

注 意 事 項

- 試験開始時刻 14時20分
- 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

- 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27
		水底線路	8	8	8	8	8	線28～線42
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43～線46	

- 受験番号等の記入とマークの仕方

- 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。
- 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。
- 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
●	○	A	A	0	0	0	0	0	0
①	●	B	B	1	1	●	1	1	1
2	●	C	2	2	2	2	2	2	2
3	○	D	3	3	3	3	3	3	3
4	○	E	4	●	4	4	4	4	●
5	○	●	5	5	5	5	5	5	5
6	○	G	6	6	6	6	6	6	6
7	○	H	7	7	7	7	7	7	7
8	○	8	8	8	8	8	8	8	8
9	○	●	9	9	9	9	9	9	9

生 年 月 日									
年 号	5	0	0	3	0	1			
平成	○	●	○	○	○	○			
昭和	○	○	○	○	○	○			
大正	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			
○	○	○	○	○	○	○			

- 答案作成上の注意

- マークシート(解答用紙)は1枚で、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。
- 解答は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は、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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 試験問題についての特記事項は、裏表紙に表記してあります。

- 合格点及び問題に対する配点

- 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- 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、メタリック伝送路における減衰量、無ひずみ伝送など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)

減衰量は、二次定数の一つである減衰定数の大小によって決定される。往復導体の単位長当たりの抵抗とインダクタンスをそれぞれRとL、往復導体間の単位長当たりの漏れコンダクタンスと静電容量をそれぞれGとCとすると、R、L、G、Cは線路の一次定数といわれ、減衰定数は、これら一次定数から導かれる。

一般に、高周波(30[kHz]程度以上)の場合、減衰定数の近似式は、次式のように表すことができる。

$$\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\text{(ア)}}$$

この近似式において、減衰定数を最小にするためには (イ) としなければならないが、これは、全く減衰しないということであり実現することは不可能である。RC=GLの関係にある場合、減衰定数に極小値が存在するが、実際の伝送路では、RC=GLの減衰量最小条件を満足することは困難であり、一般に、一次定数の関係は、

$$\sqrt{\text{(ア)}} \sqrt{\frac{R}{G}} \text{ となる。}$$

また、無ひずみ伝送の成立する条件は、減衰量最小条件でもあり、 (ウ) が一定であること、減衰定数が一定であること及び位相定数が (エ) に比例することである。

<(ア)~(エ)の解答群>

$\frac{L}{C}$	$\frac{L}{R}$	$\frac{R}{C}$	LC
R = G = 0	R = C = 0	L = G = 0	静電容量
コンダクタンス	伝搬定数	位置角	周波数
インダクタンス	群伝搬時間	特性インピーダンス	

(2) 次の文章は、メタリック伝送線路の諸特性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)

() 高周波領域における電氣的諸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>

導体系では、周波数が高くなるに従って抵抗及び内部インダクタンスに変化が生ずる。これは、導体内部において、周波数が高くなるにつれて各部の電流が互いに作用を及ぼしあうことで電流分布が変化した結果であり、一般に、電氣的特性として抵抗は増加し、内部インダクタンスは緩やかに減少する。

近接して平行に並んでいる2本の導体に電流が流れたとき、それぞれの電流が同一方向であると電流が外側に押しやられ、反対方向であると内側に引き合うことで2本の導体の電流密度が変化する現象が生ずる。この現象は高周波において顕著となり、一般に、近接効果といわれる。

漏れコンダクタンスは、心線間の絶縁物を通して流れる電流の割合を示し、漏れコンダクタンスが小さいほど漏洩する電流が大きい、一般的な平衡対ケーブルでは、周波数が高くなると急激に小さくなる。

高周波では導体系の抵抗だけでなく、周囲の金属体中に誘起する渦電流によって電力損失を生ずることがあり、主なものにカッド損などがある。

() 伝送系のひずみの種類、特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

A 減衰ひずみは、伝送系の減衰量が周波数によって異なるために生ずるひずみであり、音声回線においては、その安定度を低下させるものである。

B 位相ひずみは、伝送系の位相量が周波数に対して比例関係にあるために生ずるひずみであり、群伝搬時間が周波数により異なるために生ずることから、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。

