

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、一様線路の電氣的諸定数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)

一様線路は、理想化された線路として往復2導体が均質な媒質の空間にあり、長さ方向のどこをとっても線路特性が一様で、その線間距離が線路長と比較して極めて小さい線路であるとされている。

ここで、一様線路における電氣的諸定数を直列的な要素で考えると、導体自体の抵抗R及び導体に生ずる磁束により電流の流れを阻止しようとするインダクタンスLが定義される。また、並列的な要素で考えると、導体間の絶縁体を介して存在する静電容量C及び導体間の漏えい電流に対する漏えい抵抗(便宜上、逆数をとって漏えいコンダクタンスGと表す。)が定義される。これらの四つの記号で表される電氣的定数は、一次定数といわれる。

一次定数は、線路の構造から直接決まるパラメータであるが、信号の伝送特性を直接表すものではない。このため、伝搬定数、特性インピーダンス $Z_0$ が一次定数の関数である減衰定数、位相定数を用いて、それぞれ次の式で表され、これらは総称して線路の二次定数といわれる。

$$\alpha = \sqrt{\square(ア) \times \square(イ)} = \alpha' + j\alpha''$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\square(ア)}{\square(イ)}} = |Z_0| e^{j\theta}$$

ここで、 $j$ は虚数を、 $\omega$ 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表し、 $e$ は自然対数の底とする。

また、二次定数は周波数特性があり、特に高周波の場合、 $\alpha$ 及び $Z_0$ は次式で近似できる。

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

$$Z_0 \approx \sqrt{\frac{L}{C}}$$

なお、ここでインダクタンスL、静電容量Cはほとんど変化しないが、抵抗Rは、 $\sqrt{f}$ により周波数 $f$ の平方根に比例して大きくなり、 $\theta$ も同様に大きくなる。

<(ア)~(エ)の解答群>

誘電率	静電誘導	電池作用	$\sqrt{LC}$
表皮効果	$\sqrt{RG}$	$R + j\omega L$	$G + j\omega C$
$R - j\omega L$	$G - j\omega C$	$C + j\omega L$	$L + j\omega G$
$\sqrt{\frac{C}{L}}$			

(2) 次の文章は、複合線路の電氣的諸特性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)

( ) 複合線路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>

特性インピーダンス及び伝搬定数の異なる二つ以上の一様線路を接続してできた線路は複合線路といわれる。一般に、複合線路で特性インピーダンスの不整合点が存在する場合、その不整合点で信号が反射する。

複合線路では、一様線路と比較して伝送特性の解析は複雑となるが、一様線路の考え方を基本に、位置角の考え方を導入することにより容易に解析できるといわれている。

一般に位置角  $\theta$  は、特性インピーダンス  $Z_0$ 、伝搬定数  $\gamma$  を持つ一様な線路の受端にインピーダンス  $Z$  を接続したとき、 $\theta = \sinh^{-1} \frac{Z}{Z_0}$  と定義される。

ブリッジタップを持つ線路も複合線路の一種であり、分岐ケーブル側のブリッジタップ終端における反射は、デジタル伝送における符号誤りなど、伝送品質劣化の要因となる。実際の線路においては、伝送品質を考慮し必要に応じてブリッジタップの取り外しなどの対策を行っている。

( ) 複合線路における反射について述べた次のA~Cの文章は、□(カ)。

- A 複合線路における反射現象は、一般に短い波長ほど反射が起きやすい。このため、周波数が高くなるに従いわずかな特性インピーダンスの不整合でも反射が起こりやすくなる。
- B 多数の接続点を持つ複合線路では、それらの接続点において信号の繰り返し反射を生ずるが、奇数回の反射により送端に戻る波を伴流(続流)、偶数回の反射により受端に現れる波を逆流、また、これらと主信号との比は、それぞれ伴流係数(続流係数)及び逆流係数といわれる。
- C 線路の末端が開放されている場合の反射は、擬似的に複合線路の受端側の特性インピーダンスが0であるとみなされることから、入射波とほぼ同じ大きさの反射波が発生することとなる。

