

鉄道設計技士試験

平成 29 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、車輪とレール間の粘着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 粘着力とは、車輪とレールの接触面に対して垂直方向に伝達される力をいう。
- ② 車輪からレールに伝達される粘着力を輪重で割った値の最大値を粘着係数という。
- ③ 粘着係数は一定ではなく、速度が上昇すると増大する性質をもっている。
- ④ 誘導電動機駆動の電車では、車輪が空転すると滑り周波数が減少し、トルクが低下する誘導電動機の特性により、インバータによる再粘着制御が不要となった。
- ⑤ 空転や滑走を発生させない方法として、レール表面への砂撒き、増粘着材噴射、散水装置等による粘着係数低減がある。

問 2

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等における車軸の探傷について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 車軸探傷検査基準では、「車軸の部位あるいは形状にあわせて適切な方法により検査を行うこと」が定められており、大きく分けて(①)探傷と(②)探傷で検査を行うこととされている。
- (2) (①)探傷は、車軸に(①)を入射したときのエコーや減衰度により不良軸の判定を行うものであり、下図に示すように目的に応じてさらに(③)探傷、(④)探傷、斜角探傷に分類される。
- (3) (③)探傷は、車軸の長手方向に(①)を入射し、車軸の半径方向に生じる亀裂を発見することを目的とする。
- (4) (④)探傷は、車軸端面から斜め方向に(①)を入射し、車輪座内のボス等を検査することを目的とする。
- (5) 斜角探傷は、車軸の曲率のある表面から斜め方向に(①)を入射し、車輪座等を検査することを目的とする。この探傷方法は、(③)探傷、(④)探傷では不可能な(⑤)の検査に用いることができる。

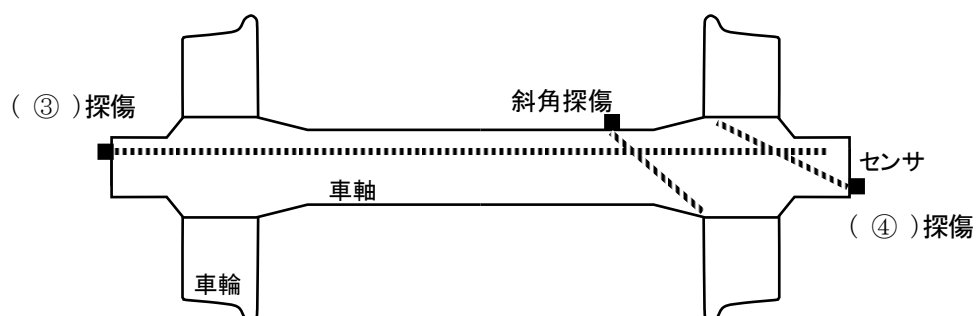


図 車軸の(①)探傷模式図

語群： ア 在姿、イ 超音波、ウ 蛍光粉、エ 中実軸、オ 垂直、
カ 浸透粉、キ 拡大、ク 局部、ケ X線、コ 水平、
サ 直角、シ レーザ光、ス はめあい、セ 中空軸、ソ 磁粉

問3

次の文章は、車両の定期検査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。

施設及び車両の保全に関する告示第五条は車両の定期検査に関する条文であり、別表で車種毎に定期検査期間を定めている。しかし、同告示第五条には別表の例外として「ただし、耐摩耗性、耐久性を考慮し、機能が別表の下欄に掲げる期間以上に確保される車両の部位であつては、この限りでない。」も定められており、告示解釈基準によれば以下の装置等が該当する。

- ① 電子機器等の採用により、軽量化された装置等
- ② 機械的可動部分を削減した装置等
- ③ 主要な機器の状態及び機能の記録を行っており、その状態及び機能を把握できる装置等
- ④ 従来の機器と構造や材質等の変更はないが、使用実績、検査実績等に基づき検査周期を変更できる装置等
- ⑤ 非破壊検査方法等の他の信頼性の高い検査方法により検査周期を変更できる装置等

問4

次の文章は、戸閉装置について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 戸閉装置は、旅客の乗降に合わせて側引戸を開閉する装置であり、圧縮(①)をシリンダに送り込むことによって駆動する(①)式と、モータの駆動力を利用する(②)式に分類される。
- (2) (①)式は、出入口の上部にシリンダを設けて直接引戸を開閉する直動式と、腰掛の下に設置してあるシリンダによって動作し、(③)機構を介して側引戸を開閉する(③)式に分類される。
- (3) (②)式は、回転モータを用いるものと、(④)モータを用いるものに分類される。回転モータを用いる場合は、スクリュウ式(ボールねじ式)や、ラック・ピニオンといった機構により、駆動力を直線運動に変換しているが、(④)モータでは駆動力をそのまま開閉のために利用できる。
- (4) 側引戸が開いたまま列車が発車すると危険であるため、戸閉連動(⑤)が力行制御回路に組み込まれており、列車全部の側引戸が閉じない限りこの(⑤)が励磁されず、主幹制御器を操作しても発車できない構造となっている。

問5

次の文章は、曲線通過時の車体に働く遠心力と均衡速度について述べたものである。()の中に入れるべき適切な数式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()には同一数式または数値が入るものとする。

カント C [mm]が設定された半径 R [m]の円曲線を、質量 m [kg]の車両が通過するとき、遠心力が打ち消される均衡速度を以下の手順で求めたい。カントは車輪・レール接触点間距離 G [mm]に対して設定された値とし、重力加速度を g [m/s²]とする。なお、ばねの変形は考慮しない。

- (1) 車両に加わる遠心力 F [N]を、図1のように車両床面に平行な成分と垂直な成分に分解したとき、平行な成分を傾斜角 θ [rad]を用いて表すと、 $F_y = (\text{①})$ [N]である。
- (2) 車両の走行速度を v [km/h]としたとき、遠心力は $F = (\text{②})$ [N]である。
- (3) 図2のように、車両に作用する重力 E [N]を車両床面に平行な成分と垂直な成分に分解したとき、平行な成分を質量 m と傾斜角 θ を用いて表すと、 $E_y = (\text{③})$ [N]となる。
- (4) 傾斜角 θ は車輪・レール接触間距離とカントにより決まることから、上記(③)は、 G 、 C を用いて $E_y = (\text{④})$ [N]のように表すことができる。
- (5) $G=1,500$ [mm]、 $R=4,000$ [m]、 $C=155$ [mm]、重力加速度を $g=9.81$ [m/s²]としたとき、上記で求めた(①)と(④)が釣り合う均衡速度を求め、小数第1位を四捨五入すると(⑤) [km/h]となる。なお、⑤の計算には θ が小さい場合に成立する $\sin\theta \approx \theta$ 、 $\cos\theta \approx 1$ 、 $\tan\theta \approx \theta$ の関係を用いてもよい。