C 非直線ひずみは、伝送系の入力と出力と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。搬送多重回線においては、非直線ひずみによる高調波及び混変調波の発生により、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。

<(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	

- () 伝送系における雑音の種類、特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、**(キ)** である。

<(キ)の解答群>

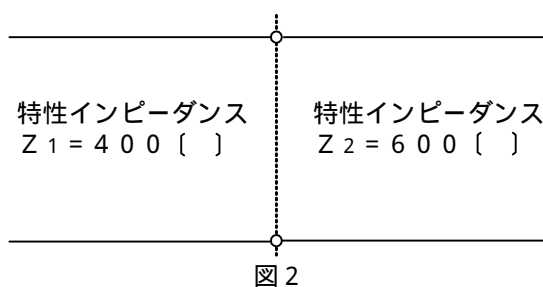
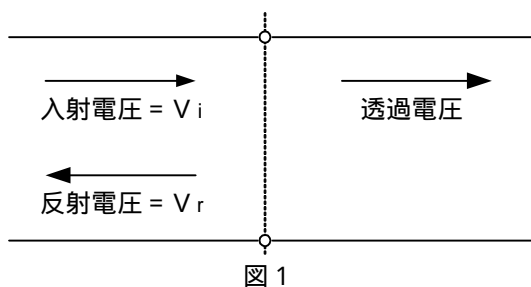
熱雑音などの基本雑音は、信号レベルに比例して発生する雑音であり、信号レベルの高いところで問題となる。

準漏話雑音は、位相ひずみを有する部分において高調波のほかに和及び差周波数の種々の組合せからなる相互変調積による結合波が発生し、各部分で発生したこれらのひずみが逐次累積されることにより発生する了解性漏話の一つである。

多重漏話雑音は、平衡ケーブルと比較して、同軸ケーブルにおいて大きな影響を及ぼし、誘導回線が多数ある場合には同時に漏れてくる多重漏話は互いに干渉して了解性の雑音となる。

漏話以外の雑音としては、紙絶縁ケーブルにおける手ひねり心線接続部が一時的に接触不良となった場合に発生するバースト状の雑音がある。

- () 図1及び図2は、二つの一様線路及びを接続した場合を表したものである。図1の電圧反射係数をa、図2の電圧反射係数をbとしたとき、a及びbの組み合わせで正しいものは、**(ク)** である。



<(ク)の解答群>

$$a = \frac{V_i}{V_r} \quad b = 0.2$$

$$a = \frac{V_i}{V_r} \quad b = 0.8$$

$$a = \frac{V_r}{V_i} \quad b = 0.2$$

$$a = \frac{V_r}{V_i} \quad b = 0.8$$

(1) 次の文章は、SI型の屈折率分布を持つ光ファイバの伝搬モード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)

コアとクラッドの境界面で全反射しながら伝搬する光は、その電界がコア内に閉じ込められている必要がある。すなわち、コアとクラッドの境界面においては、入射光と反射光との干渉により電界強度がゼロになる必要があり、この条件を満たすためには、コアの径方向に特定の電界強度分布を持った (ア) が存在しなければならず、また、伝搬可能な光の反射角度は特定の離散的な反射角度に限られる。

この特定の電界強度分布は、コアの (イ) 方向には変化せず一定となり、このような特定の反射角度を持ち、コア内に閉じ込められた特定な電界分布を持つ光の伝搬の仕方は、光の伝搬モードといわれる。

ただし、実際の光ファイバではコアとクラッドの境界面において電界成分はゼロにはならず、境界面からクラッド内に向けて (ウ) 小さくなっていく。

ここで光ファイバのコア径を d 、伝搬する光の波長を λ 、光がコアとクラッド間の境界面となす角度を θ 、伝搬モード数を N とすると、 $d \sin \theta = N \frac{\lambda}{2}$ が成り立ち、 $N = 1$ のときの伝搬モードは基本モード、 $N = 2$ 以上のときの伝搬モードは高次モードといわれる。最高次の伝搬モードは、コアとクラッドとの境界面に対する光の入射角が (エ) に近づいたときの反射角度に対応するものである。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

