

# 鉄道設計技士試験

平成 27 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、運転保安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) 運転保安装置のうち、信号装置と連動しないものには EB 装置、( ① )装置、デッドマン装置がある。
- (2) 運転保安装置のうち、信号装置と連動するものに ATS と ATC がある。ATS は地上からの情報を車上に伝える方法により、レール間に設けた( ② )等から車両側に対して信号機が停止信号であること等の情報を伝送する( ③ )制御方式、レール等を用いて信号現示に対応する速度制限情報を連続的に車両側に伝送する連続制御方式がある。
- (3) ATC はその制御方式により、従来から一般に用いられてきた( ④ )制御 ATC と、最近導入されつつある一段ブレーキ制御 ATC に大別される。
- (4) 新幹線等で採用されている一段ブレーキ制御 ATC では自列車と( ⑤ )との間隔を短縮することができ、運転密度や平均速度の向上が可能となる。

語群： ア 軌道回路、イ 誘導無線、ウ 離散、エ 緊急無線、オ 線、  
カ 点、キ 地上信号機、ク 階段、ケ 受信器、コ 速度、  
サ 車上子、シ 先行列車、ス 多段、セ 防護無線、ソ 地上子

### 問 2

次の文章は、列車抵抗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 列車抵抗は、車両構造や地上設備の条件から決まり、走行エネルギーを減らすために大きいほうがよい。
- ② 勾配抵抗とは、質量  $M$ [kg]の車両に作用する重力の勾配方向の分力であり、重力加速度を  $g$ [m/s<sup>2</sup>]、勾配の角度を  $\theta$ [rad]とすれば、 $Mg \cos\theta$ [N]で表わすことができる。
- ③ 減速力とは、列車進行方向に対して反対側に作用するブレーキ力から列車抵抗を減じたもので、列車の減速に利用しうる力である。
- ④ 曲線抵抗は車両が曲線を曲がる際に付加される抵抗力であり、曲線半径が大きくなるほどその値は大きくなる。
- ⑤ トンネル抵抗とは、列車がトンネルを通過する際に付加される抵抗力であり、複線トンネルよりも単線トンネルの方が大きい。

### 問 3

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客室の窓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) 窓は、十分な( ① )を有し、かつ、窓を開けた場合において、施設等と接触するおそれ及び旅客が( ② )するおそれのないこと。
- (2) 窓は、( ③ )に開くことができないこと。
- (3) 開口部の下縁の床面からの高さは、座席の側面又は背面の窓では、( ④ )mm以上とする。
- (4) 窓ガラスは、( ⑤ )ガラス又はこれと同等以上の性能を有すること。

語群： ア 出入り、イ 耐熱、ウ 自動的、エ 強度、オ 遮光性、  
カ 転落、キ 外側、ク 耐火、ケ 透明度、コ 負傷、  
サ 安全、シ 容易、ス 800、セ 1000、ソ 1200

### 問 4

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連結装置(連接台車およびこれに類似する構造のものを除く。)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 連結装置は、堅ろうで十分な強度を有し、振動、衝撃等に耐え、かつ、車両等を相互に確実に結合することができるものでなければならない。
- ② 空気の連結装置は、振動、衝撃による空気漏れを生じてはならない。また、電線の連結装置は、雨水の浸入、振動、衝撃による混触又は短絡を生じてはならない。
- ③ 緩衝機能は乗り心地向上を目的として設けられているので、機関車や救援車では必ずしも緩衝機能を有しなくてもよい。
- ④ すべての車両の連結装置は、連結作業における安全性を確保するため、自動的に連結できるものとする。
- ⑤ JIS E 7106(2006)「鉄道車両—旅客車用構体—設計通則」において、連結器部における前後方向荷重の標準値が示されており、圧縮荷重と引張荷重では値が異なり、引張荷重の方が大きい。

### 問5

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体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 旅客用乗降口の扉は、扉が閉じた後でなければ発車できない構造とする。両開きの場合、扉が閉じた状態とは、扉の戸先と戸先の間隔が 40[mm]以下となった状態をいう。
- ② 乗務員室を有する旅客車において、乗務員室と客室等との間に開き戸構造の出入口を設ける場合には、非常時に避難用として利用する開き戸は、客室側に開くもの、もしくは両側に開くものとする。
- ③ 車両の火災対策としての延焼の防止とは、万が一車両から出火したり、旅客の持ち込んだ火源から出火した場合でも燃え広がらないことが求められていることである。
- ④ 旅客車の床の上敷物は、鉄道車両用材料の燃焼性規格の区分における不燃性とする。
- ⑤ 客室内は、必要な換気をする~~こととし~~、自然換気のみによる場合、客室の窓等の開口部の面積の総和は当該車両の客室の床面積の 20分の1以上とする。

### 問6

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車両の附属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) 車両には、種別に応じ、車両の附属装置として、合図装置、通話装置、気笛、車内放送装置、( ① )、( ② )及び標識灯を設けなければならない。ただし、( ② )は、車外に出た旅客が感電するおそれのある場合その他の旅客の安全に支障を及ぼすおそれのある場合は、設置してはならない。
- (2) 合図装置又は通話装置は、( ③ )者の判断で容易に機能を解除できない構造とすることとされている。
- (3) 列車の最前部となる車両の前部には、危険の警告等を行うのに十分な( ④ )を有する気笛を設けることとされている。
- (4) 後部標識は、赤色の灯火もしくは赤色の( ⑤ )板とし、夜間車両の後方から点灯又は( ⑤ )を確認できることとされている。

### 問7

次の文章は、スポット溶接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) スポット溶接は、被溶接材の接合部を加圧して電流を流し、主にその( ① )熱により溶融させる接合法である。一般に、銅製の( ② )で被溶接材を挟み、加圧し、通電する。
- (2) スポット溶接の接合部は、碁石形の形状を持ち、( ③ )と呼ばれる。
- (3) 溶接条件が不適切な場合は、( ③ )径が過小となったり、母材が局部的に過熱されて、溶融金属が母材の外表面等に飛び出す( ④ )が発生したりする。
- (4) スポット溶接中心から、板材端面または曲げ材接線までの距離を( ⑤ )距離という。

