

関西学院大学大学院理工学研究科

2026 年度入学試験

(二次：2026 年 2 月 26 日実施)

専門科目

建築学専攻

エンジニアリング系(構造、構法、環境)

(論文論述)

(13:10-15:10 120 分)

【試験にあたっての注意】

1. 筆記用具以外はカバンに入れ、カバンは床の上に置くこと。
2. 携帯電話、スマートフォン、ウェアラブル端末、音楽プレーヤー等の音の出る機器の電源を切ること。なお、アラームを設定している人は解除してから電源を切り、カバンにしまうこと。
3. 時計のアラームは解除すること。携帯電話を時計として使用することは認めない。
4. 試験の途中退場は認めない。ただし、やむを得ない場合は挙手し監督者に知らせること。
5. 不審な言動は慎むこと。不正行為が発覚した場合、全科目を0点とする。
6. 試験用紙は以下の構成となっている。
 - ① 問題冊子1冊
 - ② 選択問題調査書、解答用紙
7. 指示があるまで問題冊子および解答用紙を開かないこと。
8. 解答用紙のホチキスは、はずさないこと（提出時もホチキス留めのまま提出すること）。
9. 各問題は、所定の解答用紙に解答すること。
10. 解答にあたっては、問題冊子および解答用紙に書かれた注意に従うこと。
11. 解答用紙には、氏名は記入せず、受験番号のみを記入すること。
12. 原則、解答用紙の裏面使用は不可。やむを得ず解答欄が不足する場合は<裏面に続く>と記載することで、裏面への記載を認める。
13. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ること。

以上

〔建築学専攻（専門科目「エンジニアリング系」）〕

問題1は全7題のうちから3題を、問題2は全4題のうちから2題を選択し、解答用紙に添付された選択問題調査書の所定欄に、選択・解答する問題を○で囲むこと。
選択した問題に対応する所定の解答用紙を使用すること。

<専門科目:エンジニアリング系(1/5)>

【問題 1】下記の全 7 題のうちから 3 題を選択し解答しなさい。

[問題 1-1]

建築で用いるコンクリートの調合では水に適量の「混和剤」を混入して調合する場合がほとんどである。混和剤の役割を、施工性やコンクリート強度の観点から簡潔に記述しなさい。

[問題 1-2]

構造物には「静定構造」と「不静定構造」がある。両者の違いを簡潔に説明しなさい。

[問題 1-3]

アーチとケーブル構造の力学的特徴を互いに関連付けながら述べ、それぞれの構造計画について留意する点を説明しなさい。

[問題 1-4]

鉄骨造の梁には、一般に H 形鋼が使われることが多い。梁に使われる場合にどのような向きで使われるのが一般的か図示し、H 形鋼を用いるメリットを説明しなさい。

[問題 1-5]

住宅において、室内の光環境を計画する際に留意すべき点を、箇条書きにして、それぞれ説明しなさい。

[問題 1-6]

空調設備等で用いられるヒートポンプの動作原理である冷凍サイクルについて、図を用いて説明しなさい。

[問題 1-7]

近年、世界中で急増しているデータセンターについて、環境・設備の視点から課題を述べなさい。

<専門科目:エンジニアリング系(2/5)>

【問題 2】 下記の全4題([問題 2-1]～[問題 2-4])から 2 題を選択し解答しなさい。

[問題 2-1]

A 端を固定支持とした L 型の架構の変形について、以下の設問に答えなさい。ただし、梁や柱の曲げ剛性は全部材同一で、 EI とする。なお、各部材の軸変形、せん断変形は無視し、曲げ変形のみを考慮する。また、各部材の自重は無視する。

【問 1】 図 1 に示すように C 点に水平右向きに外力 P が作用した場合の C 点の水平変位(たわみ) δ_c を求めなさい。ただし、右向きを+とし、左向きを-で表すものとする。

【問 2】 図 1 と同じ C 点に右向きの水平外力 P が作用する L 型の架構の、C 点を図 2 のように水平ローラーで支持することとした。水平ローラーの支点に発生する鉛直反力 V_c の値を求めなさい。反力の値は図中の矢印の向きを+とし、逆向きの場合を-で表記する。

【問 3】 図2の C 点に水平外力 P が作用する L 型の架構の C 点の水平変位(たわみ) δ_c を求めなさい。ただし、右向きを+とし、左向きを-で表すものとする。

