

GB807

第二級陸上無線技術士「無線工学 B」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 自由空間において、アンテナへの到来電波の磁界強度が 9×10^{-5} [A/m] であった。このときの電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、到来電波は平面波とする。

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- [mV/m]
- [mV/m]
- [mV/m]
- [mV/m]
- [mV/m]

A－2 次の記述は、アンテナの放射パターンについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 電力パターンは、□ A の指向性を図示したものをいい、これは □ B の指向性係数の 2 乗を図示したものでもある。

(2) E 面放射パターンは、電波が □ C で放射される場合、電界ベクトルを含む面における指向性を図示したものである。
- A

1 放射電力束密度

2 放射電力束密度

3 放射電界強度

4 放射電界強度

5 放射電界強度
- B

電力

電界強度

電界強度

電界強度

電力
- C

楕円偏波

直線偏波

楕円偏波

直線偏波

楕円偏波

A－3 自由空間内に置かれた微小ダイポールによる静電界と放射電界の大きさが等しくなる距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、微小ダイポールによる任意の点 P の電界強度 E_θ は次式で与えられるものとする。この式で I [A] は放射電流、 l [m] は微小ダイポールの長さ、 λ [m] は波長、 r [m] は微小ダイポールからの距離、 θ [rad] は微小ダイポールの電流が流れる方向と微小ダイポールの中心から点 P を見た方向とがなす角度、 ω [rad/s] は角周波数とする。また、周波数を 20 [MHz] とする。

$$E_\theta = \frac{j60\pi I l \sin \theta}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{j\lambda}{2\pi r^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2 r^3} \right) e^{j(\omega t - 2\pi r/\lambda)} \quad [\text{V/m}]$$

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- [m]
- [m]
- [m]
- [m]
- [m]

A－4 次の記述は、等方性アンテナの実効面積を表す式の導出について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とする。

- (1) 到来電波の電界強度を E [V/m]、自由空間の固有インピーダンスを Z_0 [Ω]、アンテナの絶対利得を G (真数) とすれば、次式で示される P_0 [W] は、□ A を表す。

$$P_0 = \frac{G\lambda^2 E^2}{4\pi Z_0} \quad [\text{W}] \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

- (2) 絶対利得が G (真数) のアンテナの実効面積 S_e [m²] は、到来電波の電力束密度 p [W/m²] に対する P_0 [W] の比であり、 p は、□ B に等しいので、次式で表される。

$$S_e = \frac{P_0}{p} = \quad \square C \quad [\text{m}^2] \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

- (3) 等方性アンテナは、 $G = 1$ であるので、その実効面積は、式②より、□ D [m²] で求められる。

- A

1 放射電力

2 放射電力

3 受信有能電力

4 受信有能電力

5 受信有能電力
- B

$2E^2/Z_0$

E^2/Z_0

E^2/Z_0

E^2/Z_0

$2E^2/Z_0$
- C

$G\lambda^2/(2\pi)$

$G\lambda^2/(4\pi)$

$G\lambda^2/(2\pi)$

$G\lambda^2/(4\pi)$

$G\lambda^2/(2\pi)$
- D

$\lambda^2/(2\pi)$

$\lambda^2/(4\pi)$

$\lambda^2/(2\pi)$

$\lambda^2/(4\pi)$

$\lambda^2/(2\pi)$

A－5 絶対利得が 23 [dB] のアンテナの指向性利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射効率を 0.8 とする。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 14 [dB]
- 2 19 [dB]
- 3 24 [dB]
- 4 30 [dB]
- 5 35 [dB]

A－6 次の記述は、平行二線式給電線と小電力用同軸ケーブルについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