### 問 8

次の文章は、軸箱支持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) 軸箱支持装置は、両端の軸受を介して回転する( ① )を保持し、さらに上下方向の荷重を支持して車両が高速で安全に走行できるようにする装置である。
- (2) 高速走行安定性と曲線路における曲がりやすさをバランスよく満たすため、軸箱を台車枠に対して前後左右に適切な( ② )で支持する。
- (3) 軸ばねは、レールから台車へ伝わる( ③ )の絶縁の役割を担っている。
- (4) 一般に軸ばねにコイルばねを用いる場合、サージング防止のために( ④ )を直列に配置する。なお、サージングとは、コイルばねを加振したときのねじり衝撃波がコイル素線に沿ってばね両端間を往復する時間と、外力の加振周期とが等しいときに生じる共振現象のことである。
- (5) 円錐積層ゴム式等、ゴムばねを用いる場合には、ゴム接着加工の信頼性とばねの( ② )や( ⑤ )の経年変化に注意が必要である。

### 問 9

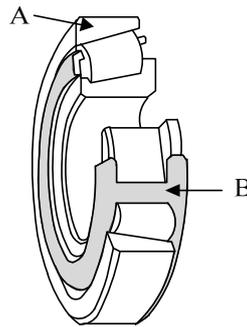
次の文章は、車輪踏面形状およびその管理について述べたものである。正しい記述には○を、誤った記述には×を解答欄に記入しなさい。

- ① 踏面形状は、曲線を走行するときに、左右の車輪の回転半径に差が生ずる形にするものが一般的である。
- ② 反フランジ側からフランジ側へ向かって半径が直線的に大きくなる踏面形状を円筒踏面という。
- ③ 円弧踏面は、踏面の摩耗が進んだときの形状に近いので、レールとの接触部のヘルツ圧が大きくなる。
- ④ フランジ角度は、レール継ぎ目板との衝突を避ける等の目的で、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準により管理基準が定められている。
- ⑤ フランジ外側面距離は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準には記述はないが、レールとの遊間あるいは分岐器通過特性等を考慮して、鉄道事業者が踏面形状に応じて適宜管理基準を定めている。

### 問 10

次の文章は、台車で使用される転がり軸受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) 下の図に示す軸受の種類は単列の( ① )ころ軸受で、A は( ② )、B は( ③ )である。( ① )ころ軸受の特徴として、軸受中心軸に対して直交方向に働く( ④ )荷重と同時に、軸受中心軸に対して平行な方向に作用するスラスト荷重に対する負荷容量が大きいことが挙げられる。
- (2) 転がり軸受の寿命は、一般に基本定格寿命(L10 ライフ)で定義されるが、これは、一群の同じ軸受を同じ条件で個々に運転したとき、そのうちの( ⑤ )[%]の軸受が、転がり疲れによる損傷を起さずに回転できる総回転数で表される。



### 問 11

次の文章は、車体支持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) 車体支持装置とは、台車と車体の間の荷重を伝達する装置の総称であり、まくらばねや( ① )装置、揺れまくら装置等で構成され、車両の種類等により様々な方式が用いられる。
- (2) まくらばりを有する台車では、台車と車体の間の前後方向の力を伝える機構として( ② )が用いられる。
- (3) まくらばりのない台車の場合には、前後方向の力を伝える( ① )装置として次のような方式が挙げられる。
  - (a) ( ③ )リンク式  
ボルスタ方式を小形化し、上下荷重の伝達機能をなくした構造である。
  - (b) ( ④ )リンク式  
リンク端部のゴムブッシュに台車旋回のねじり変位を負担させ、機構を簡素化したものである。
  - (c) 積層ゴム式  
ゴムと金属板のサンドイッチ構造で、圧縮には硬く、( ⑤ )には柔らかい特性を、前後方向と上下・左右方向に使い分けている。

### 問 12

次の文章は、JIS E 4014(2012)「鉄道車両－絶縁抵抗及び耐電圧試験方法」における鉄道車両の絶縁抵抗および耐電圧試験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 特別高電圧回路とは、標準電圧が単相交流 20kV 又は 25kV の電車線から、その電圧が直接加えられる回路をいう。
- ② 我が国の電気鉄道における電圧区分のうち、「高電圧」に分類される直流回路は、電車線の標準電圧が直流 600V、直流 750V 及び直流 1500V の回路並びに、電車線から直接でない回路の電圧が直流 750V を超える直流回路である。
- ③ 高電圧回路と接地の間の絶縁抵抗測定では、定格電圧が直流 1000V の絶縁抵抗計を用い、抵抗値は 20MΩ 以上なければならない。
- ④ 耐電圧試験では、周波数 50Hz 又は 60Hz のほぼ正弦波の交流電圧を加え、特別高電圧回路を除きその印加時間は 3 分間である。
- ⑤ 耐電圧試験で高い試験電圧を印加すると絶縁劣化を加速させるという懸念があり、耐電圧試験を繰り返し実施する場合には、試験電圧や印加時間に注意が必要である。

### 問 13

次の文章は、電気車の消費エネルギー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) 電気車は、架線等からの電力により列車抵抗に打ち勝つだけの( ① )を発生させることにより加速する。
- (2) 電気車が加速に使用したエネルギーの総量を( ② )、減速時に電気ブレーキにより架線等に戻したエネルギーの総量を( ③ )といい、( ② )と( ③ )の比率(( ③ )/( ② ))をパーセンテージで表した値を( ④ )という。
- (3) 電気車のエネルギー消費量を評価する尺度として、走行距離当たりのエネルギー消費量を編成両数で割った( ⑤ )がある。

