

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24
		水底線路	8	8	8	8	8	線25～線39
	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40～線43

- 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	0
1	B	B	1	1	1	1	1	1	1
2	C	C	2	2	2	2	2	2	2
3	D	D	3	3	3	3	3	3	3
4	E	E	4	4	4	4	4	4	4
5	F	F	5	5	5	5	5	5	5
6	G	G	6	6	6	6	6	6	6
7	H	H	7	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	0	1	1	0	1	0	0	0	0
昭和	1	1	1	1	1	1	1	1	1
大正	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	9	9	9	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、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。
- (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。

- 7 登録商標などに関する事項

- (1) 試験問題に記載されている会社名又は製品名などは、それぞれ、各社の商標または登録商標です。
- (2) 試験問題では、® 及び ™ を明記していません。
- (3) 試験問題の文中及び図中などで使用しているデータは、すべて架空のものです。

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、電気通信に対する誘導妨害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)

電気通信に対して誘導妨害を起こす主な誘導源には、電力線、電気鉄道などの強電流施設、放送波などがある。

強電流施設による誘導には、静電誘導と電磁誘導の 2 種類があるが、静電誘導は、通信線が電力線から数十[m]以上離れるとほとんど問題とならず、また、通信線の近傍に (ア) された遮へい線を設置することにより、軽減することが可能である。

一方、電磁誘導は、静電誘導と比較して、通信線に与える影響範囲が広く、かつ、対策も困難であるが、電磁誘導を軽減する対策としては、通信線と電力線との距離を離すこと及び通信線と電力線との交差部分をできる限り直角にすることにより (イ) を減少させる方法、アルミ被誘導遮へいケーブルを使用することにより (ウ) を減少させる方法などがある。

また、放送波による誘導妨害は、通信ケーブルがアンテナとなって電波を受信し、通話信号や伝送信号に対する雑音となるものをいい、通話妨害や (エ) の低下による伝送品質の劣化を引き起こすものである。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

絶 縁	静電容量	接 地	漏れコンダクタンス
導体抵抗	動作減衰量	開 放	相互インダクタンス
表皮効果	電圧反射係数	S N 比	特性インピーダンス
伝搬定数	遮へい係数	帯 電	電圧透過係数

- (2) 次の文章は、メタリック伝送における雑音、漏話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)

- () 雑音及びひずみ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〉

インパルス性雑音は、増幅器などで発生する雑音であり、導体中の自由電子の熱的じょう乱運動によるもので、これを避けることは原理的に不可能である。この雑音は、全周波数に対して一様に分布していることから白色雑音ともいわれる。

多重通話路において非直線ひずみを有する部分では、高調波のほかに和周波数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は、逐次、累積されて非了解性の漏話となる。

伝送系の減衰量が周波数に対して一定でないために生ずるひずみは、減衰ひずみといわれる。音声回線において、特定の周波数で減衰量が特に少ないと、その周波数において鳴音を起こしやすくなる。

伝送系の入力と出力が比例関係にないために生ずるひずみは、非直線ひずみといわれ、波形ひずみの原因となる。

- () 線路における無ひずみ伝送の条件について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 無ひずみ伝送の条件は、伝送に用いる周波数帯域内において、位相定数が一定であり、かつ、インピーダンスが周波数に比例することである。
- B 減衰ひずみを最小とする条件は、減衰量を最小とすることであり、この条件は、無ひずみ条件と等価である。
- C 実際の伝送路では、一般に、無ひずみ伝送の条件を満たさないため、減衰量を軽減する方法として装荷コイルを用いてインダクタンスを挿入する方式がある。装荷コイルは、音声帯域の減衰量の軽減には有効であるが、広帯域を使う信号伝送や多重伝送には逆効果となることがある。

〈(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 | |

- () 漏話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〉

信号が隣接した回線に漏れる現象は、一般に、漏話といわれる。被誘導回線において、誘導回線の送端側に生ずる漏話は遠端漏話、受端側に生ずる漏話は近端漏話といわれる。

伝送路で発生する漏話には、2対以上のケーブルなどにおいて生ずる一つの導線対(誘導対)と他の導線対(被誘導対)との間の電磁結合及び静電結合によって生ずる非直線漏話、同軸ケーブルの不^よ平衡に起因する静電結合によって生ずる非了解性漏話などがある。

