

令和元年度

第 2 種

電力・管理

(第 1 時限目)

## 答案用紙記入上の重要事項及び注意事項

指示がありましたら答案用紙（記述用紙）4枚を引き抜いてください。答案用紙には、4枚とも直ちに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

## 1. 重要事項

- a. 「選択した問の番号」欄には、必ず選択した問番号を記入してください。  
記入した問番号で採点されます。問番号が未記入のものは、採点されません。
- b. 計算問題では、解に至る過程を簡潔に記入してください。  
導出過程が不明瞭な答案は、0点となる場合があります。

## 2. 注意事項

- 記入には、濃度HBの鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
- 答案用紙は1問につき1枚としてください。
- 計算問題の答は、特に指定がない限り、有効数字は3桁です。なお、解答以外の数値の桁数は、誤差が出ないように多く取ってください。

例：線電流  $I$  は

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.9} = 32.075 \text{ A} \quad (\text{答}) 32.1 \text{ A}$$

1線当たりの損失  $P_L$  は

$$P_L = I^2 R = 32.075^2 \times 0.2 = 205.76 \text{ W} \quad (\text{答}) 206 \text{ W}$$

- 記述問題については、問題の要求を逸脱しないでください。  
例：「問題文に3つ答えよ。」という要求で、4つ以上答えてはいけません。
- 氏名は記載しないでください。（答案用紙に氏名記載欄はありません。）

答案用紙は、白紙解答であっても4枚すべて提出してください。  
なお、この問題冊子についてはお持ち帰りください。

問 1～問 6 の中から任意の 4 問を解答すること。(配点は 1 問題当たり 30 点)

問 1 火力発電所の所内交流回路には、送電系統や所内回路の事故により電源喪失した場合でも安全面や設備保全で重要な補機電動機(負荷)が運転継続できるように、非常用ディーゼル発電機が接続できる電源系統構成となっている。この電源系統に接続されている補機電動機(負荷)のうち、蒸気タービン又はタービン発電機に関するものを二つ挙げ、停止させない理由をそれぞれ 200 字以内で述べよ。

問2 図に示すように、発電機より直列リアクタンス  $X$  をもつ送電線を介して負荷に有効電力  $P$ 、無効電力  $Q$  を供給している場合を考える。ここに送電端電圧を  $V_s \angle \delta$ 、受電端(負荷端)電圧を  $V_r \angle 0$  とする。また、無効電力の符号は遅れ無効電力を正とする。

(1) 負荷の有効電力  $P$  及び無効電力  $Q$  を、 $V_s$ 、 $V_r$ 、 $\delta$  及び  $X$  で表す式を導出せよ。

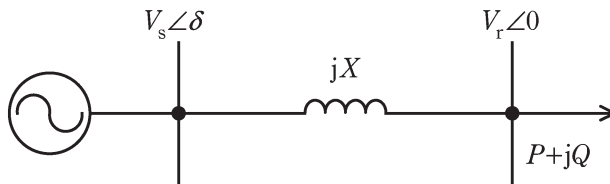
(2) 送電端電圧の大きさ  $V_s$  を 1 p.u.、送電線から負荷に供給する有効電力  $P$  を 0.5 p.u.、無効電力  $Q$  を 0 p.u. とするとき、受電端電圧の大きさ  $V_r$  及び  $\delta$  ( $0^\circ \leq \delta < 45^\circ$ ) を求めたい。ここに送電線のリアクタンス  $X$  は 0.5 p.u. とする。

a) 有効電力に関する式から  $V_r$  を、 $\delta$  を用いて表せ。

b) 無効電力に関する式から  $V_r$  を、 $\delta$  を用いて表せ。

c) a) 及び b) の結果から  $\delta$  及び  $V_r$  の値を求めよ。

ただし、 $\sin 2x = 2 \sin x \cos x$ 、 $\cos 2x = 2 \cos^2 x - 1$  を用いてもよい。



問3 電力系統の過渡安定性に関して、次の問に答えよ。

(1) 図1の1機無限大母線系統の過渡安定性について考える。発電機は、過渡リアクタンスを無視し、電圧  $E_1 \angle \delta$  で表され、送電線路は、1回線あたりのリアクタンスが  $X_L$  の送電線が2回線併用されているものとする。また、発電機の機械的入力を  $P_m$ 、無限大母線の電圧を  $E_0 \angle 0$  とする。

送電端の至近で1回線三相地絡事故が発生し、同回線の両端の遮断器を開放することで事故を除去した場合を想定したとき、事故発生前、事故継続中、事故除去後の電力相差角曲線 ( $P-\delta$  曲線) は図2のとおり表される。ここに、事故が除去されたときの  $\delta$  を  $\delta_a$  とし、 $\delta$  はその後、 $\delta_b$  まで至ったものとするとき、図2の面積  $abcd$  と面積  $defg$  のそれぞれについて、発電機の加速エネルギー又は減速エネルギーのどちらを表すか答えよ。