【問 4】 図2と同じ C 点に右向きの水平外力 P が作用する L 型の架構について、C 点を水平ローラーではなく、図 3 のように柱 CD で支持することとした。柱 CD の曲げ剛性は L 型架構と同じで、D 点は固定支持とし、C 点はピンで L 型架構と接合した。この場合の C 点の水平変位(たわみ) δ_c を求めなさい。ただし、右向きを+とし、左向きを-で表すものとする。

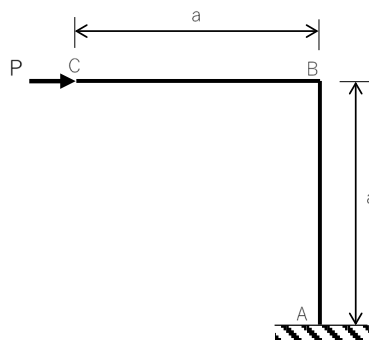


図 1

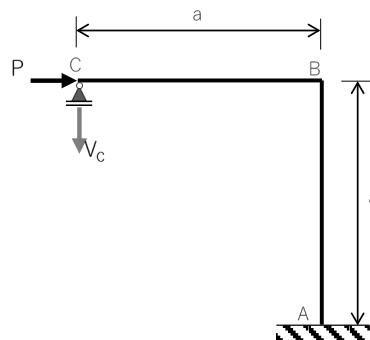


図 2

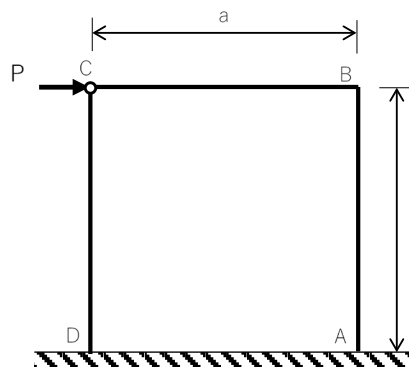


図 3

<専門科目:エンジニアリング系(3/5)>

[問題 2-2]

図に示す鉄筋コンクリート造の梁を考える。梁の比重は 2.0 とし、重力加速度は 10m/s^2 とする。鉄筋の断面積は 1 本あたり 500mm^2 であり、長期許容応力度は 200N/mm^2 、降伏強度は 400N/mm^2 とし完全弾塑性モデルに従うとする。引張鉄筋比は釣合鉄筋比以下であるとし、付着については無視してよい。次の問に答えなさい。

- (1) 梁の引張鉄筋比 p_t (%) を求めなさい。
- (2) 梁の自重のみで生じる最大曲げモーメント M (kNm) を求めなさい。
- (3) 長期許容曲げモーメント M_a (kNm) について、応力中心間距離が有効せい(圧縮縁から引張鉄筋までの距離)の $7/8$ 倍であるとして計算しなさい。
- (4) 終局曲げモーメント M_u (kNm) について、応力中心間距離が有効せい(圧縮縁から引張鉄筋までの距離)の 0.9 倍であるとして計算しなさい。
- (5) 自重を考慮した上で、さらに梁のスパン中央に集中荷重 P を加えたい。梁の最大曲げモーメントが M_a に達するときの荷重 P_1 (kN)、 M_u に達するときの P_2 (kN) をそれぞれ求めなさい。

