

鉄道設計技士試験

平成 28 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、電車に搭載されている機器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 「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では、放送装置等の運転及び旅客の安全を確保するため必要な装置は、電車線からの電源の供給が絶たれた状態でも蓄電池等により一定の時間は機能が確保されなくてはならないとされている。
- ② 直流電車の主回路入力側に設置する高速度遮断器は、従来は主回路装置に異常が発生した場合などに変電所のトリップを防止する目的で設けられてきた。近年主回路装置がインバータとなり半導体による電流の高速遮断が可能となってきたことから高速度遮断器が省略されつつある。
- ③ 車両内の照明や空調装置などに電力を供給する補助電源装置は、インバータ方式によるものが主流となりつつあり、出力する電圧と周波数が一定であることから CVCF (Constant Voltage Constant Frequency) インバータ装置とも呼ばれている。
- ④ 交流電車、直流電車ともに交流主電動機を使用した電車が主流となっているが、交流電車は架線の交流をそのまま主変換装置により必要な電圧・必要な周波数に変換して電動機を駆動するだけで良いため、直流電車に比べて車両側の主回路機器を小型化できる。
- ⑤ パンタグラフの代表的なものとして、菱形式や下枠交差式と近年多用されているシングルアーム式がある。シングルアーム式は、部品数が少ない反面、着雪により雪の重みで架線との接触状態が不安定になりやすい。

問2

次の文章は、車両のブレーキ装置に関する事項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) 「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では、ブレーキ装置について、以下のように定めている。
 - (a) 制動力を(①)して作用させることができること。
 - (b) 「(②)ブレーキ装置」とは、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ブレーキ装置をいう。
 - (c) 車両の(③)ブレーキは、連結して運転する車両(専ら入換えをする場合に連結して運転するもの及び特殊車を除く。)のブレーキ装置に設けるものとし、「組成した車両に乗務員からの操作によって連動して作用すること。」「組成が分離したときに自動的にブレーキが作用すること。」などの機能を有するものとする。
- (2) 直流電車の電気ブレーキにおいて、抵抗器を用いた(④)ブレーキは、回生ブレーキと比べると安定したブレーキ力が得られる。
- (3) 空気ブレーキの空気管圧力制御方式には、(⑤)圧力制御方式とブレーキ管圧力制御方式がある。

問 3

次の文章は、乗り心地の評価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。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。

- (1) 振動に関する乗り心地は、一般に前後・左右・上下の方向別に、振動加速度によって評価される。また、同じ加速度の大きさであっても、人間の感覚はその周波数によっても異なるため、この影響を考慮した評価方法として、乗り心地(①)と乗り心地(②)が提案されている。
- (2) 乗り心地(①)は、 3 ± 2 分間測定した振動加速度に対して人間の周波数ごとの感覚に応じた補正を行った後、基準加速度(10^{-5}m/s^2)との比の常用対数を取って dB 表示したものである。上記周波数ごとの感覚補正方法は方向ごとに異なっており、(③)方向に関しては、他の方向と比較して高周波数側で敏感であるとされている。
- (3) 乗り心地(②)は、振動加速度の時系列波形からピーク値を読み取り、周波数との組み合わせを図1に示す評価基準の図中にプロットして、どの区分に該当するかを判断するものである。
- (4) (3)において、例として図2のような左右加速度波形を観測し、振幅が最大となる区間の乗り心地(②)を計算することを考える。ピーク値は約 0.5m/s^2 であり、ピークの間隔(周期)を読み取って周波数に換算すると(④) [Hz]となることから、これを図1にプロットすると評価は(⑤)となる。

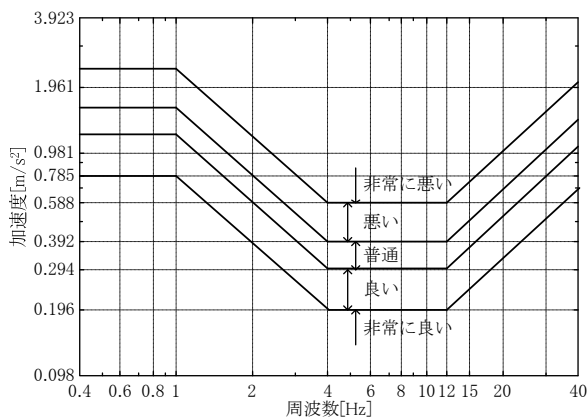


図1 乗り心地(②)による左右方向の評価基準

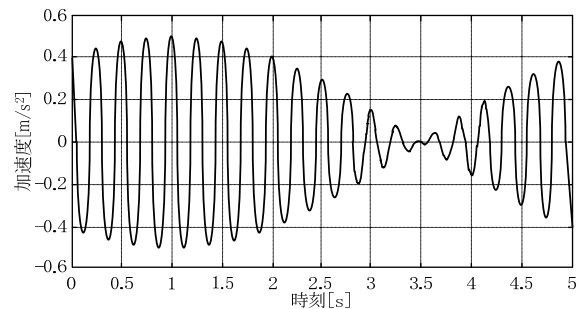


図2 左右振動加速度の測定波形

語群： ア レベル、イ 品質、ウ 左右、エ 係数、オ 段階、
カ 0.25、キ 悪い、ク 良い、ケ 評価値、コ 上下、
サ 前後、シ 定数、ス 4、セ 8、ソ 普通

問 4

次の文章は、運転理論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) 運転理論は、列車を合理的、経済的に動かすための運転技術に関する基礎理論であり、実際の運転計画の基礎となる(①)定数と基準運転時間を決定することである。
- (2) 運転性能曲線は、運転性能を検討するための基本となるもので、(②)曲線、荷重曲線、こう配別・速度－距離曲線およびブレーキ性能曲線がある。
- (3) 荷重曲線は、直線の上りこう配で(③)引張力と均衡する重量を示した曲線で、こう配別に速度と均衡重量を表す。
- (4) こう配別・速度－距離曲線は、こう配別に速度と距離の関係を表した曲線で、力行用と(④)がある。
- (5) 動輪とレール間の粘着係数および動輪上にかかる重量により決まる引張力を粘着引張力といい、これを上回る領域では(⑤)の原因となる。

