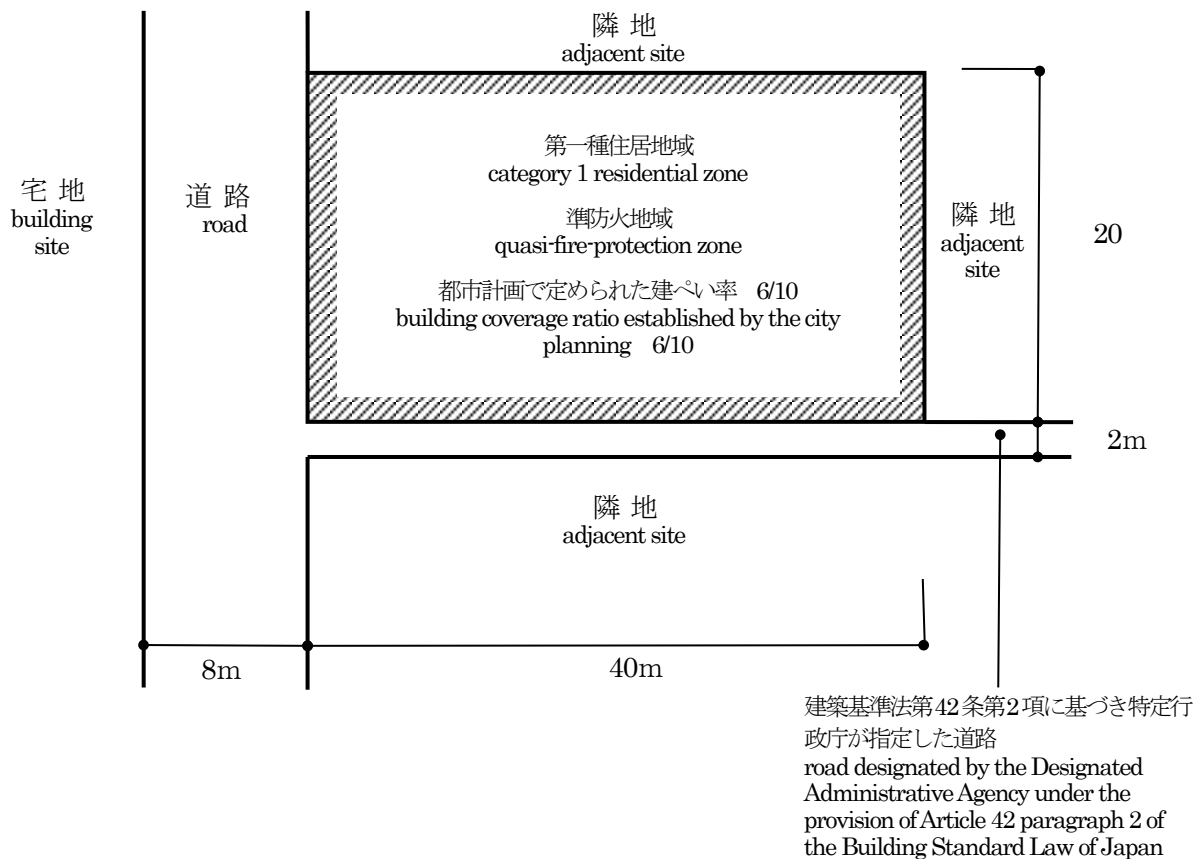
Choose the most inadequate combination from the following pairs of architectural design drawing types and their corresponding contents.

1. 平面図 — 開口部
floor plan — openings
2. 断面図 — 屋根材の葺き方
section drawing — method of installing roofing materials
3. 矩計図 — 天井高さ
sectional detail drawing — ceiling height
4. 配置図 — 道路境界線
site plan — road boundary lines
5. 立面図 — 外壁仕上げ
elevation drawing — exterior wall finish

解答欄 Answer Field	2
---------------------	---

〔12〕図のような敷地において、建築基準法上許容される耐火建築物の建築面積の最大の値として正しいものは次のうちどれか。ただし、当該敷地は街区の角にある敷地として特定行政庁が指定したものとし、図に記載のない地域、地区の指定はないものとする。

Choose the correct value of the maximum building area for a fire-resistive building, allowed by the Building Standard Law of Japan, on the site shown below. The site is designated by the Designated Administrative Agency as a site at the corner of two streets. There is no other designation than those shown in the figure.



1. 456 m² 2. 504 m² 3. 532 m² 4. 576 m² 5. 608 m²

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

〔13〕 下記の用語の組み合わせのうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most inadequate one from the following combinations of terms.

1. 法隆寺金堂（奈良県） Kondō, Hōryūji (Nara Prefecture) — 円崩しの高欄 Manji Kuzushi no Kōran
2. 東大寺南大門（奈良県） Nandaimon, Tōdaiji (Nara Prefecture) — 重源 Chōgen
3. 二条城二の丸御殿（京都府） Ninomaru-goten Palace, Nijō-jō castle (Kyoto Prefecture)
— 書院造 Shoin zukuri
4. 待庵（京都府） Taian (Kyoto Prefecture) — 千利休 Sen no Rikyū
5. 赤坂離宮（東京都） Akasaka Palace (Tokyo Metropolis) — F.L. ライト F.L. Wright

解答欄 Answer Field	5
---------------------	---

〔14〕 下記の図版に示す建築作品の説明として、最も適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most adequate one from the following explanations for the architectural work in the picture as shown below.

著作権保護の観点から、公表していません。

1. 古代ギリシア建築 Ancient Greek architecture
2. 古代ローマ建築 Ancient Roman architecture
3. ビザンティン建築 Byzantine architecture
4. ロマネスク建築 Romanesque architecture
5. ゴシック建築 Gothic architecture

解答欄 Answer Field	1
---------------------	---

（図版は『西洋建築史図集』より転載）

図版は「アテネのパルテノン神殿」

〔15〕 都市計画に関する以下の記述のうち、最も不適当なものを、ひとつ選べ。

Choose the most inadequate one from the following descriptions regarding city planning.

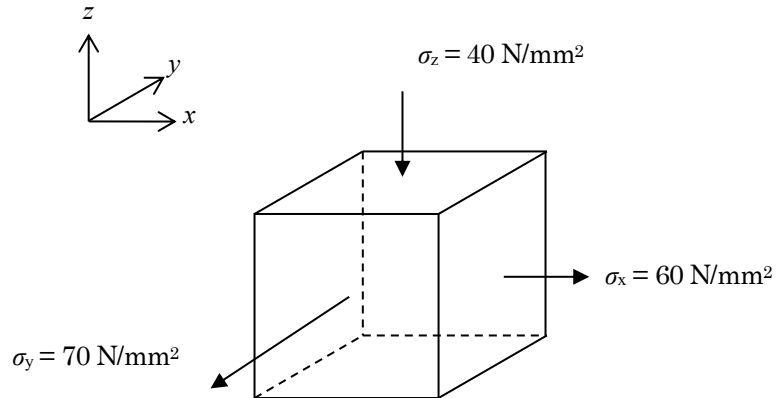
1. トランジットモールにおいて、バス停が設計された。
A bus stop was designed for the transit mall.
2. 都市計画区域において、市街化区域を設定しなくても良い。
It is permissible not to designate urbanization areas within urban planning areas.
3. 公共交通指向型都市開発（TOD）として、郊外に低密度な住宅地が整備された。
In Transit Oriented Development (TOD), low-density residential areas were developed in the suburbs.
4. 木造密集市街地の災害脆弱性を改善するために、市街地再開発事業を行った。
Urban redevelopment projects were undertaken to improve the disaster vulnerability of dense wooden urban areas.
5. エベネザー・ハワードは、「田園都市」のモデルを提案し、それを実現した。
Ebenezer Howard proposed the model of the “Garden City” and made it a reality.

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

〔1 6〕 図のような垂直応力 σ_x , σ_y および σ_z が生じている 3 次元弾性微小要素を考える。y 方向のひずみ ε_y として最も近いものは以下のうちどれか。ただし、ヤング係数 $E=2.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$, ポアソン比 $\nu=0.3$ とする。

Consider a 3-dimensional elastic micro element subjected to the stresses σ_x , σ_y and σ_z shown in the figure. Choose the nearest strain for y direction ε_y among the followings, where the Young's modulus E is $2.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ and the Poisson's ratio ν is 0.3.

