

鉄道設計技士試験

2023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



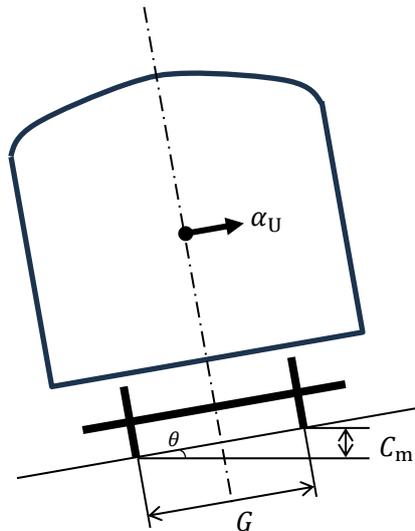
【記述式】

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

次の文章は、曲線通過時の加速度とカントの関係について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 下図に示すカントが設定されている場合の軌道面に平行な横方向加速度（不均衡遠心加速度） $\alpha_U$  [ $m/s^2$ ]を、列車速度  $V$  [ $km/h$ ]、曲線半径  $R$  [ $m$ ]、設定カント量  $C_m$  [ $mm$ ]、軌間  $G$  [ $mm$ ]、重力加速度  $g$  [ $m/s^2$ ]を用いて表し、解答欄①に記入しなさい。なお、軸ばねやまくらばねのたわみは考慮しないものとする。また、角度  $\theta$  は小さいものとし、 $\tan \theta = \sin \theta$ 、 $\cos \theta = 1$  とする。



- (2) (1)の解答から、均衡カント  $C_b$  [ $mm$ ]を式で表し、解答欄②に記入しなさい。
- (3) 曲線半径  $300$  [ $m$ ]、設定カント量  $95$  [ $mm$ ]の曲線を速度  $75$  [ $km/h$ ]で走行した場合のカント不足量  $C_d$  [ $mm$ ]を求め、解答欄③に記入しなさい。ただし、軌間は  $1,067$  [ $mm$ ]、重力加速度は  $9.8$  [ $m/s^2$ ]とする。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。
- (4) 列車の運用において、カント不足量の限界を決めるために考慮すべき要素を1つ、30字程度で解答欄④に記述しなさい。

問2

次の文章は、JISE 7103 : 2006「鉄道車両—旅客車—車体設計通則」における乗客定員および換気量について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 座席定員は、腰掛幅を乗客1人当たりの占める長さで除したときの整数値とし、小数点以下は切り捨てる。乗客1人当たりの占める長さを430 [mm]とした場合の下図の車両の座席定員を求め、解答欄 ① に記入しなさい。

- (2) 次の文章の ( ) の中に入れるべき適切な数値を解答欄 ② と ③ に記入しなさい。

立席定員は、腰掛用の床面積及び腰掛前縁から ( ② ) [mm] の床面積を除いた客室床面積のうち、有効幅550 [mm] 以上で有効高さが1,900 [mm] 以上確保できる部分の床面積を、乗客1人当たりの占める広さで除した整数値とし、小数点以下は切り捨てる。受渡当事者間で協定がないとき、乗客1人当たりの占める広さは ( ③ ) [m<sup>2</sup>] とする。

- (3) 下図の車両の有効高さは、客室のすべての部分で1,900 [mm] 以上確保されているものとする。受渡当事者間で協定がないときの車両の立席定員を求め、解答欄 ④ に記入しなさい。

- (4) 車両の定員乗車時の必要換気量 [m<sup>3</sup>/h]を求める式を下記の選択肢から1つ選び、解答欄 ⑤ に記入しなさい。また、下図の車両の定員乗車時の必要換気量 [m<sup>3</sup>/h]を求め、解答欄 ⑥ 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。

【 選択肢 】 ア :  $V = (n - p)a N$ 、イ :  $V = (n - p)^2 a N$ 、ウ :  $V = \frac{a}{n - p} N$ 、エ :  $V = \frac{a}{(n - p)^2} N$

