

# 鉄道設計技士試験

2021年度

## 専門試験Ⅱ（鉄道電気）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 】

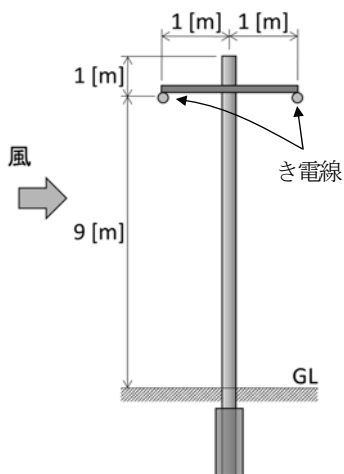
受験票に記載されている「詳細区分」（「強電分野」、「弱電分野」のいずれか）の問題 4 問の中から 3 問を選択し、解答用紙の問題番号を○で囲み、その欄に解答しなさい。

(強電分野)

問 1

次の文章は、下図に示す単独支持柱（以下、電柱）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数値を解答欄に記入しなさい。なお、き電線、がいし、腕金の質量は無視する。また、解答の数値に小数第 1 位以下がある場合、(1)～(3)については小数第 1 位を四捨五入して整数で、(4)については小数第 1 位を切り上げて整数で解答しなさい。

- (1) 電柱が受ける甲種風圧荷重は ( ① ) [N] となる。ただし、鉄筋コンクリート柱の垂直投影面に加わる圧力は  $780 \text{ [N/m}^2]$  とする。
- (2) 2 条のき電線が受ける甲種風圧荷重の合計は ( ② ) [N] となる。ただし、き電線の垂直投影面に加わる圧力は  $980 \text{ [N/m}^2]$  とする。
- (3) 甲種風圧荷重による電柱の地際における曲げモーメントは ( ③ ) [N・m] となる。
- (4) 下図の電柱が曲線半径  $300 \text{ [m]}$  の箇所設備されているものとする。き電線の張力を  $7,000 \text{ [N]}$  とし、風が曲線の外側から内側に向かって吹いている場合、甲種風圧荷重に対する電柱に必要な強度は ( ④ ) [N・m] 以上となる。ただし、電柱の安全率は 2 とする。



- ・鉄筋コンクリート柱：11-40-N50（外径 400 [mm]）
- ・き電線：アルミ  $510 \text{ [mm}^2]$  × 2 条  
（1 条あたり外径 30 [mm] で、単独支持柱の左右に 1 条ずつ施設）
- ・隣接径間：30 [m]

(強電分野)

問2

次の文章は、高低差のない2つの支持点で支持されている、径間 $S$ が48[m]の架空電線路(以下、電線)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。また、張力による電線の伸びは無視する。

- (1) この電線の径間中央で上向きに49[N]の力を加えたとき、電線が62.5[mm]押しあがった。このときの電線の等価ばね定数は(①)[N/m]である。
- (2) この電線の張力は(②)[N]である。なお、径間中央での等価ばね定数は、次式で求められるものとする。

$$k = \frac{4T}{S}$$

ここに、 $k$  : 等価ばね定数 [N/m]

$T$  : 電線の張力 [N]

- (3) この電線の径間中央での弛(ち)度は(③)[mm]である。なお、電線の単位長さ当たりの質量を1[kg/m]、重力加速度を9.8[m/s<sup>2</sup>]とする。
- (4) (3)において、電線の温度が40[°C]上昇したときの弛(ち)度は(④)[mm]である。なお、電線の実長は、次式で求められるものとする。また、電線の線膨張係数は1[°C]について $1.5 \times 10^{-5}$ とする。

$$L = S + \frac{8D^2}{3S}$$

ここに、 $L$  : 電線実長 [m]

$D$  : 弛(ち)度 [m]

(強電分野)

問3

次の文章は、単線区間の直流き電回路の電圧降下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。また、この区間の単位長さ当たりの電路合成抵抗は  $0.04 [\Omega/\text{km}]$  とし、A、B 変電所には定格電圧  $1,500 [\text{V}]$ 、定格容量  $3,000 [\text{kW}]$  で電圧変動率  $6 [\%]$  の整流器が設備されているものとする。

- (1) A 変電所の整流器の無負荷送り出し電圧は ( ① )  $[\text{V}]$  である。ただし、整流器のスナバコンデンサによる影響は無視する。
- (2) 図1において、A 変電所から片送りき電でA 変電所直下 (A 変電所と同じ位置) の列車に  $2,000 [\text{A}]$  を供給する場合、列車位置における電車線電圧 (パンタ点電圧) は ( ② )  $[\text{V}]$  となる。

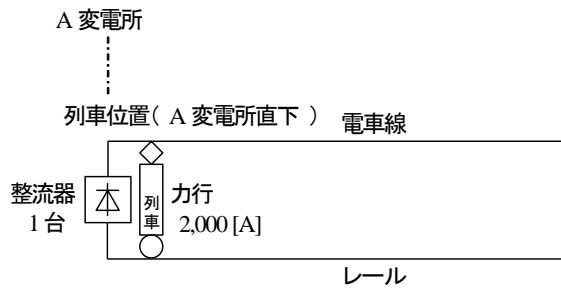


図1

- (3) 図2は、A、B 変電所 (設置間隔  $10 [\text{km}]$ ) から並列き電を行っている場合である。A 変電所から  $6 [\text{km}]$  の地点にいる列車が  $2,000 [\text{A}]$  の電流を消費する場合、各変電所における整流器の等価内部抵抗は ( ③ )  $[\text{m}\Omega]$  であり、B 変電所の出力電流は ( ④ )  $[\text{A}]$  となる。
- (4) (3) において、列車のパンタ点電圧は ( ⑤ )  $[\text{V}]$  となる。