1. 0.002
2. 0.003
3. 0.004
4. 0.005
5. 0.006



$$\begin{aligned}\varepsilon_y &= (70 + 40 \times 0.3 - 60 \times 0.3) / 20000 \\ &= 64 / 20000 = 0.0032 \\ &\Rightarrow 2\end{aligned}$$

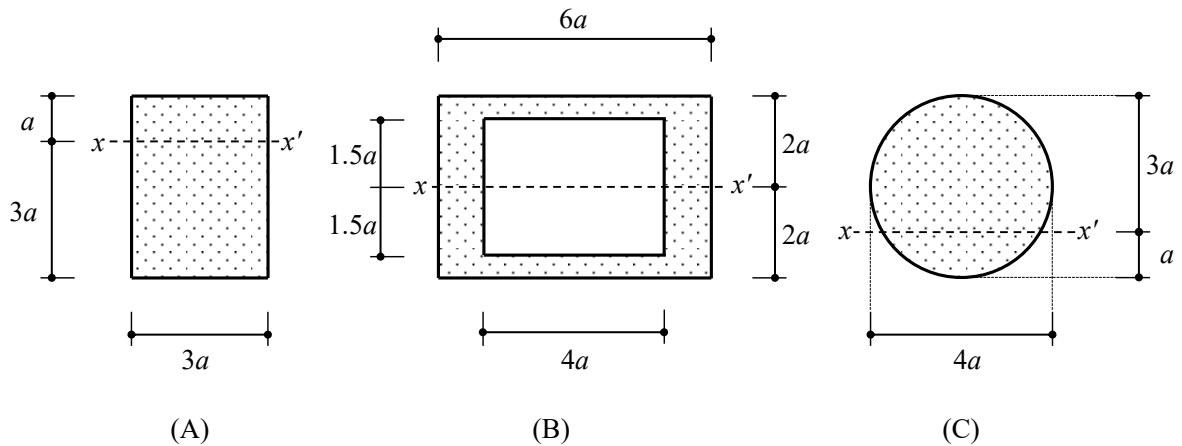
解答欄
Answer Field

2

〔1 7〕 図に示すような 3 種類のはり断面の、 $x-x'$ 軸回りの断面 2 次モーメントの大小関係として正しいものは、以下のうちどれか。ここで、円周率 π の値を 3.14 とする。

Consider three beams with the cross section shown in the figures. Choose the correct relation, concerning the moment of inertia of section to the $x-x'$ axis, among the followings. Here the value of circumference ratio π is taken as 3.14.

1. $A > B > C$
2. $A > C > B$
3. $B > C > A$
4. $B > A > C$
5. $C > A > B$



$$\begin{aligned}\text{(A)} \quad & a^4 \{ (4^3 \cdot 3) / 12 + 1^2 \cdot 12 \} = 28 a^4 \\ \text{(B)} \quad & a^4 \{ (4^3 \cdot 6) / 12 - (3^3 \cdot 4) / 12 \} = 23 a^4 \\ \text{(C)} \quad & a^4 \{ 4^4 \pi / 64 + 1^2 \cdot 4\pi \} = 25.1 a^4 \\ & \Rightarrow A > C > B \quad \Rightarrow 2\end{aligned}$$

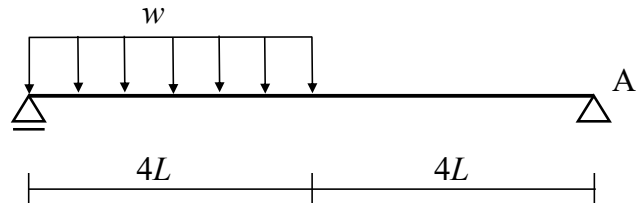
解答欄
Answer Field

2

〔18〕図のような等分布荷重を受ける架構において、点Aでの鉛直方向の反力の絶対値として最も近いものは次のうちのどれか。

The figure shows a structure subjected to a uniformly distributed load. Choose the nearest absolute vertical reaction force at point A among the followings.

1. wL
2. $2wL$
3. $3wL$
4. $4wL$
5. $5wL$



$$\begin{aligned} -4wL \times 2L + V_A \times 8L &= 0 \\ 8LV_A &= 8wL^2 \\ V_A &= wL \end{aligned}$$

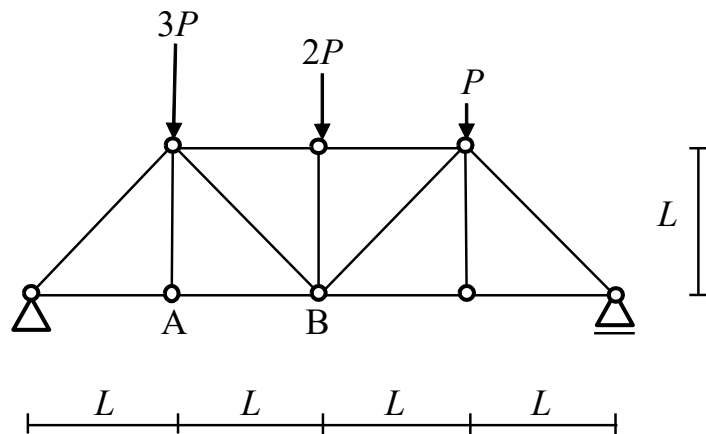
解答欄
Answer Field

1

〔19〕図のような荷重を受けるトラスにおいて、部材ABに生じる軸方向力として、最も近いものは次のうちどれか。ただし、軸方向力は、引張力を正、圧縮力を負とする。

Consider a truss subjected to loads as shown in the figure. Choose the nearest axial force of the member AB among the followings. The positive value of axial force indicates tensile axial force, while the negative value indicates compressive axial force.

1. $-\frac{9P}{2}$
2. $-2P$
3. $\frac{3P}{2}$
4. $\frac{11P}{4}$
5. $\frac{7P}{2}$



$$\begin{aligned} \text{左の反力を求める} \\ -PL - 2P \times 2L - 3P \times 3L + V \times 4L &= 0, \quad 4LV = 14PL, \quad V = 7P/2 \\ \text{ABを含むように縦に切断する} \\ 3P \text{ 載荷されている載荷点でモーメントの釣りを解くと} \\ 7P/2 \times L - N \times L &= 0, \quad N_{AB} = 7P/2 \end{aligned}$$

解答欄
Answer Field

5

〔20〕図のような集中荷重を受けるはりの点 A に生じる鉛直方向変位の大きさとして、最も近いものは次のうちどれか。はりとは全長にわたって等質等断面であり、ヤング係数を E 、断面 2 次モーメントを I とする。

Consider a beam subjected to a concentrated load as shown in the figure. The member of the beam is homogeneous and uniform, and it has Young's modulus E and the moment of inertia of section I . Choose the nearest vertical displacement at point A among the followings.

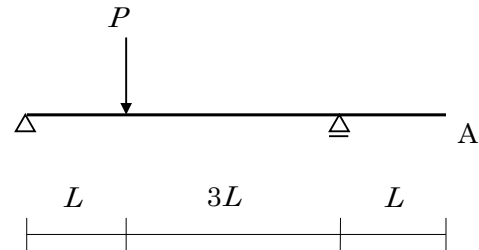
1. $\frac{PL^3}{16EI}$

2. $\frac{PL^3}{8EI}$

3. $\frac{3PL^3}{8EI}$

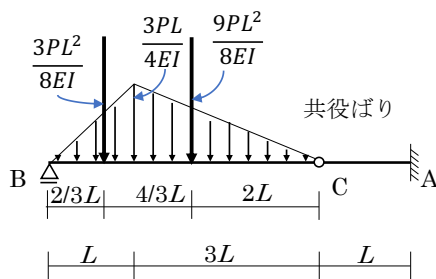
4. $\frac{5PL^3}{8EI}$

5. $\frac{3PL^3}{4EI}$



解答欄
Answer Field

4



$$V_B \cdot 4L = \frac{3PL^2}{8EI} \cdot \left(\frac{4}{3} + 2\right)L + \frac{9PL^2}{8EI} \cdot 2L$$

$$V_B \cdot 4L = \left(\frac{3}{8} \cdot \frac{10}{3} + \frac{9}{4}\right) \frac{PL^3}{EI}$$

$$V_B \cdot 4L = \frac{14PL^3}{4EI}$$

$$V_B = \frac{7PL^2}{8EI}$$

$$V_C = \frac{3PL^2}{8EI} + \frac{9PL^2}{8EI} - \frac{7PL^2}{8EI} = \frac{5PL^2}{8EI}$$

$$\text{C 点のたわみ角は } \theta_C = \frac{5PL^2}{8EI}$$

$$v_A = \frac{5PL^2}{8EI} \cdot L = \frac{5PL^3}{8EI}$$

仮想仕事法による検算：

$$M(x) = \begin{cases} \frac{3}{4}Px, & 0 \leq x < L \\ -\frac{1}{4}Px + PL, & L \leq x < 4L \end{cases}$$

