

鉄道設計技士試験

2025年度

# 専門試験Ⅱ（鉄道土木）問題

公益財団法人鉄道総合技術研究所  
鉄道技術推進センター  
鉄道設計技士試験事務局

無断転載を禁じます



【記述式】

以下の4問の中から3問を選択し、解答用紙の問題番号を○で囲み、その欄に解答しなさい。

問1

次の文章は、鉄道構造物等設計標準・同解説（軌道構造、平成24年1月）におけるロングレールの設計について述べたものである。（ ）の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。

バラスト軌道上の一般区間に、表1に示す条件で敷設されたロングレールにおいて、最高または最低レール温度のときのレール軸力分布は図1のようになる。

表1 ロングレールの諸元

項目	記号	値
ロングレールの全長	$L$	1,000 [m]
レール鋼ヤング係数	$E$	$2.1 \times 10^5$ [N/mm <sup>2</sup> ]
レール断面積	$A$	6,420 [mm <sup>2</sup> ]
レール鋼の線膨張係数	$\beta$	$1.14 \times 10^{-5}$ [°C]
ロングレールの設定温度	$t_0$	25 [°C]
最高レール温度	$t_{\max}$	60 [°C]
最低レール温度	$t_{\min}$	-10 [°C]
縦抵抗力（片側レール単位長さ当たり）	$\gamma_0$	6 [kN/m]

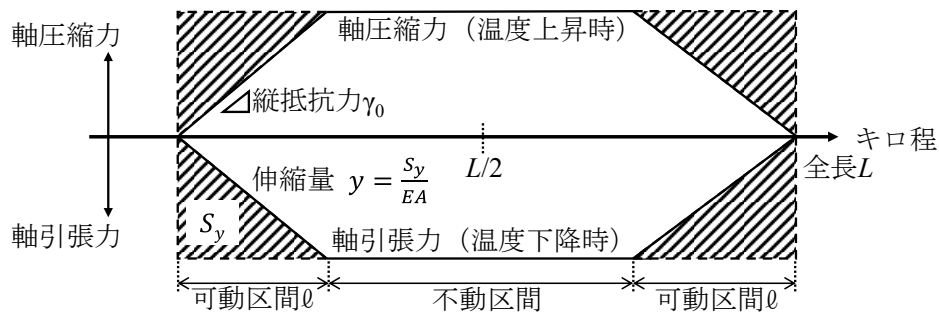


図1 最高、最低レール温度におけるロングレールのレール軸力分布図

- (1) 最高レール温度のときの、ロングレールの不動区間におけるレール軸力の大きさ $P$ は、 $P = EAB(t_{\max} - t_0)$ で表され ( ① ) [kN]である。
- (2) 最高レール温度から可動区間長 $\ell$ を算出すると、( ② ) [m]である。
- (3) ロングレールの端部のレール伸縮量 $y$ は、図1のように最高および最低レール温度時のレール軸力分布を描き、斜線の面積 $S_y$ を $EA$ で除することにより算定することができ、表1に示す条件では± ( ③ ) [mm]となる。
- (4) 設定温度から最低レール温度までレール温度が下降し、ロングレールの中央、すなわちキロ程 $L/2$ でレールが破断した場合、レール破断時開口量 $D$ は ( ④ ) [mm]となる。

問2

次の文章は、鉄道構造物等設計標準・同解説（軌道構造、平成24年1月）におけるレールの疲労破壊に関する安全性の照査について述べたものである。（ ）の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。なお、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。また、下記設計条件および軌道構造条件に対して検討するものとし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ として計算すること。

【設計条件】

- 設計耐用累積通過トン数：6億トン
- 列車荷重：軸重 150 [kN]
- 設計耐用期間中の総通過軸数：40,000,000 [軸]
- 走行速度：130 [km/h]

【軌道構造条件】

- 在来線、バラスト軌道
- レール種別：JIS 50kgN レール
- まくらぎ間隔：862 [mm] （レール25[m]あたりのまくらぎ本数29[本]相当）
- 軌道パッドばね定数：110 [MN/m]
- 半軌きょうの軌道支持ばね定数：14.3 [MN/m]

