

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、光ファイバの分散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。(2点×4=8点)

光ファイバに入射された光パルスは、光ファイバ中を伝搬する間にその波形に時間的な広がりを生ずる。このように波形が時間的に広がる現象は分散といわれる。

光ファイバ中での分散には、幾つかの種類があり、その一つに、光ファイバに使用される材料の屈折率が波長に依存する特性を持つことに起因する材料分散がある。材料分散の単位としては、一般に、 $[\text{ps}/\text{nm}/\text{km}]$ が用いられ、 $1 [\text{ps}/\text{nm}/\text{km}]$ とは、 (ア) 光が $1 [\text{km}]$ 伝搬したとき、パルス幅が $1 [\text{ps}]$ 広がることを意味する。

また、コアとクラッドの屈折率差が (イ) 場合は、その境界面での全反射現象は鏡面のようにはならず、クラッド部分へ一部がしみ出すように全反射が起こる。このしみ出しの割合は、波長によって異なるため、伝搬経路は波長依存性を持つことになり分散が生ずる。この分散は、構造分散といわれる。

波長分散は、光の波長によって (ウ) が異なることで生ずる分散である。波長分散は、構造分散と材料分散の (エ) であることから、コアの屈折率分布形状を工夫することによって低分散の光ファイバが実現されている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|----------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------|
| ① 差 | ② 干渉縞の間隔が $1 [\text{nm}]$ の | ③ 小さい | ④ 伝搬モード |
| ⑤ ゼロの | ⑥ 二乗平均平方根 | ⑦ 伝搬速度 | ⑧ 負の |
| ⑨ 大きい | ⑩ スペクトル幅が $1 [\text{nm}]$ の | ⑪ 相加平均 | ⑫ 変調速度 |
| ⑬ 和 | ⑭ 波数が $1 [1/\text{nm}]$ の | ⑮ スペクトルの時間的変動 | |
| ⑯ コア/クラッド偏心量が $1 [\text{nm}]$ の光ファイバ中を | | | |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

受光デバイスの特徴と特性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〉

- ① 受光デバイスにおける光信号を検出する方法には、一般に、光のエネルギーを電気エネルギーに変換し、これを熱エネルギーとして検出する光電効果といわれる現象が用いられている。
- ② 半導体受光素子は、印加する逆バイアス電圧の大きさの違いによりフォトダイオード(PD)とアバランシェフォトダイオード(APD)に大別される。
- ③ PDのうち、n型領域とp型領域の間に真性半導体層を有するものはPIN-PDといわれ、PN接合構造のPDと比較して小型、低消費電力及び高感度であるといった特徴を有する。
- ④ APDは、強電界における電子なだれ増倍作用を利用しており、PIN-PDの場合と比較してより微弱な光であっても検出できる。

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

GE-PONに用いられる光受動デバイスの機能、特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① GE-PONでは、上りの光信号と下りの光信号に異なる波長が用いられており、透過できる波長帯域が $1.49\mu\text{m}$ 帯～ $1.65\mu\text{m}$ 帯である光スプリッタが使用されている。
- ② PLC(石英系プレーナ光波回路)を用いた8分岐光スプリッタは、Y分岐を多段接続して構成されており、8分岐光スプリッタの原理的な光損失は、6[dB]である。
- ③ 8分岐を超える光スプリッタには、PLC型と比較して小型化及び集積化が容易なファイバ熔融型が用いられている。
- ④ 設備センタからの試験光が通信に影響を及ぼさないようにするためには、ファイバグレーティングを利用した光フィルタをユーザ側のONUの直前に組み込み、試験光がONUに到達しないようにする方法が有効である。

- (4) 次の問いの 内の(キ)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)

光変調方式の特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

- ① 電気信号により半導体レーザ(LD)の出力光を強度変調する方式には、直接変調方式と外部変調方式がある。外部変調方式は、LD駆動回路においてバイアス電流と変調信号を印加することにより変調光を得る方式である。
- ② 直接変調方式は、一般に、変調速度が1 [GHz]以上になると、光カー効果の影響により伝送距離に制限が生ずる。
- ③ 電界吸収型変調器(EA変調器)は、PN接合のダブルヘテロ構造を持つダイオードに逆バイアスを印加したとき、電界吸収効果により導波層を通過する光が吸収されることを利用して出力光のオンオフを制御している。
- ④ ニオブ酸リチウム変調器(LN変調器)は、導波路構造のマッハツェンダ干渉計構成をとり、電極に電圧を印加したとき、光弾性効果により導波路の屈折率が変化し、光の干渉状態が変わることを利用して出力光のオンオフを制御している。

- (5) 次の問いの 内の(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)

線形中継器を用いた光中継伝送システム(線形中継システム)の構成と機能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〉

- ① 線形中継システムでは、一般に、線形中継器数の増加に伴って累積する光雑音によるSN比の低下と光ファイバの分散による波形劣化が、符号誤り率特性に影響を及ぼす。
- ② 線形中継システムでは、一般に、線形中継器の光入出力レベルを監視し、励起用LDの光出力レベルを調整することにより線形中継器の光出力レベルが一定となるよう制御している。
- ③ 線形中継システムに用いられる線形中継器は、再生中継器と異なり、タイミング抽出機能はなく、等化増幅機能及び識別再生機能がある。
- ④ 線形中継器に用いられる光ファイバ増幅器において、反転分布が完全に実現された理想的な条件の場合、入力 of SN比を出力のSN比で除した雑音指数は3 [dB] である。