<(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 |         |

( ) 反射の諸特性について述べた次の A ~ C の文章は、。

- A 反射波の大小を表す係数として、反射波の大きさを入射波の大きさで除した反射係数が用いられる。反射係数を  $m$  とすると、 $m$  は常に  $-1$  以上で  $+1$  以下の値となり、 $m = 0$  の場合は反射が起きない条件となる。
- B 電圧反射係数  $m$  は、反射電圧を入射電圧で除することにより求められる。また、電流反射係数は、反射電流を入射電流で除することにより求められ、その値は  $-m$  である。
- C 電圧透過係数は、透過電圧を入射電圧で除することにより求められ、電圧反射係数を  $m$  としたとき、その値は  $1 - m$  である。また、電流透過係数の値は、 $1 + m$  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 |         |

( ) 図に示す複合線路において、送端側の特性インピーダンス  $Z_1 = 400 [ \quad ]$  及び受端側の特性インピーダンス  $Z_2 = 600 [ \quad ]$  としたとき、二つの線路の接続点における各種数値について述べた次の文章は、 が正しい。



〈(ク)の解答群〉

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 電流反射係数は、 $-0.8$ である。 | 電圧反射係数は、 $0.8$ である。  |
| 電流透過係数は、 $0.8$ である。  | 電圧透過係数は、 $-0.8$ である。 |

- (1) 次の文章は、発光の基本原理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)

電子は原子核からの距離 [ (ア) ] したエネルギーを持っており、各エネルギー準位に存在する電子の数は物質の種類により決まっている。

物質の原子において、電子が励起され高エネルギー準位に持ち上げられた状態で放置しておくと、そのうち原子核に引き寄せられ、より安定した低エネルギー準位へ遷移する。このとき、電子は遷移した分のエネルギーを放出する。この現象は [ (イ) ] といわれ、このエネルギー放出が光として現れる場合、この光は [ (イ) ] 光といわれる。

一方、励起された状態の電子に、そのエネルギー準位と低エネルギー準位の差分に相当するエネルギーを持つ光を入射すると、もともと低エネルギー準位へ遷移しようとしていた電子は、その光のエネルギーをいったん吸収し、低エネルギー準位へ強制的に遷移させられる。この現象は [ (ウ) ] といわれ、その際に放出される光のエネルギーは、 [ (イ) ] 光より大きく、 [ (ウ) ] 光といわれる。

なお、放出光の波長は次式で与えられる。

$$\text{波長} = \text{光の速度} \times \frac{\text{[ (エ) ]}}{\text{電子が放出したエネルギー}}$$

<(ア)~(エ)の解答群>

ラマン放出	誘導放出	蛍光放出	自然放出
レイリー放出	に比例	の2乗に比例	に反比例
の2乗に反比例	屈折率	波長分散値	電子の質量
プランク定数	ボーア定数	フェルミ定数	

(2) 次の文章は、半導体による発光、受光の仕組み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)

( ) 発光素子の発光原理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〉

半導体では原子が規則正しく配列しているため、電子は隣の原子の影響を受け、一般に、エネルギー準位の高い伝導帯と、エネルギー準位の低い価電子帯という二つの状態に分離される。

エネルギー準位の低い占有粒子(電子)の数が、エネルギー準位の高い占有粒子(電子)の数を上回っている状態は、反転分布といわれる。半導体では、通常、電流を流すことによる電子の注入により反転分布を実現している。

半導体レーザは、一般に、p形半導体とn形半導体との間にそれらよりも屈折率の高い活性層を挟んだ構造であり、活性層の両端は、へき開面といわれる反射面となっている。活性層は一般に、p形半導体が用いられる。

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。

( ) 発光素子の特性について述べた次のA~Cの文章は、□(力)。

A LDは、自然放出現象を利用するため、入力(励起)電流に比例した量の光が放出されるが、LEDでは、電流がしきい値を超えると光の放出量が急激に大きくなる。

B LEDはLDと比較して、変調可能帯域が狭く、出射される光のスペクトル幅も狭いという特性がある。また、光出力の温度安定性などについてはLEDの方が良い。

C レーザ発振が生じた状態では、各種の定在波が形成されるが、このうち活性層両端の反射面間に形成される定在波は縦モードといわれる。DFBレーザは、特定の波長のみを共振させることにより、単一縦モード発振を得られるようにしたLDである。