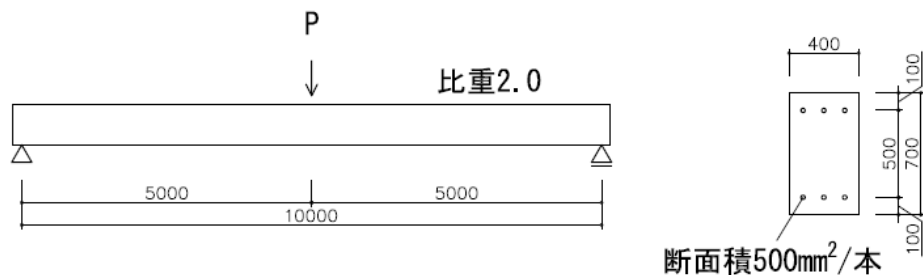


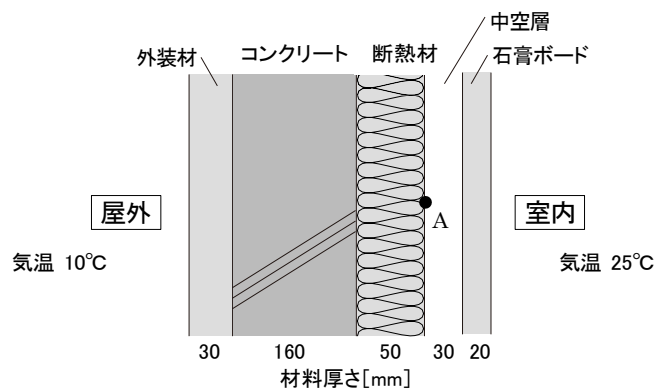
図 鉄筋コンクリート造の梁の支持条件および断面 (寸法の単位:mm)

<専門科目:エンジニアリング系(4/5)>

[問題 2-3]

図に示す断面構成の外壁に関する以下の問に答えなさい。計算問題は導出過程も示すこと。

各材料の熱伝導率は、外装材:1.2[W/mK]、コンクリート:1.6[W/mK]、断熱材:0.050[W/mK]、石膏ボード:0.20[W/mK]とし、中空層の熱抵抗は0.18[m²K/W]とする。総合熱伝達率は屋外側:23[W/m²K]、室内側:9[W/m²K]であるものとする。また、屋外、室内ともに定常状態にあるものとする。



- (1) この壁および壁表面の空気熱伝達層をあわせた熱抵抗を求めなさい。
- (2) 屋外、室内の気温は図に示す通りである。この時の A 点の温度を求めなさい。
- (3) 材料厚さを変えずに、コンクリートと断熱材の位置を入れ替えた場合、室内環境はどのように変化するか説明しなさい。

<専門科目:エンジニアリング系(5/5)>

[問題 2-4]

照明計画に関する以下の問に答えなさい。計算問題は導出過程も示すこと。

大きさが 12m × 10m、天井高さ 4m の教室を考える。

- (1) 天井面に LED 照明器具を設置し、机の高さを 70cm とした場合の光束法における室指数を求めなさい。
- (2) 器具 1 台当たりの光束:4000[lm]、照明率:0.8、保守率:0.75 とした想定した場合、机上面の照度を 500[lx]とするために必要な照明器具の数を光束法により求めなさい。
- (3) 窓からの昼光照明を検討する際に必要となる直接昼光率 D_d を、窓の立体角投射率 U を使って求める方法を説明しなさい。
- (4) $D_d = 1.6$ であった点において、昼光だけで 500[lx]の照度を確保するため必要な全天空照度を求めなさい。

出題意図

建築一般構造 I・II、建築構造力学 I・II、建築材料学、建築環境工学、建築設備、建築施工、建築構造デザイン、各種構造設計から、応用力を問う問題を出題した。

<専門科目:エンジニアリング系 解答例>

【問題 1】

[問題 1-1]

コンクリートの強度の観点からはセメント量に対し水を少なくする方が良いが、水が少なくなると流動性が下がり作業性が悪化することを踏まえ、少ない水の量で、コンクリートの流動性を高めるために混和剤が利用されることが適切に記載されていること。

[問題 1-2]

静定構造は力のつり合いのみで支点の反力や部材の断面力が評価できるが、不静定構造では架構の変形を適切に評価しないと支点の反力や部材の断面力が求められないことが適切に記載されていること。建築物の多くは不静定構造であることや、静定構造の支点の条件等についての記載があっても良い。

[問題 1-3]

要点のみ箇条書きで示す。

- ・アーチ構造、ケーブル構造とも、形態抵抗型で大スパンを架け渡す構造である。
- ・アーチ構造は、荷重を主として部材軸に沿った圧縮力として伝達する。
- ・ケーブル構造は、荷重を主としてケーブルに生じる引張力として伝達する。
- ・ケーブルが荷重により垂れ下がった懸垂線を上下反転すると、同じ荷重に対して圧縮力のみが生じるアーチ構造が成立する。
- ・アーチのライズとケーブルのサグとは対応関係にあり、ライズおよびサグが小さいほど支点に作用するスラストが増大する。
- ・アーチは圧縮部材であるため座屈に配慮した設計が必要である。
- ・ケーブルは張力を失うと形状を維持できず不安定となるため、初期張力の導入や補剛により変形・振動に対する配慮が必要である。