- (1) 設計条件および式(1)より変動輪重係数 $\gamma_{vw}$ は(①)、式(2)より衝撃を考慮した輪重 $P_i$ は(②) [kN]となる。

$$\gamma_{vw} = 1 + \left(0.5 \times \frac{0.3V}{100}\right) \quad \text{式(1)} \quad \text{ここに、} V: \text{走行速度 [km/h]}$$

$$P_i = \gamma_{vw} \cdot P \quad \text{式(2)} \quad \text{ここに、} P_i: \text{衝撃を考慮した輪重 [kN]、} P: \text{輪重 [kN]}$$

- (2) 軌道構造条件より、半軌きょうのレール支承体沈下係数が、軌道パッドのばねと軌道支持ばねの直列の線形ばねとして図1の構造解析モデルのように示される場合、半軌きょうのレール支承体沈下係数は、(③) [MN/m]となる。これを長さ1[m]あたりのレール支持ばね係数 $k$ に換算すると(④) [MN/m<sup>2</sup>]となる。
- (3) 弾性支承上の梁理論を用いて設計変動曲げ応力 $\sigma_{rd}$ を推定する。50kgN レールのヤング率 $E$ は $2.1 \times 10^5$  [N/mm<sup>2</sup>]、断面2次モーメント $I$ は $1,960 \times 10^4$  [mm<sup>4</sup>]であるから、レールの縦曲げ剛性 $EI$ は $4,116 \times 10^9$  [N・mm<sup>2</sup>]である。また、図2に示す連続弾性支持モデルにおいて式(3)が成立することから $\beta = 0.00098$  [mm<sup>-1</sup>]となり、載荷点からの距離 $x$ を0とおけば、載荷点におけるレール曲げモーメントは22,857,143 [N・mm]、変動曲げ応力 $\sigma_{rd}$ は(⑤) [N/mm<sup>2</sup>]となる。ただし、断面係数 $Z$ は $274 \times 10^3$  [mm<sup>3</sup>]である。

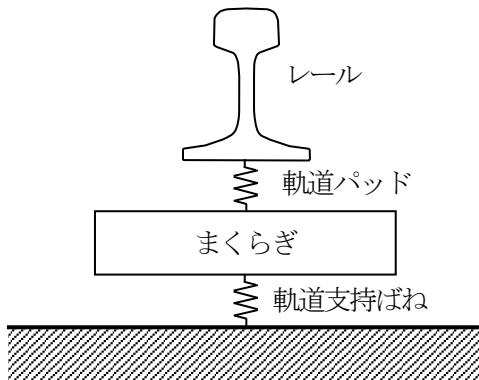


図1 構造解析モデル

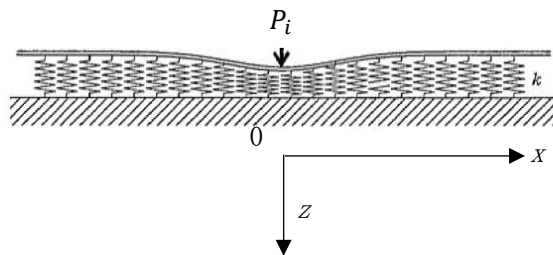


図2 連続弾性支持モデル

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{P_i}{4\beta} \varphi(\beta x) \\ \varphi(\beta x) &= e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \end{aligned} \right\} \text{式 (3)}$$