ここに、

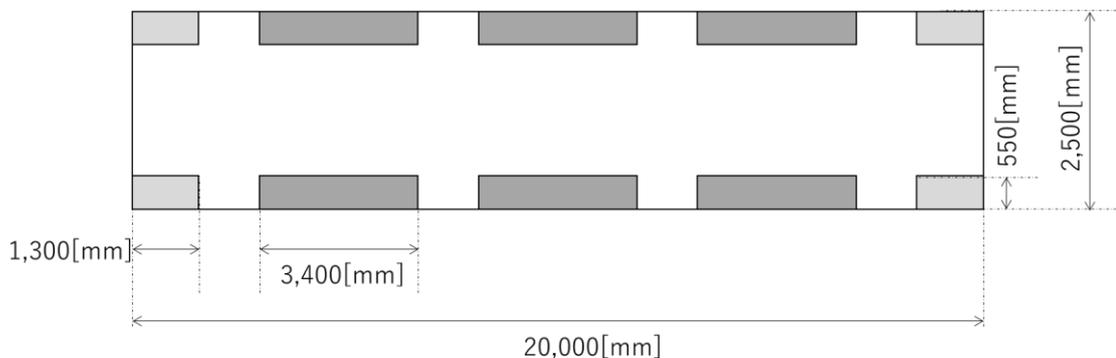
$V$  : 定員乗車時の必要換気量 [m<sup>3</sup>/h]

$a$  : 1人当たりが吐き出すCO<sub>2</sub>の量 [m<sup>3</sup>/h]。ただし、 $15 \times 10^{-3}$ とする。

$n$  : 車内の標準清浄度。ただし、 $1.5 \times 10^{-3}$ とする。

$p$  : 外気の清浄度。ただし、 $0.35 \times 10^{-3}$ とする。

$N$  : 乗客定員



図において、 は幅1,300 [mm]のロングシート、 は幅3,400 [mm]のロングシートを示す。車両長手方向の各ロングシート間距離は等しいものとする。

問3

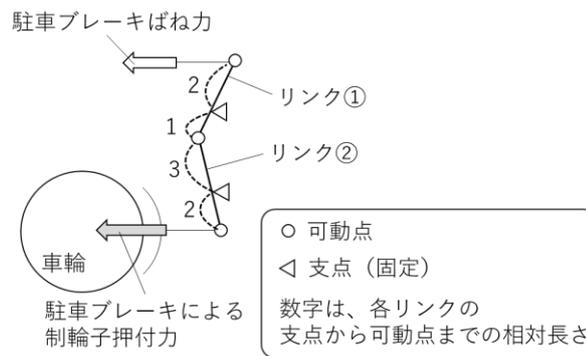
次の文章は、ブレーキ性能について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。なお、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。また、重力加速度は9.8[m/s<sup>2</sup>]とする。

- (1) 10両編成(質量400[t])の列車が、平たん直線路において速度120[km/h]から空走距離を除いて500[m]で停止するために必要な編成当たりのブレーキ力[kN]を求め、解答欄①に記入しなさい。ただし、慣性係数は8[%]とし、走行抵抗は考慮しない。
- (2) さらに、(1)の編成が5.0[%]の下り勾配において速度120[km/h]から(1)と同じブレーキ力を作用させたときの空走距離を含まないブレーキ距離[m]を求め、解答欄②に記入しなさい。なお、勾配による減速度の補正には、以下の簡易式を用いること。

$$\text{勾配補正減速度 [m/s}^2\text{]} = \text{平たん直線路の減速度 [m/s}^2\text{]} + \frac{i \times g}{1000}$$

$i$  : 勾配 [%] (下りのとき負)、 $g$  : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]

- (3) 下図に示すリンク機構により駐車ブレーキばね力4[kN]が作用するとき、車輪1枚あたりの駐車ブレーキによる制輪子押付力[kN]を求め、解答欄③に記入しなさい。なお、力の伝達効率は0.9とする。

