

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14
		通信土木	8	8	8	8	8	線15~線25
		水底線路	8	8	8	8	8	線26~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45	

4 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	○	○	○	○	○	○
①	●	B	B	①	①	●	①	①	①
	②	●	C	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	⑧
	⑨	●	9	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

生 年 月 日									
年 号		5	0	0	3	0	1		
平成	○	●	●	○	●	○	○		
	①	①	①	①	①	①	①		
昭和	②	②	②	②	②	②	②		
	③	③	●	③	③	③	③		
大正	④	④	④	④	④	④	④		
	⑤	●	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤		
	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥		
	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦		
	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧		
	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨		

5 答案作成上の注意

- 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。
- 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。
- 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。

6 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、伝送系における雑音及びひずみの種類と特徴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)

実際の平衡対ケーブルによる通信線路では、媒体系の不完全さなどにより、一般に、信号の減衰、雑音、ひずみなどの影響を受ける。

例えば、加入者ケーブルでは、同一ケーブルに収容されている他回線からの (ア) 雑音、インパルス性雑音、さらに、ブリッジタップがある線路では、その線路端末部からの反射などによる影響も受けるため、回線収容設計を行う場合、これらの諸特性を十分考慮する必要がある。

特に (ア) 雑音は、絶縁体の不均一性や平衡対ケーブルのカッド構造の幾何学的な位置関係のくずれなどによる心線間の静電容量の不均衡及び相互インピーダンスによって生ずる。したがって、互いに干渉しあう可能性のある回線同士は、信号レベル差に応じて同一カッド内に収容しないなどの対策が必要な場合がある。

また、送信側の信号波形は、伝送路における様々な要因により受信側に届くまでに変形し、必ずしも同じ信号波形とならないことがある。この信号波形が変形する現象は、ひずみといわれる。

伝送路におけるひずみには、減衰量が周波数に対して一定でないために生ずる (イ) ひずみ、 (ウ) が周波数と直線関係にないため、すなわち群伝搬時間が周波数により異なるために生ずる (ウ) ひずみ、及び伝送路上に設置された増幅器、フィルタ素子、変成器などへの入力と出力とが比例関係にないために生ずる (エ) ひずみがある。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

透 過	位 相	鳴 動	量子化	減 衰
非直線	位置角	漏 話	変 調	伝搬定数
特性インピーダンス		増 幅		

(2) 次の文章は、伝送系の雑音、ひず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)

() ひずみの特徴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〉

音声回線における減衰ひずみは、その安定度を低下させる。例えば、ある周波数において減衰量が特に少ないと、その周波数に対して鳴音を起こしやすく、またその周波数の反響が大きくなる。

伝送系の群伝搬時間が周波数によって異なるために生ずるひずみは、遅延ひずみともいわれる。

アナログ電話伝送では、帯域内の群伝搬時間差が規定されておらず、位相ひずみにより伝送品質が大きく劣化し問題となるが、データ伝送やテレビジョン伝送では、アナログ電話伝送の場合と比較して、位相ひずみによる伝送品質の劣化はなく問題とはならない。

搬送回線における高調波や混変調波の発生は、ある通話路から他の通話路への漏話及び雑音の原因となる。

() 一様線路における無ひずみ伝送条件などについて述べた次のA~Cの文章は、□(力)。

A 無ひずみ伝送条件の一つとして、一次定数がすべての周波数に対して一定であることが挙げられる。

B 周波数が30[kHz]以上の高周波数帯域では、減衰定数の近似値は、 $\frac{G}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{R}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ と表され、 $R = G = 0$ の場合、減衰量は“0”となり、減衰ひずみも“0”となる。ただし、Rは抵抗、Gはコンダクタンス、Lはインダクタンス、Cは静電容量を示す。

C L及びCの関係に着目すると $RC = GL$ の関係にあるとき減衰定数が最小となり、このときの減衰定数は $=\sqrt{RG} = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ と表せる。しかし、実際には、 $RC = GL$ の関係が実現するのは困難であり、一般に $\sqrt{\frac{R}{G}}$ $\sqrt{\frac{L}{C}}$ であるため、Lを増加させることが減衰量を小さくできる条件の一つである。ただし、Rは抵抗、Gはコンダクタンス、Lはインダクタンス、Cは静電容量を示す。