ケーブル内の各対の2本の導線を^よ撚ることにより、漏話は軽減でき、隣接する対どうしで撚りピッチを同一にすると、撚りピッチを変えた場合と比較して大きな軽減効果が得られる。

伝送端局装置で発生する漏話には、装置内の布線間で生ずるもの、変復調器に加わる搬送波が他の通話路の搬送波成分を含むために生ずるものなどがある。

- () 伝送単位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〉

伝送系で扱う伝送単位には、デシベル(dB)、ネーパ(Np)などがある。デシベルは、2点間の信号電力比を常用対数で表したものに10を乗じたもので、ネーパは、2点間の信号電力比を自然対数で表したものに $\frac{1}{2}$ を乗じたものであり、自然対数の底をeとすると、 $1 \text{ [dB]} = 20 \log_{10} e \text{ [Np]}$ である。

信号電力を表す伝送単位の一つである[dBm]を用いると、信号電力1[mW]は0[dBm]、100[mW]は20[dBm]、1[W]は30[dBm]と表される。

伝送系において、ある点と基準点とにおける信号の電力比を伝送単位で表した値は、その点の相対レベルといわれ、単位は、[dBv]で表される。

伝送系において、ある点と1[mW]を基準値とした基準点とにおける信号の電力比を伝送単位で表した値は、その点の絶対レベルといわれ、単位は、[dB r]で表される。

- (1) 次の文章は、光ファイバ中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)

光ファイバの構造は、コアといわれる中心部と、これを同心円状に取り囲むクラッドからなり、クラッドの屈折率をコアの屈折率よりわずかに □(ア)□ ように設計されている。

このような構造の光ファイバにおいて、図に示すように、臨界角 θ_c より小さい角度で入射した光は、コアとクラッドの境界面で全反射を繰り返しながら光ファイバ内を伝搬する。一方、臨界角 θ_c を超える角度で入射した光は、境界面で反射するたびに入射光の一部がクラッドへ透過し、次第に減衰するので、ある程度以上の距離を伝搬することはできない。

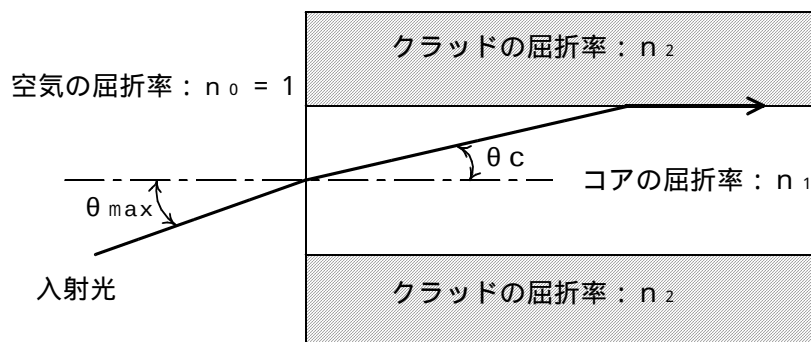
また、光の反射・屈折についての □(イ)□ の法則より、比屈折率差(コアとクラッドの屈折率差とコアの屈折率との比)が大きいほど、光ファイバで受光可能な入射角が大きくなることが導かれる。

空気の屈折率 n_0 を1、光ファイバのコア及びクラッドの屈折率をそれぞれ、 n_1 、 n_2 とし、光が光ファイバ内を全反射して伝搬するときの光ファイバ端面での最大入射角を θ_{max} (空気とコアの境界面の法線と、入射光のなす角度)とすると、開口数(NA)は、次式で表される。

$$NA = \sin \theta_{max} = \square(ウ)\square$$

NAは、光源と光ファイバの結合効率に影響を与える基本的なパラメータであり、NAが大きいほど、光ファイバは多量の光を受け入れることができる。

□(エ)□ は、LDと比較して光源の放射角が非常に広いため、光ファイバと光源の結合効率を高くするにはNAを大きくする必要がある。



＜(ア)～(エ)の解答群＞

大きくなる

$$\sqrt{n_1 + n_2}$$

$$\sqrt{n_2^2 - n_1^2}$$

$$\sqrt{n_1^2 + n_2^2}$$

$$\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

小さくなる

プランク

ブラッグ

強い波長特性を持つ

強い光強度特性を持つ

LED

レイリー

APD

LCD

スネル

PD

(2) 次の文章は、光ファイバの損失要因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)

