

鉄道設計技士試験

2021年度

# 専門試験Ⅱ（鉄道車両）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。

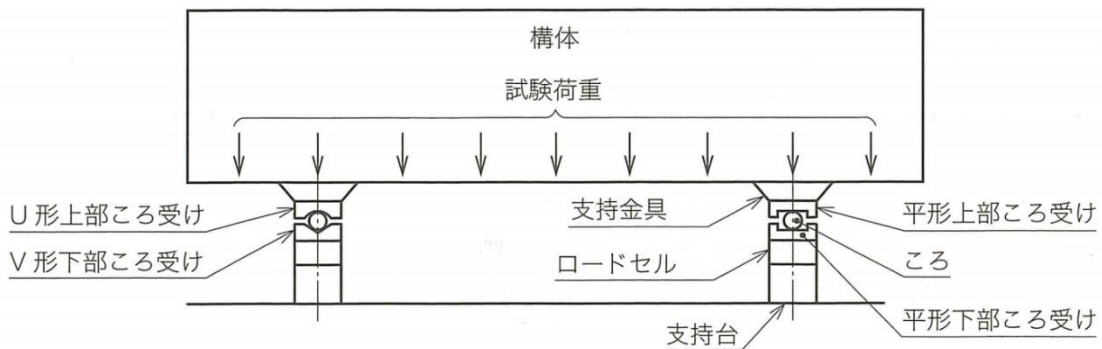
問1

JIS E 7106 : 2018「鉄道車両—旅客車用構体—設計通則」およびJIS E 7105 : 2006「鉄道車両—旅客車用構体—荷重試験方法」における旅客車用構体の試験について、以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 次の文章の( )の中に入れるべき最も適切な語句を解答欄①と②に記入しなさい。なお、①は構体の部位とし、②は構体の材料がステンレス鋼またはアルミニウム合金の場合の用語とする。

構体の静的強度を評価するために実施する荷重試験の項目としては、垂直荷重試験、車端圧縮荷重試験、三点支持試験が挙げられる。車端圧縮荷重試験では、垂直荷重を負荷した状態で、(①)に圧縮荷重を負荷する。また、構体の静的強度は、規定された荷重条件下で構体に生じる応力と、応力が発生した箇所(②)の値とを比較して評価する。

- (2) 下図は垂直荷重試験における構体の支持方法の一例を示したものである。下図のように、一方をU形ころ受けとV形ころ受け、もう一方を平形ころ受けの組み合わせを使用する理由を、垂直荷重負荷時の構体の変形挙動の観点から、40字程度で解答欄③に記述しなさい。



- (3) 垂直荷重試験において、最大積載状態で加える垂直荷重の値を、以下の記号を用いて表し、解答欄④に記入しなさい。

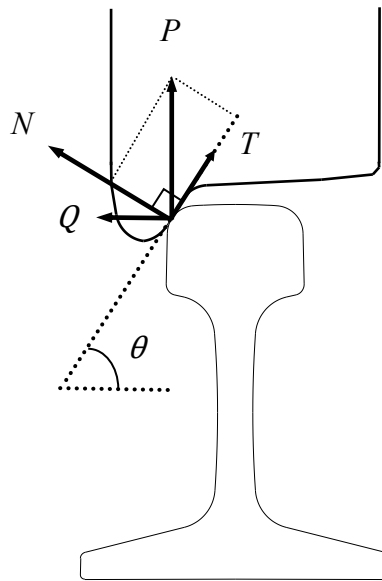
- $a$  : 運行中の振動によって生じる上下方向の加速度の係数
- $m_0$  : 構体の質量
- $m_1$  : 空車状態における車体の質量
- $m_2$  : 乗客の質量など車体に積載する最大質量
- $m_{app}$  : 試験機材の質量
- $g$  : 自由落下の加速度

- (4) 曲げ固有振動数測定試験で得られた車体の曲げ固有振動数の値は、乗り心地の悪化を避けるためにある値とは近接しないように注意すべきとされる。ある値のうち、車両に起因するものとして挙げられる項目を2つ、解答欄⑤と⑥にそれぞれ15字程度で記述しなさい。