〈(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	

() 伝送系の雑音について述べた次の A ~ C の文章は、。

- A 伝送系内部で発生する回線雑音には、信号伝送を行っていない状態でも既に存在している基本雑音、信号伝送を行ったときに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準漏話雑音などがある。基本雑音の一つとして、導体中の自由電子が熱的にランダムな運動を行うことにより発生する熱雑音があり、これを避けることは原理的に不可能である。
- B 基本雑音は、信号の大小とは無関係であることから、信号レベルが低いところで影響が大きく、SN比は、信号電力と比例関係にある。
- C 外部からの回線雑音として、送電線や放送波からの誘導妨害雑音などがある。送電線による誘導妨害雑音には、送電線の電流成分を誘導源とする静電誘導により生ずるものと、送電線の電圧成分を誘導源とする電磁誘導により生ずるものがある。

〈(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 | |

() 平衡対ケーブルにおける線路一次定数と周波数との関係について述べた次の文章は、が正しい。

〈(ク)の解答群〉

自己インダクタンス及び静電容量は、音声周波数帯域では周波数が高くなるほどその値が増加するが、高周波数帯域では一定値となる。

高周波になるほど心線の表面近くでは電流密度が小さく、心線内部では電流密度が大きくなるため、実効断面積が減り実効抵抗が増える現象が生ずる。

2本の導体に電流が流れている場合、高周波になるほど近接した部分に多くの電流が流れ、近接した側の電流密度が大きくなる。この結果、導体の実効断面積が減り実効抵抗が増える現象が生ずる。

漏えいコンダクタンスの値は、ほぼ絶縁抵抗の逆数で表せ、周波数が高くなるほど小さくなる。

- (1) 次の文章は、光ファイバ伝送システム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)

現在、光ファイバ伝送システムにおいて広く用いられている光信号の変復調方式として、□(ア)変調・直接検波方式がある。この場合、光伝送システムの送信系の多重変換装置において多重化された電気信号は、□(ア)変調により光信号に変換され、光ファイバ伝送路に送出される。

光ファイバ伝送路において減衰した光信号は、中継装置により増幅され、光ファイバ伝送路に再送出される。受信系においては、光信号は電気信号に変換され、多重変換装置により元の電気信号に変換される。

受信系における信号雑音としては、光の粒子のゆらぎに起因する□(イ)、熱雑音などがあり、受信信号の□(ウ)は、誤り率を一定値以下に抑えるための重要なパラメータとなっている。

中継装置としては、光信号を光-電気変換、電気-光変換を介すことを行わずに光信号を直接増幅する□(エ)が実用化され、長距離大容量伝送システムに広く用いられている。

<(ア)~(エ)の解答群>

TDM	ビート雑音	線形中継装置	SN比
光の干渉	量子化雑音	光強度	再生中継装置
光結合器	ラマン散乱	PCM	ショット雑音

- (2) 次の文章は、光ファイバ伝送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)

() 光多重化について述べた次のA~Cの文章は、□(オ)。

- A 波長分割多重伝送システムでは、1本の光ファイバに複数の異なる波長の光を伝搬させることにより、複数の信号を多重化している。
- B 低クロストークかつ多チャネルの光合分波器、及び各波長を一括して増幅可能な光増幅器が実現されたことなどにより、波長分割多重伝送システムが実用化され、大容量化が可能となった。
- C 波長分散が“0”付近の波長域で波長分割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 μm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	

