

鉄道設計技士試験

2025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

図1はボルスタ付き台車の例として一般的なダイレクトマウント式台車の概略図を示している。また、図2は一般的なボルスタレス式台車の概略図を示している。これらの台車を装着した車両（ダイレクトマウント式台車を2つ装着した車両およびボルスタレス式台車を2つ装着した車両）について、以下の(1)～(4)に答えなさい。

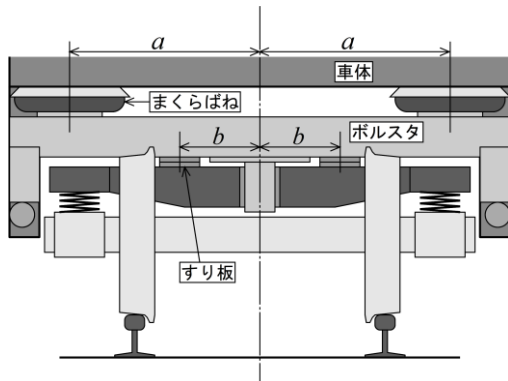


図1 ダイレクトマウント式台車の概略図

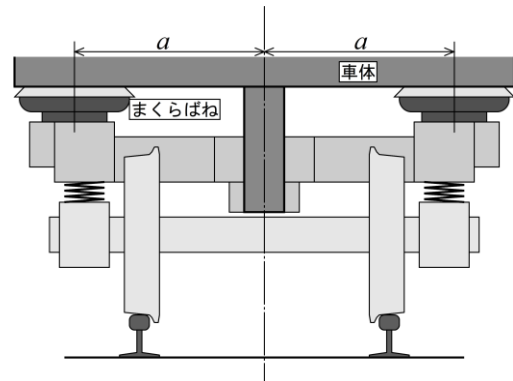


図2 ボルスタレス式台車の概略図

円曲線の半径：120 [m] 緩和曲線長：100 [m] 円曲線長：200 [m]
 車体質量：30,000 [kg] ボルスタ質量：1,000 [kg] 台車中心間距離：14 [m]
 まくらばね前後剛性：140 [kN/m] まくらばね左右間隔 $2a$ (図1、図2 参照)：2,000 [mm]
 すり板左右間隔 $2b$ (図1 参照)：1,000 [mm] すり板摩擦係数：0.15 (動摩擦と静摩擦を区別しない)
 走行速度：45 [km/h] 重力加速度：9.8 [m/s²]

として、車両が直線区間から緩和曲線区間を経て円曲線区間を走行することを考える。なお、重心ずれ等はなく、台車各部に荷重は均等にかかっているものとする。

- (1) ボルスタレス式台車のボルスタ付き台車に対する利点を1つ、40字程度で解答欄①に記述しなさい。
- (2) ダイレクトマウント式台車を装着した車両について、台車旋回時に台車に発生するモーメントの大きさ M [kNm] が最大となる区間（直線区間、緩和曲線区間、もしくは円曲線区間）を解答欄②に、 M の最大値を解答欄③にそれぞれ記入しなさい。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。
- (3) ボルスタレス式台車を装着した車両について、台車旋回時に台車に発生するモーメントの大きさ M [kNm] が最大となる区間（直線区間、緩和曲線区間、もしくは円曲線区間）を解答欄④に、 M の最大値を解答欄⑤にそれぞれ記入しなさい。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。
- (4) (2)、(3)に基づき、ボルスタ付き台車のボルスタレス式台車に対する利点を1つ、40字程度で解答欄⑥に記述しなさい。

問2

次の文章は、車輪板部の設計について述べたものである。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に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

車輪の板部は繰返荷重による応力が発生するため、これに耐えうる疲労強度を有しなければならない。一般に、車輪材の疲労強度は、板部の機械的性質に加えて、表面粗さと(①)によって左右される。(①)は、熱処理条件、ショットピーニングの施工有無、機械加工の切削条件などの影響を受ける。

- (2) 次の文章の()の中に入れるべき最も適切な語句を解答欄②、③に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

車輪が受ける機械的荷重は、車両の重量によって生じる垂直力と、曲線やポイントを通過する際に生ずる水平力がある。水平力には、輪軸の外側から内側にかけて作用する力(横圧)と、逆向きの力((②))がある。このうち、(②)は、ポイント通過時などに、車輪の裏側(フランジ側のリム面)がガードレールに接触して生ずる力であるが、(③)が短く、その発生頻度も横圧に比較して非常に小さいため、国内向け車輪の設計においては、通常は考慮されない。