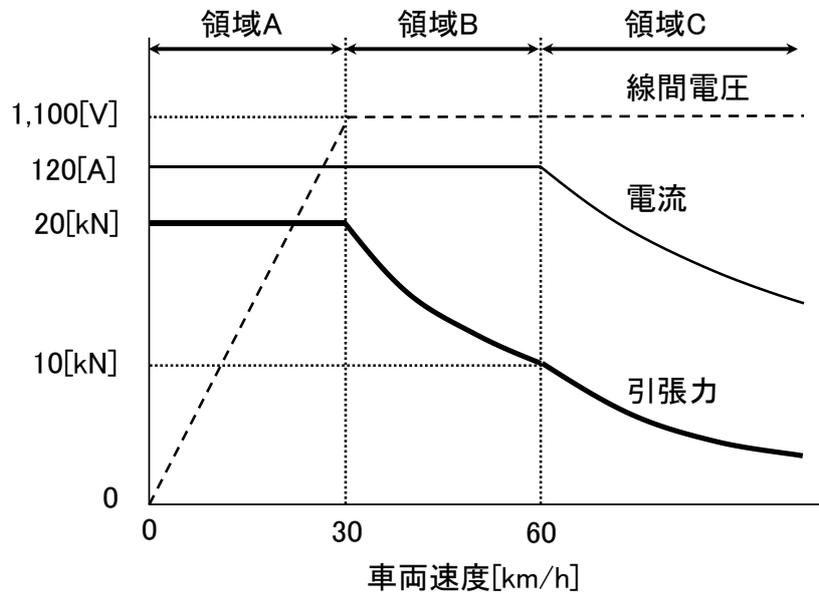


- (4) 10両編成(質量400[t])の両先頭に配置される2軸台車の各車輪に(3)の駐車ブレーキが搭載されているとき、編成当たりの駐車ブレーキによるブレーキ力[kN]を求め、解答欄④に、静止可能な最大勾配[%]を求め、解答欄⑤に記入しなさい。なお、制輪子の静止摩擦係数は0.3とし、車輪・レール間の粘着には十分に余裕があるものとする。

問4

車両駆動用の三相誘導電動機をVVVFインバータによって制御する場合について、以下の(1)～(3)は下図に基づいて、(4)は下図に限定せずに答えなさい。なお、図ではVVVFインバータの直流入力電圧は1,500[V]とし、誘導電動機1台当たりの特性値を記載している。

- (1) 領域A、B、Cの名称をそれぞれ解答欄①、②、③に記入しなさい。
- (2) 領域BにおけるVVVFインバータの出力周波数の制御方法を、30字程度で解答欄④に記述しなさい。
- (3) 車両速度30[km/h]における誘導電動機の効率[%]を求め、解答欄⑤に記入しなさい。ただし、誘導電動機出力から車輪踏面までの動力伝達効率は0.95とし、誘導電動機の力率は0.85とすること。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。
- (4) 一般に、引張力特性は、誘導電動機が出力可能な最大トルクに対して余裕を設けて設計する必要がある。その理由について、50字程度で解答欄⑥に記述しなさい。また、架線停電時に非常走行用の蓄電池を接続した影響で線間電圧最大値が2分の1に低下した場合を考える。この場合、領域Cにおいて出力可能な最大トルクは、線間電圧が低下する前に対して何倍となるかを、解答欄⑦に記入しなさい。ただし、同一の車両速度において比較するものとする。



**【 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

車輪に関して、以下の 3 項目について具体的に述べなさい。

- ① 車両の定期検査において、車輪の寸法管理が重要な理由
- ② フランジ直立摩耗または凹摩耗のいずれかを選択し、その摩耗が発生する要因と摩耗を抑制するための方法
- ③ ②で選んだ摩耗を定期検査以外で発見するために考えられる技術と使用するうえでの注意点

