

注 意 事 項

1 試験開始時刻 14時20分

2 試験種別終了時刻

試験科目	科目数	終了時刻
「電気通信システム」のみ	1科目	15時40分
「専門的能力」のみ	1科目	16時00分
「専門的能力」及び「電気通信システム」	2科目	17時20分

3 試験種別と試験科目別の問題(解答)数及び試験問題ページ

試験種別	試験科目	申請した専門分野	問題(解答)数					試験問題ページ
			第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	
線路主任技術者	専門的能力	通信線路	8	8	8	8	8	線1～線15
		通信土木	8	8	8	8	8	線16～線26
		水底線路	8	8	8	8	8	線27～線40
	電気通信システム	専門分野にかかわらず共通	問1から問20まで 20					線41～線44

4 受験番号等の記入とマークの仕方

- (1) マークシート(解答用紙)にあなたの受験番号、生年月日及び氏名をそれぞれ該当枠に記入してください。
- (2) 受験番号及び生年月日に該当する箇所を、それぞれマークしてください。
- (3) 生年月日の欄は、年号をマークし、生年月日に1けたの数字がある場合、十の位のけたの「0」もマークしてください。

[記入例] 受験番号 01CF941234

生年月日 昭和50年3月1日

受 験 番 号									
0	1	C	F	9	4	1	2	3	4
●	0	A	A	0	0	0	0	0	0
1	●	B	B	1	1	●	1	1	1
	2	●	C	2	2	2	2	2	2
	3		D	3	3	3	3	●	3
	4		E	4	●	4	4	4	●
	5	●	5	5	5	5	5	5	5
	6		G	6	6	6	6	6	6
	7		H	7	7	7	7	7	7
	8			8	8	8	8	8	8
	9	●		9	9	9	9	9	9

生 年 月 日									
年 号	5	0	0	3	0	1			
平 成	0	●	0	0	0	0			
	1	1	1	1	1	1			
昭 和	2	2	2	2	2	2			
	3	3		3	3				
大 正	4	4	4	4	4	4			
	5	5	5	5	5	5			
	6	6	6	6	6	6			
	7	7	7	7	7	7			
	8	8	8	8	8	8			
	9	9	9	9	9	9			

5 答案作成上の注意

- (1) マークシート(解答用紙)は1枚です。2科目の解答ができます。
「専門的能力」は薄紫色(左欄)、「電気通信システム」は青色(右欄)です。
- (2) 解答は受験する試験科目の解答欄の正解として選んだ番号マーク枠を、黒の鉛筆(HB又はB)で濃く塗りつぶしてください。
ボールペン、万年筆などでマークした場合、採点されませんので、使用しないでください。
一つの問いに対する解答は一つだけです。二つ以上マークした場合、その問いについては採点されません。
マークを訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消してください。
- (3) 免除科目がある場合は、その科目欄は記入しないでください。
- (4) 受験種別欄は、あなたが受験申請した線路主任技術者(『線 路』と略記)を○で囲んでください。
- (5) 専門的能力欄は、『通信線路・通信土木・水底線路』のうち、あなたが受験申請した専門的能力を○で囲んでください。
- 6 合格点及び問題に対する配点
- (1) 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- (2) 各問題の配点は、設問文の末尾に記載してあります。

マークシート(解答用紙)は、絶対に折り曲げたり、汚したりしないでください。

次ページ以降は試験問題です。試験開始の合図があるまで、開かないでください。

受 験 番 号									
(控 え)									

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

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 導体が均一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 γ 、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 α 、位相定数 β 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。

$$\gamma = \sqrt{(\text{ア}) \times (\text{イ})} = \alpha + j\beta$$

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

ここで、 j は虚数を、 ω は伝送波の角周波数を、 φ 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、30 [kHz] 以上の高周波の場合、 α 及び β は次式で近似できる。

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

$$\beta \approx (\text{ウ})$$

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、 (エ) により周波数 f の平方根に比例して大きくなり、 α 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