〈(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

( ) 受光素子の構造等について述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A p形半導体とn形半導体を接合したpn接合の接合面には、電子も正孔も不在となる空乏層といわれる領域が存在する。
- B 単純なpn接合では、高速な光ファイバ通信に適用できる十分な応答速度や量子効率を得ることが難しい。PIN-PDは、この応答速度や量子効率を上げるため、p形半導体とn形半導体の間に真性半導体i層を設けたものである。
- C 現在、光ケーブル通信に主に使用されている波長1.55 μm帯での受光素子の材料としては、InGaAs(インジウム・ガリウム・ヒ素)、Ge(ゲルマニウム)などがある。

〈(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 |         |

( ) 受光素子の特性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〉

受光素子には、受光した光信号を直接電気信号に変える光電効果によるものと、光エネルギーをいったん熱エネルギーに変換した後、電気信号に変える感熱効果によるものがある。光電効果を用いた検出器では、半導体に光を照射したときに生ずる電流、起電力などの変化を検出する。

半導体受光素子は、外部に印加する電圧の大きさによりホトダイオード(PD)とアバランシホトダイオード(APD)の二つに大別される。APDは、PDと比較して感度が高いが、必要とされる印加電圧は低い。

アバランシホトダイオード(APD)は、逆バイアス電圧を印加することにより、光の吸収によって生成された電子などのキャリアが電界から十分なエネルギーを得て加速され、新たにキャリアを生成する。新たに生成されたキャリアが更に新たにキャリアを生成するので、これを順次繰り返してアバランシ効果といわれる現象が発生し、キャリアの数がなだれのように急激に増加する。

受光素子で生ずる雑音としてショット雑音、熱雑音などがあるが、ショット雑音は、光電変換過程において電子が時間的あるいは空間的に不規則に励起されるために生ずる光電流のゆらぎに起因するものである。

- (1) 次の文章は、光海底ケーブルシステムに用いられるケーブル給電装置(以下、「給電装置」という。)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)

光海底ケーブルシステムでは光海底中継器に必要な電力は、陸揚局に設置された給電装置から直流定電流で供給される。給電装置の直流/直流電力変換方式には、効率化と小形化を図るため、正弦波電流でスイッチングを行う  (ア) 形DC/DCコンバータが採用されている。また、複数のコンバータの電流制御には、小形化及び保守性を考慮して、  (イ) 方式が採用されている。制御系に用いられている過電流及び過電圧検出は三系統で行い、異常発生時にはその多数決により給電を  (ウ) する方式を採用している。

給電装置から出力される直流定電流は、局舎の外に設置された給電アースを給電の帰路として閉ループを構成する。光海底中継器への給電は、通常、両局から行われるが、片局給電にも対応できるように、  (エ) により海底ケーブルへの給電路を給電アースに直接接続することが可能である。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

半減	リターンダイオード	サイリスタ	分散制御
停止	過飽和リアクタ	アレスタ	共通制御
独立制御	直列共振	並列共振	

- (2) 次の文章は、光海底ケーブルシステムに用いられるケーブル給電装置(以下、「給電装置」という。)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)

- ( ) 給電方式及び給電装置の主要機能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〉

給電装置は、海中分岐装置を用いた分岐システムにも対応できるように、海底中継器への給電の極性を切り替える機能を有している。

給電装置には、給電のオン/オフにより光海底中継器へ過剰なストレスが加わらないように給電の開始及び停止動作は、約2分間で徐々に規定値に達するモードと、瞬時に給電を可能とするモードとがある。

給電装置には、両局給電方式の場合、両給電装置間で均等に負荷を分担するように調整できる設計が採用されている。

短距離システムでは、片局で全システムを給電できる能力の給電装置を両陸揚局に設置し、通常は両局給電を行う。この方式では、対向局の給電装置がシステム給電系の予備と位置付けられる。