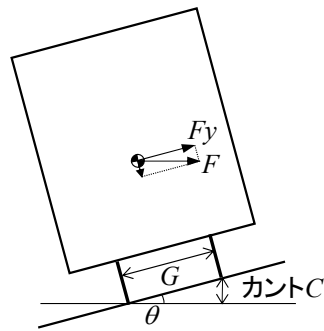


図1 遠心力の成分分解模式図

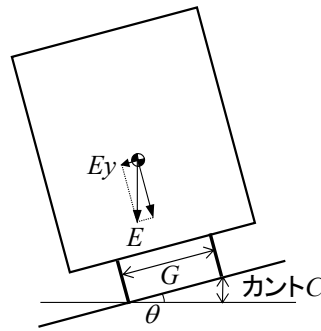


図2 重力の成分分解模式図

- 語群： ア $mg \cos\theta^2$ 、イ $\frac{mgC}{G}$ 、ウ $\frac{mv^2}{3.6^2R}$ 、エ 210、オ $F \cos\theta$ 、
 カ $F \cos\theta^2$ 、キ $\frac{mgG}{C}$ 、ク $\frac{mv^2}{R}$ 、ケ $mgCG$ 、コ $mg \sin\theta$ 、
 サ $m \sin\theta$ 、シ $F \sin\theta$ 、ス 229、セ 245、ソ $\frac{mRv^2}{3.6^2}$

問 6

次の文章は、JIS E 7103(2006)「鉄道車両－旅客車－車体設計通則」における乗客定員の計算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 乗客定員は、座席定員に、立席定員を2倍した値を加えた合計により求める。
- ② 座席定員は、腰掛面積を乗客1人当たりの占める面積で除した値をもとに定められる。
- ③ 立席定員は、腰掛用の床面積及び腰掛前縁から250mmの床面積を除いた客室床面積のうち、有効幅550mm以上で有効高さが1900mm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値をもとに定められる。
- ④ 受渡当事者間で協定がないとき、立席定員の計算にあたって乗客1人当たりの占める広さは 0.3m^2 とする。
- ⑤ 座席定員、立席定員のいずれの計算でも、小数点以下は四捨五入した整数値を採用する。

問 7

次の文章は、機器の固有振動数について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または数値を解答欄に記入しなさい。

防振ゴムを介して機器を床下に取り付けるにあたって、その固有振動数を見積もりたい。下図に示すように単純化したモデルを考え、防振ゴムのばね定数を k 、機器の質量を m とする。重力加速度を $9.81[\text{m}/\text{s}^2]$ 、円周率は 3.14 とし、小数第2位以下の数値がある場合は、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) 機器の固有振動数は、防振ゴムのばね定数 k の値が(①)ほど高くなる。
- (2) 機器の固有振動数は、機器の質量 m が大きいほど(②)なる。
- (3) 無負荷の場合を基準として、質量 $1,000$ [kg]の機器を取り付けた条件では、ばねが $d=0.981$ [mm]伸びた。このとき、ばねにかかる力は(③) [kN]であり、ばね定数 k を計算すると(④) $\times 10^7$ [N/m]となる。
- (4) 上記(3)の条件で、固有振動数を求めると(⑤) [Hz]となる。

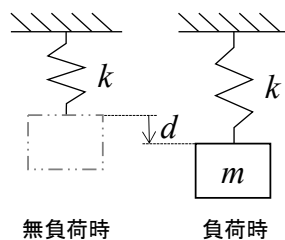


図 防振ゴムで支持された機器の振動モデル

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。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 台車枠（側はり）にきずがあっても、10年毎に40mm程度のきずを発見すれば、脱線に至るようなき裂への進展は防ぐことができる。
- ② 40mmのき裂が塑性変形に至るまでに拡大するには、120～150万km程度の走行が必要であり、き裂が急激に進展しないことが明らかとなっている。
- ③ き裂の発生箇所は、ほぼ溶接箇所に限定できるが、部位は構造により台車固有である。
- ④ き裂は、検査方法としては探傷検査で発見している場合が多いが、目視検査で発見している実績もある。
- ⑤ 台車は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、速度向上等による荷重条件の変化の影響があることから、き裂の検査方法は車両形式ごとに定める必要がある。

問 9

次の文章は、台車について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 台車枠に対して輪軸を適切な位置に保ち、さらに上下方向の荷重を支持して線路の状況に追従させることにより、車両が高速で安全に走行できるようにするための装置が、(①)である。
- (2) (①)に設けられた軸箱と台車枠を結合するばねは(②)である。
- (3) ボルスタレス台車において、まくらばねは、台車枠と(③)の間に設けられるばねであり、最近空気ばねが使用されることが多い。
- (4) 電車の動力伝達装置は、(④)の回転を効率よく輪軸に伝えるための装置である。つりかけ式と台車装架式に大別される。
- (5) (③)と台車との間で駆動力、制動力などの前後力を伝達するための装置が(⑤)装置である。

問 10

次の文章は、曲線中に設けられるカント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 カントの大きさは、曲線通過速度や車両の転倒に対する安全性を考慮して定められ、一般的に1,067mm軌間の場合、105mmを最大としている。
- ② 曲線通過速度で定まる遠心力と重力の合力が、軌道面に対して垂直になる場合が均衡カントであり、この時、遠心力に伴う左右輪重差は発生しない。
- ③ カント不足で走行する車両は、横風に対して内軌側への転覆の危険性が高くなる。
- ④ カント以上に車体が大きく傾くカント負けは、LV弁の動作圧力によって生じる現象である。
- ⑤ 緩和曲線中においてカントの時間変化率を一定以下に定めることで、車両のヨーイング方向の乗り心地が一定レベルとなるように設定している。

問 11

次の文章は、台車に取り付けられるオイルダンパについて述べたものである。()の中に入れるべき最も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) オイルダンパの原理は、ピストンの作動によりオリフィスを流れる作動油がピストン前後で(①)を生じ、これが減衰力として作用する。
- (2) 減衰力は、ピストン速度にほぼ比例するが、ピストン速度が大きい場合、(②)弁を作動させ過大な減衰力が発生しないようにしている。
- (3) 車体の左右方向の振動を減衰させるため、台車のまくらばねと並列に設置されるダンパを(③)ダンパという。
- (4) 台車の軸箱と台車枠との間に上下方向に取り付けられ、軌道変位による振動から台車枠の上下方向と(④)方向の振動を抑制するための軸ダンパがある。
- (5) オイルダンパの構造は、(⑤)型とバイフロー型とに大別でき、(⑤)型では油の圧縮性の影響を受けやすく、微振動特性においては減衰力の応答が遅れる現象がある。

