

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、伝送系における雑音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)

伝送系における雑音には、伝送系内部に存在する雑音、信号伝送に伴って発生する雑音、外部から侵入する雑音がある。

伝送系内部に存在する雑音は基本雑音といわれ、主としてアクティブ素子から発生する [(ア)] である。これに対して、信号伝送に伴って発生する雑音には、周波数多重通路においてアクティブ素子の非直線性により発生する [(イ)]、平衡形多対ケーブルにおいて多数の回線から特定の回線に漏話として侵入する多重漏話雑音、一つの回線を信号が伝搬中に多重反射して生ずる伴流(続流)による雑音などがある。

外部から侵入する雑音には、雷や高圧線などから静電的あるいは電磁的に通信路に侵入する [(ウ)]、放送波などが架空線を介して侵入する [(ウ)] などがある。これらの雑音は、音声伝送と比較して、一般的に、 [(エ)] 信号を使用するデジタル加入者線伝送方式において特に問題となるため、これら雑音の諸特性を十分考慮に入れて回線収容設計を行う必要がある。

<(ア)~(エ)の解答群>

高調波	ひずみ	準漏話雑音	熱雑音
低周波	漏話電流	バブル雑音	流合雑音
誘導雑音	漏話雑音	高周波	ビート雑音

- (2) 次の文章は、漏話について述べたものである。 [] 内の(オ)~(ク)に適したものを、次ページ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)

() 漏話について述べた次のA~Dの文章は、 [(オ)] 。

- A 漏話は、電流による電磁的結合や、電圧による静電的結合を通じて、ある回線の信号が別の回線に漏れる現象であり、この漏話のレベルが、その回線の信号レベルに対してある大きさ以上になると妨害となる。
- B 漏れてくる音声の内容がはっきりと分かるような漏話は、了解性漏話といわれる。また、漏れてくる音声が多数重なり合うなどして雑音化した漏話は、非了解性漏話といわれる。
- C 次ページの図に示すように漏話の経路は、誘導回線の信号が被誘導回線に漏話するとき、被誘導回線の送信側と受信側の二つの方向に分かれて伝搬していく。このうち、受信側に伝搬する漏話は近端漏話、送信側に伝搬する漏話は遠端漏話といわれる。
- D 漏話雑音は、音声を中心としたアナログ信号を伝送する場合の特有な現象であり、デジタル信号を伝送する場合は発生しない。