#### 問 14

次の文章は、JIS E 6102(2015)「鉄道車両－交流主電動機」における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) 主電動機の最高使用回転速度は、車輪の( ① )直径の場合の車両の最高運転速度に対応する回転速度を下回らないように定める。
- (2) 使用者が特に定めない場合、主電動機の使用条件として想定する環境温度は、日陰において $-10^{\circ}\text{C}$ ～( ② )とする。
- (3) 全閉形主電動機の絶縁システムが耐熱クラス 200 であるとき、その温度上昇限度は( ③ )である。
- (4) 主電動機の温度上昇試験において、巻線温度は( ④ )により測定する。
- (5) 平行カルダン式の場合、歯車等の動力伝達損失の協定値は、主電動機の保証定格において、主電動機出力の( ⑤ )とする。

語群： ア 抵抗法、 イ 最大、 ウ 最小、 エ 10%、 オ 190K、  
カ 200K、 キ  $40^{\circ}\text{C}$ 、 ク 平均、 ケ  $45^{\circ}\text{C}$ 、 コ 210K、  
サ 測温抵抗体、 シ 熱電対、 ス 2%、 セ 5%、 ソ  $20^{\circ}\text{C}$

#### 問 15

次の文章は、JIS E 6103(2015)「鉄道車両－永久磁石同期機」における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。

- (1) 永久磁石同期機は、回転によって常に永久磁石磁束による起電力が発生するため、回転すると端子間に( ① )が発生する。
- (2) 永久磁石同期機では、無通電状態でも永久磁石の吸引力により( ② )トルクが発生する。
- (3) 永久磁石同期機の巻線が内部で( ③ )した場合、回転すると( ③ )電流が流れるため、その影響を考慮する必要がある。
- (4) 主電動機のトルクの決定値(試験結果から求めた値)に対する裕度は、規定値(仕様書に示される値)の( ④ )%以上である。
- (5) 使用者は、永久磁石同期機がさらされる使用環境、例えば、じんあい、湿度、温度、雪、振動・衝撃条件などを( ⑤ )に知らせなければならない。

### 問 16

次の文章は、ディーゼル機関の一般的な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 重油や軽油の低級な燃料を使用できるためガソリン機関に比べ経済的で、燃料の引火点が比較的高いことから火災の危険性が少ない。
- ② ディーゼル機関の熱効率は30～35[%]であり、ガソリン機関と比べて熱効率が低く、燃料消費量が多い。
- ③ 燃料を気化させて空気と適当な割合で混合して混合ガスをつくる気化器や電気火花を飛ばす電気点火装置が必要である。
- ④ 吸入、圧縮、爆発(燃焼)および排気の行程をクランク軸1回転で完了する機構を2サイクル機関、同行程をクランク軸2回転で完了する機構を4サイクル機関と呼ぶ。
- ⑤ 機関出力1[kW]を1時間発生させるために必要な燃料の質量を燃料消費率と呼び、単位はL/kWhで表される。

### 問 17

次の文章は、ディーゼル機関の一般的な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。

- (1) シリンダ内のピストンとクランク軸を連結するものを( ① )と呼び、クランク軸のクランクアームを介し、ピストンの( ② )運動を回転運動に変えて、燃料の爆発力を取り出す。
- (2) 小型の機関で高い出力を得るために、シリンダ内への吸入空気を( ③ )して、単位体積当たりの酸素量を高める装置を( ④ )と呼び、駆動方式により機械駆動式と( ⑤ )駆動式がある。

### 問 18

次の文章は、蓄電池とディーゼルエンジンを組み合わせたディーゼルハイブリッド車両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) ディーゼルハイブリッド車両では省エネルギー化のほかに、排出ガス低減やエンジンから発せられる( ① )を低減できる可能性もある。
- (2) ( ② )ハイブリッド車両では、車両速度と関係なく、燃料消費率のよい回転速度でエンジンを定速運転できるため、低燃費と排出ガス低減を両立できる。
- (3) ディーゼルハイブリッド車両では、蓄電池から補機に電力を供給できるため( ③ )ストップが実現できる。
- (4) ディーゼルハイブリッド車両では、エンジンの動力と蓄電池からの電力を組み合わせることで加速力を得ることができるため、従来と同じ加速力を( ④ )のエンジンで実現可能になる。
- (5) ( ② )ハイブリッド車両の機器構成から蓄電池をなくすと、機関車等で従来から用いられている( ⑤ )ディーゼル車両の機器構成になる。

### 問 19

次の文章は、電気車の電気ブレーキ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解答欄に記入しなさい。

- (1) 常用ブレーキでは回生ブレーキを優先させ、回生ブレーキだけでは不足するブレーキ力を空気ブレーキで補足する。この電空協調制御には、電動車(M車)と付随車(T車)それぞれで自分自身のブレーキ力を負担する( ① )制御と、T車の必要ブレーキ力の一部をM車の回生ブレーキ力で負担する( ② )制御の2通りがある。
- (2) 回生ブレーキとは、主電動機を発電機として動作させ、車両の( ③ )エネルギーを電気エネルギーに変換し、そのエネルギーを再利用することで得られるブレーキのことをいう。
- (3) ( ④ )ブレーキ時には、確実性を考慮して回生ブレーキは使用せず、空気ブレーキを作用させるように設計することが一般的である。
- (4) 回生ブレーキは、回生負荷が減少するとブレーキ力は低下するので、電気ブレーキの安定性という点では( ⑤ )が勝っている。

### 問 20

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) 留置ブレーキ装置は、留置中の車両の転動を防止するため、( ① )ブレーキ装置、車側ブレーキ装置その他これらと同等以上の性能を有するものであること。
- (2) 常用ブレーキ装置とは、運転中の車両の制動として常用するブレーキ装置をいい、運転中の車両を急速に( ② )できる機能を有するものをいう。
- (3) 動力源として空気を用いる常用ブレーキ装置においては、元空気タンク内の圧力の低下又はブレーキ管の圧力低下により、ブレーキ効果に支障を来すおそれのあるときは、( ③ )することができない構造であること。ただし、蒸気機関車にあつて警報装置を設置した場合は、この限りでない。
- (4) 保安ブレーキ装置は、常用ブレーキ装置が故障したときに、( ④ )に作用するものであること。ただし、運転室及び車掌室に当該装置の操作装置が設けられている場合は、この限りでない。
- (5) 新幹線のブレーキ装置は、独立して作用する( ⑤ )系統以上のブレーキ指令系を有すること。