$$\bar{M}(x) = \begin{cases} \frac{1}{4}x, & 0 \leq x < 4L \\ -x + 5L, & 4L \leq x < 5L \end{cases}$$

$$v_A = \frac{1}{EI} \int_0^{4L} M(x) \bar{M}(x) dx$$

$$= \frac{1}{EI} \int_0^L \frac{3}{4}Px \frac{1}{4}x dx + \frac{1}{EI} \int_L^{4L} \left(-\frac{1}{4}Px + PL\right) \frac{1}{4}x dx$$

$$4EIv_A = \int_0^L \frac{3}{4}Px^2 dx + \int_L^{4L} \left(-\frac{1}{4}Px^2 + PLx\right) dx$$

$$= \frac{3}{4}P \frac{1}{3}x^3 \Big|_0^L + \left(-\frac{1}{4}P \frac{1}{3}x^3 + PL \frac{1}{2}x^2\right) \Big|_L^{4L}$$

$$= \frac{1}{4}PL^3 + \left(-\frac{1}{4}P \frac{1}{3}(4^3L^3 - L^3) + PL \frac{1}{2}(4^2L^2 - L^2)\right)$$

$$= \frac{1}{4}PL^3 + \left(-\frac{63}{12}PL^3 + PL \frac{15}{2}L^2\right)$$

$$= \frac{5}{2}PL^3$$

$$v_A = \frac{5PL^3}{8EI}$$

〔 2 1 〕 一般的なコンクリートに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

Choose the most inadequate description regarding normal concrete among the followings.

1. コンクリートの強度が高いほどヤング率は大きくなる。
(The higher the concrete strength, the higher the Young's modulus.)
2. コンクリートのスランプ値が大きいほどワーカビリティが高い。
(The higher the slump value of concrete, the greater its workability.)
3. コンクリートの単位体積重量は鋼材よりも大きい。
(The unit weight of concrete is greater than that of steel.)
4. コンクリートの強度は水セメント比と相関がある。
(The strength of concrete is correlated with the water-cement ratio.)
5. コンクリートの調合設計では粗骨材の最大寸法を考慮する。
(In concrete mix design, the maximum size of coarse aggregate is taken into consideration.)

解答欄 Answer Field	3
---------------------	---

〔22〕鋼材に関する次の記述のうち最も不適当なものはどれか。

Concerning the steel materials, choose the most inadequate description among the followings.

1. 引張試験により応力度—ひずみ度曲線を得ることができる。
(The tensile test provides the stress-strain curve.)
2. 引張試験は破断まで行う。
(The tensile test is performed until fracture.)
3. 応力度—ひずみ度曲線で降伏後の平らな部分を降伏棚と呼ぶ。
(The flat portion in the stress-strain curve beyond yielding is called yield plateau.)
4. 炭素鋼では、炭素含有量が高くなるにつれて降伏強度が低下する。
(For the carbon steel, the yield strength decreases with increasing carbon content.)
5. 炭素鋼では、降伏強度が大きく変わってもヤング率はあまり変わらない。
(For the carbon steel, Young's modulus does not change much if yield strength changes largely.)

解答欄 Answer Field	4
---------------------	---

〔2 3〕地震工学に関する以下の記述で最も不適切なものを選び。

Choose the most inadequate description concerning earthquake engineering among the followings.

1. 震源距離を r とすると、表面波の幾何減衰の大きさは $1/r$ で表される。このため、表面波は実体波よりも遠方まで伝わりやすい。
(Geometric attenuation of surface wave can be expressed by $1/r$ when the hypocentral distance is r . Therefore, surface wave can propagate farther than body wave.)
2. 距離減衰式は地震動強さを評価するものであり、地震波形の時刻歴を推定することはできない。
(Attenuation equations evaluate seismic intensity and cannot estimate time history of seismic waveform.)
3. 地盤による地震波の増幅特性は、地層間のインピーダンス比、層厚およびそれらの層の減衰定数のみによって決まる。
(Amplification characteristics of seismic waves by the ground are determined only by the impedance ratio between ground layers, layer thicknesses, and damping factors of the layers.)
4. リスクとは、損失の発生確率と損失の大きさの積で表される。損害保険を掛けることは、災害時の損失の大きさを他者に転嫁できるため、リスクの低減につながる。
(Risk can be represented as a product of probability of loss and impact of loss. Non-life insurance can reduce risk because the impact of the loss is transferred to others in a disaster.)
5. 津波の伝播速度は、重力加速度と水深のみによって決まる。水深 4000m の地点では約 700km/h であり、水深 10m の地点では約 35km/h となる。
(The velocity of tsunami propagation is determined only by gravity acceleration and water depth. The velocity is estimated to be about 700 km/h at 4000 m depth and about 35 km/h at 10 m depth.)

解答欄 Answer Field	1
---------------------	---

〔2 4〕ある地動の加速度応答スペクトルが図 1 のように表されるとき、その地動の速度応答スペクトルの図として最も適切なものは、図 2 の A～E のうちどれか

If an acceleration response spectrum of a ground motion is represented as shown in Fig. 1, choose the most adequate velocity response spectrum of the ground motion among A to E in Fig. 2.

1. A
2. B
3. C
4. D
5. E

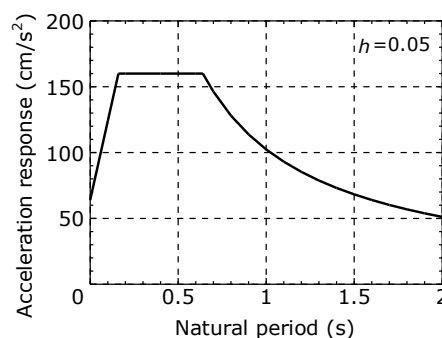


Fig. 1

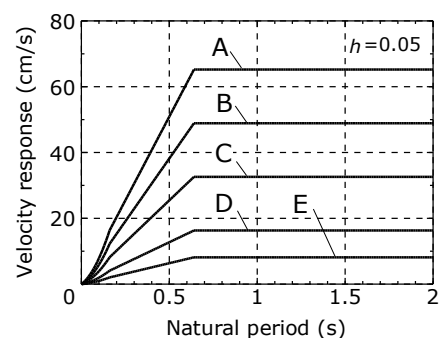


Fig. 2

解答欄 Answer Field	4
---------------------	---

[2 3]

1. 実体波の幾何減衰の大きさは $1/r$ で表されるのに対して、表面波の幾何減衰の大きさは、 $1/\sqrt{r}$ で表されるので誤り。

5. 津波の伝播速度 v は、重力加速度 g と水深 h から $\sqrt{gh}$ (m/s) で表される。

$h=4000\text{m}$ のとき、 $v = \sqrt{9.8 \times 4000} \approx 200\text{m/s}$ であり、時速に直すと、 720km/h となり、

$h=10$ のとき、 $v = \sqrt{9.8 \times 10} \approx 10\text{m/s}$ 、時速に直すと、 36km/h となるので正しい。

答えは 1 //

[2 4]

加速度応答を S_a とすると、擬似速度応答 pS_v は以下の式で表される。

$$pS_v = \frac{1}{\omega} S_a = \frac{T}{2\pi} S_a$$

$T=0.5$ のとき、 $S_a=160\text{ cm/s/s}$ であることから、 $pS_v = \frac{0.5}{2 \times 3.14} \times 160 = 12.7\text{ cm/s}$

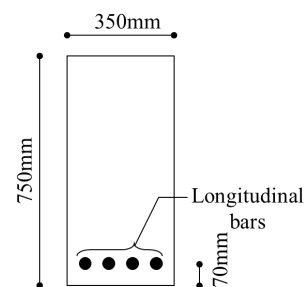
$T=1.0$ のとき、 $S_a=100\text{ cm/s/s}$ であることから、 $pS_v = \frac{1.0}{2 \times 3.14} \times 100 = 15.9\text{ cm/s}$ と求まる。

これらの点を通る線は D であるので、答えは 4 //

- 〔25〕図に示す鉄筋コンクリート梁断面には、短期許容曲げモーメント時の釣合鉄筋比以下となるように総断面積 2000mm^2 の主筋が配されている。主筋の降伏強度は 345N/mm^2 、コンクリートの圧縮強度は 27N/mm^2 である。この梁断面に上端が圧縮、下端が引張となるように短期許容曲げモーメントが作用したときの記述として最も適当なものはどれか。ただし、平面保持仮定が成り立つものとし、コンクリートの引張応力負担は無視して良い。

A cross-section of a reinforced concrete beam shown in the figure has a total longitudinal reinforcement area of 2000 mm^2 so that the beam has below the balanced tensile reinforcement ratio for the short-term allowable bending moment. The steel's yield strength is 345 N/mm^2 , and concrete's compressive strength is 27 N/mm^2 . When a short-term allowable bending moment causing compression at the top and tension at the bottom is applied, choose the most adequate description. The plane section remains plane and concrete tensile stress is negligible.