問 12

次の文章は、過去に発生した脱線事故の後の対策について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) 貨車の競合脱線対策として車両側では、だ行動防止、摩耗防止、脱線防止を目的として、それまでの車輪で使用されていた(①)踏面形状に代えて、フランジ角度を大きくした(②)踏面形状が一部の車両に採用された。
- (2) 貨車の競合脱線対策として軌道側では、脱線防止ガードの設置や、軌道保守に(③)管理の導入が実施された。
- (3) 強風による列車転覆事故の対策として、(④)計の整備・増設、運転規制ルール強化、(⑤)柵の設置などが実施された。

問 13

次の文章は、半導体デバイスを用いた電力変換回路について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) (①)は電圧駆動形デバイスであり、オンするためにはゲートに正の電圧を印加し、ゲート電圧を取り去ることによってオフすることができる。
- (2) 半導体デバイスを組み合わせた電力変換器で、スイッチを切り換えてアームに流れる電流をほかのアームに移す動作を(②)という。
- (3) (③)はスイッチングに起因する半導体デバイスへのストレスを低減するために、補助的に半導体デバイスの周辺に付加するものである。
- (4) (④)形インバータは、直流側に大容量の平滑コンデンサを接続し、各アームのスイッチング状態に応じてこの直流電圧をスイッチで切り換えた電圧波形を交流側に出力する。
- (5) 半導体デバイス材料に(⑤)を利用することで、従来のシリコン製デバイスを用いた場合に比べてインバータの効率が1~2%向上する。

語群： ア ケイ素、 イ 還流ダイオード、 ウ 電圧、 エ GTO、 オ 自己消弧、
カ スナバ、 キ サイリスタ、 ク ゲルマニウム、 ケ 電力、 コ IGBT、
サ 整流、 シ 転流、 ス 炭化ケイ素、 セ 電流、 ソ フィルタリアクトル

問 14

次の文章は、直流電気車の電気ブレーキについて述べたものである。()の中に入れるべき最も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。

電気ブレーキを、発生した電力の消費形態で分類すると、車載の(①)で(②)として消費する発電ブレーキと、発生する電力を再利用する回生ブレーキに分けられる。回生ブレーキでは、(③)を通じて返還した電力を消費するものがないと(④)が得られなくなる。この時(③)電圧が高くなり、これが限度値になるとインバータが回生ブレーキを停止するように制御する。これを(⑤)という。

問 15

次の文章は、誘導電動機について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 誘導電動機は(①)及び回転子に互いに独立した導体を有し、一方の導体が他方の導体より電磁誘導作用によりエネルギーを受けて動作する電動機である。
- (2) 誘導電動機の一次側の(①)巻線に交流電力を供給して(②)磁界を発生させると、二次側の短絡された導体には電磁誘導作用によって電流が流れる。
- (3) (②)磁界の速度と回転子の速度との間には差が生じ、これを(③)と呼ぶ。
- (4) 誘導電動機は(③)をもって動作する特性から、複数台の電動機を1台のインバータで(④)運転できる特徴がある。
- (5) 鉄道車両を(④)接続された誘導電動機で駆動する場合、(⑤)に差が生じると、各電動機の回転速度がずれて、異なる(③)で運転されることになる。その結果、電動機間でのトルクアンバランスを招くため、同一の動力車内及び同一の台車内で(⑤)の差が所定値以上にならないよう管理しなければならない。

問 16

次の文章は、内燃車の動力伝達方式について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 内燃車は、動力又は(①)電力の発生装置に内燃機関を用いる動力車、並びにこれに連結して運転する制御車及び付随車を総称する。
- (2) ディーゼル動車(気動車)の動力伝達方式は、多くが液体式である。また、本線用ディーゼル機関車の動力伝達方式には液体式又は(②)が採用されている。
- (3) 液体式のディーゼル動車では、中高速域でトルクコンバータの(③)が低下するため、トルクコンバータを介さない直結段で走行する。
- (4) 原動機に付随する変速機又は主電動機から台車の減速機に動力を伝える(④)は、回転軸の角度変動を吸収する自在継手部やスプライン方式の伸縮部などで構成される。
- (5) 内燃機関、燃料電池、電車線、蓄電池など走行するために2種類以上の動力源に対応した装備を持つ車両を(⑤)と呼ぶ。

語群： ア 補助回路用、イ 電気式、ウ 熱効率、エ 推進軸、オ LRV、
カ 制動用、キ 歯車式、ク 連続定格、ケ クランク軸、コ 新交通車両、
サ 駆動用、シ 流体式、ス 伝達効率、セ 補機駆動軸、ソ ハイブリッド車

問 17

次の文章は、鉄道車両の排出ガス規制及び排出ガスの一般的な低減対策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 欧州や米国における鉄道車両の排出ガス規制では、対象とする排出ガスの種類、排出ガスの量の許容限度および測定の方法が定められている。
- ② 上記の排出ガス規制における対象物質は、二酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物および粒子状物質である。
- ③ 測定の方法は走行実態の調査などで得た一般的・平均的な走行条件に基づき、排出ガスを測定する際の機関の運転条件などを定めたもので、試験モードや試験サイクルと呼ぶ。
- ④ エンジンの排気系に装着したフィルタにより、排気ガス中のNO_x(窒素酸化物)を捕集し、電熱線や触媒の作用によりNO_xを除去する装置をDPFと呼ぶ。
- ⑤ 酸化触媒やDPFなど後処理装置を有効に機能させるため、国内における軽油中の鉛の許容限度は10[ppm]に規定されている。

問 18

次の文章は、ブレーキ力の設計および滑走について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または数式を解答欄に記入しなさい。なお、重力加速度は g [m/s^2] とする。

- (1) 車両の減速時には、車輪に加えるトルクによって、車輪踏面とレール頭頂面で(①)方向に力を作用させる。
- (2) 滑走が発生しない 1 両当たりの最大のブレーキ力を F [kN]、車両質量を M [t]とした時、粘着係数は(②) $\times 100$ [%]で表される。ただし、輪重移動は無いものとする。
- (3) 滑走とは、ブレーキ時に車輪に及ぼす制動力が車輪の(③)よりも大きくなって、車輪とレールとの間に滑りが発生する状態をいう。
- (4) 空気ブレーキシステムの滑走防止制御では、(④)を設けて、滑走で生じた輪軸の過少回転または固着を検出する。
- (5) 滑走防止制御の排出制御は、最も速い車軸速度を基準として滑走の度合に応じて(⑤)の排気時間、重なり時間を制御するのが一般的である。