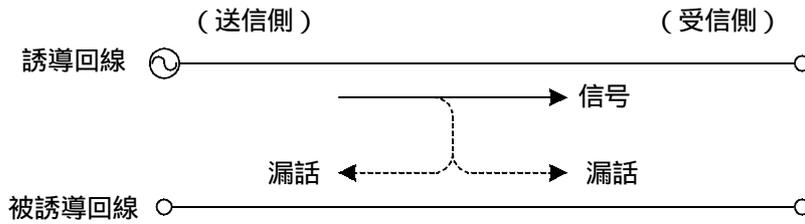


図 漏話の概念図

<(オ)の解答群>

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

() 漏話の単位と結合について述べた次のA～Cの文章は、(カ)。

A 漏話は、次式のとおり誘導回線の送端電力と被誘導回線の漏話電力との比の対数を取り減衰量の形で表現し、その単位としては、[dB]が用いられる。

$$\text{漏話減衰量} = 10 \alpha j_{10} \frac{\text{被誘導回線の漏話電力}}{\text{誘導回線の送端電力}}$$

B ()の図において漏話の大きさは、受信側及び送信側とも、電磁結合による漏話と静電結合による漏話との差となる。

C 電磁結合によって生ずる漏話は、線路の特性インピーダンスに逆比例するが、静電結合によって生ずる漏話は、線路の特性インピーダンスに比例する。

<(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 | |

() 間接漏話について述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A 漏話には、誘導回線と被誘導回線の二つの回線間の電氣的結合による直接漏話のほかに、線路の中間あるいは端末における反射や、誘導回線と被誘導回線の二つの回線以外の回線を介して種々の経路を経て生ずる間接漏話がある。
- B 間接漏話の伝搬経路は、一般的に、直接漏話の伝搬経路より長く、複数の漏話が重畳する。したがって、間接漏話の漏話減衰量の周波数特性は複雑な形状となる。
- C 誘導回線及び被誘導回線が、第三の回線(誘導、被誘導回線の二つの回線以外の回線)との間のそれぞれ異なる箇所で、大きな漏話結合を有する場合、誘導回線及び被誘導回線の誘導と被誘導の関係を入れ替えると、第三の回線を経由する近端漏話は伝搬経路が異なるため、間接漏話の大きさが異なる。この大きさが異なる現象は、遠端漏話の場合には、誘導と被誘導の関係を入れ替えても伝搬経路が変わらないため、発生しない。

<(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 | |

() 漏話軽減策について述べた次の文章は、 (ク) が正しい。

<(ク)の解答群>

ケーブル内の任意の2回線間には、一般に、静電結合と電磁結合の二種から成る電氣的な結合があり、通常、心線間の間隔が近いほど、その漏話量は大きい。すなわち隣接している対間ほど漏話が大きいため、対間の距離を広げるなどケーブル内心線の收容位置を変更することにより漏話を軽減することができる。

ケーブル内の各対の2本の導線が撚られていれば、被誘導回線の2本の導線に対する電氣的結合は平衡し、誘導される電圧は打ち消し合うようになる。したがって、漏話を減少させるための有効な方法の一つは、1対ごとによく撚ることであり、隣接間で撚りピッチを同一にした方が、ピッチを変えたときよりも更に効果的である。

信号の伝送方向(設備センタからユーザ方向、ユーザから設備センタ方向)ごとに心線をそれぞれ別々のケーブルに分けて收容しても、漏話妨害が遠端漏話と比較して大きい近端漏話を軽減する効果はない。

同軸ケーブル間の漏話は、誘導側同軸心に流れる電流の一部が表皮効果により外部導体表面に現れ、これが被誘導側の外部導体に流れ、その一部が再び表皮効果により被誘導側同軸心に流れ込むことにより発生する。同軸ケーブルの漏話は、低周波と比較して高周波の方が大きい。

- (1) 次の文章は、光のコヒーレンス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)

光のコヒーレンスとは可干渉性を意味しており、光の干渉を起こさせるためには、光の□(ア)が、光の進行方向と垂直な面でそろっていることが必要である。このような光は、□(イ)なコヒーレント光といわれ、レンズによって集光することが容易であるため、光ファイバのコア内に効率良く入射させるのに適している。

□(イ)なコヒーレンスのほかに、光のコヒーレンスを高めるためのもう一つの要素は、波長の□(ウ)性である。波長が□(ウ)で連続した光は、□(エ)にコヒーレンスであるといわれる。ヤングの干渉実験では、□(エ)にコヒーレンスが高い光ほど、明暗の縞をはっきりさせることができる。

半導体レーザは、□(イ)にも□(エ)にもコヒーレンスが高い光を得やすい発振機構を持っている。完全なコヒーレント光が得られれば、光の強度変化に代わり光の□(ア)変化を利用した通信が可能である。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

一次元的	時間的	速度	回折
屈折率	直進	単一	反射的
位相	伝搬モード	空間的	周波数的

- (2) 次の文章は、光通信に应用されている光の性質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)

- () 光の伝搬理論と偏光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〉

電流と電荷がない等方媒質中では、誘電率と透磁率 μ は場所によらない定数となり、真空中の誘電率及び透磁率をそれぞれ ϵ_0 、 μ_0 とすると真空中の光速 c は、 $c = \frac{1}{(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}}$ で与えられる。

一様媒質中を伝搬する光は、電界と磁界の強さが光の進行方向に対して垂直な方向に、変化しながら伝搬していく。光が伝搬するとき、同じ時刻に同じ強さの電磁界を持つ点の集合は、等位相面といわれる。