問2

次の文章は、車両の走行安全性について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 下図は、車輪がレール上をわずかに乗り上がった状態を想定して、転がる車輪に作用する力を示している。 $T$ は車輪とレールの接触面に平行な力、 $N$ は接触面に垂直な力である。車輪フランジ角を $\theta$ とすると、輪重 $P$ を $T$ 、 $N$ 、 $\theta$ を用いて表し解答欄①に、横圧 $Q$ を $T$ 、 $N$ 、 $\theta$ を用いて表し解答欄②に記入しなさい。
- (2) 車輪とレール間の摩擦係数を $\mu$ とし、 $T/N=\mu$ となる時、限界脱線係数 $Q/P$ は $\tan \theta$ と $\mu$ により表すことができる。限界脱線係数の算定式を、 $\tan \theta$ と $\mu$ を用いて表し解答欄③に記入しなさい。また、その式の名称を解答欄④に記入しなさい。



- (3) 走行安全性に問題がないことを車両側で確認するためには、輪重、横圧に関して脱線係数以外にも確認すべき事項が2つある。それぞれ20字程度で解答欄⑤と⑥に記述しなさい。
- (4) 車両側の脱線防止対策のうち、輪重に関するものを、50字程度で解答欄⑦に記述しなさい。

問3

次の文章は、インバータによる主電動機の制御について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 乗車率が変化した場合に車両の加速度を一定に保つための方法について、40字程度で解答欄①に記述しなさい。なお、インバータ出力、主電動機出力には余力があるものとする。
- (2) 永久磁石同期電動機を導入した場合について、誘導電動機と比較したときのメリットを解答欄②に、デメリットを解答欄③に、それぞれ30字程度で記述しなさい。
- (3) インバータ制御による電圧固定1パルスモード(180°導通)における主電動機の実効電圧を求めたい。まず、振幅1.0の矩形波のフーリエ級数展開  $f(x)$  における、三角関数列の正弦波基本波の相電圧振幅  $k$  を求める必要がある(図1参照)。

$$f(x) = k \cdot \left( \sin \theta + \frac{1}{3} \sin 3\theta + \frac{1}{5} \sin 5\theta + \frac{1}{7} \sin 7\theta \dots \right)$$

ここで、無限級数  $\left( \sin \theta + \frac{1}{3} \sin 3\theta + \frac{1}{5} \sin 5\theta + \frac{1}{7} \sin 7\theta \dots \right)$  の値は収束して、半径1.0の四分円の面積に等しくなることが分かっている。

$k$  の値を求め、解答欄④に記入しなさい。なお、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。また、円周率  $\pi$  は3.14とする。