外周	軸の垂直	軸	伝搬光に直角
定在波	放射モード	臨界角	法線
反射波	指数関数的に	ブリュースター角	偏光角
透過波	コア中心からの距離に反比例して		
直線的に	境界面からの距離に反比例して		

(2) 次の文章は、光ファイバ伝送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)

() 光ファイバの損失など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〉

石英ガラスの吸収損失には、紫外吸収、赤外吸収などがある。紫外吸収はSiO₂の電子のバンド間遷移による吸収であり、赤外吸収はSiO₂などの分子の振動による吸収である。

光ファイバの製造時の高温状態時には密度の揺らぎ、すなわち屈折率の揺らぎが生ずるが、これが光ファイバに残留し、フレネル反射が起こる原因となる。フレネル反射は波長の4乗に反比例するため光の波長が長くなるほど小さくなる。

石英ガラス系のガラス内の不純物である水酸イオンによって生ずる光の損失は、波長0.94[μm]、1.24[μm]、1.38[μm]などにピークがある。

マイクロベンディングロスとは、光ファイバに側面から不均一な圧力が加わって、光ファイバの軸がわずかに(数μm程度)曲がるために発生する損失をいう。また、光ファイバを曲げたときに生ずる損失は、曲げ損失又はマクロベンディングロスといわれる。

() 光ファイバ伝送における非線形現象などについて述べた次のA~Cの文章は、 (カ) 。

- A 高強度の短光パルスが光ファイバに入射されると、光の電界で光ファイバ物質中の電子の軌道が変化することによって屈折率が変化する現象は、ラマン効果といわれる。
- B 光パルス自身が誘起した屈折率変化により、その位相が急激に変化する現象は自己位相変調といわれ、光パルスは周波数変化(チャーピング)を伴う。
- C 二つの異なる波長の光信号を光ファイバに入射したとき、一方の光信号の強度変化によって生ずる屈折率変化により他方の光信号の位相変化が生ずる現象は、相互位相変調といわれる。

〈(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 | |

- () 光ファイバの分散特性などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

材料分散は、光ファイバ材料の屈折率が波長に依存する特性を持っていることに起因する分散である。材料分散の単位としては、一般に、[ps/nm/km]が用いられ、例えば、10 [ps/nm/km]とは、スペクトル幅1 [nm]の光が10 [km]伝搬したとき、パルス幅が10 [ps]広がることを意味する。

シングルモード光ファイバにおいて、光ファイバの構造に起因する分散を構造分散という。一般に、伝搬する光はコアだけでなくクラッドにまで光が染み出しているため、光の伝搬速度はコアのみを伝搬する速度とは異なり、伝搬する光の伝搬速度は電磁界分布の違いによって変化する。

シングルモード光ファイバにおいては、その軸対称性のため直交する2方向に偏波した二つのモードが存在する。光ファイバのコアが理想的な真円でない、又は材料が均質でないことにより、これら二つのモード間に群遅延差を生ずるが、これを導波路分散という。

分散は、大きい順にモード分散、構造分散、材料分散である。マルチモード光ファイバにおいてはモード分散と構造分散が、シングルモード光ファイバにおいては構造分散と材料分散が、分散の大きさを決定する主な要因である。

- () 光ファイバの構造パラメータ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〉

光ファイバの構造を決定するパラメータは、マルチモード光ファイバの場合は、モードフィールド直径、外径、開口数(NA)及び屈折率分布であり、シングルモード光ファイバの場合は、コア径、モードフィールド偏心率、外径及び遮断波長である。

モードフィールド直径とは、光ファイバの径方向の光強度分布がポアソン分布で近似できるとき、光強度が最大値に対して $\frac{1}{e^2}$ (eは自然対数の底)となる場所の直径をいう。

モードフィールド偏心率は、モードフィールド中心とクラッド中心との距離をいい、モードフィールドの中心とコアの中心は実質的には同じ場所になるので、モードフィールド偏心率は、コア径とクラッド径の差として測定される。

