

(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。

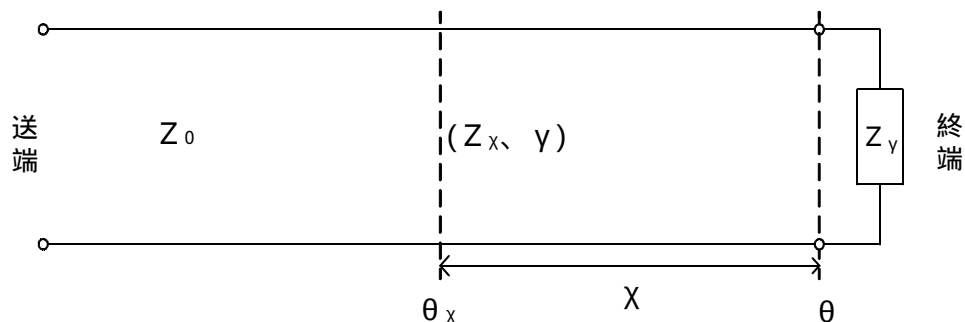
(小計 20 点)

- (1) 次の文章は、複合線路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)

特性インピーダンス及び伝搬定数の異なる幾つかの線路を縦続接続することによって構成される線路は複合線路といわれる。複合線路は、一様線路と比較して、より現実的である一方、解析が複雑である。しかし、この複合線路も一様線路の考え方を基礎にして □ (ア) を導入することにより解析を容易にすることができる。

図に示すように、特性インピーダンス Z_0 の一様線路をインピーダンス Z_Y で終端した場合、 Z_Y における □ (ア) θ は、□ (イ) で表され、任意の点における電圧、電流及びインピーダンスを簡単な計算により求めることが可能となる。

例えば、伝搬定数を γ とすると、終端したインピーダンス Z_Y から距離 X の点のインピーダンス Z_X を求めるとき、終端から距離 X の点の □ (ア) θ_X が □ (ウ) で表されるため、 $Z_X = Z_0 \tanh(\square (ウ))$ となる。特別な場合として終端短絡の場合、終端の □ (ア) は □ (エ) となる。



＜(ア)～(エ)の解答群＞

偏 角
 $\tanh \frac{Z_Y}{Z_0}$
 $\gamma X + \theta$
0

角周波数
 $\tanh \frac{Z_0}{Z_Y}$
 $\gamma X - \theta$
1

無限大
 $\tanh^{-1} \frac{Z_Y}{Z_0}$
 $\frac{X}{\gamma} + \theta$
位置角

2π
 $\tanh^{-1} \frac{Z_0}{Z_Y}$
 $\frac{X}{\gamma} - \theta$
位相角

- (2) 次の文章は、メタリック伝送線路の電氣的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)

- () 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>

導体中の自由電子の熱的じょう乱運動によるもので、増幅器などで発生する雑音は、インパルス性雑音といわれる。インパルス性雑音を避けることは原理的に不可能であり、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。

- () 伝送線路のインピーダンスと反射について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 線路上の任意の点 x における電圧 V 、電流 I をそれぞれ、 $V = A e^{-\gamma x} + B e^{\gamma x}$ 、 $I = \frac{1}{Z_0}(A e^{-\gamma x} - B e^{\gamma x})$ とするとき、インピーダンス Z は、 $Z = Z_0 \frac{A e^{-\gamma x} + B e^{\gamma x}}{A e^{-\gamma x} - B e^{\gamma x}}$ となり、その点における電圧反射係数 Γ は、 $\Gamma = \frac{B e^{\gamma x}}{A e^{-\gamma x}}$ と表すことができる。ただし、 Z_0 は線路の特性インピーダンス、 γ は伝搬定数、 A 、 B は端末条件により定まる積分定数とする。
- B 線路の終端負荷を Z_L とするとき、これが特性インピーダンス Z_0 に近いほど反射波は小さくなる。 $Z_L = Z_0$ のとき反射は消滅し、この状態をインピーダンスが整合しているといい、入射波の電力はすべて終端負荷に吸収される。
- C 反射波が存在すると、入射波と合成され定在波が発生し、その振幅の最大値と最小値の比を定在波比 (SWR) という。電圧定在波比 (VSWR) と電圧反射係数 Γ の間に成立する関係式は、 $VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$ 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 | |