() 光ファイバの光損失要因について述べた次の A ~ C の文章は、(カ)。

- A 中継器間隔を長くする方法として、入射光源の光強度を大きくする方法がある。しかし、光ファイバに入射する光強度が大き過ぎると、レイリー散乱などの非線形散乱による光損失が生ずるため、入射光の強度には限度がある。
- B 光ファイバで発生する放射損失は、光ファイバが曲げられたとき、コアとクラッドとの境界面への光の入射角が変化し、臨界角以上の光が反射することにより生ずる損失である。
- C 二つの光ファイバを接続する場合、光を通る二つのコアを互いに正確に突き合わせる必要がある。このとき、コア同士が完全に均一に接続されない場合は、一方のコアから出射した光の一部が他のコアに入射できず損失となる。この要因には端面間の間げき、コアの軸ずれ、端面の不均一性などがあるが、一般に、端面間の間げきと軸ずれの寸法が同じ場合、コアの軸ずれによる損失の方が端面間の間げきによる損失よりも大きい。

〈(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 | |

() 光損失測定方法の種類と特徴について述べた次の A ~ C の文章は、(キ)。

- A 後方散乱光法に使用される代表的装置として O T D R があり、光源として短い光パルスが得られる L D などが使用される。光ファイバで後方に反射又は散乱される光信号は、一般に微弱なため、受光されたのち平均化処理などの信号処理が施される。
- B カットバック法では、光源に L D、L E D 又は分光器と組み合わせた白色光源などが使用される。測定方法は、まず、被測定光ファイバから出射される光パワー P_{OUT} [W] を測定する。次に入射端から約 2 [m] の位置で光ファイバを切断し、その位置の光パワーの測定値を光ファイバへの入射パワー P_{IN} [W] とする。

切断後の被測定光ファイバの長さを L [km] とすると、損失 は次式から算出される。

$$= \frac{10 \log_{10}(P_{IN} / P_{OUT})}{L} \text{ (dB / km)}$$

- C 挿入損失法では、励振器からの出力パワーを P_0 [W]、被測定光ファイバからの出力光パワーを P_{OUT} [W]、光伝送路の長さを L [km] とすると、損失 は次式から算出される。

$$= \frac{10 \log_{10}(P_0 / P_{OUT})}{L} \text{ (dB / km)}$$

この測定値には、励振器と被測定光ファイバとの接続損失も含まれているが、一般に、この値を光伝送路の損失としている。

〈(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 | |

- () 光ファイバの伝送距離と伝送損失などとの関係について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 である。

<(ク)の解答群>

光信号の最大伝送距離は、光ファイバの損失、S N比、分散、送信出力などによって決定されるが、伝送速度(ラインビットレート)には関係しない。

伝送路にシングルモード光ファイバを用い、使用波長が1.3(μm)で伝送速度が100(Mbit/s)以下の場合、最大伝送距離は、ほとんど光ファイバの損失制限で決まり、光ファイバの帯域制限は無視することができる。

マルチモード光ファイバでは、モード分散が分散値に大きく影響し、伝送距離が長くなるほど使用できる帯域が狭くなる。

送信側の光送信レベル(光ファイバ内への入射レベル)を P_1 (dBm)、受信側の最小受光レベルを P_2 (dBm)、光ファイバの1(km)当たりの損失を P_L (dBm)、接続損失を P_J (dBm)及び損失マージンを P_M (dBm)とした場合、損失面からみた最大伝送距離 L (km)は、次式により求められる。

$$L = \frac{P_1 - P_2 - P_J - P_M}{P_L}$$

問3 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、平衡対ケーブルの電気的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)

導体抵抗は、音声周波数帯域では直流抵抗とほとんど変わらないが、周波数が高くなると、、近接効果、他導体や遮へい体中の渦電流により増加する。また、導体抵抗は温度によっても変化し、温度が高くなるほど抵抗値は大きくなる。

インダクタンスは、音声周波数帯域では、特性インピーダンスなど二次定数への影響は少ないが、静電容量は、音声周波数帯域では、導体抵抗とともに二次定数を決める重要な定数であり、導体直径、導体間隔、絶縁体のなどから求められる。

遮へい層がない場合とある場合の心線と大地間に発生する誘起電圧の比は、といわれる。アルミニウム外被などの導電体に流れる電流によるは、鋼帯などの磁性層に鎖交し、逆誘起電圧を発生させて心線への誘起電圧を軽減させる効果がある。