- (1) 次の文章は、メタリックケーブルを用いたアナログ伝送系における雑音及びひずみの種類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。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用いたアナログ伝送系における雑音は、一般に、伝送系内部で発生する雑音と外部から侵入する雑音に分けられる。さらに、伝送系内部で発生する雑音は、信号を伝送していない場合でも存在する基本雑音と信号伝送に伴って発生する□(ア)雑音とに分けることができる。基本雑音は、通話の有無と無関係であり、信号レベルの低いところで問題となる。基本雑音として、大きな影響を及ぼすものは、一般に、増幅器で発生する雑音であり、その主な成分の一つは、周波数に対して一様に分布している□(イ)雑音であり、白色雑音ともいわれる。

伝送系の入力側に加えられた信号波形と出力側に現れる信号波形が異なる現象は、ひずみといわれる。波形ひずみの原因には、伝送系の入力と出力が比例関係にないために生ずる□(ウ)ひずみがある。伝送路中の増幅器などの□(ウ)ひずみによる高調波及び混変調波の発生は、雑音の原因となる。

位相ひずみは、伝送系の位相量が周波数に対して比例関係にないため、すなわち周波数により□(エ)が異なるために生ずるひずみであり、伝送品質に影響を及ぼす。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|-------|--------|-------|----------|
| ① 量子化 | ② 熱 | ③ SN比 | ④ フリッカ |
| ⑤ ビート | ⑥ 減衰 | ⑦ 低周波 | ⑧ 群伝搬時間 |
| ⑨ 反響 | ⑩ ショット | ⑪ 準漏話 | ⑫ 磁気 |
| ⑬ 非直線 | ⑭ 鳴音 | ⑮ 対数 | ⑯ インパルス性 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

光ファイバの種類と特徴について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① SM光ファイバは、光ファイバ中を伝搬可能な導波モードを一つだけに制限することによって、波長分散による光信号波形の劣化を防止した光ファイバである。
- ② WDM方式を用いた光ファイバ伝送システムにおける四光波混合による伝送品質の劣化を避ける方法の一つとして、ゼロ分散波長を伝送波長域に重ならないようにするために、カットオフシフト光ファイバといわれる光ファイバを用いる方法がある。
- ③ 分散シフト光ファイバ(DSF)は、石英系光ファイバの伝送損失が最小となる $1.55\mu\text{m}$ 帯で波長分散が最小となるように波長分散特性を調整した光ファイバであり、DSFの屈折率分布には、セグメントコア型などがある。
- ④ 分散フラット光ファイバは、光ファイバの後方散乱係数を制御して、材料分散と構造分散を相殺することにより屈折率分布をフラットに近づけた光ファイバであり、広い波長帯域において一定の波長分散を実現している。

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

SM光ファイバの特性、ファイバヒューズ現象などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① SM光ファイバの構造パラメータのうち、シングルモードとなる最短の波長を規定する構造パラメータは、開口数(NA)といわれる。NAで規定された波長より短い光は、マルチモードになる。
- ② SM光ファイバの屈折率分布は、一般に、ステップインデックス型であり、SM光ファイバの屈折率分布構造を表すパラメータにはコア径、コア非円率などがある。
- ③ 光ファイバに強い光を入射すると、長い波長の光が短い波長の光より速く伝わる異常分散領域において、屈折率が変化する、光の位相がずれるなどの非線形光学効果といわれる現象が起きる。
- ④ 光ファイバに入射する光のパワーが大きくなると、光ファイバのコア内の温度が上昇することによりプラズマ状態となり、放電現象が生じて、閃光が光ファイバの中を光源に向かって進むファイバヒューズが発生するおそれがある。

- (4) 次の問いの 内の(キ)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)

線路設備に使用する部材の用途など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〉

- ① 架空線路の吊り線の引留めなどに用いられる巻付けグリップは、らせん形状に成形された鋼線であり、その内径より太い径の線条体(鋼撚り線など)に巻き付け、締付け圧力を働かせて引留め力を得ている。
- ② コンクリート柱は、J I S規格において1種及び2種に分類されており、1種コンクリート柱は鉄道、軌道における電線路などの用途に、また、2種コンクリート柱は通信、配電、送電などの用途に使用される。
- ③ 自己支持形(S S)ケーブルの支持線の吊架部分の補強に用いられるラインガードは、工具を使用せずに取り付けることができる。
- ④ 架空ケーブルを一束化するための部材には、ラッシング用線類、らせん状のハンガなどがあり、ラッシング用線類は、一般に、ポリエチレンシースケーブルの滑り防止などに用いられる。

- (5) 次の問いの 内の(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)

S Sケーブルのダンシングの原因とその対策などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク) である。

〈(ク)の解答群〉

- ① ダンシング防止策として、ケーブルに捻回を入れる方法がある。捻回を入れると、上昇力が働く場所と下降力が働く場所ができ、1スパン全体として上昇力と下降力が平衡し、ダンシングの発生を抑えることができ、また、ケーブルにかかる水平風圧荷重も減少させることができる。
- ② S Sケーブルは、丸形ケーブルと比較して受風面積が大きいため、強風にさらされるところではダンシングが起きやすい。また、ケーブル重量が重く弛度が小さいほどダンシングが起きやすい。
- ③ 架渉する際に自然捻回が入ると、各スパンの捻回数を均等にすることが困難になるため、ケーブルの架渉時には、一般に、先端にプーリングアイを取り付けることにより自然捻回が入ることを防止している。
- ④ S Sケーブルには、支持線とケーブル本体をつなぐ首部に窓を開けたS S D型、支持線とケーブル本体を同一のシースで成形したS S F型などがある。S S D型は、首部の窓から風を逃がす構造で揚力を低減できるため、S S F型と比較してダンシングが起きにくいとされている。