- () 伝送線路の減衰特性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〉

導体中を流れる電流は、その周波数が高くなると導体内を一様に流れるのではなく、導体表面に集中し、電流密度は、表面から深くなるに従って指数関数的に減衰する。この現象は、表皮効果といわれる。

導体の抵抗は、近接効果などのため高周波になるほど増大し、また、漏れコンダクタンスも誘電体損失のため高周波になるほど増大する。これらにより、一般に、減衰定数は周波数の2乗に比例して増大する。

減衰定数を小さくするためには、抵抗と漏れコンダクタンスを小さくすることが必要であり、そのためには、導体径を大きくすること、絶縁物の誘電体損失を大きくすることが有効である。

線路における減衰量が最小になる条件は、 $RC = GL$ であるが、実際の伝送線路においては、 $RC < GL$ であるので、 C を大きくするか L を小さくすると減衰量は減少する。ただし、 R は抵抗、 C は静電容量、 G はコンダクタンス、 L はインダクタンスを示す。

- () 反射係数、透過係数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〉

反射電圧と入射電圧の比を電圧反射係数といい、特性インピーダンス Z_0 の線路にインピーダンス Z_1 の負荷が接続されたときの電圧反射係数は、 $\frac{Z_1 + Z_0}{Z_1 - Z_0}$ と表すことができる。また、このとき電圧透過係数は、1から電圧反射係数を減じた値となる。

特性インピーダンス Z_1 を持つ一様線路の終端に、特性インピーダンス Z_2 を持つ一様線路が接続されているとき、接続点における電流反射係数は、電圧反射係数に -1 を掛けた値となり、電流透過係数は、1から電圧反射係数を減じた値となる。

線路の末端が開放のときは、終端されるインピーダンスは無限大となることから、電圧反射係数の値は -1 となり、線路の末端が短絡されている場合は、電圧反射係数の値は1となる。

特性インピーダンス $50[\Omega]$ の線路に、特性インピーダンス $300[\Omega]$ の線路を接続した場合、 $50[\Omega]$ の線路側からみた電圧透過係数と $300[\Omega]$ の線路側からみた電圧透過係数は等しい。

- (1) 次の文章は、光ファイバにおける非線形光学現象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)

光を固体に入射すると、光の電界がその固体を形成している個々の原子の中の電子を振動させ、あたかも入射した光が透過したようにそれと同じ周波数の光が放出される。しかし、高強度の光を入射すると電界の振幅と電子の振動振幅とが比例しなくなり、入射光の電界が正弦波のとき、電子の振動は正弦波からずれてしまう現象が生じ、異なる周波数成分を持つようになる。この現象は非線形光学効果といわれる。

非線形光学効果は、単位面積当たりの光強度と相互作用長の積に影響され、断面積が小さく、全長が相互作用長となっている光ファイバにおいては顕著に表れる。

光ファイバに高強度の光を入射すると、□(ア)が光の電界の強度の2乗に比例して変化する現象が生ずる。この現象は□(イ)といわれ、入射された光自身が誘起した□(ア)変化によって、光の位相が急激に変化する□(ウ)を生じ、この結果、短光パルスのスペクトルの広がりが生ずる。

特に、波長多重伝送など大容量の光伝送において障害となる非線形光学効果として□(エ)といわれる現象がある。これは、異なる三つの波長の光が入射されたときに新たな波長の光が生ずる現象で、波長多重伝送では、特定の信号光に干渉して伝送品質の劣化を引き起こす。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

ブリルアン散乱	レイリー散乱	屈折率	ラマン効果
自己位相変調	相互位相変調	二光波混合	透磁率
第二高調波発生	第三高調波発生	光カー効果	誘電率
モードフィールド径		四光波混合	
光パラメトリック発振		ホトリフラクティブ効果	

(2) 次の文章は、光ファイバの特徴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)

() 光ファイバの導波原理、誘電体材料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〉

光ファイバは、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といわれる部分から構成されており、コアの屈折率は、クラッドの屈折率と比較して、大きく設計されている。

クラッドに相当する部分に多数の空孔を周期的に配列したホトニック結晶光ファイバは、分散特性を柔軟に制御可能、曲げ損失が小さい、モードフィールド径の大きさの制御が容易などの特性を有している。