カットオフ波長とは、高次のモードを遮断する波長であり、例えば1.3 [μm]で使用するシングルモード光ファイバにおいてはカットオフ波長は1.3 [μm]よりも短くなければならない。カットオフ波長より長い波長領域ではシングルモードとなることが保証されるが、逆に短い波長領域ではマルチモードになってしまう。

- (1) 次の文章は、光ファイバ増幅器の種類と特徴など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、希土類添加光ファイバ増幅器とファイバラマン光増幅器がある。

希土類添加光ファイバ増幅器は、コア部に希土類イオンを添加した光ファイバを増幅媒体としており、光増幅可能な波長帯は添加する希土類元素に依存し、その増幅性能も添加元素により異なっている。添加元素として□(ア)やプラセオジム(Pr)が用いられる波長□(イ)μm帯の増幅器は、基底準位と増幅終準位が異なる□(ウ)である。

希土類添加光ファイバ増幅器の一種であるEDFAは、数10[mW]程度の励起パワーで30[dB]以上の利得が得られ、ビットレート依存性が無く、異なる多数の波長を一括して増幅することが可能である。

ファイバラマン光増幅器は、光ファイバに高強度の励起光を入射することで光増幅を実現するもので、励起光は増幅媒体となる光ファイバ材料の分子の振動により□(エ)を受け、この光□(エ)現象を利用してラマン増幅が行われる。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

吸収	干渉	1.3	1.48
ネオジウム(Nd)	ガリウム(Ga)	1.5	1.65
エルビウム(Er)	ツリウム(Tm)	4準位系	3準位系
準3準位系	回折	散乱	偏波

(2) 次の文章は、光伝送技術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)

() 多重化伝送技術など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〉

上り・下り信号で同じ波長を用い、光ファイバを伝搬する光の方向により上り・下り信号を識別する技術は、D D M(Directional Division Multiplexing)といわれ、一般に、光方向性結合器が用いられている。

一つの波長で複数のデジタル信号を時間的に少しずつずらして規則的に配列し多重化する技術は、T D M(Time Division Multiplexing)といわれる。

送信側でチャンネルごとに異なる特有の符号を用いた信号を送信し、符号間の干渉がないようにして信号を伝送し、受信側では演算により必要とするチャンネルを取り出すことにより同時に送受信を可能とする技術は、W D M(Wavelength Division Multiplexing)といわれる。

上り・下り信号用にそれぞれ別の光ファイバを用い、上り・下り信号で同じ波長を用いることができる技術は、S D M(Space Division Multiplexing)といわれる。

() W D M伝送技術などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

A I T U - T 勧告では、光アンプを用いたマルチチャンネルインタフェースの中でW D Mの周波数グリッドが規定され、1 9 3 . 1 0 [T H z] を基準光周波数としている。

B C W D Mは、光周波数の有効利用を図るため、光周波数間隔が1 2 . 5 [G H z]、2 5 [G H z]、5 0 [G H z]、1 0 0 [G H z] 及び1 0 0 [G H z] の整数倍となるように発振波長を配置したW D M方式である。

C D W D Mは、波長安定化の要求条件を緩和するため、波長間隔2 0 [n m] のW D M方式である。

〈(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	

- () 発光素子の構造や特性などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

活性層の上又は下に隣接するガイド層全体に屈折率の周期的な構造(グレーティング)を作製したLDは、分布ブラッグ反射LD(DBR-LD)といわれる。

活性層の片側又は両側の端面付近に屈折率の周期的な構造(グレーティング)を作製したLDは、分布帰還LD(DFB-LD)といわれる。

活性層の上下に形成された一対の反射器により共振器が構成され、基板と垂直方向にレーザ光が出射されるLDは、面発光LD(VCSEL)といわれる。

LDの発光スペクトルにおいて、ピークのパワーレベルとサイドモードのレベル差は、電圧定在波比(VSWR)といわれる。

- () 受光素子の特性など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〉

APDは、内部に増倍機構を持つため、PIN-PDと比較して高い逆バイアス電圧を必要とする。また、増倍率は、逆バイアス電圧及び使用環境温度に依存する。

受光素子に到着するLD光の流れは、ランダムでありアーラン分布に従う。この光を受光すると、到着光の流れがランダムであるため平均電流の周りに揺らいだ電流が発生する。

APDは、半導体ショットキー接合になだれ降伏電圧近傍のバイアス電圧を印加した状態で光を入射すると、空乏層で発生した光キャリアが原子と衝突して電子・正孔対が次々に発生するなだれ増倍といわれる現象により増幅を行う。