[問題 1-4]

要点のみ箇条書きで示す。

- ・鉄骨造の梁に用いられる H 形鋼は、一般にフランジが上下、ウェブが鉛直となる向きに配置される。
- ・中立軸から離れた断面の外縁に材料を集中させることで、少ない材料で断面二次モーメントおよび断面係数を大きくとることができ、曲げ剛性および曲げ耐力に優れる断面形状である。
- ・中央のウェブは主としてせん断力を負担し、曲げ応力を負担するフランジと役割分担が明確である。

[問題 1-5]

- ・ 室の目的ごとに必要照度・光の質を決める
 - ・ 昼光を主役にし、人工照明は補助として計画する
 - ・ 生活リズムに配慮する
 - ・ メンテナンス性・寿命を考慮する
 - ・ 安全・安心（段差・階段・夜間）
 - ・ 色温度と演色性を用途に合わせる
 - ・ 全体を均一に明るくしすぎない
 - ・ 近隣・外部への光漏れに配慮する
- （詳細は省略）

[問題 1-6]

- (1)→(2) 圧縮機：低圧の冷媒蒸気を圧縮して高温・高圧の蒸気にする
- (2)→(3) 凝縮器：高温冷媒が室内側へ放熱して液化する
- (3)→(4) 膨張弁：絞り（減圧）で低温・低圧にする
- (4)→(1) 蒸発器：室外側から吸熱して蒸発し、再び圧縮機へ戻る
- （図は省略）

[問題 1-7]

- ・ 電力需要の急増
 - ・ 冷却負荷の増大
 - ・ 水資源への影響
 - ・ 非常用電源の環境負荷
 - ・ 立地・気候リスク
 - ・ 地域社会との摩擦（騒音・景観・土地利用）
 - ・ 設備更新と廃棄物
- （詳細は省略）

【問題 2】

[問題 2-1]

【問 1】 水平変位 δ_c は片持ち梁のたわみの公式から求まる。

$$\delta_c = \frac{Pa^3}{3EI}$$

【問 2】 水平ローラー支点を外した静定基本形を仮定し、 V_c を外力と考え R と置いて C 点の鉛直変位を仮想仕事法などで求める。鉛直変位がゼロになる場合の R の値が V_c となる。

P と R が作用した場合の曲げモーメント分布は

$$\text{BC 部材： } M(x) = -Rx$$

$$\text{AB 部材： } M(x) = Px - Ra$$

C 点に下向き 1 の仮想外力が作用した場合の曲げモーメント分布は

$$\text{BC 部材： } M(x) = -x$$

$$\text{AB 部材： } M(x) = -a$$

実際の曲げモーメントと仮想の曲げモーメントをかけ合わせて積分する。

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{1}{EI} \left\{ \int_0^a (-Rx)(-x) dx + \int_0^a (Px - Ra)(-a) dx \right\} \\ &= \frac{1}{EI} \left\{ \left[\frac{Rx^3}{3} \right]_0^a + \left[-\frac{Pax^2}{2} + Ra^2x \right]_0^a \right\} \\ &= \frac{1}{EI} \left\{ \frac{Ra^3}{3} - \frac{Pa^3}{2} + Ra^3 \right\} = \frac{a^3}{EI} \left\{ \frac{4R}{3} - \frac{P}{2} \right\}\end{aligned}$$

したがって $\delta = 0$ となるためには

$$R = \frac{P}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}P = V_c$$

【問 3】 問 2 の外力状態で C 点に水平の仮想外力 1 を作用させて、仮想仕事法により水平変位 δ_c を求める。

C 点に右向き 1 の仮想外力が作用した場合の曲げモーメント分布

$$\text{BC 部材： } M(x) = 0$$

$$\text{AB 部材： } M(x) = x$$

実際の曲げモーメントと仮想の曲げモーメントをかけ合わせて積分する。

$$\begin{aligned}\delta_c &= \frac{1}{EI} \left\{ \int_0^a (Px - \frac{3}{8}Pa)(x) dx \right\} \\ &= \frac{1}{EI} \left\{ \left[\frac{Px^3}{3} - \frac{3}{16}Pax^2 \right]_0^a \right\} \\ &= \frac{1}{EI} \left\{ \frac{Pa^3}{3} - \frac{3Pa^3}{16} \right\} = \frac{7}{48} \frac{Pa^3}{EI}\end{aligned}$$