(1) 次の文章は、架空光ファイバケーブルの許容伸び率、弛度^ち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。

(2点×4=8点)

SS光ファイバケーブルは、ケーブル本体である光ファイバケーブル部と支持線を一体とした構造を有している。ケーブル架渉後にはケーブルに張力が常時加わるため、光ファイバ自体も伸びひずみを常時受けることになる。さらに、温度変化、風圧、着雪などの影響が加わることにより光ファイバの□(ア)なるおそれがある。

光ファイバケーブルは、一般に、信頼性の観点から張力を加えたときの伸び率が□(イ) [%]以下となるように設計される。この条件を満足させるため、支持線は、温度変化、風圧荷重条件などによる光ファイバケーブルの伸びひずみを考慮して設計される。

光ファイバケーブルに風圧荷重が作用すると、ケーブルの実効重量は自重と風圧荷重のベクトル和となる。また、電柱間にかかるケーブルの弛度 d [m]は、ケーブルの実効重量を W [N/m]、スパン長を S [m]、張力を T [N]とすると、□(ウ)で求められる。支持線は温度変化により伸縮するため、一般に、□(エ)における張力で設計される。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ① $\frac{8T}{WS^2}$ | ② $\frac{8T}{W^2S}$ | ③ $\frac{WS^2}{8T}$ | ④ $\frac{W^2S^3}{8T^2}$ |
| ⑤ 最低温度 | ⑥ 標準温度 | ⑦ 年間平均温度 | ⑧ 非円率が大きく |
| ⑨ 0.1 | ⑩ 0.2 | ⑪ 1.0 | ⑫ 2.0 |
| ⑬ 屈折率が高く | ⑭ 最高温度 | ⑮ 偏心率が大きく | ⑯ 破断確率が高く |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

光ファイバケーブル及び光ファイバケーブル接続部の浸水対策などについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A ガス保守方式において、大気圧よりも高い圧力でケーブルの内部に送り込まれている乾燥空気の長手方向におけるガス圧分布を測定することにより、ガスが漏洩^{えい}している位置を探索することができる。
- B 光ファイバケーブルの場合、マンホールなどにおいてケーブルの内部が浸水しても直ちに故障にはつながらないため、防水構造の光ファイバケーブルと接続点における浸水検知技術を併用する非ガス保守方式が適用されている。
- C マンホール内の光ファイバケーブル接続点に取り付けられる浸水検知モジュールは、吸水材が水を含むと膨張して可動体を押し上げることにより、監視用の光ファイバ心線を断線させるものである。この断線箇所は、光パワーメータにより特定できる。

〈(オ)の解答群〉

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

ケーブルの移動現象(クリーピング)について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① クリーピングによってケーブルが移動する方向は、傾斜、管路とケーブル間の摩擦力、車両進行方向などのケーブルの設置環境によって異なり、クリーピングは光ファイバケーブルのみに発生する。
- ② 軟弱地盤で大型車両が通行するところや、路面が平坦^{たん}な直線道路では特にクリーピングが発生しやすい。
- ③ クリーピングの対策として、機械的にケーブル移動を止める方法がある。この機械的にケーブル移動を止める器具はケーブル移動防止金物といわれ、ゴムスリーブを用いてケーブルを締め付けて固定することにより移動を止めるものがある。
- ④ 橋梁^{りょう}に添架されたケーブルの温度伸縮によるクリーピング対策としては、移動量に相当する余長(スラック)を設けることが有効である。スラックは、一般に、橋梁添架管路の中間部に設けられる。

(4) 次の問いの 内の(キ)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)

雷サージ、雷害対策などについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A SS光ファイバケーブルは、ケーブル部のテンションメンバが無誘導タイプであっても、金属である支持線に雷サージが誘導されるおそれがあるため、支持線の接地を適切に行う必要がある。
- B ユーザビルに設置されるVDSL集合装置の雷害対策としては、保安用接地、電源用接地及び通信用接地を等電位化する共通接地としないでそれぞれ個別接地とする方法、VDSL集合装置の電源線とメタリックケーブルの通信線との間に雷サージのバイパスルートを設ける方法などが有効である。
- C ユーザビルなどに設置される光アクセス装置は、光アクセス装置に接続される通信線に雷害対策が施されていても、光アクセス装置の電源線から雷サージが侵入するおそれがあることから、光アクセス装置の電源線に雷害対策を行う必要がある。

<(キ)の解答群>

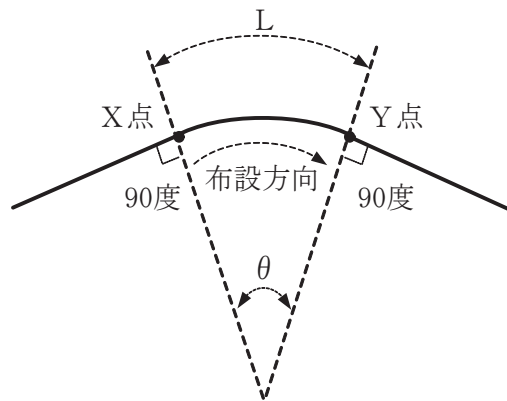
- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (5) 次の問いの 内の(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)

図に示すような曲線ルートとなっている地下管路区間モデルにおいて、以下に示す条件でX点からY点へ光ファイバケーブルを布設する場合、Y点での張力Tは、 (ク) [N]である。ただし、重力加速度 g は $10 \text{ [m/s}^2\text{]}$ とする。

(条件)