問 19

次の文章は、電気ブレーキについて述べたものである。()の中に入れるべき最も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) インバータ制御電車のブレーキは、電気ブレーキを有効に使い、電気ブレーキ力が不足すると空気ブレーキで補足する方法が採られている。このような制御全般のことを(①)制御という。
- (2) 直流電車での回生ブレーキは、発生した電力を(②)が消費することでブレーキ力を得るのが基本であるが、変電所にインバータを設けて交流系統に電力を戻すシステムや、最近では蓄電池などを利用した(③)装置が実用化され始めたことで、(②)が無くても回生ブレーキが動作可能となってきた。
- (3) 車軸に導電体の円盤を取り付け、これに電磁石を対向させて導電体にジュール熱を発生させることによってブレーキトルクを得るブレーキ方式を(④)式ディスクブレーキという。
- (4) インバータの高性能化、高信頼化が進んでいるが、(⑤)ブレーキの省略には至っていない。

問 20

次の文章は、ブレーキ距離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 位以下がある場合には、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。

ブレーキ初速度 72 [km/h]、空走時間 1.2 [s]、実ブレーキ減速度 3.6 [$km/h/s$]で車両が停止したとする。

- (1) 空走距離は(①) [m]である。
- (2) 実ブレーキ時間は(②) [s]である。
- (3) 実ブレーキ距離は(③) [m]である。
- (4) 全ブレーキ時間は(④) [s]である。
- (5) 全ブレーキ距離は(⑤) [m]である。

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 7106(2011)「鉄道車両—旅客車用構体—設計通則」における設計荷重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 連結器部に作用する圧縮荷重は、客車、新幹線電車で 980 kN、電車、内燃動車で 345～490kN である。
- ② 運行中に構体に加わる上下方向の最大荷重は、運行中の振動による増加分を考慮し、通常は、まくらばねが空気ばねの場合 $1.1 g \times (m_1 + m_2)$ とする。ここで、 g は重力加速度、 m_1 は運転整備状態における車体質量、 m_2 は最大積載質量である。
- ③ 構体に作用するねじり荷重は、どの車両にも共通で「一方の車端部を回転しないように支持した状態で、他方の車端部に $40\text{kN}\cdot\text{m}$ のねじり荷重(偶力)を作用させる。」方法とする。
- ④ 車両新製時及び保守時に車体の 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た三点支持試験では、当該車両の定員乗車の荷重状態を再現するように負荷荷重を設定する。
- ⑤ 高速で走行する車両は、トンネルの出入口及びトンネル内走行時に受ける風圧荷重を考慮する必要があるが、この荷重条件及び繰返し数並びに使用材料の疲労強度は、受渡当事者間の協定による。

問 22

次の文章は、鉄道車両の輪軸について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 車軸に車輪を(①)する時、車輪のボス孔内径は車軸の車輪座外径より小さく、その差を(②)と呼ぶ。
- (2) 輪軸として組み立てた際、(③)の 3 か所以上で(④)距離を測定し、車輪が正しい位置に組み込まれていることを確認する。
- (3) 車輪の(⑤)があると、走行時に振動や騒音の発生源となり、また乗り心地を悪化させるので、輪軸として組み立てる時は、左右車輪の(⑤)位置を 180° ずらす。

語群： ア 重なり代、イ アンバランス、ウ 溶接、エ 円周上、オ 踏面接触点間、
カ 締め代、キ 圧入、ク 軸方向、ケ 位相差、コ 焼きばめ、
サ 軸受、シ フランジ外側面、ス フラット、セ 直径差、ソ 車輪内面

問 23

次の文章は、台車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 軸箱支持剛性は、輪軸を台車枠に対して前後および左右方向に、適当な弾性支持をすることによって、弾性減衰力を与え、だ行動を抑制する働きがある。
- ② 軸受は、回転する車軸を支え、車軸を正しい位置に保つとともに転がり抵抗を少なくする役目を持っている。
- ③ 車輪には踏面こう配があり輪軸が曲線を走行する際、内軌側車輪が外軌側車輪より多く進み、輪軸の進行方向を曲線接線方向に近づけることができる。これを自己操舵機能という。
- ④ 台車の振動減衰装置には、摩擦力を利用する方式と液体の粘性抵抗を利用する方式がある。
- ⑤ まくらばねに空気ばねを用いた場合には、補助空気室および絞りを組み合わせることにより、空気ばね自体が減衰機能を兼ね備える。

問 24

次の文章は、だ行動について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または数式を下の語群から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 輪軸の幾何学的だ行動波長 S_1 は、車輪半径を r 、車輪の踏面こう配を γ 、左右の車輪とレールの接触点間距離を $2d$ 、円周率を π とすると、 $S_1 = 2\pi\sqrt{(\text{①})}$ で表される。

- (2) 車両が速度 V で走行する場合の輪軸だ行動の周波数は、 S_1 を用いて $f = (\text{②})$ となる。

- (3) 2個の輪軸が台車に(③)取り付けられた2軸台車の場合、台車の幾何学的だ行動波長 S_2 は、

$S_2 = S_1\sqrt{1 + \left(\frac{l}{d}\right)^2}$ で表される。ここで、 l は軸距(固定軸距)の2分の1であり、だ行動安定性に影響を及ぼす主要な諸元の一つである。

- (4) だ行動は、(④)振動に分類される。

- (5) ボルスタレス台車の場合、車体・台車間に(⑤)を取り付けるとだ行動防止に有効である。

語群： ア $d \times r / \gamma$ 、イ S_1 / V 、ウ 自励、エ 上下動ダンパ、オ 剛に、
カ アンチロールダンパ、キ 自由に、ク $2d \times r / \gamma$ 、ケ 単、コ V / S_1 、
サ 強制、シ $S_1 \times V$ 、ス ヨーダンパ、セ $r \times \gamma / d$ 、ソ ばね支持で