$\omega\sqrt{LC}$

表皮効果

$\omega\sqrt{RG}$

$R + j\omega L$

$G + j\omega C$

$R - j\omega L$

$G - j\omega C$

$C + j\omega L$

$L + j\omega G$

$\omega\sqrt{\frac{C}{L}}$

(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A～Cの文章は、 (オ) 。

- A 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、複合線路の接続点においては、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。
- B 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。
- C 一般に位置角 θ は、特性インピーダンス Z_0 、伝搬定数 γ を持つ一様な線路の受端にインピーダンス Z_Y を接続したとき、 $\theta = \tanh^{-1} \frac{Z_Y}{Z_0}$ と定義される。

〈(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	

() 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 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。
- B 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ゼロ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。
- C 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生じやすい。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発生しやすくなる。

〈(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	

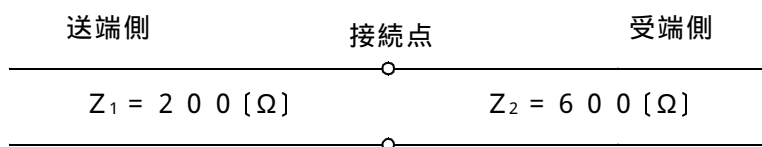
() 反射の諸特性について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- 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に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、 $m = 0$ の場合は反射が発生しない条件となる。
- 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 $Z_1 = 200 [\Omega]$ 及び受端側の特性インピーダンス $Z_2 = 600 [\Omega]$ としたとき、二つの線路の接続点における各種係数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〉

電圧反射係数は、 0.5 である。	電流反射係数は、 -0.3 である。
電圧透過係数は、 0.5 である。	電流透過係数は、 0.3 である。

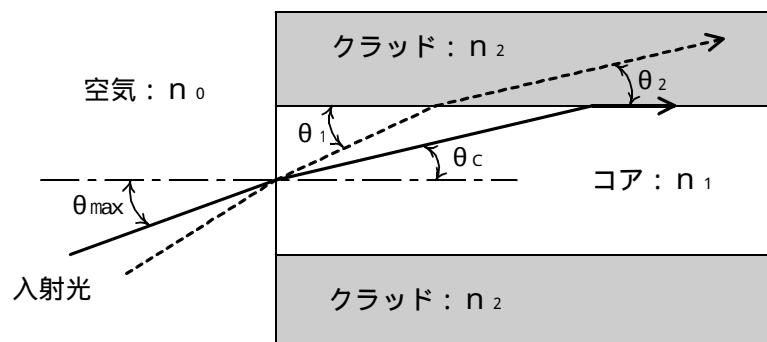
- (1) 次の文章は、光ファイバの光の伝搬について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

図に示すように、光ファイバへの入射点において、屈折率の異なる三つの媒質である空気、光ファイバのコア及びクラッドのそれぞれの屈折率を n_0 、 n_1 、 n_2 とする。

ここで、空気中から光ファイバのコアへ入射する光の受光角を $\theta_{\max}$ (空気とコアの境界面の法線と、光線のなす角度)とすると、スネルの法則により、 $n_0 \sin \theta_{\max} = n_1 \sin \theta_c$ が成り立ち、空気の屈折率を $n_0 = 1$ とし、コアとクラッドの比屈折率差を $\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ とすると、 $\sin \theta_{\max}$ □(ア)と近似することができる。この $\sin \theta_{\max}$ は、光源と光ファイバの結合効率を示す基本的なパラメータとして扱われ、□(イ)といわれる。

また、光ファイバ中の光の伝搬の原理は、光の全反射を利用したものであり、光が屈折率 n_1 のコアから屈折率 n_2 のクラッドに入射するとき、入射光、透過光それぞれの境界面と光線の角度とを θ_1 、 θ_2 とすると、スネルの法則により、□(ウ)の式が成り立つ。

光線が屈折率の大きいコア側から、屈折率の小さいクラッド側に向かって進む場合、 θ_1 が θ_c と等しくなったとき、 θ_2 がゼロとなる。このときの入射角 θ_c は、 $\theta_c =$ □(エ)で得ることができる。入射角がこの θ_c より小さくなると、光線は透過せずにコア側に全反射し、光ファイバ中を伝搬することができる。



