

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、アクセスネットワーク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)

アクセスネットワークは、用いられる媒体とその組合せによって、各種の形態が考えられる。従来のアクセスネットワークは、メタリックケーブル及び同軸ケーブルといった、媒体として銅線を用いたものが中心である。

メタリックケーブルは、交換機から各ユーザごとに1対ずつ□(ア)に配線され、アナログ電話サービスのほか、ISDN、専用等のサービス提供に用いられてきた。一方、同軸ケーブルは、多くは設備センタから各ユーザへの片方向の分配形サービスが主流であり、映像配信(CATV)などの□(イ)のサービスに用いられている。

また、近年は、メタリックケーブルの通話帯域外を用いてデジタル伝送を行うADSL等のデジタル加入者線伝送方式のほか、CATVの幹線系の同軸ケーブルを光ファイバケーブルに置き換え、そこに光アクセスシステムを設置した構成で、下部の配線ケーブルは、同軸ケーブルを用い、より広帯域な伝送を行う□(ウ)等の光/メタルハイブリッドアクセス方式、そして設備センタと各家庭までを完全に光ファイバで結ぶ□(エ)と呼ばれる全光アクセス方式が実現されている。

<(ア)～(エ)の解答群>			
放送形	リング状	F T T Z	集中形
F T T O	P D S	スター状	H D S L
F T T H	専用形	F W A	マルチ状
ループ状	呼出形	H F C	F T T C

(2) 次の文章は、線路の伝送特性及び通信回線の品質等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)

() 伝送特性に関する次のA~Cの文章は、□(オ)。

- A 無限長線路の特性インピーダンスは、その線路の入カインピーダンスと等しい。
- B 平衡線路の等価回路において、線路の単位長当たりの往復導体抵抗をR、往復インダクタンスをL、線間キャパシタンスをC、線間漏えいコンダクタンスをGとしたとき、無ひずみ条件は、 $RC = GL$ となる。
- C 伝送特性の一次定数は減衰定数ともいわれ、二次定数は位相定数ともいわれる。

<(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 | |

() 電話回線の鳴音に関する次の文章は、□(カ)が正しい。

<(カ)の解答群>

鳴音の主な発生原因は、ハイブリッドコイルの4線式回線のインピーダンスと、平衡結線網(BNW)のインピーダンスに特性差があることにより、通話電流の分離が不完全になるためである。

4線式回線とハイブリッドコイルにより、ループ回路が形成され、この回路内を流れる通話電流が主信号より遅れて反響することが鳴音発生の原因となる。

ループ回路内の一方向の増幅器の利得の和が、線路損失やハイブリッドコイルの結合損失等の損失の和よりも大きくなると、通話電流が増幅されすぎて発振状態となり、鳴音となる。

通話不能や隣接回線への妨害を回避するために、増幅器利得に十分に余裕を見る必要があり、鳴音を生ずる利得と回線の規定利得の和は、鳴音余裕といわれる。

() 通信回線の平衡度に関する次の文章のうち、誤っているものは、□(キ)である。

<(キ)の解答群>

回線平衡度は、通信回線の両線条と大地間の平衡の度合いを示すものである。

通信線路や通信機器は、大地に対してあるインピーダンスを有し、その大きさにアンバランスがあると、往復の導体(L₁、L₂)に同じ大きさの誘導を受けても、対地電圧差を生じ線間の電圧として現れる。

通信回線の両線条間にV₁の電圧を印加したとき、回線末端にV₂が現れたとすれば回線の平衡度は、 $\frac{V_2}{V_1}$ で表される。

通信機器等の設計においては、入力端子における対地インピーダンスをバランスさせておく必要がある。

() デジタル回線の品質に関して述べた次の A ~ C の文章は、。

- A 伝送品質を表すパラメータの一つとして、ビット誤りがあり、BER の大きさを評価される。
- B %SES は、符号誤りが発生した秒の所定期間に対する百分率であり、%ES は、誤り率が 10^{-3} より高い誤り率で発生した秒の所定期間に対する百分率である。
- C 伝送する信号の周期的パルス波形の時間幅や繰返し周波数、位相などが雑音などにより変動する現象は、ジッタといわれ、ビット誤りの要因となる。

<(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2 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、電話信号のデジタル伝送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)

電話音声信号などのアナログ情報のデジタル信号への変換は、の手順で行われる。に基づき、一般的に、電話音声信号では、フィルタの特性等を考慮し、サンプリング周波数にの2進符号に変換されている。

アナログ情報を離散的なデジタル信号に変換するに当たっては、量子化雑音を伴う。この量子化雑音は、実信号振幅との相対誤差として現れるため、量子化のステップを等間隔にした場合は、信号振幅の小さい領域でその影響が大きく現れる。電話音声信号のデジタル化においては、この信号対雑音比の特性を改善するためにが行なわれている。