- Ⓐ 曲線部直前(X点)の張力 T_0 : $1,000 \text{ [N]}$
- Ⓑ 摩擦係数 μ : 0.5
- Ⓒ 張力増加率 K : 1.2
- Ⓓ ケーブル質量 W : 0.3 [kg/m]
- Ⓔ 曲線区間の長さ L : 200 [m]
- Ⓕ 交角 θ : $\frac{\pi}{9} \text{ [rad]}$
- Ⓖ 光ファイバケーブルの布設ルートは平面とし、高低差はないものとする。



<(ク)の解答群>

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 1, 2 3 5 | ② 1, 3 0 0 | ③ 1, 3 6 0 |
| ④ 1, 3 6 5 | ⑤ 1, 5 6 0 | |

- (1) 次の文章は、海底ケーブル敷設に伴う調査について述べたものである。 内の(ア)～(ウ)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×3=6点)

海底ケーブルのルート調査は、一般に、関連する漁業協同組合から海洋調査に対する同意を得た後、所轄の (ア) に所定の作業届を提出し、受理された後に行われる。ルート調査では、海底ケーブル故障の主な原因である漁労や投錨^{びょう}からケーブルを保護するために埋設ルート調査(BAS: Burial Assessment Survey)が行われる。

BASでは、地盤の強度を調査するために原位置試験である (イ) 試験などが行われ、計画されたルートに沿って海底の底質、硬さ、堆積層の厚さなどについてのデータが収集される。さらに、海底下1[m]～3[m]程度までの堆積層の分布を広範囲に調査するため、海底地形を面的に計測できる機能を有する (ウ) などを使用した地層探査も行われ、埋設機によるケーブル埋設の適用可否などが確認される。これらの調査結果により、ケーブル種別、埋設方法及び目標埋設深度が決定される。

〈(ア)～(ウ)の解答群〉

- | | | |
|-----------|---------|---------------|
| ① 加速劣化 | ② 水中カメラ | ③ 海上保安部 |
| ④ プロトン磁力計 | ⑤ コーン貫入 | ⑥ D-GPS |
| ⑦ 海中設備組立 | ⑧ 港湾事務所 | ⑨ 警察署 |
| ⑩ スクリーニング | ⑪ 海事事務所 | ⑫ マルチビーム音響測深機 |

- (2) 次の問いの 内の(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。(3点)

光海底ケーブルシステムに用いられている光伝送技術などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (エ) である。

〈(エ)の解答群〉

- ① 光海底ケーブルシステムにおける伝送品質の評価指標の一つであるQ値は、符号誤り率から換算して求められ、符号誤り率が大きいほど高くなる。
- ② 強度変調方式は、一般に、NRZ (Non Return to Zero) -OOK (On-Off Keying) 方式と比較して非線形耐力に優れたRZ (Return to Zero) -OOK方式が用いられている。
- ③ 分散マネジメント光ファイバにおける正の分散値を持つ光ファイバは、負の分散値を持つ光ファイバと比較して実効断面積が大きく、光ファイバの非線形光学効果による伝送特性の劣化を抑制できる。
- ④ デジタルコヒーレント方式は、伝送路で生ずる波長分散を電気領域で補償することが可能であり、偏波多重信号を偏波分離して偏波モード分散を補償することも可能である。

- (3) 次の問いの 内の(オ)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)

無中継光海底ケーブルシステム又は中継光海底ケーブルシステムについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 無中継光海底ケーブルシステムでは、光海底中継器を使用しないため給電を必要としないことから、適用される光海底ケーブルは、光ファイバ心線、プラスチックロッド、ポリエチレンシースなどから構成され、銅などの金属を使用していない。
- ② 無中継光海底ケーブルシステムは、中継光海底ケーブルシステムと比較して多くの光ファイバペアを実装でき、無中継光海底ケーブルシステムには、光ファイバ実装数が100心の光海底ケーブルを適用したのものがある。
- ③ 無中継光海底ケーブルシステムに用いられる無中継用光海底ケーブルの最大適用水深は、中継光海底ケーブルシステムと同様に、8,000[m]である。
- ④ 中継光海底ケーブルシステムの光ファイバペア数は、光海底中継器回路数の制限から最大で3である。

- (4) 次の問いの 内の(カ)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)

光海底ケーブルの埋設工法について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① ROV (Remotely Operated Vehicle)埋設工法は、加圧水をノズルから噴射し、光海底ケーブルを埋設できるが、光海底中継器、ジョイントボックスなどのケーブル接続部は埋設できない。
- ② ROVには、自動で光海底ケーブルを追尾するためのケーブルトラッキングセンサ、光海底ケーブルの埋設深度を確認するための磁気センサなどを装備したのものがある。
- ③ 鋤^{すき}式埋設工法は、長距離光海底ケーブルの敷設及び埋設が可能である。鋤式埋設機には、10[m]のケーブル埋設深度を確保できるものが導入されており、適用水深も3,000[m]まで可能なものがある。
- ④ 光海底ケーブルの埋設工事は、ケーブル敷設との関係から、ケーブル敷設後埋設工事とケーブル敷設同時埋設工事に大別できる。鋤式埋設工法は、ケーブル敷設後埋設工事に適しており、ケーブル敷設同時埋設工事には不適である。

- (1) 次の文章は、電線類の地中化による無電柱化の概要について述べたものである。□内の(ア)～(ウ)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×3=6点)