＜(ア)～(エ)の解答群＞

方位角方向モード次数	開口数	モードフィールド径	F 値
$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$	$n_1 \cos \theta_1 = n_2 \cos \theta_2$		
$n_1 \cos \theta_2 = n_2 \cos \theta_1$	$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \cos \theta_2$		
$2 n_1 \Delta$	$\sqrt{2} n_1 \Delta$	$n_1 \sqrt{2 \Delta}$	$2 n_1 \sqrt{\Delta}$
$\cos^{-1} \frac{n_1}{n_2}$	$\cos^{-1} \frac{n_2}{n_1}$	$\sin^{-1} \frac{n_1}{n_2}$	$\sin^{-1} \frac{n_2}{n_1}$

(2) 次の文章は、光ファイバ通信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)

() 光ファイバの伝搬モードなどについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 光ファイバ中で存在できる電界分布は特定のものだけであり、長距離にわたって光ファイバ中に存在できるものが伝搬モードといわれる。マルチモード光ファイバは、各波長ごとに複数の伝搬モードが存在できるが、波長が長くなるほど、より多くの伝搬モードが存在できる。
- B 伝搬モードにおいて基本モードは、光ファイバのコア軸の中心で最も電界が強くなる電界分布を示すが、高次モードでは、電界が最も強くなる箇所がコア軸の中心から外側にずれて、コア軸の中心部では電界がゼロとなるモードがある。
- C 光ファイバ中に存在できる伝搬モード数は、光ファイバのコア径及び屈折率、光の波長などによって決まる。このため、ある波長ではシングルモードであっても、異なる波長ではマルチモードとなる場合がある。シングルモード光ファイバでは、基本モードであるLP₀₁モードより高次のモードであるLP₁₁モードが存在できなくなる波長は、カットオフ波長といわれる。

〈(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 | |

() 光ファイバ通信の伝送帯域などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ)。

- A 光ファイバ通信において伝送帯域は、どれだけ高い周波数の信号で変調した光信号を伝送することが可能であることを示す尺度として用いられており、定量的には、光ファイバのベースバンド周波数特性における6dB帯域幅で表される。
- B 一般に、すその広がりのない理想的な単一パルス波形(インパルス)を光ファイバに入射した場合でも、ある距離を伝搬させると、出射点(受信点)においては幅の広がったパルスとして観測される。しかし、光ファイバ伝送路の途中において放射モードが存在しない(すなわち入射エネルギーが全て保存された)ときは、パルス波形にひずみは生じない。
- C マルチモード光ファイバの伝送帯域測定法は、周波数領域での測定と時間領域での測定とに大別される。

〈(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 | |

() 光ファイバの光損失などについて述べた次の A ～ C の文章は、(キ)。

- A 吸収損失は、光ファイバ材料自体によって吸収され、熱に変換される損失であり、一般に、ガラスが本来持っている紫外線損失や赤外線損失による固有の吸収によるものと、ガラス内に含まれる不純物によるものとがある。不純物による吸収損失としては、光ファイバの開発当初は水酸イオンが主な原因であったが、低損失化技術の進んだ現在では、金属イオンが主な原因となっている。
- B 光ファイバは、製造時に 2,000〔 〕程度の高温から 20〔 〕程度まで冷却されるため、わずかな屈折率のゆらぎが生ずる。これが光ファイバにおけるレイリー散乱の原因となり、レイリー散乱による光損失は、波長の 2 乗に反比例する。
- C 二つの光ファイバを接続する場合、コアを互いに正確に突き合わせることが必要であり、接続部において微小な隙間が存在する場合は反射損失が生ずる。この反射は、一般に、フレネル反射といわれる。また、受光素子と光ファイバの接続による結合損失は、一般に、発光素子と光ファイバの接続による結合損失と比較して小さい。

＜(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	

() シングルモード光ファイバの波長分散特性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＞

材料分散の波長に対する変化の割合は、構造分散の変化の割合と比較して、ゆるやかである。一般に、材料を変えることにより材料分散を変化させ、必要な光ファイバの波長分散値を得ている。

構造分散の波長に対する変化の割合は、材料分散の変化の割合と比較して、ゆるやかである。一般に、材料を変えることにより材料分散を変化させ、必要な光ファイバの波長分散値を得ている。

材料分散の波長に対する変化の割合は、構造分散の変化の割合と比較して、ゆるやかである。一般に、コア及びクラッドの屈折率分布を変えることにより構造分散を変化させ、必要な光ファイバの波長分散値を得ている。