- この梁の有効せいは圧縮縁から 700mm である。
(The effective depth is 700 mm from the compression edge.)
- 圧縮縁のコンクリートの応力度は 18N/mm^2 より大きい。
(The concrete's compressive stress at the compression edge of the beam is greater than 18 N/mm^2 .)
- この断面の引張鉄筋比はおよそ 8% である。
(The tensile reinforcement ratio of the cross-section is around 8% .)
- 圧縮コンクリートが負担する圧縮力はおよそ 690kN である。
(The compression force resisted by the compression concrete is about 690 kN .)
- 応力中心間距離は 400mm 未満である。
(The distance between the centroids of compression force and tensile force is less than 400 mm .)



解答欄 Answer Field	4
---------------------	---

- 〔26〕鉄筋コンクリート柱・梁部材のせん断挙動に関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

Choose the most inadequate description regarding shear behaviours of reinforced concrete columns and beams among the followings.

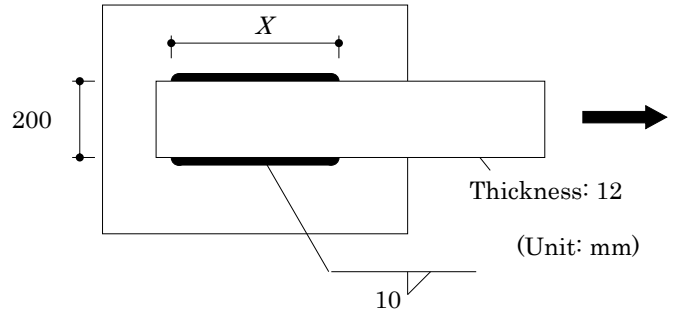
- 横補強筋量が十分でないとせん断終局強度がせん断ひび割れ強度を下回る場合がある。
(If the amount of transverse reinforcement is insufficient, the shear ultimate strength may fall below the shear cracking strength.)
- 梁の横補強筋比は、一組の横補強筋の断面積を梁の断面積で除した値である。
(A transverse reinforcement ratio of the beam is given by the total cross-sectional area of a set of transverse reinforcement divided by the cross-sectional area of the beam.)
- 横補強筋量を増やすと梁のせん断強度は上がる。
(The shear strength of a beam increases with an increase in the amount of transverse reinforcement.)
- 通常考えられる長期荷重により柱に作用する圧縮軸力は柱のせん断ひび割れ強度を高める効果がある。
(Under typical long-term loading conditions, the compressive axial force acting on a column contributes to an increase in its shear cracking strength.)
- 柱や梁の中子筋は付着割裂破壊防止に有効である。
(The use of internal transverse reinforcement in columns and beams is effective in preventing bond splitting failure.)

解答欄 Answer Field	2
---------------------	---

- 〔27〕 図の隅肉溶接部の降伏強さが、被接合部材である鋼板（厚さ 12mm、幅 200mm）の降伏強さを上回るために必要な最小長さ X を求め、最も近いものを以下の中から選べ。ただし、鋼板と溶接継目の引張降伏応力とせん断降伏応力は、それぞれ F および $0.6F$ とする。

Calculate the minimum length X of the fillet-weld to achieve that the yield strength of the connected steel plate (thickness: 12 mm, width: 200 mm) is larger than that of the welded joint, and choose the nearest value among the followings. Suppose tensile yield stress and shearing yield stress, respectively, of the plate and the weld are F and $0.6F$.

1. 240 mm
2. 310 mm
3. 380 mm
4. 450 mm
5. 520 mm



解答欄
Answer Field

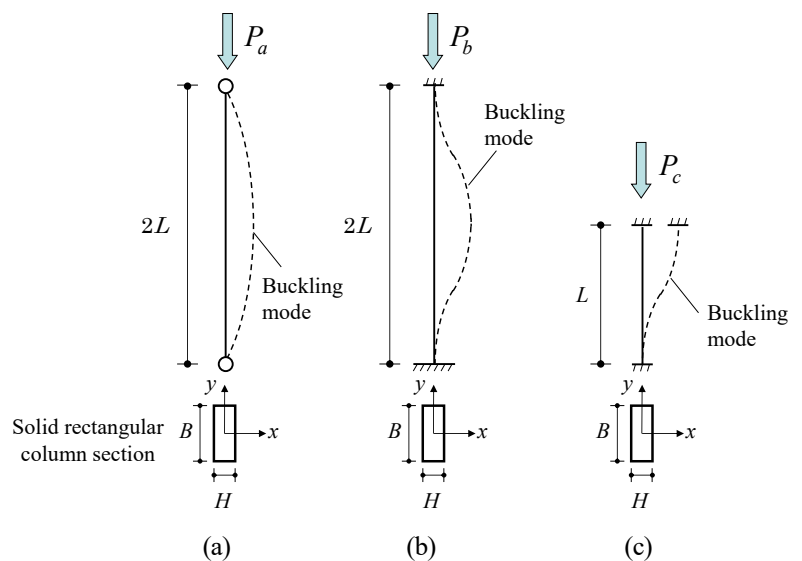
2

解答 $200 \times 12 \times F = 2 \times (X - 20) \times 10 \times 0.7 \times 0.6 \times F \rightarrow X = 305.7$

- 〔28〕 図(a), (b), (c)に示す座屈モードを呈する柱の弾性座屈荷重 P_a , P_b , P_c の関係について、正しいものを以下の中から選べ。ただし、柱は図に示す中実断面とし、 y 軸まわりに座屈するものとする。

For the columns (a), (b) and (c) exhibiting buckling modes as shown in the figure, choose the correct relations among the buckling loads P_a , P_b and P_c of the columns. Note that each column has a solid section shown in the figure, and each column buckles around y axis.

1. $P_a = P_b = P_c$
2. $P_a = P_b < P_c$
3. $P_a < P_b = P_c$
4. $P_a = P_c < P_b$
5. $P_a < P_c < P_b$



解答

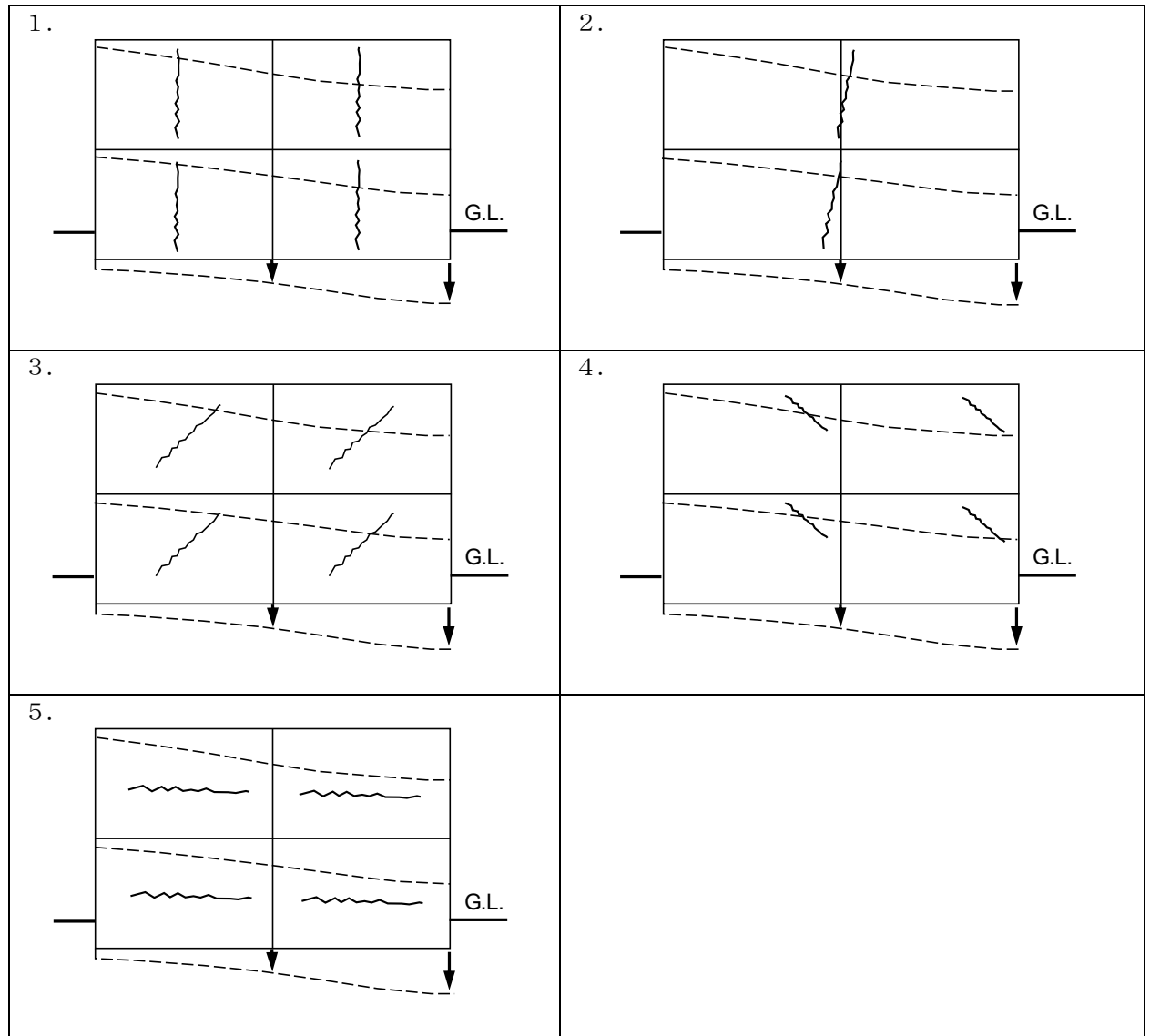
$$P_a = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}, P_b = \frac{\pi^2 EI}{L^2}, P_c = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