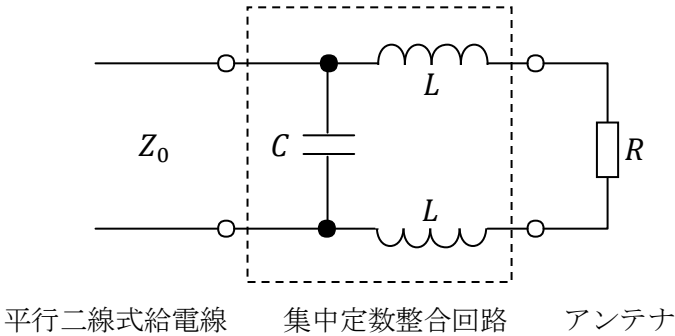
- 1 平行二線式給電線は、平衡形の給電線であり、零電位は 2 本の導線の間隔の垂直二等分面上にある。
- 2 平行二線式給電線の特性インピーダンスは、導線の太さが同じ場合には、導線の間隔が狭いほど大きくなる。
- 3 小電力用同軸ケーブルは、不平衡形の給電線であり、通常、外部導体を接地して使用する。
- 4 小電力用同軸ケーブルは、平行二線式給電線よりも、外部からの誘導妨害の影響を受けにくい。
- 5 小電力用同軸ケーブルの特性インピーダンスは、内部導体の外径 d に対する外部導体の内径 D の比 (D/d) が大きいほど大きくなる。

A－7 単位長さ当たりの自己インダクタンスが0.05 [μ H/m] 及び静電容量が20 [pF/m] の無損失給電線がある。この給電線の特性インピーダンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50 [Ω]
- 2 60 [Ω]
- 3 75 [Ω]
- 4 90 [Ω]
- 5 100 [Ω]

A－8 図に示すように、特性インピーダンスが Z_0 [Ω] の平行二線式給電線と給電点インピーダンスが R [Ω] のアンテナを整合させるために、集中定数整合回路を挿入した。この回路の静電容量 C [F] を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $Z_0 > R$ であり、コイルのインダクタンスを L [H]、角周波数を ω [rad/s] とし、給電線は無損失とする。

- 1 $C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{Z_0 - R}$
- 2 $C = \frac{Z_0}{2\omega} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
- 3 $C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
- 4 $C = 2\omega Z_0 \sqrt{\frac{Z_0 - R}{R}}$
- 5 $C = \frac{1}{\omega Z_0} \sqrt{Z_0 - R}$



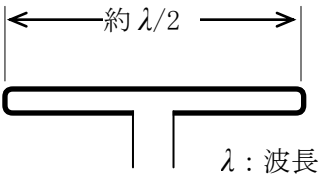
A－9 次の記述は、方形導波管の伝送損について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 電磁波が導波管内を伝搬するとき、内壁の表面に電流が流れる。この電流による抵抗損を少なくするため、内壁は導電率の A 金、銀などでメッキされる。
- (2) 内部が中空であるため、原理的に B 損はないが、雨水などが内部に入ると B 損が生ずる。この損失を少なくするため、C を強制的に注入するなどの方法が採られる。

- | A | B | C |
|-------|----|------|
| 1 小さい | 誘電 | 乾燥空気 |
| 2 小さい | 放射 | 圧縮空気 |
| 3 小さい | 誘電 | 圧縮空気 |
| 4 大きい | 放射 | 圧縮空気 |
| 5 大きい | 誘電 | 乾燥空気 |

A-10 次の記述は、図に示す素子の太さが同じ二線式折返し半波長ダイポールアンテナについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 2本の素子に流れる電流の方向は、□ A □ である。
- (2) 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 □ B □ 倍である。
- (3) 同一電波を受信したときの受信有能電力は、半波長ダイポールアンテナで受信したときの受信有能電力と □ C □ 。



	A	B	C
1	反対の向き	8	ほぼ同一である
2	反対の向き	2	大きく異なる
3	同じ向き	8	ほぼ同一である
4	同じ向き	4	ほぼ同一である
5	同じ向き	2	大きく異なる

A-11 次の記述は、装荷ダイポールアンテナについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 抵抗装荷は、アンテナの □ A □ を目的として利用される。
- (2) リアクタンス装荷は、長さの短い □ B □ のダイポールアンテナを共振させ、整合させるために用いられ、共振させるので帯域が □ C □ なる。

	A	B	C
1	信号対雑音比(S/N)の改善	誘導性	広く
2	信号対雑音比(S/N)の改善	容量性	広く
3	信号対雑音比(S/N)の改善	容量性	狭く
4	広帯域化	誘導性	広く
5	広帯域化	容量性	狭く