語群： ア 基礎、 イ 発車、 ウ 減速、 エ 加速、 オ 抑速、  
カ 空力、 キ 力行、 ク 手用、 ケ 簡易的、 コ 人為的、  
サ 停止、 シ 自動的、 ス 2、 セ 3、 ソ 4

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、鉄道車両および軌道と車両の相互作用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 鉄道車両の車体の揺れのうち、台車に発生する蛇行動によるものは、ピッチングといわれる振動であり、通り変位や軌間の保守状態と関係がある。蛇行動対策は、特に高速車両の設計時には重要である。
- ② 鉄道車両の台車に発生する蛇行動の防止策として、台車の旋回抵抗を大きくするほか、車輪踏面の勾配を大きくすることも有効である。
- ③ 新幹線を除く普通鉄道の車輪踏面の形状としては、踏面に 1/20 の勾配を有する円錐踏面が長く用いられてきた。その後、曲線通過時の横圧低減を目的として円筒踏面が開発され、旅客車で用いられている。
- ④ 車両の上下動揺に対する乗り心地の評価手法では、4～8 [Hz]の動揺の影響が大きいと分析されている。
- ⑤ 車輪等の回転体に質量のアンバランスがある場合、車体の曲げ固有振動数が車輪等の回転数に等しい振動数と一致して共振し、車体が 10 [Hz]程度で上下振動する場合がある。この上下振動は軌道状態との相関が高い。

#### 問 22

次の文章は、ステンレス構体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 ステンレス構体の特徴の 1 つとして、オーステナイト系ステンレス鋼の低い降伏比を利用した高強度化による薄肉軽量構造がある。
- ② 構体の材料に使用する SUS301 系ステンレス鋼は、熱間圧延加工により抗張力を高めることができ、各々、必要な強度に応じて使い分けられる。
- ③ ステンレス鋼は、熱伝導率が大きいため、溶接時の熱影響を考慮して、構体の組立てはスポット溶接を主な方法としてきた。
- ④ オーステナイト系ステンレス鋼の溶接施工上注意すべき点の一つに、熱影響部におけるニッケル炭化物の粒界析出があるため、低炭素ステンレス鋼が使われている。
- ⑤ 光ファイバで導光できる CO<sub>2</sub> レーザ溶接は、溶接速度が速く、連続溶接が可能となるほか、構体表面に凹みがなく美しく仕上がること等から、近年、スポット溶接に替わって使用される例が増えている。

### 問 23

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排障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 列車の最前部となる台車の前部は、レール頭面上の障害物を排除することができるものであること。
- ② 排障器の下端とレール頭面との間隔は、レール頭面上の障害物を排除することができる適当なものであること。
- ③ 在来線では、レール頭面上の小さい異物(石ころ等)の排障を想定している。
- ④ 地下式構造の鉄道では、レール頭面上に異物は存在しにくいので、省略できる。
- ⑤ 新幹線は走行速度が高いため、在来線よりも十分な強度を持たせた排障装置を設ける必要がある。

### 問 24

次の文章は、台車構造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。

#### (1) 揺れまくら吊り台車

古典的な方式であり、台車枠からリンクで吊り下げられた下揺れまくらの左右にまくらばねを配置し、まくらばね上に上揺れまくらを乗せて、上揺れまくらの心皿装置により車体を支持する。左右動揺が生じると、リンクが取付部のピンまわりに回転することにより、( ① )が発生する。

#### (2) ボルスタ付台車(インダイレクトマウント方式)

(1)の方式から、揺れまくら吊りを省略した方式である。台車枠の中央左右にまくらばねを配置し、その上にまくらばりを乗せたまくらばね装置によって、上下方向および左右方向の2次ばねの機能を持たせている。旅客車では、( ② )を付与することのできる空気ばねを採用するものが多い。なお、車体荷重を支持する方式として( ③ )を使用する場合には、3点支持方式による荷重配分調整作業の複雑さを解消することができる。

#### (3) ボルスタ付台車(ダイレクトマウント方式)

(2)の方式と同様であるが、まくらばりの上に配置した空気ばねと車体が直結される方式である。(2)の方式と比較して、空気ばね位置を高くすることができるため、( ④ )振動に対して有利になる。

#### (4) ボルスタレス台車

まくらばり等を省略して、台車枠と車体をまくらばねで直結した構造の台車であり、大幅な軽量化および保守の容易化を図ることができる。ボルスタレス台車用空気ばねは、台車回転時に空気ばねが( ⑤ )方向に大きく変位しなければならない。

語群： ア 左右、イ 引張力、ウ 横剛性、エ 復元力、オ 減衰、  
カ 遠心力、キ 大径心皿、ク 上下、ケ 上面板、コ ピッチング、  
サ ヨーイング、シ 縦剛性、ス 側はり、セ ローリング、ソ 前後