解答欄
Answer Field

3

- 〔29〕 図は鉄筋コンクリート造建物と地盤の断面図を表す。図中の矢印と点線で示すように建物が不同沈下した場合、建物の壁に生じるひび割れを表す図として最も適切なものを選び。

The figures show cross sections of a building and ground. Choose the most adequate figure with regard to cracks in the building wall if the building is damaged by differential settlement as shown by arrows and broken lines.



建物右側が沈下すると、矢印の方向に引張力が生じ、3のように引張力の直角方向にひび割れが生じる。

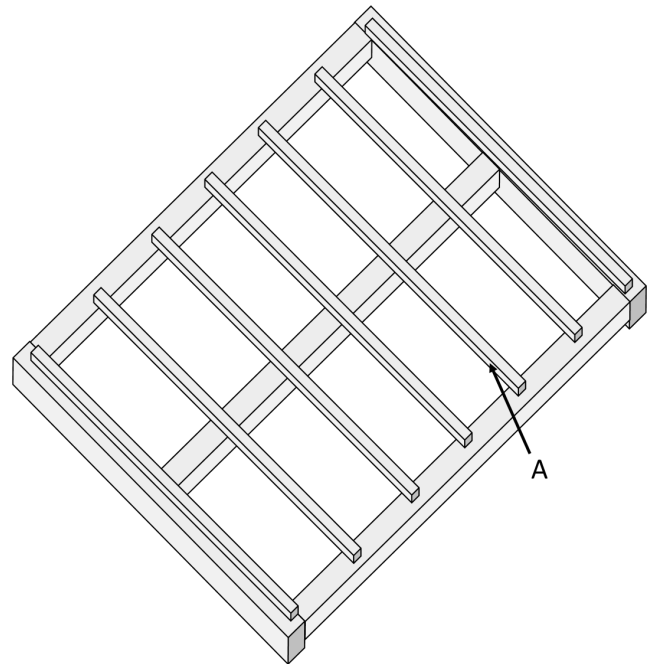
解答欄
Answer Field

3

〔30〕図は在来軸組構法による床の一部を示したものである。部材Aの名前として正しいものは次のうちどれか。

The figure shows a part of floor in post and beam construction system. Choose the correct number as the name of member A among the followings.

1. 束 (post)
2. 垂木 (rafter)
3. 根太 (joist)
4. 大引き (lumber girder)
5. 火打ち梁 (corner bracing)



解答欄
Answer Field

3

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)	プログラム Program	建築学プログラム Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------	---------------------------	---

〔1〕 図1のような荷重 P_1 , P_2 を受ける長方形断面片持ちばりの固定境界 ($x=0$) 上での材軸方向垂直応力を調べると、はり上面で 6σ 、下面で -2σ (ここに $\sigma>0$) であった。図2にはりの断面を示す。以下の問(1)~(3)に答えよ。ただし、引張応力を正の値とする。

(1) P_1 及び P_2 を σ , B , H および L を用いて表せ。

(2) はりに生じる材軸方向垂直応力の最大値および最小値を求めよ。ただし $L>H$ である。

Consider a cantilever beam with the rectangular cross-section shown in the Fig. 1. Normal axial stresses on the upper and lower faces are 6σ and -2σ (where $\sigma>0$), respectively, at the fixed end ($x=0$). Fig. 2 shows the cross section of the beam. Answer the following questions (1) – (3), where a tensile stress is indicated as a positive value.

(1) Express P_1 and P_2 in terms of σ , B , H and L .

(2) Find the maximum and minimum normal axial stresses of the beam, where $L>H$.

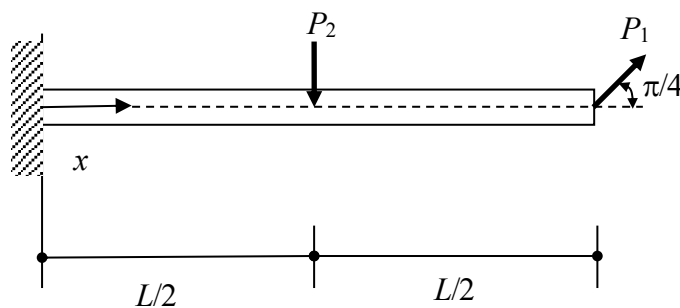


Fig. 1

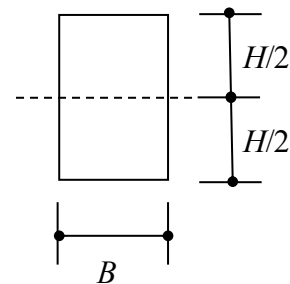


Fig. 2

〈解答 (Answer)〉

(1)

$$M_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} P_1 L$$

$$M_2 = -P_2 \frac{1}{2} L$$

$$N = \frac{\sqrt{2}}{2} P_1$$

$$6\sigma = \frac{-M_1 - M_2}{Z} + \frac{N}{A}$$

$$-2\sigma = \frac{M_1 + M_2}{Z} + \frac{N}{A}$$

$$\frac{N}{A} = 2\sigma$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} P_1 = 2\sigma A = 2\sigma BH$$

$$P_1 = 2\sqrt{2}\sigma BH$$

$$6\sigma = \frac{-\frac{\sqrt{2}}{2} P_1 L + P_2 \frac{1}{2} L}{BH^2/6} + 2\sigma$$

$$6\sigma = \frac{-\frac{\sqrt{2}}{2} 2\sqrt{2}\sigma BHL + P_2 \frac{1}{2} L}{BH^2/6} + 2\sigma$$

$$4\sigma BH^2/6 = -2\sigma BHL + P_2 \frac{1}{2} L$$

$$P_2 \frac{1}{2} L = 2\sigma BH^2/3 + 2\sigma BHL$$

$$P_2 = \frac{4}{3L} \sigma BH^2 + 4\sigma BH$$

(2)

左端より $x=L/2$ でのモーメントは、

$$M = \frac{\sqrt{2}}{2} P_1 \frac{L}{2} = \sigma BHL$$

材軸方向垂直応力は、はり上面で、

$$\sigma_1 = \frac{-M}{Z} + \frac{N}{A} = \frac{-\sigma BHL}{BH^2/6} + 2\sigma$$

$$\sigma_1 = -\frac{6L\sigma}{H} + 2\sigma$$

下面で、

$$\sigma_2 = \frac{6L\sigma}{H} + 2\sigma$$

$\frac{6L\sigma}{H} > 4\sigma$ より

垂直応力の最大値および最小値は、

最大値 : $\sigma_2 = \frac{6L\sigma}{H} + 2\sigma$

最小値 : $\sigma_1 = -\frac{6L\sigma}{H} + 2\sigma$

試験科目 Subject	建築構造学（専門科目Ⅱ） Building Engineering (II)
-----------------	---

プログラム Program	建築学プログラム Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------	---------------------------	---

(3) 構造部材には、外力の作用により応力が生じる。このとき、応力の最大値や分布を求めることの工学的な意義および構造設計においてどのように役立つかについて、以下の語句の中から 3 つ以上を用いて 150 字程度で説明せよ。

[塑性, 破壊, 許容応力度, 断面形状, 材料, 安全率]

(3) Structural members are subjected to stresses due to external forces. Explain, in about 100 words, the engineering significance of determining the maximum value and distribution of the stresses, and how such analysis is useful in structural design. Use at least three of the following terms in your explanation.