<(ア)~(エ)の解答群>

- | | | | |
|-------------|-------|-------------------|-------|
| 周波数分離多重 | 直線量子化 | 非直線量子化 | 直交変換 |
| 標本化定理 | 規格化条件 | 平準化定理 | 結合化条件 |
| 復号化・伸長・平準化 | | 4 (kHz) を用いて8ビット | |
| 標本化・多重化・符号化 | | 8 (kHz) を用いて8ビット | |
| 標本化・量子化・符号化 | | 16 (kHz) を用いて4ビット | |
| 標本化・符号化・量子化 | | 32 (kHz) を用いて4ビット | |

(2) 次の文章は、信頼性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 Z 8115「ディペンダビリティ(信頼性)用語」を参考にしている。 (3点×2=6点)

() フォールト及び致命的フォールト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>

フォールトは、ある要求された機能を遂行不可能なアイテムの状態、また、その状態にあるアイテムの部分である。

故障発生の過程を原因 - 結果の連鎖とした場合、故障原因をフォールトとみなすことがある。フォールトは、着目しているアイテムの下位のアイテムの故障である場合もあるが、アイテム自身に内包されている場合もある。

フォールトは、ソフトウェアアイテムの場合、コンピュータシステムではプログラム全体でのプログラミング、論理構成、プログラムプロセス、データ定義などの間違いを意味するものである。

致命的フォールトは、アイテムの誤った取扱い又は注意不足によって生ずるフォールトである。

() 耐久性及び耐久試験について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

A 耐久性は、与えられた使用及び保全条件で、限界状態に到達するまで、要求機能を実行できるアイテムの能力のことである。

B 耐久性における与えられた使用条件は、放置条件、及びストレスの定められた順序又は複合を含む、合理的に予見できる全使用条件を包含する。

C 耐久試験は、規定のストレス及びそれらの持続的又は反復的印加がアイテムの性質へ及ぼす影響を調査するため、ある期間にわたって行う試験である。

<(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	

(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)

() パレート図につい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、アロー・ダイヤグラムで結んだ図である。

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が、重点を絞るため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を合わせて作図し、並べてみると、問題としてとりあげた項目が対策によってどれだけ改善されたかなどを読みとることができる。

() 特性要因図について述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 職場で管理・改善を進めていくとき、問題が起こる原因と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して、対策を打っていくためには、特性要因図が有効である。
- B 特性要因図における特性は、結果として現れてくるもので、例えば、製品の品質、製品のコスト、生産量、安全の状況などのように、仕事の結果と考えることができる。また、職場では、問題点という形で出てくることが多い。
- C 特性要因図は、できあがるまでの過程よりも、出来上がった結果が重要であるといわれている。したがって、その問題に関係する人達から代表者を選び、それらの人達で論理的に要因を洗い出しまとめあげ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 | |

- (1) 次の文章は、通信線路における信号の伝搬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)

メタリックケーブルを伝わる電気信号と光ファイバを伝搬する光信号とでは、その伝搬特性を決定する要因が大きく異なる。電気信号の場合は、信号の周波数そのまま信号伝搬特性の主パラメータとなる。例えば電気信号の損失は、平衡対ケーブルで音声周波数を伝送した場合、□(ア) (f は信号の周波数。)に比例して増大する。

一方、光ファイバを伝搬する光信号は、光の周波数(波長)に依存し、信号の周波数とは独立している。その伝送特性を決定する要因の基本的なものとしては、□(イ)と□(ウ)がある。□(イ)は、マルチモードの光ファイバにおいて、各モードの伝搬経路が異なるため、出射端への到達時間に差がで発生するものである。また、□(ウ)は、シングルモード光ファイバにおいても発生するものであり、一般に、光ファイバの□(エ)を変えることにより、□(ウ)をゼロにした零分散シフト光ファイバを用い、その影響を防いでいる。

<(ア)~(エ)の解答群>

f^3	放射損失	ベンディングロス	屈折率分布
f^2	モード分散	波長チャープング	材料分散
f	コア非円率	モードフィールド径	レイリー散乱
\bar{f}	遮断波長	フレネル反射	波長分散

- (2) 次の文章は、光ファイバケーブルの維持運用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)

- () 橋梁^{りょう}区間に添架された光ファイバケーブルの伸縮・移動とその対策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>

