

試験種別	試験科目	専門分野
線路主任技術者	専門的能力	水底線路

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、周波数多重通信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□(エ)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、□(オ)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、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)

() 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 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。

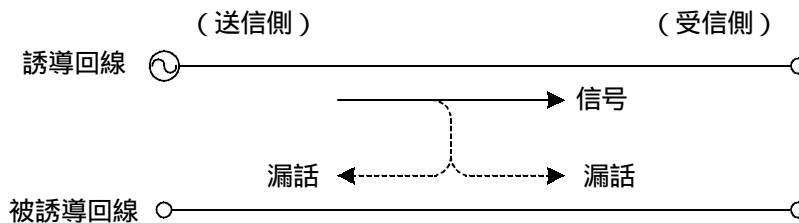


図 漏話の概念図

<(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。
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) (ク) (ケ) (コ) 。

- 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、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) (ケ) (コ) (カ) が正しい。

<(ケ)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収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収容しても、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、光増幅器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)

光増幅器には、光ファイバ増幅器と (ア) 増幅器がある。光ファイバ増幅器にはエルビウム(Er)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)などの (イ) 元素を光ファイバ中にドープし、そのエネルギー準位間の (ウ) を利用したものと、ガラス物質による光の散乱光であるラマン散乱光を利用した2種類がある。これらの光ファイバ増幅器の中では、石英系光ファイバの最低損失帯である1.55 μm帯で高性能な光増幅特性が得られるエルビウムをドープした光ファイバ増幅器が、最も多く使用されている。

(ア) 増幅器は、光ファイバ増幅器と比較して、伝送媒体である光ファイバとの光結合損失が大きいこと、増幅特性が温度に敏感であること、 (エ) があることなどの問題点があるが、小型化や集積化が可能であり、光コンピュータなどの光信号処理分野への適用領域拡大も期待されている。

<(ア)~(エ)の解答群>

非希土類	超伝導体	反 射	希土類
アルカリ	半導体レーザ	偏波依存性	誘電体
誘導放出	簡易化	吸 収	散乱光

(2) 次の文章は、光ファイバ増幅器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)

() エルビウム添加光ファイバ増幅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>

一般に使用されている光ファイバ増幅器の基本構成は、1.55 μm帯の場合、エルビウムを添加した光ファイバ、励起光源、励起光と信号光とを合波する波長多重結合器、光アイソレータ、光フィルタなどから構成される。

光ファイバ増幅器の基本構成部品である光アイソレータは、増幅された信号が反射して、発振状態になるのを防ぐために用いられる。

励起波長として980[nm]と1,480[nm]の光源が用いられる。光増幅器の雑音指数は1,480[nm]励起の方が若干優れるが、高出力光増幅器が必要な場合には、980[nm]励起の光源の方が適している。

光ファイバ増幅器の構成部品としての光フィルタは、自然放出光を除去するためや、波長多重伝送時の各波長ごとの増幅利得のバラツキを調整して、各出力信号光の強さを同じにするために用いられる。

() エルビウム添加光ファイバ増幅器の原理等について述べた次のA~Cの文章は、 (カ) 。

- A エルビウム添加光ファイバに、特定の波長の光を用いた励起光を入射すると、基底準位にある電子の数よりも、高い準位にある電子の数が多い、反転分布を形成することができる。
- B 反転分布が形成された状態でエルビウム添加光ファイバへ微弱な光信号が入力されると、散乱光の働きにより、光信号が増幅されて出力される原理を応用している。
- C 光ファイバ増幅器からは、増幅された信号のほかに自然放出光が出力されるが、この自然放出光が雑音となる。このため、システムのS/N設計を行う際に光ファイバ増幅器の雑音指数が重要なパラメータとなる。

<(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 | |

() ラマン散乱光増幅器の原理について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 通常の光ファイバを利用したラマン散乱光増幅器は、励起光を光ファイバに入射し、光ファイバの誘導ラマン散乱を利用して、励起光から信号光に光エネルギーを移すものである。
- B 光をガラス物質などに入射すると光の一部が散乱し、物質の分子振動や光学的格子振動のため、元の波長とは異なる新しい波長の光が発生する。ラマン散乱光増幅器は、この現象を応用したものである。
- C 入射する励起光を強くすると位相の揃った強いラマン散乱光が発生する。その状態に誘導ラマン散乱光と波長の一致した信号光を入射すると、誘導ラマン散乱光が信号光と同じ強弱の変化を受け、信号光が増幅される。

