

試験種別	試験科目	専門分野
線路主任技術者	専門的能力	通信線路

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、一様線路における伝送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)

往復2導体を用いた通信線路は、その伝送特性を決定する電氣的定数が信号の伝搬方向に分布している分布定数回路として扱うことができる。通信線路の基本的特性は、材質、寸法の等しい往復2導体が均一な媒質中に存在し□(ア)方向に対してその導体間隔が一定で、かつ、伝送される信号の波長に比較して極めて□(イ)場合の一様線路として求められる。この線路の往復導体の単位長当たりの抵抗をR、インダクタンスをL、往復導体間の単位長当たりの漏れコンダクタンスをG、静電容量をCとすると、これらR、L、G、Cは、線路の1次定数といわれる。

これら1次定数から導かれる減衰定数、位相定数、伝搬定数、特性インピーダンス $Z_0$ などは、2次定数といわれる。伝搬定数と特性インピーダンス $Z_0$ は、以下の式で表すことができる。

$$\gamma = \alpha + j\beta = \square(ウ)$$

$$Z_0 = |Z_0| e^{j\theta} = \square(エ)$$

ただし、 $j$ は虚数記号を、 $\omega$ は伝送波の角周波数を、 $\theta$ は特性インピーダンスの偏角をそれぞれ表し、 $e$ は自然対数の底とする。

<(ア)~(エ)の解答群>

長さ	等しい	速い	直径
太さ	遅い	小さい	大きい
$\sqrt{(R - j\omega L)(G - j\omega C)}$		$\sqrt{(L - j\omega R)(C - j\omega G)}$	
$\sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$		$\sqrt{(L + j\omega R)(C + j\omega G)}$	
$\sqrt{\frac{R - j\omega L}{G - j\omega C}}$		$\sqrt{\frac{C - j\omega G}{L - j\omega R}}$	
$\sqrt{\frac{G + j\omega C}{R + j\omega L}}$		$\sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$	

(2) 次の文章は、一様線路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)

( ) 減衰量最小の条件と無ひずみ伝送条件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>

実際の線路では、一般的に「 $RC = GL$ 」である。このため、 $L$ を増加させることによって減衰量最小条件である「 $RC = GL$ 」に近づけ、減衰量を小さくする方法は装荷といわれる。

一様線路の無ひずみ伝送の条件は、伝送に用いる周波数帯域全体にわたりインピーダンスと減衰定数  $\alpha$  が周波数  $f$  に比例し、かつ、位相定数  $\beta$  が周波数  $f$  に無関係に一定であることである。

減衰量最小条件の関係式が成立したときの2次定数において、減衰定数  $\alpha$  は一定値  $\sqrt{RG}$ 、特性インピーダンスは一定値  $\sqrt{\frac{R}{G}}$  であり、偏角の大きさは0である。

減衰量は、2次定数の一つである減衰定数  $\alpha$  の大小によって決まる。周波数が30 [kHz]以上の高周波数帯域において、 $\alpha$  は次の近似式で表すことができる。

$$\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

( ) 1次定数及び2次定数に関する次のA～Cの文章は、 (力) 。

A 1次定数は、周波数  $f$  に対して一定ではなく、表皮作用あるいは近接作用などのために30 [kHz]以上の高周波数帯域では、周波数  $f$  が高くなるにつれて  $R$  は増加し、 $G$  は誘電体損失のため周波数  $f$  に比例して増加する。また、音声周波数程度の低周波数帯域では、周波数  $f$  が高くなるほど  $L$  は減少する。

B 線路長を無限大とした場合、一様線路の任意の点における電圧  $V$ 、電流  $I$  を2次定数で表せば次式となる。ただし、次式の  $A$  は、端末条件により定まる積分定数である。

$$V = A e^{-\gamma x}$$

$$I = \frac{1}{Z_0} A e^{-\gamma x}$$

この二つの式より、入力インピーダンス  $Z$  は、 $Z = \frac{V}{I} = Z_0$  となり、線路上の距離  $x$  における入力インピーダンス  $Z$  は、距離に無関係に特性インピーダンス  $Z_0$  に等しくなる。すなわち、特性インピーダンス  $Z_0$  とは、無限に延びた一様線路の任意の点におけるインピーダンスである。