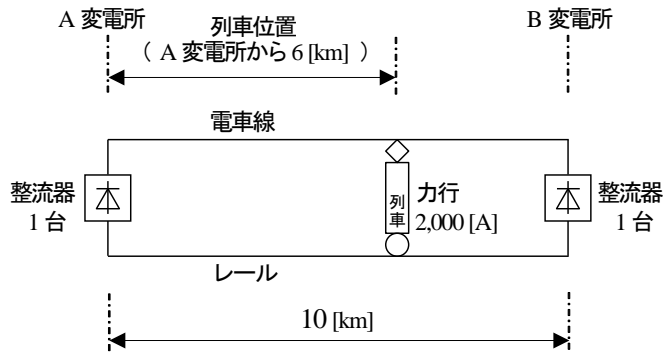


図2

## (強電分野)

### 問4

次の文章は、下表の諸元をもつ変電所の完成検査における絶縁耐力試験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位を切り上げて整数で解答しなさい。

また、計算においては、添付資料(「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、「電気設備に関する技術基準を定める省令」の解釈)を必要により参照すること。ただし、添付資料の「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準6、7、8項は適用できないものとし、試験は交流電圧の印加によるものとする。

- (1) 受電側設備の絶縁耐力試験の試験電圧は( ① ) [kV] となる。
- (2) 直流き電側設備(整流器本体を除く)の絶縁耐力試験の試験電圧は( ② ) [V] となる。
- (3) 高圧配電設備の絶縁耐力試験の試験電圧は( ③ ) [V] となる。
- (4) 高圧配電線(変電所構内の機器および電路を除く)の絶縁耐力試験を、全相一括で行う場合に必要となる耐圧試験設備の出力無効電力の絶対値は( ④ ) [kvar] となる。

なお、円周率  $\pi$  を含む計算は  $\pi \times 0.32 = 1.00$  とする。また、高圧配電線の線路インピーダンスは無視する。

設備種別	直流き電用変電所(普通鉄道)
周波数	50 [Hz]
受電電圧(公称電圧)	110 [kV]
受電相数	三相
受電側中性点	抵抗接地(電力会社側で接地)
直流側定格電圧	1,500 [V]
電車線電圧の下限と上限	1,000 [V] ~ 1,800 [V] (実施基準による)
高圧配電線の相数	三相
高圧配電線の公称電圧	6,600 [V]
高圧配電線電圧の下限と上限	6,000 [V] ~ 7,000 [V] (実施基準による)
高圧配電線	静電容量: 0.32 [ $\mu$ F/km] 配電線の総長: 20 [km]

## 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」

(電路等の絶縁)

第五十二条 電路及び電気機器の絶縁性能は、事故時に想定される異常電圧を考慮し、絶縁破壊による危険のおそれのないものでなければならない。

## 「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準

第五十二条 (電路等の絶縁) 関係

- 1 電路及び電気機器は、次の表に掲げる試験方法で試験し、これに耐えること。ただし、ケーブルを使用する特別高圧又は高圧の送配電線路及び交流のき電線路であって、次に掲げる直流電圧でその心線と大地との間(多心ケーブルにあつては、心線相互間及び心線と大地との間)の絶縁耐力を試験し、連続して10分間これに耐えるものについてはこの限りでない。
- (1) 最大使用電圧が60,000ボルトを超える特別高圧の中性点接地式のものにあつては、最大使用電圧の2.2倍の電圧(その電圧が150,000ボルト未満の場合は、150,000ボルト)
  - (2) 最大使用電圧が特別高圧のものであつて、(1)に掲げるもの以外のものにあつては、最大使用電圧の2.5倍の電圧(その電圧が21,000ボルト未満の場合は、21,000ボルト)
  - (3) 最大使用電圧が高圧のものにあつては、最大使用電圧の3倍の電圧

電路及び電気機器の種類		試験方法
単相交流の電車線路及びき電線路(負き電線路を除く。)		最大使用電圧の1.25倍の交流の電圧を電線と大地間(ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
低圧三相交流の電車線路及びき電線路		最大使用電圧の1.5倍の電圧を電線と大地間(ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
直流のき電線路		最大使用電圧の1.5倍の電圧を電線と大地間(ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
送電線路、配電線路及び引込線	60,000ボルトを超えるもの	中性点接地式電線路にあつては、最大使用電圧の1.1倍の交流の電圧(その電圧が75,000ボルト未満の場合は、75,000ボルト)を、中性点非接地式電線路にあつては、最大使用電圧の1.25倍の交流の電圧を電線と大地間(多心ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
	7,000ボルトを超え60,000ボルト以下のもの	最大使用電圧の1.25倍の交流の電圧(その電圧が10,500ボルト未満の場合は、10,500ボルト)を、電線と大地間(多心ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
	600ボルトを超え7,000ボルト以下のもの	最大使用電圧の1.5倍の交流の電圧を電線と大地間(多心ケーブルの場合は、心線相互間及び心線と大地間)に連続して10分間加圧すること。
母線又はその他の電気機器	60,000ボルトを超えるもの	中性点接地式電線路に接続されるものにあつては、最大使用電圧の1.1倍の交流の電圧(その電圧が75,000ボルト未満の場合は、75,000ボルト)を、中性点非接地式電線路に接続されるものにあつては、最大使用電圧の1.25倍の交流の電圧を加電圧部分と大地間に連続して10分間加圧すること。