〈(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 | |

() 光ファイバ通信に用いられる線形中継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〉

等化増幅、識別再生、リタイミングの3R機能を持つ再生中継器と比較して、線形中継器は増幅機能のみを有する。

線形中継器を用いることの利点は、小型で消費電力の少ない中継伝送が実現できること、広帯域性を利用して超高速領域までの伝送速度に対応できること、波長多重伝送時の一括増幅が実現できることなどがある。

線形中継器には、再生中継器に一般的に用いられている、出力レベルを一定に保つためのフィードバック制御を必要としない。

一般に、線形中継器には、光増幅帯域が広く、高出力化が可能なエルビウム添加光ファイバ増幅器が用いられている。

問4 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、光海底ケーブルシステムの敷設技術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)

敷設工事の計画では、ルート選定作業に伴って得られた海底地形、□(ア)の強さと方向、海上気象などの諸データのほか、ケーブル敷設船の能力を勘案して、ケーブルの陸揚げ、変針点での敷設方法、□(イ)の設置・撤収、探線、接続、最終投入の工法、場所、時期などについて詳細に検討される。特に、ケーブルエンジン及びシーブ間のケーブルトランスファー、□(イ)の設置・撤収、ストリーミング、探線、船上接続、最終投入などを行う場所は、海底地形、□(ア)について調査し作業に支障のないところが選択される。また、□(ウ)の発生を避けるため、ケーブルトランスファーを実施する場合は、できるだけ□(エ)ケーブル区間では行わないのが一般的である。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

耐候性	気流	外装	ブイ
無外装	高張力	ピッチ	海潮流
レーダー	航続距離	しごき	キンク
水温	ケーブルタンク	積載能力	

- (2) 次の文章は、光海底ケーブルの敷設・埋設及び故障修理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)

() 海底ケーブルの敷設・埋設技術について述べた次のA~Cの文章は、□(オ)。

- A 光海底ケーブル内の光ファイバが破断する確率を小さくするため、光海底ケーブルの敷設、埋設及び修理に当たっては、不必要な過張力を長時間にわたって印加しないように注意する必要がある。
- B 海底ケーブルが故障になる外的要因には、漁労、船錨^{びょう}、海底土砂崩れなどがあるが、このうち故障要因の大半を占める漁労からのケーブル防護策としては、漁具が海底に貫入する深さより深くケーブルを埋設する方法が有効である。
- C 海底ケーブルを埋設する方法には、海底を掘削する原理によりウォータジェット式埋設工法と鋤^{すき}式埋設工法などがあるが、ウォータジェット式埋設工法は、鋤式埋設工法と比較して高速での埋設が可能である。

〈(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	

() ^{すき} 鋤式埋設工法について述べた次の A ~ C の文章は、(カ)。

- A 一段刃鋤式埋設工法は、外洋における長距離のケーブル埋設に適した工法で、他の埋設工法と比較して曳航張力が小さくて済み、ケーブル埋設時及び中継器埋設時とも同一掘削幅の埋設機が使われている。
- B 一段刃鋤式埋設工法は、適用水深が 1,000 (m) を超える場合もあり、ケーブル及び中継器の埋設機内通過を安全にするため、ケーブル繰り出し速度やケーブル張力などの制御が重要である。
- C 多段刃鋤式埋設工法などで用いられている嚮導環装置は、埋設機のケーブル取り入れ口とケーブル敷設船との間に連結された鳥籠状のリングで、埋設機の姿勢制御を行うための装置である。

〈(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 | |

() 再生中継方式の光海底ケーブルの故障修理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〉

故障位置判定方法には、陸揚局で S V 装置をケーブルに接続し符号誤り率等の試験を行う中継器ループバック方式、レイリー散乱光のレベルを入射端で測定し直近の中継器までの光ファイバーの光損失、破断点を確認する O T D R 方式、陸揚局から給電路とアース間に定電流を流し地絡点を推定するパルスエコー方式などがある。