問 5

次の文章は、JIS E 4031(2013)「鉄道車両用品－振動及び衝撃試験方法」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) この規格に規定する試験は、鉄道車両で通常発生する(①)条件に、用品が耐える能力を証明することを、主な目的としている。(①)を最もよく再現するために、この規格で規定する値は、世界中の関係機関から提供された実際に運用されている鉄道車両の実測値から得たものである。
- (2) 試験の厳しさは、用品を取付ける車両の部位により3種類に区分され、それぞれ与えるべき振動の大きさが加速度の(②)値により規定されている。3種類のうち最も厳しい区分は、車両の(③)に取付ける区分3である。
- (3) 試験の種類は、用品が走行中の車両で発生すると予測される条件下で(④)することを検証する「振動(④)試験」と、使用条件を上回る試験レベルにおける用品の機械的完全さを確認するための「振動耐久試験」及び使用中にまれに起きる現象を模擬し、外観及び機械的損傷を起こしていないことを検証する「衝撃試験」に分類される。
- (4) 振動試験においては、関連する国際規格に整合させることも考慮して、規格本体では車両走行時に用品が受ける不規則な振動を想定した(⑤)波を加振のために与えることが規定されている。なお、(③)や機関の回転などに起因する周期的な振動を対象とする場合については、附属書として別に方法が定められている。

語群： ア 動揺、イ 車体、ウ 実効、エ 積分、オ ピーク、
カ 機能、キ 再現、ク ランダム、ケ 振動環境、コ 台車枠、
サ 速度、シ 輪軸、ス 正弦、セ 絶縁、ソ インパルス

問 6

次の文章は、吊り金具の強度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。

ある機器を取付けるための吊り金具の設計を行うにあたり、機器による垂直荷重を負荷したときの曲げにより発生する応力が、限界値以下になっていることを確認したい。ここでは、図1に示すとおり、吊り金具を両端単純支持の様な弾性はりとし、機器は吊り金具の中央部1点で取付けることとする。なお、計算にあたり、簡単のため機器の体積は考えないものとし、質量 m の質点による垂直方向の荷重以外の影響は無視できるものとする。

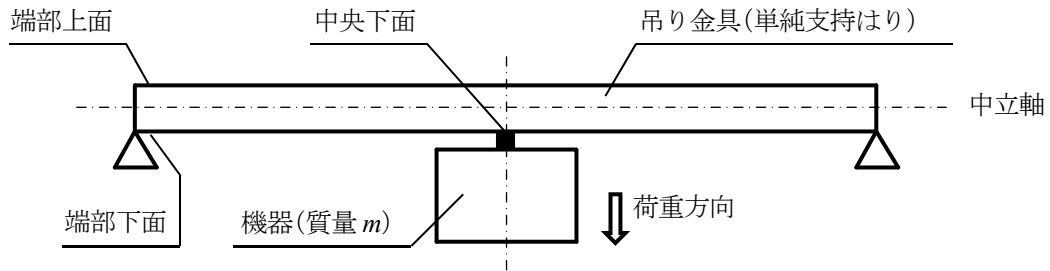


図1 機器と吊り金具の模式図

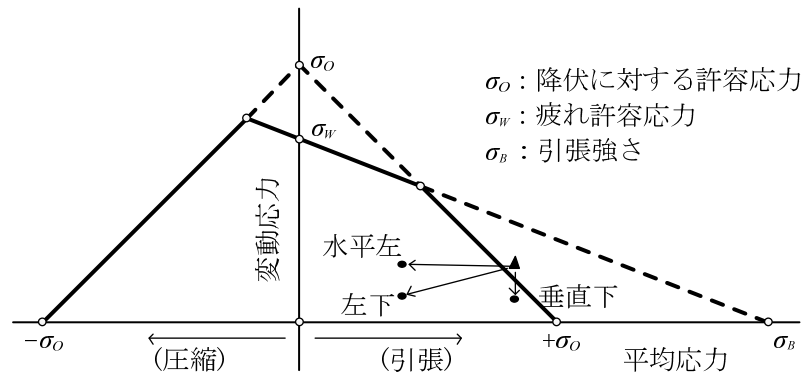


図2 応力限界図

- (1) 両端単純支持とは、両端部において変位、(①)が生じない支持条件である。
- (2) 曲げにより生じる応力は、(①)と断面係数との(②)により求められる。
- (3) 断面係数は、(③)を中立軸から吊り金具上下面までの距離で除することにより得られる。
- (4) 曲げ応力が最大となる断面を危険断面と呼び、図1で引張応力が最大となる点は(④)の位置である。
- (5) 危険断面における静的な最大引張応力 σ_s と、走行中の機器に生じる最大上下加速度を想定して変動応力 σ_d を求め、それぞれ図2の応力限界図の横軸、縦軸に値をプロットしたところ▲に位置し、不適切であることがわかった。そこで、吊り金具の高さ方向の寸法を変更しない条件で断面形状を変更して(③)を大きくしたところ、応力は▲から(⑤)方向に移動し、限界範囲内の●の位置となった。

語群： ア 端部上面、 イ 断面一次モーメント、 ウ たわみ角、 エ 比、 オ 中央下面、
カ 水平左、 キ 端部下面、 ク 慣性モーメント、 ケ せん断力、 コ 曲げモーメント、
サ 積、 シ 左下、 ス 断面二次モーメント、 セ 垂直下、 ソ 和

問7

次の文章は、高速車両の先頭形状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。

高速車両の先頭形状の決定には、空気(①)の低減に加えてトンネル(②)の低減、騒音の低減が大きな課題である。トンネル(②)とは、列車がトンネルに突入した際に(③)が生じ、これがトンネル出口へと伝わり、出口から放出されるときに音や振動を生じさせるもので高速化の大きな課題となっている。(②)に対する車両側の対策としては、(③)の立ち上がりをできるだけ緩やかにするために、車両先頭部を(④)し、断面積の変化を小さくすることが効果的である。一方、地上側の対策としては、トンネル出口に(⑤)を設けることが挙げられる。