	7,000 ボルト を 超え 60,000 ボルト 以下のもの	最大使用電圧の 1.25 倍の交流の電圧（その電圧が 10,500 ボルト未満の場合は、10,500 ボルト）を加電圧部分と大地間に連続して 10 分間加圧すること。
	7,000 ボルト以下 のもの	最大使用電圧の 1.5 倍の交流の電圧（電気機器を試験するときであって、その電圧が 500 ボルト未満の場合は、500 ボルト）を加電圧部分と大地間に連続して 10 分間加圧すること。ただし、600 ボルト未満の母線は除く。
回転機（回 轉變流機を 除く。）	7,000 ボルトを超 えるもの	最大使用電圧の 1.25 倍の交流の電圧（その電圧が 10,500 ボルト未満の場合は、10,500 ボルト）を巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。
	7,000 ボルト以下 のもの	最大使用電圧の 1.5 倍の交流の電圧（その電圧が 500 ボルト未満の場合は、500 ボルト）を巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。
	上記を直流の電圧で試験する場合は、上記の電圧値の 1.6 倍を巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。	
整流器		直流側の最大使用電圧の 1 倍の交流の電圧（その電圧が 500 ボルト未満の場合は、500 ボルト）を加電圧部分と外箱間に連続して 10 分間加圧すること。
変圧器	60,000 ボルトを超 えるもの	中性点接地式電線路に接続されるものにあつては、最大使用電圧の 1.1 倍の交流の電圧（その電圧が 75,000 ボルト未満の場合は、75,000 ボルト）を、中性点非接地式電線路に接続されるものにあつては、最大使用電圧の 1.25 倍の交流の電圧を巻線と他の巻線間、巻線と鉄心間及び巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。
	7,000 ボルトを超 え 60,000 ボルト 以下のもの	最大使用電圧の 1.25 倍の交流の電圧（その電圧が 10,500 ボルト未満の場合は、10,500 ボルト）を、巻線と他の巻線間、巻線と鉄心間及び巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。
	7,000 ボルト以下 のもの	最大使用電圧の 1.5 倍の交流の電圧（その電圧が 500 ボルト未満の場合は、500 ボルト）を巻線と他の巻線間、巻線と鉄心間及び巻線と大地間に連続して 10 分間加圧すること。

(中 略)

- 6 特別高圧の電路は、日本電気技術規格委員会規格 JESCE 7001 (1998) (電路の絶縁耐力の確認方法) の「3.1 特別高圧の電路の絶縁耐力の確認方法」により絶縁耐力を確認する場合は、1 の規定によらないことができる。
- 7 変圧器の電路は、日本電気技術規格委員会規格 JESC E 7001 (1998) (電路の絶縁耐力の確認方法) の「3.2 変圧器の電路の絶縁耐力の確認方法」により絶縁耐力を確認する場合は、1 の規定によらないことができる。
- 8 器具等の電路は、日本電気技術規格委員会規格 JESC E 7001 (1998) (電路の絶縁耐力の確認方法) の「3.3 器具等の電路の絶縁耐力の確認方法」により絶縁耐力を確認する場合は、1 の規定によらないことができる。



## 「電気設備に関する技術基準を定める省令」の解釈

### 【用語の定義】(省令第1条)

第1条 この解釈において、次の各号に掲げる用語の定義は、当該各号による。

- 一 使用電圧(公称電圧) 電路を代表する線間電圧
- 二 最大使用電圧 次のいずれかの方法により求めた、通常の使用状態において電路に加わる最大の線間電圧
- イ 使用電圧が、電気学会電気規格調査会標準規格 JEC-0222-2009「標準電圧」の「3.1 公称電圧が1,000Vを超える電線路の公称電圧及び最高電圧」又は「3.2 公称電圧が1,000V以下の電線路の公称電圧」に規定される公称電圧に等しい電路においては、使用電圧に、1-1表に規定する係数を乗じた電圧

1-1表

使用電圧の区分	係数
1,000V以下	1.15
1,000Vを超え500,000V未満	1.15/1.1
500,000V	1.05、1.1又は1.2
1,000,000V	1.1

- ロ イに規定する以外の電路においては、電路の電源となる機器の定格電圧(電源となる機器が変圧器である場合は、当該変圧器の最大タップ電圧とし、電源が複数ある場合は、それらの電源の定格電圧のうち最大のもの)
- ハ 計算又は実績により、イ又はロの規定により求めた電圧を上回ることが想定される場合は、その想定される電圧

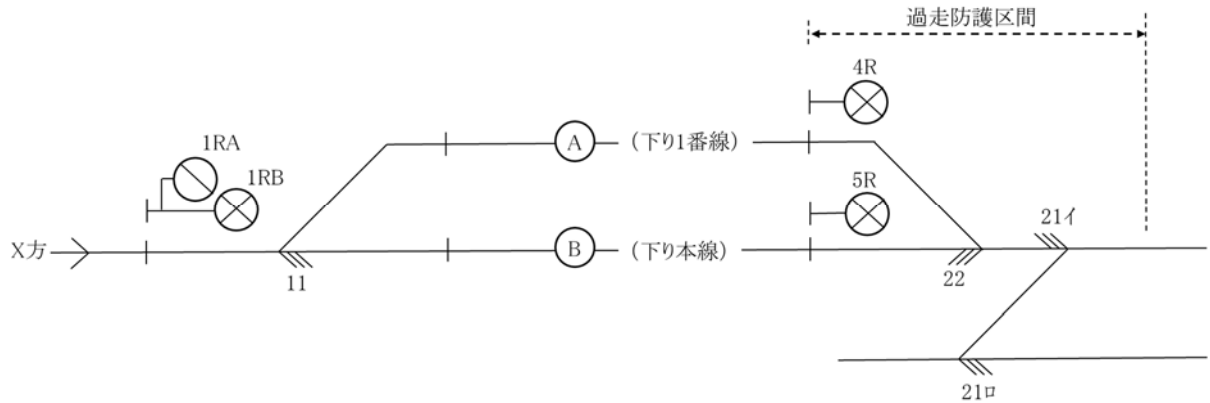
(以下、略)

(弱電分野)