一般に、陸揚局から第一番目の中継器までの区間のケーブルは、陸棚部分の浅い海域に敷設され、その長さはシステムによって異なるが、修理マージンを考慮して標準中継間隔より短くすることが多い。故障時にはケーブルを割り入れて修理するが、一般的に、この区間での故障修理では中継器数を増やす必要はない。

陸揚局から第一番目の中継器以降のケーブルが、水深 1,000 (m) 以上の深いところにある場合は、故障点を除去して水深の 2 ~ 2.5 倍の長さの修理用ケーブルを割り入れるため、ケーブル損失が大きくなることがあり、一般的に、1 中継器区間のケーブルと 1 個の中継器を追加する工法が採用される。

故障位置及び故障状況の情報を受けたケーブル敷設船は、ケーブル敷設記録を参照し、海図等にその位置を記録し当該海域に出動する。ケーブルが埋設されていない区間での故障の場合は、探線用錨^{いかり}を先端に取り付けたロープを海底に投下しケーブルを探し、捕線したケーブルを船上に揚収し、故障修理を行う。

() 埋設されている海底ケーブルの修理作業について述べた次の文章は、 が正しい。

〈(ク)の解答群〉

埋設されている海底ケーブルの修理に当たっては、故障位置を探索し、故障点を掘り出し、これを船上に引き揚げ、修理してから海底に再埋設するが、深海部におけるケーブルや中継器の捕線作業は、ROVを用いない場合には、一般的に、ダイバーを使用する。

埋設されている海底ケーブルをROVを用いて探線する作業では、海底ケーブルに交流低周波信号を送り、交流磁気センサーなどによりケーブルを探線するが、交流低周波信号を送れない場合には、超音波ソナーにより探線が行われる。

埋設されている海底ケーブルをROVを用いて捕線する作業では、マンピュレータの先端に付けたカッタで故障ケーブルを切断し、ケーブルにグリッパを取り付けた後、このグリッパに引き揚げ用ロープを取り付けて、船上にケーブルを引き揚げる。

埋設されている海底ケーブルの修理作業で、修理後に海底に沈下させたケーブルをROVを用いて再埋設する場合は、ROVに搭載されているピンガにより埋設が行われる。

問5 次の問いに答えよ。

(小計20点)

(1) 次の文章は、光海底ケーブルの構造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)

光ファイバ心線は、直径 (μm)程度の光ファイバを紫外線硬化樹脂などで保護被覆したものである。光ファイバユニットは、複数の光ファイバ心線を中心鋼線の周りに適切なピッチで撚り、紫外線硬化樹脂を充てんし、光ファイバ心線を更に保護する構造としている。

また、複合金属体は、光ファイバユニットを高水圧並びに敷設及び修理の際に加わる外力から保護するとともに、中継器への給電線として機能する構造体である。

通常、複合金属体の直流抵抗は、 (Ω/km)程度である。複合金属体を海水から電氣的に絶縁し、また、海水による腐食から保護するため、複合金属体はポリエチレン層で覆われている。絶縁耐圧としては太平洋横断の10,000(km)を想定し、計算上 (kV)程度の高電圧に耐えることが一般的に要求されているが、実際は、曲げ、側圧、磨耗などに耐える必要があることも考慮し、ポリエチレン層は十分な余裕を持った厚さにしている。

なお、中継用無外装光海底ケーブルの外径は、 (mm)程度のものが多く使用されている。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

0.25	0.7	1.25	1.5	2
4.5	8	11	22	36
125	250	500		

- (2) 次の文章は、海中分岐装置の特徴やケーブル敷設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)

() 海中分岐装置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>

海中分岐装置の信号分割方式には、光ファイバを各対地別に振り分ける空間分割分岐方式、光波長を各対地別に割り当てる波長分割分岐方式、信号を各対地別に時分割スイッチで切り替える時分割分岐方式などがあるが、最も多く使用されているのは空間分割分岐方式である。