問8

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等における台車枠の検査方法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 台車枠に発生するき裂が、磁粉探傷検査や浸透探傷検査などで容易に検出できる 40mm 程度の大きさであれば、急激に進展しないことが明らかになっている。
- ② 台車枠にき裂が発生したとしても、き裂が小さいうちに発見して処置ができれば、脱線などの重大事故が防止できると考えられる。
- ③ 台車枠き裂の発生箇所は、台車枠各部の溶接部に多いため、各事業者はすべての溶接部の検査を行うことが定められている。
- ④ 台車の設計製造時期の違いにより信頼性や耐久性が異なることや、速度向上などによる荷重条件の変化の影響も考慮する必要がある。
- ⑤ 塗装や汚れを除去することにより目視で確実な確認が可能な箇所であっても、磁粉探傷検査を行わなければならない。

問9

次の文章は、ボルスタレス台車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。ただし、 $\sin 6^\circ = 0.1045$ 、 $\cos 6^\circ = 0.9945$ 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位を四捨五入して整数で解答しなさい。

- (1) ボルスタレス台車は、(①)すなわちボルスタを省略して、台車枠と車体とを空気ばねで直結した方式である。
- (2) 駆動力やブレーキ力を伝達する車両けん引装置には、(②)リンク式、(③)リンク式、門型板ばね式などが用いられる。
- (3) 台車の旋回角は、空気ばねの前後方向変位で許容される。台車の回転角が6度、左右の空気ばね中心間隔が2000[mm]の場合、空気ばね1個あたりの前後方向変位は、(④) [mm]である。
- (4) 高速車両では、蛇行動安定性を確保するため(⑤)が用いられる。

問 10

次の文章は、輪軸の質量アンバランス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、円周率は3.14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) 輪軸の質量アンバランスは小さい方が望ましく、一般にアンバランス質量と回転軸中心から重心までの距離の(①)が一定以上にならないように調整される。
- (2) 車軸両端に2枚の車輪を圧入するにあたっては、それぞれの車輪の静的アンバランス位置が回転軸に関して互いに(②)度ずれるように配置するのが適切である。
- (3) 輪軸の回転による加振力の周波数は速度に比例し、例えば車輪径 860[mm]、走行速度 100[km/h]の条件では、約(③)[Hz]となる。
- (4) 輪軸の回転により発生する遠心力は速度とともに増大し、同じアンバランス量であれば、回転周波数[Hz]の(④)乗に比例する。
- (5) 輪軸の回転による加振力は、主に台車前後方向の振動を引き起こし、さらに車体に伝達されて前後および(⑤)方向の振動を発生させ、乗り心地悪化の原因となる。

問 11

次の文章は、輪軸の運動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 一体輪軸では、踏面こう配が小さいほど曲線通過性能は向上するが、蛇行動限界速度は低くなる。
- ② 幾何学的蛇行動波長は、速度、踏面こう配、中立位置での左右車輪接触点間隔から求められる。
- ③ 円弧踏面は円錐踏面に比べて、等価踏面こう配が大きい。
- ④ 円弧踏面は円錐踏面に比べて、レールとの接触点が滑らかに変化する。
- ⑤ 独立回転車輪を用いると、台車にまくらぎ方向のクリープ力が発生しないため蛇行動は生じない。

問 12

次の文章は、車両の転覆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) 車両の転覆に大きく影響する力は、横風による空気力、左右振動慣性力、曲線通過時の(①)である。
- (2) (②)の式は、横風による空気力や左右振動慣性力による車両の転覆の危険率を表す式であり、この式をもとに車両の転覆限界風速や走行可能な曲線通過速度などを求めることができる。
- (3) 横風により転覆しにくい車両の条件として、車体の質量が大きいこと、車両の(③)が低いこと、横風に対する(④)係数が小さい車体形状であることが挙げられる。
- (4) 横風に対する転覆の安全性の検討は、(⑤)側の輪重抜け割合の大きさを評価する。

問 13

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運転保安設備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。

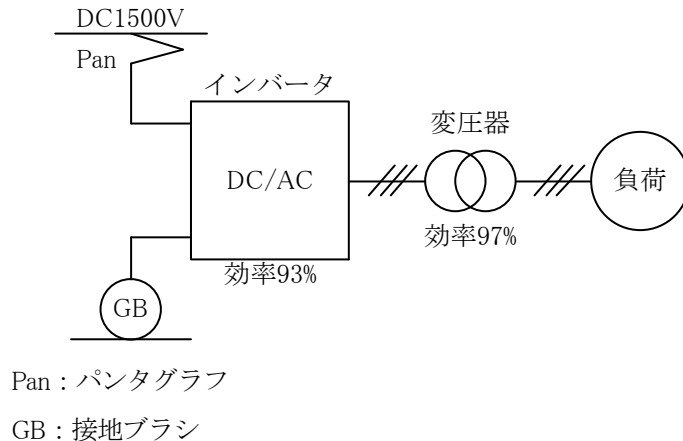
- (1) 閉そくによる方法により列車を運転する場合は、(①)に応じ、自動的に列車を減速させ、又は停止させることができる自動列車停止装置又は(②)を設けること。
- (2) (1)の自動列車停止装置は、曲線区間に進入しようとする列車が、(③)で当該区間に進入したときに曲線外側への転覆のおそれのある場合において、所要の位置において一定の速度を超える速度で列車が走行しているときに、列車の速度を自動的に当該速度制限箇所、停止限界箇所等の手前までに安全上支障のない速度まで減速させ、又は停止させるものであること。
- (3) 自動列車運転装置は、車両の乗降扉等が閉扉し、(④)が確認された後でなければ列車を発車させることができないものであること。
- (4) 自動列車運転装置は、(②)の制御情報が指示する運転速度以下に(⑤)を設定し、円滑に列車の速度を制御するものであること。

語群： ア 自動列車制御装置、 イ 曲線通過制限速度、 ウ 自動列車制動装置、
エ 乗降する旅客の安全、 オ 加速終了速度、 カ 車両情報制御装置、
キ 車側灯の消灯、 ク 線路の条件、 ケ 目標速度、 コ インターロックの解除、
サ 車両の走行性能、 シ 運転可能速度、 ス 加速開始速度、
セ 設計最高速度、 ソ 前方列車との間隔