### 問 25

次の文章は、蛇行動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) 蛇行動とは、踏面勾配を有する一体輪軸を用いた車両がレール上を走行する場合に起こる( ① )とローリング、ヨーイング運動が連成した自励振動のことである。
- (2) 輪軸の幾何学的蛇行動波長  $S_1$  は、車輪半径を  $r_0$ 、車輪の踏面勾配を  $\gamma$ 、左右の車輪とレールの接触点間距離を  $2d_0$ 、円周率を  $\pi$  とすると、 $S_1 = ( ② )$  で表される。蛇行動安定性の観点からは、 $S_1$  は( ③ ) ほうが望ましい。
- (3) 2 個の輪軸が台車に剛に取り付けられた 2 軸剛台車の場合、台車の蛇行動の波長  $S_2$  は、
$$S_2 = S_1 \sqrt{1 + \left(\frac{l}{d_0}\right)^2}$$
 で表される。ここで、 $l$  は( ④ ) の 2 分の 1 であり、蛇行動安定性に影響を及ぼす主要な諸元の一つである。
- (4) 台車の蛇行動の発生を抑える方策の 1 つとして、台車旋回抵抗を与えることが有効である。ボルスタ付台車の場合には、心皿と側受の摩擦抵抗が有効であるが、ボルスタレス台車の場合には、( ⑤ ) を設置して台車旋回抵抗を与えることが有効である。

語群： ア 短い、イ 台車中心間距離、ウ 左右動、エ 長い、オ アンチロールダンパ、カ 左右動ダンパ、キ 上下動、ク ヨーダンパ、ケ 軸距(固定軸距)、コ ピッチング、サ 空気ばね左右間隔、シ 車体長さに近い、ス  $2\pi\sqrt{\frac{d_0 r_0}{\gamma}}$ 、セ  $2\pi\sqrt{\frac{d_0 \gamma}{r_0}}$ 、ソ  $2\pi\sqrt{\frac{\gamma r_0}{d_0}}$

### 問 26

次の文章は、主回路機器の容量設計における留意点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 主回路機器の設計においては、概略想定した主電動機容量、歯車比等の車両性能や線路条件、起動加速度、最高速度等の運転条件を設定して、実際の走行状態に近い走行シミュレーションを行い、主電動機をはじめとする機器の最大電流を算出し、機器の発熱を確認する。
- ② 走行シミュレーション実施に当たり、計画質量として構成する機器質量も含めた車両質量と区間ごとの適切な乗車率(荷重)を設定する必要がある、これらの設定は十分な検討を行った上で算出する必要がある。
- ③ 主電動機は熱時定数が大きいので、起動時やブレーキ時に 1 時間定格電流を上回る電流が流れても、短時間であれば絶縁寿命への影響は少ない。
- ④ 主回路機器の容量設計においては、健全時に加えて、制御装置の故障による主電動機の開放運転、定速運転や抑速運転等の特殊条件を考慮する必要がある。
- ⑤ 電力変換器の容量設計において、1 ノッチ起動は重要な検討項目で、パワーデバイスの接合部温度が規定の温度を超えないことを確認する必要がある。

### 問 27

次の文章は、交流電動機駆動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 1 台のインバータで複数の誘導電動機を制御する際に、車輪直径が大きい軸の力行時のトルクは小さくなる。
- ② インバータ等の電力変換装置を設計する際には、半導体スイッチング素子の電流遮断能力と耐圧に関して、一瞬たりとも限度を超えないように設計する。
- ③ インバータの保護動作の基本は、主電動機の過電圧検知とフィルタコンデンサの過電流検知である。
- ④ 永久磁石同期機は、電圧と電流が同期しているため力率が常に 1 になる。
- ⑤ インバータの入力電圧が 1500[V]の場合、主電動機の端子間に印加されるインバータの最大出力電圧は 1167[V]と計算されるため、力行時の最大出力電圧を 1100[V]として主電動機の設計を行うことが多い。

### 問 28

次の文章は、ディーゼル機関の制御方式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。

ディーゼル機関の制御方式は、( ① )制御と( ② )制御に分けられる。( ① )制御は、機関の( ③ )を概ね一定に保つ制御であり、直結段を備えた液体変速機を搭載する気動車に用いられている。一方、( ② )制御は、( ④ )が変化しても機関の( ② )を一定に保つ制御であり、複数のコンバータを備えた液体変速機を搭載するディーゼル機関車に用いられている。このような機関の制御は( ⑤ )ガバナや電子ガバナによって行われる。

語群： ア 馬力、イ トルク、ウ 回転量、エ 噴射量、オ 気化量、  
カ 燃焼量、キ 角速度、ク 回転速度、ケ 荷重、コ 負荷、  
サ 出力、シ 燃料、ス メカニカル、セ ケミカル、ソ リンク

### 問 29

次の文章は、電気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 回生ブレーキは、ブレーキ時に架線にエネルギーを返還して変電所や他の力行車両でエネルギーを再利用できるので、事故等で変電所から架線への送電が停止しても架線の停電を防止できるメリットがある。
- ② 直流電車において、回生ブレーキにより架線に戻したエネルギーは、変電所にシリコン整流器が備えられている場合には、力行車等の負荷がない場合でも自動的に電力系統に戻る。
- ③ 地上側に蓄電装置や駅舎用の補助電源設備を設置している事例がある。これらは、回生車からの余剰電力を回収、再利用して省エネを図る技術である。
- ④ 非電化路線を走行する車両等、架線にエネルギーを戻せない車両の消費エネルギー低減を図る方法として、車両に大容量の蓄電池を搭載し、ブレーキ時のエネルギーを蓄電池で回収する方式が実用化されている。
- ⑤ 最近のインバータ電車の中には、車両が完全に停車するまで電気ブレーキを動作させているものがある。停車直前で電気ブレーキをオフする従来方式に対し、停車まで動作させることの最大のメリットは消費エネルギー低減である。

### 問 30

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ブレーキ率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。

ブレーキ力の強さを示すものとしてブレーキ率が定義されている。旅客車の場合、積車ブレーキ率が( ① )/100 以上を満たすこととされており、これは最高速度 95km/h から 600m 以内に停止できることが想定されている。ブレーキ率の定義における力の伝達効率は( ② )とする。乗務員及び旅客 1 人の質量は( ③ )kg とし、積車とは( ④ )を原則とする。なお、留置ブレーキ装置における車側ブレーキ装置では積車ブレーキ率が( ⑤ )/100 を満たすこととされている。