真空中と媒質中の光速の比は、絶対屈折率といわれ、絶対屈折率が角周波数に依存する媒質は、分散媒質といわれる。分散媒質中では、一般的に、群速度と位相速度は異なる値となる。

シングルモード光ファイバを伝搬する基本モードは、LP₁₁モードといわれ、伝搬軸に垂直な断面では電界は常に一定方向を向いている。このような偏波状態は、円偏波といわれる。

() 半導体レーザを光通信に用いたときの特徴について述べた次の A ~ C の文章は、(カ)。

- A 半導体レーザの出力光を変調する方式としては、注入電流に信号を印加して、半導体レーザの光出射端面の反射率を変化させる直接変調が一般的な方法である。
- B 半導体レーザの出力光をパルス電流で直接変調する場合、印加パルス電流がなくなった後も活性層中にキャリアが残り、パルスごとにこのキャリア蓄積が進み、ある周期で光応答に変化が起こるパターン効果を生ずる。
- C ファブリペロー形半導体レーザの発振状態では、共振器の二つの反射鏡の間で、反射鏡間の距離が半波長の整数倍となるような波長の定在波が存在し、複数の波長の異なる光が発生する。

〈(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 | |

() 光通信に用いられる光ファイバの波長分散について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A シングルモード光ファイバは、マルチモード光ファイバと比較してコア径が小さいため、構造分散は無視することができる。このため、シングルモード光ファイバで波長分散が発生する主要因は、材料分散のみである。
- B 零分散波長を $1.31 \mu\text{m}$ 帯から、伝送損失が最小である $1.55 \mu\text{m}$ 帯にシフトさせた光ファイバは、分散シフト光ファイバといわれ、材料分散値のみを変化させることにより実現されている。
- C 波長分散が 0 の波長帯で波長多重通信を行おうとすると、光ファイバの非線形効果により光信号同士が相互作用し、クロストークが発生しやすくなる。この対策として、 $1.55 \mu\text{m}$ 帯で適度な分散値を持たせたノンゼロ分散シフト光ファイバが実用化されている。

〈(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 | |

- () 光通信に用いられる半導体レーザ及び発光ダイオードの構造や特性について述べた次の文章は、 (ク) が正しい。

〈(ク)の解答群〉

発光素子として用いられている半導体レーザの一般的な構造は、レーザ発振を起こす活性層を、これと成分の等しいn形半導体とp形半導体で挟んだ三層構造であり、このような構造はダブルヘテロ接合構造といわれる。

ダブルヘテロ接合構造の半導体レーザに逆方向のバイアスをかけ、n形層からp形層に電流を流すと、活性層内に電子と正孔が閉じ込められ、反転分布状態が容易に形成され、光の強度が増す。

分布帰還形レーザは、光の増幅部である活性層の近くに波状の回折格子を作ることにより光の帰還を起こさせ、回折格子の周期(波状構造のピッチ)によってレーザ光に強い波長選択性を持たせた構造である。

発光ダイオードの順方向にバイアス電圧を印加すると、電子と正孔が再結合し、誘導放出光が放射される。なお、ダブルヘテロ接合構造とすることにより、発光ダイオードの再結合確率と量子効率を高めることが可能である。

問3 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、メタリック平衡対ケーブルの架空線路及び地下線路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)

架空線路設備は、通信回線を構成するケーブルと、これを支持する電柱、支線、つり線などの支持物並びにそれらの付属物から構成されている。ケーブルには、架空配線ケーブルとして (ア) 絶縁構造を用いたCCPケーブルを使用している。また、架渉の形態としては、メッセンジャーワイヤー(つり線)を電柱に留め、これにケーブルリングなどでケーブルを架渉するものと、つり線とケーブルが一体となった (イ) ケーブルを用いる方法とがある。