- (3) 図1、図2はA形車輪およびB形車輪の板部における、機械的荷重によって生じる応力サイクルを示したものである。A形車輪がB形車輪に比べて強度的に有利となる理由を、図から読み取れる観点をを用いて、40字程度で解答欄④に記述しなさい。なお、図1、図2において、 P : 垂直荷重 [kN]、 Q : 横圧 [kN]とする。

著作権の都合上、省略

図1 A形車輪の応力サイクル

著作権の都合上、省略

図2 B形車輪の応力サイクル

- (4) 踏面ブレーキによる板部の熱応力を低減するものとして、図3に示す板部偏心量を大きくして耐ブレーキ熱性能を向上させた車輪が実用化されている。偏心量を大きくすることで期待される効果を、(1)を踏まえて、40字程度で解答欄⑤に記述しなさい。

著作権の都合上、省略

図3 板部偏心量

問3

回生ブレーキ併用・電気指令式空気ブレーキを導入した通勤電車の電動車と付随車のブレーキ設計を考える。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 車両の諸元を表1に示す。付随車（T車）について、設計上の最大質量として、定員に対し乗車率200 [%]のときの等価慣性質量を含む車両質量を求め、解答欄①に記入しなさい。なお、等価慣性質量は、空車質量に対する等価慣性係数から算出するものとし、乗車人員の質量は55 [kg/人]とする。また、解答の数値に小数第2位以下がある場合は、小数第2位を切り上げて小数第1位まで解答しなさい。
- (2) 上記(1)で算出した車両質量で、非常ブレーキに必要となるブレーキ力を求め、解答欄②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位を切り上げて小数第1位まで解答しなさい。

表1 車両の諸元

| 項目 | 諸元 | | |
|------|---|---------------|----------|
| | 共通 | 設計最高速度 [km/h] | 110 |
| | 非常ブレーキ減速度 [km/h/s] | 4.5 | |
| | | 電動車 (M車) | 付随車 (T車) |
| 車両ごと | 空車質量 [t] | 36.0 | 30.0 |
| | 等価慣性係数 [%] | 10 | 6 |
| | 定員 [人] | 140 | 136 |
| | 定員に対し乗車率200 [%]のときの車両質量 [t] (等価慣性質量を含む) | 55.0 | (①) |
| | 非常ブレーキに必要となるブレーキ力 [kN] | 68.8 | (②) |

- (3) 上記(2)の車両で、基礎ブレーキをすべて片押し式の踏面ユニットブレーキで構成することを考える。基礎ブレーキの諸元が表2であるとき、上記(2)で算出した付随車（T車）の非常ブレーキに必要となるブレーキ力が得られるブレーキシリンダ圧力の下限值を求め、解答欄③に記入しなさい。なお、ブレーキシリンダの戻しばねの影響を考慮しないものとし、解答の数値に小数第1位以下がある場合は、小数第1位を切り上げて整数で解答しなさい。

表2 基礎ブレーキの諸元

| 項目 | 諸元 | | |
|----|--|---------------------------|-------|
| | 基礎ブレーキ装置 | シリンダ面積 [cm ²] | 152 |
| | ブレーキ倍率 (てこ比) | 3.2 | 3.2 |
| | 効率 | 0.9 | 0.9 |
| | 制輪子摩擦係数 | 0.3 | 0.3 |
| | シリンダ個数 [個/両] | 8 | 8 |
| | 非常ブレーキに必要となるブレーキ力が得られるブレーキシリンダ圧力の下限值 [kPa] | 655 | (③) |