A-12 次の記述は、コリニヤアレーアンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 垂直半波長ダイポールアンテナ等を構成単位としたアレーアンテナである。
- 2 構成単位のアテナの数を増やすと、垂直面内の指向性が鋭くなる。
- 3 使用可能な周波数範囲を広くするためには、素子の直径 D と長さ L の比(D/L)を大きくする。
- 4 構成単位のアテナを垂直方向に一直線上に等間隔に並べて、隣り合う各素子を互いに同振幅、逆位相の電流で励振する。
- 5 水平面内の指向性は、全方向性である。

A-13 周波数 10 [GHz] で絶対利得 2,520 (真数) を得るために必要とする円形パラボラアンテナの直径の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの開口効率を 0.7 とする。

- 1 0.30 [m]
- 2 0.57 [m]
- 3 0.75 [m]
- 4 0.94 [m]
- 5 1.14 [m]

A-14 送受信点間の距離が 100 [km] のとき、周波数 300 [MHz] の電波の自由空間基本伝送損(真数)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.6×10^{12}
- 2 3.1×10^{12}
- 3 6.1×10^{12}
- 4 9.9×10^{12}
- 5 1.5×10^{13}

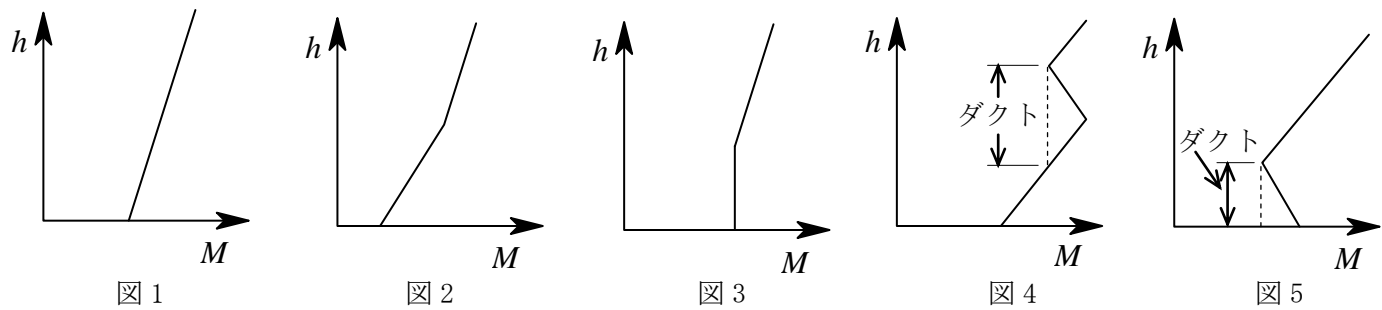
A-15 次の記述は、電波の地上波伝搬について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 地表波は、周波数が □ A □ ほど、また、大地の導電率が □ B □ ほど遠くまで伝搬する。
- (2) 超短波 (VHF) 帯の地上波伝搬において、送信点と受信点の途中に山岳があると一般に受信電界強度は非常に弱くなると考えられるが、□ C □ によって通信に使用できる程度の電界強度となる場合がある。この場合の山岳が存在するために得られる伝搬損失の軽減量は、山岳利得と呼ばれている。

	A	B	C
1	低い	小さい	回折波
2	低い	小さい	散乱波
3	低い	大きい	回折波
4	高い	大きい	回折波
5	高い	小さい	散乱波

A-16 次の記述は、図 1 から図 5 に示す M 曲線について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 図 1 は標準大気の見られる。このとき、等価地球半径係数 K は $4/3$ であり、図 1 は標準形と呼ばれる。
- 2 図 2 は準標準形と呼ばれている。 h の低い部分では、 M の増加率が標準大気の場合より大きいため等価地球半径係数 K は $4/3$ より大きくなる。
- 3 図 3 は転移形と呼ばれ、ダクトが生じようとする過渡期に見られる。
- 4 図 4 のダクトは、上昇 S 形ダクトと呼ばれる。ある高さに温度が上昇するような暖かい空気が地表から離れて横たわっているときに見られる。
- 5 図 5 のダクトは、接地形ダクトと呼ばれている。



h : 地上高、 M : 修正屈折示数

A-17 次の記述は、電離層と電子密度について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) E 層は夜間も消滅せず、その電子密度は、一般に □ A □ の方が大きい。
- (2) スポラジック E 層 (E_s) は、□ B □ とほぼ同じ高さに生じ、その電子密度は F 層の電子密度より大きくなることもある。
- (3) F 層は、昼間は □ C □ を除き F_1 層と F_2 層に分かれるが夜間は一つにまとまり、そのときの電子密度は、一般に冬より夏の方が大きい。