( ) 海中設備の敷設工事や保守に有効な給電方式及び給電装置の機能について述べた次のA～Cの文章は、。

- A 給電装置には、海中分岐装置を用いたシステムでの給電路切替制御のため、及び光海底ケーブル短絡故障時の抵抗測定のために低電流供給モードがある。
- B 光海底ケーブルの埋設工事や故障修理時などの水中ロボットによるケーブル敷設位置の探索用途として、給電装置にはエレクトロレーディングといわれる給電電流に高周波信号を重畳する機能がある。
- C 給電装置には、落雷などによりアース系統からケーブル給電路に混入するサージ電流に対する防護機能もある。

<(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 |         |

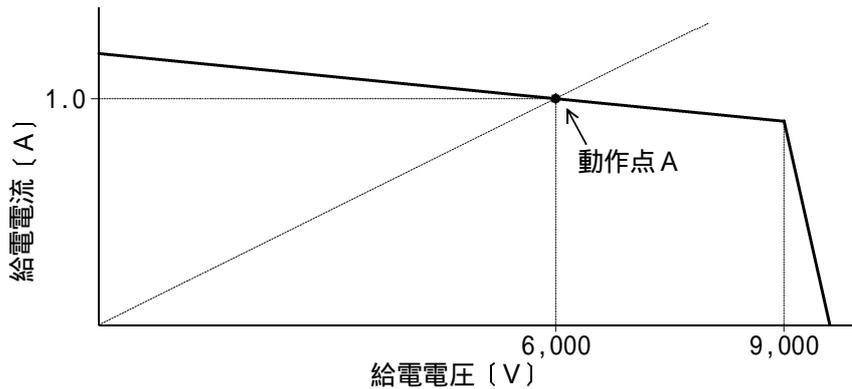
( ) 給電装置の各種保護機能及び安全対策について述べた次のA～Cの文章は、。

- A 高圧回路を有するパネルには、機械的な施錠等により給電動作中には架から容易に取り外せない設計や、保護カバーが外れている場合などには、給電開始が禁止される設計が採用されている。
- B アース電流及びアース電圧を常時監視して、アース系統の故障による接地抵抗増加などを検出し、自動的に通信用アースなどの他のアース系へ切り替える自動アース切替機能が設けられている。
- C 運用者の判断により緊急に給電停止ができるように、緊急給電停止機能や、光海底ケーブルに残留する電荷を放電する機能が採用されている。

<(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 |         |

- ( ) 下図に示す出力特性を有する給電装置の動作確認のため、試験用負荷を用いて動作点Aに出力を調整した。ここで傾斜抵抗は200[kΩ]、垂下抵抗は300[Ω]であった。この状態から試験用負荷を減少させ、給電電圧が半減したときの給電電流値は、**□(ク)**が正しい。



〈(ク)の解答群〉

0.500 [A]	0.985 [A]
1.015 [A]	1.030 [A]

問4 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、シングルモード光ファイバの波長分散測定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)

シングルモード光ファイバは、伝搬する光の波長によって **□(ア)** が異なる性質、すなわち波長分散を有している。これは光ファイバの **□(イ)** が波長依存性を有することや光ファイバの導波路構造によるもので、光源のスペクトル幅が広い場合や変調時のチャープングが大きい場合には、光ファイバ内でパルス信号が波形ひずみを生じ伝送特性の劣化要因となる。

シングルモード光ファイバの波長分散測定方法の一つとして、**□(ウ)** シフト法がある。この方法は、波長の異なる複数個の半導体レーザ光を正弦波で変調し、それらの正弦波信号が被測定光ファイバを伝搬するときに生ずる正弦波の **□(ウ)** 差から、各波長間の相対的な群遅延特性を測定して、波長分散を求める方法である。なお、この方法は、一般に数10[km]から100[km]程度の光ファイバの波長分散測定に用いられるが、数[m]の光ファイバの波長分散を測定する場合は、**□(エ)** 計を応用した技術が用いられる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

パルス幅	干渉	ピエゾ	屈折率
伝搬速度	周波数	アレニウス	伝搬モード
ピーク値	波長	透過率	コアモニター
位相	分散傾斜		

- (2) 次の文章は、光海底ケーブルにかかわる各種測定、測定結果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)

- ( ) 光の各種測定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〉

光ファイバの光損失を測定する方法の一つであるカットバック法は、被測定光ファイバの光入射端から一般に1～2[m]の点で光ファイバを切断し、その切断点で測定した光電力と、切断前に測定した被測定光ファイバの光出射端での光電力との差により、被測定光ファイバの光損失値を得るものである。