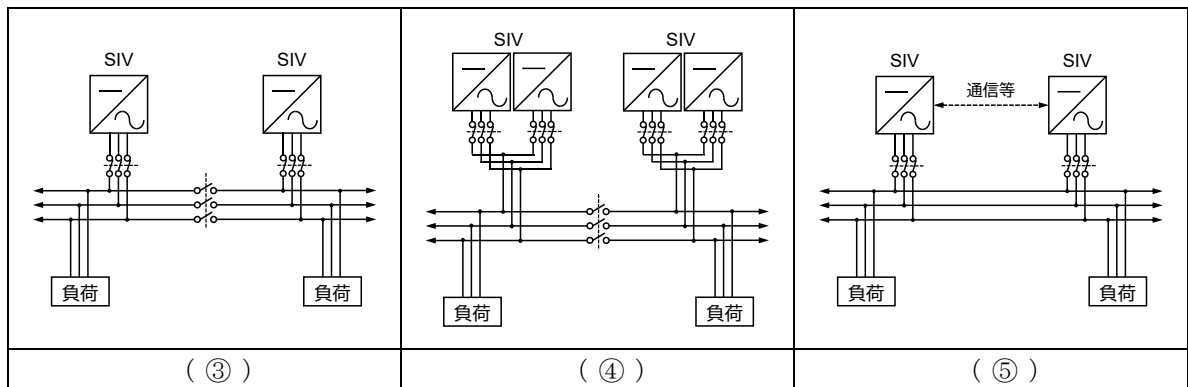
- (4) 上記(3)の車両を、勾配が連続する山岳区間で運用するとした場合、ブレーキ設計時に注意すべき点を挙げ、さらにその注意点に対する方策を、60字程度で解答欄④に記述しなさい。なお、方策には、機能の追加や仕様の変更を含んでも良いものとする。

問4

次の文章は、補助回路用電源装置について述べたものである。以下の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 補助回路用電源装置として、かつては電動機と発電機の組合せの電動発電機（MG）が用いられてきたが、最近では半導体パワーデバイスを用いて直流から三相交流に変換する静止型変換装置（SIV）が多く用いられるようになっている。MG から SIV になって得られたメリットを、30 字程度で解答欄①に記述しなさい。
- (2) MG から SIV になったことのデメリットを、30 字程度で解答欄②に記述しなさい。
- (3) 下図は補助電源回路方式について示したものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句を下の各語群からそれぞれ1つ選び、解答欄③、④、⑤に記入しなさい。

語群：ア：VVVF/SIV 切替方式、イ：独立運転方式、ウ：並列同期運転方式、エ：待機二重系方式



- (4) 一般に SIV は架線の直流電圧をインバータで三相交流に変換し、インダクタンス L とコンデンサ C から構成される LC フィルタで正弦波に近い波形とした後、トランスを介して低圧交流電圧を得ている。3 レベルインバータ方式の SIV に対して 2 レベルインバータ方式の SIV は、LC フィルタの小形軽量化が難しい。その理由について、40 字程度で解答欄⑥に記述しなさい。

【 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

鉄道車両のなかでも走行装置は、車両の走行性能を実現するための重要な役割を担っている。走行性能の低下につながる、もしくは走行に支障をきたす恐れがある異常を早期かつ適確に検知することは、走行性能の確保や事故防止の観点から有効であり、異常検知に貢献する技術としてセンサ技術の活用が挙げられる。異常検知を目的とした走行装置（台車）へのセンサ技術の活用に関して、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① センサ技術の活用可能性がある走行装置（台車）の摩耗や劣化、損傷等の異常を 2 つあげ、それぞれの発生メカニズムを述べなさい。
- ② 上記①で挙げた 2 つの異常から 1 つを選び、異常を検知すべき理由とその異常に対するセンサ技術の適用方法を、異常検出原理を含めて述べなさい。
- ③ センサ技術を走行装置（台車）へ適用する際の一般的な留意点を運用や保守の観点から述べ、またそれへの対策を述べなさい。

問 2

横風に対する走行安全性に関して、様々な取り組みが行われている結果、近年は横風が主な原因となる車両脱線・転覆事故は発生していない。一方で、気象災害の激甚化が指摘されており、今後もこのような取り組みを維持、展開していく必要がある。そこで、横風に対する走行安全性について、以下の 3 点について具体的に答えなさい。

- ① 横風に対する走行安全性評価に用いる転覆限界風速について説明し、その転覆限界風速を求める 2 種類の式を使用目的とともに述べなさい。
- ② 現在の鉄道システム（車両以外）でとっている横風対策とその問題点について述べなさい。
- ③ 上記②で挙げた問題点を踏まえて、とり得る車両側の対策（速度低下といった運転に関わるものを除く）について述べなさい。また、その対策のデメリットも述べなさい。

問3

生産年齢人口の減少に伴う車両設計技術者不足を見越して、複数の鉄道事業者間で直流電車の車両電気機器（VVVF インバータ、SIV）の共通設計を行いたい。機器故障時の冗長性に関するシステムの設計検討を行う場合、以下に示す【仕様として考慮すべき項目】と【解答する主な論点】を考慮し、以下の①～③について具体的に述べなさい。