構造分散の波長に対する変化の割合は、材料分散の変化の割合と比較して、ゆるやかである。一般に、コア及びクラッドの屈折率分布を変えることにより構造分散を変化させ、必要な光ファイバの波長分散値を得ている。

- (1) 次の文章は、光ファイバ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)

光ファイバ増幅器には、希土類ドープ光ファイバ増幅器やファイバ (ア) 光増幅器などのタイプがあり、いずれも光信号を直接増幅するため、信号伝送速度や伝送方式にかかわらずシンプルなネットワーク構成が可能であるという利点がある。

希土類ドープ光ファイバ増幅器は、一般に、 (イ) を添加した光ファイバと励起用光源などで構成され、励起光により励起状態となった希土類イオンのエネルギー準位間の (ウ) 現象を利用して信号光の増幅を実現している。 (イ) ドープ光ファイバ増幅器は、光波長が (エ) μm 帯で高性能な増幅特性が得られ、低雑音性であるなどの利点があることから、現在、主に利用されている。

一方、ファイバ (ア) 光増幅器は、一般に、光信号とは逆方向から入射した高出力励起光により引き起こされた (ア) 散乱現象を利用して光信号の増幅を実現しているものであり、高出力の励起用光源を必要とするが、増幅媒体として一般の光ファイバが適用可能であるという利点がある。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

共 振	誘導放出	イオン化傾向	レイリー
ブリルアン	ラマン	OH基	エルビウム
インジウム	シリコン	1.31	1.55
1.65			

- (2) 次の文章は、主要な各光部品の種類と特徴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)

- () 希土類ドープ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＞

希土類ドープ光ファイバ増幅器は、光ファイバ構造を基本としているので、光ファイバ同士の接続や、他の光部品との整合性が良いため、接続損失を小さくできるという利点がある。

希土類元素の離散的なエネルギー準位での遷移を利用しているため、増幅効果を得ることができる光波長は、幾つかの特定の波長に限定される。

希土類ドープ光ファイバ増幅器は、光ファイバの導波路構造が軸対象であるため、利得の偏波依存性はない。

希土類ドープ光ファイバ増幅器は、半導体光増幅器と比較して、雑音特性が劣っている。

() 光減衰器の種類と特徴について述べた次の A ～ C の文章は、(力)。

- A 光強度を減衰する方法として、一般に、光の一部分を吸収させて減衰する方法が採られている。一つの方法として、透過率変動の小さな金属膜を蒸着させたガラス基盤を利用する方法がある。金属膜としては、ニッケル(Ni)とクロム(Cr)の化合物などが用いられ、光の減衰量は膜厚に依存する。
- B 光通信において過大な光信号により受光素子が破壊されるおそれがあるとき、光伝送路の光強度の調整用として光減衰器が用いられることがある。この場合、光減衰器の種類としては、装置に内蔵されるなどシステムの一部として用いられることが多いことから、小形・軽量化が容易な固定減衰器が一般に用いられる。
- C 可変減衰器は、一般に、受光素子の感度特性測定などのための光受信器への入力レベル調整用計測器として、広く使用されている。一般的な可変減衰器の構造は、連続的に可変する減衰素子などにより構成されており、測定精度向上のため、減衰素子からの反射光が光減衰器に接続された光ファイバへ戻らないような工夫が施されている。

＜(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	

() 光分岐・結合器について述べた次の A ～ C の文章は、(キ)。

- A 光分岐・結合器は、一つの信号を複数に分岐したり、逆に複数の信号を一つに結合したりする機能を持つ光部品である。光分岐・結合の方法としては、ハーフミラー、レンズ、光ファイバ、光導波路などを用いたものがある。ハーフミラーとレンズとで構成される光分岐・結合器は、サイズが大きくなる欠点はあるが、分岐数が増えても光損失が増加しないという利点がある。
- B 複数の光ファイバを束ねて加熱溶融し、中央部を延伸して細径化した光分岐・結合器は、ファイバ溶融型光分岐・結合器といわれる。このファイバ溶融型光分岐・結合器は、融着細径化された部分で光が伝搬しながら分岐(又は結合)状態を形成することから、製造時にこの結合長を変えることにより、種々の分岐比(又は結合比)を実現できる。
- C 光導波路を用いた光分岐・結合器としては、石英基板等の上に光導波路を形成した平面光波回路(Planar Lightwave Circuit: PLC)により構成されるものがある。これは半導体の製造に用いられる薄膜工法と同様な方法で製造され、基板上の 1 × 2 分岐の Y 字分岐を基本に、これを多段に組み合わせて多段分岐の導波路を構成することが可能で、小形化及び多分岐化に適している。