C 特性インピーダンス  $Z_0$  及び伝搬定数  $\gamma$  が異なる幾つかの線路を縦続接続することによって得られる線路は、複合線路といわれる。複合線路の接続点において、伝搬される信号の一部は透過し、一部は反射するという現象が生ずる。

<(力)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 |         |

( ) 一様線路に関する次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 1 次定数は、ケーブルを構成する材料の特性、構造から決まる基本的な特性値であり、2 次定数は、1 次定数から導かれる伝送特性を表す特性値である。減衰定数は伝送される信号の波の減衰の程度を示し、位相定数は位相角の変化を示す量で、伝搬定数は無名数である。
- B 音声周波数程度の低周波数帯域において、特性インピーダンス  $|Z_0|$  は周波数  $f$  に比例して増加し、減衰量も周波数  $f$  に比例して増加する。また、位相角は低周波数帯域において  $\sqrt{f}$  に比例して増加し、その偏角は  $-\frac{1}{4}$  [rad] に近づく。
- C 一様線路において終端を短絡した場合、終端の電流が始端の電流より大きくなる。このような現象はフェランチの現象といわれる。特に損失のない減衰定数が 0 の線路においては、線路を  $\frac{1}{4}$  波長の奇数倍の位置で短絡して終端させたとき、この現象は極度に起き、このとき線路は共振しているといわれる。

〈(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 |          |

( ) ひずみと装荷に関する次の文章のうち、誤っているものは、(ク) である。

〈(ク)の解答群〉

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、減衰ひずみ、位相ひずみ及び非直線ひずみなどがある。音声回線の減衰ひずみは、その回線の安定度を低下させ、例えば、ハイブリッドトランスを用いた 4 線式回線において、ある周波数で減衰量が特に少ないと、その周波数に対して鳴音を起こしやすい。

位相ひずみは、伝送系の群伝搬時間が周波数によって異なるために生ずるひずみであり、遅延ひずみともいわれデータ伝送などにおいて大きな影響を及ぼす。

装荷を行うことにより、位相特性の直線性が損なわれ大きな位相ひずみを生ずることになる。装荷線路の群伝搬時間は、低い周波数になるほど、また線路が長くなるほど大きくなり、信号のひずみが大きくなる。したがって、一般的に低い周波数の信号伝送や長距離伝送には装荷方式は用いられない。

非直線ひずみは、伝送系の入力と出力が比例関係にないために生ずるひずみであり、波形ひずみの原因となる。伝送路中の増幅器などの非直線ひずみによる高調波及び混変調波の発生は、ある通話路からほかの通話路への漏話及び雑音の原因となる。

- (1) 次の文章は、光ファイバの光損失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)

光ファイバの光損失は、光ファイバ固有の損失、光ファイバの曲がりによる損失及び接続損失に大別される。光ファイバ固有の損失は、光ファイバ中を伝搬する光が散乱・吸収されることによって生ずるが、その主要因は、赤外線領域・紫外線領域におけるガラスの固有吸収、□(ア)基や遷移金属イオンなどの不純物による吸収、光ファイバ構造の不完全性による放射・散乱、コア中の微少な屈折率ゆらぎにより光が散乱される□(イ)である。□(イ)による損失は、波長の□(ウ)に反比例する。

□(ア)基による吸収は、波長2.8[μm]にピークがあるが、1.4[μm]、□(エ)[μm]にもピークが生ずる。しかし、□(ア)基の混入を防ぐ製造技術の進歩によりその吸収も減少しており、内付けCVD法で製造した石英系光ファイバでは、□(エ)[μm]のピークはほとんど消失している。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

H <sub>2</sub> O	OH	H <sub>2</sub>	3乗
4乗	0.7	0.94	レイリー散乱
ビリユアン散乱	ラマン散乱	O <sub>2</sub>	平方根
立方根	2乗	0.81	

