

鉄道設計技士試験

平成 26 年度

専門試験 I（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

問 1 から問 20 までは必須問題です。受験者全員が解答して下さい。

問 1

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」およびその解釈基準における鉄道車両の火災対策等について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) アークまたは熱を発生するおそれのある機器に近接または接続する電線は、(①)性の材料で覆われているものを使用すること。
- (2) アークまたは熱を発生するおそれのある電気機器は、床壁等から隔離し、必要に応じその間に(②)性かつ不燃性の防熱板を設けること。
- (3) 旅客車の車体は、予想される火災の発生および延焼を防ぐことができる(③)および材質でなければならない。
- (4) 旅客車には、火災が発生した場合に(④)ができる設備を設けなければならない。
- (5) 寝台車には、火災が発生した場合に(⑤)に報知する設備を設けなければならない。

語群： ア 難燃、イ 放水、ウ 自動的、エ 初期消火、オ 電子的、
カ 装置、キ 極難燃、ク 防水、ケ 導電、コ 耐熱、
サ 電氣的、シ 防煙、ス 構造、セ システム、ソ 絶縁

問 2

次の文章は、鉄道車両の騒音について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- (1) 鉄道車両の騒音は、各種の騒音源からの騒音が合成されたものである。それぞれの騒音源が単独で騒音を発生した場合の騒音レベルが同一の場合、同時に二つの騒音源が騒音を発生した場合の騒音レベルは 約(①)デシベル大きくなる。ただし、 $\log_{10}2=0.30$ 、 $\log_{10}3=0.48$ 、 $\log_{10}5=0.70$ 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。
- (2) 騒音の周波数成分を分析する場合、中心周波数が約 1.26 倍ごとの定比率帯域幅の(②)バンドフィルタを用いることが多い。
- (3) JIS E 4021 (2008)「鉄道車両一車内騒音の測定方法」に準拠して鉄道車両の車内騒音を測定する場合、定速走行している列車に対する測定値は、(③)特性時間平均サウンドレベルである。
- (4) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準によれば、普通鉄道の新設に際しては、沿線屋外の地上 1.2[m]の高さにおける近接側軌道中心線から水平距離が 12.5[m]の地点において、等価騒音レベルを、昼間は(④)デシベル以下、夜間は(⑤)デシベル以下とする。

問 3

次の文章は、普通鉄道の車両の基本構造について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 車両はその走り装置の構成面から、主として(①)車と(②)車に分類される。(①)車は、台車枠を持たずに2本の輪軸をばねを介して車体に直接取り付けられた構造の車両であり、古い形式の貨車などに見られる。また、(②)車には、1車両の台車数が2台車、3台車のもの、車体間に台車のある(③)車などがある。
- (2) (②)車は、電車・客車などで広く採用されており、通常2段のばねが用いられる。輪軸と台車枠の間に設置されたばねを軸ばねと呼び、軸ばね・軸箱支持装置を総称して(④)系と呼ぶ。また、台車枠と車体の間に設置されたばねをまくらばねと呼び、まくらばね・ゆれまくら装置を総称して(⑤)系と呼ぶ。現在では、まくらばり等を省略し、車体と台車枠の間を許容変位量の大きな空気ばねで直結した空気ばね式ボルスタレス台車が主流となっている。

問 4

次の文章は、JIS E 4011(1989)「鉄道車両の質量測定方法」について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 測定する車両の条件については、(①)状態とする。
- (2) 測定を行う場所は、測定に支障を及ぼすような通風、暑熱、寒冷、(②)などがあってはならない。
- (3) 輪重は、原則として車両の各軸の両輪を同時に(③)上に配置し、測定に支障を及ぼすような(④)などの力を与えない状態で測定する。
- (4) (③)は直線で(⑤)な面をなすものとする。

語群： ア 満車、 イ 運転整備状態又は空車、 ウ ブレーキ力、 エ 重力、 オ 定員乗車、
カ ジャッキ、 キ 吸音力、 ク 振動、 ケ 回転試験装置、 コ 騒音、
サ 計量軌道、 シ 悪臭、 ス 水平、 セ 平衡、 ソ 平均

問 5

次の文章は、鉄道車両の衝突安全性について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 衝突事故が発生した場合の被害を最小限に抑えるための安全対策として、乗客や乗務員への衝撃を緩和すること、乗客や乗務員の(①)ゾーンを確保すること、乗客や乗務員の車内設備への衝突や、乗客どうしの衝突による衝撃の被害を防ぐことについて考慮する必要がある。
- (2) 車両衝突時につぶれることで衝突エネルギーを吸収し乗客や乗務員への衝撃を緩和する領域を(②)ゾーンという。
- (3) 車両の(③)衝突時に、一方の車体が他方の車両の車体台枠に乗り上がり、乗り上がられた車体が大きく破損することを防止するために、車体に設けられた溝型構造の部品を(④)と呼ぶ。
- (4) 対向する車両の車端どうしが左右にずれて衝突することを(⑤)衝突といい、衝撃力が限定された箇所に集中的に作用する。

問 6

次の文章は、基礎ブレーキ装置について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 近年の踏面ブレーキ装置では、ブレーキシリンダとブレーキのテコ・リンク機構と(①)を一体化したユニットブレーキが主流となっている。
- (2) ユニットブレーキ装置の主な特長は一体化によって(②)化されることと、保守が容易なことである。
- (3) (③)ブレーキは踏面ブレーキに対し吸収熱容量を大きくとれることから高速車両等で用いられる。ただし、(③)ブレーキでは、踏面の清掃効果は無いことから車輪とレール間の粘着を向上させる対応を図る必要がある。
- (4) 踏面ブレーキには、1 個の制輪子を車輪踏面に押し付ける(④)式と、2 個の制輪子を車輪踏面を抱く形で押し付ける両抱き式がある。
- (5) (⑤)シリンダでは、ブレーキシリンダ圧力を容易に更に高いブレーキシリンダ圧力に変換することができる。(⑤)シリンダを用いると、基礎ブレーキのこの機構を簡略化することができる。

問7

次の文章は、台車構造とその特徴について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① ボルスタ付台車は、心皿・まくらばりとまくらばねの上下の位置関係により大きく2つに分類することができる。このうち、まくらばりの上にまくらばねを配置する方式を、インダイレクトマウント方式という。
- ② ボルスタ付台車では、側受の摩擦力とボルスタアンカ・ゴムブッシュの組み合わせにより、蛇行動の防止と曲線のスムーズな走行を両立させている。
- ③ ボルスタレス台車では、台車旋回時に空気ばねが左右方向に大きく変位しなければならないので、ボルスタレス台車用の大変位空気ばねの開発が必須であった。
- ④ ボルスタレス台車には側受がないので、蛇行動を防止するために、ヨーダンパを車体と台車枠間の前後方向に用いることがある。
- ⑤ ボルスタレス台車では、車体・台車間の前後力の伝達にはけん引装置が用いられる。けん引装置の取付け高さは、台車のピッチング振動が車体の前後振動を誘起しないように、できるだけ高くすることが望ましい。