問 2

鉄道車両の台車枠は、車軸、車輪とともに車両の負荷を支える強度部材であり、現在は圧延鋼板、鋳鋼、鋼管を使用した全溶接台車枠が主流となっている。全溶接台車枠に関し、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 台車枠の溶接継手の設計において、形状や施工方法に関して考慮すべき事柄を述べなさい。
- ② 台車枠のき裂による事故を防ぐための溶接部の検査方法について述べなさい。
- ③ 台車枠に有害なき裂が発見された場合に、技術的な観点から当該台車枠に対して実施すべきこと、さらにはその他の台車枠に対して実施すべきことをそれぞれ述べなさい。

問 3

車両の安全性を確保するためには、車両の設計、製造の過程において技術基準に適合させるだけでなく、運用開始後における機能の保全が特に重要である。車両の保全に関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 現在の保全体系の根幹を成す時間計画保全（TBM）の考え方と課題を述べなさい。
- ② 近年注目され、導入の検討や適用が進みつつある状態監視保全（CBM）の考え方と課題を述べなさい。
- ③ 状態監視の対象機器を具体的に 1 つ挙げ、その機器に対する状態監視システムの構成案とその構成を設計するうえで考慮すべき点を述べなさい。

#### 問4

新製から30年以上経過した普通鉄道車両の更新に際して、新たな駆動システムの採用を検討することとなった。更新を検討する対象路線①～③のすべてについて、【A. 選定する車両の候補】から適切と考える車両をそれぞれ1つ選定し、選定した理由と課題について【B. 選定の観点】から2つ以上挙げて、具体的に述べなさい。なお、電化方式の変更（架線の新設／撤去、充電所の新設）を伴ってよいものとし、将来の輸送量は現状維持または緩やかな減少傾向を想定するものとする。

#### 【 検討対象路線 】

- ① 郊外に位置する延長 100 [km]の連続勾配区間が多い非電化路線であり、両方の終端駅は直流電化路線に結節している。単車または2両編成の気動車が毎時1本程度運行している。
- ② 都市近郊に位置する延長 20 [km]の概ね平坦な直流電化路線であり、片方の終端駅は別の直流電化路線に結節している。2両から4両編成の抵抗制御車両が毎時2本程度運行している。
- ③ 大都市圏に位置する延長 100 [km]の概ね平坦な直流電化路線である。6両から10両編成のVVVFインバータ車両が毎時10本以上運行している。

#### 【 A. 選定する車両の候補 】

- A-1) 電気式ディーゼル車両（駆動用蓄電池なし）
- A-2) ディーゼルハイブリッド車両（駆動用蓄電池あり）
- A-3) 蓄電池駆動直流電車
- A-4) SiCインバータ駆動直流電車（非常走行用蓄電池を搭載してもよい）
- A-5) その他の新規駆動システム搭載車両（燃料電池ハイブリッド車両等）

#### 【 B. 選定の観点 】

安全性（非常時への対応など）、信頼性、利便性、省保守、  
環境性能（省エネルギー、脱炭素、振動騒音など）、  
経済性（導入コスト、運用コストなど）、社会動向（現在、将来）

2023 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  $\alpha_U = \frac{V^2}{12.96R} - \frac{gC_m}{G}$

(2)②  $C_b = \frac{GV^2}{12.96gR}$

(3)③ 63

(4)④ 超過遠心加速度により乗り心地を害さないこと。

問 2 (1)① 54 人

(2)② 250、③ 0.3

(3)④ 98 人

(4)⑤ ウ、⑥ 1,983 [m<sup>3</sup>/h]

問 3 (1)① 480 [kN]

(2)② 523.1 [m]

(3)③ 10.8 [kN]

(4)④ 25.9 [kN]、⑤ 6.6 [‰]

問 4 (1)① 定トルク領域、② 定電力領域、③ 特性領域

(2)④ すべり周波数が車両速度にほぼ比例するよう出力周波数を増加させる。

(3)⑤ 90 [%]

(4)⑥ 停動トルク付近で運転すると、すべりを操作してもトルクが変化しにくく、制御が発散しやすくなるため。

⑦ 4 分の 1 倍

(注) 上記以外にも正解のある場合があります。