橋梁の添架管路内に布設されたケーブルは、道路内の地下管路に布設されたケーブルに比較して温度変化を直接受けるため、ケーブルが伸縮しやすいといわれる。

添架管路内の光ファイバケーブルが温度伸縮すると、クリーピングを発生することがある。

光ファイバケーブルは、メタリックケーブルと比較して、軽量であるため、橋梁上の車両通行に伴うクリーピングは発生しない。

橋梁におけるケーブルの温度伸縮対策には、伸縮見合いのスラックをマンホール内のケーブルに挿入する方法がある。

橋梁におけるケーブルクリーピング対策には、マンホール内に移動防止金物を取り付ける方法がある。

() 光ファイバケーブルの伝送特性を測定する方法等について述べた次の A ~ C の文章は、(カ)。

- A 光ファイバケーブルの長さ方向のひずみ分布は、ブリルアン散乱光の光周波数シフトの変化量のひずみ依存性を利用した、光ファイバひずみ分布測定器を用いて測定することができ、光パルスが被測定光ファイバに入射してから後方散乱光が受信器に戻ってくるまでの遅延時間から換算して求めることができる。
- B 光パルス試験器における平均化処理は、雑音成分を含む波形の中から被測定光ファイバの特性を示す信号成分を取り出すため、測定を繰り返し行い、得られたデータの平均値を測定値とする。
- C 励振器は、発光素子と被測定光ファイバの間に挿入される。これにより光を光ファイバ内に長距離にわたり伝送させ、光パワーを定常的な分布にすることにより、測定精度を高めることができる。主として、S M形光ファイバケーブルを測定する場合に用いられる。

<(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 | |

() 接続クロージャ内における光ファイバ心線接続部の破断等を防止するため、光ファイバ心線を接続するときの注意点や対策について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 補強前の傷による破断の発生を防止するため、一般に、光ファイバ心線の切断が2回以内で成功しなかった場合は、被覆除去からやり直す。
- B 熱収縮スリーブで、融着接続部を補強・固定するとき、光ファイバにねじれが加わったまま固定すると、応力が除々に加わり破断に至ることがあるため、熱収縮スリーブを過熱する前にねじれがないかを確認する必要がある。
- C 補強後のねじれによる破断の発生を防止するため、余長処理は熱補強スリーブが完全に冷えてから行う必要がある。

<(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 | |

- () 光ファイバの伝送特性の劣化現象と対策について述べた次の文章のうち、誤っているものは、
 (ク) である。

<(ク)の解答群>

光ファイバは、製造条件や布設環境、温度変化などにより、光ファイバに加わる曲げ、引っ張り等の応力に対する耐力が製造直後と比較して劣化し、破断しやすくなるため、スクリーニング試験を行い強度保証を行うとともに、強度劣化の起きにくい光ファイバ被覆等を採用している。

光ファイバケーブルは、ケーブル内に浸水すると、短期間で光ファイバの伝送特性に影響を及ぼすため、PEテープを入れた防水構造を採用している。

光ファイバは、浸水や紫外線の影響により伝送特性が劣化し、光損失が増加するおそれがあるため、これらの劣化要因に強い光ファイバや被覆の構成材料を選び、長期にわたって光損失が増加しないよう工夫してある。

既設光ファイバケーブルを撤去し再用する場合は、撤去光ファイバケーブルのけん引端作成時に、光ファイバ心線も同時に固定する必要がある。これを怠ってけん引すると、光ファイバ心線に細かい曲げが断続的に発生し、再用時に光損失が増加するおそれがある。

コネクタの光ファイバ接続部分が汚れている光コネクタで光ファイバ心線を接続した場合は、光信号が汚れに吸収され、経時的に光損失が増加し故障に至ることがある。

問4 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、設備の劣化特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)

設備の劣化の現れ方は、大別して進行形と突発形の二つに分けられる。進行形は、その設備の機能に支障が生ずる前に (ア) と疲労の二つの劣化症状が現れる。 (ア) は、ベアリングやパッキングのように (イ) に劣化することがあらかじめ分かっているような劣化現象で、疲労は、クラックやピンホールのように必ずしもそれがどこでいつ発生するかは不明であるが、いったん発生した場所が発見されると劣化の進行が把握できる現象である。一方、突発形も、 (ウ) と外乱の二つに分けられる。 (ウ) は、設備内に (ウ) している欠陥の原因が何らかのきっかけによって現れる場合である。外乱は、設備の運用中に何らかの外的条件によって突発的に機能に支障をもたらす場合である。設備を維持、運用する場合には、このように、設備の故障や欠陥の (エ) を把握し、それに基づいて有効な対策を考える必要がある。

<(ア)~(エ)の解答群>

収容限度	研 磨	潜 在	膨 張
性状変化	飛躍的	亀 裂	経時的
磨 耗	断続的	耐用年数	変 動
実効値	発現過程	需要変動	散発的

(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)