問8

次の文章は、鉄道車両用空気ばねについて述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。

- ① 空気ばねは、圧縮空気をゴム膜内に封入し、ばねとして用いるもので、金属ばねに比べて低周波振動の防振効果に優れる。
- ② 負荷荷重の大小によらず、空気ばね内圧を一定に保つ制御がなされている。
- ③ 空気ばねは、補助空気室を設けることによりばね定数を選択できるため、金属ばねより柔らかいばねを造ることができる。
- ④ 空気ばねは、補助空気室との間に絞り~~を~~設けることにより振動の減衰効果をもたせることができる。
- ⑤ 差圧弁は、台車に取り付けられた左右の空気ばねの内圧差がある値より大きくなると、圧力の大きい方から小さい方へ空気を移動させて左右の圧力差をなくし、空気ばねがパンクした時の車体の傾きなどを防止する。

問 9

次の文章は、JIS E 4207(2004)「鉄道車両—台車—台車枠設計通則」について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 台車枠の設計荷重において、車両が停止した状態で台車枠にかかる荷重(軸ばねが負担する荷重)を(①)という。(①)は車体質量や乗客質量による荷重、台車枠およびその部品の質量による荷重である。
- (2) 台車枠の設計荷重において、車両が走行している状態で台車枠にかかる荷重を(②)という。(②)は振動により付加される荷重、駆動力やブレーキ力により作用する荷重等である。
- (3) 強度設計において、(①)の種類ごとに発生する応力の和に基づいて合成した応力を(③)という。
- (4) 強度設計において、(②)の種類ごとに発生する応力を 2 乗和の平方根によって合成した応力を、(④)という。
- (5) 台車枠の疲労強度は、(③)と(④)を、材料の種類ごとに規定された(⑤)にプロットして判定する。

問 10

次の文章は、転覆に対する安全性について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 「國枝の式」では、転覆の危険度への影響が大きい要素として超過遠心力、(①)、風圧力を考慮して転覆に対する危険率を評価している。
- (2) 危険率 D とは、車体に作用する上下力と左右力の合力が(②)と交わる点と軌道中心点の距離を(③)で除した値である。
- (3) 横風による転覆の危険度を評価した結果において D が 1 以上もしくは -1 以下であれば、横風により(④)側の輪重が 0 となる。
- (4) 外軌側への転覆計算で $D = 0.4$ の場合、内軌側の輪重は静止輪重の(⑤)倍となっている。

語群： ア 0.4、イ 0.6、ウ 0.8、エ 車輪の接触点間距離の 1/2、オ 風上、カ 水平面、キ 車輪の接触点間距離、ク 車軸中心線、ケ 振動慣性力、コ 列車荷重、サ 加減速力、シ 軌道面、ス 風下、セ 車輪内面間距離、ソ 内軌

問 11

次の文章は、鉄道車両の曲線通過について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 円曲線には、車両が受ける遠心力、風の影響等を考慮し、車両の転覆の危険が生じないように、(①)、曲線半径、運転速度等に応じたカントを付けなければならない。
- (2) 遠心加速度と重力加速度との合力が軌道中心に向く場合のカントを(②)カントという。
- (3) カントの変化区間では、構造的な平面性変位が生じるため、車両の3点支持による(③)が発生し、それが甚だしい場合には、走行安全性に支障を及ぼすことがある。
- (4) 上記走行安全性に関して(③)を防ぐ観点からは、軌道のカント逡減倍率は(④)ほうが望ましい。また、車両の軸ばねの上下剛性は(⑤)ほうが望ましい。

問 12

次の文章は、推定脱線係数比について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 車輪とレールの間には、車輪がレールを下に押す力である輪重と、車輪がレールを横方向に押す力である横圧が働く。この“横圧”/“輪重”を脱線係数という。
- ② 限界脱線係数とは、車輪のフランジが上昇し始める脱線係数の最小値である。
- ③ 推定脱線係数とは、“外軌側横圧の最大値の推定値”/“外軌側輪重の最小値の推定値”として表される。
- ④ 推定脱線係数比は、“推定脱線係数”/“推定限界脱線係数”で表され、乗り上がり脱線に対する余裕についての評価指標である。
- ⑤ 推定脱線係数比が1.0以上の場合については、脱線防止ガード等設置の対策の実施は不要である。

問 13

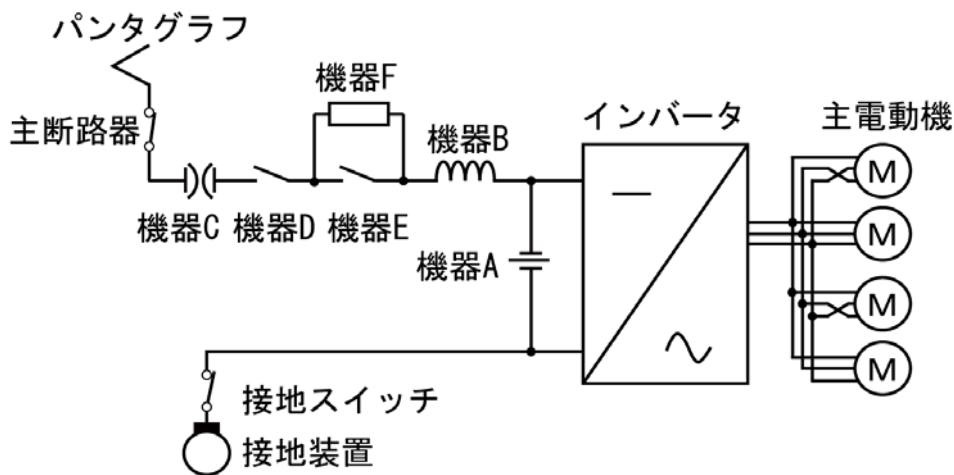
次の文章は、駆動用電動機の種類と性質について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 電車の駆動用に用いられる主電動機の種類は直流電動機と(①)電動機に大別され、(①)電動機はさらに、(②)電動機と(③)電動機に分類される。近年では高効率な永久磁石(②)電動機も用いられている。(③)電動機は1台のインバータで複数の電動機を制御することができる。
- (2) 複数の(③)電動機を1台のインバータで制御する際に、駆動される輪軸間に車輪径差があると電動機の回転速度やすべりに差ができるため、電動機の(④)や(⑤)にアンバランスが生じる。(④)にアンバランスが生じると、空転を起しやすくなる。また、(⑤)のアンバランスは、一部の電動機の過熱につながるおそれがある。