磁性材料の磁化特性は非直線性なので、は誘導電圧や周波数で変化する。

<(ア)~(エ)の解答群>

電圧増幅度	トンネル効果	表皮効果	導電率
遮へい係数	ホール効果	近藤効果	透磁率
結合係数	ローレンツ力 ^{りょく}	ヤング率	誘電率
電位差	電束密度	磁束	電束

(2) 次の文章は、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)

() 平衡対ケーブルの故障探索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>

ガス封入方式は、通信ケーブルに乾燥、圧縮したヘリウムガスを供給し、ケーブルの外被や接続点にガス漏れ孔が生じた場合、ガス圧力の低下により故障の発生を知り、回線故障となる前に故障修理を可能とする方式であるが、ガス圧による浸水防止の効果は期待できない。

ガス圧遠隔監視システムは、ケーブルにガス漏れ故障が発生した場合、ケーブルの接続点に取り付けられたガス圧発信器の圧力値を、設備センタ内の圧力表示装置で捕捉することにより、ガス圧力分布を測定し、漏れ箇所を推定することができる。

CCPケーブルの故障には、地気、ケーブル浸水などによって生ずる混線、絶縁不良などがある。これらの故障時には、絶縁抵抗計などでその状況を判断し、次に携帯試験器などによって故障位置の測定が行われる。

地下ケーブルなどの浸水故障時の浸水位置の測定方法として、測定端から被測定ケーブルにパルスを送り出し、故障点から反射してくるパルスを受信して、浸水位置を表示する浸水障害測定器による方法がある。

() 平衡対ケーブルの外被について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

A アルペスシースは、アルミニウムテープをケーブル心線束の外側に添わせ、その上にPEを被覆しており、可とう性を良くするために、一般に、アルミニウムテープにはヒダが付けられている。

B ラミネートシースは、アルミニウムテープの上に接着層を介してPEを被覆し、アルミニウムテープとPEシースを一体化したものであり、気密性、機械特性ともにスタルペスシースと同程度の特性を持っている。

C げっ歯類や鳥類などの生物被害によるケーブル故障対策用として、ケーブル心線束の外側をステンレスで覆い、その上にPEを被覆したCCP-HSケーブルがある。

<(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	

() 平衡対ケーブルの心線の撚り合わせについて述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

A 絶縁された心線は、対撚りまたはカッド撚りされている。対撚りとは対を構成する2本の心線を対称に撚り合わせたものであり、カッド撚りとは対を構成する2心線が対角線上に位置するように4本の心線を撚り合わせたものであり、星撚りともいわれる。

B 対撚りケーブルは、カッド撚りケーブルと比較して、心線被覆の厚さが同じであれば静電容量が小さくなり、減衰量を小さくすることができる。

C 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S Z撚りがある。

〈(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	

() 平衡対ケーブルの絶縁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〉

紙絶縁は吸湿による絶縁低下があるため、外被として非透湿性である鉛又はスタルペスシースを施してケーブル化されている。

PEF絶縁の製造法には塗装法と押し出し法がある。塗装法は、PEに溶剤を加えて加熱し導体に塗布した後、溶剤を除去白化させ高温で気泡を発生させる方法である。一方、押し出し法は、PEに発泡剤を加えて調整した混和物を押し出し機に入れて加熱、加圧し、導体上に発泡被覆する方法である。

FRPEは、PEFと比較して難燃性に優れており、PEに塩素系薬剤を混入することにより、燃焼時に有害ガスが発生しないようにした絶縁材料である。

PVCは、PEと比較して誘電率が大きく、絶縁特性も劣るが、難燃性であること、色別するための表面着色が容易であることなどから、ユーザ宅内などで用いられるケーブルの絶縁材料として使用されている。

- (1) 次の文章は、光ファイバケーブルの故障要因とその予防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。ただし、
 [] 内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4=8点)

屋外環境下の光ファイバケーブルは、様々な外部要因による影響を受け、通信の途絶などの故障が発生することがある。例えば、設備事故などで生ずる光ファイバ心線への過度の曲げや破断、また建設工事における施工不良や人為的な誤切断などでも故障が発生する。また、地下クロージャ内の心線収納部では、浸水による長期的な影響によって故障が発生することがある。そのため、このような故障を未然に防止するための対策が望まれる。