OTDR法(後方散乱光測定法)は、被測定光ファイバに連続光を入射し、光ファイバ内の屈折率のゆらぎにより発生するラマン散乱光のうち入射端に戻ってくる光を測定し、被測定光ファイバの光損失値を得るものである。

光電力測定は、レーザダイオードなどの発光素子あるいは光ファイバからの出力光を受光素子で光電変換して測定する。受光素子として光ダイオードを使用した場合、生起電流は、光ダイオードへの入射光電力に比例する。

光波長測定の方法には、分光器のように屈折率の波長依存性を利用するもの、干渉膜フィルタのように光の透過率、反射率の波長依存性を利用するもの、水晶の旋光性(光の偏波面を回転させる性質)の波長依存性を利用するものなどがある。

- ( ) 陸揚げ局での光海底ケーブルの故障点位置測定について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 対向する陸揚げ局の給電装置での電流電圧値とケーブルの抵抗値、中継器の電圧降下から故障位置を計算できる。シャント故障(ケーブルの外被のみが損傷を受け、ケーブル導体が海水に短絡しているが、ケーブル導体や光ファイバなどは繋がっている故障)では、両陸揚げ局から給電しているシステムの場合は比較的精度が高いが、片方の陸揚げ局からのみ給電しているシステムの場合は、故障点での海水への接地抵抗値が故障位置の計算に大きく影響するため、精度が低くなる。
- B パルスエコー測定器により、ケーブルの導体に電気パルスを印加して反射波形を観測し、故障点を判定することができる。ただし、この方法は同軸海底ケーブルへの適用を目的としたものであり、同軸構造ではない光海底ケーブルには適用できず、また、陸揚げ局から第一中継区間までなどの比較的故障が測定端に近い場合にのみ有効である。
- C 切断されたケーブル導体が海水からも絶縁されシステムへの給電ができないオープン故障では、陸揚げ局のケーブル端から故障点までの静電容量を測定し、建設時のデータと比較することにより故障点を判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 |         |

( ) 光ファイバの損失などについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A 光海底ケーブルの伝送特性の経時的な劣化としては、光ファイバの伝送損失の増加がある。一方、実効カットオフ波長や波長分散特性などは、光ファイバの材料や屈折率分布形状によって決まるので、一般に、経時的な変化はないものとして扱われている。
- B 光ファイバの伝送損失増加要因の一つであるマイクロベンドは、光ファイバの被覆材や充実材が経時的に伸縮することなどにより生ずる光ファイバの微小な曲がりである。
- C 光ファイバ内に水素を拡散させ測定すると、水素分子の固有振動波長と一致する波長 $2.42 [\mu\text{m}]$ やその第二高調波に対応する波長などに、強い吸収損失ピークが現れる。この吸収損失ピークの影響により、光海底ケーブルで使用されている信号波長である $1.31 \mu\text{m}$ 帯や $1.55 \mu\text{m}$ 帯での伝送損失も増加する。

〈(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 |         |

- ( ) 図は、あるシングルモード光ファイバの波長と相対遅延時間との測定値をプロットしたものであり、曲線はそれらをつなぐ近似曲線である。この光ファイバの波長  $1.55 [\mu\text{m}]$  での波長分散値について述べた次の文章は、 (ク)  が正しい。