問 14

次の文章は、インバータ制御直流電気車の主回路について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 下の図はインバータ制御直流電気車の主回路概略図である。図中の記号はJIS E 4017(2000)「鉄道車両—電気用図記号」に準拠している。機器Aは(①)、機器Bは(②)を表しており、これらはフィルタを構成して、インバータの発生する高調波等を減衰させる役割を持つ。機器Bには事故電流の立ち上がりを抑制する役割もある。
- (2) 機器Cは高速度(③)であり、過電流時等に主回路を保護する役割を持つ。機器Dと機器Eは(④)であり、通常の起動・停止時には機器Cを投入したままで、機器Dと機器Eにより主回路を投入・開放する。起動時には、まず機器Dのみを投入する。これは機器Aへの充電電流が過大にならないように機器Fとして示した抵抗器を(⑤)するためである。



問 15

次の文章は、気動車の速度段切換指令について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下
の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

気動車の速度段切換指令には、乗務員の手動操作による指令と、制御装置からの自動指令とがある。直結1段の場合、手動指令は主幹制御器の(①)を操作することにより行う方法が一般的である。自動指令は、制御装置が(②)やトルクコンバータの(③)を検知することによって速度段切換を判断し、現在の速度段の(④)と、次の速度段の(⑤)の指令を出力する。

- 語群： ア トルコン油温度、 イ 変速ハンドル、 ウ 動軸加速度、 エ 直結1段ハンドル、
オ 保持、 カ 従軸加速度、 キ 逆転ハンドル、 ク 速度比、 ケ 解放、
コ 出力向上、 サ 走行抵抗、 シ 投入、 ス 車両速度、 セ 停止、 ソ 進入

問 16

次の記述は、気動車のダイナミックブレーキシステムについて述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 制輪子摩耗の低減や車輪への熱影響の低減等を目的に設けられることが多い。
- ② 長い下り勾配が連続する線区を走行する気動車には、制輪子の過熱防止の観点からダイナミックブレーキを設けることが有利である。
- ③ 機関ブレーキは、停車するまで有効に動作(作用)する。
- ④ コンバータブレーキを抑速ブレーキとして採用するにあたっては、勾配、勾配距離および均衡速度等の使用条件を考慮し、オイルクーラーの容量を設計すべきである。
- ⑤ 排気ブレーキは、すべての機関に設置可能であり、広い速度範囲でブレーキ力が得られる。

問 17

次の文章は、気動車の推進軸について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 推進軸は原動機の駆動力を変速機から減速機に伝達する。変速機と減速機の相対位置は、走行中のばね変位等により常時変化するため、推進軸の両端部は自在継手の一種である(①)を用い、中央部は伸縮可能なスプライン構造としている。
- (2) 推進軸に曲がり角度をつけて配置した場合、(①)間の中間部は角速度の変動により、1 回転につき2回の回転角の差異が出現する。そのため、(②)変動に起因した(③)振動が生じる。
- (3) 推進軸は一種の曲げ弾性体であるため、危険回転数に近いところで使用すると曲げによる(④)現象を示す。したがって、設計時には長さ、および径を適正な範囲とする必要がある。
- (4) 2 軸駆動台車に用いられている推進軸では車輪の直径差が原因で(⑤)合い(②)が生じ、推進軸損傷の可能性があるため、車輪径管理が重要である。

問 18

次の文章は、インバータ電車の回生失効対策について述べたものである。正しい対策には○を、誤った対策には×を解答欄に記入しなさい。

- ① インバータの制御をすべり周波数制御からベクトル制御に変更した。
- ② インバータが有している高電圧時の回生絞込みの開始電圧、終了電圧を調整し、架線電圧が上昇した際に速やかに回生電流を絞り込んでインバータ入力端子における入力過電圧保護動作を防止した。
- ③ インバータの主回路素子、コンデンサ等の耐電圧性能に影響しない範囲でインバータ入力端子における入力過電圧保護動作のセット値を上げた。
- ④ インバータの直流側に IGBT と抵抗器を接続し、直流電圧の上昇に応じて IGBT をチョッピングさせて抵抗器でブレーキエネルギーを消費させるようにした。
- ⑤ 主電動機を高出力化し、高速域での電気ブレーキ力を増大させた。

問 19

次の文章は、ブレーキのフェールセーフについて述べた文章である。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 電気指令式空気ブレーキでは非常ブレーキ指令回路を常時(①)の往復回路構成としている。このため、回路断線時には全車両一斉に非常ブレーキが作用する。
- (2) 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」第六十九条第一項第七号では、「制動力の(②)を確保することができないことにより、その作用に支障を及ぼすおそれのある場合は、(③)することができないこと。」と規定している。これを満足するため、電気指令式空気ブレーキでは非常ブレーキ指令回路の往きの線に(④)空気タンク気圧スイッチ接点を挿入している。
- (3) 常用ブレーキ装置が故障したときに運転中の車両の制動に使用するために設けられているのが(⑤)ブレーキであり、空気源を別系統としている。

問 20

次の文章は、鋳鉄制輪子と合成制輪子の特徴について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 一般的に、鋳鉄制輪子に比べ合成制輪子の方が摩擦係数が低い。
- ② 合成制輪子は鋳鉄制輪子に比べて速度に対する摩擦係数の変化が大きい。
- ③ 鋳鉄制輪子よりも合成制輪子の方が軽量である。
- ④ 鋳鉄制輪子は合成制輪子に比べて摩耗が少ない利点がある。
- ⑤ 合成制輪子は車輪の摩擦面が鏡面化し、粘着係数が低下しやすい。