ここに、 $M$ ：レール曲げモーメント [N・mm]、 $\beta = \sqrt[4]{k/4EI}$

- (4) (3)で得た変動曲げ応力 $\sigma_{rd}$ を応力0 [N/mm<sup>2</sup>]からの片振り全振幅に換算すると、式(4)によりレールの真破断強度 $f_{ruk}$ が1,500 [N/mm<sup>2</sup>]、温度応力を見込んだ最小応力 $\sigma_{min}$ が120 [N/mm<sup>2</sup>]の場合に(6) [N/mm<sup>2</sup>]となる。一方、レールの設計疲労強度(全振幅) $f_{rd}$ は式(5)および表1により、設計耐用期間中の通過軸数が40,000,000 [軸]の場合に(7) [N/mm<sup>2</sup>]となる。

$$\sigma_0 = \sigma_{rd} \cdot f_{ruk} / (f_{ruk} - \sigma_{min}) \quad \text{式 (4)}$$

$$f_{rd} = (a \cdot \log_{10} N + b) \left(1 - \frac{\sigma_{min}}{f_{ruk}}\right) \quad \text{式 (5)}$$

ここに、 $\sigma_0$ ：換算後の変動曲げ応力 [N/mm<sup>2</sup>]、 $f_{ruk}$ ：レールの真破断強度 [N/mm<sup>2</sup>]、  
 $\sigma_{min}$ ：温度応力を見込んだ最小応力 [N/mm<sup>2</sup>]、 $N$ ：繰返し数=通過軸数 [回]、  
 $a$ ：疲労設計曲線の傾き、 $b$ ：疲労設計曲線の切片

表1 疲労設計曲線の傾きと切片

繰返し数	$a$	$b$
$N \leq 2.13 \times 10^6$	-125	977
$N > 2.13 \times 10^6$	-63	585

問3

次の文章は、鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼・合成構造物、令和6年3月）による繰返し数の影響を考慮した疲労破壊に関する照査について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の（ ）には同一の語句または数値が入るものとする。また、①、③、④については、解答の数値に小数第3位以下がある場合は、小数第3位を四捨五入して小数第2位まで解答しなさい。

- (1) 鋼製のデッキガーダーの主桁において、図1に示す腹板と下フランジの溶接部（すみ肉溶接）を対象に、繰返し数の影響を考慮した疲労破壊に関する照査を行う。

1列車が通過したときの照査箇所における応力波形から、応力頻度解析によって抽出した*i*番目の設計応力範囲 $\Delta\sigma_{id}$ と、 $\Delta\sigma_{id}$ に対応する1列車あたりの繰返し数 $n_{oi}$ を表1に示す。この結果から、設計応力範囲 $\Delta\sigma_{id}$ の設計耐用期間中の繰返し数 $n_i$ を式(1)により算定する。このとき、設計応力範囲 $\Delta\sigma_{2d}=60$  [N/mm<sup>2</sup>]に対応する1列車あたりの繰返し数 $n_{o2}$ が8となる場合、設計耐用期間中の繰返し数 $n_2$ は( ① ) $\times 10^7$ 回である。なお、考慮した列車荷重は電車・内燃動車荷重であり、当該線区は単線でこの荷重のみが通過する。

$$n_i = n_{oi} \times N_t \times 365 \times T_{dy} \quad \text{式(1)}$$

ここに、

$N_t$  : 1日の列車本数で、対象橋梁の線区では100 [本/日]

$T_{dy}$  : 設計耐用期間で100 [年]

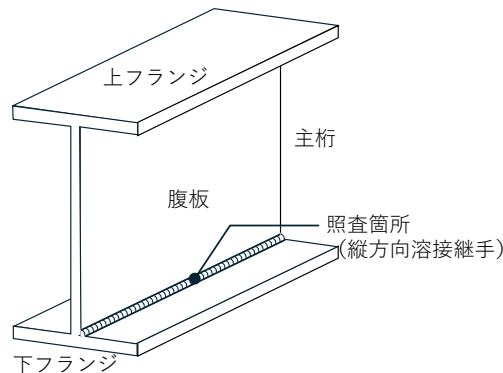


図1 照査箇所（縦方向溶接継手）

表1 照査箇所の設計応力範囲と繰返し数

<i>i</i>	設計応力範囲 $\Delta\sigma_{id}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1列車あたり 繰返し数 $n_{oi}$	設計耐用期間中の 繰返し数 $n_i$
1	100	1	$3.65 \times 10^6$
2	60	8	( ① ) $\times 10^7$
3	20	2	$7.30 \times 10^6$