無電柱化のために電線類を地下に收容する方式には、電線共同溝方式、自治体管路方式、単独地中化方式及び要請者負担方式がある。

電線共同溝方式は、道路の地下空間を活用して、通信線、電力線などをまとめて收容する方式であり、電線共同溝整備の目的は、電線共同溝の整備等に関する特別措置法において、特定の道路について、電線共同溝の整備等を行うことにより、当該道路の□(ア)を回りつつ、安全かつ円滑な交通の確保と景観の整備を図ることとされている。

自治体管路方式は、地方公共団体が管路設備を敷設する方式であり、敷設された管路などの施設は□(イ)として地方公共団体が管理する。

単独地中化方式は、電線管理者が自らの費用で、単独で地中化を行う方式であり、敷設された管路などの施設は□(イ)として電線管理者が管理する。

要請者負担方式は、各地方での無電柱化協議会で優先度が低いとされた箇所において無電柱化の要請に基づいて実施する場合に採用される方式であり、原則として費用は、□(ウ)が要請者負担となる。

〈(ア)～(ウ)の解答群〉

- | | | | |
|--------------|----------|------------------|---------|
| ① 全額 | ② 形態の標準化 | ③ 道路占用物件 | ④ 道路付帯物 |
| ⑤ 機能の可視化 | ⑥ 区分所有物件 | ⑦ 半額 | ⑧ 建設副産物 |
| ⑨ 構造の保全 | ⑩ 高規格化 | ⑪ 電線類の材料費及び布設費のみ | |
| ⑫ 事前協議での取決め額 | | | |

- (2) 次の問いの 内の(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。
(3点)

管路設備又はマンホール設備の施工方法などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (エ) である。

〈(エ)の解答群〉

- ① 道路占用工事に際しては、道路交通法に基づく道路使用許可を取得し、その許可条件に従い工事をしなければならない。
- ② 非開削による管路工事は、開削による管路工事と異なり、舗装されている道路を開放した状況で施工することができ、開削と比較して残土の発生を抑制することができるなどの利点がある。
- ③ マンホール設備の施工方法には、現場で鉄筋コンクリートを打設し築造する現場打ち方式と、適当な大きさに分割したプレキャスト製品を現場に運搬し据え付けて築造するブロック方式がある。
- ④ マンホール本体の材質にはセメントコンクリートとレジンコンクリートがあり、レジンコンクリート製マンホールは、セメントコンクリート製マンホールと比較して水密性がよく、機械的強度特性及び耐火性に優れているなどの特徴を有している。

- (3) 次の問いの 内の(オ)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)

管路設備の耐震対策などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 地震により液状化が予想される地域において管路を設置する場合は、硬質ビニル管を使用し、マンホールからの第1接続点で管路と管路の接続部にねじ式継手を使用する。
- ② 地盤が軟弱地盤から土質が異なる地盤に急変する箇所に管路を敷設する場合は、硬質ビニル管単独又は金属管単独とし、硬質ビニル管の場合は離脱防止継手を使用し、金属管の場合は短尺化した管を使用する。
- ③ 河川などを横断する通信ケーブルのための専用橋は、一般に、道路橋と比較して幅員が狭く、その形式は耐震対策として有効である圧延鋼桁に限定されている。
- ④ マンホールダクト部において、地震時の地盤変状などに起因して生ずる相対変位によるコンクリートの剝離などを抑えるための対策として、スチールファイバコンクリートを用いて耐荷力の向上を図る方法がある。

- (4) 次の問いの 内の(カ)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)

とう道の構造と特徴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〉

- ① とう道は、多条数の通信用ケーブルを収容できるトンネル形式の通信土木設備であり、災害に強い、交通量の多い道路においても制約が少なくケーブル工事ができるといった特徴を有している。
- ② とう道の施工方法には、シールド工法と開削工法があり、とう道の断面形状は、一般に、シールド工法では円形、開削工法では矩形である。
- ③ シールド式とう道の構造としては、内側に1次覆工、外側に2次覆工が設けられ、2次覆工は、防食、防水、蛇行修正などを目的としている。
- ④ 開削式とう道の縦断線形は、道路の縦断勾配、埋設物、必要な土被り^{かぶ}、排水、歩行などを考慮して決定され、一般に、勾配が設けられている。

(1) 次の文章は、情報通信ネットワーク安全・信頼性基準(昭和62年郵政省告示第73号)及びその附則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)

情報通信ネットワーク安全・信頼性基準は、電気通信事業者のネットワークについて、電気通信事業法の [(ア)] 以外のソフトウェア対策、情報セキュリティ対策、設計、施工、運用等における [(イ)] 等を規定するとともに、電気通信事業法の [(ア)] の対象とならないネットワークについても予備機器の設置、故障検出、異常輻輳^{ふくそう}対策、耐震対策、停電対策、防火対策等を規定している。

情報通信ネットワーク安全・信頼性基準は、情報通信ネットワークを構成する設備及び設備を設置する環境の基準である設備等基準と、情報通信ネットワークの設計、施工、維持及び運用の段階での [(イ)] 基準とに区分されている。このうち、設備等基準は、設備基準と環境基準により構成されており、以下の表は、設備基準のうち、屋外設備の項目と対策の一部について抜粋したものである。