問 25

次の文章は、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 平成12年10月26日」における乗り上がり脱線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 車両の管理：管理の対象は旅客車とし、車両形式ごとに静止輪重比の管理値（10%を努力目標とする。）を定め、輪重を直接測定し、アンバランスが管理値を超えるものは調整を行うこと。
- ② 軌道の管理：軌道の長波長変位を管理していない事業者にあつては、従来からの軌道関係の管理項目に加え、これについても管理を行うこと。
- ③ レールの研削形状：急曲線部において外軌の研削を行うにあつては、可能な限り新品のレール断面形状に復すること。
- ④ 車輪のフランジ角度：車輪のフランジ角度が約60度である車両を有する事業者にあつては、跳び上がり脱線に対する余裕度を高めるため、当該フランジ角度約60度を65度から70度とすることについて、積極的に検討すること。
- ⑤ 脱線防止ガード：緊急措置に基づき設置された脱線防止ガードに加え、当該曲線の諸元、当該曲線を走行する車両の諸元等を用いて限界脱線係数比を算定し、その値が1.2を下回ることとなる曲線には、脱線防止ガード等を設置すること。

問 26

次の文章は、空気圧縮機について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も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) 車両には空気源装置として空気圧縮機が搭載され、その主な駆動方式には電動機駆動方式と、ディーゼル車両で使用される(①)方式がある。
- (2) 同一編成に複数の空気圧縮機を搭載する場合、空気圧縮機の負荷を均等にするため、いずれかの圧縮機に付属する(②)が動作した場合に、編成内の全空気圧縮機を一斉に駆動させる方式がある。
- (3) 空気圧縮機の動作方式の1つである(③)では、圧縮空気の高温度化を防ぎ、(④)を高めるために2段圧縮が用いられる。
- (4) 空気圧縮機の稼働率が低すぎる場合は、いったん温まった圧縮機が冷却され、内部に結露が発生し、潤滑剤が(⑤)する。

語群： ア 機関駆動、イ 軽負荷装置、ウ 断熱効率、エ 圧縮効率、オ 乳化、
カ 直接駆動、キ アンロード装置、ク 間接駆動、ケ 往復式、コ 調圧器(ガバナ)、
サ 酸化、シ ロータリー式、ス 蒸発、セ スクリュー式、ソ 回転効率

問 27

次の文章は、車両のモニタ装置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 モニタ装置はもともと、走行中の機器故障等の動作状態を運転台に知らせる装置であり、モニタ装置がない車両では表示灯がその役目を果たしていた。
- ② モニタ装置は、自動試験機能を持つものもあり、電子機器の点検の一部をモニタ装置から自動で実施可能である。
- ③ 現在ではモニタ装置が力行・ブレーキなどの重要な情報伝送も担うことから、二重バス方式やリング式、リレー式といった基幹ネットワーク構成によって冗長性を高めている。
- ④ モニタ装置の伝送ネットワークは国際規格において LAN の略称で呼ばれ、様々な方式が規定されている。
- ⑤ 日本から提案した インターネット をベースとしたネットワーク方式も近年国際規格に採用された。

問 28

次の文章は、鉄道車両用ディーゼル機関の特徴について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 高速ディーゼル機関の理論サイクルは、(①)サイクルと呼ばれている。
- (2) 機関の負荷変動に対し、燃料の量を加減して機関の回転速度を保つ装置を(②)と呼ぶ。
- (3) 一般に燃料は軽油であり、燃料の自己着火性の良否は(③)で評価される。
- (4) ディーゼルノックの原因の一つに(④)の期間が長いことが挙げられる。
- (5) 近年、燃焼室の構造には、熱効率が高い(⑤)が採用されている。

語群： ア 着火遅れ、イ 渦流室式、ウ 発火、エ オットー、オ 過給機、
カ セタン価、キ サバテ、ク 気化器、ケ 燃焼、コ 調速機、
サ 直接噴射式、シ オクタン価、ス 動粘度、セ 予燃焼室式、ソ ランキン

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。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) ブレーキ弁に「ゆるめ」、「重なり」及び「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ファイニング方式という。
- (2) 二圧力式制御弁で、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つり合い空気タンクという。
- (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、ブレーキ管の途中で圧縮空気を急激に吐き出す作用を急動作用という。
- (4) 自動空気ブレーキは、粘着ブレーキの部類に含まれる。
- (5) 三圧力式制御弁において、ブレーキ緩解不良防止のためユルメ保証作用を行うが、これはブレーキの初期に定圧空気タンク圧力を増加させる作用である。

問 30

次の文章は、電気指令式空気ブレーキ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) 電気指令式空気ブレーキの常用ブレーキ指令伝達方式には、デジタル指令方式、アナログ指令方式、制御伝送方式の3種類が使用されている。
- (2) 電気指令式空気ブレーキの常用ブレーキ指令に5本の指令線を用いた場合には、ブレーキ指令段数として緩めを除き最大16段の指令が出来る。
- (3) 電気指令式空気ブレーキは、空気指令式に対し、応答性の向上及び保守の軽減が可能となる。
- (4) 電気指令式空気ブレーキの常用ブレーキ指令に3本の指令線を用いた場合には、交番2進コードとグレーコードがある。
- (5) 電気指令式空気ブレーキでのブレーキシリンダ圧力制御には、多段式中継弁を用いて7ステップのブレーキシリンダ圧力を発生する方法と、ブレーキ受量器と複式中継弁を用いて連続的なブレーキシリンダ圧力を発生させる方法がある。

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、床下機器の質量バランスについて述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または数式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式が入るものとする。

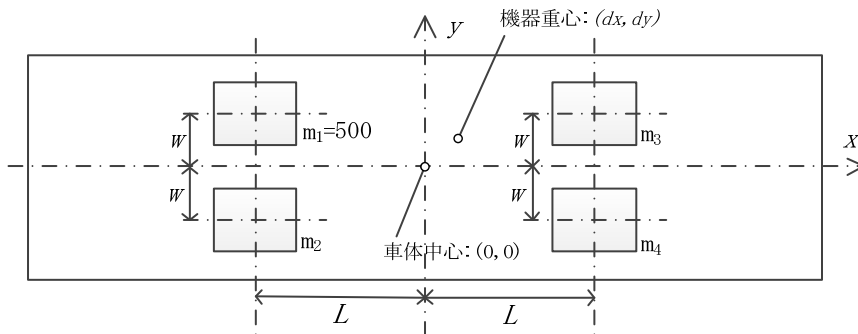
複数の床下機器を車体に取り付ける場合は、質量アンバランスを少なくすることが望ましい。下図で示したように、質量が 200、300、500、1,000[kg]の 4 個の機器(合計質量 $M = 2,000$ [kg])を、車体中心から x 軸方向に L [m]、 y 軸方向に W [m]離れた 4 個所のいずれかに配置したときの機器全体の重心の位置を求めたい。座標の原点を車体中心、座標軸の矢印の向きを正と考えたときの重心の座標を (dx, dy) とする。簡単のため、床下機器の体積は無視し、それぞれの中心位置に質点が存在しているものとみなし、それぞれの質量を m_1, m_2, m_3, m_4 とする。