(2) 図1に示す照査箇所の溶接継手は縦方向溶接継手であり、表2から照査箇所の強度等級は(②)となる。  
 なお、当該の主桁の溶接線にスカラップはない。

表2 縦方向溶接継手の強度等級

継手の種類		強度等級	備考	
【1】 応力方向に平行な連続する完全溶込み開先溶接継手をもつ母材 (溶接部が健全であることを前提とする)	余盛削除	B		E : この継手の対象区間 $E = r + 100[\text{mm}]$
	非仕上げ	C		
【2】 部分溶込み溶接継手をもつ母材	C			
【3】 すみ肉溶接継手をもつ母材	C			
【4】 スカラップを含む縦方向溶接継手をもつ母材	止端仕上げ	F		
	非仕上げ	G		
【5】 トラスの切抜きガセットのフィレット部に接する連続溶接をもつ母材	$1/5 \leq r/d$	D		
	$1/10 \leq r/d < 1/5$	E		

(3) 表3における設計応力範囲 $\Delta\sigma_{id}$ に対応する疲労寿命 $N_i$ は、図2の疲労設計曲線から求めることができ、式(2)により算出する。このとき、設計応力範囲 $\Delta\sigma_{1d}=100[\text{N/mm}^2]$ に対応する疲労寿命 $N_1$ は(③) $\times 10^6$ 回である。

表3 照査箇所の設計応力範囲に対応する疲労寿命

$i$	設計応力範囲 $\Delta\sigma_{id} [\text{N/mm}^2]$	疲労寿命 $N_i$
1	100	(③) $\times 10^6$
2	60	$\infty$
3	20	$\infty$

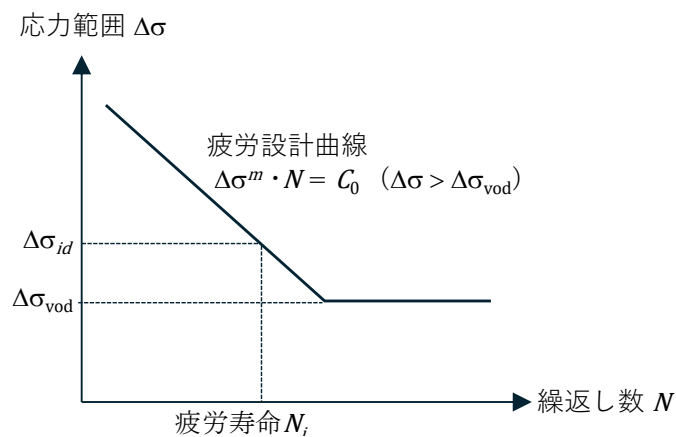


図2 疲労設計曲線

$$N_i = C_0 / \Delta\sigma_{id}^m \quad (\Delta\sigma_{id} > \Delta\sigma_{vod}) \quad \text{式 (2)}$$

$$N_i = \infty \quad (\Delta\sigma_{id} \leq \Delta\sigma_{vod})$$

ここに、

$C_0$  : 疲労設計曲線を表すための定数で式(3)により求める

$\Delta\sigma_{vod}$  : 表4に示す変動振幅応力に対する応力範囲の打ち切り限界

(次ページにつづく)

$$C_0 = 2 \times 10^6 (\Delta\sigma_{fd} \cdot C_R \cdot C_t)^m \quad \text{式 (3)}$$

ここに、

$C_0$  : 疲労設計曲線を表すための定数で式 (3)により求める

$\Delta\sigma_{fd}$  : 表 5 に示す垂直応力を受ける継手の  $2 \times 10^6$  回基本疲労強度 [N/mm<sup>2</sup>]

$C_R$  : 平均応力度に関する補正係数で、当該の照査箇所は  $C_R = 1.0$

$C_t$  : 板厚に関する補正係数で、当該の照査箇所は  $C_t = 1.0$

$m$  : 疲労設計曲線の傾きを表す定数で、垂直応力を受ける継手では  $m = 3$

表 4 変動振幅応力に対する応力範囲の打切り限界  $\Delta\sigma_{vod}$   
(垂直応力を受ける継手)