項目	対策(抜粋)
風害対策	強度の風圧を受けるおそれのある場所に設置する屋外設備には、強風下において故障等の発生を防止する措置を講ずること。
雷害対策	雷害が発生するおそれのある場所に設置する重要な屋外設備には、雷害による障害の発生を防止する措置を講ずること。
火災対策	火災が発生するおそれのある場所に設置する屋外設備には、不燃化又は難燃化の措置を講ずること。
高湿度対策	高湿度となるおそれのある場所に設置する屋外設備には、耐湿度措置、 [(ウ)] 措置等を講ずること。
通信ケーブルの [(エ)]	災害時等の建物の倒壊、火災、津波等による通信ケーブルの被災を防ぐため、通信ケーブルの [(エ)] 等を促進すること。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|
| ① 品質 | ② 絶縁 | ③ 光化 | ④ 技術基準 |
| ⑤ 審査 | ⑥ 長尺化 | ⑦ 監査 | ⑧ 管理規程 |
| ⑨ 防錆 ^{せい} | ⑩ 高密度化 | ⑪ 報告義務 | ⑫ 管理 |
| ⑬ 耐震 | ⑭ 地中化 | ⑮ 分散配置 | ⑯ 監督命令 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

信頼性の事前評価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＞

- ① 製品の開発を進めていく際に、進捗の節目ごとに関係者が集まって設計の妥当性、製品の信頼性などへの不具合を検出、修正するために行われる設計審査会は、一般に、デザインレビューといわれる。
- ② FMEAは、現象から原因に向かって故障波及状況や影響度などを解析するトップダウン型の一つの手法として用いられている。
- ③ FTAは、一般に、故障の発生頻度が高い、発生時の被害が大きいなどの重要な故障モードに対して実施すると効果的である。
- ④ 故障の因果関係をつリー状に展開する故障解析手法の一つにETAがあり、これは基本的な故障要因を想定し、その影響がどのような事象として発展するのかを事前に分析しておくという考え方に基づいた手法である。

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

建設工事の請負契約などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

＜(カ)の解答群＞

- ① 請負人は、請負契約の履行に関し工事現場に現場代理人を置く場合においては、当該現場代理人の権限に関する事項及び当該現場代理人の行為についての注文者の請負人に対する意見の申出の方法を、書面又は口頭により注文者に通知しなければならない。
- ② 建設業法において秘密保持契約(NDA: Non-Disclosure Agreement)に関する項目が規定されているため、請負契約の締結の際には、請負契約約款などに秘密の保持に関する項目を明記する必要はない。
- ③ 偽装請負とは、形式的には労働者派遣契約の方式をとっているが、実態は請負契約の形態で業務を行うことを指している。偽装請負の問題点としては、安全衛生などの責任があいまいになり、危険防止措置が十分に講じられないため、労働災害が生ずるおそれが高まることが挙げられる。
- ④ 注文者と請負人との請負契約による建設工事では、注文者は、請負人と雇用関係にある労働者に対して指揮命令することができない。

- (4) 次の問いの 内の(キ)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)

災害時優先電話、災害対策機器などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、
 (キ) である。

<(キ)の解答群>

- ① 災害の救援や復旧並びに公共の秩序の維持のため、法令に基づき防災関係等各種機関等に対して電気通信事業者が提供している災害時優先電話は、一般に、災害発生時などに行われる通信制限時であっても優先電話への着信を優先して扱うことにより、重要通信を確保するサービスである。
- ② 災害復旧時において、被災した優先電話は、復旧作業の効率性にかかわらず、他の一般の電話よりも優先して復旧される。
- ③ 移動式ICTユニットは、ICTサービスの提供に必要な装置類を収容した可搬型のユニットであり、災害時に被災地に搬入・設置して避難所などの周辺にWi-Fiによるローカルネットワークの構築、広域ネットワークへの接続を短時間で行うことができる。
- ④ 電気通信事業者は、災害発生時に重要な通信設備などへの電源供給の応急復旧に資するために災害対策用移動電源車を配備しており、1台当たりの発電能力は最大で500[kVA]であり、また、発電方式はガスタービン発電に統一されている。

- (5) 次の問いの 内の(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)

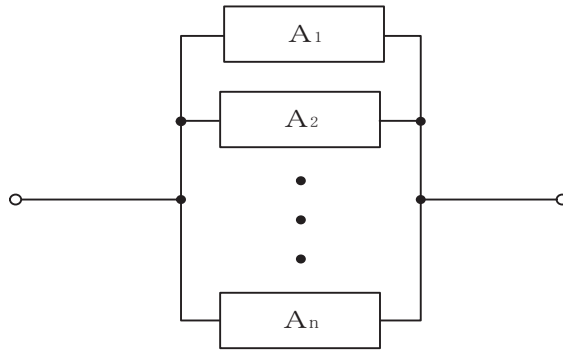
JIS Q 20000-1:2020 情報技術—サービスマネジメント—第1部：サービスマネジメントシステム要求事項における用語について述べた次の文章のうち、正しいものは、
 (ク) である。

<(ク)の解答群>

- ① サービス継続とは、あらかじめ合意された時点又は期間にわたって、要求された機能を実行するサービス又はサービスコンポーネントの能力をいう。
- ② 是正処置とは、パフォーマンスを向上するために繰り返し行われる活動をいう。
- ③ 外部供給者とは、サービスマネジメントシステム又はサービスに関係したある決定事項若しくは活動に影響を与え得るか、その影響を受け得るか、又はその影響を受けると認識している、個人又は組織をいう。
- ④ サービスレベル合意書(SLA)とは、サービス及びその合意されたパフォーマンスを特定した、組織と顧客との間の合意文書をいう。
- ⑤ インシデントとは、根本原因が特定されているか、又はサービスへの影響を低減若しくは除去する方法がある問題をいう。

(6) 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(ケ)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、 $\log_{10} 2 = 0.301$ とする。(3点)

図に示すように、信頼度0.8である装置Aがn台並列に接続されている $\frac{1}{n}$ 冗長システムにおいて、システム全体の信頼度を0.9999以上にするためには、装置Aの台数であるnを少なくとも (ケ) 以上とする必要がある。