	A	B	C
1	冬より夏	E 層	冬
2	冬より夏	F 層	冬
3	冬より夏	E 層	夏
4	夏より冬	E 層	冬
5	夏より冬	F 層	夏

A-18 次の記述は、図に示す構成によりマイクロ波のアンテナの利得を測定する方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、各アンテナの損失は無視し、基準アンテナと被測定アンテナは同じ位置に置くものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 絶対利得 G_t (真数) の送信アンテナから送信電力 P_t [W] を送信したとき、距離 d [m] 離れた受信点での電波の電力束密度 p は、次式で表される。

$$p = \boxed{A} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{①}$$
- (2) スイッチ SW を基準アンテナ側にして受信電力 P_s [W] を測定する。基準アンテナの絶対利得及び実効面積をそれぞれ G_s (真数) 及び S [m²]、波長を λ [m] とすれば、式①から、 P_s は、次式で表される。

$$P_s = Sp = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_s p = \boxed{B} \times G_s G_t P_t \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{②}$$
- (3) SW を被測定アンテナ側にして受信電力 P_x [W] を測定する。被測定アンテナの利得を G_x (真数) とすれば、式②と同様に、 P_x は、次式で表される。

$$P_x = \boxed{B} \times G_x G_t P_t \text{ [W]} \dots\dots\dots \text{③}$$
- (4) 式②と③から、 G_x は次式となり、被測定アンテナの利得が測定できる。

$$G_x = \boxed{C}$$

	A	B	C
1	$\frac{G_t P_t}{d^2}$	$\frac{1}{4\pi} \left(\frac{\lambda}{d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
2	$\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$
3	$\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
4	$\frac{G_t P_t}{\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s P_x}{P_s}$
5	$\frac{G_t P_t}{4\pi d^2}$	$\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$	$\frac{G_s}{P_x}$

A-19 次の記述は、図に示す小形アンテナの放射効率を測定する Wheeler cap (ウィーラー・キャップ) 法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、金属の箱及び地板の大きさ及び材質は、測定条件を満たしているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、地板の上に置いた被測定アンテナに、アンテナ電流の分布を乱さないよう適当な形及び大きさの金属の箱をかぶせて隙間がないように密閉し、被測定アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値は、アンテナからの放射がないので、アンテナの □ B □ とみなせる。
- (2) 次に金属の箱を取り除いて、同様に、被測定アンテナの入力インピーダンスの □ A □ を測定する。この値はアンテナの □ B □ と □ C □ の和である。
- (3) 放射効率は、(1)と(2)の測定値の差から求められる □ C □ を(2)で測定した □ A □ で割った値で表される。

	A	B	C
1	虚数部	絶縁抵抗	損失抵抗
2	虚数部	損失抵抗	放射抵抗
3	実数部	絶縁抵抗	損失抵抗
4	実数部	放射抵抗	損失抵抗
5	実数部	損失抵抗	放射抵抗

A-20 次の記述は、電波暗室について述べたものである。このうち誤っているもの下の番号から選べ。

- 1 電波暗室内の壁面や天井及び床に電波吸収体を張り付けて自由空間とほぼ同等の空間を実現したもので、アンテナの指向性の測定などを能率的に行うことができる。
- 2 電波暗室には、電磁的なシールドが施されている。
- 3 電波吸収体は、使用周波数に適した材質、形状のものをを用いる。
- 4 電波暗室内で、測定するアンテナを設置する場所をフレネルゾーンといい、そこへ到来する不要反射電力が決められた値以下になるように設計されている。
- 5 電波暗室の性能は壁面や天井及び床などからの反射電力の大小で評価され、評価法にはアンテナパターン比較法や空間定在波法などがある。