光子のエネルギーが、半導体の基礎吸収端における禁制帯幅よりも小さい場合、この光が半導体中に入射すると光子が吸収され、伝導帯に電子、価電子帯(充満帯)に正孔が励起される。電子・正孔対の数は入射光子数に反比例するので、この電子及び正孔を電流として外部回路に取り出すことにより、光強度を検出することができる。

- (1) 次の文章は、光ファイバの伝送特性の測定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)

光ファイバの伝送特性を示す主要なパラメータは、損失、□(ア)、波長分散などであり、特に長距離伝送システムでは、偏波モード分散などの偏波依存特性を知ることが重要である。

光ファイバの損失特性の測定は、光の減衰量を直接測定する方法と、光パルスを入射したときに発生する後方散乱光強度の□(イ)特性から測定する方法に分類される。

光の減衰量を直接測定する方法としては、カットバック法と挿入損失法があり、カットバック法は、主に製品検査など厳密な測定時に用いられ、測定誤差を少なくするには、光の入射時に□(ウ)される漏洩光がカットバック長で十分に減衰している必要がある。また、マルチモード光ファイバの光損失は、□(ウ)モード分布に大きく依存して変化する。

挿入損失法は、光ファイバを□(エ)せずに測定できるため、カットバック法を適用することが難しい布設工事後の伝送路の光損失を測定する場合などに用いられる。

一方、光ファイバの□(ア)は、モード分散、構造分散、材料分散などによって決定され、マルチモード光ファイバにおける□(ア)測定法には、変調信号光を用いた周波数領域における方法と光パルスの時間領域の波形ひずみから測定する方法などがある。

〈(ア)~(エ)の解答群〉			
温 度	屈折率	溶 融	補 強
励 振	伸 張	伝送帯域	接 続
切 断	干 渉	群速度	偏心量
位 相	増 幅	分 光	距 離

(2) 次の文章は、光ファイバの測定技術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)

() 光パルス試験器(OTDR)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〉

OTDRは、光パルスを光ファイバに入射したときに、光ファイバ内で生ずる反射や散乱による戻り光を測定することによって、光ファイバの距離、損失値及び切断点の位置を特定することができる。

OTDRの測定波形は、一般に、横軸に距離、縦軸に損失が表示され、光ファイバの近端及び遠端並びに光コネクタで接続された場所は、フレネル反射が観測される。

光パルスは、光カプラを通して被測定光ファイバに入射され、反射やレイリー散乱によって戻ってきた光は、光カプラを通じてAPDに入射される。

パルス幅100 [ns]で接続点、接続損失などを測定するとき、接続点間の距離が短いために判別が困難な場合は、パルス幅を1 [μs]のように、より大きくすることで測定することができる。

() 光パワーメータの機能、特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

光電変換型光パワーメータは、一般的な光電変換素子をレーザのパワー測定に適用したもので、熱変換型光パワーメータと比較して、検出感度は高いが可搬性が悪いため現場作業で用いるには不向きである。

熱変換型光パワーメータは、一般に、測定値の正確性が高いことから標準パワーメータとして用いられるが、光電変換型光パワーメータと比較して、外部温度の変化に影響を受けやすい。

光ファイバ通信用の高性能な光パワーメータには、高い測定確度、狭い測定ダイナミックレンジ、高速測定、高偏光依存性などの機能や性能が求められる。

ホトダイオード(PD)を受光部に用いている光パワーメータは、PDに波長依存性がないため、一般に、測定時の値を補正する必要がない。

() 光測定に用いる光源の特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A LED光源は、LD光源と比較して、発生光は低コヒーレンス性であり、戻り光による影響を受けにくく出力変動が小さい特徴がある。
- B LD光源は、LED光源と比較して、発生光のスペクトル幅が狭く、温度変化によって光出力が変動しやすい特徴がある。
- C LD光源は、LED光源と比較して、光出力レベルが大きいので長距離の光ファイバの光損失測定に適している。

