

試験種別	試験科目
線路主任技術者	線路設備及び設備管理

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、市内PECケーブルの特徴について述べたものである。 [] 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 [] 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

市内PECケーブルは、一般に、とう道及び管路区間に適用するケーブルで、星形構成の心線を識別できるよう [(ア)] 種類の色に着色した [(イ)] で絶縁を施し、外被は、 [(ウ)] 構造となっている。STケーブルと比較すると、心線外径(絶縁部分を含む。)の細径化によるケーブルの多対化、心線のカラーコード化と10対サブユニット化による作業性の向上、 [(イ)] 絶縁による漏話特性の向上などが図られている。

さらに、市内PECケーブルの心線接続は、一般に、 [(エ)] を用いることによって、心線接続部における時々断防止が図られ、また、スタンダードクロージャの適用により、ケーブル外被接続部の信頼性、作業性の向上が図られる。

<(ア)~(エ)の解答群>

PATコネクタ	硬質塩化ビニル	融着	MCコネクタ
2	4	8	10
鉛被	PEF	紙	Al
PVC	CS	圧着	LAP

- (2) 次の文章は、線路設備の維持のための環境による影響、対策などについて述べたものである。 [] 内の(オ)~(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×4=12点)

- () 架空構造物(塔構造物を除く。)が環境から受ける影響等について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 [(オ)] である。

<(オ)の解答群>

架空構造物として設置される電柱種類の選定に当たっては、受風圧による折損と地盤破壊による倒壊などを考慮する必要がある。

電柱の設計荷重として考慮される架空線条の受ける風圧荷重は、風圧荷重種別による風圧係数、線条の単位質量、電柱間距離(スパン長)、接続端子^{かん}の有無などにより算出される。

電柱の倒壊を判断する地盤支持力は、根入れ長、地中部における電柱表面積などにより変化する。

電柱を設置する場合、地盤の掘削方法(丸穴掘り、階段掘り等)により、設置時点において得られる地盤支持力・地耐力は変化する。

() 架空ケーブル及びつり線が環境から受ける影響等について述べた次のA～Cの文章は、**(カ)**。

- A 架空ケーブルの張力は、ち度、周囲温度、ケーブル重量、スパン長などにより変化する。一般に、ち度が大きくなると張力は小さくなる。
- B ダンシングは、一般に、丸形ケーブルが10～20[m/s]程度の横風を受けて振動する現象をいい、心線部分の疲労によりケーブルの破断が発生する。
- C 乙種風圧荷重は、寒冷地等において、線条に規定量の着雪があった状態で甲種風圧荷重の $\frac{1}{3}$ の風圧が加わった場合の荷重である。

<(カ)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 地下ケーブルが環境から受ける影響や対策等について述べた次の文章のうち、誤っているものは、**(キ)**である。

<(キ)の解答群>

PEは、応力(ひずみ)を加えた状態で、アセトン、石けん水などの極性の強い液に浸されていると亀裂を生ずる性質があるため、ケーブルの外被に用いる場合は、分子量の高いPEを使用するなどの対策が必要である。

寒冷地においては、管路内溜水の凍結・体積増加によるケーブル圧壊等の影響があるため、凍結防止用PEパイプによる防止策が採られている。

地下ケーブルが車両走行による振動や温度変化等により移動する現象は、クリーピングといわれる。この現象は、硬岩盤地域や重車両の通行が多い場所で多発する。

光及びメタリックケーブルは、地下ケーブルの移動防止策として、一般に、ケーブル移動防止金物をマンホール内に取り付けの方法が用いられている。

() ケーブル接続部が環境から受ける影響や対策等について述べた次の文章は、**(ク)**。

- A 温度変化により引き起こされる現象としては、ケーブルの温度伸縮による接続部の破損が考えられるが、接続に用いる工法により接続部の引張圧縮強度を考慮するとともに、スラックを取ることで伸縮の影響を吸収させている。
- B 丸型市内CCPケーブルにおける心線移動は、一般に、PEシースが直射日光の影響を受けて伸縮することにより、接続端子函内でシースが固定金具から外れて心線が露出する現象を引き起こす。
- C ケーブルや接続端子函等に用いられるPEは、紫外線による還元反応により劣化する。また、光学的劣化に加えて雨や湿気等が触媒の作用をして劣化を進行させる。その対策の一つとしては、安定剤や遮光のためのベントナイトを材料として配合する方法がある。

<(ク)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

- (1) 次の文章は、地下配線方式の概要について述べたものである。□内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