- (2) 次の文章は、光ファイバ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)

- ( ) 光ファイバの材料による特徴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〉

光ファイバを誘電体(媒質)の材料により分類すると、石英ガラスを主体とした石英系光ファイバ、ソーダ石灰やガラスやホウ硅ガラス等を主成分とした多成分系光ファイバ、シリコン樹脂やアクリル樹脂等から成るプラスチック系光ファイバ等に分類される。

石英系光ファイバは、主成分である純粋な石英のほかに屈折率を変化させるための添加剤として、ゲルマニウムやホウ素、フッ素などが用いられており、伝送特性の長期安定度の面でも優れているので、通信ネットワークに使用されている。

多成分系光ファイバの屈折率を変化させる添加剤としては、ナトリウムなどのアルカリ金属を使用しているものがあり、遷移金属などの不純物が混入しにくいいため石英系光ファイバに比較して低損失化が容易である。しかし、石英系光ファイバに比較して融点が高く加工しにくく、量産性に劣るなどの短所がある。

プラスチック系光ファイバは、石英系光ファイバと比較して伝送特性面では劣るが、接続が容易であることや、曲げに対しての耐力が強いことなど、取扱いが容易であるという長所がある。

( ) 光ファイバの伝搬モードによる分類と屈折率分布形状による分類について述べた次の A ~ C の文章は、。

- A マルチモード光ファイバは、コアの屈折率の分布によってステップインデックス形とグレーデッドインデックス形に分類される。また、多くのモードを伝送し、その伝送ルートの差による伝送ひずみにより大容量伝送には不向きであるが、製造、接続性が比較的容易である。ステップインデックス形マルチモード光ファイバは、屈折率が階段状に変化し、コア径がシングルモード光ファイバより大きい特徴を持っている。
- B グレーデッドインデックス形のマルチモード光ファイバは、コアの中心からファイバの半径方向に屈折率が連続的に変化するもので、屈折率分布形状(プロファイル)を適切に選ぶことにより、多くの伝搬モードがある距離を伝搬するとき、各伝搬モードの伝搬時間がほぼ等しくなるように設計されたものである。各伝搬モードの速度は、屈折率の大きなコア中心部で速くなり、クラッドに近い部分では遅くなる。
- C シングルモード光ファイバは、ステップインデックス形マルチモード光ファイバのコア径を小さくし、また比屈折率差を非常に小さくすることで、基本モードのみが通過するように設計された光ファイバである。光ファイバがシングルモード形になるための条件は、次式で表される規格化周波数  $V$  が  $2.405$  より小さいことである。ただし、 $n_1$  はコアの屈折率、 $n_2$  はクラッドの屈折率、 $a$  はコアの半径、 $\lambda$  は伝搬する光の波長をそれぞれ表す。
- $$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

<(力)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 |         |

( ) 光ファイバの構造について述べた次の A ~ C の文章は、。

- A 光ファイバの構造を定める基本的な要素はコア径、外径(クラッド径)などであり、これらは光ファイバの構造パラメータといわれ、光ファイバの光損失、伝送帯域、機械的強度などの諸特性に影響を及ぼす。また、光ファイバの接続損失に大きな影響を及ぼす構造パラメータとしては、偏心率と非円率がある。
- B シングルモード光ファイバの構造を決定するものは、コア径、外径(クラッド径)、開口数(NA)及び屈折率分布の四つのパラメータである。これらのうち、開口数(NA)は、光ファイバへの光の入射条件を示すものであり、光源と光ファイバの結合効率に影響を与え、また光ファイバの接続損失に関してもコア径より大きな影響を与える基本的なパラメータである。
- C マルチモード光ファイバの構造は、モードフィールド直径、偏心率、外径及び遮断波長の四つのパラメータにより決定されている。モードフィールド直径は、光ファイバの径方向の光強度分布がガウス形で近似できるとき、光強度が最大値に対して  $\frac{1}{2e^2}$  ( $e$  は自然対数の底とする。)になるところの直径である。