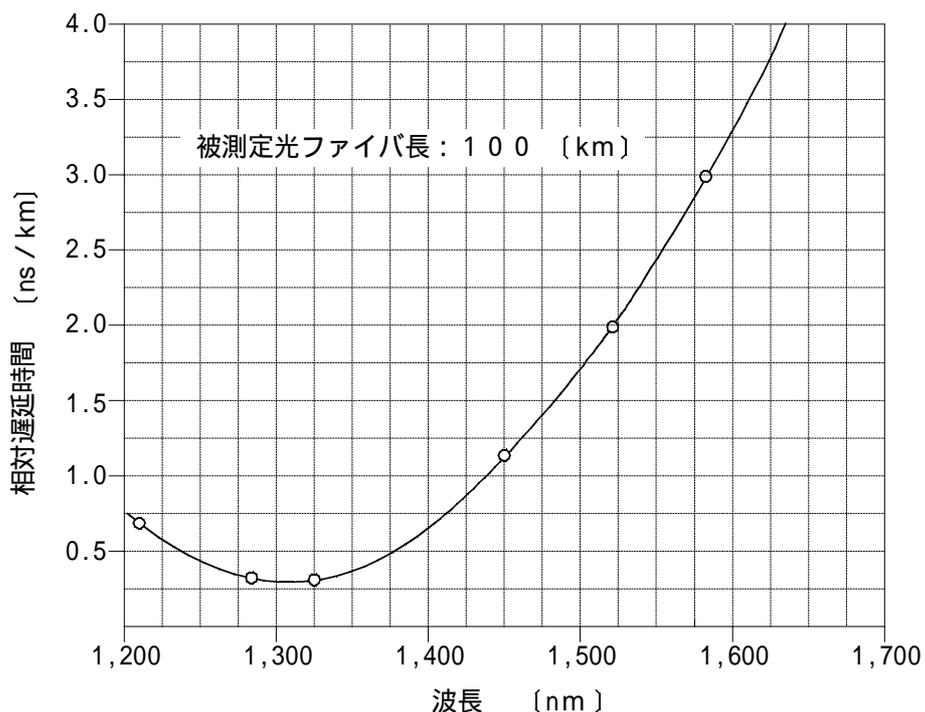


図 相対遅延時間の測定値

<(ク)の解答群>

この光ファイバの波長  $1.55 [\mu\text{m}]$  での波長分散値は、約  $1.6 [\text{ps} / (\text{nm} \cdot \text{km})]$  である。

この光ファイバの波長  $1.55 [\mu\text{m}]$  での波長分散値は、約  $3.2 [\text{ps} / (\text{nm} \cdot \text{km})]$  である。

この光ファイバの波長  $1.55 [\mu\text{m}]$  での波長分散値は、約  $1.6 [\text{ps} / (\text{nm} \cdot \text{km})]$  である。

この光ファイバの波長  $1.55 [\mu\text{m}]$  での波長分散値は、約  $3.2 [\text{ps} / (\text{nm} \cdot \text{km})]$  である。

- (1) 次の文章は、光海底ケーブルシステムの敷設、埋設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)

光海底ケーブルが陸揚げされる浅海部から海浜部までの区間は、波浪、船舶の投錨、漁労などによる被害を受けやすいため、ケーブルを二重に外装するなどの保護を行っているが、更に安全を期するため、地下に管路を設けてケーブルを通したり、□(ア)を掘ってケーブルを埋設したり、鋳鉄製などの保護管をかぶせたりするなどの措置が行われる。また、ケーブルへ給電するためのアース設備が陸揚局の海浜部に設けられたり、ケーブルの敷設位置あるいは敷設区域を海上から識別できるように陸標が設けられたりする。

ケーブル用管路は一般に、内径□(イ)(mm)のものが使用され、有中継光海底ケーブルの場合は、設置する管路の本数は、一般に、本ケーブル、接地ケーブル及び予備ケーブル用の3本であるが、海浜区域は工作物の設置及び□(ウ)が法律で規制されているため、将来のシステム増設計画も考慮して、ケーブル用管路の必要条数が決められている。近年では、環境保護等を目的として、非開削により地下管路などを構築する工法が用いられることもある。

給電用アース設備の接地方法には、接地用電極を□(エ)に設ける□(エ)接地方式と、海浜部に電極を埋設する海浜接地方式の二つがある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

地中	局舎	海中	15～20
売却	シールド	150～200	トレンチ
たて坑	占用	750～1,200	購買

(2) 次の文章は、光海底ケーブルの建設、保守及び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)

( ) ケーブル敷設船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〉

海底ケーブルの敷設には、ケーブル敷設船以外の一般の船にケーブルタンク、ケーブルエンジン、繰り出し用シーブなどの敷設機構をぎ装して使用することがある。

ケーブル敷設船には、一般に、ケーブルの張力や繰り出し長を測定・記録する装置、伝送試験装置、ケーブル接続器、対地船速測定器、精密測位装置、音響測深器、ケーブル探線用アンカ、各種ブイなどが装備されている。