(1) 原点を基準とした x, y 軸まわりそれぞれの偏心(①)を考慮すると、以下の関係式が成り立つ。

- ・ x 軸まわり: (②) $\times (m_1 - m_2 + m_3 - m_4) = (③) \times dy$
- ・ y 軸まわり: $L \times (④) = (③) \times dx$

これらの式を dx, dy について解くことで、機器全体の重心位置が求められる。

(2) 下図において、 $L=5$ [m]、 $W=1$ [m]として、質量 $m_1=500$ [kg]の機器は機能上移動することができないという条件で、他の機器の配置について検討することにした。重心位置が車体中心に最も近くなる配置条件は(⑤)である。なお、⑤は下表の(a)~(c)の中から適切な記号を選択しなさい。



[kg]	配置条件		
	(a)	(b)	(c)
m_1	500	500	500
m_2	1,000	300	200
m_3	200	200	1,000
m_4	300	1,000	300

問 32

次の文章は、振動に関する乗り心地評価について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 振動に関する乗り心地評価指標である「乗り心地係数」「乗り心地レベル」は、いずれも車体の上下、左右、前後方向の振動(①)に基づいて評価される。
- (2) 乗り心地レベルは、計測した振動(①)に対して、人間の感覚に基づく周波数ごとの重み付けを行ったうえでその(②)を求め、基準値との比の対数をとって dB 単位で表したものである。
- (3) 乗り心地レベル算出に用いられる(①)データの長さは、(③)±2分を標準としている。
- (4) 各周波数に対して、上記(2)の重み付けに用いられる倍率を表したものを乗り心地フィルタと呼び、この倍率が大きいほど、乗り心地評価において当該周波数の振動がより重視されることになる。下図の A～Dのうち、上下方向に関する倍率は(④)、左右方向に関する倍率は(⑤)である。

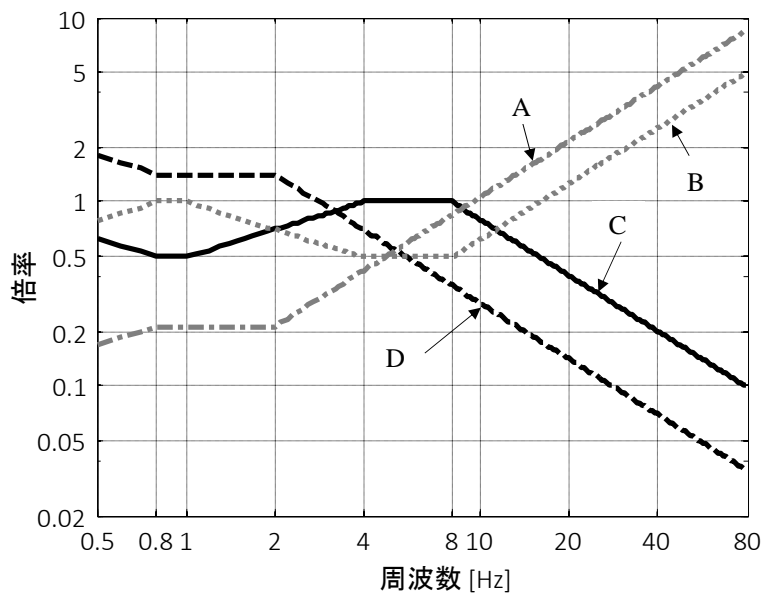


図 乗り心地レベル算出の重み付けに用いられる倍率

問 33

次の文章は、車軸軸受について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 車軸軸受には主に転がり軸受が用いられ、転がり運動する(①)により荷重を支える。
- (2) 内輪、外輪、(①)のいずれかの表面に転動疲労により、(②)が発生するまでの総回転数を寿命と定義し、一群の 90[%]の個数が健全である総回転数を(③)寿命という。
- (3) 車軸軸受の潤滑には、油または(④)が用いられる。転動面には薄い(⑤)が形成されることで接触応力を低減させ、軸受の寿命向上に役立っている。

問 34

次の文章は、まくらばねに用いる空気ばね装置について述べたものである。()の中に入れるべき最も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) 空気ばねを使用する利点は、良い乗り心地のために上下方向のばね剛性を(①)く設定できることである。
- (2) 自動高さ調整弁が車体側に取り付けられた空気ばね装置では、空気ばね高さが高くなったとき、高さ調整弁のレバーが下方方向に動作することで空気ばね内の空気を(②)する。
- (3) 左右の空気ばねに一定以上の圧力差が生じると、(③)が動作し補助空気室を連通にし、圧力の高い方の空気が(③)を通過して低い方へ流れ、左右の空気ばね高さを同じにするように働く。
- (4) ボルスタレス台車用の空気ばね前後変位によるばね反力は、曲線通過時の(④)抵抗に影響し、左右変位による反力は乗り心地に影響する。そこで、前後、左右のばね定数をそれぞれ別に設定する場合があります、空気ばねの(⑤)板の形状を工夫することによってそれらの性能を実現させている例がある。

問 35

次の文章は、車体と台車との間のヨー回転角（以下「台車回転角」という。）等について述べたものである。（ ）の中に入れるべき最も適切な語句、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、 $\sin^{-1}(0.04) = 2.29$ 度、 $\sin^{-1}(0.07) = 4.01$ 度、 $\sin^{-1}(0.14) = 8.05$ 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、台車回転角 θ_1 は、 \sin^{-1} を使って、式 (①) で表される。
- (2) 曲線半径 R を 100[m]、台車の中心間距離 L を 14[m] とした場合、曲線による台車回転角 θ_1 は (②) 度となる。
- (3) 台車回転角は、車輪とレールとのすき間である遊間の中で起きる台車の回転も考慮する必要がある。車輪とレールとの遊間は、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 つの合計値を用いる。
- (4) 車輪とレールとの左右の遊間の合計値を 42[mm]、台車の固定轴距を 2,100[mm] とした場合、図 2 のような台車とレールと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、車体と台車との間に設置される (⑤) の隙間により前後の台車の左右変位が逆方向に発生することでも、車体のヨー角が生じる。