<(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 |         |

( ) 光ファイバの分散と伝送帯域について述べた次の文章は、 (ク) が正しい。

<(ク)の解答群>

マルチモード光ファイバにおいては、光ファイバ内を伝搬する各モードの伝搬速度が異なるため、パルス変調された光パルスを光ファイバへ入射したとき、光ファイバから出射された光パルスは、入射光パルスに比較してパルス幅が時間的に広がる。このため隣接パルス間隔をあまり小さくすることはできない。

光ファイバ通信で使用される光は、厳密には単一の波長ではなく、わずかではあるが波長の広がりを持っている。このため波長によって伝搬速度は異なり、波長が長くなるほど屈折率は大きくなり伝搬速度は小さくなる。これは、伝送帯域を制限する要因となり、材料の屈折率が波長に依存する特性を持つことに起因している。

光ファイバのコアとクラッドの屈折率差は大きいいため、その境界面での全反射現象は鏡面の全反射現象とは異なり、クラッド部分へ光の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光ファイバの材料によって決まるので、材料分散といわれる。

光ファイバ通信では、材料分散と構造分散を合わせて波長分散といい、一般的には、「材料分散<構造分散」の関係が成り立つ。このため、マルチモード光ファイバでは伝送帯域がほとんど構造分散によって制限され、材料分散やそのほかのすべての分散より伝送特性に大きな影響を及ぼす。

問3 次の問いに答えよ。

(小計20点)

(1) 次の文章は、光ファイバの接続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)

光ファイバの接続損失の発生要因は、光ファイバのパラメータに起因するものと接続方法等に起因するものに分類される。

光ファイバの接続には、着脱可能なコネクタ接続、光ファイバ端面を加熱溶融し接続する融着接続、接続部を接着固定する接着接続と (ア) などがある。 (ア) は、V溝などを形成した接続部品を用いて光ファイバ心線を機械的に把持する接続技術であり、電源や接着剤を用いずに簡単に接続できる。

コネクタ接続において単心用コネクタには、ジルコニアフェルールを用いネジ締結するFCコネクタ、ワンタッチで着脱可能な (イ) コネクタなどがある。コネクタ接続でコネクタ端面間の空隙によるフレネル反射の発生を軽減するため、フェルール端面を (ウ) 研磨することによりフェルール端面どうしを密着させる方法がある。また、フレネル反射の発生を軽減する別の方法として (エ) を用いる方法もあるが、着脱の都度塗布する必要がある。

<(ア)~(エ)の解答群>

M C	アルコール	球 面	整合剤
直 角	V 溝法	三 角	M F
U V 樹脂	3 心固定法	S C	メカニカルスプライス

(2) 次の文章は、光ファイバの伝送特性測定及び接続技術に関連する機器類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)

( ) 光パルス試験器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。

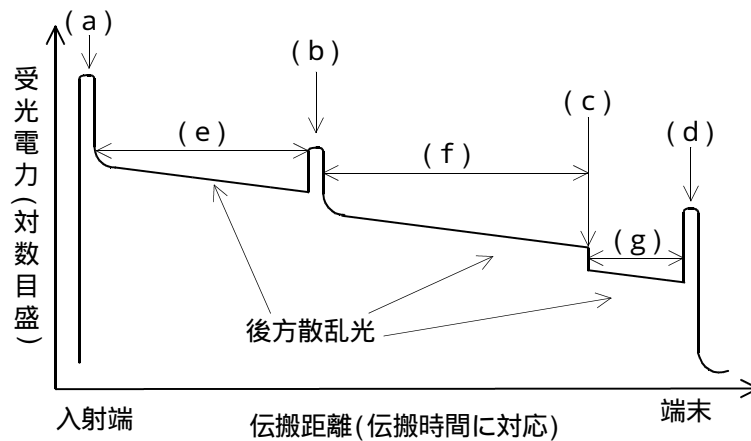
<(オ)の解答群>

光パルス試験器は、光ファイバに光パルスを入射したときに、レイリー散乱光のうち光ファイバの入射端に戻ってくる後方散乱光や破断点等で発生するフレネル反射光を検出し、光ファイバの光損失、接続損失や破断点の位置を測定・検出する試験器である。