問 14

次の文章は、補助電源装置の電力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。

補助電源用インバータ装置と負荷の構成を下図に示す。この回路について以下の設問に答えなさい。



- (1) 負荷として、50[kVA]の3相負荷が定常的に接続されて動作している時、変圧器の負荷側の線間電圧(実効値)が440[V]、周波数が60[Hz]であった。この時、負荷に流れている相電流実効値は(①) [A]である。
- (2) 補助電源の負荷が客室内ヒータなどの抵抗負荷のみで、変圧器の負荷側に25[kVA]の負荷が接続されている時、インバータの出力部から見た負荷の力率が1.0であった。この時、インバータの出力は(②) [kW]である。
- (3) (2)の状態において、架線からインバータに流れる入力電流は(③) [A]となる。
- (4) 補助電源の負荷として、(1)の負荷状態から更に電動空気圧縮機が起動した時に、架線からインバータに40[A]の入力電流が流れていた。この時のインバータの出力は(④) [kW]である。
- (5) (4)において、変圧器の負荷側の線間電圧は420[V]、相電流は81[A]であった。この時の負荷の力率は(⑤)である。

問 15

次の文章は、輪軸の運動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 自然空冷で冷却される正方形平板(温度こう配なし)は、水平に置くよりも垂直に置いた方が放熱能力は高い。
- ② 自然空冷で冷却される長方形の平板を垂直に置いた場合、長辺を高さ方向に置いた方が放熱能力は高い。
- ③ 自然空冷の発熱体では、発熱体の発熱量を2倍にしても温度上昇は2倍にならない。
- ④ ある風速で強制空冷される発熱体の温度上昇は、その風速を2倍にすると、1/2以下になる。
- ⑤ 熱伝達による物体表面からの放熱量は、ヒートシンクにより伝熱面積を大きくした場合、拡大された伝熱面積に比例して増大する。

問 16

次の文章は、液体式ディーゼル動車および液体式ディーゼル機関車の動力伝達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。

動力源であるディーゼル機関の出力特性は、そのままでは鉄道車両に不適切であり、要求される引張力特性に適合させるため、以下に示す機構を有する動力伝達装置が必要である。

- (1) ディーゼル機関は、(①)回転速度以下では回転を維持することができないため、停車時はディーゼル機関と駆動輪の間で動力を(②)する機構が必要である。
- (2) 低速時には大きな駆動力を、高速時には駆動輪の高い回転速度を必要とするなど、さまざまな状況に応じて運転を行うため、いくつかの(③)を選択できる機構が必要である。
- (3) (2)の機構は、トルクコンバータにより(④)の運動エネルギーを利用して動力を伝達する変速段とクラッチの結合により(④)を介さずに動力を伝達する直結段に大別される。
- (4) ディーゼル機関の回転は一方向のみで逆転できないため、駆動輪の回転方向を正逆に切り換える(⑤)機構が必要となる。

語群： ア 手動変速、 イ 自動変速、 ウ 前後進切換、 エ 気体、 オ 流体、
カ 固体、 キ 変速比、 ク 減速比、 ケ 増速比、 コ 増幅、
サ 遮断、 シ 自動進段、 ス 定格、 セ アイドリング、 ソ 最高

問 17

次の文章は、ディーゼル機関に用いられる潤滑油の性質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。

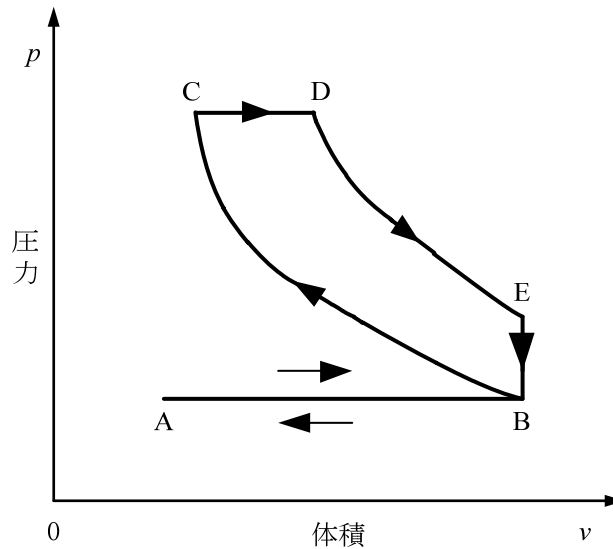
- ① 粘度は油の粘りの程度を表し、これが大きいと油膜を保ちやすく、大きい荷重にも耐えられる。一方、油膜は粘度が小さいと作りやすいが、荷重の増大により破壊されやすくなる。
- ② 酸化安定性は温度による粘度の変化の度合いを表し、これが高いほど温度による粘度変化の少ない良質油であることを示す。
- ③ 油性は、金属面に粘着する力の性質を表し、シリンダ壁やピストンリングなど高温部に必要な性質である。
- ④ 油を冷却したとき、固まって流動しなくなる温度を凝固点と呼び、これより2.5[°C]高い温度を流動点という。この温度が低いものほど良質である。
- ⑤ 油を徐々に加熱した場合、発生する可燃性蒸気に火炎を近づけたときにせん光を発する。このせん光を発する最低温度を発火点という。

問 18

次の文章は、ディーゼル機関の $p-v$ 線図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。

下図は、4サイクルディーゼル機関の $p-v$ 線図を示したものである。下図において、

- (1) 点 A から点 B までの作動状態を(①)行程
 - (2) 点 B から点 C までの作動状態を(②)行程
 - (3) 点 C から点 D までの作動状態を(③)行程
 - (4) 点 D から点 E までの作動状態を(④)行程
 - (5) 点 E から点 A までの作動状態を(⑤)行程
- という。



問 19

次の文章は、回生失効対策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) 直流き電の地上側に(①)を設置し、余剰となる回生電力を貯蔵することなく駅の照明や空調、エレベータ、エスカレータの電源として利用することで、回生失効を防止すると同時に省エネルギー化を実現できる。
- (2) 車両に(②)を設置して、回生電力を回収し、自車の力行電力や補機の電力として再利用する技術が実用化されている。
- (3) インバータが有している(③)リミッタ制御のパラメータを調整し、(③)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抑止する。
- (4) インバータの直流側に(④)と抵抗器を接続し、直流電圧の上昇に応じて(④)を動作させて抵抗器でブレーキエネルギーを消費する。
- (5) (⑤)の引き通しを行い、集電システムを安定化する。