通信ケーブルの配線においては、創設費が少なく都市構造の変化に即応できる□(ア)の配線設備が主体に建設されてきたが、都市景観の改善や、交通・消防等への支障を回避するために配線設備の地下化の要請が高まっている。地下配線化の方式としては、占用事業者が単独で実施する単独地下管路方式、地方自治体等が管路設備を整備する自治体管路方式、道路管理者が設置し費用を道路管理者と占用事業者で分担するキャブシステムなどがある。

地下管路を用いる場合は、ケーブル接続部及び分岐部などを収容するハンドホール、引込ケーブルを収容する引込管路、本線ケーブルを収容する配線管路などで構造物が構成されており、近年、経済化を図るため□(イ)を用いた引込管路と配線管路の一部を共用した形態も採られている。キャブシステムは、一般に、歩道下に設置され、通信、電力などの各種ケーブルを限られた地下空間に共同で収容するため、一般的に、□(ウ)の構造物が用いられている。

また、地下配線に用いられる□(エ)ケーブルは、架空CCPケーブルと比較してその故障率が低く、台風、豪雨などの自然現象に対する耐力を高めた構造としてあるため、設備信頼性の高い配線方式とすることができる。

<(ア)~(エ)の解答群>

シールドトンネル	ST	差込継手管	PEC
直埋設形式	CCP-JF	平板	地下形式
レジンマンホール	多分岐管路	半割管	鋳鉄管
蓋 ^{ふた} がけ式コンクリート	CCP-CS	とう道形式	架空形式

- (2) 次の文章は、通信土木設備の維持・運用について述べたものである。□内の(オ)、(カ)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×2=6点)

() 通信用管路及びとう道の点検・調査について述べた次の文章は、□(オ)。

- A マンドレルは、管路がケーブル布設に支障とならない曲率半径を保っているか、また、所要の直径を有しているかを調査するときなどに用いられる。
- B とう道の2次覆工コンクリートに生じた空洞^{とつ}の有無は、電磁誘導法により非破壊で探査することができる。
- C パイプカメラは、管路内への通線が何らかの原因で困難な場合に管路内に挿入し、閉塞箇^{そく}所をモニタし、閉塞の原因を調査するとき用いられる。

<(オ)の解答群>

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

() 管路のライニング工法について述べた次の文章は、 (カ) が正しい。

<(カ)の解答群>

錆^{さび} 錆腐食により劣化した金属管路の内部を清掃した後、エポキシ樹脂の塗膜を管内面に施工して錆腐食の進行を防ぐ。

管路内に高圧空気を送風することで空気の流れを作り、それを利用して管路内にポリエチレン系樹脂を薄膜で形成する。

腐食により劣化した管路部分を探索し、路面を開削^{せい}することによりその部分を切断、撤去した後に、管内面を防錆樹脂でコーティングした半割管を取り付けて補修する。

高圧水ポンプ、高圧送水ホース、矯正機などを利用して金属管の偏平(へこみ)を矯正する。

硬質ビニル管の偏平部を管路内面から加熱軟化させ、ギヤハンマーを利用して機械的に矯正・補強する。

(3) 次の文章は、海底ケーブルの故障原因、故障位置の測定及び修理方法について述べたものである。 内の(キ)、(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×2=6点)

() 故障原因及び故障位置測定方法について述べた次の文章は、 (キ) が正しい。

<(キ)の解答群>

これまでに発生した海底ケーブルの故障原因を、人為的によるものと自然現象によるもの^とに分類すると、自然現象による故障の割合が多い。

絶縁不良故障時には、静電容量試験により故障点の静電容量を測定し、建設時等のデータと比較して故障位置を判定する。

光増幅方式の通信システムにおいては、陸揚局から第1番目の光増幅中継器以遠の区間においてもコヒーレントOTDR(C-OTDR)測定により、光ファイバの故障位置の測定が可能である。

自然現象による海底ケーブルの故障は、海底火山の爆発による地殻^{かく}の変動や地すべり、台風による流木や混濁流などが要因となるが、海底地震の影響により故障することはない。

() 光海底非埋設ケーブルの修理について述べた次の文章は、。

- A 陸揚局から第1中継器までの浅海部のケーブル長は、一般に、設計段階において、修理マージンを考え、標準中継区間長より短くすることが多いため、修理時にケーブルを割り入れても中継器を追加することは少ない。
- B 故障箇所が機械的につながっている場合、スラック量が十分にある場合を除き、一般に、ケーブルの船上への揚収作業の前に海中において切断刃付探線機等でケーブルを切断する作業を行う。
- C 水深1,000m以上の深海部修理においては、ケーブルの故障位置が正確に判定できる場合、追加分のケーブル長は、一般に、水深と同じ長さで十分である。