光ファイバ内で発生した後方散乱光やフレネル反射光は、入射点から後方散乱光が発生した位置までの光ファイバ長に比例した時間後に戻ってくる。この時間と光ファイバ中の光伝搬速度から、後方散乱光やフレネル反射光が発生した位置までの光ファイバ長を求めることができる。

光ファイバは、ケーブル内で撚られているためケーブル長に比較して光ファイバ長は長くなっている。したがって、ケーブル長に合わせるために光パルス試験器における屈折率の設定を、光ファイバ自体の屈折率より小さな値に設定する必要がある。

図は、正常な光ファイバ線路設備におけるパルス試験器の表示波形の例である。伝送路の表示の例であるこの波形の(a)、(b)、(d)はフレネル反射であり、(c)は融着接続点を示す段差波形である。また、区間(e)、(f)及び(g)の直線的な傾きは、光ファイバの光損失率(dB/km)を示している。



( ) 光ファイバの心線対照について述べた次のA～Cの文章は、(カ)。

- A 光ファイバIDテストは、IDテスト送信部、IDテスト受信部及び心線対照用光検出部から構成されており、心線対照機能のほかに、光損失測定、コネクタの反射減衰量測定及び簡易なレベル測定機能がある。更にMTコネクタで成端された光ファイバコードの光損失測定を変換コードを使用することなく測定することが可能であるが、テープ心線の順番を確認するための機能はない。
- B 光ファイバは、短い波長の光に対して曲げによる伝送損失が大きくなるという特徴から、SM形光ファイバの心線対照に使用する光ファイバIDテストの心線対照光の波長は、 $0.85[\mu\text{m}]$ を使用している。
- C 心線対照方法の一つに可視光源を使用したものがあるが、これは対照心線に可視光を入射し、心線対照箇所では心線に曲げを加え、漏れ出た可視光を目視にて確認する方法である。この可視光源を使用した方法が、光ファイバIDテストを使用した方法と比較して、光源入射点からより遠く離れた位置の対照ができるという利点がある。

〈(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 |         |

( ) 励振器について述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A マルチモード光ファイバの光損失測定で挿入法を用いた場合、励振器は、光源と被測定光ファイバの間に挿入される。これは、被測定光ファイバ内に定常モード分布状態の光を入射するため、及び被測定光ファイバが実際の伝送線路として使用されたときの特性に近い状態で伝送損失を測定するためである。
- B SM形光ファイバの光損失測定では、通常の測定コードを用いた場合、光源と被測定光ファイバ間にグレーデッドインデックス形光ファイバとステップインデックス形光ファイバを交互に接続した励振器を挿入しなければならない。これは、この励振器を挿入することにより、接続点で多数発生する高次モードを取り除き、安定した測定値を得るためである。
- C 後方散乱法でSM形光ファイバの光損失を測定する場合、光パルス試験器と被測定光ファイバの間のほかに、被測定光ファイバの遠端側にも励振器を接続して測定する方法がある。この場合は、光パルス試験器と被測定光ファイバ間にのみ励振器を挿入し測定するときより測定精度を高めることができる。

〈(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 |         |



( ) 光ファイバの接続技術について述べた次の文章は、 (ク) が正しい。

<(ク)の解答群>

光ファイバ接続技術には、光ファイバの軸合せを行って接着剤により接続部を接着固定する接着接続があるが、このうち、コーナーを有するチューブのコーナー部に光ファイバを押し当ててコア軸合せを行う方法は、モールド法といわれる。

融着接続には、光ファイバどうしのクラッド外径を合わせる方法とコア軸を合わせる方法があり、SM形光ファイバをコア軸合せの方法で融着接続する場合、放電時間は外径合せの融着接続方法より短くなっている。これは、放電時間が長くなるとクラッド部の表面張力によって外径が一致することにより、コア軸がずれることを防ぐためである。