() 光ファイバの損失要因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〉

モード分散とは、マルチモード光ファイバにおいて、光ファイバ内を伝搬する各モードの伝搬経路が異なるために生ずる伝搬速度の違いにより波形が時間的に広がる現象のことで、シングルモード光ファイバでは伝搬モードが一つのため、モード分散は生じない。

光の波長と比較して直径が小さい粒子に光が当たったとき、その光が様々な方向に進んでいく現象は、レイリー散乱といわれ、波長の4乗に比例して大きくなるため、短波長帯を用いることでその影響を抑えることができる。

光ファイバの製造過程では、加水分解反応を用いるため、光ファイバ中にOH基が混入する場合がある。OH基は光ファイバ中に1 [ppm]程度含まれていても、損失の増加要因となる。

赤外吸収損失は、光ファイバのコアを伝搬する光が、ガラス分子を振動させることにより生ずる損失であり、熱で振動している分子の振動数と光の周波数が一致し、共振現象が生ずる場合に大きくなる。

() 石英系光ファイバの損失特性などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 石英系光ファイバは1.55 [μm]付近に最低損失領域があるが、これより長波長側では赤外吸収の影響により1.6 [μm]付近から損失が増加する。
- B 石英系光ファイバにおいて、1.3 [μm]、1.4 [μm]及び1.55 [μm]近傍の波長域は、OH基による吸収損失のピークに挟まれた谷間にあたり、光ファイバの窓といわれ、分散が小さく、広帯域であることなどから、長距離伝送システムに使用される。
- C 低損失な光ファイバを実現するために、コアを純粋石英ガラスとし、クラッドにフッ素を添加した屈折率の低いガラスを用いた純粋石英コア光ファイバが開発されている。この光ファイバは、コアにGeO₂を添加した光ファイバと比較してレイリー散乱が小さい。

〈(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	

- () 光ファイバ中の光の非線形伝搬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〉

シングルモード光ファイバは、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 程度以下の細径コアに光を閉じ込めるため、パワー密度が低くなり、 1 W 程度の光パワーが入射された場合のパワー密度は、 0.01 W/cm^2 程度である。

高強度の光パルスが光ファイバに入射されると、光の電界によって光ファイバ物質中の電子の軌道が変化し屈折率が変化する。この現象は、光ソリトン効果といわれる。

二つの異なる波長の光を光ファイバに入射し、一方の光の強度を変化させることにより生ずる屈折率の変化が他方の信号の位相を変化させる現象は、相互位相変調といわれ、高速信号の多重分離技術や信号処理技術に応用される。

一般に、光ファイバなどの物質に光を入射すると、分子振動や固体の光学的振動と入射光との相互作用によって散乱光が生ずる現象は、ブリルアン散乱といわれ、固体の音響的格子振動と入射光との相互作用によって散乱光が生ずる現象は、ラマン散乱といわれる。

- () 光線路システムにおける伝送特性劣化要因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〉

自己位相変調とは、光信号のパワーが増大すると、光ファイバの非線形効果により光パワーの変化に応じた損失の変動によって光ファイバの誘電率を変化させる現象であり、光ファイバの波長分散による波形劣化を増加させる。

光伝送特性の劣化要因となる主な雑音には、入力光信号に重畳される発光源雑音、入力光信号の持つ量子雑音であるショット雑音のほか、受信器側で生ずる雑音として、受光信号がない場合でも受光素子の中を流れる暗電流と熱雑音がある。

四光波混合光によるS/N比の劣化を低減する方法として、零分散波長と一致した波長帯を利用する方法、四光波混合光がWDM信号に重畳して干渉を発生させないようにWDM信号の光周波数を等間隔に配置する方法がある。