海中分岐装置の分岐数(海中分岐装置につながるケーブルの本数)は、敷設及び回収する際の作業性から3分岐が一般的である。

海中分岐装置の給電切替方式は、故障となったケーブル側を海中アースに切り替える方式が一般的であるが、通常その給電切替回路には真空リレーが使用されている。

海中分岐装置は、^{きょう}筐体、ケーブルカップリング、海中アースなどから構成されるが、海中分岐装置の筐体そのものを海中アースとして使用することが多い。

() ケーブル敷設船の設備について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A ケーブル敷設船のドラムケーブルエンジンは、ケーブルの高速敷設に適した設備であり、通常、ケーブル敷設船の船尾側に設置されている。
- B ケーブル敷設船のDPS(Dynamic Positioning System)は、スクリュウやスラスタなどの制御を、操船者の指示情報やGPS(Global Positioning System)の位置情報に基づいてコンピュータにより自動で行うシステムであり、ケーブル敷設船の定点保持や正確な位置制御を可能にする。
- C ケーブルの埋設や修理補助に使用されるROVは、ケーブル敷設船からの水中超音波信号により遠隔制御される。そのため、ROVには大容量のバッテリーが内蔵されている。

<(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 | |

() 海底ケーブルには海底から回収される際に最も張力が加わるが、その張力とケーブル破断強度の関係を示すケーブルのモジュラスについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A ケーブルのモジュラスは、ケーブルを回収している場所の水深に比例する。
- B ケーブルのモジュラスは、ケーブルの破断強度に比例する。
- C ケーブルのモジュラスは、ケーブルの水中重量の2乗に反比例する。

〈(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 | |

() ケーブル敷設船がケーブルを繰り出す速度を V_c 、船の速度を V_s としたとき、 $(V_c - V_s) / V_s$ は、スラックといわれる。ケーブルを過不足なく海底に着底させるためには、ケーブル敷設船が c の距離(地点から地点間の距離)を進む間に、 $a + b$ の長さのケーブルを敷設する必要があり、このときのスラックを適正スラックという。

図は海底が斜面の場合のケーブル敷設をモデル化したものである。適正スラック f を表した次の解答群の式は、(ク) が正しい。ただし、ケーブル敷設船は図の右方向へ一定速度で進んでいるものとし、ケーブルは直線状であると仮定する。

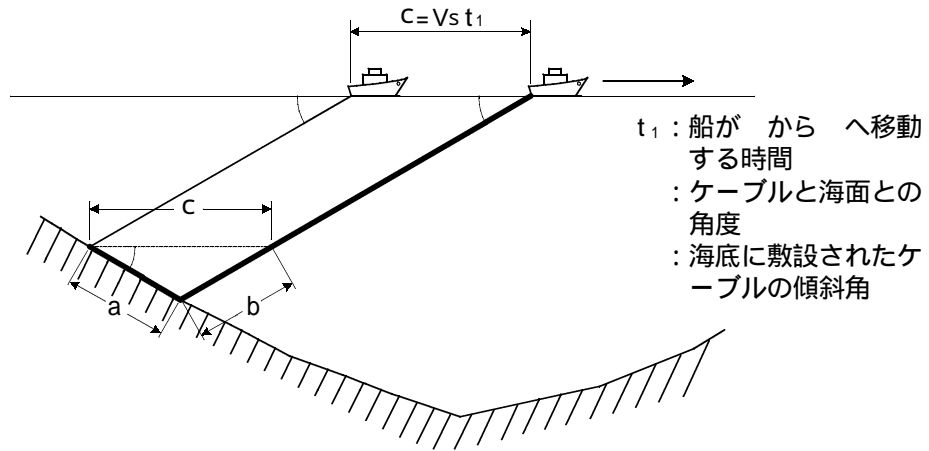


図 斜面へのケーブル敷設

〈(ク)の解答群〉

$$f = \frac{a + b - c}{a + b} = 1 - \frac{\sin \alpha + \sin \theta}{\sin(\alpha + \theta)}$$

$$f = \frac{a + b - c}{a + b} = 1 - \frac{\sin(\alpha + \theta)}{\sin \alpha + \sin \theta}$$

$$f = \frac{a + b - c}{c} = \frac{\sin \alpha + \sin \theta}{\sin(\alpha + \theta)} - 1$$

$$f = \frac{a + b - c}{c} = \frac{\sin(\alpha + \theta)}{\sin \alpha + \sin \theta} - 1$$