問5

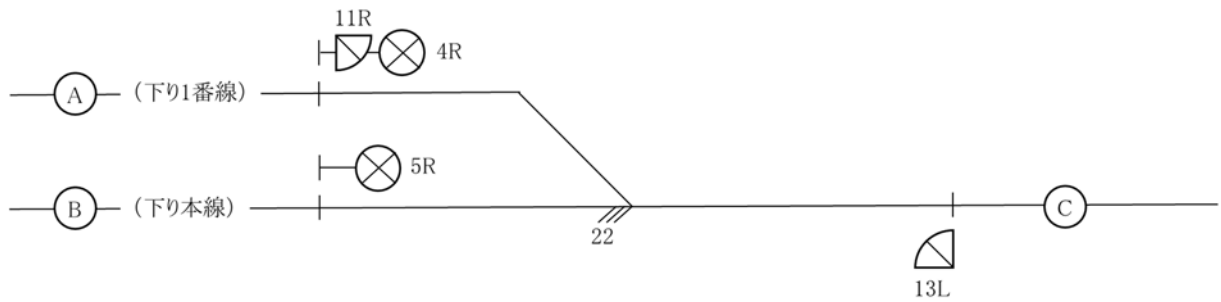
次の(1)～(4)に示す連動図表について、( )の中に入れるべき適切な記号を解答欄に記入しなさい。なお、連動図表の空欄には、必要な箇所在所定の記号が記載されているものとする。

(1)



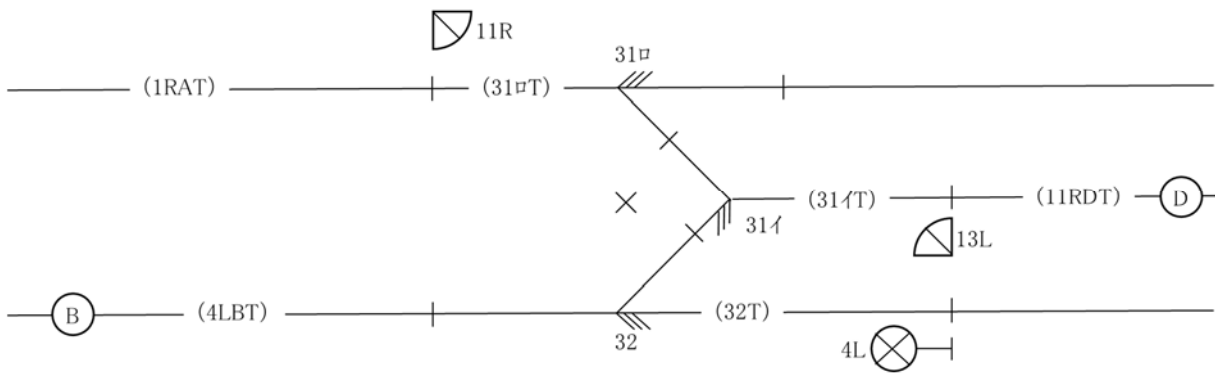
名 称		番 号		鎖錠
場内信号機	X方-下り1番線	1R	(A)	(①)
	X方-下り本線		(B)	

(2)



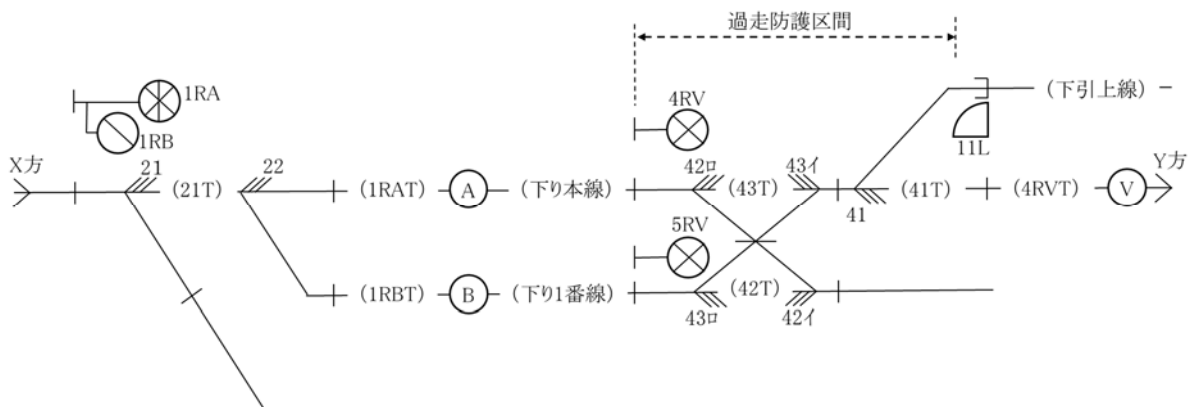
名 称		番 号		鎖錠
出発信号機	A-C	4R	(C)	(②)
同上	B-C	5R	(C)	
入換信号機	A-C	11R	(C)	
同上	C-A	13L	(A)	
	C-B		(B)	

(3)



名称	番号	鎖錠	信号制御またはてっ査鎖錠
入換信号機	1RAT-11RDT	11R (D)	(3)
同上	11RDT-4LBT	13L (B)	(4)

(4)



※ 過走防護区間の転てつ器の鎖錠が必要な場合は、本線出発進路方向に鎖錠するものとする。

名称	番号	鎖錠	信号制御またはてっ査鎖錠
場内信号機	X方-下り本線	1R (A)	(5)
	同上(警戒信号現示)		(6)
			(7)

(弱電分野)

問6

次の文章は、軌道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数値または記号を解答欄に記入しなさい。

- (1) 軌道回路の伝送特性はレール抵抗  $R$  [ $\Omega/\text{km}$ ]、レールインダクタンス  $L$  [ $\text{mH}/\text{km}$ ]、漏れコンダクタンス  $G$  [ $\text{S}/\text{km}$ ]、静電容量  $C$  [ $\mu\text{F}/\text{km}$ ] の一次定数で表すことができる。図1の(①)～(④)は比較的乾燥した軌道状態における軌道回路の一次定数の測定結果のイメージである。(①)～(④)に該当する一次定数を  $R$ 、 $L$ 、 $G$ 、 $C$  で解答しなさい。