<(ケ)の解答群>
 ① 5 ② 6 ③ 8 ④ 31 ⑤ 42

(7) 次の文章は、装置の信頼性について述べたものである。 内の(コ)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、装置は偶発故障期間にあるものとする。(3点)

装置Aの総動作時間を2,000時間、総動作不能時間を500時間、故障回数を5回としたとき、装置AのMTBFは、 (コ) 時間である。

<(コ)の解答群>
 ① 100 ② 300 ③ 400 ④ 500

- (1) 次の文章は、施工管理の管理機能とその関連性、工程表の特徴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)

施工管理において、品質管理、工程管理、原価管理及び安全管理は、四大管理機能といわれる。四大管理機能は、それぞれ独立したものではなく、相互に関連性を持っている。

例えば、工程と原価の関連性をみると、工事の施工出来高と、固定原価及び変動原価から成る工事総原価との関係において、採算のとれる状態にするためには、施工出来高を [(ア)] 点以上にする必要がある。工程速度と原価の関係において、工事総原価が最小となる施工速度は [(イ)] といわれ、 [(イ)] における施工出来高の上昇には限度があり、施工速度が速すぎると、工事総原価は高くなり、工事の採算性は悪化する。

四大管理機能のうち、工程管理においては、一般に、工事の施工手順や所要日数などを分かりやすく図表化した工程表が用いられる。

工程表のうち、横線式工程表の一つに、縦軸に作業内容を置き、横軸に各作業の日数をとる [(ウ)] がある。 [(ウ)] は、工期に影響する作業がどれであるかを把握しにくい欠点があるが、各作業の所要日数が分かり、さらに作業の流れが左から右に移行しているので作業間の関連性が分かりやすいという利点を有している。

また、縦軸に工事の施工出来高の累計をとり、横軸に工期の時間的経過をとって、施工出来高の進捗状況をグラフ化して示したものは、曲線式工程表といわれる。工事の初期には準備などのために工事の進捗が遅く、中間期では施工量が増加し、仕上げ段階となる工事の末期では施工量が減少するのが一般的であるため、曲線式工程表における予定工程曲線は、一般に、 [(エ)] 字の曲線となる。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- | | | | |
|-----|--------|----------|--------------|
| ① M | ② 採算速度 | ③ PERT図 | ④ 経済速度 |
| ⑤ S | ⑥ 限界利益 | ⑦ 最高応答速度 | ⑧ 管理限界 |
| ⑨ U | ⑩ 限界速度 | ⑪ 斜線式工程表 | ⑫ 損益分岐 |
| ⑬ Z | ⑭ 許容臨界 | ⑮ バーチャート | ⑯ ネットワーク式工程表 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

建設業法などに定める内容に基づく建設工事の請負契約における元請負人の義務について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 元請負人は、その請け負った建設工事を施工するために必要な工程の細目、作業方法その他元請負人において定めるべき事項を定めようとするときは、あらかじめ注文者の意見を聴く必要があるが、下請負人の意見を聴く必要はない。
- ② 元請負人は、請負代金の出来形部分に対する支払を受けたときは、当該支払の対象となった建設工事を施工した下請負人に対して、当該元請負人が支払を受けた金額の出来形に対する割合及び当該下請負人が施工した出来形部分に相応する下請代金を、当該支払を受けた日から20日以内又は特約に基づく期間内に支払わなければならない。
- ③ 元請負人は、下請負人からその請け負った建設工事が完成した旨の通知を受けたときは、当該通知を受けた日から1月以内で、かつ、できる限り短い期間内に、その完成を確認するための検査を完了しなければならない。
- ④ 元請負人は、検査によって建設工事の完成を確認した後、下請負人が申し出たときは、直ちに、当該建設工事の目的物の引渡しを受けなければならない。ただし、下請契約において定められた工事完成の時期から20日を経過した日以前の一定の日引渡しを受ける旨の特約がされている場合には、この限りでない。

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

認定電気通信事業者の公益事業特権としての土地等を使用する権利(以下、使用権という。)など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〉

- ① 認定電気通信事業者は、線路を設置するために実施する、土地の所有者との使用権の設定に関する協議が不調な場合、建設工事紛争審査会に仲裁を依頼することができる。
- ② 認定電気通信事業者は、天災が発生した場合において、線路工事に必要な資材及び車両の置場として他人の土地を利用する必要がある、15日以内の期間一時使用するときは、総務大臣の許可を受ける必要はない。
- ③ 認定電気通信事業者は、線路に関する工事のため他人の土地を通行する必要がある、通行するときは、総務大臣の許可を受ける必要はない。
- ④ 認定電気通信事業者が使用権に基づき宅地に電柱を設置した後、その場所に土地の所有者の車庫を作る際に電柱が支障となり、土地の所有者が認定電気通信事業者に必要な措置を請求したとき、認定電気通信事業者は、業務の遂行上又は技術上著しく困難な場合を除き、措置しなければならない。

- (4) 次の問いの 内の(キ)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)

労働安全衛生に関する法令に基づく高所作業車を用いる作業(道路上の走行の作業を除く。)における安全管理など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>