〈(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 | |

() 光ファイバの心線対照技術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〉

光ファイバIDテストは、光ファイバを曲げ部により湾曲させ、漏洩した1〔GHz〕^{えい}変調の対照光を受光素子で検知し、該当心線を対照することができる測定器である。

光ファイバIDテストの送信部から送出される対照光は、現用回線の通信光で使用されている波長と同等若しくは、曲げ部から漏れやすい短波長の光を使用する。

光ファイバIDテストは、光ファイバの損失測定、簡易な光レベル測定及び心線対照に使用できる測定器であり、Lバンド(1.565～1.625〔μm〕)の長波長帯の通信光に対しても心線対照が可能である。

光ファイバIDテストは、受光素子としてInGaAs-PDに代わりGe-PDを用いることで通信光に対する挿入損失を低減し、受光感度を向上させることが可能である。

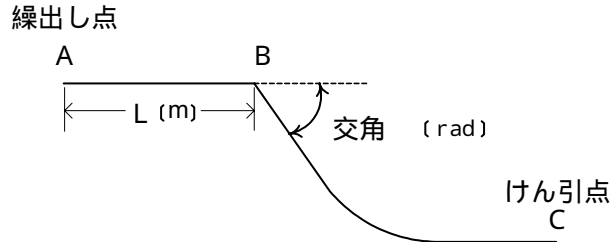
- (1) 次の文章はアクセス設備における光ファイバケーブルの配線設計の概要について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2点×4=8点)

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、許容光損失値 L_{max} は、適用する伝送装置の□(ア)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 、構内配線区間損失を Z とすると、次式で表すことができる。

$$L_{max} \quad L = X + Y + Z$$

なお、上式における所外区間損失 Y は、ユーザまでの距離や線路形態、接続点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損失、□(イ)損失、融着接続損失及びマージンの関数で表され、一意的に決定される。

一方、張力設計の一例として、図に示す地下管路ルートに光ファイバケーブルを布設する場合においては、繰出し点における張力をゼロとするとき、直線区間(A-B区間)のB点における布設張力 T [N]は、 $T = \square$ (ウ)となる。また、屈曲部(B点)直後における布設張力 T [N]は、 $T = \square$ (エ)となる。ただし、摩擦係数を μ 、単位長さ当たりのケーブル質量を W [kg/m]、重力加速度を g [m/s²]とし、 e は自然対数の底とする。



<(ア)～(エ)の解答群>

$\mu g W$	$\mu g L W$	$\mu L W$	$g L W$
$T e^{\mu}$	$T \mu e$	$T \mu \cos$	$T e^{\mu}$
レイリー散乱	送受光レベル差	モード分散	吸収
受光レベルと構内配線区間損失差		送出光レベルと所内区間損失差	
経年劣化による送出光レベル変動差		コネクタ接続	

- (2) 次の文章は、通信線に対する誘導妨害の種類、誘導防止対策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)

- () メタリックケーブルにおける強電流施設からの誘導妨害の種類、誘導防止対策など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>

交流電気鉄道は、主な方式としてトランスの挿入方法の違いによりB Tき電方式とA Tき電方式がある。いずれの方式においても、通信線に生ずる誘導電圧としては、給電電流の基本波成分による常時誘導電圧と高調波成分による誘導雑音電圧がある。

誘導防止対策には、通信回線の大地に対するインピーダンスを低くして平衡度の改善を図る、強電流施設との相互インダクタンスを増大させる、遮へい係数を大きくするなどの方法がある。