区分	$\Delta\sigma_{vod}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
	機関車荷重	電車・内燃動車荷重 および新幹線荷重
A	88.0	139.0
B	72.0	113.5
C	53.0	84.0
D	39.0	61.5
E	29.0	45.5
F	21.0	33.5
G	15.0	23.5

表 5  $2 \times 10^6$  回基本疲労強度  $\Delta\sigma_{fd}$   
(垂直応力を受ける継手)

区分	$2 \times 10^6$ 回基本疲労強度 $\Delta\sigma_{fd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A	190.0
B	155.0
C	125.0
D	100.0
E	80.0
F	65.0
G	50.0

(4) 繰返し数の影響を考慮した疲労破壊に関する照査は、式 (4)によって行う。

$$\gamma_i \cdot D \leq 1.0 \quad \text{式 (4)}$$

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \quad \text{式 (5)}$$

$$= (4)$$

ここに、

$D$  : 累積疲労損傷度で、式 (5)により求める。本照査では、変動振幅応力に対する応力範囲の打切り限界  $\Delta\sigma_{vod}$  (表 4) 以下の応力範囲については、その影響を無視する。なお、変動振幅応力範囲の打切り限界  $\Delta\sigma_{vod}$  は、(3)に示した平均応力度に関する補正係数  $C_R$  および、板厚に関する補正係数  $C_t$  を乗じて補正を行うものとする。

$\gamma_i$  : 構造物係数で、本照査では 1.0 とする。

問4

次の文章は、鉄道構造物等設計標準・同解説（トンネル・山岳編、令和4年5月）により、図1に示す都市部で建設される防水型の山岳トンネルを設計する場合の土水圧について述べたものである。（ ）の中に入れるべき適切な数値を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の（ ）には同一数値が入るものとする。また、水の単位体積重量  $\gamma_w=10.0$  [kN/m<sup>3</sup>] とし、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。

- (1) 図1中の点Aは地下水位以上であり、間隙水圧は0であることから、鉛直方向の全応力は、表1のローム層の湿潤単位体積重量を用いて、( ① ) [kN/m<sup>2</sup>] となる。また、点Bにおける鉛直応力は、点Aにおける鉛直方向の全応力に地下水位以上である1[m]分のDs-1層の土荷重を加えることで、( ② ) [kN/m<sup>2</sup>]と求まる。
- (2) 図1の点Dにおける土圧は、当該トンネルの周囲は砂質土であるため、土水分離として、土圧および水圧を考慮することとする。土圧は全土被り圧が作用するものとする。点Dにおける鉛直土圧の特性値は、Ds-1層の水中での単位体積重量 ( ③ ) [kN/m<sup>3</sup>]に層厚9.3[m]を掛けた値を ( ④ ) [kN/m<sup>2</sup>]に加えることで、( ④ ) [kN/m<sup>2</sup>]と求まる。
- (3) 点Dにおける側方土圧の特性値は、静止土圧係数を0.4とすると、( ⑤ ) [kN/m<sup>2</sup>]となる。また、点Dにおける側方土圧と水圧の和は ( ⑥ ) [kN/m<sup>2</sup>]となる。
- (4) トンネルの形状によって水位が高いことが有利に働く場合と不利に働く場合とがあり得るため、低水位時の土水圧についても確認しておく必要がある。低水位時として、インバート下面高さまで水位が下がった場合を想定すると、点Dにおける側方土圧は ( ⑦ ) [kN/m<sup>2</sup>]となる。