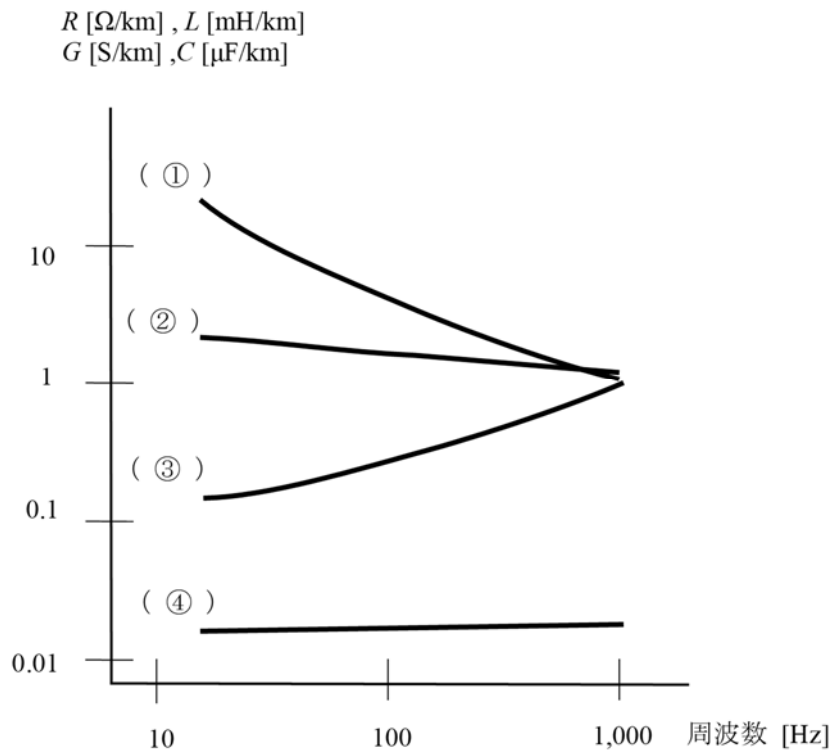


図1

- (2) 図2に示すインピーダンスボンドの1次側と3次側の巻線比が  $1:n$  の場合、1次側と3次側のインピーダンス比は  $1:(⑤)$  となる。

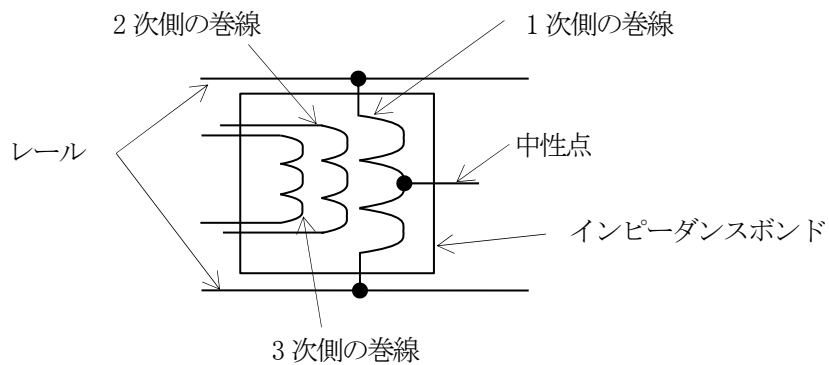


図2

- (3) 軌道回路のパワーアップは並列共振を利用している。インピーダンスボンドの励磁インダクタンスが 1 次側で 1.6 [mH]、1 次側と 3 次側の巻線比が 1 : 20、周波数 50 [Hz] のとき、3 次側に接続するコンデンサの容量は ( ⑥ ) [ $\mu$ F] とすればよい。ただし、励磁インダクタンスおよび接続するコンデンサはインダクタンス、あるいはキャパシタンスの成分だけで構成されているものとし、解答の数値に小数第 1 位以下がある場合は、小数第 1 位を四捨五入して整数で解答しなさい。また、円周率は 3.14 とする。
- (4) 軌道回路のパワーアップのために接続するコンデンサの容量と軌道回路の周波数の関係について考えた場合、軌道回路の周波数を 0.5 倍するとコンデンサの容量は ( ⑦ ) 倍となる。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。

## (弱電分野)

### 問7

次の文章は、電力設備や車両機器による信号通信設備への影響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、( ① )で解答の数値に小数第4位以下がある場合は、小数第4位を四捨五入して小数第3位まで、( ① )以外で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) デジタル変調された信号を受信・復調する装置である受信機器Aについて、入力インピーダンスは $600[\Omega]$ 、入力端での最小動作電圧を電力で表すと $10[\text{dBm}]$ となっている。 $\text{dBm}$ は、 $1[\text{mW}]=0[\text{dBm}]$ として定義された単位であり、入力インピーダンスが $600[\Omega]$ の場合は、 $0[\text{dBm}]=$ ( ① ) $[\text{V}]$ となる。
- (2) 受信機器Aの復調性能(誤り特性)が図1とすると、ビットエラー率 $\text{BER}=1 \times 10^{-5}$ 以下を達成するために必要な $\text{S}/\text{N}$ は( ② ) $[\text{dB}]$ 以上となり、このときに許容される妨害電圧を電力に換算すると入力端で( ③ ) $[\text{dBm}]$ となる。