問 20

次の文章は、ブレーキ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 自動空気ブレーキとは、列車に引き通された MR 管の圧力を減圧することによりブレーキを作用させるものである。
- ② 列車分離が発生した場合には、分離した箇所より進行方向前方の車両に対し自動的に非常ブレーキが作用し、安全に列車を停車させることができる。
- ③ 空気圧縮機から送り出される圧縮空気中の水分を除去する除湿装置には、吸着剤方式と中空糸膜方式がある。
- ④ 応荷重機能は、各車両の空気ばね内圧や測重装置を用いて荷重状態を検知し、検知した荷重状態にかかわらず、ブレーキ性能を一定にするために使用される。
- ⑤ 電気指令式ブレーキ装置では、通常、ブレーキ受量器により電空演算を行い電気ブレーキでの不足分を補うために調圧弁によりブレーキシリンダ圧力を発生させ基礎ブレーキ装置を動作させる。

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、JIS E 7105(2006 および 2011 追補 1)「鉄道車両—旅客車用構体—荷重試験方法」ならびに JIS E 7106(2006)「鉄道車両—旅客車用構体—設計通則」における荷重試験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 垂直荷重試験で想定される最大荷重は、運転整備状態における車体質量と最大積載質量の和に対して、振動による増加分を考慮して決定される。
- ② 車端圧縮荷重試験では、車種ごとに設定された圧縮荷重のほか、同一の大きさの引張荷重を負荷することが規定されている。
- ③ 三点支持荷重試験は、車体の 4 か所のジャッキ受け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場合を想定したもので、空車相当の荷重を設定してもよいとされている。
- ④ 垂直荷重試験、車端圧縮荷重試験、ねじり荷重試験、三点支持荷重試験では、負荷した荷重のほか、変位および応力を一定時間間隔で測定することが要求される。
- ⑤ 気密強度試験は、気密構造を持つ車両に対し、受渡当事者間で協定した車両に適用されるもので、必ずしもすべての車両に対して実施する必要はない。

問 22

次の文章は、旅客車用空調装置の容量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。

下表は、JIS E 6603(2006)「旅客車用空気調和装置の冷暖房容量算出方法」に基づいて、容量計算にあたって考慮すべき負荷をまとめたものである。

	分類	要因
Q_1	(A)熱負荷	室内と室外の温度差
Q_2	日射熱負荷	窓を透過する日射
Q_3	(B)熱負荷	(B)の発熱
Q_4	機器熱負荷	室内に設置する機器
Q_5	換気熱負荷	室外から流入する新鮮空気

- ① Q_1 の欄においてAにあてはまる語句は伝達である。
- ② 窓ガラスの材質を変更して日射透過率を減少させると、必要な冷房容量はもとの値より増加する。ただし、これにより Q_2 以外の負荷は変化しないものとする。
- ③ Q_3 の欄においてBにあてはまる語句は人体である。
- ④ 暖房容量の計算では、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 は必要な容量を緩和させる効果があるが、より厳しい熱負荷条件とする必要がある場合は考慮しないことがある。
- ⑤ 単位時間あたりの換気量を大きくすると、冷房、暖房とも必要な容量は大きくなる。

問 23

次の文章は、電車で用歯車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) 平行カルダン駆動方式の歯車装置の歯車には、強度、振動、騒音を考慮して、(①)が用いられている。
- (2) 歯車、軸受の潤滑は、信頼性の観点から(②)潤滑が用いられる。
- (3) 一般に、大歯車は機械構造用炭素鋼鋼材のS40Cを用いて製造され、焼入れ・焼戻し後、歯部に(③)が施されている。小歯車はSNM420に(④)を施す。
- (4) 歯車箱には(⑤)が取付けられ、潤滑油中の歯車、軸受などの摩耗粉の除去が行われている。また、これを観察することで内部の異常の有無の概略が把握される。

語群： ア 焼なまし、 イ 磁気栓、 ウ 平歯車、 エ ブリーザ、 オ 高周波焼入れ、
カ グリース、 キ 窒化、 ク ベイナイト焼入れ、 ケ フィルタ、 コ かさ歯車、
サ 油浴、 シ 焼ならし、 ス 浸炭焼入れ、 セ はすば歯車、 ソ 飛沫

問 24

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準等における走行安全性の評価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 脱線係数は、刻々と変化する横圧を静止輪重で割ることで算出される。
- ② Nadal の式で計算される限界脱線係数は、摩擦係数と走行速度により変化する。
- ③ 脱線係数の測定は、編成中の最軽量車両で実施することが望ましい。
- ④ 国土交通省の通達「急曲線における低速走行時の脱線防止対策について」では、車両の静止輪重比は、10%以内に収めることが努力目標である。
- ⑤ 急曲線における低速走行時の脱線係数が目安値を上回る場合、当該箇所のカント高さに応じて定めた輪重減少率の目安値以下であれば安全と判定できる。

問 25

次の文章は、JIS E 1001(2001)「鉄道—線路用語」における車両走行の動揺に影響を与える軌道変位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。

軌道は、列車の繰り返し荷重を受けて次第に変形し、車両走行面の不整が生じる。これらの不整には、以下のものがある。

- ① 左右レールの高さの差(カントがある場合は設定カント量との差)を軌間変位という。
- ② レールの長手方向の上下の変位を高低変位という。
- ③ レールの長手方向の左右の変位を側面変位という。
- ④ 一定区間における水準の変化量をねじれ変位という。
- ⑤ 水準変位と通り変位が逆位相で存在する軌道変位を複合変位という。

問 26

次の文章は、車両情報制御システム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) 車両情報制御システムの採用により、(①)の削減効果がある。
- (2) 列車内の車両情報制御システムに活用されている車両間伝送方式は、(②)線などを使用する電気伝送方式と、光ファイバケーブルを使用する光伝送方式に分類される。
- (3) 車両情報制御システムに制御機能をもたせる場合、高信頼性が求められるため、伝送系の構成を(③)構成とし、故障発生後も制御機能を維持する必要がある。
- (4) ブレーキ指令の伝送を行う場合、指令系がダウンした時に危険側動作とならないよう(④)なシステムであることが必要とされる。
- (5) 車両情報制御システムの機能として、車載機器のモニタリング機能のほか、保守作業軽減を目的とした(⑤)機能がある。