[plasticity, failure, allowable stress, cross-sectional shape, material, safety factor]

〈解答 (Answer)〉

解答例：

構造部材に生じる応力の最大値や分布を求めることで、部材が塑性化や破壊に至る危険性を定量的に評価できる。例えば曲げを受ける部材では、応力が断面の上下で正負に分布し、最大応力が許容応力度を超えないように設計する必要がある。これにより、断面形状や材料選定、安全率の設定が適切に行え、安全かつ効率的な構造設計が可能となる。

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)
-----------------	--

プログラム Program	建築学 Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	---------------------	---------------------------	---

〔2〕 次に示す問(1)～(2)に答えよ。

- (1) 図 1 に示す剛節骨組の曲げモーメントを計算し、曲げモーメント図を図 2 に示せ。ただし、図 1 の k は剛比を示す。

Answer the following questions (1) – (2).

- (1) Calculate the bending moment of the rigid frame shown in Fig. 1 and draw the bending moment diagram in Fig. 2. The notation k in Fig. 1 indicates the relative stiffness ratio.

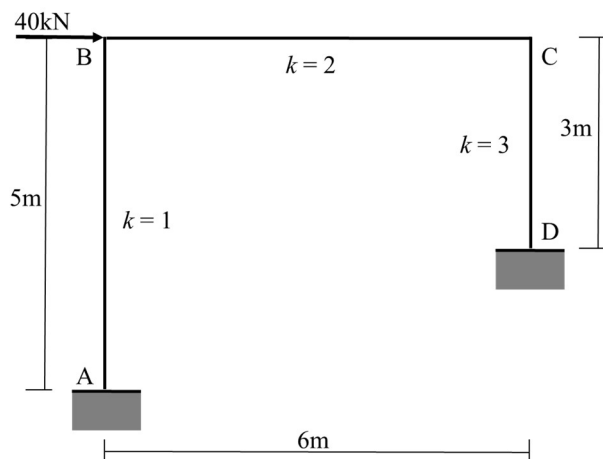


Fig. 1

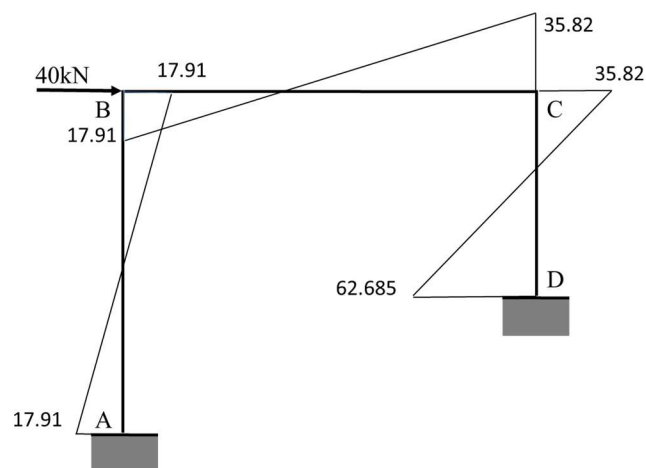


Fig. 2 (kNm)

〈解答 (Answer)〉

固定端のたわみ角は 0 なので $\varphi_A = \varphi_D$ ，中間荷重がないので固定端モーメントは 0，部材角 $\psi_{BC} = 0$

角方程式より， $\psi_{AB} = \frac{3}{5}\psi_{DC}$ ，計算においては， $\psi_{BC} = \psi$ としてすすめる

要素方程式： $M_{AB} = 1\left(\varphi_B + \frac{3}{5}\psi\right)$ ， $M_{BA} = 1\left(2\varphi_B + \frac{3}{5}\psi\right)$ ， $M_{BC} = 2(2\varphi_B + \varphi_C)$

$M_{CB} = 2(\varphi_B + 2\varphi_C)$ ， $M_{CD} = 3(2\varphi_C + \psi)$ ， $M_{DC} = 3(\varphi_C + \psi)$

節点方程式： $M_{BA} + M_{BC} = 0$ ， $M_{CB} + M_{CD} = 0$

層方程式： $\frac{M_{AB}+M_{BA}}{5} + \frac{M_{CD}+M_{DC}}{3} + 40 = 0$

これらの連立方程式を解くと， $\varphi_B = 0$ ， $\varphi_C = 8.96$ ， $\psi = -29.85$ となる。

ここから，それぞれの材端モーメント (kNm) を計算すると下記の通りとなる。

$M_{AB} = -17.91$ ， $M_{BA} = -17.91$ ， $M_{BC} = 17.91$ ， $M_{CB} = 35.82$ ， $M_{CD} = -35.82$ ， $M_{DC} = -62.685$

試験科目 Subject	建築構造学（専門科目Ⅱ） Building Engineering (II)	プログラム Program	建築学 Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	---------------------	---------------------------	---

(2) フレームにおける弾性状態と塑性状態について、以下の語句の中から 3 つ以上を用いて 150 字程度で説明せよ。

[部材, 軸力, 接合部, たわみ, 変形, 応力]

(2) Explain about the elastic and plastic state of a frame structure in about 100 words using at least three of the following words.

[member, axial force, connection, deflection, deformation, stress]

〈解答 (Answer)〉

解答例

部材や接合部に応力が作用した際に、たわみや変形が生じる。その後、その応力を取り除くことで、たわみや変形が元に戻る状態を弾性状態と呼び、作用した応力を取り除いても、生じたたわみや変形が元に戻らない状態を塑性状態と呼ぶ。部材や接合部が降伏する応力を超えると塑性状態となり、たわみが元に戻らなくなる。(147 文字)

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)	プログラム Program	建築学プログラム Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------	---------------------------	---

〔3〕 鋼構造に関する以下の問(1)～(6)に答えよ。図は高力ボルト摩擦接合部であり、図 1 では鉛直力 120kN が、図 2 では曲げモーメント 12kN・m が作用している。摩擦面のすべり係数を 0.45、安全率を 1.5 とする。

- (1) 図 1 の場合、高力ボルト一本あたりに作用するせん断力を求めよ。
- (2) 図 1 の場合、高力ボルトに必要なボルト張力を求めよ。
- (3) 図 2 の場合、高力ボルト一本あたりに作用するせん断力を求めよ。
- (4) 図 2 の場合、高力ボルトに必要なボルト張力を求めよ。
- (5) 図 3 の場合、高力ボルト一本あたりに作用するせん断力を P と M を用いて示せ。

Answer the following questions (1) - (6) regarding steel structures. Figures show the friction-type connections using high-strength bolts. Fig. 1 shows the case in which the vertical force of 120 kN acts on the connection. Fig. 2 shows the case in which the bending moment of 12 kN・m acts on the connection. It is assumed that the friction coefficient between the plates is 0.45 and the safety factor is 1.5.

- (1) Find the shearing force per bolt for Fig. 1.
- (2) Find the required pre-tensile force of each bolt for Fig. 1.
- (3) Find the shearing force per bolt for Fig. 2.
- (4) Find the required pre-tensile force of each bolt for Fig. 2.
- (5) Express the shearing force per bolt for Fig. 3 using the notations P and M .

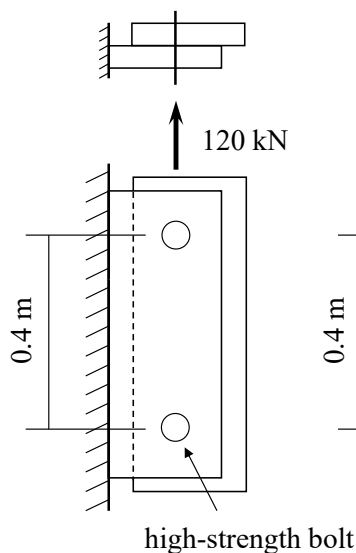


Fig. 1

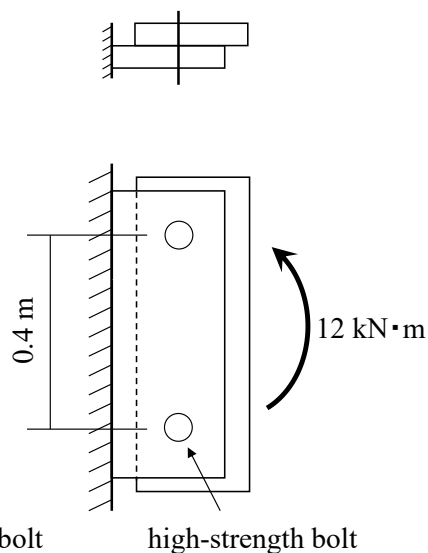


Fig. 2

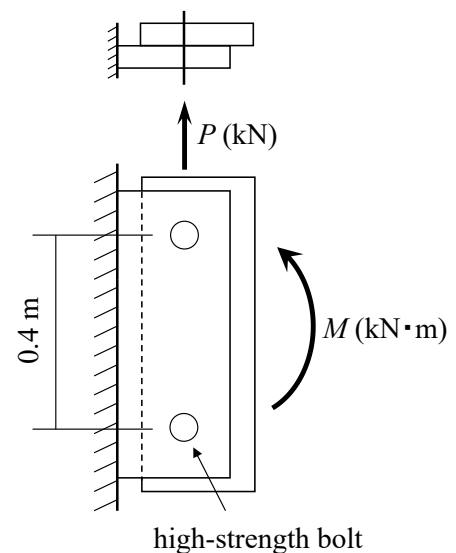


Fig. 3

〈解答 (Answer)〉

- (1) $120 \div 2 = 60$ kN
- (2) $60 \div 0.45 \times 1.5 = 200$ kN
- (3) 上下のボルトに作用するせん断力は、 $12 \div 0.4 = 30$ kN
- (4) $30 \div 0.45 \times 1.5 = 100$ kN
- (5) P によるせん断力は $0.5P$ となる。 M によるせん断力 Q は、 $0.4Q = M$ より $2.5M$ となる。