石英系光ファイバには、主成分として純粋な石英、屈折率を変化させるためのドーパントとしてゲルマニウム、ホウ素、フッ素などが用いられている。

プラスチック光ファイバの材料としては、0.6～0.8[μm]付近の比較的短い波長域で用いられるフッ素系樹脂、0.8～1.3[μm]の波長域で用いられるアクリル系樹脂などがある。

() 光ファイバの構造パラメータなどについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A マルチモード光ファイバの特性を表す基本的なパラメータである遮断波長は、マルチモードとなるための最小限の波長をいう。
- B シングルモード光ファイバの構造を決定するパラメータの一つである、モードフィールド径は、光強度分布がガウス型で近似できるとき、光強度(光パワー)が最大値に対して $\frac{1}{e^2}$ (eは自然対数の底)になるところの直径をいう。
- C マルチモード光ファイバの構造を決定する要因の一つである屈折率分布には、S I形とG I形がある。S I形は、G I形と比較して、各モード間の伝搬時間差を出来るだけ小さくするために開発されたマルチモード光ファイバである。

〈(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	

() 光ファイバの損失要因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〉

ガラス材料が持つ固有の吸収損失である紫外吸収は、波長 $0.1 [\mu\text{m}]$ 近くに損失ピークを持ち、赤外吸収は、 $0.94 [\mu\text{m}]$ 、 $1.24 [\mu\text{m}]$ 及び $1.38 [\mu\text{m}]$ に損失ピークを持つ。また、不純物による吸収損失としては、水酸イオン (OH^-) によるものがあり、その損失ピークは、 $10 [\mu\text{m}]$ 付近にある。

光ファイバの材料固有の損失であるレイリー散乱損失は、熔融状態のガラス材料が熱的な揺らぎを残したまま固化することにより生ずる屈折率の揺らぎに起因するものであり、レイリー散乱損失の大きさは波長の4乗に反比例する。

構造の不均一性による散乱損失とは、クラッドと被覆との境界面に存在する微小な揺らぎ、すなわち凹凸に起因する損失であり、理想的に真円であつ長手方向に均一な完全に円筒状のクラッドが形成できないことにより生ずる損失である。

マイクロベンディングロスは、光ファイバの側方からの不均一な応力による光ファイバ軸の微小で不規則な曲がりによって生ずる損失であり、光ファイバの軸方向の収縮による座屈では発生しない。

() 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、(ク) 。

- A 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、最も電界が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 光を波として取り扱うとき、コアとクラッドの境界面で反射した光は回折を起こし、一定の間隔で定在波を形成しながら伝搬するが、コアとクラッドの境界は定在波の山となっている。

〈(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	

- (1) 次の文章は、光ファイバの強度保証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)

光ファイバが破断する原因の一つは、一般に、光ファイバ全長にわたって確率的に傷が存在することである。光ファイバを引っ張ったときの破断強度は、傷が大きいほど小さく、光ファイバが長くなり大きな傷を有する確率が増えるほど、強度は確率的に低下する。

破断強度と破断確率の関係は、一般に、 (ア) 分布を示し、低強度で破断する確率は強度の指数関数で急激に減少する。光ファイバの表面に傷を与える原因としては、プリフォームから光ファイバへの線引き時における、ほこり、急激な温度変化、光ファイバ表面への他物接触などが考えられる。

光ファイバの強度を保証するために、光ファイバに (イ) を加えることにより弱い部分を破断させる (ウ) 試験といわれる選別試験がJISで規定されている。この試験は光ファイバの製造時及び融着接続機による融着接続後の強度試験で用いられ、これにより弱い部分を取り除かれることとなるため、完成品になってからの光ファイバが破断することを極力低く抑えることが可能となる。

また、光ファイバは、傷による光ファイバの強度低下を防止するための1次被覆に加えて、光ファイバを取り扱う際の強度確保及び識別のための心線被覆が施され、光ファイバ心線となる。光ファイバ心線の被覆材料には、1次被覆、2次被覆ともに、紫外線で硬化する (エ) を用いるのが一般的である。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

ポアソン

二 項

ワイブル

熱

振 動

離 散

張 力

圧 縮

スクリーニング

フィルタリング

UV樹脂

振動疲労

温度サイクル

シリコンゴム

ナイロン樹脂

PVC

(2) 次の文章は、通信ケーブル設備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基本構造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〉