<(ク)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

問3 次の問いに答えよ。

(小計20点)

(1) 次の文章は、陸上光ファイバケーブルの構造と特徴について述べたものである。内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

光ファイバケーブルは、製造時及び長期運用時に光ファイバの伝送特性、機械特性を損なわないよう光ファイバ心線を外力から保護する構造、心線の撚りピッチ、抗張力体の選定と配置などを考慮し設計が行われている。

光ファイバ心線を外力から保護する方法には、光ファイバが動かないように心線の周囲にの材料等を配置・固定して耐力を高める方法と、光ファイバをフリーな状態にして外力の影響を直接受けないようにする方法とが採られる。

心線の撚りピッチは、ケーブルを曲げたときに光ファイバに過度の機械的ひずみが掛からない程度とするが、撚りピッチを小さくし過ぎると心線の劣化を伴うこととなる。

光ファイバケーブルの抗張力体は、布設時の張力を分担し、光ファイバに加わるひずみを小さくするためのものである。材料としては、がよく用いられている。また、非金属光ファイバケーブルが要求される場合には、等が使われている。

光ファイバをケーブル内に收容するための主な構造は、外被の内側にルーズに收容するチューブ(パイプ)構造、心線をタイトに撚り集合する構造、溝(スロット)内に收容するスロット構造などに分類されている。

<(ア)~(エ)の解答群>

- | | | | |
|-----|-----|------|------------|
| リボン | 緩衝性 | アルミ線 | ストランド |
| 難燃性 | 絹繊維 | 鋼線 | パルプ繊維 |
| 麻繊維 | 鋼銅線 | テープ | 軟銅線 |
| 同軸 | 水密性 | 耐光性 | 繊維強化プラスチック |

(2) 次の文章は、強電流施設と通信施設の接近時における強電流施設からの誘導妨害とその軽減対策について述べたものである。 内の(オ)～(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。 (3点×4=12点)

() 異常時誘導危険電圧について述べた次の文章は、 (オ) が正しい。

<(オ)の解答群>

主な発生源は、直流式電気鉄道の電車用トロリー線電流及び送電線地絡故障時の地絡電流であり、交流電気鉄道の電車用トロリー線ではほとんど発生しない。

送電線等の地絡故障時には、異常時誘導危険電圧が誘導され、人体への危険及び通信施設に損傷を与える場合がある。

送電線等の地絡故障時の通信線に鎖交する磁束は、送電線等による磁束と大地帰路電流による磁束は互いに打ち消す方向に生ずるが、大地帰路電流は、一般に、地中の浅い所に流れるため、送電線等の付近の通信線に非常に多くの磁束が鎖交することとなり、大きな電磁誘導電圧が発生する。

送電線等の地絡故障時に、発電所の遮断器が、ごく短時間で遮断する機能を備えている場合には、人体及び通信施設に危険を及ぼすことはないため軽減対策は不要である。

() 電気鉄道、電力線などの正常運転時において通信線に発生する誘導雑音電圧について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

<(カ)の解答群>

通信線の心線間に生ずる雑音電圧は、通話妨害を引き起こす。

交流式電気鉄道には、トロリー線からの交流電流を直流に変換するための整流器を積載しているものがある。この整流器から生ずる高調波によって、通信線に誘導雑音電圧が発生する。

直流式電気鉄道から通信線に及ぼす妨害源としては、変電所からトロリー線に供給する直流電流のリプル分によるものが主体である。

架空送電線に設けられている架空地線は、電力線への雷直撃を防止するためのほか、通信線に電磁誘導により、誘導雑音電圧が発生することを防止するために設置されている。

() 誘導縦電圧について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 常時誘導縦電圧は、電力線、電気鉄道などの正常運転時に、通信線の長さ方向に流れる誘導電流により生ずる対地電圧である。
- B 誘導縦電圧は、ある値以上になると通信線に直接接続された交換機器、宅内機器、伝送端末機器などに誤動作を引き起こすが、人体に危険を及ぼすことはない。
- C 交流式の電気鉄道には、列車への電力き電方式として、A T き電方式又は B T き電方式が採用されている。A T き電方式は、B T き電方式に比較して大地帰路電流が広範囲にわたり、通信線への誘導妨害の影響が複雑となる。