融着接続後、融着接続部を補強する前に融着接続部を含む光ファイバ心線に一定の曲げ応力を加える曲げ試験が行われている。この試験は、光ファイバの融着接続部が機械的に完全に接続されているかを確認するためのものである。

融着接続をした光ファイバ心線は、被覆が無く非常にもろいため、光学的、機械的劣化が生じない方法で補強をする必要がある。この補強方法としては、熱収縮スリーブ法とガラス繊維入りナイロン補強材で補強するルーズチューブ法が一般的である。

問4 次の問いに答えよ。

(小計20点)

(1) 次の文章は、メタリック線路の故障位置の測定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。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では、様々な要因によって断線、地気、混線、 (ア) などが発生し、通信の途絶や雑音などの故障を起こす原因となる。これらの故障を修理する場合、まず故障種別や故障状態及び故障位置を迅速、かつ、的確に把握する必要がある。そのため、現地に赴いてケーブル外被を切開き、その上部(設備センタ側)又は下部(加入者側)のいずれの方面に故障があるかの判別を行う (イ) 探索方法と、遠隔からの測定器による電氣的測定法がある。

電氣的測定方法により断線故障を探索する場合には、線路測定器などで線間の静電容量を測定し断線距離を推定する方法や、 (ウ) 試験器により断線箇所からの (ウ) の (エ) を受信し波形解析するTDR法などがあり、いずれも設備データなどを参照することで遠隔測定により故障位置を特定することができる。

<(ア)～(エ)の解答群>

相 加	吸 収	絶縁不良	直流抵抗
絶縁抵抗	インダクタンス	インピーダンス	パルス
反射波	透過波	切分け	漏洩波 <sup>えい</sup>
心線切分			

(2) 次の文章は、線路のガス保守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)

( ) ガス供給方式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〉

ガス連続供給方式は、乾燥した空気を約64(kPa)の一定圧力でケーブル内に連続的に供給するものであり、ケーブル外被や接続点にピンホールなどの損傷が生じた場合でも、水や湿気がケーブル内に侵入することを防止している。

ガス連続供給方式では、ケーブル内部のガス流動抵抗や線路形態などにより、ケーブル端末部に向かってガス圧が低下し、一定の距離を超えるとガス圧が大幅に低下するため、適用区間長に制限がある。

ガス永久封入方式は、ガスボンベにより乾燥度の高いヘリウムガスをケーブル内に封入し、定期的にガス圧を点検して、必要によりガスボンベの取替えを行うことでケーブル内部のガス圧を一定に維持するものであり、ガス連続供給方式を適用しないガス区間に適用される。

ダックスクロージャは、地下ケーブル工事で翌日に持ち越すなどにより、一時的に心線接続部の仮防水が必要な場合に用いられるものであり、気密性を有するためガス保守が可能なクロージャである。

( ) ガス圧遠隔監視システムに関する次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A ガス圧遠隔監視システムは、一般に、ケーブルルート上のすべての接続点に取り付けられる圧力発信器と、設備センタ内の監視装置類及び保守拠点ビル内に設置されるワークステーションなどの警報表示装置により構成される。

B 接続点内のそれぞれの圧力発信器は、正常時に検出したガス圧力値のほか、ガス漏洩<sup>えい</sup>が発生した場合はその漏洩量を電気信号に変換し、同一周波数の信号により保守拠点ビルの監視装置にデータを転送している。

C ガス漏洩によりケーブル内圧が管理値以下になった場合は、システムが自動的にガス圧降下警報を発出するとともに、それぞれの圧力発信器から転送された圧力値のデータを基にガス圧分布を表示し、ガス漏洩箇所を推定することができる。