光ファイバケーブルの抗張力体の材料には、鋼線、FRPなどが用いられており、鋼線は、FRPと比較して、ヤング率が高い。

光ファイバケーブルは、外力や水などに対する伝送特性の安定、ケーブルの布設や接続の作業の行いやすさ、設備管理のしやすさ、浸水防止などの保守の行いやすさなどの機能を考慮したデザインにする必要がある。

光ファイバケーブルの構造において、ユニット型は、テープ心線をあらかじめ成型した溝型のスロット内に収容することで高密度の実装が可能となる構造となっている。

WBケーブルでは、ケーブル内部に吸水材を含んだWBテープが入れられており、ケーブル外被の損傷などにより生じた浸水が、ケーブル内部に広がることを防止する構造となっている。

() 光ファイバ心線の構造と特性などについて述べた次のA～Cの文章は、(カ) 。

A 1次被覆は、一般に、温度特性や機械特性を考慮して被覆構造が2層になっており、内層にはヤング率が約1[GPa]の硬めの材料、外層には約1[MPa]の軟らかめの材料が用いられている。

B 1次被覆の主な役割は、光ファイバの表面の保護であるが、側圧が加わった際に発生するひずみの光ファイバへの影響を軽減させる緩衝効果もある。

C 2次被覆の材料は、硬い方が側圧の影響を受けない点では望ましいが、反面、硬い2次被覆材料は熱膨張係数が大きく、高温での圧縮ひずみが大きくなり、心線単体では高温で収縮してマイクロベンディングロスの増加が生じやすい。

〈(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	

- () 光合波・分波器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、(キ)である。

＜(キ)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。

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。

A W G (アレイ導波路回折格子)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に用いられる。

- () 光ファイバの分散補償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＞

光ファイバによる分散補償は、伝送路として使われている光ファイバの前あるいは後に、それと絶対値がほぼ等しく符号が逆の分散を持つ光ファイバを接続することで行う。

分散補償光ファイバの主要な目的の一つは、波長 $1.55\text{ }\mu\text{m}$ で分散がゼロの標準形の単一モード光ファイバを E D F A が使用可能な $1.31\text{ }\mu\text{m}$ で高速伝送路として使用可能とすることである。

W形分散補償光ファイバは、マッチドクラッド形分散補償光ファイバと比較して、構造が単純であり、低損失性、製造性に優れているが、伝送路全体の分散を小さい値に抑えられる波長の範囲が狭い。

負の分散を与える分散補償光ファイバは、補償量が大きくなるとともに高い付加損失が生じ、また、モードフィールド径が大きいために自己位相変調、相互位相変調が生じやすく、分散補償光ファイバへの入力信号パワーが制限される。

- (1) 次の文章は、通信ケーブルの誘導電圧軽減対策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)

強電流施設による誘導には、□(ア)と□(イ)の二つがある。

□(ア)は、強電流施設の近傍で発生する現象で、その誘導源は電圧成分であり、通信ケ
ーブルに遮へい用の金属シースを設けるなど比較的容易な対策で防護が可能となる。□(ア)
を減少させる対策として、原因物から十分な距離をとる、接地を行う、地下化するなどの方法
がある。

一方、□(イ)は、電流成分を誘導源とする現象であり、その影響範囲は広く、かつ、対
策もかなり困難である。□(イ)を減少させる対策として、強電流施設との相互□(ウ)
を減少させる、遮へい係数を減少させる、大地に対するインピーダンスを高くして平衡度の改
善を図る、遮へい線と通信ケーブル間の相互インピーダンスを増大させるなどの方法がある。

□(イ)の一例としては、1線地絡事故などで送電線に不平衡の大きな事故電流が生じた
場合、地絡電流が大地帰路電流となって流れるため、隣接する通信線に□(エ)電圧が誘起
されるものがある。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

常時誘導危険	磁気誘導	静電誘導	コンダクタンス
リアクタンス	電磁誘導	誘導放出	常時誘導雑音
異常時誘導縦	誘導散乱	誘導結合	インダクタンス
アドミタンス	常時誘導縦		

(2) 次の文章は、腐食などの設備劣化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)