＜(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	

() 光合波・分波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〉

光合波・分波器は、波長分割多重方式などにおいて用いられ、波長の異なる複数の光信号を1本の光ファイバに挿入したり、逆に、1本の光ファイバを伝搬してきた波長の異なる複数の光信号を、各波長ごとに分波する光部品である。

誘電体多層膜を用いた光合波・分波器は、ガラス基板に波長透過、反射特性のある金属酸化膜を蒸着した誘電体多層膜フィルタにより、特定の波長を選択するものである。誘電体多層膜フィルタの波長選択性は、誘電体膜の層数、膜材料に大きく依存する。

ファイバグレーティングを用いた光分波器は、紫外線の照射により、光ファイバのクラッド内に、屈折率の高低を軸方向に周期的に付けたグレーティングを直接施しており、構造が簡易で小形化が可能な利点がある。一般に、光アイソレータなどと組み合わせて用いられる。

アレイ導波路回折格子(AWG)を用いた光合波・分波器は、長さの異なるアレイ状の複数の光導波路から構成され、多光束の干渉を利用するものである。この光合波・分波器は、波長間隔が狭い高密度の波長分割多重方式への適用に有効である。

(1) 次の文章は、屋外線路設備の腐食発生原因とその一般的な対策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)

屋外線路設備は、様々な厳しい環境下におかれており、特に金属材料を使用している設備では、腐食対策が設備の長期信頼性の確保において重要な課題となる。

一般に、地下鉛被ケーブルや埋設金属体が、土壌又は地下水に接した状態におかれると腐食を受けるのが通常である。この場合、主な腐食の原因として、直流電気鉄道などからの (ア) により生ずる電食と、それ以外で、埋設金属体の表面に形成される局部電池作用による腐食など人為的電気設備以外の要因で生ずる (イ) 腐食とに分類できる。一般に、これらは総称して電気化学腐食といわれる。この電気化学腐食の基本的な対策としては、腐食発生原因の除去、埋設金属体への電流の打ち消し、電流の遮断などがある。

架空構造物では、大気中の酸素が水と反応して腐食を発生させ、特に海塩粒子や腐食性ガスなどが存在する場合、その反応は著しく促進される。そのため、使用環境に適した高耐食性材料の選定や塗装などによる防食対策が有効であり、代表的な高耐食性材料としては、ステンレス鋼やアルミニウムのように不動態といわれる、極めて緻密^{ちみつ}な被覆を表面に形成した腐食しにくい金属や、溶融亜鉛メッキ、 (ウ) メッキなどの耐食性のメッキを施した高耐食性材料が、広く使われている。

腐食環境からの遮断対策としては、膜厚が0.05～0.2〔mm〕程度の一般的な塗装や、膜厚を1～2〔mm〕程度としてより耐食性を向上させた (エ) などがあるが、塗装は紫外線によって劣化するため、定期的な塗装替えによるメンテナンスが必要である。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

非電解質	干渉	有機ライニング	迷走電流
サージ電圧	自然	選択排流	Zn-Cu合金
Zn-Al合金	すず	静電誘導	UV樹脂

- (2) 次の文章は、地下埋設物及び架空構造物の腐食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)

- () 地下埋設物の腐食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〉

地下管路に布設されている鉛被ケーブルでは、管路内の溜水中に鉛被に対する腐食性が高いイオン(硝酸イオン、塩素イオン等)が含まれている場合、管路とケーブルの間げきに腐食性イオンが凝縮されるため、これにより導電率が高くなり、ミクロ電池作用による、すきま腐食が発生する確率が高い。

防食鋼管は、配管用炭素鋼管の内外面に合成樹脂塗料を焼付け塗装したものであり、金属管の中でも腐食に強く、主として電柱などへの引上げ管路や橋梁添架区間に適用されている。しかし、現在は、腐食しない軽量で取扱いが容易な硬質ビニル管が、新設管路に広く使われている。