語群： ア 満車、イ 最大乗車人員、ウ 定員乗車、エ 6、オ 5、  
カ 20、キ 0.8、ク 0.95、ケ 1、コ 50、  
サ 55、シ 60、ス 70、セ 90、ソ 100

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、車輪とレール間に作用する力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) 車輪がレールを転がりながら進むとき、車輪とレールの接触面でのすべりにより発生する接線力のことを( ① )力という。
- (2) 車輪がレールを転がるとき、接触面で車輪とレール間に速度差が生じる。この速度差を接触面が( ② )方向に移動する速度で除した値をすべり率という(または( ① )率ともいう)。
- (3) ( ① )力は、すべり率が微小なときにはすべり率に比例し、すべり率が大きくなると飽和して( ③ )に等しくなる。
- (4) すべり率が微小なときの( ① )力は、車輪とレールの接触面の形状にも依存する。車輪とレールの接触部付近が 2 次曲面の場合には、その接触面の形状は弾性変形により一般的に( ④ )形状となる。
- (5) 横( ① )力は、鉄道車両のダイナミクス解析を行う上で重要な要素である。一般に、鉄道車両の運動は、上下系・前後系・左右系に分けて解析することができるが、この中でも( ⑤ )系の解析において横( ① )力は特に重要である。

問 32

次の文章は、JIS E 4016(1992)「鉄道車両の照度－基準及び測定方法」における鉄道車両の照度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) 受渡当事者間で協定がある場合を除いて、( ① )照度は、人工照明を設備する場所の分類に対応して示されている。( ① )照度は常時( ② )照度であり、設計に当たっては、照明設備のある期間使用した後の平均照度と( ③ )照度との比である保守率を考慮して計画する。
- (2) 客室において、照度の測定点の高さは、床面から( ④ ) [mm]の水平面である。
- (3) ( ① )照度は、客室では( ⑤ ) [lx]、乗務員室及び運転室では 100 [lx]である。

問 33

次の文章は、ばねたわみ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1に示すような軸箱支持装置の設計を行う。車両各部の設計の前段階において、車体と台車部品との干渉防止、乗り心地の検討、たわみ継ぎ手の許容変位等、設計条件を提示するためにばねたわみの設定を行うことは、極めて重要である。ここでは、軸ばねには軸箱当たり1つのコイルばね(金属ばね)が用いられており、そのコイルばねがすべての上下荷重を負担しているものとする。また、静的な軸箱負担荷重(コイルばね1つの負担荷重)は下の表の範囲とする。

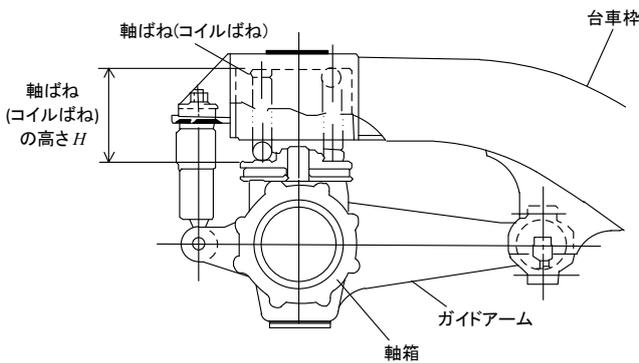


図1 軸箱支持装置

表 軸箱負担荷重(静的)

| 荷重条件  | 軸箱負担荷重 $P$ | 備考                   |
|-------|------------|----------------------|
| 空車時   | 30 [kN]    | $H=260.0[\text{mm}]$ |
| 定員乗車時 | 40 [kN]    |                      |
| 満員乗車時 | 50 [kN]    |                      |

たわみ量の算出に当たっては、次の条件によるものとする。

コイルばねの荷重たわみ特性は、図2のように線形性を有し、「軸箱負担荷重 = ばね定数×ばねたわみ」とする。ここで、ばね定数は、1200[N/mm]とする。また、この軸箱支持装置におけるコイルばねの空車時高さは、 $H=260.0[\text{mm}]$ とする。さらに、走行による動倍率は、静的な軸箱負担荷重の0.7~1.3倍とする。

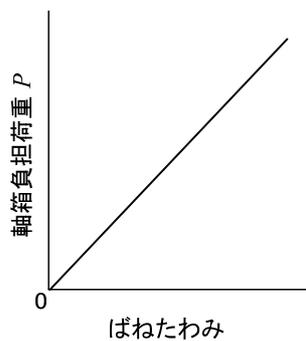


図2

- (1) コイルばねの自由長(無負荷時高さ)は、( ① ) [mm]である。
- (2) 軸箱支持装置におけるコイルばねの静的な状態での高さは、( ② ) [mm]~260.0 [mm]となる。
- (3) 走行時にコイルばねが負担する最大軸箱負担荷重は、( ③ ) [kN]である。
- (4) 走行時のコイルばねの最大伸び上がり量は、空車時から( ④ ) [mm]である。
- (5) 走行時のコイルばねの最大たわみ(ばねの圧縮)量は、空車時から( ⑤ ) [mm]である。

### 問 34

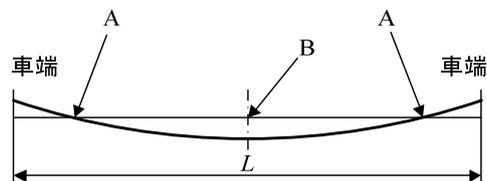
次の文章は、急曲線低速走行時の乗り上がり脱線について述べたものである。( )の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。なお、同一番号の( )には同一語句が入るものとする。