問 21 から問 40 までは選択問題です。

1 群（問 21 から問 30 まで）から 5 問を選択して下さい。

2 群（問 31 から問 40 まで）から 5 問を選択して下さい。

合計 10 問を選択して、青色の解答用紙に選択した問題番号を○で囲み、その欄に解答を記入して下さい。

選択問題 1 群（問 21 から問 30 まで。この中から 5 問を選択して下さい。）

問 21

次の文章は、客室の構造および旅客用乗降口の構造について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- ① JIS E 7103(2006)「鉄道車両—旅客車—車体設計通則」によると、定員乗車時の必要換気量は、通風器、窓の開口部、側出入口の開閉などを通して行われる自然換気量と強制換気装置による強制換気量との総和である。
- ② 強制換気装置を設ける場合、通常時の強制換気能力は、1 人 1 時間当たりの換気量を 10[m³]とし、それに旅客定員の 2 倍を乗じて算定した容量以上の能力があること。
- ③ JIS E 7104(2002)「鉄道車両旅客用腰掛」によると、鉄道車両旅客用腰掛の耐久試験における座荷重繰返し試験と背荷重繰返し試験の旅客一人当たりの荷重比は、3:1である。
- ④ 移動等円滑化のために必要な旅客施設又は車両等の構造及び設備に関する基準を定める省令では、乗降口の戸の開閉する側を表示により知らせる設備が設けられていなければならない、と規定されている。
- ⑤ 旅客用乗降口の有効幅は 660[mm]以上、有効高さは 1670[mm]以上とする。

問 22

次の文章は、代表的な軸箱支持方式とその特徴について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

(1) ペDESTAL(軸箱もり)・ウィングばね式

上下方向の荷重は軸ばねによって支え、前後・左右方向は台車枠の一部である軸箱もりでガイドする。軸箱と軸箱もりとの間は摩耗によって隙間が大きくなりやすく、その場合には(①)を起こしやすくなるので注意深い保守が必要である。

(2) IS 式

0 系新幹線車両に用いられていた。上下方向の荷重は軸ばねによって支え、前後・左右方向の支持案内には(②)を使うことにより、軸箱もりのような摩擦部分をなくしている。

(3) リンク式

段違いのリンクを用いて、前後方向の支持と上下方向の可動を達成している。アルストム式とも呼ばれる。リンクが比較的短いことから、リンク端部のゴムブッシュのねじりの負担が大きく、(③)しやすい欠点がある。

(4) 円錐積層ゴム式

円錐積層ゴムが軸ばねと軸箱支持の二つの役目を兼ねている。ゴムの改良により柔らかい上下ばね定数を実現できるようになったことや部品点数が少なく軽量化ができること、前後・左右方向に比較的柔らかい剛性が得られ、両者を異なった値にできること、(④)面がなく摩耗による経年変化が無いことなどの利点がある。

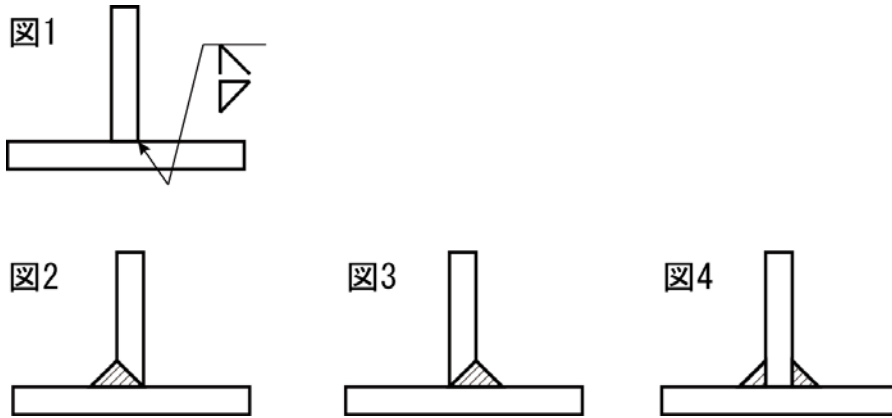
(5) 軸ばり式

軸箱体と一体になったはりの先端にゴムブッシュが取り付けられており、それを介して台車枠に固定される。(④)部分が無く、構造も簡単で軽量化しやすいことから、新幹線電車も含め広く使用されるようになってきた。軸ばねの上下変位により軸箱に(⑤)が生じ、特に組立時や積載負荷時に大きくなることがあるので、設計時には配慮が必要である。

語群： ア 固渋、イ 摺動、ウ ずれ、エ コイルばね、オ 経年劣化、
カ ねじれ、キ 蛇行動、ク 板ばね、ケ 疲労破壊、コ 横圧増加、
サ 分割、シ 空気ばね、ス 接続、セ 傾き、ソ 油漏れ

問 23

次の文章は、台車枠の溶接について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句を解答欄に記入しなさい。



- ① 図 1 に示す溶接記号の実物の形状を示しているのは図 2 である。
- ② 台車枠の溶接後の熱処理として焼入れ、焼戻しが一般的に行われている。
- ③ 溶接部の内部の欠陥を検査する場合には主に浸透探傷検査が実施される。
- ④ 溶接後に余盛りをグラインダ等で仕上げ、表面を平滑にする目的は、当該部の応力集中を緩和させることにある。
- ⑤ 溶接部近傍では溶接線方向に降伏応力に匹敵する程の大きな引張り残留応力が発生する。

問 24

次の文章は、静止輪重の管理について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から 1 つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 静止輪重比とは、1 軸の輪軸に対し、片側の車輪の輪重をその軸の(①)で除した値である。
- (2) 静止輪重比の管理値は他の管理値との混同をさけるために単位を%とし、(②)との差の絶対値で表す。
- (3) 旅客車の静止輪重については、静止輪重比の管理値を(③)以下に収めることが目標である。
- (4) 鉄道車両は、車体構造や搭載機器、台車形式等に大きな相違を有する。それらの違いを踏まえ、旅客車では、静止輪重比の管理値を(④)ごとに定めなければならない。
- (5) 輪重の変化に影響するような大改造、(⑤)および重要部検査終了後などでは、営業運転を行う前までに静止輪重比を測定し、調整するものとする。

語群： ア 50%、イ 軸重、ウ 5%、エ 車両形式、オ ばね下質量、カ 0%、キ 全般検査、ク 走行線区、ケ 仕業検査、コ 100%、サ 10%、シ 交番検査、ス 運転区所、セ 15%、ソ 平均輪重

問 25

次の文章は、電力用半導体素子について述べたものである。下線部が正しい記述には○を、誤った記述には下線部に入れるべき正しい語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- ① サイリスタ(SCR)は自己消弧ができずスナバ回路が必要であったのに対し、GTO ではこれが不要となったため鉄道用インバータが急速に普及した。
- ② 電気車用インバータでの半導体素子のスイッチング周波数の上限は、GTO が 500[Hz]前後であったのに対し、IGBT では1[kHz]程度以上とすることができる。
- ③ IGBT は、電力制御用 pnp 形バイポーラトランジスタのベース部分に電圧駆動の MOSFET を組み合わせた半導体素子である。
- ④ IGBT は、複数個の半導体チップを基板に実装して結線し、これを樹脂製のケースに内蔵した圧接構造が主流となっている。
- ⑤ これまでの Si(シリコン)を用いた素子に代わるデバイスとして、SiC(シリコンカーバイド)を用いた素子が開発されている。SiC を用いることで Si に比べて高温使用が可能となる。