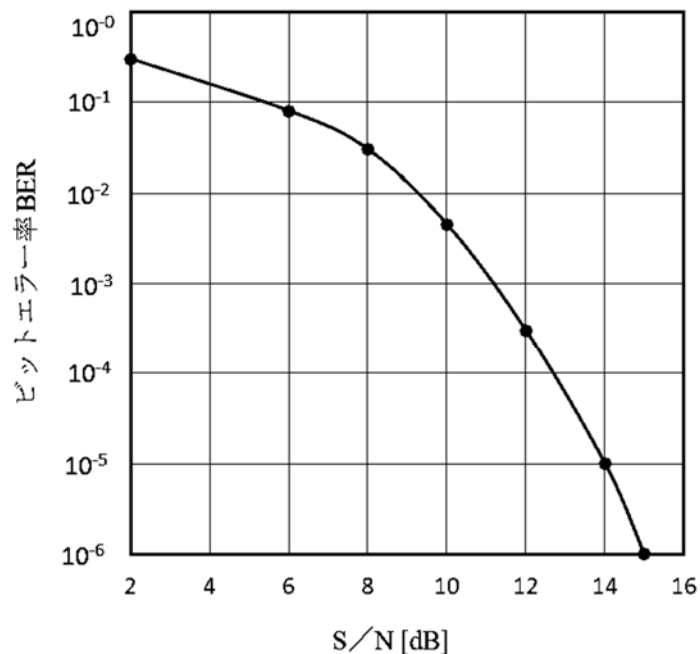


図1

- (3) 商用電源の周波数が $60[\text{Hz}]$ の場合において、6パルス(6相)整流器を用いる直流変電所では、( ④ ) $[\text{Hz}]$ とその整数倍のリップルが生じるため、信号設備はそのリップルを考慮する必要がある。また、交流電化区間や近傍の直流電化区間では商用電源周波数の整数倍の周波数を避けた分周軌道回路や分倍周軌道回路が用いられることが多いが、これらは、( ⑤ ) $[\text{Hz}]$ の電流をレールに流している。

- (4) 図 2 は有絶縁軌道回路の受信側の回路を示したものである。左右のレールに流れるそれぞれの電流が  $I_1 = 45$  [mA]、 $I_2 = 55$  [mA]、インピーダンスボンド (ZB) の一次側から見たインピーダンスが  $5$  [ $\Omega$ ]、ZB の巻数比 (1 次側を基準とした場合の 2 次側の巻数比) を  $10$  としたとき、不平衡率は  $U = ( \text{⑥} )$  [%]、受信機器側に発生する妨害電圧は  $E = ( \text{⑦} )$  [mV]となる。

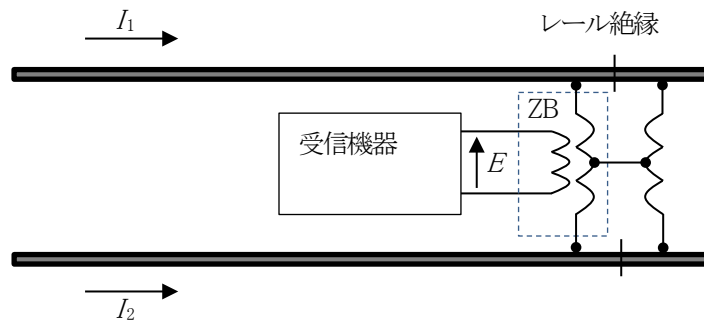


図 2

(弱電分野)

問 8

次の文章および下表は、周波数が 2,400 [MHz] の電波を搬送波として用いる無線通信システムの回線設計例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 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) 下表に示した固定局の無線機の送信機出力は ( ① ) [dBm]、送信アンテナ利得は ( ② ) [dBi] である。ただし、 $\log_{10}5 = 0.7$  とする。
- (2) 特性インピーダンスが 50 [Ω] のアンテナ出力端に抵抗値が 50 [Ω] の終端抵抗を接続した場合の端子電圧  $V_1$  [dBμV] に対し、終端抵抗を開放した場合の端子電圧  $V_2$  [dBμV emf] は、( ③ ) [dB] 高くなる。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。
- (3) 下表の許容伝搬損失は ( ④ ) [dB] である。このとき、電波の伝搬経路を自由空間と仮定すると、電波の伝搬距離は、( ⑤ ) [m] である。なお、自由空間における伝搬損失  $L$  [dB] と伝搬距離  $d$  [m] の関係は、下式で表されるものとする。また、光速は  $3.0 \times 10^8$  [m/s]、円周率  $\pi$  は 3.14 とする。

$$L = 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)$$

ここに、 $\lambda$  : 波長 [m]

$d$  : 伝搬距離 [m]

- (4) 伝搬距離を延ばすため、許容伝搬損失が 83 [dB] 以上となるように移動局 (受信機) 側の受信アンテナ～受信機間のケーブル長を設計するには、移動局 (受信機) のケーブル等の損失を ( ⑥ ) [dB] 以下にする必要がある。なお、移動局 (受信機) のケーブル等の損失以外の要素は、前出の表と同じ設定値とする。

固定局 (送信機)	
送信機出力	5 [mW] ( ① ) [dBm] 120 [dBμV emf]
ケーブル等損失	10 [dB]
送信アンテナ利得	( ② ) [dBi]
送信アンテナからの輻射強度	122 [dBμV emf]
移動局 (受信機)	
最低所要受信機入力	33 [dBμV emf]
受信アンテナ利得	2 [dBi]
ケーブル等損失	5 [dB]
最低所要受信アンテナ入力	36 [dBμV emf]
許容伝搬損失	
マージン	6 [dB]
許容伝搬損失	( ④ ) [dB]





**【 論文式 】**

受験票に記載されている「詳細区分」（「強電分野」、「弱電分野」のいずれか）の問題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。