() 金属腐食の分類と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〉

鉛と銅あるいは鉛と鉄のように標準電極電位の異なる2種類の金属が接触していると局部電池を形成し、鉛と銅の場合は鉛が陰極になって腐食され、鉛と鉄の場合は、鉄が陰極となって腐食される。

局部電池作用は、地中の金属に局部的に陽極又は陰極の電極作用が発生し、微小な電流が流れて金属を腐食する電気化学作用である。また、同一金属の異なった部分で、溶液(土中の水分など)中の塩類の濃度や液中に溶けているガスの量の異なる場合に起こる局部電池作用は、濃淡電池作用といわれる。

土壌中あるいは溜水中に塩素イオン、硫酸イオンなどが大量に含まれている場合には、この影響で導電率が高くなり、ミクロ電池作用による電流が流れやすくなることから腐食が発生する。

酸素濃淡電池作用は、土壌中の酸素濃度の差異により発生し、土壌の性質(砂性、粘土性)、土壌の水分の含有率などが影響することから、通気差電池作用ともいわれる。

() 地下埋設物の電食防止方式について述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 流電陽極方式では、絶縁電線を用いて被防食体よりもイオン化傾向の小さな金属を被防食体に接続し、その組み合わせにより形成される電池作用を利用して被防食体を保護している。
- B 外部電源方式では、被防食体を外部に設置した直流電源装置の正極につなぐとともに、地中に取り付けた電極を負極に接続し、被防食体から流出する電流を打ち消して被防食体を保護している。
- C 選択排流方式では、被防食体から大地へ電流を流出させないために、電流の逆流を阻止し一方向だけ選んで排流する機能を持つ選択排流器を介して、直流電気鉄道の軌道などに直接電流を戻すことにより被防食体を保護している。

〈(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	

- () 架空構造物の腐食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＞

吊り線(アルミ防食鋼より線)とアースクランプの間に腐食生成物や異物が蓄積すると電氣的接続が不完全になり、表面に付着した水分を介して電流パスが形成され、陰極となった吊り線が電解腐食により溶出し腐食が進行する。

架空構造物の金属材料は、工場や自動車から排出される多量の大気汚染物質により大気腐食が著しく促進される。例えば、亜硫酸ガス、二酸化窒素、塩素などの不溶性ガス類は、金属表面上の水膜に溶け込んで腐食を促進する。

コンクリートポールは、中に含まれている水分が、温度が下がると凍結し、温度が上がると融解することが繰り返されると、表面上にちりめん状や亀甲状のひびや、縦ひび割れなどが生ずることがある。

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、ポリウレタン系塗料及び酢酸ビニル系接着剤を使用する。

- () 設備劣化とその対策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、高温、塩素イオンが挙げられる。この対策としては、ケーブル布設時に外被に傷を付けないことがある。

寒冷地において、ケーブル引き上げ点、橋梁添架などの管路が大気中に露出している箇所では、管路内の溜水が凍結すると、体積膨張によりケーブルに過大な力が働き、傷や座屈が発生することがある。対策方法の一つとして、P E パイプを挿入することにより、凍結圧をP E パイプで吸収する方法がある。

管路に布設されたケーブルが移動する原因として、車両通行に起因する振動がある。このケーブルが移動する現象は、ケーブルダンシングといわれる。この対策として、機械的にケーブル移動を止める方法やケーブル移動量に見合ったケーブル余長を設ける方法などがある。

架空ケーブル及び地下管路ケーブルのうち特に橋梁添架管路区間など、温度変化の激しい区間では、ケーブルの温度伸縮によりケーブル接続部が破損する場合がある。この対策として、ケーブルクロージャのケーブル挿入部に、ケーブルの伸縮を吸収するための伸縮継手を設ける方法が採られている。

- (1) 次の文章は、光ファイバ通信システムの基本構成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)

光ファイバ通信システムは、光アクセスシステムと光中継システムに大別される。

光アクセスシステムは、設備センタからユーザ間を 1 対 1 で結ぶ S S 方式、設備センタとユーザ間に (ア) を設置し、光ファイバを分岐することにより複数のユーザに接続する P D S 方式及び (ア) の代わりに電気的手段により多重化する装置などに置き換えた (イ) 方式に分類される。