地下線路設備のうち、設備センタからき線点までの地下き線ケーブルは、新たにケーブルを布設する場合は (ウ) ケーブルが一般的に使用されている。また、どう道部では、大きな空間に多条数のケーブルが収容され、火災発生時の延焼被害を抑えるため、一般的に、PE(ポリエチレン)に (エ) を混入した難燃PEを外被に用いたケーブルが使用されている。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

丸形	カーボン	二層	PVC
水酸化金属	鉛被	紙	スタルペス
SS	PEC	SC	フッ素

(2) 次の文章は、メタリック平衡対ケーブル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)

() 平衡対ケーブルの構造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〉

心線絶縁材料である発泡ポリエチレンは、発泡技術を用いてPE(ポリエチレン)内に気泡を含ませることにより誘電率を下げた絶縁材料であり、充実PEと比較して被覆厚が同じであれば、充実PEよりも静電容量を小さくすることができる。なお、発泡率を高めるほど誘電率を低くできるが、機械的強度が低下する。

平衡対間の漏話を軽減するため、心線は^よ撚り合わされる。その撚り合せ方法としては、対撚り、星カッド撚り、DMカッド撚りがあり、DMカッド撚りは、対撚りした2対を更に撚り合せする方法で、星カッド撚りと比較してケーブル外径を小さくできる長所がある。

撚り合わされた対又はカッドは、ケーブル化する過程で更に撚り合わされてユニット状に集合される。このユニットの撚り合わせの方法には、撚りの回転方向によりS撚りとZ撚りがある。また、撚りの回転方向をあるピッチで交互に反転させるSZ撚りがある。

集合された心線外部に施されるケーブル外被の機能は、外力から心線を機械的に保護し、心線の電気的特性の劣化を防止することである。また、ケーブル設置場所の条件により更に外部からの電磁的な妨害を防ぐ機能も必要である。電磁誘導対策として、ケーブル心線の周りに電磁軟鉄テープなどを施したケーブルがある。

() ケーブルの温度変化に対する影響について述べた次のA~Cの文章は、 (カ) 。

A 寒冷地において、管路内溜水が凍結するときの凍結圧により管路内部のケーブルを圧壊することがある。この防止策として、管路内溜水が凍結するおそれのある寒冷地の管路内に、ケーブルと一緒にPEパイプを布設し、凍結圧をこのPEパイプに吸収させる方法がある。

B 架空ケーブル及び地下管路ケーブルのうち特に橋梁添架管路区間等、温度変化の激しい区間では、ケーブルの温度伸縮によりケーブル接続部が破損する場合がある。この防止策として、ケーブルクロージャのケーブル挿入部に、ケーブルの伸縮を吸収するための伸縮継手を設ける方法が採られている。

C 架空用丸型CCPケーブルの外被がLAPシースの場合において、LAPシースの製造時の残留歪^{ひずみ}が、直射日光の加熱と夜間の冷却によるヒートサイクルによりLAPシースを伸縮させ、接続端子^{かん}函内にてLAPシース内から心線が突き出す現象が発生することがある。この防止対策として、心線と心線の間及び心線と外被との隙間に混和物が充てんされたCCP-JF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 | |

() 平衡対ケーブルの接続について述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A 平衡対ケーブルの手ひねり接続では、一般的に、接続心線にはんだ上げを行うと接触抵抗が減少して、接続部分の接触不良がなくなり、長期にわたり安定した接続状態が保たれる。しかし、地下線路設備とは異なり接続部が水没するおそれのない架空ケーブル接続部では、作業能率を向上させるため手ひねり接続のみを行い、はんだ上げの必要はない。
- B 平衡対ケーブルの接続方法には、心線を溶かして接続する溶接接続がある。この方法は、接続する心線を溶かし一体化するため接触抵抗がなく、電気的特性が安定している長所があり、光融着接続機と同様にコンパクトで多対一括接続ができる接続機が、現在、広く使用されている。
- C 平衡対ケーブル接続方法には、長期的に安定した電気的特性が得られるUスリットによるコネクタ接続がある。このUスリットは、U字状のスリットに心線を挟み込む構造で、Uスリットと心線との接触部にはUスリットのバネ性により常に一定の圧力が働くため、接触面は密着状態に保たれ、接触面の酸化による接触抵抗の増加を防いでいる。