問 26

次の文章は、空気調和装置について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 空気調和装置は、屋根上に取り付ける集中形(1 台/両)とスプリット形(2 台/両)が標準的に使用されている。
- ② 満員時の冷房能力確保のために近年の通勤電車では、集中形で 58.1[kW] (50,000[kcal/h]) の能力を持つ空気調和装置を搭載するものもある。
- ③ 空気調和装置で熱交換を行うための冷媒には、オゾン層を破壊しない R22 を使用している。
- ④ 空気調和装置は、圧縮機、熱交換器、送風機等により構成され、換気装置と組み合わせて設置する例もある。
- ⑤ 圧縮機では、冷媒の漏洩に対する信頼性と保守性が向上する密閉型も採用されている。

問 27

次の文章は、補助電源回路の方式について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 並列同期運転方式では 1 台故障時に一時的停電が起きる。
- ② 待機二重方式では 1 台故障時にも空調負荷などの半減が不要である。
- ③ 待機二重方式では 1 台故障時の群切り換え時に一時的停電が発生する。
- ④ 独立運転方式ではセクションなどで架線からの給電が切れた場合は補助電源も停止する。
- ⑤ 架線からの給電が切れた際に、蓄電池から補助電源へ電力を供給することを延長給電と呼ぶ。

問 28

次の文章は、気動車およびディーゼル機関車に使用されているディーゼル機関の出力制御について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

ディーゼル機関の出力は、燃料噴射ポンプによって、機関各シリンダの燃焼1回当たりの燃料噴射量により制御される。具体的には、燃料噴射ポンプのピストンに相当する(①)を一斉に動かす(②)によって制御される。この(②)は、電気信号として伝達される運転台からのノッチ指令に基づいて各機関に設けられた電磁ソレノイドがオンオフすることによって遠隔操作される。この様な出力制御を(③)制御方式といい、燃料噴射ポンプと一体になった(④)调速機が組み合わされている。この方式は気動車に多い。これに対し、指令ノッチに対応した機関(⑤)を制御する方式をオールスピード型といい、ディーゼル機関車に多く用いられている。

語群： ア 最高最低、イ 噴射量、ウ プランジャー、エ シリンダ、オ コントロールデッキ、カ フランジ、キ 電磁、ク 最強最弱、ケ コントロールロッド、コ 回転数、サ 燃料、シ 最大最小、ス 温度、セ コントロールラック、ソ 圧力

問 29

次の文章は、自動空気ブレーキについて述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) ブレーキ弁に「緩め」、「重なり」および「ブレーキ」の3位置があり、この3位置を交互に使用する必要があるブレーキ弁の方式を(①)という。
- (2) 二圧式制御弁で、ブレーキシリンダあるいは作用空気タンクへ圧縮空気を供給する空気タンクを(②)という。
- (3) 自動空気ブレーキで、非常ブレーキの場合、ブレーキ作用の伝達速度を速めるため、制御弁において圧縮空気を急激に吐き出す作用を(③)という。
- (4) 自動空気ブレーキでは、ブレーキ管の減圧でブレーキが作用することから列車(④)時にも自動的にブレーキが作用し安全が確保できる。
- (5) 三圧式制御弁において、ブレーキ緩解不良防止のため緩め保証作用を行うが、これはブレーキの初期に定圧空気タンク圧力を(⑤)させる作用である。

語群： ア ファイニング方式、イ 保持、ウ セルフラップ方式、エ 上昇、オ 組成、カ 急動作用、キ カムスイッチ方式、ク 補助空気タンク、ケ 釣合い空気タンク、コ 低下、サ 急ブレーキ作用、シ 分離、ス 元空気タンク、セ 運行、ソ キックオフ作用

問 30

次の文章は、ブレーキ装置について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 車両の応荷重装置には、積車や空車にかかわらずブレーキ減速度を一定にするために、ブレーキシリンダ圧力を調整する働きがある。
- ② 制輪子と車輪踏面間等に雪や氷が介在してブレーキが効かなくなることを防ぐため、冬季には運転中に軽くブレーキをかけておく耐雪ブレーキが用いられる。
- ③ 焼結合金制輪子には、金属成分を車輪踏面に付着させて粘着係数を高め、かつ摩擦係数や耐摩耗性を高めるために、リン、クロムなどの合金元素が比較的多く配合されている。
- ④ 主電動機を発電機として動作させて発生した電力を、電車線を介して他の電気車両で消費させたり、変電所に送り返したりすることでブレーキ力を得る方式を渦電流ブレーキと呼ぶ。
- ⑤ 内燃動車のコンバータブレーキや排気ブレーキは、トルクコンバータ内の油のせん断力や排気ガスの圧縮により生じる抵抗力をブレーキ力として利用することから、非粘着ブレーキに分類される。

選択問題 2 群（問 31 から問 40 まで。この中から 5 問を選択して下さい。）

問 31

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における「列車の運転状況を記録するための装置」について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。

- (1) 省令に規定されている「列車の運転状況を記録するための装置」について、解釈基準で記録する必要のある項目等が示されているが、列車の最高速度が(①)キロメートル毎時以下の場合又は必要な情報を記録することが構造上困難な場合にあつてはこの限りでないとしている。
- (2) 記録する必要のある列車の運転に関する基本情報として、時間、速度、(②)(速度と時間から算出する場合も含む)、また、運転士の操作に関する基本情報として、制御設備の操作装置の状況、(③)ブレーキ装置の操作装置の状況を記録できるものとするとなっている。
- (3) 記録する必要のある運転指令と運転士等の通話記録については、(④)、時刻を記録できるものであることとなっている。
- (4) 「列車の運転状況を記録するための装置」の記録は、直近の(⑤)日分以上の記録ができるものであることとなっている。

問 32

次の文章は、JIS E 7105(2006)「鉄道車両－旅客車用構体－荷重試験方法」および JIS E 7106(2006)「鉄道車両－旅客車用構体－設計通則」について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

- (1) 荷重試験の種類は、通常、垂直荷重試験、(①)荷重試験、ねじり荷重試験、(②)支持試験、曲げ固有振動数測定試験、ねじり固有振動数測定試験および(③)強度試験の 7 種類である。(②)支持試験は、車両新製時および保守時に車体の 4 か所のジャッキ受け部をジャッキで持ち上げる作業において、ジャッキの伸縮が同期しないときを想定している。
- (2) (④)、側構体、妻構体、屋根構体などの主な構体およびその他の強度・剛性に影響がある部材を取り付けた姿を供試構体として荷重試験を行う。
- (3) 鉄道車両の構体の強度の証明として、設計・製作者は規定された荷重条件の下で、構造の全体または個々の部材に有害な(⑤)および破壊が発生しないことを計算または試験によって示さなければならない。