- (1) 平成 12 年 3 月に発生した日比谷線列車脱線衝突事故では、急曲線の出口緩和曲線においてねじれのある軌道(構造上の変位と保守基準内の誤差を含む。)を低速で走行したときに、輪重減少や( ① )増加を引き起こす複数の因子の影響が複合的に積み重なったことにより、脱線係数が増大し、車輪がレールに乗り上がったものと推定された。
- (2) 一般的に、カントの付いた曲線の出口緩和曲線を低速で走行する場合には、以下のような傾向が見られ、乗り上がり脱線に対して不利な条件となっている。
  - (a) 半径の小さい急曲線では、車輪の( ② )角が大きくなるため、( ① )が増加する。
  - (b) 軌道面のねじれの影響により、先頭軸外軌側の輪重が減少する。
  - (c) カント( ③ )により車両が曲線内方に傾き、先頭軸外軌側の輪重がさらに減少する。
- (3) また、車両側に以下のような要因がある場合にも、(2)における外軌側の輪重減少を助長し、乗り上がり脱線に対して不利な条件となる。
  - (a) 車両が軽量であり、かつばね剛性が( ④ )。
  - (b) 静止輪重が内軌側に偏っている。
- (4) さらに、車輪とレール間の摩擦係数が( ⑤ )ときには、限界脱線係数が小さくなり、乗り上がり脱線に対して不利な条件となる。

### 問 35

次の文章は、車体曲げ剛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 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) 車体が、下の図に示す様なはりの一次曲げ振動に近い挙動をする場合、この振動のモード形状において、A 点を一次曲げの( ① )、B 点を( ② )という。
- (2) 車体曲げ剛性は、静荷重試験で得られる相当曲げ剛性や相当ねじり剛性、打撃試験や強制加振試験で得られる( ③ )に基づき評価する。
- (3) 構体荷重試験等から相当曲げ剛性を求める場合、積載荷重に対応する B 点の( ④ )を測定することで得られる。
- (4) 車体の寸法、上下曲げ剛性を一定とし、質量を 0.80 倍にすると、車体の一次の上下曲げ( ③ )は約( ⑤ )倍となる。



### 問 36

次の文章は、パンタグラフ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) パンタグラフの舟体の上には摺動部材である( ① )が取り付けられる。
- (2) パンタグラフは枠組みが昇降する際に舟体が( ② )方向にほとんど動かないため、走行方向に応じた使い分けが不要である。
- (3) ( ③ )パンタグラフは4節リンクを基本とする前後非対称な構造であり、部品点数が少ないため製造・保守の両面でコスト上有利である。
- (4) パンタグラフには断路器としての役割もあり、折り畳み時の架線との( ④ )が定められている。
- (5) 舟体のまくらぎ方向両端には( ⑤ )と称する湾曲した部材が取り付けられており、トロリ線の割り込みを防止している。

### 問 37

次の文章は、EMC 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。

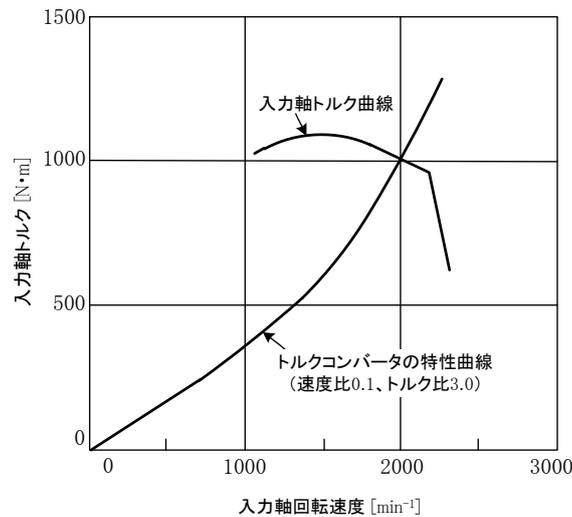
- (1) EMC は、日本語で電磁( ① )といい、ある電磁環境に置かれた機器・システムが、他の機器等に電磁妨害を与えず、かつ影響を受けずに満足に動作できる能力のことである。
- (2) 電気車から発生する電磁ノイズのうち、高周波電流が電線等を流れる際に発生する( ② )によるものを直達ノイズと呼ぶ。
- (3) 電力変換装置のスイッチングによって発生し、レールへ流出する( ③ )電流高調波によるノイズは、軌道回路等のレールを利用する信号設備に妨害を及ぼすおそれがある。
- (4) 交流主電動機の配線からの直達ノイズの対策としては、配線のツイスト、配線の( ④ )への収納、配線を車上信号機器から遠ざける等がある。
- (5) 直流電気車における数十[Hz]程度の周波数の( ③ )電流高調波に対する一般的な対策としては、フィルタリアクトルとフィルタコンデンサの共振周波数を( ⑤ )から外すことが行われる。

問 38

次の文章は、液体変速機に組み込まれたトルクコンバータの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。

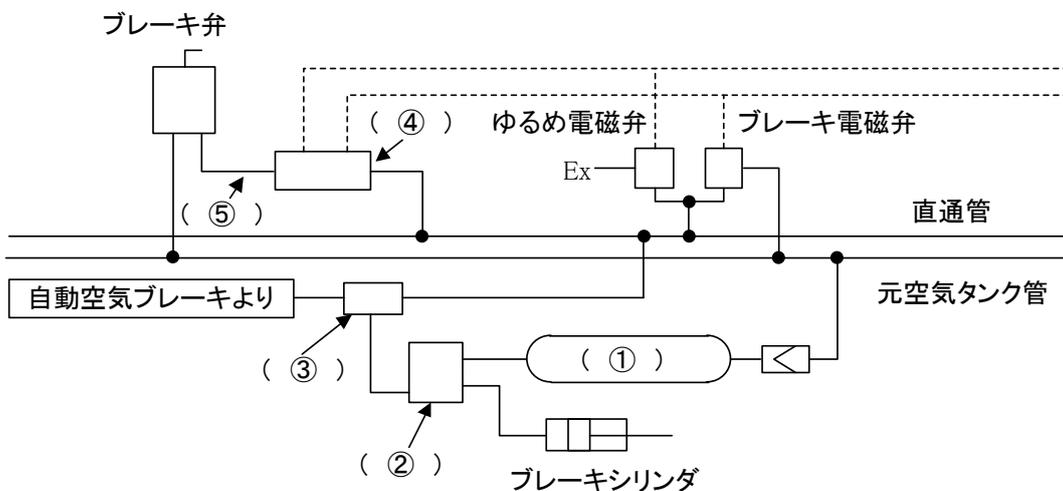
次の図は、入力軸トルク曲線(機関トルクから補機駆動トルク分を差し引いたもの)とトルクコンバータの特性曲線を重ね合わせたものである。ただし、図に示したトルクコンバータの特性曲線は、速度比(速比)が0.1、トルク比が3.0であるものとする。