ケーブルの敷設・修理に当たって、定められたコース上を低速で長時間航行する必要があることなどから、推進装置として電気推進や可変ピッチプロペラなどが用いられ、大容量のスラストを備えているケーブル敷設船が多い。

ケーブル敷設船に設置されるケーブルエンジンには、3～7ノット程度の高速敷設に適したドラム式ケーブルエンジンや、49～147[kN](5～15[tonf])程度の高張力でのケーブルの敷設、巻き上げに適したりニア式ケーブルエンジンなどがある。

( ) 光海中分岐装置の敷設と回収について述べた次のA～Cの文章は、  (カ) 。

A 海中分岐方式には、ケーブル内に収容されているファイバを各対地ごとに振り分ける空間分割分岐方式、各対地ごとに光波長を割り当てる波長分割分岐方式などがある。また、海中分岐装置には、片側に主ケーブルといわれる1本のケーブルが接続され、反対側には分岐ケーブルといわれる2本のケーブルが接続される。

B 海中分岐装置を敷設するには、主ケーブル側から海中分岐装置、分岐ケーブルへと敷設する方法と、分岐ケーブル側から海中分岐装置、主ケーブルへと敷設する方法があるが、前者は、1隻の敷設船で実施可能なため「単船法」、後者は2隻の敷設船が必要なことから「2船法」といわれる。

C 海中分岐装置付近の修理のため主ケーブル側から回収する際において、2本の分岐ケーブル重量と海水の抵抗及び海中分岐装置の自重により、主ケーブルの船上張力が主ケーブルの許容張力を越えるおそれがある場合には、2本の分岐ケーブルのうち少なくとも1本をあらかじめ海底で切断後、海中分岐装置を回収する。

〈(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	

( ) ROVについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A 埋設されたケーブルの保守・修理では、ケーブル埋設位置の探索、故障個所の探索、ケーブルの掘出し、切断、引揚げ、修理後の後埋設などの高度な海底作業が必要であり、これらの海底作業を有人潜水艇で効率的に行うためROVが使用される。
- B 中継器や既に敷設されているケーブルの後埋設や、ケーブル修理後の埋設並びにケーブルが多数錯そうしている海域など鋤式埋設機すきの適用が困難な場所では、一般に、ROVによるウォータジェット埋設が行われている。
- C ROVを用いた埋設ケーブルの捕線作業では、交流・直流磁気探査装置等によりケーブル故障点を発見し、掘削装置によりケーブルを掘出した後、ケーブルカッターでケーブルを切断し、ケーブルの片端にケーブルグリッパを取り付け、マニピュレータでケーブルグリッパを保持したまま船上にケーブルを引揚げる。

〈(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 |         |

( ) 海底ケーブルの保守作業について述べた次のA～Cの文章は、(ク)。

- A 国際海底ケーブルシステムの保守は、二か国以上の当事者により協力して行われる。ケーブル敷設船の維持費をそのケーブル敷設船によって保守を受ける関係当事者が共同で負担する場合においては、保守作業の分担、故障処理手順、予備品の管理方法などについては建設保守に関する協定によって定められる。しかし、海底ケーブルは、陸上ケーブルと比較して故障発生頻度が少ないため、保守費の負担、保守費の算出方法などについては、故障発生都度に協議して決めるのが一般的である。
- B 平常時、ケーブル敷設船は港で待機しているが、必要に応じて迅速に出動できるように乗船要員の待機態勢の確保や、定期的にケーブル接続訓練を行って技能者を確保することなどが必要であり、ケーブル故障時には、海底ケーブル保守責任者の判断によりケーブル敷設船の出動が決定される。
- C ケーブル敷設船では、運用中の海底ケーブルシステムの監視が、入力信号断及び同期外れ、ケーブル給電電流とその電圧異常など各種監視項目の警報によって行われ、故障時には故障位置探索試験が行われる。故障修理時には給電システムで高電圧を扱うため、安全対策が重要であり、ケーブル給電装置系の建設マニュアルを作成し、これをケーブル敷設船と陸揚局に配備する。

〈(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 |         |