- ① 2～3 両の短編成車両に最適な VVVF インバータと SIV の設計案
- ② 8～12 両の長編成車両に最適な VVVF インバータと SIV の設計案
- ③ 短編成車両・長編成車両どちらにも適用できる設計案と留意事項

【仕様として考慮すべき項目】

- ・VVVF インバータ：基本性能（加速度、最高速度、勾配起動性能）、粘着性能、冗長性
- ・SIV：補機負荷容量、冗長性

【解答する主な論点】

- ・VVVF インバータ：MT 比^{※1}とインバータ制御モータ台数（1C1M、1C2M、1C4M）^{※2}、コスト、外形・質量
- ・SIV：回路構成（独立運転方式、待機二重系方式、並列同期運転方式、VVVF/SIV 切替方式）の選択、回路構成の優劣、コスト、外形・質量

※1 MT 比：電動車（M 車）と付随車（T 車）の編成内構成比率

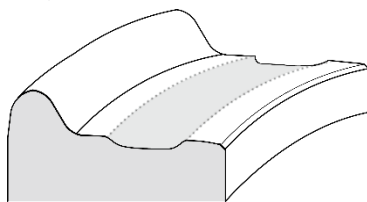
※2 1C*M：1 台の制御装置で*台のモータを駆動する回路構成

問4

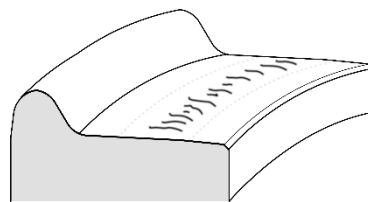
車輪踏面には、下図に示す3種類の摩耗・損傷事例(a)～(c)がときおり発生する。これらの摩耗・損傷事例に関して、以下の3点について具体的に答えなさい。

- ① (a)～(c)のすべての事例について、推定される発生要因をブレーキシシステムとの関わりを踏まえて具体的に述べ、さらにそれぞれの摩耗・損傷を放置した場合に想定される問題を述べなさい。
- ② (a)～(c)の中から1つを選択してその記号を明記し、その摩耗・損傷の発生を未然に防ぐ、または発生させにくくするために考えられる対策を述べなさい。なお、対策には車両および地上設備の機能の追加や仕様の変更を含んでも良いものとする。
- ③ 上記②の対策を実行したときに残り得る、または新たに生じ得る懸念事項を述べなさい。

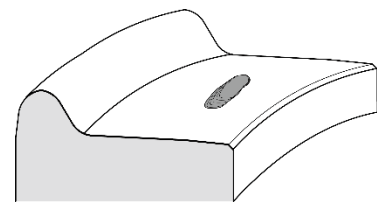
【車輪踏面にみられる摩耗・損傷事例】



(a) 凹摩耗



(b) 熱き裂



(c) フラット痕

2025 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 部品点数が少なく、摺動部材である側受もないため、メンテナンスを省力化できる。
(2)② 緩和曲線区間、③ 11.8 [kNm]
(3)④ 円曲線区間、⑤ 16.3 [kNm]
(4)⑥ 急曲線通過中の横圧が小さく、車輪フランジ・レールゲージコーナアの摩耗を低減できる。
- 問 2 (1)① 残留応力
(2)② 背圧（背面横圧、車輪背面横圧でも可）、③ 作用時間
(3)④ 輪重による応力と横圧による応力の符号が逆になり、応力が相殺されるため。
(4)⑤ 板部熱応力が低減され、リム部残留応力が圧縮から引張へ反転する現象を抑制する。
- 問 3 (1)① 46.8 [t]
(2)② 58.5 [kN]
(3)③ 627 [kPa]
(4)④ ブレーキ多用による発熱から車輪割損、ブレーキ力低下や制輪子摩耗に注意が必要。電制抑速ブレーキやディスクブレーキの併用が考えられる。
- 問 4 (1)① 機械的摩耗部品が無くメンテナンス性に優れ、騒音も発生しない。
(2)② パンタ離線により SIV が停止することや、誘導障害の問題を抱え込んだ。
(3)③ イ：独立運転方式、④ エ：待機二重系方式、⑤ ウ：並列同期運転方式
(4)⑥ スイッチング損失が大きくなるため、PWM（キャリア）周波数を高くできないから。

(注) 上記以外にも正解のある場合があります。