語群： ア 確認申請書の記載事項、 イ ツイストペアシールド、 ウ 多重系、
エ 制御弁、オ 劣化診断、カ デイジーチェーン、キ ぎ装線、
ク トレースデータ解析、ケ フェールセーフ、コ マルチドロップ、サ 車上検査、
シ ノッチ指令、ス フェールアウト、セ 簡素、ソ 電力

問 27

次の文章は、トルクコンバータの特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) ポンプ羽根車、タービン羽根車および案内羽根からなるトルクコンバータは、通常、速度比(①)で最も大きなトルク比となる。これを(②)という。
- (2) ポンプ羽根車の吸収トルクに相当する入力軸トルクとタービン羽根車につながる出力軸トルクが等しくなる点を(③)という。
- (3) 入力軸トルクは、ポンプ羽根車の回転速度の(④)および出口径の(⑤)に比例する。

語群： ア マッチング点、 イ 最高効率点、 ウ クラッチ点、 エ 2乗、 オ 3乗、
カ 4乗、 キ 5乗、 ク 6乗、 ケ 9乗、 コ ストールトルク比
サ 増幅比、 シ 変速比、 ス 0、 セ 0.5、 ソ 1

問 28

次の文章は、ディーゼル機関の燃料噴射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 噴射装置の役割は、エンジンの性能を最大限に発揮させるため、燃料を燃焼室内に適時に適量、霧化状態で噴射することである。
- ② 噴射装置は、ジャーク式の列形噴射ポンプおよびユニットインジェクタなどが多く採用されてきたが、近年、排気ガス対策としてコモンレール式が増えている。
- ③ 列形噴射ポンプは、エンジンの気筒数と同数のプランジヤが一行に並び、プランジヤの回転運動により加圧した燃料を噴射管へ圧送する。
- ④ ユニットインジェクタは、噴射ポンプとノズルを一体にしたもので、エンジンのシリンダブロックに直接取付けられる。
- ⑤ コモンレール式は、サプライポンプで昇圧した高圧の燃料をコモンレールに蓄えて、インジェクタ内の電磁弁を電氣的に制御してノズルの開閉を行う。

問 29

次の文章は、電気ブレーキと空気ブレーキの協調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。

- (1) 電気ブレーキ制御には、インバータ装置が(①)からブレーキ力指令を受信し、必要なモータトルクを出力する方式がある。
- (2) インバータ装置により発生させた電気ブレーキ力は、(②)として(①)に送られる。(②)を基に車両として不足するブレーキ力が演算され空気ブレーキで補足される。
- (3) 多くのインバータ電車で採用されている遅れ込め制御の方式では、電気ブレーキだけで必要なブレーキ力を負担できなくなると、不足分がまず(③)の空気ブレーキとして補足され、更に(③)が必要な最大ブレーキ力に達した後は(④)に補足される。
- (4) (⑤)まで電気ブレーキを動作させる技術が実用化されており、空気ブレーキ動作が無くなることでブレーキシューの摩耗や騒音を低減できるほか、減速力の変化が無く運転がしやすいというメリットがある。

語群： ア 電動車、イ 最重量車、ウ ブレーキ受量器、エ 主幹制御器、オ 最後尾車、カ 停車、キ 先頭車、ク 電制等価信号、ケ 運転台、コ 最軽量車、サ 滑走、シ 空制減算指令、ス 付随車、セ 電制有効信号、ソ 起動

問 30

次の文章は、ブレーキ全般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 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準では、運転台を有する電車には「常用ブレーキ装置」、「留置ブレーキ装置」及び「非常ブレーキ装置」を設けることが規定されている。
- ② 積車ブレーキ率とは、ブレーキシューに作用する力の総和と積車重量との割合をいうが、ブレーキシューと車輪の平均摩擦係数を鑄鉄ブレーキシューのそれに換算して算出する値である。
- ③ 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準では、常用ブレーキ装置は、元空気タンクやブレーキ管の圧力が低下した場合、即座にブレーキを作用させることができる構造としなければならないと規定されている。
- ④ ブレーキ距離に影響を与える空気ブレーキの空走時間は、ブレーキシリンダの圧力が所定の 60～70[%]に到達までに要する時間とほぼ同一で、電気指令式空気ブレーキの場合、約 1 秒である。
- ⑤ 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準では、留置ブレーキ装置においては、制動力の供給源としての最終の空気タンクからブレーキシリンダまでの機器及び空気管は、できる限り他の機器及び空気管と独立して配置しなければならないと規定されている。

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、車内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。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。

- (1) 鉄道車両の騒音源には、車輪がレール上を転がることによる転動騒音、主電動機や歯車装置、床下機器などが動作時に発生する騒音、パンタグラフによるしゅう動騒音や、速度の 6 乗に比例して高速走行時に顕著となる(①)騒音などがある。
- (2) 車外の騒音・振動源に起因する車内騒音は、その伝達経路により主に(②)伝搬音と(③)伝搬音に分類される。(②)伝搬音は、台車や床下機器などの振動が台車・車体間の結合要素を介して振動として車体に伝搬したのち、車内に放射されるものである。一方(③)伝搬音は、音源から放射され、窓やドアの隙間から直接、もしくは窓ガラスなどを透過して車内に侵入する音のことをいう。
- (3) JIS E 4021(2008)「鉄道車両-車内騒音の測定方法」においては、客室の座席では床面から(④)m、立席では(⑤)m の高さにマイクロホンを設置することが定められている。

問 32

次の文章は、車軸の損傷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) 車軸には、車両の荷重による静的な負荷荷重と、走行による振動荷重や外力による複雑な曲げやねじりなどによる(①)応力が生じることで、長期間の使用によって金属疲労が蓄積される。
- (2) 車輪などのはめ合い端部で生じる微細な相対(②)運動による摩耗、損傷を、(③)損傷という。
- (3) (③)疲労に対する強度を向上するには、接触面圧を低くするか、相対(②)量を減らせばよい。これを同時に実現させるために、車輪内ボスを車軸車輪座端に対して(④)させて圧入することで、損傷を減らすことができる。
- (4) 車軸表面の(⑤)応力は、(③)による疲労き裂の発生を防ぐ効果はほとんどないが、そのき裂の進展を阻止する効果がある。