〈(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	

( ) ガス保守関連設備について述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A ガス保守用のメカニカルクロージャの組み立て時には、施工後の気密性を確認するため、一時的に約98 [kPa]程度の圧縮ガスをクロージャ内に封入し、スリーブガセットなどからのガス漏洩の有無を確認するガスフラッシュテストが行われる。
- B ガス保守を行うケーブル条数が5条程度の小規模な可搬形BOXに適用するガス供給装置には、可搬形BOX前室内などに設置する屋内タイプと、可搬形BOXの外部に設置可能な屋外タイプの両方のタイプがある。
- C ガス保守を行うPECケーブルの外被構造は、布設時及びガスの内部圧力などに対する機械的強度の確保や、PE外被からの透湿を防止する目的などから、PEの内側に金属テープを接着したコルゲートシースが採用されている。

〈(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 |         |

( ) 防水形光ファイバケーブルに関する次の文章は、 (ク)  が正しい。

〈(ク)の解答群〉

防水形光ファイバケーブルの一つとして、ケーブル内部に混和物を充填したジェリーフィールドタイプのケーブルがあるが、主としてこれは、常に風雨にさらされている架空配線に適用されている。

光ファイバ心線は、クロージャ内で機械的特性などに影響を与えない曲率半径が保持された状態で収容されていても、浸水と同時に伝送特性への影響が生じ、また、浸水と同時にファイバが破断するため、接続部内では浸水検知モジュールによる監視を行っている。

光ファイバWBケーブルでは、防水構造として高分子系吸水材を塗布した止水テープが用いられており、外被部から浸水するとその浸水箇所の吸水材が膨潤しながら止水テープから分離し、ゲル化してスロットロッドの溝の間隙を埋め、それがダムとなって水走りを防止している。

浸水検知モジュールは、保守用光ファイバ心線を挟んだ状態でクロージャ底部に設置し、浸水時には内部の吸水材の作用で保守用光ファイバ心線に一定の吸収損失が発生するため、これを光パルス試験により検出することで浸水検知を行うものである。

- (1) 次の文章は、市内メタリック加入者線路方式とその適用について述べたものである。  
 [ ] 内の(ア)~(工)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)

市内加入者線路は、網構成上の用途から [ (ア) ] と配線線路に分類されている。  
 [ (ア) ] は、最寄りの設備センタから配線区画までの配線であり、配線線路は、配線区画内の加入者宅までの配線である。また、線路形態、すなわちケーブルの布設されている状態からは、地下線路方式と架空線路方式に分類されている。なお、地下線路方式としては、とう道方式区間と [ (イ) ] 区間及び直埋設方式区間に分類されている。それぞれの形式は、経済性、安定性、伝送方式などを考慮して適用されている。

架空線路方式は、ケーブルを電柱に架渉するもので、一般に、 [ (ウ) ] が少ない場合又はケーブル条数が少ない場合に用いられ、通常、最も経済的な方式である。この方式は、加入者線路では配線や建設が容易であるなどの理由から、主に配線ケーブル区間に適用されている。

地下線路方式は、信頼性及び安全性が高く、また架空線路方式では多対ケーブルになると風圧荷重等の制限により構成が困難になることから [ (工) ] などの多対ケーブルを布設する区間に適用されている。

<(ア)~(工)の解答群>

通信線路	同軸ケーブル	き線線路	P E Cケーブル
架橋方式	誘導・雷被害	管路方式	W Bケーブル
地下線路	C C Pケーブル	ケーブル対数	S M光ケーブル
塩 害	マンホール方式		

(2) 次の文章は、メタリック加入者線路設計・建設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)

( ) 加入者配線法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〉

加入者配線法は、加入者分布状況及び将来の開発状況などを考慮し、需要の発生に対して即座に対応することができるとともに、心線使用効率の向上による経済性や迅速な故障修理を可能とする保守性などを考慮して決定される。

固定配線区画の設定に当たっては、河川・鉄道・幹線道路など地域の環境が考慮されるほか、街区及び町丁別の集合、線路構成、需要の予測、管理の便などが考慮されている。なお、固定配線区画の大きさは、原則的に15年後の需要数が約600加入を目安として決定されている。