よって、 $\sqrt{(0.5P)^2 + (2.5M)^2}$

試験科目 Subject	建築構造学（専門科目 II） Building Engineering (II)	プログラム Program	建築学プログラム Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------	---------------------------	---

- (6) 鋼構造の圧縮部材の座屈荷重について、以下の語句の中から 3 つ以上を用いて 100 字程度で説明せよ。
[座屈長さ, 境界条件, 断面 2 次モーメント, 断面積, 細長比, 弾性座屈]
- (6) Explain the buckling load in steel structural compression members using at least three of the following words in about 50 words.
[buckling length, boundary condition, second moment of inertia, cross-sectional area, slenderness ratio, elastic buckling]

〈解答 (Answer)〉

鋼構造の圧縮部材の座屈荷重の算定では、まず境界条件により座屈長さを評価する。弾性座屈の場合には座屈荷重は断面 2 次モーメントに比例し、座屈長さの 2 乗に反比例する。細長比が大きくなるほど座屈応力度は低下する。(102 字)

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)	プログラム Program	建築学 Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	---------------------	---------------------------	---

〔4〕図に示す断面をもつ鉄筋コンクリート柱について、条件(A)～(C)をもとに問(1)～(3)に答えよ。

Given the conditions (A) - (C), answer questions (1) - (3) for the reinforced concrete column with a cross-section shown in the figure.

- (A) 変形前の平面が変形後においても平面を保持する。(The plane section remains plane after deformation.)
 (B) 主筋は計 14 本で、断面積は全て等しい。主筋の長期許容応力度は 200N/mm^2 、降伏強度は 400N/mm^2 、ヤング係数 E_s は 200kN/mm^2 である。

(There are a total of 14 longitudinal bars, all with equal cross-sectional area. The long-term allowable stress, yield strength, Young's modulus of the steel bars are 200 N/mm^2 , 400 N/mm^2 , and 200 kN/mm^2 , respectively.)

- (C) コンクリートの圧縮強度は 30N/mm^2 で、短期許容応力度までの応力度—ひずみ度関係は線形である。鉄筋とコンクリートのヤング係数比 $n (=E_s/E_c)$ は 15 である。また、コンクリートの引張応力負担は無視して良い。

(Compressive strength of concrete is 30 N/mm^2 . The concrete's stress-strain relationship is considered linear until the short-term allowable stress. The ratio of steel to concrete Young's modulus $n (=E_s/E_c)$ is 15. The tensile stress of the concrete is negligible.)

- (1) 図の柱断面に圧縮軸力を 5388kN 作用させたところ、コンクリートが長期許容圧縮応力度に達した。主筋 1 本あたりの断面積を求めよ。

(When the column cross-section shown in the figure is subjected to the compression axial force of 5388 kN , the concrete reached the long-term allowable compressive stress. Calculate the cross-sectional area of the longitudinal reinforcement per bar.)

- (2) 図の柱断面に圧縮軸力と $x-x'$ 軸回りのモーメントを作用させたところ最外縁の引張鉄筋が長期許容応力度に達し、その時の中立軸位置は圧縮縁から 320mm であった。この時のひずみ度分布を図示せよ。

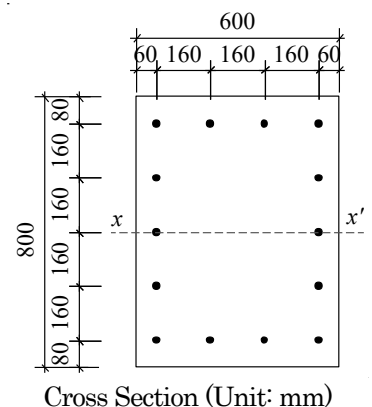
(When the column cross section shown in Fig. is subjected to compression force and moment about $x-x'$ axis, the outermost tensile reinforcement reaches its long-term allowable stress, and the corresponding neutral axis depth is 320 mm . Illustrate the strain diagram at this stage.)

- (3) (2)のとき、柱に作用している圧縮軸力を求めよ。ただし、(3)では鉄筋によるコンクリート断面積の欠損を考慮しなくてよい。

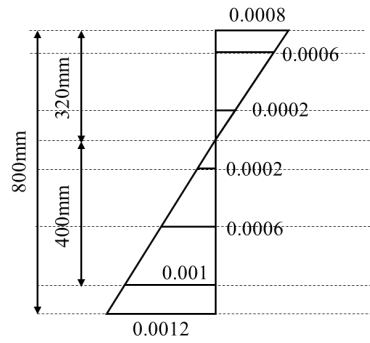
(Find the axial compression force under the condition given in (2). Note that the reduction in the concrete's cross-sectional area due to the steel bar is negligible in (3).)

〈解答 (Answer)〉

$$\begin{aligned}
 & (1) \text{ コンクリートの長期許容応力度} = \sigma_B/3 = 30/3 = 10 \text{ MPa} \\
 & \text{主筋一本あたりの面積を } a_s \text{ とおく。軸圧縮応力度 } \sigma \text{ について} \\
 & \sigma = \frac{N}{bD + (n-1) \cdot 14 \cdot a_s} = \frac{5388000}{600 \times 800 + 14 \times 14 \times a_s} = 10 \text{ が成り立つので} \\
 & 14^2 \cdot a_s = 538800 - 480000 \quad \therefore a_s = 300 \text{ mm}^2 \quad \text{』}
 \end{aligned}$$



(2)



(3) 最外縁の引張鉄筋の応力度を σ_s とすると

コンクリートの圧縮縁応力度は $\sigma_c = \varepsilon_c E_c = 0.8\varepsilon_s \frac{E_s}{n} = \frac{4}{75} \sigma_s$ と表わせるため

コンクリートの圧縮力: $C_c = \frac{1}{2} \sigma_c \cdot x_n \cdot b = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{75} \cdot \sigma_s \cdot 320 \cdot 600 = 5120 \sigma_s$

圧縮縁から 1, 2 段目の圧縮鉄筋が負担する圧縮力 C_{s1} , C_{s2} は

$$\begin{cases} C_{s1} = 0.6\varepsilon_s \cdot E_s \cdot 4a_s = 2.4a_s \sigma_s \\ C_{s2} = 0.2\varepsilon_s \cdot E_s \cdot 2a_s = 0.4a_s \sigma_s \end{cases}$$

同様に、引張縁から 1~3 段目の引張鉄筋が負担する引張力 T_1 , T_2 , T_3 は

$$\begin{cases} T_3 = 0.2\varepsilon_s \cdot E_s \cdot 2a_s = 0.4a_s \sigma_s \\ T_2 = 0.6\varepsilon_s \cdot E_s \cdot 2a_s = 1.2a_s \sigma_s \\ T_1 = 4a_s \sigma_s \end{cases}$$

軸方向の力の釣合より : $N = C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_3 - T_2 - T_1$ 上記を代入して

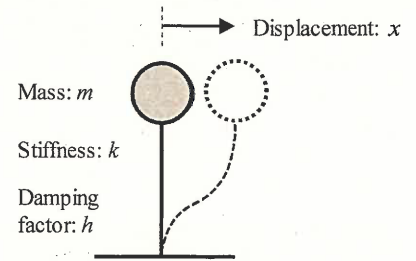
$$N = 5120 \sigma_s - 2.8 a_s \sigma_s = 5120 \cdot 200 - 2.8 \cdot 300 \cdot 200 = 856000 \quad [\text{N}] \therefore N = 856 \text{ kN} \quad \text{』}$$