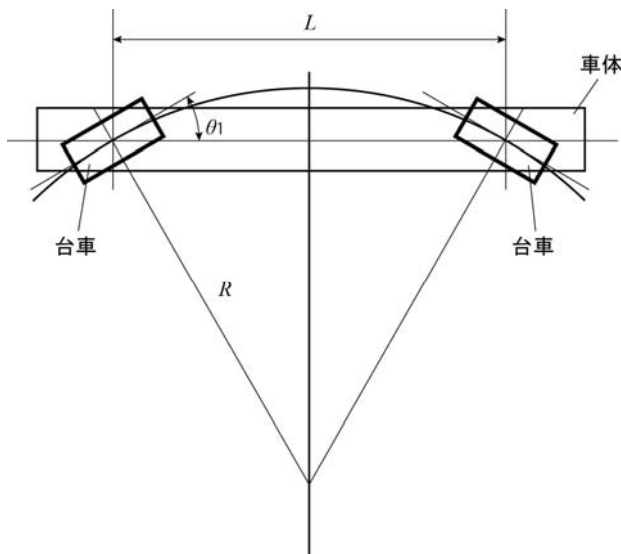


図 1

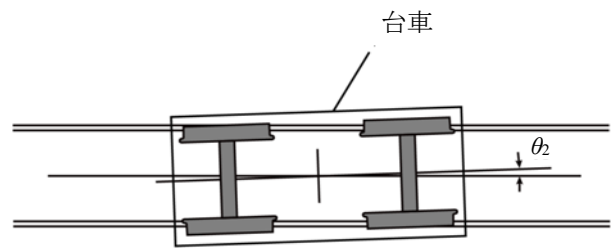


図 2

問 36

次の文章は、誘導障害等について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

- (1) (①)とは、装置又はシステムの存在する電磁環境において、許容できないような電磁妨害をいかなるものに対しても与えず、かつその環境において満足に機能するための装置又はシステムの能力である。
- (2) 電気車から発生する帰線電流ノイズとは、レールへ流出した交流成分(交流電車の場合は、電源周波数以外の成分)のことである。特に交流電车用電力変換装置の搬送波周波数の(②)倍近傍の周波数に発生するノイズ電流を帰線電流高調波という。
- (3) 高調波の電流が電線を通る際に(③)として放射されるものを、直達ノイズという。
- (4) テレビ受信障害などを発生させる離線ノイズは、集電中の離線による(④)によって発生する。
- (5) 誘導障害に対する代表的な対策として、主回路配線と制御配線の隔離や金属ダクトへの収納、鉄板・アルミ板による磁気(⑤)等がある。

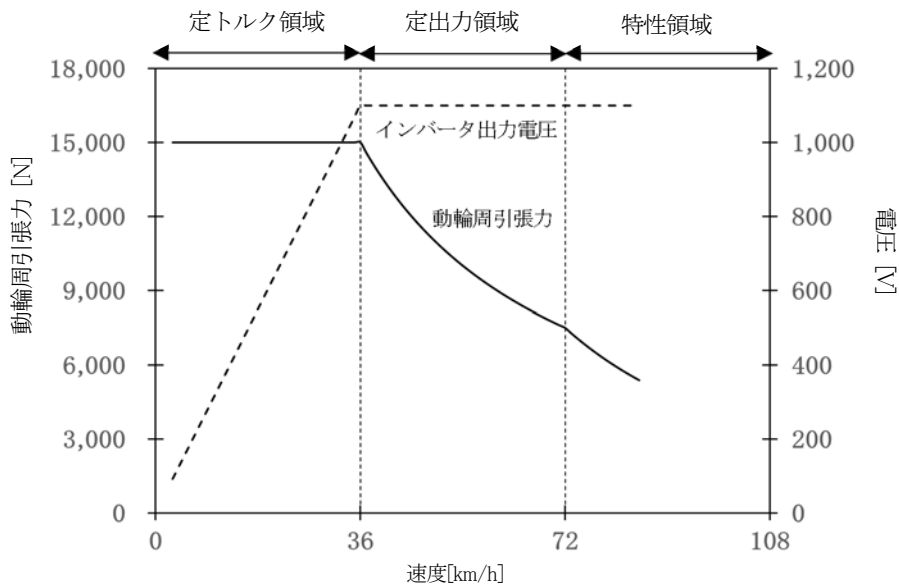
問 37

次の文章は、インバータ電車の引張力特性について述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句または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。また、計算にあたっては、MKS 単位系への換算に以下の式を参考にする。

$$1 [W] = 1 [N] \times 1 [m/s]$$

下図のような速度-引張力特性を有する主電動機を8個搭載した2両編成のインバータ電車がある。また、動輪周引張力および出力は、主電動機当たりの車輪踏面における引張力および出力とする。

- (1) 速度 36[km/h]までの定トルク領域では、インバータが主電動機に印加する交流電圧と(①)の比率を一定にしている。
- (2) この電車は速度 36[km/h]で動輪周出力が最大となり、その値は1軸あたり(②)[kW]である。
- (3) 上記(2)において、主回路機器(インバータ、フィルタリアクトル、主電動機)と減速機を含めた総合効率を 80[%]とした場合、架線電圧直流 1,500[V]時の編成あたりの入力電流(架線電流)は(③)[A]である。
- (4) 速度 36[km/h]から 72[km/h]までは、定出力領域であり動輪周出力は一定となる。速度 72[km/h]時の主電動機1個あたりの動輪周引張力は(④)[kN]である。
- (5) 2 両編成の 8 個の主電動機のうち、故障により 6 個が不動となった。この状態で上りこう配を走行しようとしたところ、速度 72[km/h]で均衡し加速できなくなった。この時点の列車抵抗は編成あたり(⑤)[kN]である。



問 38

次の文章は、ディーゼル車両の引張り性能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、同一番号の()には同一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。

下表は、ディーゼル機関と液体変速機を搭載する車両において、直結段における変速比、機関回転速度および動輪速度の関係を示したものである。ただし、ディーゼル機関の使用回転速度の範囲は1,400～2,100 [min⁻¹]とする。

	直結1段		直結2段		直結3段	
変速比	2.7		(①)		(②)	
機関回転速度 [min ⁻¹]	1,400	2,100	1,400	2,100	1,400	2,100
動輪速度 [km/h]	32	(③)	(③)	(④)	(④)	(⑤)

問 39

次の文章は、ディーゼルエンジンのコモンレールシステムについて述べたものである。()の中に入れるべき最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