〈(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 | |

() ケーブル接続に使用する接続クロージャ等について述べた次の文章は、(ク) が正しい。

〈(ク)の解答群〉

地下ガス保守区間のケーブル接続では、ガス圧によるクロージャの破損を防止するため、クロージャ内部のガス圧が一定圧力以上になると内部の圧力を外部に逃がす減圧バルブを備えたクロージャを使用する方法が、一般的に採られている。

アクセス系に用いられるCCP-JFケーブルの接続時には、クロージャの内部に、CCP-JFケーブルの内部に充てんされている混和物と同じ材質の混和物を充てんしている。

FD配線法に使用されるFDキャビネットは、き線ケーブル及び配線ケーブルの効率的な運用を図るため、き線ケーブルと配線ケーブルの接合点(き線点)及び配線ケーブルの分岐点に設置され、10対単位のコネクタを介して接続する構造になっている。

アクセス系で使用する架空メタルケーブル用クロージャの一つである接続端子^{かん}函は、気密性はなく、ケーブル心線と加入者引込線の接続等を行なうため、開閉が容易な構造になっている。なお、ケーブルの接続形態により、直線用、片分岐用及び両分岐用がある。

- (1) 次の文章は、アクセス系光ファイバ設備監視システム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)

光ファイバケーブル設備では、導入当初、地下区間の設備監視は、メタリックケーブル設備と同様にガス保守方式により行い、定期的な保守試験は、現用回線では監視信号のレベル変化、非現用回線では光損失変化の確認により行われてきた。しかしながら、光ファイバケーブル設備は、ガス保守のためのケーブルの高密度化に制約があることなどから、ガス保守方式に代わる設備監視方式が検討されてきた。その結果、新たな設備監視方式に対応した (ア) 光ファイバケーブルの導入とともに、通信で用いる光波長とは異なる光波長を用いて現用回線・非現用回線にかかわらず、 (イ) 監視ができる設備監視システムが導入された。

このアクセス系光ファイバ設備監視システムは、設備センタ内の光ファイバ成端モジュール(FTM)内の (ウ) 部、監視試験の制御を行う試験制御部、監視試験区間の末端に設置する (エ) 部、ケーブル接続クロージャ内の浸水を検知するための浸水検知部などで構成される。

このシステムの基本機能を利用して、設備建設直後の通信用光波長での、区間 (イ) 試験、通信用光波長と異なる光波長での、区間 (イ) 監視を行うことができる。 (ウ) 部の分岐モジュールは、同一の光ファイバ心線に通信用光と監視用光の両方を入出力するための光カプラにより、 (エ) 部は通信用光を透過し監視用光を遮断する (エ) を有するターミネーションケーブルなどによりそれぞれ構成される。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

分散シフト形	通信光遮断フィルタ	心線選択
光ひずみ	受光素子	光増幅
波長選択フィルタ	ジェリー充てん形	波長分散
防水形	光パルス	光分岐モジュール
光ケーブル選択	光損失	

- (2) 次の文章は、光ファイバケーブルの保守・監視技術について述べたものである。 内の(オ)~(ク)に適したものを、次ページ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)

- () アクセス系光ファイバ設備監視システムであるAURORA(Automatic optical fiber operations support system)について述べた次ページの文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

<(オ)の解答群>

AURORAは、遠隔操作により、アクセス系設備における各種光線路試験のオペレーションを実施可能としたシステムである。光ファイバケーブルの布設後の最終試験や、故障時の切分け及び修理時の光線路試験を設備センタ内の接続部からOTDRや光パワーメータを用いて手動で行ってきたものを自動化し、少数のオペレータによる遠隔監視作業を可能としたシステムである。

AURORAの試験光の波長には、通信光とは異なる波長が用いられるため、通信中であっても試験が可能となる。しかし、ONUで通信光を受光する際には、ONUへの入力前に試験光を除去する必要がある。