マンホール内の付属金物などは、溜水中に生息する硫酸塩還元バクテリアや硫黄バクテリアなどが生成する硫化水素などの化学物質によっても腐食する場合がある。この場合は、一般の防食対策では全く効果が得られないため、現在のところマンホール内の洗浄が、唯一有効な手段となっている。

一般に、ケーブルにおける電食は、金属外被を持つ鉛被地下ケーブルに発生する問題であり、プラスチック外被のケーブル自体には発生しない。しかし、クロージャの付属金物などは金属であるため、条件によっては腐食が発生することから腐食対策が必要である。

- () 架空構造物の腐食について述べた次のA～Cの文章は、 (力) 。

- A 亜鉛メッキを施した吊線などの鋼より線では、塩害や工場のばい煙による特殊環境を除けば、一般に、風雨に直接さらされている露出部分が最も腐食しやすく、接続端子函内やケーブルカバー内などでは、腐食は発生しない。
- B 塩害のおそれのある地域や土壌による化学腐食のおそれがある地域では、基本的にコンクリートポールを適用するが、条件によってコンクリートポールが適用できない場合は、UC (Un-Corrosive)鋼管継柱などが使用される。
- C 非防食タイプの下部支線などが、異なった土壌層にまたがって埋設されている場合は、土壌の通気性が異なることによって、同一の金属の間でもマクロ電池が形成され、これにより通気性のよい土質中に埋設された部分で激しく腐食する場合がある。これは一般に、濃淡電池作用といわれる。

〈(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 | |

() 電食対策とその調査方法について述べた次の A ～ C の文章は、(キ)。

- A 直流電気鉄道に起因する電食の一般的な防止対策として、鉄道のレール等へ埋設管などの金属体を電氣的に接続して、埋設金属体を流れる電流を直接大地に流出させず、一括してレール又は変電所に帰還させる方法がある。これは流電陽極方式といわれ、最も広く用いられる電食防止対策の一つである。
- B 埋設金属体に電気防食を実施した場合、防食電流の一部が近接した無防食の埋設金属体に流入し、干渉による電食を生じさせる危険がある。この干渉の調査に当たっては、できるだけ正確に状況を把握するため、測定地点は3箇所以上選定し、同時測定を行うことが望ましい。
- C 電食に対しては、直流電気鉄道軌条の両側概ね4[km]以内を電食調査対象とするのが一般的であり、調査の結果、電食の危険があると考えられる区域と判断された場合、必要な電食防止対策を講ずる。

〈(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	

() 腐食に起因した設備劣化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〉

塩害地域に設置されている所外設置通信装置(RTなど)では、装置の扉開閉などによって海塩粒子が内部に侵入し、腐食が発生することがある。例えば、プリント基板の部品端子のハンダ付け部や配線パターン部分で腐食が発生している。

とう道やマンホールの鉄筋コンクリート壁において、比較的短期間に内部の鉄筋が錆びて膨張し、コンクリートを押し上げて局部的に壁のはく離が生ずる場合がある。これは施工不良によるものが大半であり、補修方法は、鉄筋の錆を取り除いた後、プライマの塗布、埋戻し、化粧仕上げなどを行う。

鋼管柱では、張り紙防止シートや番号札の裏側にすきま腐食を起こすことがあり、この場合の補修方法としては、腐食成分を含まないポリウレタン系塗料及びニトリルゴム系接着剤などを使用することが望ましい。

遅れ破壊(応力腐食割れ)は、金属が静的応力下で窒素の影響によって割れたように腐食が進行するもので、ある時間を経過しながら徐々に破断が起こる現象である。

特に不平衡荷重の加わったコンクリート柱の鉄筋などにこの現象が生ずると、コンクリート柱はゆっくりと湾曲しながら傾斜していく特徴があり、定期的な点検が必要である。

- (1) 次の文章は、光アクセス設備設計の基本事項及びアクセス網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)

アクセス設備に適用する光ファイバの種別は、伝送損失特性及び伝送帯域特性が優れていること及びその他諸条件などを考慮して、現在は、[(ア)] 型光ファイバが、一般に使用されている。

光ファイバの種別、使用波長及び使用伝送装置が決定されると適用可能距離を求めることができる。[(ア)] 型光ファイバを適用した場合は、[(イ)] がなく、光損失などにより適用可能距離が決定される。