<(キ)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

() 静電誘導と電磁誘導の特徴等について述べた次の A ~ C の文章は、(ク)。

- A 強電線の電圧によってその付近に電界が生じ、通信線に電圧を誘起する現象は、静電誘導といわれ、強電線の電流によってその付近に磁界を生じ、通信線に電圧を誘起する現象は、電磁誘導といわれる。
- B 静電誘導は、一般に、接地された遮へい層を有する通信線には発生しないが、電磁誘導は、接地された遮へい層を有する地下の通信線を用いても完全に遮へいすることはできない。
- C 電磁誘導を防止するために用いられる電磁遮へい層には、比導電率及び比透磁率が、1より小さい材料が使用される。

<(ク)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

- (1) 次の文章は、光伝送システムにおける雑音や波形ひずみなどについて述べたものである。
 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

光伝送システムのSN比は、受光回路から大きな影響を受ける。光伝送システムの受光素子において、電子が時間的、空間的に不規則に励起されるために生ずる光電流のゆらぎは、 (ア) 雑音といわれ、受光信号が無い場合でも受光素子の中を流れる電流による雑音は、暗電流雑音といわれる。また、入力光信号とは無関係に電気回路系で発生する雑音には、 (イ) 雑音がある。

システム設計時においては、SN比を最大にするために、信号レベルに対して (ア) 雑音と (イ) 雑音の和を最も小さくするよう設定している。

光信号は、光ファイバの中を通る間に減衰したり、あるいは波形にひずみを生じたりする。更に、 (ウ) を用いた場合には、 (ウ) からの誘導自然放出光雑音(ASE)が信号に混入するため、光/電気変換された後には、信号光-ASE間の (エ) 雑音等や電気回路部品から発生する雑音の影響などを受ける。したがって、伝送すべき信号と劣化要因との関係がシステムの能力を決める決定的要因となるため、所要の伝送品質を満足するよう、この両者の関係が分析されシステム設計に反映されている。

<(ア)~(エ)の解答群>

光分波器	光増幅器	補 間	熱
発光源	量子化	光減衰器	ショット
光合波器	ジッタ	折返し	ビート

- (2) 次の文章は、信頼性に用いる用語について述べたものである。 内の(オ)、(カ)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。ただし、これらの文章の表現は、JISの「ディペンダビリティ(信頼性)用語」(Z 8115)を参考にしてある。(3点×2=6点)

- () アベイラビリティ又は瞬間アンアベイラビリティについて述べた次の文章は、 (オ) が正しい。

<(オ)の解答群>

アベイラビリティは、要求された外部資源が用意されたと仮定したとき、アイテムが与えられた条件で、与えられた時点、又は期間中、要求機能を実行できる状態にある能力のことである。

アベイラビリティは、信頼性性能、保全性性能、保全支援能力の組み合わせられたものには依存しない。

保全資源以外に必要となる外部資源は、アイテムのアベイラビリティに関係する。

瞬間アンアベイラビリティは、要求された外部資源が供給されるとき、与えられた時点において、アイテムが与えられた条件の下で要求機能遂行状態にある確率のことである。

() 有効性(能力)又はシステム有効度について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 有効性は、与えられた定量的特性のサービス要求を満たすアイテムの能力のことである。また、有効性は、アイテムのケーパビリティには依存しないが、アベイラビリティには依存する。
- B 有効性は、ソフトウェアを含むシステム及び製品にも適用されるが、その場合、能力は、他の部品やサブシステムとともにそのシステム及び製品のもつ信頼性として検討し取り扱われる。
- C システム有効度は、システムが規定の任務を達成すると期待される尺度、信頼度、アベイラビリティ、能力などの関数として表される。

<(カ)の解答群>

- | | | |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい | Bのみ正しい | Cのみ正しい |
| A、Bが正しい | A、Cが正しい | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない | |

(3) 次の文章は、QC手法について述べたものである。 内の(キ)、(ク)に適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。(3点×2=6点)

() パレート図に関して述べた次の文章は、 (キ) が正しい。

<(キ)の解答群>

パレート図は、職場で問題となっている不良品、手直し、欠点、クレームなどをその現象や原因別に分類してデータを取り、不良箇所や手直し件数、損失金額などの多い順に並べて、その大きさを棒グラフで表し、管理限界線で結んだ図である。