シングルモード光ファイバを伝送路に用いた場合、 10 Gbit/s 程度に帯域制限したシステムでは、主に、モード分散が波形劣化の支配的要因であり、 40 Gbit/s を超える伝送帯域を用いた長距離伝送システムでは、さらに、波長分散による波形劣化も考慮する必要がある。

- (1) 次の文章は、光ファイバ増幅器の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。(2点×4=8点)

光ファイバのコアにエルビウム(Er)などの希土類イオンを添加し、所要の波長でこれを励起すると、高増幅効率・高増幅利得な (ア) 形光ファイバ増幅器が実現できる。これは、ガラス中に添加された希土類イオンからの光の誘導放出を利用するものである。

希土類イオンを (イ) 状態のガラス(SiO₂)に添加することにより、遷移スペクトルが全体として広がることからレーザ媒質の広帯域化が図られ、さらに、Er添加光ファイバ(EDF)の特性の向上、半導体レーザの励起光源への適用などにより、光ファイバ増幅器が実用化された。

光ファイバ増幅器は、一般に、半導体増幅器と比較して高増幅効率、高増幅利得及び低雑音であり、 (ウ) 依存性も少なく、通信用光ファイバとの接続も容易であるなどの優れた特徴を有する。

光ファイバ増幅器は、用いられるアクティブイオン固有の励起状態の遷移によって増幅波長帯が決まり、主な光通信波長帯のうち、1.55μm帯では、Er添加光ファイバ増幅器(EDFA)、1.31μm帯においては、 (エ) 添加光ファイバ増幅器がある。

希土類元素は全部で14種類あり、上記以外の元素をアクティブイオンとして添加した光ファイバの応用も検討されている。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

電 位	反射波	液 晶	アルミニウム
結 晶	定在波	共 振	イットリウム
偏 波	位 相	プラズマ	プラセオジウム
周波数	進行波	ツリウム	アモルファス

- (2) 次の文章は、光ファイバ通信に用いられる光ファイバ増幅器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)

- () 光ファイバ増幅器の構成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〉

EDFAは、一般に、EDF、励起用光源、励起光と信号光を合波あるいは分波するための光合分波器、反射を抑制するための光アイソレータなどから構成される。

EDFAは、励起光源として、一般に、低雑音増幅を目的とする場合は1.48μm帯、高出力動作を目的とする場合は0.98μm帯の光源が用いられる。

光ファイバ増幅器は、低雑音である特性を生かして、受光器の前段に配置され、受信感度の改善に用いられる。

光ファイバ増幅器は、光出力パワーが大きい特性を生かして、送信側の光源の後段に配置され、送信光パワーの増大に用いられる。

() 光ファイバ増幅器の動作原理と増幅特性などについて述べた次の A ~ C の文章は、(カ)。

- A 光ファイバ増幅器は、誘導放出を利用する点では、基本的にレーザと同じであるが、フィードバック機能を使わない点でレーザと異なる。励起形態は、三準位系と四準位系に分けられ、三準位系の代表的な例としてネオジム(Nd)添加光ファイバ増幅器、四準位系の例として、EDFAがある。
- B EDFAの増幅利得は、ある適切な長さのEDFにおいて最大となり、EDFが適切な長さより長い場合には、励起光パワーを全部吸収しきれず、また、短い場合には、EDFの出口近くの未励起状態の部分で信号が吸収されるため、増幅利得が十分に得られない。
- C EDFAにおいて、信号光入力レベルが低い場合には一定の増幅利得が得られるが、信号光レベルが増加するにつれて増幅利得が減少し、増幅利得の飽和が起こる。

〈(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	

() 光ファイバ増幅器の雑音特性など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〉

光ファイバ増幅器の雑音特性は、一般に、雑音指数(NF)で評価される。光ファイバ増幅器のNFは、入力側のSN比と出力側のSN比との比で表される。

光ファイバ増幅器の雑音としては、増幅された信号光によるショット雑音、自然放出光によるショット雑音、信号光と自然放出光との間のビート雑音、自然放出光と自然放出光との間のビート雑音などがある。

光ファイバ増幅器では、信号の誘導増幅と同時にASEが発生することにより雑音が相加される。ASEは、入射光パワーに比例して発生し、光フィルタなどにより完全に除去することはできないことから、信号光とともに増幅され、雑音となる。