人為的な誤切断への対策では、作業者が心線切替えなどを行う際に、当該の光ファイバ心線を確実に識別する有効な方法として、[(ア)] が用いられる。一般的な [(ア)] は、送信部と受信部で構成され、送信部は設備センタ内成端部から対照光を切替心線に送出し、受信部で当該心線に [(イ)] を加えて、漏れてくる対照光を直接検出することで識別するものである。対照光は、一般に、現用通信光と異なる波長の [(ウ)] が用いられており、確実な識別を行うとともに、仮に誤って現用心線を対照しても通信に影響を与えないように配慮されている。

また、地下クロージャ内への浸水による故障を防止する対策として、地下クロージャ内への浸水を検知する方法が用いられている。検知方法は、クロージャ内に設置した浸水検知モジュールが、浸水時に監視用光ファイバ心線に [(イ)] を生じさせ、これにより発生した損失を定期的実施している [(エ)] にて検出することで、当該浸水クロージャを特定するものである。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

スペクトルアナライザ	振 動	透過光	光パルス試験
ヒートサイクル試験	接 続	変調光	励起光
ガスフラッシュ試験	増 幅	曲 げ	光損失試験
光ファイバIDテスタ	光パワーメータ		

- (2) 次の文章は、光ファイバケーブルの各種試験、心線対照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)

- () 光ファイバケーブルの光パルス試験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〉

光ファイバの曲げ損失は波長依存性を持つため、光パルス試験では、一般に、パルス幅などの測定条件が同一の場合、使用される測定波長が1.65[μm]の方が1.55[μm]と比較して、ケーブル区間における曲げによる異常箇所をより正確に把握できる。

光パルス試験において、一般に、パルス幅を大きく設定するほど接続損失値をより正確に測定できるが、一方で、遠距離における接続損失値の測定誤差は大きくなる傾向がある。そのため、遠距離における接続損失値をより正確に測定する方法として、光ファイバケーブルの両端から測定し、その測定値の平均値を求める方法がある。

光パルス試験器では、測定可能な損失範囲であるダイナミックレンジが大きいほど、長距離の測定が可能な性能を有する。また、遠方からの微弱な信号を正確に検知するために、不要なレイリー後方散乱光及びフレネル反射がある場合にマスクを設定して除去することで、測定波形の補正をするなどの工夫がされている。

光パルス試験においては、測定器光源のショット雑音やアンプ類の熱雑音など、測定系に起因する雑音成分が含まれている。そのため、これらの雑音成分を含む波形の中から、被測定光ファイバの特性を示す信号成分を可能な限り正確に取り出すため、繰り返し得られた測定データの平均値を採用しており、これは平均化処理といわれる。

- () 光ファイバケーブルの光損失試験について述べた次のA~Cの文章は、□(カ)。

- A 光パワーメータを使用した光損失試験では、切り分けを行わずに測定区間全体を通しての光損失測定を行った場合、各接続点の接続損失値や光ファイバ自体の損失値を、それぞれ個別に測定することはできない。
- B 光損失試験において、光ファイバ自体の損失値の絶対値を正確に計測するため、あらかじめ光入射端の測定用光源における光パワーの出力レベルを補正しておく必要がある。
- C SM型光ファイバケーブルの光損失測定では、測定光において複数の伝搬モードが存在するので、各光のパワー分布が変動しないように、入射条件を一定にするための励振器が用いられる。