() 管路内の残置ケーブルを撤去する場合に、一般的に用いられる方法について述べた次の文章は、 (オ) が正しい。

<(オ)の解答群>

残置ケーブル内に圧搾空気を送り込むことによりケーブル心線をまず取り除き、その後ケーブル外被をけん引、撤去する方法である。

特殊な器具により残置ケーブルのケーブル心線をまず取り除き、その後ケーブル外被をけん引、撤去する方法である。

残置ケーブルを把持器で強力につかみ、ケーブル外被とケーブル心線とを分離することなく、強制的にけん引、撤去する方法である。

残置ケーブルのある管路内に特殊な潤滑油を流し込むことにより、人の力でも簡単に残置ケーブルを撤去することができる方法である。

残置ケーブルのある管路内に圧搾空気を送り込むことにより、人の力でも簡単に残置ケーブルを撤去することができる方法である。

() 通信用管路の矯正方法について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 機械的なダメージにより偏平した金属管路は、偏平部に矯正機を挿入し、油圧を利用して偏平部を矯正する。
- B 偏平した硬質ビニル管は、偏平部を管路内から加熱軟化させ、油圧を利用して機械的に偏平部を矯正する。
- C へこみの生じた金属管路は、管路内にギヤハンマーをけん引し、へこんだ部分をたたいて矯正する。

<(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) 次の問いの 内の(キ)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

中継器を有する海底ケーブルの故障位置測定方法である、給電路を用いた直流特性測定方式について述べた次の文章は、 (キ) が正しい。

<(キ)の解答群>

陸揚局から給電路とアース間に定電流を流し、その反射から故障位置を推定する方式である。

故障位置推定に当たっては、ケーブルの抵抗値のみを考慮すればよい。

測定の精度向上のためには、ケーブルの敷設されている場所及び中継器の設置地点の温度を考慮する必要がある。

陸揚局から直近の中継器以遠の故障時には有効ではない。

故障点が水深3,000(m)以上の区間にある場合には水圧の関係で有効ではない。

- (4) 次の問いの 内の(ク)に適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

通信用のケーブル外被等について述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A ケーブル外被を難燃性にするためにPEへ混入される水酸化マグネシウムは、自己消火性の性質を持つが、有害なハロゲンガスを発生する。
- B ケーブル外被に用いられるPEは、紫外線により劣化しやすいため、カーボンブラックにより着色し、紫外線を遮へいしている。
- C 一般に、ケーブル外被に用いられるPEは、マンホール内に滞留水がある場合や温泉地、塩害地であっても実用上問題となる腐食が発生することはないといわれる。

<(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、システムの信頼性・安全性向上のための故障解析法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)

品質保証が強く叫ばれる現在、信頼性は極めて重要である。信頼性を把握する設計手法として、FMEA、FTAなどがある。

FMEAは、設計の不完全な部分や潜在的な欠陥を見いだすために行う手法であって、システムの構成要素の□(ア)を列挙して、それらがシステム全体の機能に具体的にどのような影響を与えるかを解析する手法である。また、故障が発生した際における検知や保全の難易及びその部分の代替の有無などの対策の難易性を評価することも可能である。このように、FMEAは、表による大局的な定性的解析法であり、□(イ)的な手法である。

これに対しFTAは、製品(システム)の故障がどの構成要素の、どのような故障が原因で生ずるのかを探求していく手法である。その発生が好ましくない事象について、□(ウ)を使用して、その発生の経過をブレイクダウンして□(エ)図に展開し、故障の発生の経路や発生の原因及び発生の確率を解析する。FTAを利用すると、事故解析、結果の様相、問題点の所在などが明確になるため、事象が複雑な場合に因果関係が見やすいというメリットがある。

<(ア)～(エ)の解答群>

不偏	解析	樹形	ボトムアップ
絶対	幹葉	論理記号	デザインレビュー
状態	異常値	使用条件	テーブル式記述
管理	クレーム	故障モード	逐次抜取り方式

(2) 次の文章は、システムの信頼性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。ただし、すべての部品は偶発故障期間にあるものとする。また、指数関数の値は、 $e^{-0.10} = 0.90$ 、 $e^{-0.05} = 0.95$ 、 $e^{-0.04} = 0.96$ とし、 e は、自然対数の底とする。なお、解答は、小数点以下を切り捨てるものとする。
(3点×4 = 12点)

() ある部品の動作可能時間が5,000時間、動作不能時間が200時間、故障件数が5回、保全時間を50時間とするとときMTBFは、 (オ) (時間)である。

() 部品A、B及びCのMTBFをそれぞれ1,000時間、2,000時間及び2,500時間としたとき、

Ⓐ 部品A、B及びCを直列につないだシステムの100時間における信頼度は、 (カ) (%)である。

Ⓑ 部品B及びCを並列につないだシステムの100時間における信頼度は、 (キ) (%)である。

Ⓒ 部品B及びCを並列に接続したシステムに、部品Aを直列に複数個接続してシステムを構成するとき、100時間におけるシステムの信頼度を70%以上とするためには、直列に接続する部品Aは、 (ク) (個)以下としなければならない。

<(オ)~(ク)の解答群>			
1	2	3	4
76	78	80	82
92	95	98	99
960	1,000	1,010	1,040