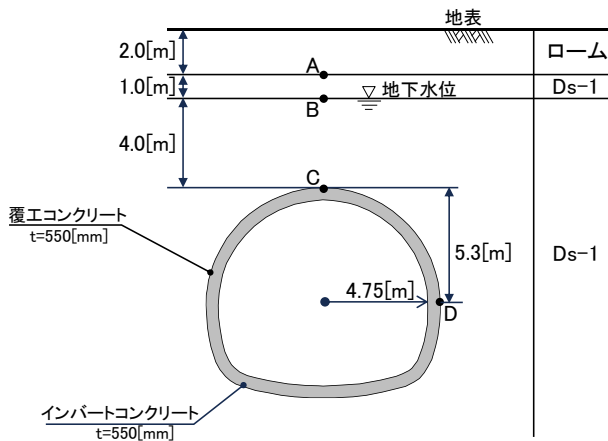


表1 単位体積重量

地層名	単位体積重量 [kN/m <sup>3</sup> ]	
	湿潤	飽和
ローム	16.0	16.0
Ds-1	18.0	19.0

図1 地盤条件とトンネルの位置

**【 論文式 】**

以下の 4 問の中から 1 問を選択し、解答用紙に選択した問題の番号を記入の上、400 字詰め解答用紙 4 枚以内で解答しなさい。

問 1

バラスト軌道において、列車走行時に発生する騒音・振動に関して、沿線環境対策の観点から、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 軌道周辺に発生する騒音である転動音、衝撃音、きしみ音に対し、発生原因および軌道側の対策をそれぞれ述べなさい。
- ② 軌道における振動低減策について具体的な対策内容を 2 つ述べなさい。ただし、軌道部材の補修や軌道整備による一時的な対策は除くものとする。
- ③ 上記①と②で抽出した対策のうち、重要と考える対策を①から 1 つ、②から 1 つ挙げ、対策を実施することにより新たに発生する技術的な問題点を述べなさい。

問 2

バラスト軌道で使用する木まくらぎ、コンクリートまくらぎ、および合成まくらぎに関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① それぞれのまくらぎの長所を述べなさい。
- ② それぞれのまくらぎを使用する際の管理上の留意点を 2 つずつ述べなさい。
- ③ それぞれのまくらぎに用いるレール締結装置の締結方式、および使用する際の管理上の留意点を述べなさい。

問 3

コンクリート構造物の変状のうち、鋼材の腐食、コンクリートの劣化などの材料劣化による変状に関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① コンクリート構造物の材料劣化による変状について、水の影響を受けるものを 2 つ挙げ、原因と発生メカニズムを述べなさい。
- ② ①で挙げた変状 2 つについて、設計段階での留意点を述べなさい。
- ③ ①で挙げた変状から 1 つを選択し、維持管理における検査、および措置の留意点を述べなさい。

#### 問4

鉄道営業線の既設構造物に近接して実施される工事（近接施工）に関して、以下の3点について具体的に答えなさい。

- ① 近接程度の判定の結果、影響予測が必要と判断された場合に実施すべき地盤調査および既設構造物の調査について、それぞれの目的、実施内容を述べなさい。
- ② 近接施工の影響を低減するために、既設構造物側で実施可能な対策の考え方を3つ挙げ、概要を述べるとともに、これらを施工する際の留意点を述べなさい。なお、ここでは既設構造物の種別を限定せず、一般的な対応について述べるものとする。
- ③ 既設構造物に近接して、軟弱地盤上に盛土を新設する場合に、新設構造物側で実施可能な対策について3つ挙げ、概要を述べるとともに、期待する効果について述べなさい。

2025 年度 鉄道設計技士試験 専門試験Ⅱ (鉄道土木) 解答

- 問 1 (1)① 538  
(2)② 90  
(3)③ 18  
(4)④ 36

- 問 2 (1)① 1.2、② 89.6  
(2)③ 12.7、④ 14.7  
(3)⑤ 83.4  
(4)⑥ 90.7、⑦ 97.7

- 問 3 (1)① 2.92  
(2)② C  
(3)③ 3.91  
(4)④ 0.93

- 問 4 (1)① 32.0、② 50.0  
(2)③ 9.0、④ 133.7  
(3)⑤ 53.5、⑥ 146.5  
(4)⑦ 87.0

(注) 記述式問題については、上記以外にも正解のある場合があります。