問 33

次の文章は、鉄道車両用車輪について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 車輪の質量(①)は輪軸および台車の振動や車体の曲げ振動を誘発する。
- (2) 波打車輪は、板部に波を打たせることにより(②)が向上し、板部の板厚を薄くできるため軽量化効果がある。
- (3) C形車輪は板部が平板形状であり、主に板部に(③)を取り付ける車輪として使用される。
- (4) スラッククエンチ車輪は、表面近傍を微細パーライト組織として(④)を発生しにくくする熱処理を行った車輪である。
- (5) リムクエンチ車輪は熱処理により硬さを高くしており、原則として(⑤)を作用させる車輪には使用しない。

問 34

次の文章は、車両に生じるヨー角について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句、数式または数値を解答欄に記入しなさい。ただし、 $\sin^{-1}(0.01) = 0.57$ 度、 $\sin^{-1}(0.02) = 1.15$ 度、 $\sin^{-1}(0.03) = 1.72$ 度、 $\sin^{-1}(0.04) = 2.29$ 度、 $\sin^{-1}(0.05) = 2.87$ 度、 $\sin^{-1}(0.06) = 3.44$ 度とし、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) 図 1 において、曲線の半径を R [m]、2 つの台車の中心間距離を L [m]としたとき、車体と台車の間のヨー角 θ_1 は、 \sin^{-1} を使って、式(①)で表される。
- (2) 曲線半径 R を 300[m]、台車の中心間距離 L を 18[m]とした場合、曲線による車体と台車の間のヨー角 θ_1 は(②)度となる。
- (3) 車両に生じるヨー角については、車輪とレールの遊間の中で起きる台車の回転も考慮する必要がある。車輪とレールの遊間については、一般に、標準軌間に対する左右のフランジ遊間の合計、軌間公差によるレール左右間隔の拡大、曲線を円滑に走行するために曲線半径の大小に応じて行われる(③)と呼ばれる軌間の拡大の 3 つを考慮することになる。
- (4) 車輪とレールの遊間を 21[mm]、台車の固定軸距を 2,100[mm]とした場合、図 2 のような台車とレールの間の最大のヨー角 θ_2 は(④)度となる。
- (5) θ_1 および θ_2 のほかに、台車の(⑤)における台車と車体の隙間の中で、車体が前後の台車に対して回転することによっても、ヨー角が生じる。

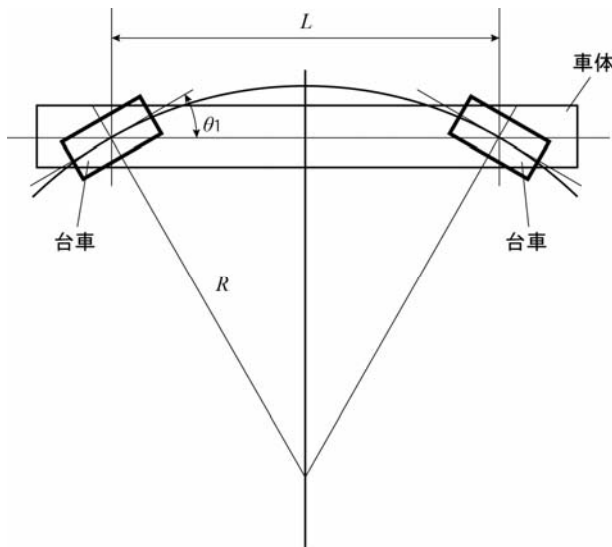


図 1

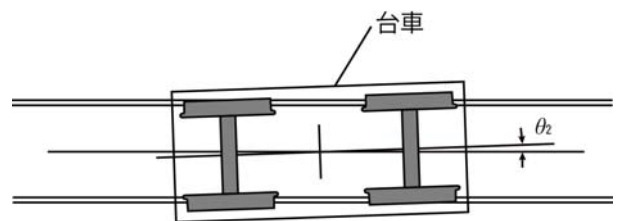


図 2

問 35

次の文章は、台車の蛇行動波長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、円弧踏面の等価踏面勾配および台車の蛇行動波長は以下の式で表されるものとし、円周率 π は3.14とする。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) 接触点位置における車輪踏面の左右方向の曲率半径が600[mm]、勾配が1/20の円弧踏面をもつ車輪が、レール頭頂面の左右方向の曲率半径が300[mm]のレールと接触するときの等価踏面勾配は(①)である。
- (2) 車輪半径が430[mm]で(1)の踏面形状を有する輪軸が、軌間1067[mm]のレール上を転がるときの輪軸蛇行動波長は(②) [m]である。
- (3) この輪軸が速度100[km/h]で輪軸蛇行動を生じるとき、その振動数は(③) [Hz]である。
- (4) この輪軸を有する台車の軸距が2100[mm]のとき、台車蛇行動波長は(④) [m]である。
- (5) 車体上心ローリングの固有振動数が1.6[Hz]であるとき、この台車の台車蛇行動と車体上心ローリングが共振を起こすのは速度が(⑤) [km/h]のときである。

円弧踏面の等価踏面勾配

$$\gamma_e = \frac{\alpha_0}{1 - \frac{R_{ry}}{R_{wy}}}$$

α_0 : 接触点における勾配

R_{ry} : 接触点におけるレール頭頂面の左右方向の曲率半径[m]

R_{wy} : 接触点における車輪踏面の左右方向の曲率半径[m]

台車の蛇行動波長

$$\text{輪軸蛇行動波長 } S_1 = 2\pi \sqrt{\frac{br}{\gamma_e}}$$

$$\text{台車蛇行動波長 } S_2 = S_1 \sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

a : 軸距の半分[m]

b : 車輪とレールの左右接触点間距離の半分(≒軌間の半分)[m]

r : 車輪半径[m]

問 36

次の文章は、発電ブレーキ用抵抗器の容量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()には同一語句または数値が入るものとする。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位を四捨五入して小数第1位まで解答しなさい。

インバータ電車に抑速運転に対応した発電ブレーキ用抵抗器(以下、BRe)を搭載したい。BRe の抵抗値を $3[\Omega]$ とした場合に、BRe には図1に示すような電流が繰り返し流れるものとする。このような使い方をするBRe の必要容量を求める。