パレート図は、少数の問題となる項目(少数重点項目)よりも、損失のわずかな多くの項目(多数軽微項目)を選んで取り上げると有効であるといわれている。

管理すべき対象の数が多すぎて、全部を一様に管理するのが困難な場合には、重点管理が行われる。また、重点を絞るのに用いられる方法にP-Q分析法がある。

改善前のパレート図と改善後のパレート図の目盛りと順番を合わせて作図し、並べてみると、問題として取り上げた項目がどれだけ改善されたかなどを読み取ることができる。

() 特性要因図に関して述べた次の A ~ C の文章は、 である。

- A 職場で管理・改善を進めていくとき、問題を生ずる原因として考えられるものは何かをはっきりさせ、重要と思われる原因に対する対策を打つために作成したものが、特性要因図である。
- B 特性要因図を見ると簡単に作れそうであるが、特性要因図は出来上がるまでの過程よりも、出来上がった形が重要であるといわれる。したがって、その問題に関係する人たち全員ではなく、選ばれた代表者が論理的に要因を洗い出すことが大切である。
- C 特性要因図を作成して、問題とされる特性に対する要因として取り上げられた項目は、更にその項目に関する層別を行って、真の要因を把握することが大切である。

<(ク)の解答群>

Aのみ正しい	Bのみ正しい	Cのみ正しい
A、Bが正しい	A、Cが正しい	B、Cが正しい
A、B、Cいずれも正しい	A、B、Cいずれも正しくない	

問5 次の問いに答えよ。

(小計20点)

(1) 次の文章は、保全性について述べたものである。 内の(ア)~(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

() 保全性を測る第1の尺度は、故障したアイテムが決められた時間内に修復された確率を表すもので、 といわれる。

第2の尺度は、保全時間で測るものであり、最もよく使われるものとしては、保全時間の平均値を用い、平均修復時間といわれる。また、平均値の代わりに、 が50%となる時間を用いるものは、 といわれる。保全時間は、一般に、右側に裾を引く分布となるため、 よりさらに上限の値を用いて管理することも行なわれている。一般的なものとしては、 が %となる時間を最大保全時間として表す方法である。

() アイテムをいつでも使用できる状態に保つための行為である予防保全では、一般に、あらかじめ作業項目や作業の方法が定められており、チェックシートなどに基づいて順序よく点検整備を進めることができる。作業が管理されていることから、予防保全時間は、 によく当てはまる。これに対し、事後保全では、故障箇所や原因が明らかであり、修理が簡単であれば所要時間は短い、故障箇所や原因がなかなか発見できない場合や修理が難しい場合があり、解決に時間を要することがある。したがって、修復時間の分布は、右側に裾を引く分布となる。

<(ア)~(エ)の解答群>

動作時間	正規分布	故障率	55%
対数正規分布	機能要求時間	信頼度	75%
メジアン保全時間	ヒストグラム	指数分布	95%
動作不能時間	不信頼度	保全度	

(2) 次の文章は、修理系の装置A及び装置Bの信頼性等について述べたものである。□内の(オ)~(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。

(3点×4=12点)

装置A及び装置Bの平均故障率が、それぞれ 5.0×10^{-4} (件/時間)及び 2.0×10^{-4} (件/時間)であるとき、次の問いに答えよ。ただし、故障の発生は指数分布に従うものとし、必要に応じて下記の数値を用い、答えは、有効数字は2けたとする。なお、eは、自然対数の底とする。

$e^{0.1} = 1.11$	$e^{0.3} = 1.35$	$e^{0.5} = 1.65$
$e^{0.2} = 1.22$	$e^{0.4} = 1.49$	

- () 装置AのMTBFは、□(オ)■時間■である。
- () 装置Aの動作開始後1,000時間における信頼度 R_A は、□(カ)■である。
- () 装置Aと装置Bをそれぞれ1装置を直列に接続したシステムの場合、このシステムの動作開始後1,000時間におけるシステムの信頼度 R_1 は、□(キ)■である。
- () 装置Aと装置Bをそれぞれ1装置を並列に接続したシステムの場合、このシステムの動作開始後1,000時間におけるシステムの信頼度 R_2 は、□(ク)■である。

<(オ)~(ク)の解答群>

7.0×10^{-2}	4.0×10^{-1}	4.3×10^{-1}
5.0×10^{-1}	6.1×10^{-1}	8.2×10^{-1}
9.3×10^{-1}	1.2	1.4
1.7	2.0×10^2	5.0×10^2
2.0×10^3	5.0×10^3	