AURORAの試験機能には、レイリー散乱現象を利用して、光ファイバに加わっている外力によるひずみの分布を測定する機能があるため、建設工事時に測定したデータを基に、光ファイバ心線断線故障時の故障位置探索に用いられている。

AURORAは、光ファイバ心線接続部の安定性を確保するため、クロージャ内への浸水の検知が可能な浸水検知モジュールを保守用心線に適用している。この浸水検知モジュールは、浸水により膨潤する特殊な材料を用いて、浸水時に保守用心線に曲げを生じさせることで浸水を検知するものである。

() 光ファイバケーブルの工事・維持など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心線対照は、送信部と受信部から構成された光ファイバIDテストを用いて行われる。送信部から特殊な心線対照用光信号を入射し、受信部では心線対照用光検出部で光ファイバ心線を挟み込み、心線対照を行う。心線対照の原理は、波長が短くなるほど光ファイバの曲がりによる伝送損失が大きくなるという特徴を利用しており、0.85[μm]の波長や可視光を用いて心線対照が行われる。
- B 光ファイバケーブルは、メタリックケーブルの場合とは異なり、浸水が生じても即座に伝送特性に影響を及ぼさないために、非ガス保守が可能となる。光ファイバケーブル内に事故などにより浸水した場合に光ファイバに生ずる問題点としては、ケーブル内の長い距離にわたって浸水することによる破断寿命の短縮と、ケーブル内の金属腐食に伴い発生した水素による長期的な損失の増加がある。
- C 光ファイバケーブルの浸水検知を実施する間隔は、一般的に、光ファイバの浸水期間と破断確率の関係から決定されている。具体的には、浸水期間が長くなるほど破断確率も高くなることから、許容破断確率以下とするための許容浸水期間を実験から求め、さらに、浸水故障発見から修理完了までに必要な期間を考慮して、浸水検知を実施する間隔を決めている。

<(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 | |

() 中継系光設備監視システムである F I T A S (Fiber Transfer And test System)などについて述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

A F I T A S は、両端から測定を行うことにより測定精度を高くできること、光ファイバ心線の切替えができることなどの長所がある。

B 光 C A T S (Cable Transfer Splicing system) は、マンホール等の地下区間にあらかじめ設置された、異なる 2 箇所の M T コネクタ及びメカニカルスプライス区間を適用区間とし、既設側のコネクタ等を新設側のコネクタ等と同期を取りながら、瞬時にコネクタ等を移動させ、単心単位での切替えを行う、現場持込型の切替えシステムである。このシステムを用いることにより、計画的な切替え作業が行える。

C F I T A S では、試験・監視を行う光ファイバの種別により監視用光波長が異なっている。1.55 μm 分散シフト光ファイバケーブルでは、1.65 [μm] 又は 1.31 [μm] の監視波長を用い、1.31 μm 光ファイバケーブルでは、1.55 [μm] の監視波長を用いる。これは通信に影響を与えずに試験を行うためであり、使用する通信用光波長の違いにより監視波長が選択される。

〈(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	

() 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、(ク) である。

〈(ク)の解答群〉

光パルス試験器を用いて光ファイバケーブルの故障位置の探索を行う場合は、光パルス試験器により設備センタから故障位置までの距離を算出し、故障位置がケーブル側であればケーブル図を参考に故障位置を推定する。その後、故障推定ケーブル区間の両端の接続部において、光ファイバ ID テスタなどを用いて導通の確認を行うことにより故障点の探索を行う。

光パルス試験器にて、光ファイバに光パルスを入射して伝搬させると、光ファイバのコア内の微小な屈折率のゆらぎによって生ずるレイリー散乱光の一部が入射端に戻ってくる。これは、レイリー後方散乱光といわれる。また、破断点では急峻な屈折率変化があるため、フレネル反射光を生ずる。このレイリー後方散乱光やフレネル反射光は、反射点までの距離に比例した時間を経過した後に入射端に戻ってくる。この性質を利用して、破断位置の測定を行うことができる。