光ファイバ増幅器の増幅利得が1より十分大きく、光ファイバ増幅器への入力光レベルを高くすることなどにより自然放出光と自然放出光との間のビート雑音が無視できる場合、反転分布パラメータが1のとき、光ファイバ増幅器のNFは2となる。

- () 光ファイバ増幅器の増幅特性を向上する方法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〉

EDFAは、励起光強度が不十分であると吸収媒質となり増幅効率が低下することから、EDFの励起効率を高くする方法として、コア及びコアとの境界付近のクラッドにErを添加する方法などがある。

WDM伝送システムなどに光ファイバ増幅器を用いる場合、増幅利得を平坦化する方法としては、光領域での増幅利得等化回路を用いる方法などがある。

光ファイバ増幅器の高効率化を実現する方法としては、EDFの途中に光減衰器及び広帯域な光バンドパスフィルタを挿入するカスケード構成により、不要な自然放出光成分を除去する方法などがある。

EDFAの高出力化を実現する方法としては、光ファイバ中に高濃度のアルミニウムを添加すること、複数のLDを波長多重又は偏波多重することにより入射励起光パワーを増加させる方法などがある。

問4 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、光ファイバの接続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)

光ファイバの接続方法としては、融着接続、光コネクタ接続及びメカニカルスプライスがある。融着接続は、(ア)により光ファイバを溶融させて融着するため、反射が少なく信頼性の高い接続方法である。

光コネクタ接続は、装置又は配線盤の成端など、光ファイバの着脱が頻繁に行われる箇所に使用される。一般に、フェルール型光コネクタが用いられ、フェルールどうしの突合せに(イ)をガイドにすることで精度良く接続することができる。(イ)の材料としては、リン青銅やジルコニアが用いられる。

メカニカルスプライスは、光ファイバを上下のプラスチック基板間へ挿入することで位置合わせが行われ、(ウ)によって把持力を与える機構を有している。

また、近年、光ファイバ利用の拡大とともに、これまでの接続方法に加え、メカニカルスプライス機構を有し、容易に現場で作成できる光コネクタが使われている。代表的な物品としては、ドロップ光ファイバケーブルなどの外被に取り付けが可能である(エ)コネクタがある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

V溝	グロー放電	BNC	FA
くさび	割りスリーブ	アーク放電	MU
導波管	コロナ放電	電気分解	FC
屈折率整合剤		クランプスプリング	
コネクタホルダ		MTコネクタクリップ	

- (2) 次の文章は、光ファイバケーブル設備及びメタリックケーブル設備の劣化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設備の劣化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〉

非ガス保守用であるWBケーブルは、ケーブル内部が浸水すると吸水材が膨張しながらゲル化して間隙を埋めることにより、止水することができる。

人力で光ファイバケーブルを布設する場合は、光ファイバケーブルけん引機を用いて布設する場合と比較して、一般に、けん引作業が連続的で、かつ、過大な張力が加わらないため、光ファイバテープ心線の引込み量が少なくなり、波打ち現象が発生しにくい。

地下光ファイバケーブルは、温度伸縮や車両通行時の振動により移動が発生する場合がある。これはクリーピングといわれ、金物によってケーブル移動を止める方法、ケーブル移動量に見合った余長を設ける方法などの対策を講ずる必要がある。

強風が観測される地域では、自己支持形ケーブルの支持線の切裂き際に振動ひずみが集中し、ケーブル円周方向に亀裂が発生する場合がある。対策としては、HSケーブルへ張替える方法、振動ひずみが集中する切裂き際部分を縛り紐で縛る方法などがある。