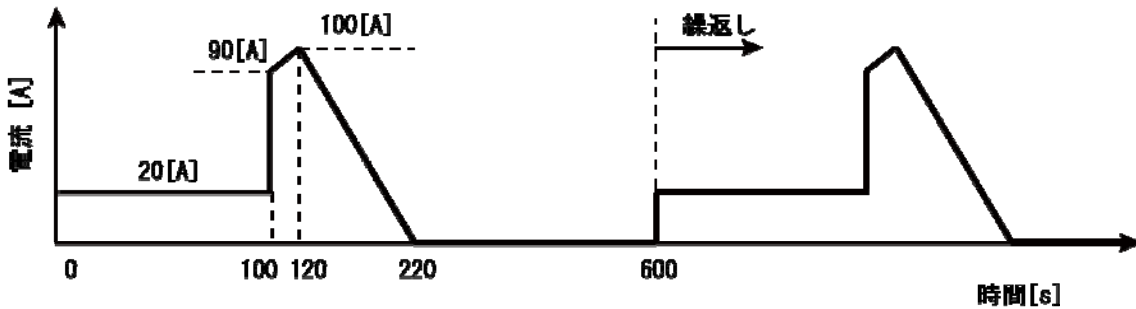


図1 発電ブレーキ用抵抗器の通電パターン

- (1) 図1に示すBReの通電パターンにおける最大電流は $100[\text{A}]$ であり、この時のBReの瞬時損失は(①) $[\text{kW}]$ である。
- (2) BReには間欠的な通電が行われるので、機器の容量は(①) $[\text{kW}]$ では過大となり、図1の通電パターンにおける(②)電流の値を求めることで検討できる。
- (3) 図1の間欠電流の(②)電流の値は、図2の電流に対する以下の公式を利用すれば求めることができる。したがって、図1の通電パターンにおける(②)電流の値は(③) $[\text{A}]$ 、平均損失は(④) $[\text{kW}]$ となる。

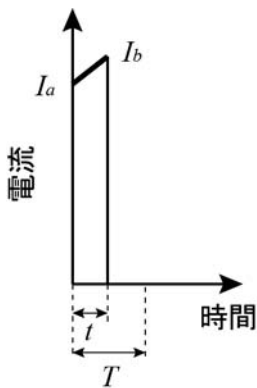


図2

図2の(②)電流の値を求める公式:

$$\sqrt{\frac{1}{3} \left\{ (I_a + I_b)^2 - I_a \cdot I_b \right\} \frac{t}{T}}$$

T : 通電パターンの周期

- (4) 以上の手順で検討したBReの平均損失をもとに適切な抵抗器を選定後、図1のパターンで抵抗体の(⑤)を計算してこれが限度値以下になることを確認する。

問 37

次の文章は、接地装置について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 電動車の接地装置は、各軸にパンタグラフと同様に大電流をレールに流すために、ばねによりブラシを車軸の(①)に押し付け、回転する車輪へ電気の橋渡しをおこなう。
- (2) 駆動装置の接地端子と主電動機枠を結ぶ電線を(②)という。
- (3) 付随車の接地装置は車体を接地する目的で設けており、駆動装置がないため、車軸部に取付ける(③)接地装置が多く使われている。
- (4) 接地装置の配置が不十分な場合、帰線電流が接地装置以外の金属接触部分である主電動機軸受や車軸軸受を通ることがある。軸受には電位差が大きいと油膜を破って放電し火花が生じることがあり、軸受を荒損させる。これを(④)と呼び軸受の寿命を縮める原因となる。
- (5) 接地装置内の接地ブラシの減り方を一様にするために、各接地装置の接地電流を(⑤)にする工夫の一例として、各軸と車両中央の絶縁端子台を結ぶ電線長さを同一とすることがある。

問 38

次の文章は、主電動機の定格等について述べたものである。()の中に入れるべき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()には同一語句または数値が入るものとする。また、計算の過程で円周率を用いる場合には値を 3.14 とする。

- (1) 我が国では主電動機の定格に、(①)定格と短時間定格の一種である(②)定格が用いられている。国際的には(①)定格が標準であるが、我が国の在来線通勤近郊電車では(②)定格が定格として用いられることが多い。
- (2) 主電動機の固定子巻線の温度上昇限度は、(③)種別ごとに定められている。ただし、全閉形主電動機の場合、その限度値を(④)[K]引き上げる。
- (3) 主電動機に 4 極の 3 相電動機を用いたインバータ制御の電気車が力行動作中、主電動機に流れている電流の周波数が 150[Hz]、すべりが 6[%]の時の主電動機の回転速度は(⑤)[min⁻¹]である。

問 39

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準における車両の機関等について述べたものである。()の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の()には同一語句が入るものとする。

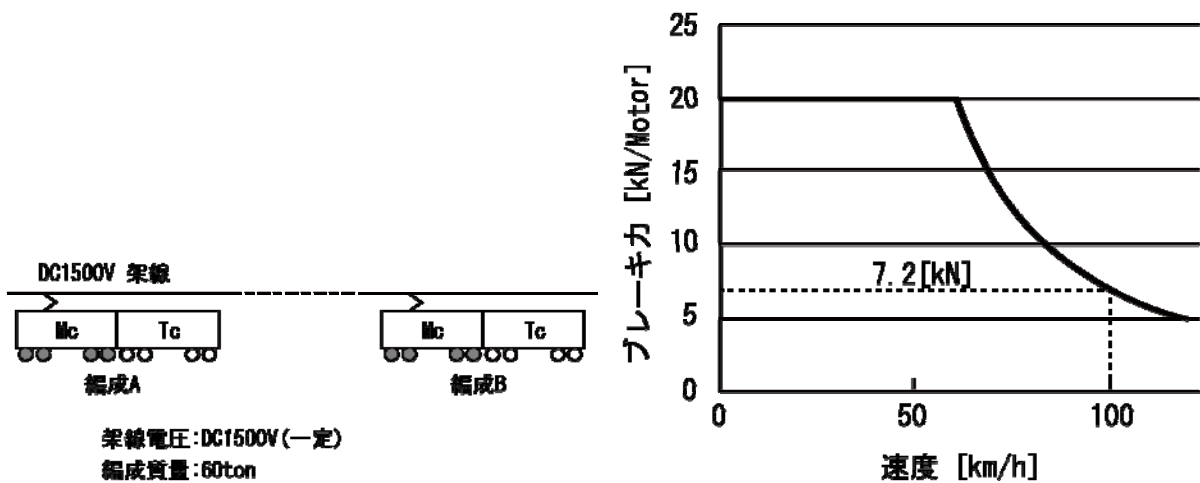
- (1) (①)の圧力が低下した場合に機関を停止させる装置を設けること。また、(②)の温度が上昇した場合に機関を停止し、又は機関を無負荷にする装置を設けること。
- (2) (③)は客室内に配管されていないこと。ただし、防護板の取り付けその他の措置が講じられている場合はこの限りではない。
- (3) 長期間にわたりアイドリングの必要があり、かつ、こう配が連続する区間で使用するなど、(③)が過熱するおそれのある車両は(④)の下部に油だまり及びドレンプラグを設けること。また、排気ガスの(⑤)を検知する装置を設けること。