通信線で行う誘導防止対策としては、アルミニウム被誘導遮へいケーブルを用いる方法があるが、遮へい体には、遮へい効果を上げるために透磁率の高い磁性材料を用いる。

誘導雑音による伝送品質劣化には、電力線や電気鉄道などの強電流施設からの高調波成分の誘導妨害による音声回線の品質劣化などがある。

- () 誘導電圧の種類などについて述べた次のA~Cの文章は、□(カ)。

- A 誘導雑音電圧は、通信回線を構成する2本の心線間に生ずる誘導電圧であり、通話妨害を引き起こすものである。これは、起誘導源に含まれるひずみ波と通信回線の大地に対する不平衡によって生ずる。
- B 常時誘導縦電圧は、送電線などの正常運転時に、誘導作用により通信線の長さ方向に生ずる誘導電圧である。
- C 異常時誘導縦電圧は、送電線などの事故発生時に、地絡電流により通信線の長さ方向に生ずる誘導電圧である。

<(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 | |

- () ラジオ放送波による誘導妨害の発生の要因、誘導防止対策などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

<(キ)の解答群>

ラジオ放送波による誘導妨害には、通信線に誘導された誘導縦電圧が電話機の内部回路にある半導体素子などで検波されて生ずるものがある。

電話機におけるラジオ放送波からの誘導防止対策としては、電話機回路に音声周波数程度の低周波電圧をバイパスするコンデンサを挿入したり、機器入出力部にフィルタを挿入する方法が有効である。

A D S Lなどのデジタル回線は、伝送周波数がラジオ放送波周波数と重なる場合において、誘導電圧による回線のS N比の低下や伝送速度の低下などの伝送品質の劣化は生じない。

ラジオ放送波による誘導電圧は、水平電界成分と垂直電界成分によるものがあるが、水平電界成分によるものが支配的である。

- () 通信設備の雷害対策など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>

雷害対策には、通信線と電源線間に雷サージのバイパスルートの作成や通信装置と電源線間に絶縁トランスを設置して絶縁を強化するなどの方法がある。

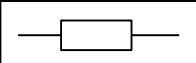

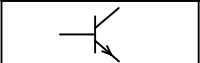
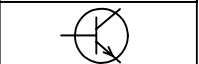
加入者保安器のアースを大地に接地しないで架空ケーブルの支持線に接続する形態では、通信線を経由して雷サージが通信機器などに侵入するおそれがあるので、加入者保安器のアースは大地に直接接地することが望ましい。

光ファイバケーブルのテンションメンバを適切に成端しないと、雷サージによるテンションメンバからの放電により心線が損傷し、故障が発生することがある。この故障防止対策として、テンションメンバを屋外通信装置内の接地と接続する方法がある。

雷サージに対する防護素子(アレスタ)の基本動作特性は、一般に、動作しないときには、低抵抗、低インピーダンスであり、動作したときは高抵抗となり、動作時間が非常に短時間であることなどが要求される。

試験問題についての特記事項

- (1) 試験問題に記載されている製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。
なお、試験問題では、® 及び TM を明記していません。
- (2) 問題文及び図中などで使用しているデータは、すべて架空のもです。
- (3) 試験問題、図中の抵抗器及びトランジスタの表記は、旧図記号を用いています。

新図記号	旧図記号	新図記号	旧図記号
			

- (4) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。
- (5) 試験問題では、常用漢字を使用することを基本としていますが、次の例に示す専門的用語などについては、常用漢字以外も用いています。
[例] ・迂回(うかい) ・鍵(かぎ) ・筐体(きょうたい) ・桁(けた) ・躰(しつけ) ・充填(じゅうてん)
・輻輳(ふくそう) ・燃り(より) ・漏洩(ろうえい) など
- (6) バイト(Byte)は、デジタル通信において情報の大きさを表すために使われる単位であり、一般に、2進数の8桁、8ビット(Bit)です。
- (7) 情報通信の分野では、8ビットを表すためにバイトではなくオクテットが使われますが、試験問題では、一般に、使われる頻度が高いバイトも用いています。
- (8) 法令に表記されている「メガオーム」は、「メガオーム」と同じ単位です。
- (9) 試験問題のうち、正誤を問う設問において、句読点の有無など日本語表記上若しくは日本語文法上の誤りだけで誤り文とするような出題はしてありません。