配線区画内の配線線路では、CCPケーブルが適用され、接続端子<sup>かん</sup>函との併用により、任意の心線を需要の発生状況に対応して配線し開通することが可能な連絡配線法が採用されており、この配線法を用いることで、心線ケーブル配線法に比較し心線の融通性が向上する。

FD配線法における配線は、各固定配線区画に直接接続される固定局線、設備センタから共通配線区画まで需要変動に対する予備として配線される補助線、また、共通配線区画内において補助線を有効に活用するための連絡補助線から構成されている。

( ) 加入者線路設計について述べた次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A 加入者線路における損失配分値は、一般の加入者において7 [dB]以内である。この値を超過する加入者に対しては、高損失加入者用電話機や加入者線双方向中継器を用いたり、当該ケーブルの異なったユニットのケーブル心線を2対組合せ、ケーブル心線間の線間静電容量を増加させることにより通話損失を減少させている。

B 加入者ケーブル線路における直流抵抗制限は、交換機の動作に必要な電流を確保するために設定され、設備センタに設置されている交換機の種類により、1,000 [ ]から1,500 [ ]程度であるが、心線径が太い0.9 [mm]のケーブルを用いる場合は、交換機側で装荷線輪を挿入することにより直流抵抗制限を緩和する対策が採られている。

C ケーブルの心線径は、0.32 [mm]から0.9 [mm]のケーブルが用いられ、0.32 [mm]の心線径のケーブルは、設備センタから1 [km]以下の区間に適用されている。遠距離の場合は、0.65 [mm]や0.9 [mm]の心線径のケーブルが主に適用されている。また、ケーブル対数において配線ケーブルでは、一般に、ケーブル1条当たり400対以下の小対ケーブルが使用されており、地下ケーブルでは最大3,600対の多対ケーブルが使用されている。

〈(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	

( ) ケーブルの接続に関する次のA～Cの文章は、 (キ) 。

A ケーブルの心線接続には、PATコネクタが導入されている。このPATコネクタによる心線接続は、手ひねり接続に比較して接続信頼性が高く、専用の切替装置(CATSシステム)を使用することにより、無瞬断で心線切替えを行うことができる。

B ケーブルの接続において架空区間では、接続端子函が用いられている。この接続端子函内では、心線の取り出しが頻繁に行われることから、ケーブルの心線と加入者引込線の接続や撤去作業を容易にするため、ふたの開閉が自由に行える構造となっている。

C ケーブルの接続において地下区間では、メカニカルクロージャ(スタンダードクロージャ)が用いられている。このメカニカルクロージャは、各部をボルト・ねじにより締結するため、鉛管工法に比較して気密性が高いが、スリーブにプラスチック材料を使用しているため、電食等の腐食に対して弱い。

〈(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	

( ) 架空線路の建設について述べた次の文章は、 (ク)  が正しい。

〈(ク)の解答群〉

丸形ケーブルの架渉は、電柱間につり線を架渉し、そのつり線に金車を一定間隔で取り付け、この金車にウインチなどによりケーブルを引き通し、順次ケーブルリングを用いてケーブルとつり線を一体化する架渉工法で行われている。

自己支持形ケーブルの架渉は、ベルトを各電柱に取り付けておき、ベルトでケーブルをつり下げながら行うカーテン方式、又は電柱に布設用ローラを取り付け、その上にケーブルを乗せてけん引する方式の工法で行われている。

ケーブルのダンシングによる故障を防止するため、丸形ケーブル及び自己支持形ケーブルともに、柱際及び接続端子函取り付け箇所にスラック(たるみ)を挿入したり、ケーブル実長約10[m]に1回の割合でケーブルにねん回を挿入することにより、風圧を低減している。

加入者宅へ回線を引込む場合は、接続端子函を固定配線区画の地下ケーブル立上点の電柱に取り付け、その接続端子函から固定配線区画内のすべての加入者に対して引込線で引落としを行うほか、必要に応じてFD配線盤、中継器、装荷コイルなども電柱に取り付けている。