問 40

次の文章は、回生ブレーキの計算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。

図に示すように DC1500[V]の電化区間を編成 A、編成 B の 2 つの列車が走行している。両編成とも同一仕様の車両で、1編成に主電動機 4 台を一括制御するインバータ装置と補助電源装置1台が搭載されており、乗客等による車両の荷重は 0 (空車状態)である。また、この 2 編成以外にこの路線で走行中、停車中の車両はない。編成 A がブレーキ扱いを行った場合の回生ブレーキ動作に関し以下の設問に答えなさい。なお、計算にあたり、走行抵抗による車両の減速はないものとし、架線のインピーダンスは考えないものとする。

- (1) ブレーキ初速 100[km/h]から一定ノッチの常用ブレーキを扱った。このノッチでは全速度域で編成あたり 80[kN]のブレーキ力が必要であったとすると、回生ブレーキが下図に示す特性で理想的に作用した場合、所定の減速度を得るために空気ブレーキによる補足力の最大は編成あたり(①) [kN]である。
- (2) 歯車効率を 0.98、主電動機等を含む主回路装置の電力変換効率を 0.9 とした場合、編成 A の速度 100[km/h]におけるインバータの直流部の回生電力の最大値は(②) [kW]である。
- (3) 空調等の補機の電力消費により、編成 A、編成 B ともに編成あたり常時 40[kW]が架線から補助電源に輸入されている。補助電源による電力消費を考慮した場合、(2)の条件において編成 A のパンタ点電流の最大値は(③) [A]となる。
- (4) 編成 B が力行モードでの定速運転を行っており、速度 50[km/h]、編成あたりの引張力が 10[kN]で均衡している。この条件での編成 B の歯車効率、主回路装置の電力変換効率は(2)と同一とし、(3)と同様に補助電源の電力消費を考慮した場合、編成 B のパンタ点電流は(④) [A]となる。
- (5) (4)の条件で編成 A が全速度域で編成あたり 80[kN]のブレーキ力により減速する場合、編成 A は速度(⑤) [km/h]以下で空制補足が無くなり回生ブレーキだけで必要なブレーキ力を確保できるようになる。ただし、編成 A の歯車効率、主回路装置の電力変換効率は(2)と同一とし、(3)と同様に補助電源の電力消費を考慮するものとする。



鉄道設計技士試験

平成 26 年度

専門試験 I (鉄道車両) 解答例

無断転載を禁じます

平成 26 年度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道車両) 解答

- 問 1 ① キ、② ソ、③ ス、④ エ、⑤ ウ
問 2 ① 3、② 1/3 オクターブ、③ A、④ 60、⑤ 55
問 3 ① 2 軸、② ボギー、③ 接続、④ 1 次ばね、⑤ 2 次ばね
問 4 ① イ、② ク、③ サ、④ ウ、⑤ ス
問 5 ① サバイバル、② クラッシュブル、③ 正面、④ アンチクライマ、⑤ オフセット
問 6 ① 隙間調整機構、② 軽量、③ ディスク、④ 片押し、⑤ 増圧
問 7 ① ×、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ×
問 8 ① 高周波振動、② 高さ、③ ○、④ ○、⑤ ○
問 9 ① 静荷重、② 動荷重、③ 平均応力、④ 変動応力、⑤ 応力限界図
問 10 ① ケ、② シ、③ エ、④ オ、⑤ イ
問 11 ① 軌間、② 均衡、③ 輪重減少、④ 大きい、⑤ 小さい
問 12 ① ○、② ○、③ ○、④ ×、⑤ ×
問 13 ① 交流、② 同期、③ 誘導、④ トルク、⑤ 電流
問 14 ① フィルタコンデンサ、② フィルタリアクトル、③ 遮断器、④ 接触器、⑤ 挿入
問 15 ① イ、② ス、③ ク、④ ケ、⑤ シ
問 16 ① ○、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ×
問 17 ① 十字継手、② トルク、③ ねじり、④ 共振、⑤ せり
問 18 ① ○、② ○、③ ○、④ ○、⑤ ×
問 19 ① 加圧、② 供給源、③ 発車、④ 元、⑤ 保安
問 20 ① ×、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ○
問 21 ① ○、② 13、③ 2、④ 音声、⑤ 1800
問 22 ① キ、② ク、③ オ、④ イ、⑤ セ
問 23 ① 図 3、② 焼なまし、③ 超音波探傷検査、④ ○、⑤ ○
問 24 ① ソ、② コ、③ サ、④ エ、⑤ キ
問 25 ① 転流回路、② ○、③ ○、④ モジュール構造、⑤ ○
問 26 ① ×、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ○
問 27 ① ×、② ○、③ ○、④ ○、⑤ ×
問 28 ① ウ、② セ、③ イ、④ ア、⑤ コ
問 29 ① ア、② ク、③ カ、④ シ、⑤ コ
問 30 ① ○、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ×
問 31 ① 40、② 位置、③ 常用、④ 音声、⑤ 1
問 32 ① 車端圧縮、② 三点、③ 気密、④ 台枠、⑤ 永久変形
問 33 ① アンバランス、② 剛性、③ ブレーキディスク、④ 熱き裂、⑤ 踏面ブレーキ
問 34 ① $\sin^{-1} \frac{L}{2R}$ 、② 1.72、③ スラック、④ 0.57、⑤ 左右動ストッパ
問 35 ① 0.1、② 9.5、③ 2.9、④ 21.0、⑤ 121.0
問 36 ① 30、② 二乗平均、③ 30.4、④ 2.8、⑤ 温度上昇値
問 37 ① スリップリング、② 均圧線、③ 軸端、④ 電食、⑤ 均等
問 38 ① 連続、② 1 時間、③ 絶縁、④ 10、⑤ 4230
問 39 ① 潤滑油、② 冷却水、③ 排気管、④ 消音器、⑤ 温度
問 40 ① 51.2、② 705.6、③ 443.7、④ 131.6、⑤ 12.1

(注) 語句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。