問 33

次の文章は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」における車両の固定軸距、車輪等の寸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。

車両の固定軸距、車輪等の寸法は次の表のとおりとし、車輪が摩耗した場合においてもこれを満たすこと。ただし、車両及び軌道等の構造上容易に脱線しない場合はこの限りでない。

単位：ミリメートル

項目	普通鉄道			
	762	1067	1372	1435
固定軸距	3050以下	4570以下		
車輪の(①)	400以上	(⑤)以上	(⑤)以上	(⑤)以上
車輪のリムの(②)	102以上127以下	120以上150以下	120以上150以下	120以上150以下
車輪のリム一对の(③)	695以上700以下	989以上994以下	1296以上1301以下	1359以上1364以下
フランジの(④)	22以上30以下	25以上35以下		
車輪一对の中心線から 車輪踏面までの距離	400	560	714	743

問 34

次の文章は、空気ばね台車における差圧弁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) 差圧弁は、同じ台車の左右空気ばねの(①)が設定値を超えると動作する。
- (2) 差圧弁は、左右の各空気ばねの(②)の間、または車体の空気ばね配管を分岐して設置される。
- (3) 差圧弁の動作設定値の上限は、空気ばねパンク時の(③)を防止するように定める。
- (4) 差圧弁の動作設定値の下限は、最大(④)地点での停車時および最大(④)不足状態での走行時に動作しない条件に定める。
- (5) 差圧弁の設定圧のパラメータは、空気ばねの左右間隔と有効径、車体の(ばね上)質量と(⑤)である。

問 35

次の文章は、空気ばね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) 空気ばねは、上面板、下面板とゴム製の(①)とで構成され、内部に封入された(②)空気により緩衝作用を有する装置である。
- (2) 高さ調整装置が空気を給気、排気することで、乗客などの荷重の変化に対して、車体の(③)高さを一定範囲に保つことができる。このため、(③)とプラットホームとの段差を小さくできる。
- (3) 空気ばねの内圧は、負担荷重と有効(④)とから算出できる。
- (4) 空気ばねの減衰力は、空気の密度、有効(④)および空気ばね本体に設けられた(⑤)を通過する空気量により決まる。

問 36

次の文章は、交流主電動機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は3.14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) 主電動機に4極の3相誘導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]、すべり率が6[%]の時の主電動機の回転速度は(①) $[\text{min}^{-1}]$ である。
- (2) 車輪径が800[mm]、歯車比が4.0の電気車が速度120[km/h]で惰行している時、主電動機の回転速度は(②) $[\text{min}^{-1}]$ である。
- (3) 主電動機には、誘導電動機に加え界磁に(③)を使用した(③)同期電動機も実用化されている。
- (4) (③)同期電動機は誘導電動機と異なり(④)がないため、1インバータで1電動機を駆動する個別制御方式が必須となるが、(④)に伴う2次銅損がないため誘導電動機よりも高効率となる。
- (5) (③)同期電動機など高効率の主電動機では損失が低減されるため、従来の自己通風構造の電動機と同等の大きさ・質量で(⑤)構造が可能となり、保守の省力化、騒音の低減を実現できる。

問 37

次の文章は、鉄道車両用の主変圧器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。

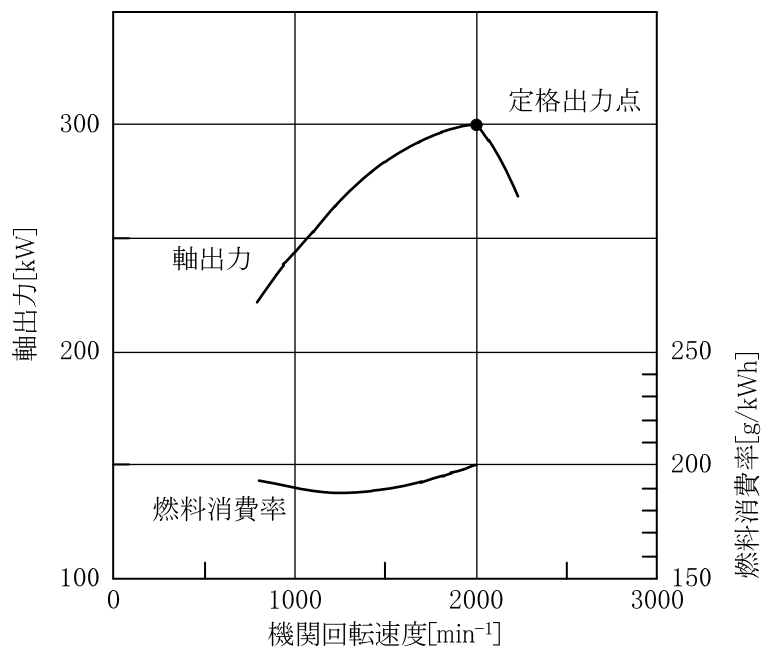
- (1) 変圧器には、その巻線と鉄心の配置から(①)形と(②)形がある。車両用の主変圧器としては構造面、特性面から(②)形が有利である。
- (2) 主変圧器の絶縁油としては、以前はPCBが用いられていたが、現在は(③)油が用いられている。
- (3) 主変圧器の巻線に用いられる材料の代表例は、(④)と(⑤)である。

問 38

次の文章は、ディーゼル機関の性能曲線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。

下図は、ディーゼル機関の性能曲線を示したものである。下図に示す定格出力点において、

- (1) 軸出力と燃料消費率から、燃料消費量は(①)[kg/h]である。ここで、燃料(軽油)の比重を 0.84 とすると、容積単位で表した燃料消費量は(②)[L/h]である。
- (2) 燃料の質量あたりの発熱量を 12.5[kWh/kg]とすると、燃料の全熱量は(③)[kW]である。
- (3) 軸出力と燃料の全熱量から、機関熱効率は(④)[%]である。
- (4) 補機駆動がないものとして、機関から動輪までの動力伝達系の伝達効率を 90[%]とすると、動輪周出力は(⑤)[kW]である。