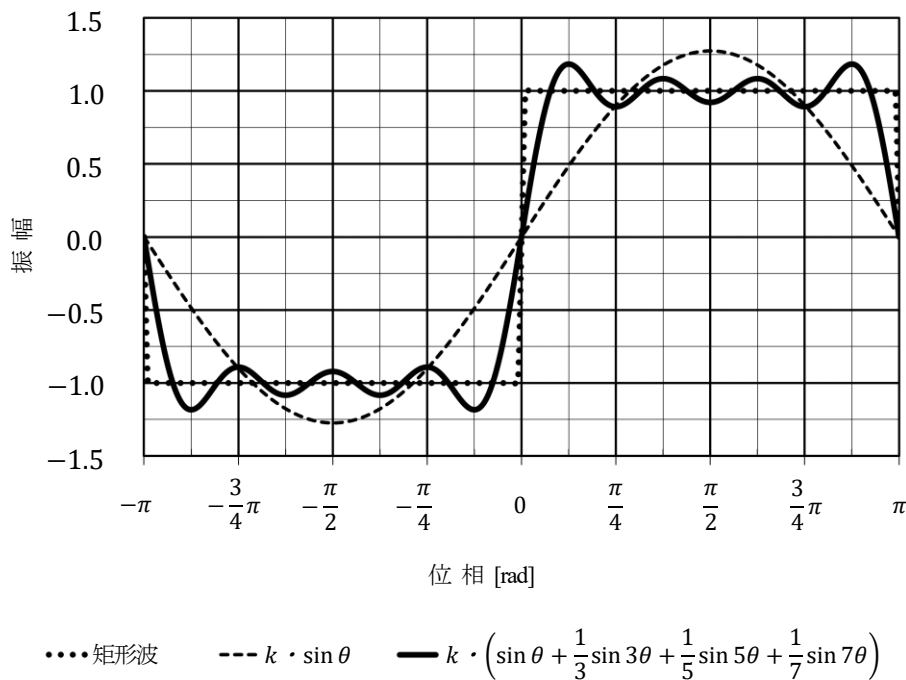


図1 矩形波に対する正弦波基本振幅の関係(第4項までの近似波形)

(次ページにつづく)

- (4) インバータの直流入力電圧  $E_d=1,500$  [V] に対する主電動機の線間電圧実効値 [V] を求め、解答欄 ⑤ に記入しなさい。ただし、(3) で求めた  $k$  の値を用いて、さらに直流入力電圧  $E_d$  が正弦波の正負振幅として与えられること、正弦波の振幅と実効値の関係、相電圧と線間電圧の関係 (図2 参照) を考慮すること。なお、解答の数値に小数以下がある場合は、小数第1位を四捨五入して整数で解答しなさい。

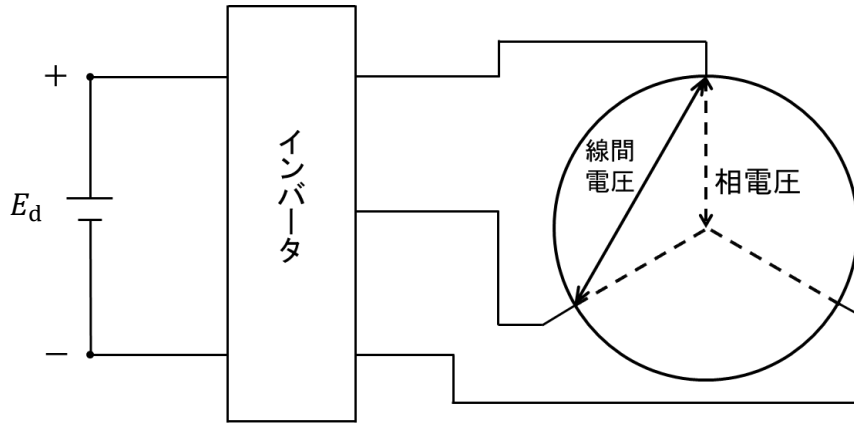


図2 相電圧実効値と線間電圧実効値の関係

問4

次の文章は、旅客車のブレーキ率について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 下表の諸元等を有する旅客車の積車車両重量 [kN] を解答欄 ① に、ブレーキ力 [kN] を解答欄 ② に、铸铁制輪子換算率を解答欄 ③ 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。
- (2) 下表の諸元等を有する旅客車の積車ブレーキ率 [%] を解答欄 ④ 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位を切り捨てて整数で解答しなさい。

項目	単位	諸元
空車車両質量	t	31.4
定員（乗務員は除く）	人	153（一人当たりの質量は55 [kg] とする）
ブレーキシリンダ面積	m <sup>2</sup>	0.0182
ブレーキシリンダ個数	個	8
ブレーキシリンダ圧力	kPa	303
基礎ブレーキテコ比	—	3.6
重力加速度	m/s <sup>2</sup>	9.8
使用する制輪子の摩擦係数	—	0.3
铸铁制輪子の摩擦係数	—	0.15
力の伝達効率	—	1

- (3) 常用ブレーキ装置のブレーキ率が、空車ブレーキ率ではなく積車ブレーキ率で規定されている理由を、30字程度で解答欄 ⑤ に記述しなさい。
- (4) 留置ブレーキ装置のブレーキ率が、常用ブレーキ装置のブレーキ率と比較して小さい値となる理由を、30字程度で解答欄 ⑥ に記述しなさい。