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)
-----------------	--

プログラム Program	建築学 Architecture
------------------	---------------------

受験番号 Examinee's Number	M
---------------------------	---

- [5] 振動に関する以下の問(1)~(7)に答えよ。質点の質量 m , ばね定数 (剛性) k , 減衰定数 h を有する 1 質点系減衰モデルを考える。質点が自由振動しているときの運動方程式は、 $m\ddot{x} + 2h\sqrt{mk}\dot{x} + kx = 0$ と表される。ただし、 x は質点の変位で、時間 t の関数とし、 $\dot{x}$, $\ddot{x}$ は x の時間 t による 1 階微分, 2 階微分をそれぞれ表す。



- (1) 上に示した運動方程式のうち、質点に働く慣性力、減衰力、復元力はそれぞれどの項に対応するか示せ。
- (2) $x(t) = Ae^{\lambda t}$ を仮定したとき、 λ を m , k , h を用いて示せ。
- (3) $h = 0$ のとき、質点はどのような運動をするか、図を用いて説明せよ。
- (4) $h > 1$ のとき、質点はどのような運動をするか、図を用いて説明せよ。
- (5) $h < 1$ のとき、質点はどのような運動をするか、図を用いて説明せよ。

Answer the following questions (1) - (7) concerning with vibration of a structure. Consider a damped single-degree-of-freedom system with the mass, stiffness and damping factor represented as m , k and h , respectively. Motion equation of the mass during free vibration can be represented as $m\ddot{x} + 2h\sqrt{mk}\dot{x} + kx = 0$. Then, x is the displacement of the mass with the function of time, t , and $\dot{x}$ and $\ddot{x}$ are the first-order and second-order derivatives of x by t , respectively.

- (1) In the motion equation shown above, indicate the terms corresponding to inertia force, damping force and restoring force, respectively.
- (2) If $x(t) = Ae^{\lambda t}$ is given, express λ by using m , k , and h .
- (3) If $h = 0$ is given, explain the motion of the mass with showing a diagram.
- (4) If $h > 1$ is given, explain the motion of the mass with showing a diagram.
- (5) If $h < 1$ is given, explain the motion of the mass with showing a diagram.

〈解答 (Answer)〉

試験科目 Subject	建築構造学 (専門科目 II) Building Engineering (II)
-----------------	--

プログラム Program	建築学 Architecture	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	---------------------	---------------------------	---

- (6) 振動中の変位が, $x(t) = A \cos(t\sqrt{k/m}) + B \sin(t\sqrt{k/m})$ で表されるものとする。時間 $t=0$ のときの変位を d_0 , 速度を v_0 としたとき, A と B をそれぞれ記号で示せ。
- (7) 地震時における地盤の揺れを表す地震動を考える。地震動の特性に及ぼす要因について考えられるものをできるだけ挙げ, それらを簡潔に説明しなさい。200 字程度とすること。
- (6) Consider the condition where the displacement of the mass during the vibration can be represented as $x(t) = A \cos(t\sqrt{k/m}) + B \sin(t\sqrt{k/m})$. Here, t is time. If the initial displacement d_0 and velocity v_0 are given to the mass at $t=0$, express the A and B by symbols, respectively.
- (7) Consider seismic ground motion during earthquake. Explain all possible factors affecting characteristics of seismic ground motions. Describe them in about 100 words.

〈解答 (Answer)〉

[5] 解答

(1)

慣性力: $m\ddot{x}$, 減衰力: $2h\sqrt{mk}\dot{x}$, 復元力: kx

(2)

$x(t) = Ae^{\lambda t}$, $\dot{x}(t) = A\lambda e^{\lambda t}$, $\ddot{x}(t) = A\lambda^2 e^{\lambda t}$ を代入する。

$$m\ddot{x} + 2h\sqrt{mk}\dot{x} + kx = 0$$

$$mA\lambda^2 e^{\lambda t} + 2h\sqrt{mk}A\lambda e^{\lambda t} + kAe^{\lambda t} = 0$$

$$m\lambda^2 + 2h\sqrt{mk}\lambda + k = 0 \quad \text{となる。}$$

これは λ に対する 2 次方程式なので,

$$\lambda = \frac{-2h\sqrt{mk} \pm \sqrt{(2h\sqrt{mk})^2 - 4mk}}{2m}$$

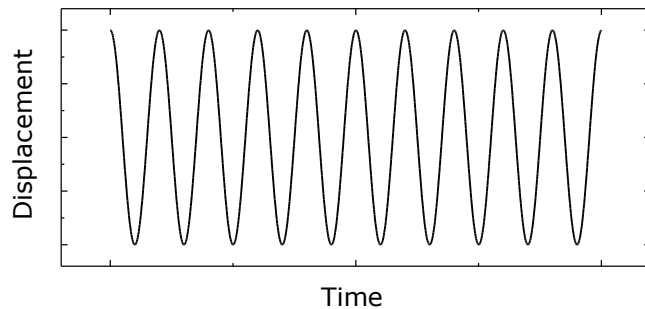
$$\lambda = \frac{-h\sqrt{mk} \pm \sqrt{mk(h^2 - 1)}}{m} = -h\sqrt{\frac{k}{m}} \pm \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{h^2 - 1}$$

$h^2 - 1$ が正負それぞれとなる場合を考えると,

$$\left\{ \begin{array}{l} h > 1 \text{ のとき, } \lambda = -h\sqrt{\frac{k}{m}} \pm \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{h^2 - 1} \\ h = 1 \text{ のとき, } \lambda = -\sqrt{\frac{k}{m}} \\ h < 1 \text{ のとき, } \lambda = -h\sqrt{\frac{k}{m}} \pm \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{1 - h^2}i \quad \text{と求まる} // \end{array} \right.$$

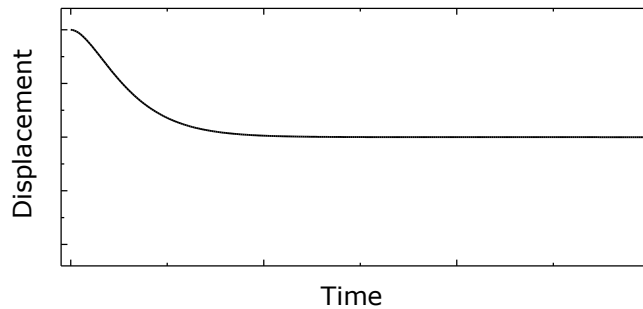
(3)

$h=0$ のときは, 減衰力がゼロとなるため, 図に示すように一定の振幅を保ったまま振動し続ける。



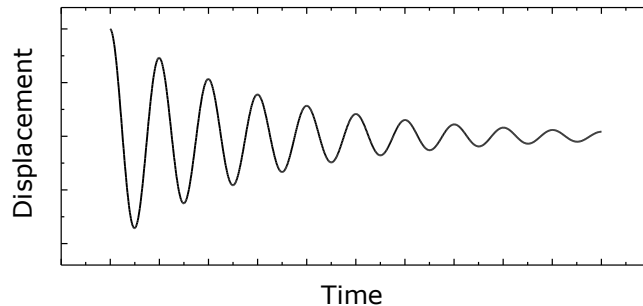
(4)

$h > 1$ のときは、過減衰となるため、図に示すように振動せずに徐々に変位が小さくなる運動を示す。



(5)

$h < 1$ のときは、一般的な建築構造物の振動となり、質点に減衰力が働くため、図に示すように振動を続けながら徐々に振幅が小さくなるような運動となる。



(6)

$$x(t) = A \cos(t\sqrt{k/m}) + B \sin(t\sqrt{k/m}),$$

$$\dot{x}(t) = -A\sqrt{k/m} \sin(t\sqrt{k/m}) + B\sqrt{k/m} \cos(t\sqrt{k/m}) \text{ に } t=0 \text{ を代入すると,}$$

$$x(0) = d_0 = A$$

$$\dot{x}(0) = v_0 = B\sqrt{k/m} \quad \text{となるので, } A = d_0, \quad B = v_0\sqrt{m/k} \quad \text{となる。//}$$

(7)

地表面の地震動は、地震の位置、マグニチュードといった震源特性、地震波が地殻内を伝播する際に生じる減衰を表す伝播経路特性、地震波が地表面近くの地盤内を伝播する際に生じる増幅を表す地盤増幅特性の影響を受ける。震源までの位置が近く、マグニチュードが大きいと大振幅の地震動となる。地盤の剛性や層厚により地震動の振幅・周期特性は大きく変化し、特に軟弱な地盤では大きな増幅が生じるため、さらに大振幅の地震動となる。(201 字)