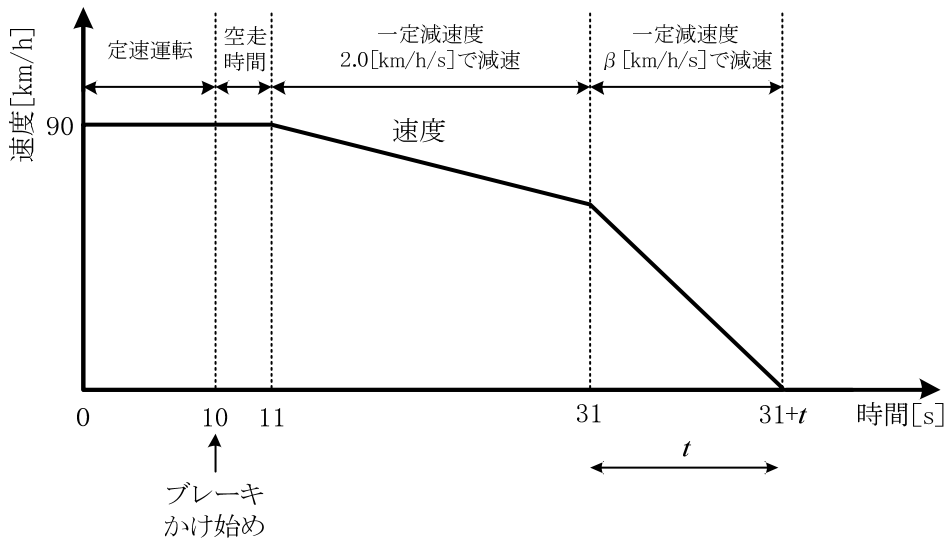
- (1) コモンレールは(①)室とも呼ばれ、高圧の燃料を常時充填しておく。
- (2) コモンレールシステムで常時高圧を保つ役目を果たすのが(②)ポンプである。
- (3) 噴射ノズルに相当する装置を(③)と呼び、電気信号により噴射タイミングを制御する。
- (4) コモンレールシステムでは噴射タイミングだけでなく(④)も可変である。
- (5) コモンレールシステムではメイン噴射の前に微量の噴射を行う(⑤)噴射を組み合わせることで排出物低減が可能である。

問 40

次の文章は、ブレーキ距離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。

下図は、速度90[km/h]での定速運転からブレーキを扱った際の時間と速度の関係を表している。なお、空走期間で車両の速度変化はないものとする。

- (1) 一定減速度2.0[km/h/s]で減速する間に走行した距離は(①) [m]である。
- (2) 車両はブレーキをかけ始めた地点から500[m]の地点で停車した。一定減速度 β [km/h/s]で減速した時間 t は(②) [s]、 β は(③) [km/h/s]である。
- (3) 一定減速度 β [km/h/s]で減速する間に走行した距離は(④) [m]である。
- (4) ブレーキが効き始めてから停車するまでの平均減速度は(⑤) [km/h/s]である。



鉄道設計技士試験

平成 29 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 29 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 イ、② ソ、③ オ、④ ク、⑤ セ
問 3 ① 無接点、② ○、③ 監視、④ ○、⑤ ○
問 4 ① 空気、② 電気、電動 ③ リンク、④ リニア、⑤ 継電器 (リレー)
問 5 ① オ、② ウ、③ コ、④ イ、⑤ ス
問 6 ① ×、② ×、③ ○、④ ○、⑤ ×
問 7 ① 大きい (高い)、② 低く (小さく)、③ 9.8、④ 1.0、⑤ 15.9
問 8 ① 検査時、② ○、③ ○、④ ○、⑤ 台車形式
問 9 ① 軸箱支持装置、② 軸ばね、一次ばね ③ 車体、④ 電動機、⑤ 牽引 (けん引)
問 10 ① ○、② ○、③ 外軌側、④ 差圧、⑤ ローリング
問 11 ① 圧力差、② リリーフ、③ 左右動、④ ピッチング (ローリング、ロール)、⑤ ユニフロー
問 12 ① 基本、② N、③ 複合変位、④ 風速、⑤ 防風
問 13 ① コ、② シ、③ カ、④ ウ、⑤ ス
問 14 ① 抵抗器、② ジュール熱 (熱)、③ 架線 (電車線)、④ ブレーキ力、⑤ 回生失効
問 15 ① 固定子 (ステータ)、② 回転、③ すべり、④ 並列、⑤ 車輪径
問 16 ① サ、② イ、③ ス、④ エ、⑤ ソ
問 17 ① ○、② ×、③ ○、④ ×、⑤ ×
問 18 ① 接線、② $F/(M \times g)$ 、③ 粘着力、④ 速度センサ、⑤ 滑走防止弁
問 19 ① 電空ブレンディング、ブレンディング、電空協調、② 力行車両、負荷車、③ 電力貯蔵、
回生吸収、④ 渦電流、⑤ 機械、空気、摩擦
問 20 ① 24、② 20、③ 200、④ 21.2、⑤ 224
問 21 ① ○、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ×
問 22 ① キ、② カ、③ エ、④ ソ、⑤ イ
問 23 ① 弾性復元力、② ○、③ 外軌側車輪が内軌側車輪、④ ○、⑤ ○
問 24 ① ア、② コ、③ オ、④ ウ、⑤ ス
問 25 ① ○、② 平面性 (変位)、③ ○、④ 乗り上がり脱線、⑤ 推定脱線係数比
問 26 ① ア、② コ、③ ケ、④ エ、⑤ オ
問 27 ① ○、② ○、③ ラダー、④ TCN、⑤ イーサネット
問 28 ① キ、② コ、③ カ、④ ア、⑤ サ
問 29 ① ○、② 補助空気タンク、③ ○、④ ○、⑤ 低下
問 30 ① ○、② 31、③ ○、④ 純 2 進コード、⑤ 電空変換弁、E P 弁
問 31 ① モーメント、② W 、③ M 、④ $-m_1 - m_2 + m_3 + m_4$ 、⑤ (b)
問 32 ① 加速度、② 実効値、③ 3、④ C、⑤ D
問 33 ① 転動体、玉、ころ、② はく離、③ 定格、L10、エルテン、④ グリース、⑤ 油膜
問 34 ① 柔らかか、② 排気、③ 差圧弁、④ 台車回転、台車の旋回、⑤ 上面、面
問 35 ① $\sin^{-1}(L/2R)$ 、② 4.01、③ スラック、④ 1.15、⑤ 左右動ストoppa、左右動ストoppaゴム
問 36 ① 電磁環境両立性、電磁両立性、② 整数、③ 電磁波、④ アーク、⑤ 遮蔽
問 37 ① 周波数、② 150、③ 1000、④ 7.5、⑤ 15
問 38 ① 1.8、② 1.2、③ 48、④ 72、⑤ 108
問 39 ① 蓄圧、② サプライ、燃料供給、供給も可、③ インジェクタ、④ 噴射圧、噴射圧力、
⑤ パイロット
問 40 ① 388.9、② 12.4、③ 4、④ 86.1、⑤ 2.8

(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。