**【 論文式 】**

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

台車枠は溶接で製造される最重要部品であり、溶接部からのき裂の発生が重大な事象につながる可能性がある。そのため、設計、製造、保守のいずれの点においても、十分な信頼性を担保しておく必要がある。これを踏まえ、以下の 3 点について具体的に述べなさい。

- ① 設計および製造に起因する台車枠のき裂の発生メカニズム
- ② ① で述べたき裂の発生を抑制するための方法
- ③ 運用中に発生したき裂を早期に発見する方法

問 2

車両の走行速度の向上を図る場合に、乗客の乗り心地を悪化させないことが求められる。曲線区間での走行速度の向上に伴う乗り心地に関する課題と方策に関して、以下の 3 点について具体的に述べなさい。

- ① 曲線走行時に乗客へ作用する左右定常加速度に対する、車両諸元の設計上留意すべき点（ただし、車体傾斜装置の適用は除く。）
- ② 車体傾斜方式のうち、車体傾斜制御シリンダを有する振り子式と空気ばねストローク式を比較した場合の長所と短所
- ③ 車体傾斜方式を導入する場合における、車両側で事前に検討すべき点と導入後に運用上で留意すべき点

問 3

ブレーキシテムを設計するためには、想定されるトラブルや外部環境のリスクを抽出し、対策を施すことが重要である。以下に示す 3 点について、車両側の機器で安全性を確保するために考慮すべき点を、具体的に述べなさい。

- ① MR 管が損傷し、MR 圧が低下した場合
- ② ブレーキ制御装置が故障し、常用ブレーキのブレーキ力が不足した場合
- ③ 氷雪が制輪子と車輪の間に介在することが想定される場合

問 4

電車で蓄電池を搭載することで、電化区間では電車として走行かつ蓄電池に充電し、非電化区間では蓄電池を電源として走行する蓄電池電車の活用が広まっている。この蓄電池電車に関して、以下の 3 点について具体的に述べなさい。

- ① 蓄電池電車の構成例と、その動作について
- ② 非電化区間における走行距離を延ばすための技術的な課題と解決策について
- ③ 蓄電池電車の普及に対する技術的な課題と解決策について





2021 年度 鉄道設計技士試験 専門試験Ⅱ（鉄道車両）【記述式】 解答

問 1

- (1) ① 連結器取付部  
② 耐力
- (2) ③ 構体の曲げ変形を阻害しないようピッチング、支持間距離変動を許容し、移動を防止するため。
- (3) ④  $a(m_1 + m_2)g - (m_0 + m_{\text{app}})g$
- (4) ⑤ 台車のばね支持系の固有振動数  
⑥ 高速域での車輪回転数  
( ⑤、⑥ は順不同)

問 2

- (1) ①  $P = N \cos \theta + T \sin \theta$   
②  $Q = N \sin \theta - T \cos \theta$
- (2) ③  $\frac{Q}{P} = \frac{\tan \theta - \mu}{1 + \mu \tan \theta}$   
④ ナダルの式
- (3) ⑤ 輪重減少率が目安値を超過しないこと。  
⑥ 輪重と横圧の著大値が目安値を超過しないこと。  
( ⑤、⑥ は順不同)
- (4) ⑦ 静止輪重を実測し、車両形式ごとに定めた静止輪重比の管理値を超過したら、空気ばね高さや軸ばね高さを調整する。

問 3

- (1) ① 空気ばねなどから得た車両の荷重情報に基づき、主電動機のトルクを調整する。
- (2) ② 全閉形自冷式を採用でき、大幅な低騒音化と省保守化が可能となる。  
③ 主電動機 1 台に対し、必ず 1 台のインバータが必要となる。
- (3) ④ 1.27
- (4) ⑤ 1,170

問 4

- (1) ① 390.2  
② 158.8  
③ 2.0
- (2) ④ 81
- (3) ⑤ 営業運転中を想定していることから、定員乗車を原則としているため。
- (4) ⑥ 転動防止を目的としたものであり、また人力に頼るため。

(注) 上記以外にも正解のある場合があります。