光パルス試験器において、同じ光ファイバを同じ条件で測定しても、全く同じ波形にはならない。このバラツキを補正するために測定を繰り返し行い、得られたデータの平均値を用いている。

光パルス試験器において、比較的遠方からのレイリー後方散乱光を検出しようとする場合、その点より近傍のレイリー後方散乱光が大きいため、遠方からの微弱な信号が正常に検知できなくなることがある。また、フレネル反射光は、常に、レイリー後方散乱光よりも信号レベルは小さいが、同じような現象が生ずる。この不要なレイリー後方散乱光及びフレネル反射光の影響を取り除くために、これらが測定端に戻っているときだけ受光装置にマスクをかけて測定しないような措置が必要となり、これらが現れる場所と大きさに応じてマスクの位置と幅を設定している。

(1) 次の文章は、アクセス設備における光ファイバケーブルの配線設計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。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

アクセス設備における光ファイバケーブルの配線設計の基本的な流れは、サービス需要の把握から、光配線エリアの設定、配線方法の選定、光損失設計値の確認などを行い、これらに基づき、ルートの決定、□(ア)の決定、ケーブル心線数の決定などを行う。最終的には、これらの事項を踏まえて、設備構成上の制約や現場の施工の可否を確認し、設計図の作成及び所要物品の算出を行うのが一般的である。

光ファイバケーブルの光損失設計は、伝送路光損失Lが許容光損失値L_{max}以下であることを保証するため実施するものであり、L_{max}は、適用する伝送装置のシステム動作範囲である送受光レベル差から規定される。ここで伝送路光損失Lは、アクセス設備の構成を踏まえて、一般的に、設備センタ内の配線区間損失(以下、所内区間損失という。)をX、設備センタからユーザとの分界点までの配線区間損失(以下、所外区間損失という。)をY、及び□(イ)区間損失をZとすると、式1で表わすことができる。

$$L_{max} \quad L = X + Y + Z \quad \dots \dots \dots \text{式1}$$

ただし、 $Y = f(a,b,c,d)$ とする。

ここで、 $f(a,b,c,d)$ は、下記の項目をパラメータとする関数である。

- a: 光ファイバケーブルの損失 b: コネクタ接続損失
- c: □(ウ) 損失 d: □(エ)

なお、式1における所外区間損失Yの光損失値は、ユーザまでの距離や線路形態、□(ア)数などにより変動し、設計のためのパラメータとして光ファイバケーブルの光損失、コネクタ接続損失、□(ウ)損失、建設後の光損失増加に対応するための□(エ)の関数として、一意的に決定される。

このように光ファイバケーブルの配線設計では、光損失設計を踏まえて検討を行う必要があるため、条件によっては、光損失値緩和のため□(ア)数の低減やルートの変更などを行う場合がある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉			
心線対照	構内配線	ガス保守	破断点
融着接続	接続点	反 射	保守分界
保守マージン	テープ心線	光パルス試験	モード分散

(2) 次の文章は、光アクセス設備設計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)

() 光ファイバケーブルの配線方式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>

幹線系における光ファイバケーブルの配線方式の基本形態には、ループ配線法、スター無逓減配線法及びスター逓減配線法がある。配線方式の選定に当たっては、既存地下管路設備の状況、保守性、信頼性、経済性等を総合的に勘案し、需要密度、需要変動を効率的にカバーするように検討する必要がある。

一般に、大都市ビジネスエリアのように需要密度が高く、既存メタリックケーブル設備を収容するために既設管路ルートがメッシュ状に構築されているエリアでは、設備の信頼性や需要変動への適応性を有するループ配線法の適用が望ましい。

既設管路ルートが設備センタから放射状に構築されている中小都市のビジネスエリアなどでは、一般にスター配線法が適している。特に当該の配線エリアにおける需要密度が均一的に存在すれば、スター逓減配線の方が、スター無逓減配線と比較して光損失値を小さくできる。