B-1 次の記述は、自由空間において、半波長ダイポールアンテナの最大放射方向における電界強度を求める方法について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

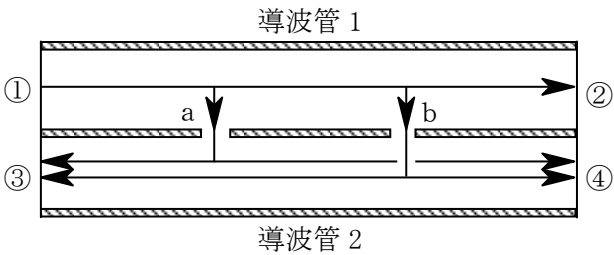
- (1) 半波長ダイポールアンテナの実効長を l_e [m]、給電点の電流を I_0 [A] 及び波長を λ [m] とすれば、アンテナの最大放射方向における距離 d [m] の点の電界強度 E は、次式で表される。
 $E =$ [V/m] ①
- (2) 半波長ダイポールアンテナの実効長 l_e は、次式で表される。
 $l_e =$ [m] ②
- (3) アンテナからの放射電力を P_t [W]、放射抵抗を R_r [Ω] とすれば、給電点の電流 I_0 は、次式で表される。
 $I_0 =$ [A] ③
- (4) 式①に式②及び③を代入すると、 E は、次式で表される。
 $E =$ [V/m] ④
- (5) 式④の R_r に半波長ダイポールアンテナの放射抵抗の値を代入すると、 E は、次式で表される。
 $E \doteq$ [V/m]

- | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|---|--|----|---------------------------|
| 1 | $\frac{60\pi I_0 l_e}{\lambda d}$ | 2 | $\frac{2\lambda}{\pi}$ | 3 | $\frac{P_t}{R_r}$ | 4 | $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{8,100 P_t}{R_r}}$ | 5 | $\frac{7\sqrt{P_t}}{d}$ |
| 6 | $\frac{45\pi I_0 l_e}{\lambda d}$ | 7 | $\frac{\lambda}{\pi}$ | 8 | $\sqrt{\frac{P_t}{R_r}}$ | 9 | $\frac{1}{d} \sqrt{\frac{3,600 P_t}{R_r}}$ | 10 | $\frac{\sqrt{30 P_t}}{d}$ |

B-2 次の記述は、図に示す 2 結合孔方向性結合器について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 2 本の導波管を平行にして密着させ、その密着面に管内波長の の間隔で 2 個の結合孔 a 及び b を開けたものである。導波管の一方が主伝送路で、他方が副伝送路として働き、主伝送路に沿って一方向に進行する電磁波の一部を取り出し、それを副伝送路に移して特定の方向に進行させるものである。
- (2) 各伝送路が無反射終端されている場合、端子①から入力された電磁波は、その一部が a 及び b を通ってそれぞれ端子③及び④へ等分される。このとき④へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離が等しいので、同位相で加わり合う。また、③へ向かう電磁波は、a を通る伝送距離と b を通る伝送距離との間に 1/2 波長の経路差があるので、 [rad] の位相差があり、互いに 。
- (3) この方向性結合器は、原理的に周波数特性が であるので、通常、多数の結合孔を設けて周波数特性を改善する。このときの各結合孔の面積は、結合孔の によって決まる。

- | | | | | | | | | | |
|---|--------|---|-------|---|---------|---|-----|----|-----|
| 1 | 打ち消し合う | 2 | π | 3 | $\pi/4$ | 4 | 狭帯域 | 5 | 間隔 |
| 6 | 広帯域 | 7 | 加わり合う | 8 | 数 | 9 | 1/4 | 10 | 1/8 |



B－3 次の記述は、基本的な八木・宇田アンテナ（八木アンテナ）について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、波長を λ [m] とする。