〈(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 | |

() 光ファイバケーブルの心線対照について述べた次のA～Cの文章は、(キ)。

- A 光ファイバIDテストを使用した心線対照において、現用通信光の波長が1.55[μm]の場合は、心線対照光の波長として1.31[μm]又は1.65[μm]を適用している。また、自然光や現用通信光の漏れ光などによる心線対照光以外の光パワーの誤検出を防止するため、特定の周波数(概ね270[Hz])の識別可能な光信号として受信することにより、確実な心線対照を行っている。
- B 可視光のうち0.63[μm]程度の波長帯を使用した心線対照では、光ファイバIDテストを使用した方法と比較して、より長距離での心線対照が可能であるとともに、出力端からの出力光を目視で簡易に確認できる利点がある。
- C 多心テープ心線の心線対照においては、当該テープ心線の識別とともに線番も正しく識別し、心線接続における線番違いを防止する必要がある。線番の識別方法として、例えば4心MTコネクタが装着されたテープ心線では、あらかじめ1番心線または4番心線に光を送出しておき、当該線番の出力端上で遮光板を可動させ、光ファイバIDテストにて出力光の受光レベルの変動を確認することにより、線番の確認を行う方法などがある。

〈(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 | |

() 光ファイバケーブルの各種試験などについて述べた次のA～Cの文章は、(ク)。

- A 光ファイバケーブルの浸水検知を実施する間隔は、浸水期間が長くなるほど破断確率も高くなることから、一般に、許容破断確率以下とするための許容浸水期間、及び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、決められている。
- B 表面に細かい傷のある光ファイバ心線は、引張り応力が加わり、ある程度のひずみが発生していると、その傷が成長して突然破断する確率が高くなる。この場合、光ファイバの長手方向に加わっている伸びひずみ分布を測定するために、レイリー散乱光における光周波数シフトの変化量のひずみ依存性を利用した光ひずみ分布測定器を用いる方法がある。
- C 光通信システムの高速度光伝送、高密度波長多重の進展に伴い、光ファイバ及び各光部品における波長分散や偏波モード分散など分散特性に伴う波形変形による通信品質の劣化が、より問題になっている。なお、波長分散特性は、光ファイバのコアの屈折率分布には依存しないので、コアの屈折率分布が異なる光ファイバ同士を比較した場合、同一波長であれば同じ波長分散値となる。

〈(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 | |

- (1) 次の文章は、アクセスネットワークの種類と特徴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)

アクセスネットワークの構成としては、用いられる媒体とその組合せによって各種の形態がある。メタリックケーブルを用いたアクセスネットワークは、設備センタから各ユーザまでサービスごとに1対ずつのメタリックケーブルを□(ア)□状に配線した形態であり、既存のアナログ電話サービス用のアクセスネットワークの大半がこの形態となっている。

このメタリックケーブルのみのアクセスネットワークでは、従来のアナログ電話サービスのほかに、ISDNの基本サービスや低速専用サービスが提供可能である。また、同軸ケーブルを用いたアクセスネットワークでは、設備センタから各ユーザに同軸ケーブルを□(イ)□状に配線した形態が多く、既存のCATVネットワークで用いられている。この同軸ケーブルを用いたアクセスネットワークは、□(イ)□配線を基本としているため、多くは設備センタから各ユーザへの片方向の分配型サービスが主流であり、映像配信などの放送型サービスに適した形態である。ただし、インターネット利用の高まりとともに、上り方向(各ユーザから設備センタ)伝送用に□(ウ)□を割り当てて、インターネット通信を提供する形態も増えている。

高速・広帯域サービスを提供するアクセスネットワークには、既存のメタリックケーブルの特性を最大限に活用して数十(Mbit/s)程度の伝送を可能とする□(エ)□、アクセスネットワークの途中まで光ファイバケーブルを布設し、そこに光アクセスシステムを用い、より広帯域な伝送を行う光/メタルハイブリッドアクセス方式、そして設備センタから各ユーザまでを完全に光ファイバで結ぶ全光アクセス方式などがある。

〈(ア)~(エ)の解答群〉

PCM方式	ルータ	帯域	リング
xDSL方式	バス	モデム	渦巻き
メッシュ	ヘッダ	ループ	スター
FTTH方式			

- (2) 次の文章は、アクセスネットワークにおけるそれぞれの形態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)

- () 光アクセスネットワークの構成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〉

シングルスター(SS)構成は、設備センタと各ユーザ間に一般に、1心、又は2心の光ファイバケーブルを1対1対応でスター状に布設する形態であり、光アクセスシステムのトポロジー(網形態)としては最もシンプルな構成である。