ループ配線法では、万一のケーブル切断事故などに対しても、ループのもう片側のルートからの心線接続替えの融通ができるため、早期のサービス復旧が可能であり、設備故障に対する信頼性の高い配線方式であるといえる。

() 光ファイバケーブルの設備構成について述べた次のA~Cの文章は、 (カ) 。

A 所外区間における光ファイバケーブルの接続は、幹線系ルートで支障移転などによる心線切替えの迅速性及び保守性を勘案し、ルート上のすべての接続点においてMTコネクタ接続を適用している。一方、配線系では融着接続又はメカニカルスプライスを必要に応じて使い分けて適用することで、経済的な設備構成とすることができる。

B 設備センタ内の光ファイバ成端モジュール(F T M)は、所内区間と所外区間の分界点としての機能を有している。また、F T Mに接続される所外ケーブルでは1心の需要に対しても1テープ心線の割り付けが一般的であるが、所内ケーブルでは1心単位の割り付けであるといった所外と所内の心線割り付け単位の違いに対しても、単心ジャンピング機能により、設備の収容効率を向上させる役割も持っている。

C とう道区間に布設する新設光ファイバケーブルは、火災による延焼を最小限にとどめることができるように、一般的に、難燃ケーブルを適用している。また、ユーザビルのシャフト内の縦系配線などにおいても、法令等で必要な場合などは、難燃ケーブルを適用する。

<(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	

() 光ファイバケーブルの光損失設計について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A ループ配線法では、一般に設備センタのケーブル引出し点から、時計回り方向と反時計回り方向のどちらからでもユーザへの配線ができる。したがって、ループ配線における光損失設計では、配線エリア上のユーザについて両方向とも許容光損失値を満足させる必要がある。
- B 光ファイバケーブルの施工結果に対する正常性を判定するために、光損失の実測値を評価する規格値を光損失算出式により算出している。この規格値は、当該工事区間における光ファイバ自体の損失、接続損失の状況など、網の設備構成により決まる値であり、工事規格値ともいわれる。
- C 設備センタからユーザまでの距離が短いなどのため、ユーザ側の伝送装置における受光レベルが高すぎる場合は、必要に応じてアッテネータ(A T T)を挿入して適当なレベル範囲に調整する必要がある。一方で、標準より長距離伝送を必要とする場合には、高出力の発光パワーを有する伝送装置を適用することにより、許容光損失値を大きくする方法が採られる場合もある。

〈(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 | |

() 光ファイバケーブルの配線設計について述べた次の A ~ C の文章は、(ク)。

- A 実施設計において、光ファイバケーブルはメタリックケーブルと比較して、一般的に、長尺布設を行うことから、地下管路区間ではマンホール内の屈曲角度や管路の取付角度、ダクト段差などについて慎重に調査し、設計図面に反映しなければならない。また、工事に当たってはケーブル牽引機、融着接続機などの設置や作業スペースを適切に確保する必要がある。
- B 光ファイバケーブルを新設したとき、布設ルート、ケーブル種別、ケーブル接続点等を記載した、き線ケーブル図(又は配線ケーブル図)とともに、光配線エリア内の設備構成の概要図やケーブル心線接続図を一般に作成する。なお、心線接続図には、コネクタ接続か融着接続かを明記するなど適切な接続状況の記述を行う必要があり、現用心線のみを対象にテープ心線単位に作図(線引)するが、非現用心線は作図する必要がない。
- C 光ファイバケーブルの接続点間隔は、経済性および保守性を勘案して概ね 5 0 ~ 1 0 0 (m)程度となるように設計することが望ましく、管路区間におけるケーブル接続点は、建設作業及び保守運用作業の容易性を考慮し、環境条件の良好なマンホール又はハンドホールに設置する必要がある。また、橋梁区間において接続点が生ずる場合、メタリックケーブルとは異なり、クリーピング現象によるケーブルの移動が発生しないため、クロージャを設置するように設計してもよい。

〈(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 | |