光中継システムは、光送受信装置、光ファイバケーブル及び中継器で構成される。送信側には、複数のデジタル信号を束ねる多重化装置と多重化された電気信号を光の誘導放出現象を利用した (ウ) を用いて光信号に変換する光送信器が設置され、受信側では、光信号を電気信号に変換する O / E 変換器と多重化された信号をもとに戻す分離装置で構成される。

伝送区間が長距離となるため、雑音やひずみなどの影響が増えることにより信号の識別が困難な状況になる場合は、中継器を設置する。中継器で光信号をいったん電気信号に変換し、再生後に再び光信号を送出するような方式は再生中継といわれ、三つの基本機能がある。その一つの機能である (エ) とは、デジタル信号を正確に識別して再生するためのクロックパルスを取り出す機能である。

〈(ア) ~ (エ) の解答群〉

光パルス圧縮	V D S L	半導体レーザ	P O I
光スプリッタ	等化増幅	ホトダイオード	光電管
発光ダイオード	A D M	タイミング抽出	A D S
光スイッチ	P O N	識別再生	R T

- (2) 次の文章は、光中継システムの伝送品質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)

- () 線形中継器の特徴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〉

線形中継器は、伝送路で減衰した光信号を、所要のSN比を下回る前に中継器で光信号のまま増幅しており、O/E変換、E/O変換がないばかりでなく、波形整形や識別再生といった機能を有していない。

線形中継器は、EDFAを用いた方式が広く普及している。増幅器は、エルビウムを添加した光ファイバと信号及び励起光を合成分離するための回路を配置し、励起用の半導体光源を接続した構造を有している。

線形中継器内部に使用されている光アイソレータは、双方向の光伝搬を行う光部品の一つである。中継器を構成する各光部品間の接続には、低反射にするため、光コネクタ接続が適している。

線形中継器は、識別再生などの機能がないために、ひずみや雑音が累積する欠点があるが、符号形式や符号速度を制約する要因となる電子回路類を持たない。

- () 光ファイバ通信システムの品質劣化要因などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 光ファイバ増幅器を用いた場合、信号光にASE雑音が混入する。ASE雑音や信号波形の劣化が大きいと、識別再生の段階で誤った符号判定が行われ、伝送品質が確保できなくなるおそれがある。
- B 光の量子的な揺らぎにより生ずるショット雑音、電子回路素子から発生する熱雑音及び暗電流による雑音は、発光素子で発生する。
- C 通信で用いられる光は波長スペクトルに広がりを持つため、波長ごとに光ファイバを伝搬する時間が異なることに起因する波形劣化が生ずる。

〈(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	

- () 光ファイバ通信システムの損失制限や分散制限などについて述べた次の A ～ C の文章は、(キ)。

- A 光ファイバ通信システムで伝送される信号の品質は、損失による波形ひずみと分散による S/N 比により決まるため、光ファイバ通信システムの設計では、損失制限と分散制限の両方を考慮しなければならない。
- B 半導体レーザを直接変調する方式は、変調速度が速くなると消光比を十分に確保することが難しくなり、また、変調により発振周波数が変化するチャープングによって波長広がりが生ずる。
- C モード分散は、光ファイバの分散とは逆分散特性を持つ光デバイスにより、完全な分散補償が可能であるが、波長分散に関しては、分散補償ができない。

＜(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	

- () 中継光ファイバケーブル伝送路での光ファイバケーブルの損失設計において、以下の条件の場合、許容される光ファイバケーブルの最大中継伝送距離は、(ク) [km] である。

(条 件)

許容光損失値は、伝送システムの送受光レベル差から規定される。

伝送路光損失は、許容光損失値を超えないこととする。

伝送システムの送信レベルは、10 [dBm] とする。

伝送システムの受信レベルは、-40 [dBm] とする。

伝送路における光ファイバケーブルの損失は、0.2 [dB/km] とする。

総接続損失は、5 [dB] とする。

システムマージンは、5 [dB] とする。

上記以外の損失は、考慮しないものとする。

＜(ク)の解答群＞

100	150	200	250
-----	-----	-----	-----

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、すべて架空のものです。
- (3) 試験問題、図中の抵抗器の表記は、旧図記号を用いています。また、トランジスタについても、旧図記号を用いています。

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を用いています。
- (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。