【問4】 水平荷重 P を CD 部材と ABC 部材で分担して支持することになる。

CD 部材の分担分を P_1 とし、 ABC 部材の分担分を P_2 とすると

$$P = P_1 + P_2$$

CD 部材の C 点の変形は片持ち梁の変形から

$$\delta_c = \frac{P_1 a^3}{3EI} \quad (1)$$

ABC 部材の C 点の変形は問3の結果から

$$\delta_c = \frac{7 P_2 a^3}{48 EI} \quad (2)$$

両者の変形(式(1)式と式(2))が等しく、 $P_1 = P - P_2$ となることから

$$\frac{(P - P_2)a^3}{3EI} = \frac{7 P_2 a^3}{48 EI}$$

$$16(P - P_2) = 7P_2 \quad 16P = 23P_2 \quad P_2 = \frac{16}{23}P$$

$$P_1 = P - \frac{16}{23}P = \frac{7}{23}P$$

したがって式(1)より

$$\delta_c = \frac{P_1 a^3}{3EI} = \frac{7}{23}P \times \frac{a^3}{3EI} = \frac{7 Pa^3}{69 EI}$$

式(2)から算定した場合も同じ値となる。

$$\delta_c = \frac{7 P_2 a^3}{48 EI} = \frac{16}{23}P \times \frac{7a^3}{48EI} = \frac{7 Pa^3}{69 EI}$$

[問題 2-2]

(1) $p_t = 0.625\%$

(2) $M = 70\text{kNm}$

(3) $M_a = 157.5\text{kNm}$

(4) $M_b = 324\text{kNm}$

(5) $P_1 = 35\text{kN}$

$P_2 = 101.6\text{kN}$

[問題 2-3]

- (1) 室内、室外の総合熱伝達率を σ_i [W/m²K]、 σ_o [W/m²K]、各材料の熱伝導率を λ [W/mK]、厚さを d [m]、中空層の熱抵抗を R_{air} [m²K/W]、とすると熱抵抗 R は、

$$R = 1 / \sigma_i + \Sigma (d / \lambda) + R_{air} + 1 / \sigma_o \\ = 1.56 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

- (2) 外気温、室内気温を T_o [°C]、 T_i [°C] とする。室内から A 点までの熱抵抗 R' は、

$$R' = 1 / 9 + 0.020 / 0.20 + 0.18 = 0.3911 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

従って、A 点の温度は、 $25 - (25 - 10) \times 0.3911 / 1.5596 = 21.2$ [°C]

- (3) 熱容量の大きいコンクリートが室内側になり、蓄熱する事で室温の変動が緩やかになる。壁内の温度が高くなるため、内部結露が起りにくくなる。室内側の壁表面温度が高くなるため、冷放射が軽減され快適性が増す。

[問題 2-4]

- (1) 室の奥行きを x [m]、間口を y [m]、作業面から光源までの高さを H [m] とすると、室係数 $k = xy / H(x + y)$ より、 $k = 1.65$

- (2) 照明器具の台数を N [台]、器具 1 台当りの光束を F [lm/台]、照明率を U 、保守率を M 、室面積を A [m²] とすると、平均照度 $E = NFUM / A$ [lx] となる。従って $N = AE / FUM = 25$ より、25 台必要である。

- (3) 対象点からみた窓の投影立体角を ω とすると、立体角投射率 U は $U = \omega / \pi$ と定義される。これは半球に対する窓の投影面積の割合である。天空輝度を L_s [cd/m²]、窓開口の有効率を R 、ガラスの保守率を M とすると、窓からの直接照度は $E_d = RML_s \omega$ 、水平面の全天空照度は $E_s = \pi L_s$ であるので、直接昼光率 Dd の定義より $Dd = E_d / E_s \times 100 = RMU \times 100$ [%] として求められる。

- (4) $Dd = E_d / E_s \times 100$ より、
 $E_s = E_d / Dd \times 100 = 500 / 1.6 \times 100 = 31250$ [lx]