アクセス網としては、設備センタとユーザ間を1対1の光ファイバで結んで配線する方法と、設備センタとユーザ間に機能点を設け、設備センタから機能点までの光ファイバを複数のユーザで共用する方法とがある。このうち、光ファイバを複数のユーザで共用する方法は、さらに、機能点として、光/電気変換機能を備えた装置を用いる [(ウ)] 構成と、光スプリッタなどの光分岐・結合機能を備えた装置を用いる [(エ)] 構成とがある。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

構造分散	A D S	D S F	H D S L
材料分散	P D S	G I	ループ
モード分散	L X M	S M	シングルスター

- (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)

- () 光アクセス設備の配線方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＞

ループ無逓減配線法は、設備センタを中心として既設管路ルートが放射状に構築されている大都市ビジネスエリアに適した配線方法であり、設備の信頼性やサービス需要の変動にも適応性を有している。

スター逓減配線法は、ユーザが広い範囲に点在し、需要変動が小さく安定しているエリアに適した配線方法である。しかし、突発的な需要が発生した場合、スター無逓減配線法と比較して、心線の融通を図ることが難しい。

スター無逓減配線法は、既存管路ルートの制約などからループ化が困難な需要密度が高いエリアに適した配線法である。また、設備センタから最遠端のユーザまで心線を逓減せずに配線するので、スター逓減配線法と比較して、心線の融通性に優れている。

配線方式の適用にあたっては、配線エリア内の需要動向、需要密度、既存管路設備状況、保守性、信頼性、経済性などを総合的に勘案して決定する必要がある。

() 配線ルートの選定及び許容光損失値について述べた次の A ～ C の文章は、(カ)。

- A 配線ルート選定に当たっては、最遠端のユーザが許容光損失値を満足するように、光配線エリア内を最短距離で配線できるルートを選定する。ループ無逓減配線法においては、ケーブル切断故障などに対する信頼性を考慮して、二方向からの光ファイバ心線の光損失値を、それぞれ許容光損失値以下としている。
- B 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、必要に応じてブリッジタップを挿入して適切なレベル範囲に調整する必要がある。
- C 設備センタからユーザまでの距離が標準より長く、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設定する方法が採られる場合もある。

〈(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	

() 光ケーブル接続工法の適用方法などについて述べた次の A ～ C の文章は、(キ)。

- A 基幹系ネットワークでは、接続損失を低減することにより中継距離の長距離化を図るため、一般に、融着接続を適用しているが、アクセス系ネットワークでは、心線の融通性、心線切替の迅速性を考慮し、極力コネクタ接続を適用している。また、管路区間においても、コネクタの小形化により、両端コネクタ付ケーブルの適用が一般的である。
- B 一般に無逓減配線方式を適用する場合は、後分岐接続工法を用いることを前提として、ケーブル接続箇所を少なくすることにより、長尺ケーブル布設を行うことが可能である。ただし、サービス開始後に後分岐接続工法を多用することは、ケーブル解体時に現用回線への影響が懸念されるため、できるだけ必要なケーブル分岐点をあらかじめ決定し、クロージャなどを設置しておくことが望ましい。
- C アクセス系光ケーブルの接続には、融着接続、コネクタ接続のほか、メカニカルスプライスによる接続が用いられる。メカニカルスプライスは、電源が不要であり、部品が小形、軽量で接続作業が短時間でできるため、架空での作業に適している。

〈(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	

() 光ケーブルの布設について述べた次の A ～ C の文章は、(ク)。

- A 光ケーブル布設時の最大けん引張力は、ケーブルの許容張力のほかに、架空区間、管路区間、とう道区間などケーブル収容設備の状況などにより、制限を受ける場合がある。
- B 光ケーブルけん引機を使用して布設する場合、光ケーブル用の特別なけん引用ロープがないため、ナイロンロープと比較して伸びが小さな鋼製ワイヤーロープが、一般に、使用されている。
- C ビル内配管への布設などにおいて、光ケーブルの許容張力の観点から一度に光ケーブルを引けない場合は、適切な区間で光ケーブルを引出し、再度そこから光ケーブルを繰り出し延線する。この場合、途中で仮に引出した光ケーブルは、一般に、8 の字にして整理するとともに、許容曲げ半径以下にならないようにする。

〈(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	