アクティブダブルスター(ADS)構成は、設備センタと各ユーザ間に光/電気変換機能、多重分離機能を有する能動的な装置(アクティブ素子)を設置した形態であり、アクティブ素子からユーザ間の配線は、メタリックケーブル又は同軸ケーブルが使用される。

アクティブダブルスター(ADS)構成では、光ファイバ部分などの複数ユーザによる共有化により、ネットワークの構築がシングルスター(SS)構成と比較して、一般に、低コストで構築可能となるが、各ユーザ当たりの帯域に制限がある。また、アクティブ装置を運用するための設置環境の整備や駆動用電源の確保が必要となる。

パッシブダブルスター(PDS)構成は、設備センタと各ユーザ間に光スプリッタ等の受動的な装置(パッシブ素子)を設け、光信号の分岐、結合を行う。設備センタからパッシブ素子間は、信号を多重化した光伝送路で構成され、パッシブ素子からユーザ間の配線は、メタリックケーブル又は同軸ケーブルが使用される。

- () 光アクセスネットワークで用いられる転送モードについて述べた次のA~Cの文章は、
□(カ)。

- A STM方式は、一定時間の間隔を持った周期的な伝送フレームを作り、それを短いタイムスロットに区切って、その中に各チャネルの信号を入れて伝送する。情報の並べ方に制約があるため、ATM方式と比較して、大容量の情報と比較的小容量の情報を混在して送ったり、情報の隙間に新たに情報を追加することには適さない。
- B ATM方式は、53バイトの固定長のセルで情報を伝送する方式であり、個々のセルは、ヘッダ部分にある接続先情報により、目的の相手先に送られる。
- C ATM方式では、単位時間当たりの送信セル数を増減させることにより、伝送する情報量を変えることができるため、音声程度の比較的小容量の情報から高品質映像などの大容量の情報までを統合的に伝送できる。

〈(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 | |

() 光アクセスネットワークで用いられる双方向多重伝送方式について述べた次のA～Cの文章は、。

- A TCM方式は、上り方向、下り方向それぞれに対して異なる振幅の信号光を用いることにより、光ファイバ1心で双方向伝送を実現できるものである。この伝送方式の特徴としては、光ファイバが1心で済むため、光ファイバのコストを最小限に抑えることが可能となる。しかし、電話系や映像系など複数のサービスの同時提供については、光ファイバが1心であるため不可能である。
- B WDM方式は、上り方向、下り方向それぞれに対して個別の波長を割り当てることにより、光ファイバ1心での双方向伝送を実現できるものである。この伝送方式の特徴としては、光ファイバが1心で済むため、光ファイバのコストを最小限に抑えることが可能となる。
- C 1心の光ファイバを使用して一定の情報量を双方向に相互に伝送する場合、WDM方式は、TCM方式と比較して、伝送速度(ラインビットレート)が同じであれば短時間で情報を伝送することが可能である。

〈(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 | |

() アクセスネットワークにおけるADSL伝送技術について述べた次のA～Cの文章は、。

- A ADSLは、1対の電話線(メタリック回線)を用いて、上り、下り方向のデジタルデータを非対称の伝送速度で伝送する方式である。既存のアナログ電話回線のメタリックケーブルがそのまま使用でき、アナログ電話とADSLが同じ回線で使えるという利点がある。
- B ADSLで使用される代表的な変調方式として、DMT(Discrete Multi-Tone)方式がある。DMT方式は、マルチキャリア(多周波数キャリア)変調方式の一種であり、使用する周波数帯域内に、複数のサブキャリアがあり、それぞれのサブキャリアでQAM(直交振幅変調)方式などによる伝送を行うことにより高速な伝送を可能としている。
- C ADSLは、線路(ケーブル)長、ブリッジタップ、ケーブル種別、外部ノイズなどにより回線状態が異なるため、その回線のSN比により、各サブキャリアに割り当てるビット数を変動させ、エラーレートを均一化させている。これにより使用する回線ごとに伝送速度が変化しない均一の伝送方式となっている。

〈(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 | |