ここで、入力軸トルク曲線とトルクコンバータの特性曲線が交わる点を( ① )と呼ぶ。この点におけるトルクコンバータの入力軸回転速度は( ② ) $[\text{min}^{-1}]$ である。また、トルクコンバータの出力軸回転速度は( ③ ) $[\text{min}^{-1}]$ 、出力軸トルクは( ④ ) $[\text{N}\cdot\text{m}]$ 、伝達効率は( ⑤ ) $[\%]$ となる。



問 39

次の図は、自動空気ブレーキを併用する場合の電磁直通空気ブレーキシステムの例を示したものである。( )の中に入れるべき適切な語句を解答欄に記入しなさい。



問 40

次の文章は、踏面制輪子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) 制輪子は材質により、鑄鉄制輪子、合成制輪子、( ① )制輪子に大別される。( ① )制輪子は、鉄、銅等、複数の金属粉末およびセラミックス、( ② )等の粉末を焼結、加圧成型したものである。
- (2) 鑄鉄制輪子には普通鑄鉄制輪子と( ③ )制輪子があり、( ③ )制輪子は高速域における摩擦係数や耐摩耗性の改善を図ったものである。
- (3) 合成制輪子は鑄鉄制輪子と比べて重量が軽く、耐摩耗性に優れているが、水潤滑時の摩擦係数が( ④ )である。
- (4) 合成制輪子に金属ブロックを挿入したり、セラミック粒を分散配合して、車輪踏面に適度な粗さを形成することを目的とした制輪子を( ⑤ )制輪子という。

# 鉄道設計技士試験

平成 27 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 27 年度 鉄道設計技士試験 専門試験 I (鉄道車両) 解答

- 問 1 ① セ、② ソ、③ カ、④ ス、⑤ シ  
問 2 ① ×、② ×、③ ×、④ ×、⑤ ○  
問 3 ① エ、② カ、③ キ、④ ス、⑤ サ  
問 4 ① ○、② ○、③ ○、④ ×、⑤ ×  
問 5 ① 30、② 乗務員室、③ ○、④ 難燃性、⑤ ○  
問 6 ① 非常通報装置、② 非常停止装置、③ 受信、④ 音量、⑤ 反射  
問 7 ① ジュール、② 電極、③ ナゲット、④ 散り、⑤ 縁  
問 8 ① 輪軸、② 剛性、③ 高周波振動、④ ゴム座、⑤ 高さ  
問 9 ① ○、② ×、③ ×、④ ×、⑤ ○  
問 10 ① 円錐、② 外輪、③ 保持器、④ ラジアル、⑤ 90  
問 11 ① けん引、② ボルスタアンカ、③ Z、④ 1本、⑤ せん断  
問 12 ① ○、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ○  
問 13 ① 引張力、② 力行電力量、③ 回生電力量、④ 回生率、⑤ エネルギー消費原単位  
問 14 ① ウ、② キ、③ コ、④ ア、⑤ ス  
問 15 ① 誘起電圧、② コギング、③ 短絡、④ 95、⑤ 製造業者  
問 16 ① ○、② ×、③ ×、④ ○、⑤ ×  
問 17 ① コンロッド、② 往復、③ 圧縮、④ 過給機、⑤ 排気タービン  
問 18 ① 騒音、② シリーズ、③ アイドリング、④ 小型、⑤ 電気式  
問 19 ① 均一、② 遅れ込み、③ 運動、④ 非常、⑤ 発電抵抗ブレーキ  
問 20 ① ク、② サ、③ イ、④ シ、⑤ ス  
問 21 ① ×、② ×、③ ×、④ ○、⑤ ×  
問 22 ① ○、② 冷間、③ 小さい、④ クロム、⑤ YAG  
問 23 ① ×、② ○、③ ○、④ ×、⑤ ○  
問 24 ① エ、② ウ、③ キ、④ セ、⑤ ソ  
問 25 ① ウ、② ス、③ エ、④ ケ、⑤ ク  
問 26 ① RMS、② ○、③ ○、④ ○、⑤ 勾配、満車  
問 27 ① ×、② ○、③ ×、④ ×、⑤ ○  
問 28 ① エ、② ク、③ イ、④ コ、⑤ ス  
問 29 ① ×、② ×、③ ○、④ ○、⑤ ×  
問 30 ① ス、② ケ、③ サ、④ ウ、⑤ エ  
問 31 ① クリープ、② 進行、③ 摩擦力、④ 楕円、⑤ 左右  
問 32 ① 所要、② 維持、③ 初期、④ 850、⑤ 200  
問 33 ① 285、② 243.3、③ 65、④ 7.5、⑤ 29.2  
問 34 ① 横圧、② アタック、③ 超過、④ 硬い、⑤ 大きい  
問 35 ① 節、② 腹、③ 固有振動数、④ 最大たわみ、⑤ 1.12  
問 36 ① すり板、② 前後、③ シングルアーム、④ 標準離隔距離、⑤ ホーン  
問 37 ① 両立性、② 磁界、③ 帰線、④ アルミダクト、⑤ 信号周波数  
問 38 ① マッチングポイント、② 2000、③ 200、④ 3000、⑤ 30  
問 39 ① 供給空気タンク、② 中継弁、③ 複式逆止弁、④ 電磁直通制御器、⑤ 制御管  
問 40 ① 焼結合金、② 黒鉛、③ 合金鋳鉄、④ 不安定、⑤ 増粘着

(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。