- (1) 放射器として半波長ダイポールアンテナ又は □ ア □ が用いられ、反射器は 1 本、導波器は利得を上げるために複数本用いられることが多い。
(2) 三素子のときには、素子の長さは、反射器が最も長く、 □ イ □ が最も短い。
(3) 放射器と反射器の間隔を □ ウ □ [m] 程度にして用いる。
(4) 素子の太さを太くすると、帯域幅がやや □ エ □ なる。
(5) 放射される電波が水平偏波のとき、水平面内の指向性は □ オ □ である。

- 1 水平ビームアンテナ
2 放射器
3 $\lambda/4$
4 広く
5 全方向性
6 折返し半波長ダイポールアンテナ
7 導波器
8 $\lambda/2$
9 狭く
10 単一指向性

B－4 次の記述は、各周波数帯における電波の伝搬について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 とし て解答せよ。

- ア 長波(LF)帯では、日の出及び日没のときに受信電界強度が急に強くなる日出日没現象がある。
イ 中波(MF)帯では、夜間は電離層(D 層)で吸収されるので地表波のみが伝搬するが、昼間は D 層が消滅するため電離層(E 層) 反射波も伝搬する。
ウ 短波(HF)帯は、主に電離層伝搬であり、電離層による吸収及び反射の影響が大きく、昼夜、季節、太陽活動などの変化によ り最適の伝搬周波数が異なる。
エ 超短波(VHF)帯では、一年を通じて電離層を突き抜けるので、電離層からの反射波はない。
オ マイクロ波(SHF)帯及びミリ波(EHF)帯では、酸素及び水蒸気による共鳴吸収及び降雨による減衰が大きくなる。

B－5 次の記述は、給電線上の電圧分布から給電線の特性インピーダンスを求める方法について述べたものである。□ 内に入れ るべき字句を下の番号から選べ。ただし、給電線の特性インピーダンスを Z_0 [Ω] とし、損失はないものとする。また、給電 線の終端に既知抵抗 R [Ω] を接続するものとする。

- (1) 図に示すように、給電線上に生じた定在波の最大値を V_{\max} [V]、最小値を V_{\min} [V]、電圧反射係数を Γ とすれば、電圧 定在波比 S は次式で表される。

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \text{□ ア □} \quad \dots\dots \text{①}$$

- (2) Γ は、 Z_0 及び R を用いて次式で表される。

$$|\Gamma| = \text{□ イ □} \quad \dots\dots \text{②}$$

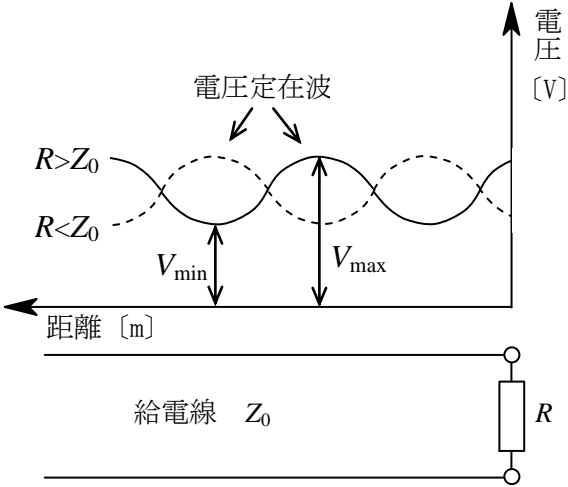
- (3) $R > Z_0$ のとき、 S の値は、式①及び②から次式で表される。

$$S = \text{□ ウ □} \quad \dots\dots \text{③}$$

したがって、 $Z_0 = \text{□ エ □}$ [Ω] が得られる。

$R < Z_0$ のときも同様にして求めることができる。

- (4) 定在波が生じていない場合には $V_{\max} = V_{\min}$ であるから、
 $Z_0 = \text{□ オ □}$ [Ω] である。



- 1 $\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$
2 $\frac{|R+Z_0|}{|R-Z_0|}$
3 $\frac{R}{Z_0}$
4 $\frac{R V_{\max}}{V_{\min}}$
5 $4R$
6 $\frac{1-|\Gamma|}{1+|\Gamma|}$
7 $\frac{|R-Z_0|}{|R+Z_0|}$
8 $\frac{Z_0}{R}$
9 $\frac{R V_{\min}}{V_{\max}}$
10 R