問 39

次の文章は、回生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。

空車質量が38[t]の電動車1両と、28[t]の付随車1両の2両編成の電車がある。この電車が速度100[km/h]からブレーキをかけ、ブレーキ開始から停車まで減速度2.0[km/h/s]一定で減速した。

- (1) 停車までに要した時間は(①) [s]である。
- (2) 車輪・モータなどの回転部の慣性と減速中の列車抵抗を無視した場合、減速時の編成あたりブレーキ力は(②) [kN]である。
- (3) この電車はT車優先遅れ込み制御を行っており、回生ブレーキで期待粘着係数17[%]までブレーキ力を負担する設計としている。(2)の編成あたりのブレーキ力のうち、付随車で負担する空気ブレーキ力は(③) [kN]である。なお、主電動機は高速域まで理想的にトルクを出力できるものとする。
- (4) 編成中4台の主電動機が稼働し、すべて同一のトルクを発生している。電動車の車輪径を820[mm]、歯車比を6.5、歯車装置の効率を1.0とした場合、回生ブレーキ時の主電動機の発生トルクは(④) [Nm]である。
- (5) 歯車装置や主電動機、インバータなどの変換効率をすべて1.0とした場合、ブレーキ開始から停車までの回生電力量は(⑤) [kWh]となる。

問 40

次の文章は、車両用空気圧縮機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) 鉄道車両用の空気圧縮機は、空気圧縮を行う部分の方式により往復式と(①)式に大別される。
- (2) 2段圧縮をする往復式空気圧縮機の場合、低圧段と高圧段の間に(②)を配置することが多い。
- (3) 元空気タンクの圧力を検出し、その圧力を定められた範囲内に保つように電動空気圧縮機を運転・停止させる指令を出す(③)が使用されている。
- (4) 気動車などにおいて、プーリーなどを介してエンジンの動力で空気圧縮機を駆動する場合、元空気タンク圧力が設定値になった時、空気の圧縮を行わない空運転の状態にする装置を(④)装置という。
- (5) JRIS E 5002(2011)「鉄道車両-空気圧縮機の試験方法」においては、圧縮機を指定圧力及び定格回転速度で(⑤)分間運転後、容積効率を求めることになっている。

鉄道設計技士試験

平成 28 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 28 年度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道車両) 解答

- 問 1 ① ○、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ×
問 2 ① 連続、② 保安、③ 貫通、④ 発電、発電抵抗、⑤ 直通管、SAP
問 3 ① ア、② エ、③ コ、④ ス、⑤ キ
問 4 ① けん引、② 加速力、③ 引張棒、④ 惰行用、⑤ 空転
問 5 ① ケ、② ウ、③ シ、④ カ、⑤ ク
問 6 ① コ、② エ、③ ス、④ オ、⑤ シ
問 7 ① 抵抗、② 微気圧波、③ 圧縮波、圧力波、圧力、空気力、④ 長く、先鋭化、⑤ 緩衝工
問 8 ① ○、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ×
問 9 ① まくらはり、② 一本、③ Z、④ 105、⑤ ヨーダンパ ※②、③は順不同
問 10 ① 積、② 180、③ 10.3、④ 2、⑤ 上下
問 11 ① 大きい、② 車輪半径、車輪直径、③ ○、④ ○、⑤ レール長手
問 12 ① 超過遠心力、② 國枝、国枝、③ 重心高さ、重心位置、重心、④ 抗力、抵抗、⑤ 風上
問 13 ① ク、② ア、③ シ、④ エ、⑤ ケ
問 14 ① 65.6、65.7、66.8、② 25.8、③ 18.5、④ 55.8、⑤ 0.9
問 15 ① ○、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ×
問 16 ① セ、② サ、③ キ、④ オ、⑤ ウ
問 17 ① ○、② ×、③ ○、④ ○、⑤ ×
問 18 ① 吸気、等圧吸入、吸入、② 圧縮、断熱圧縮、③ 燃焼、定圧燃焼、定圧加熱、等圧下膨張、
④ 膨張、断熱膨張、⑤ 排気、定容放熱
問 19 ① 回生インバータ、回生吸収インバータ、② 蓄電池、電力貯蔵装置、③ 架線電圧、フィルタコ
ンデンサ電圧、④ チョップパ、ブレーキチョップパ、⑤ 母線、ブス
問 20 ① ×、② ×、③ ○、④ ○、⑤ ×
問 21 ① ○、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ○
問 22 ① 伝導、② 減少、③ ○、④ ○、⑤ ○
問 23 ① セ、② ソ、③ オ、④ ス、⑤ イ
問 24 ① 輪重、② フランジ角度、③ ○、④ ○、⑤ 円曲線半径
問 25 ① ×、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ○
問 26 ① キ、② イ、③ ウ、④ ケ、⑤ サ
問 27 ① ス、② コ、③ ウ、④ エ、⑤ キ
問 28 ① ○、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ○
問 29 ① ウ、② ク、③ ス、④ ア、⑤ カ
問 30 ① ×、② ○、③ ×、④ ○、⑤ ×
問 31 ① 空力、② 固体、③ 空気、④ 1.2、⑤ 1.6
問 32 ① 繰返し、② すべり、③ フレツティング、フレツチング、④ オーバーハング、
⑤ 圧縮残留、残留
問 33 ① 直径、② 幅、③ 内面距離、④ 高さ、⑤ 680
問 34 ① 圧力差、② 補助空気室、③ 輪重抜け、④ カント、⑤ 重心高さ
問 35 ① ベローズ、膜、ダイヤフラム、② 圧縮、③ 床面、④ 受圧面積、⑤ 絞り
問 36 ① 4230、② 3184.7、3191.0、③ 永久磁石、④ すべり、励磁電流、⑤ 全閉
問 37 ① 内鉄、② 外鉄、③ シリコン、シリコーン、④ アルミ、⑤ 銅 ※④、⑤は順不同
問 38 ① 60、② 71、③ 750、④ 40、⑤ 270
問 39 ① 50、② 36.7、③ 0、④ 578.7、⑤ 7.1
問 40 ① 回転、② 中間冷却器、インタークーラ、③ 調圧器、ガバナ、
④ アンロード、アンローダ、軽負荷、⑤ 30

(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。