**(強電分野)**

問1

電車線路設備における循環電流に関して、以下の3点について具体的に述べなさい。

- ① 循環電流の概要および具体的な通過経路となり得る設備
- ② 循環電流によって想定される障害とその発生メカニズム
- ③ わたり線箇所、電車線交差箇所における具体的な循環電流防止対策および施工上の留意点

問2

架空電車線では良好な集電性能を得るために、以下に示す(a)～(c)が重要である。

- (a) トロリ線の高さが一定であること
- (b) 引留区間内で張力が一定であること
- (c) 径間内でのトロリ線の押上量が一定であること

これを踏まえ、以下の3点について答えなさい。

- ① (a)～(c)のそれぞれで、一定ではない状況が発生した場合において、電車線やパンタグラフ、もしくはそれらの相互作用で生じる具体的な現象を述べなさい。
- ② 明かり区間の直線区間（セクション、わたりを除く）で離線が多く発生していることが報告され、上記(a)～(c)が損なわれた可能性が考えられた。上記(a)～(c)が損なわれた原因の具体的な例とそれに対する対策を、(a)～(c)のそれぞれで一つずつ述べなさい。
- ③ 曲線区間の支持点ごとでトロリ線の年間摩耗率が大きくなっていることが報告された。当該箇所でトロリ線の摩耗率が大きくなる原因と対策を具体的に述べなさい。なお、原因と対策については、複数述べてよい。

問3

直流電化区間における回生失効について、以下の3点について具体的に答えなさい。

- ① 回生失効の発生原因、問題点について述べなさい。
- ② 以下に示す条件1における回生失効対策として、効果的と考える対策を2点挙げて、概要ならびに長所と短所を述べなさい。

【条件1】2両編成の列車が1時間に1本程度走行する単線区間

- ③ 以下に示す条件2における回生失効対策として、効果的と考える対策を挙げて、概要ならびに長所と短所を述べなさい。なお、本対策は②以外の観点とする。

【条件2】6両編成の列車が10分に1本程度走行する高架の複線区間

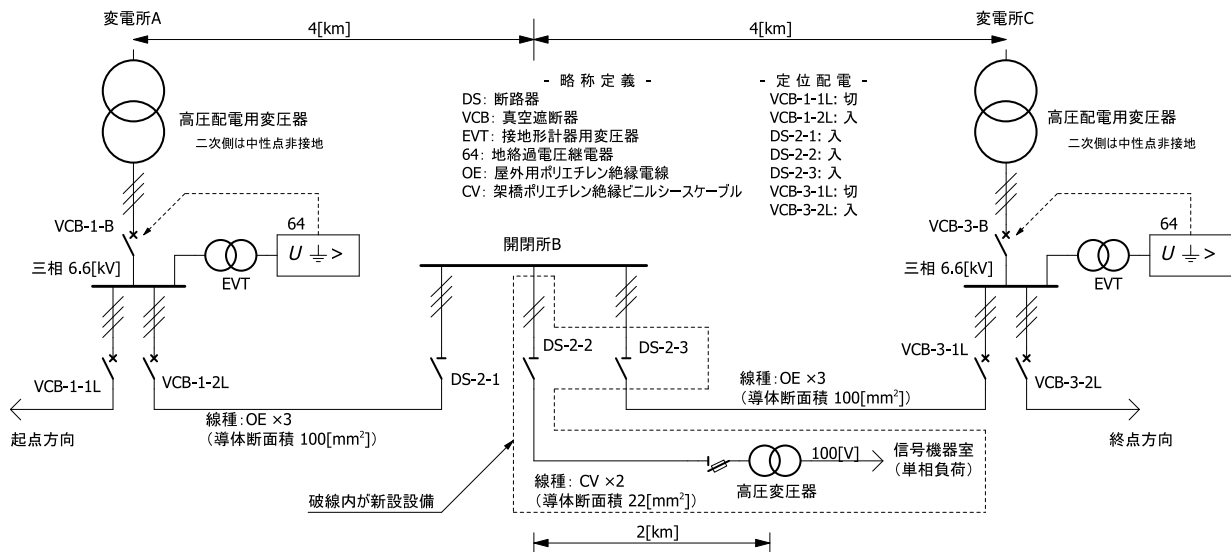
## (強電分野)

### 問4

高压配電線における零相電圧の問題に関して、次の前提条件を踏まえて以下の3点について具体的に答えなさい。

#### 【前提条件】

下図のように、変電所A、開閉所B、変電所Cが4[km] 間隔で配置されている三相1回線の中性点非接地方式による公称電圧6,600[V] の高压配電系統があるが、開閉所Bから2[km] の場所に新設される信号機器室(単相負荷)に対して、開閉所Bに新たな高压配電回線と二つの開閉器の新設が計画されているとする。そして、新設の信号機器室へは開閉所Bの母線のうちR、S相の二相から単相配電する計画である。なお、高压配電用変圧器の一次側、高压配電線の負荷設備など図中には示していない設備がある。



- ① 本工事計画は配電線に生じる零相電圧の観点で問題が生じる可能性がある。地絡過電圧継電器 64 に与える影響に言及した上でこの工事計画の問題点を述べなさい。
- ② 本工事計画の改良案を2つ挙げ、それぞれ具体的な構成を述べた上で、対策効果が得られる原理を説明しなさい。なお、配電系統の中性点接地方式の変更、新設区間への分岐点(開閉所B)の位置変更、定位配電の構成変更はできないものとする。
- ③ ②で提案した2つの改良案を比較し、それぞれの長所と短所を説明しなさい。