- () 光ファイバの接続損失の要因などについて述べた次のA～Cの文章は、(カ) 。

- A 国内で使用されている光コネクタの一つとしてSCコネクタがある。SCコネクタは、FCコネクタから発展したものであり、マルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバのいずれにも使用できる無調心タイプのコネクタである。
- B 融着接続しようとする同種類の光ファイバの端面が平滑に切断されていたとしても、接続箇所でも両方の光ファイバが一直線にならず角度を持っている場合には、損失を生ずる。マルチモード光ファイバと比較してNAが小さいシングルモード光ファイバは、軸の曲がり角が同じ場合、マルチモード光ファイバと比較して、この損失値は小さくなる。
- C 光ファイバ接続の場合、接続しようとする両方の光ファイバの間に間隙があると、この間隙による損失が生ずる。PC形コネクタでは、フェルール及び光ファイバの端面に丸みをつけて、物理的に接触させるなどの工夫が施されている。

〈(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 | |

- () メタリックケーブル設備の劣化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〉

スタルベス(S T)ケーブルが使用されている地下ケーブル区間において、ポリエチレン絶縁心線の手ひねり接続部で時々断が発生する場合がある。対策としては、手ひねり接続部を半田あげする方法、S TケーブルをP E Cケーブルに張替え、心線接続には、信頼性の高いC C Pコネクタを適用する方法などがある。

自己支持形C C Pケーブルにおいて、心線コアが接続端子函内に突き出たり、ケーブル内部に引き込まれる現象は、温度変化や風による振動などの設置環境に起因するものであり、ケーブル張力及びケーブルねん回数には起因しない。

地下ケーブルのポリエチレン外被に生ずる環境応力亀裂(E S C)は、一般に、ケーブルの円周方向に発生する。E S Cの発生要因としては、ケーブル外被への応力負荷、中性洗剤などの界面活性剤のケーブル外被への付着が挙げられる。

ガス連続供給方式を適用できないビルや集合住宅への引込みなどでは、一般に、J Fケーブルが適用される。J Fケーブルは、内部にポリプロピレンを主成分としたゼリー状の混和物を充てんしたケーブルで、P E Cケーブルと同等の対数を持つ多対ケーブルである。

- () 生物被害による設備劣化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〉

クマゼミが口でドロップ光ファイバケーブルに穴をあけ、光ファイバ心線を断線させる場合がある。対策としては、ドロップ光ファイバケーブルを細径化する方法、心線を防護材で覆う方法などがある。

都市部においては、小枝などの営巣材料が少ないことから、カラスが、ドロップ光ファイバケーブルを営巣材料にするために、かじるなどして損傷させることがある。対策としては、支持線とケーブルを分離した箇所のケーブル部に電線防護カバーを巻きつける方法などがある。

架空メタリックケーブル区間において、コウモリガの幼虫が、サナギになる直前に接続端子函の中に入り込み、酸性度の強い体液を心線に付着させることで、P E被覆を溶かし絶縁不良を引き起こす場合がある。対策としては、W Bテープを心線に巻きつける方法などがある。

架空光ケーブル区間において、リス、ムササビ、モモンガなどのげっ歯類が、ケーブル外被をかじり、光ファイバ心線を断線させる場合がある。対策としては、ケーブルと平行にピアノ線を張る方法などがある。

- (1) 次の文章は、光ケーブル配線方法の形態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)

大都市のビジネスエリアなどに適するアクセス設備の光ケーブル配線方法として、ケーブル配線構成は (ア) 構成で心線数を無逓減とした配線法がある。この配線法は、 (イ) 工法を適用することによって、任意の地点で任意の心線を選択することができ、心線の融通性が高く、需要への柔軟な即応が可能である。さらに、部外工事によるケーブル切断故障時などにおける回線救済を迅速に行い、信頼性の向上を図ることができる。一方、運用上、 (ウ) が複雑になるおそれがある。

また、管路ルートなどの制約から (ア) 構成が困難であり、大都市のビジネスエリアほど高速・広帯域サービスの需要密度の高くない地域においては、ケーブル配線構成はスター構成で心線数を無逓減としたスター無逓減配線法や、需要が広い範囲にわたって散在し、かつ、需要変動も小さく、安定的に発生している地域に適用されるスター逓減配線法がある。

スター逓減配線法は、スター無逓減配線法と比較して、一般に、突発的な需要に対する心線の融通を図ることが困難で、即応性にかかるおそれがある。また、当初計画時の (エ) が的確でない場合、ケーブルの追張り工事が頻繁に生ずるおそれがある。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