- ① 事業者は、高所作業車を用いて作業を行うときは、あらかじめ、当該作業に係る場所の状況、当該高所作業車の種類及び能力等に適応する作業計画を定め、かつ、当該作業計画により作業を行わなければならない。
- ② 事業者は、高所作業車を用いて作業を行うときは、高所作業車の転倒又は転落による労働者の危険を防止するため、アウトリガーを張り出すこと、地盤の不同沈下を防止すること、路肩の崩壊を防止すること等必要な措置を講じなければならない。
- ③ 事業者は、高所作業車(作業床が接地面に対し垂直にのみ上昇し、又は下降する構造のものを除く。)を用いて作業を行うときは、当該高所作業車の作業床上の労働者に要求性能墜落制止用器具等を使用させなければならない。
- ④ 事業者は、作業床の高さが10[m]以上の高所作業車を用いて作業を行うときは、高所作業車運転特別教育を修了した者を配置し作業させなければならない。

- (5) 次の問いの 内の(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)

労働安全衛生に関する法令に基づく安全衛生管理体制など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>

- ① 業種が通信業であって、常時50人以上の労働者を使用する事業場においては、安全に係る技術的事項を管理する安全管理者を、資格を有する者のうちから選任しなければならない。
- ② 安全管理者が行わなければならない業務として、労働衛生保護具、救急用具等の点検及び整備が定められている。
- ③ 業種が通信業であって、常時300人以上の労働者を使用する事業場においては、事業を実質的に統括管理する者を総括安全衛生管理者として選任しなければならない。
- ④ 総括安全衛生管理者が統括管理する業務の一つとして、労働災害の原因の調査及び再発防止対策に関することがある。

- (1) 次の文章は、情報セキュリティポリシー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)

情報セキュリティポリシーとは、企業や組織の情報セキュリティに関する方針などを示したものであり、情報セキュリティマネジメントを実践するための様々な取組みを集約し規定している。情報セキュリティポリシーの文書は、一般に、情報セキュリティ基本方針、情報セキュリティ対策基準及び情報セキュリティ (ア) の3階層で構成される。

情報セキュリティ基本方針は、企業や組織の (イ) が情報セキュリティに関する考え方を示すものであり、情報セキュリティの目標、目標を達成するための取組み姿勢、及び組織全体に関することが記述される。

情報セキュリティ対策基準は、基本方針に基づいて何をどのように守るかを示すものであり、情報セキュリティ対策を行うための具体的なルールである管理策が記述される。管理策には多くのものがあり、技術的対策、物理的対策、人的対策、組織的対策などに大別される。対策基準を策定する際には、多くの管理策の中から自組織の (ウ) するための管理策を選ぶ必要がある。JIS Q 27002:2014は、情報セキュリティポリシーを策定する際のガイドラインとして利用されることがあり、様々な実践の模範となる管理策である (エ) が列挙されている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|-------------|---------------|-----------|------------|
| ① 教育 | ② プロトコル | ③ 脅威を分類 | ④ 情報システム部門 |
| ⑤ 従業員 | ⑥ 実施手順 | ⑦ 管理水準を設定 | ⑧ ISMSを評価 |
| ⑨ 監査 | ⑩ リスクを低減 | ⑪ インシデント | ⑫ ベンチマーク |
| ⑬ ISMS認証機関 | ⑭ ベストプラクティス | | |
| ⑮ トップマネジメント | ⑯ デファクトスタンダード | | |

- (2) 次の問いの 内の(オ)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)

サーバにおけるアクセス制御について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

- ① ファイルやシステム資源などの各所有者が、読取り、書込み、実行などのアクセス権を設定する方式は、一般に、強制アクセス制御といわれる。
- ② システム管理者の決めた管理ポリシーに従ったアクセス制御ルールが全ユーザに適用される方式は、一般に、任意アクセス制御といわれる。
- ③ ユーザの役割に応じてアクセス権限を設定することにより、必要なオブジェクトへのアクセスを可能とするよう制御する方式は、一般に、ロールベースアクセス制御といわれる。
- ④ ユーザやグループごとに、ファイルやシステム資源などに対して、何を許可し、何を拒絶するかなどのアクセス制御情報を記述したリストは、一般に、CRLといわれる。

- (3) 次の問いの 内の(カ)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)

コンピュータシステムへの脅威などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ)。

- A 他人のコンピュータに不正に侵入し、無断でプログラムやデータを書き換えるなどの行為は、一般に、トラッキングといわれる。
- B コンピュータプログラムのセキュリティ上の脆弱性が公表される前、又は脆弱性の情報は公表されたがセキュリティパッチがまだない状態において、その脆弱性を狙って行われる攻撃は、一般に、ゼロデイ攻撃といわれる。
- C 暗号化処理を行っている装置が発する電磁波、装置の消費電力量、装置の処理時間などを外部から測定することにより、暗号解読の手掛かりを取得しようとする行為は、一般に、サイドチャネル攻撃といわれる。

<(カ)の解答群>

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

試験問題についての特記事項

- (1) 試験問題に記載されている製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。
なお、試験問題では、® 及び TM を明記していません。
- (2) 問題文及び図中などで使用しているデータは、全て架空のものです。
- (3) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。
- (4) 試験問題では、常用漢字を使用することを基本としていますが、次の例に示す専門的用語などについては、常用漢字以外も用いています。
[例] ・迂回(うかい) ・筐体(きょうたい) ・輻輳(ふくそう) ・撚り(より) ・漏洩(ろうえい) など
- (5) バイト[Byte]は、デジタル通信において情報の大きさを表すために使われる単位であり、一般に、2進数の8桁、8ビット[bit]です。
- (6) 情報通信の分野では、8ビットを表すためにバイトではなくオクテットが使われますが、試験問題では、一般に、使われる頻度が高いバイトも用いています。
- (7) 試験問題のうち、正誤を問う設問において、句読点の有無など日本語表記上若しくは日本語文法上の誤りだけで誤り文とするような出題はしていません。