## (弱電分野)

### 問5

電子連動装置の雷害対策に関して、サージ侵入経路を踏まえ、以下に示す3つの対策について、その効果と効果が得られる原理および採用する際の留意点を具体的に述べなさい。

- ① 耐雷トランスの設置
- ② 配線分離
- ③ 仮想接地を用いた等電位化

### 問6

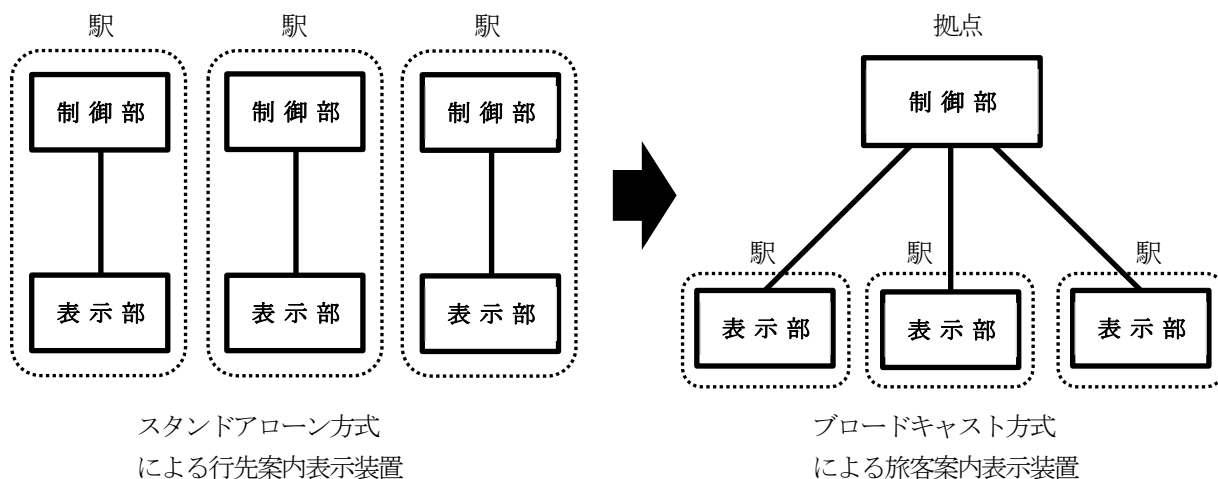
デジタル伝送を用いる自動列車停止装置(ATS)や自動列車制御装置(ATC)、無線式列車制御システムに関して、以下の3点について具体的に答えなさい。

- ① これらの装置、システムで用いられている地上子(トランスポンダなど)、軌道回路(ループコイルによる方式を含む)、無線のそれぞれにおけるデジタル伝送方式について、列車制御用途に適用する場合の利点を述べなさい。
- ② 地上子、軌道回路、無線の伝送方式から1つを選択し、そのデジタル伝送方式における伝送エラーの発生要因と伝送品質確保の考え方、エラー検出・訂正や安全符号の考え方について述べなさい。
- ③ 地上子、軌道回路、無線の伝送方式から②で選択した方式とは別の方式を1つ選択し、そのデジタル伝送方式における伝送エラーの発生要因と伝送品質確保の考え方、エラー検出・訂正や安全符号の考え方について述べなさい。

## (弱電分野)

### 問7

下図のように、各駅個別に制御していた行先案内表示装置を、拠点で集中して制御を行う旅客案内表示装置へ更新する場合において、以下の3点について具体的に答えなさい。



- ① 各駅個別のスタンドアローン方式による行先案内表示装置について、概要ならびに長所・短所を述べなさい。
- ② 拠点で集約化したブロードキャスト方式による旅客案内表示装置について、概要ならびに長所・短所を述べなさい。
- ③ 行先案内表示装置を旅客案内表示装置に更新するにあたり、拠点と各駅間を IP ネットワークで構築する際の設計上の留意点について述べなさい。ただし、連動装置や運行管理システムとのデータ授受については対象外とする。

### 問8

大規模災害により、自営の通信回線が切断され、必要な連絡や情報の収集に支障をきたす場合があることを踏まえ、以下の3点について具体的に答えなさい。

- ① 自営通信回線における災害時に懸念される脆弱箇所を2点挙げ、想定されるリスクについて述べなさい。
- ② 自営の常用通信回線が切断された際への対策として、拠点と拠点間における通信手段の確保として有効と考えられる対策と留意事項について述べなさい。
- ③ 自営の常用通信回線が切断された際への対策として、拠点と駅中間（列車を含む）との間における通信手段の確保として有効と考えられる対策と留意事項について述べなさい。



2021 年度 鉄道設計技士試験 専門試験Ⅱ（鉄道電気）【記述式】 解答

- 問1 (1)① 3,120  
 (2)② 1,764  
 (3)③ 31,476  
 (4)④ 88,152
- 問2 (1)① 784  
 (2)② 9,408  
 (3)③ 300  
 (4)④ 780
- 問3 (1)① 1,590  
 (2)② 1,500  
 (3)③ 45、④1,163  
 (4)⑤ 1,352
- 問4 (1)① 127  
 (2)② 2,700  
 (3)③ 10,500  
 (4)④ 662
- 問5 (1)① 11 22 21  
 (2)② ②② 11R 13LA  
 (3)③ 31  $\uparrow$  T 31  $\downarrow$  T 11RDT (32T 但 ③②)、④ 31  $\downarrow$  T 32T 4LBT  
 (4)⑤ 21 22  $\overline{42}$   $\overline{43}$   $\overline{41}$ 、⑥ 21T 1RAT 42 43 41、⑦ 21T 1RAT
- 問6 (1)① C、② L、③ R、④ G  
 (2)⑤  $n^2$   
 (3)⑥ 16  
 (4)⑦ 4.0
- 問7 (1)① 0.775  
 (2)② 14、③ -4  
 (3)④ 360、⑤ 30  
 (4)⑥ 10、⑦ 250
- 問8 (1)① 7、② 12  
 (2)③ 6  
 (3)④ 80、⑤ 100  
 (4)⑥ 2

(注) 上記以外にも正解のある場合があります。