遠隔監視	ループ	需要予測	長尺布設
用地折衝	P D S	工事進捗管理	心線管理
構造計算	A D S	後分岐接続	カテナリ
シールド	巡回点検	ハイブリッド	リスク管理

- (2) 次の文章は、光線路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)

- () 光線路設計の検討項目、手順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〉

光線路設備の構築においては、需要発生時の即応性と需要変動に対する柔軟性に配慮する必要があり、該当エリアにおけるユーザの動向、地域開発計画、ビル建設計画などを的確に把握し、配線方法やルートの選定を行う。

ルート選定において、スター配線法を適用する場合は、ケーブル故障時における代替ルートを確保するため、設備センタからのケーブル引出しルートを2方向に分散することが望ましい。

ルート選定後の光線路設計の主な手順としては、一般に、接続点の決定、ケーブルピース長の決定、線路損失計算、布設工法の検討、工事設計書の作成、所要物品の算出という順序で行われる。

光ファイバケーブル設備の線路損失計算値は、光ファイバケーブルの仕様で規定される単位長当たりの光損失値と光ファイバケーブル長、工事規格で規定される光ファイバ接続損失値とケーブル接続点数から算出される。

- () ルート調査、ルート設計などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A ルート調査では、マンホール、引上げ柱などの道路占用状況、ケーブルけん引機の設置条件などを踏まえた周辺作業環境、マンホール内の屈曲角度、ダクト段差などの項目を調査する。
- B 架空区間にケーブルを布設する場合、有線電気通信設備令施行規則などに規定された地上高、他の配線及び建物との離隔距離などを確保し、安全対策を講じなければならない。
- C ルート設計において、ケーブルピース長は、線路の実際の長さ(線路亘長にマンホール内などのケーブル必要長を加えたもの)、布設必要長(接続必要長、成端必要長、マージンなど)及びケーブル製造時におけるケーブル長の誤差を考慮して算出される。

〈(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 | |

- () 接続点位置及び接続法の決定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〉

接続点位置は、一般に、ケーブルの最大要求長、ケーブルの許容けん引張力、許容曲率半径、布設方法別けん引張力などの条件から接続点数が最も少なくなるように決定する。

光ファイバケーブルの接続方法には、融着接続、光コネクタ接続及びメカニカルスプライスがある。一般に、長距離区間では、作業性の良い光コネクタ接続が用いられる。

地下管路区間におけるケーブル接続点は、建設作業及び保守作業の容易性を考慮して、接続作業のスペースがとれる箇所、セキュリティ向上のため、交通量が多く蓋^{ふた}の開閉が困難な箇所などの環境条件が良好なマンホールに設定される。

F T T H配線で用いられるドロップ光ファイバケーブルの架空クロージャ内及び屋外成端箱内での接続には、一般に、着脱が容易である光コネクタ接続が用いられ、宅内及び構内区間では、信頼性を考慮し、融着接続が用いられる。

- () 光ファイバケーブルの布設方法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〉

地下管路区間においては、光ファイバケーブル布設作業前に、布設張力を計算して許容張力以下で布設を行う必要がある。一般に、布設張力は、直線部分が多いルートでは大きく、曲がり部が多いルートでは小さくなる。

地下管路区間の張力計算においては、一般に、光ファイバケーブルを布設する区間を直線区間、垂直区間、屈曲区間及び曲線区間に分割し計算する。直線区間の張力 T 〔N〕は、 T_1 を区間の最初での張力〔N〕、 μ を摩擦係数、 L を直線部の長さ〔m〕、 W をケーブル質量〔kg / m〕、 g を重力加速度〔m / s²〕とすると、次式で表される。

$$T = (T_1 + \mu L W) g$$

地下管路区間における中間けん引法とは、けん引車だけでのけん引ではケーブル許容張力を超えてしまう場合、ケーブルの途中でけん引機を使用し、ケーブルのテンションメンバを把持することにより、張力を分散させて張力を軽減させる方法である。

架空光ファイバケーブルの布設作業において、一定方向への延線が困難な場合や傾斜地などによって布設張力がケーブルの許容張力を超える場合には、布設ルートの中で8の字取りなどにより、張力を軽減して布設する方法がある。