(2) 事故除去が遅れ、 $\delta_a$  が大きくなった場合、過渡安定性を維持できる限界について、図2に記載されている記号を用いて簡潔に説明せよ。

(3) 図1の送電線路の中間点に開閉所を設置した図3の系統において、小問(1)と同じ事故が発生し、事故が発生した回線の両端の遮断器を開放することで事故を除去した場合を想定する。このとき、事故除去後の電力相差角曲線の電力の最大値は、開閉所の設置前の何倍になるか答えよ。

(4) 小問(3)の開閉所の設置により、過渡安定性が向上するか低下するかについて、加速エネルギーと減速エネルギーの変化に触れながら200字程度以内で説明せよ。

(5) 図3の系統において、送電線路の中間点にある開閉所に無効電力を高速に補償する装置を設置し、事故除去後、位相角  $\delta$  が最大値に至るまでの間、遅れ無効電力を系統側に注入した場合、小問(3)のときと比べ、位相角  $\delta$  の最大値はどう変化するか。加速エネルギーと減速エネルギーの変化に触れながら200字程度以内で説明せよ。

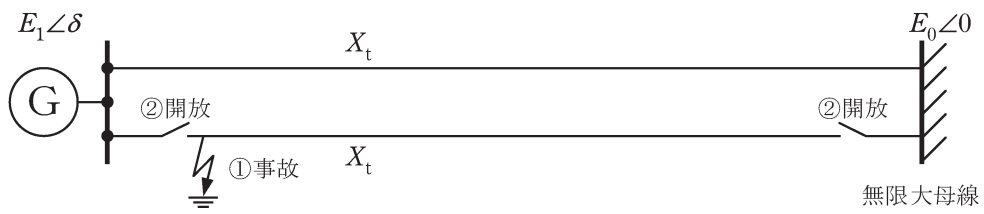


図 1

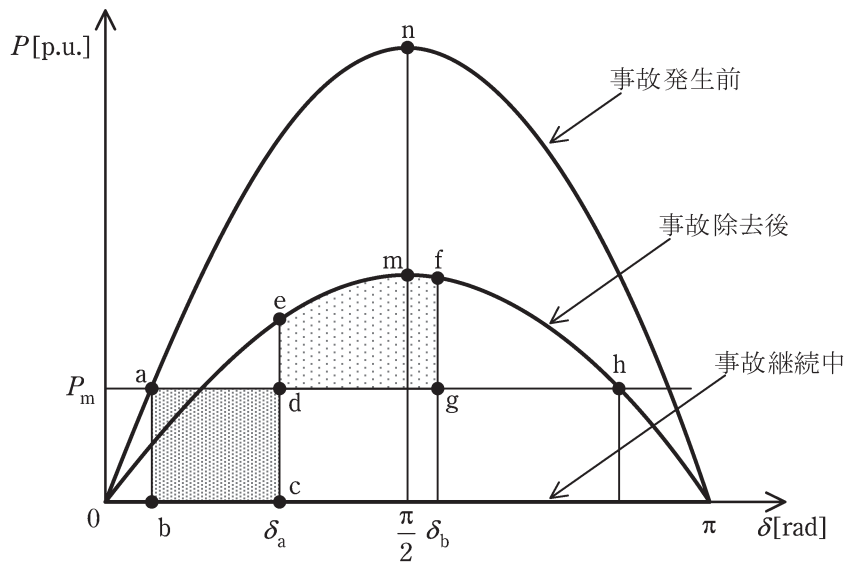


図 2

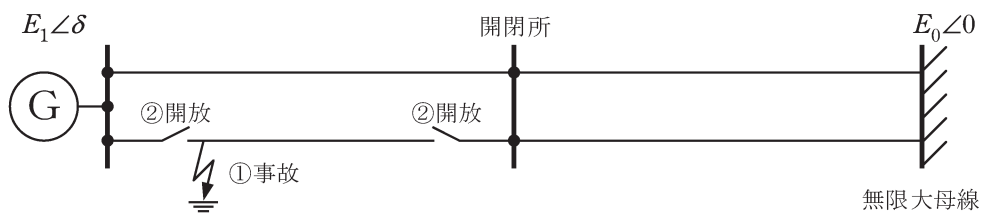


図 3

問4 配電系統の電力損失を低減することはエネルギー資源の効率的な活用に有用である。次の問に答えよ。

(1) 柱上変圧器を重負荷地点近傍に設置することは、電力損失を低減する方策の一つである。これ以外の配電系統の電力損失低減策を三つ述べよ。

(2) 柱上変圧器を重負荷地点近傍に設置することによる電力損失低減効果について、a) 平等負荷分布(各地点での負荷電流が同じ)及びb) 不平等負荷分布における電力損失を求めることにより、b) が a) より小さくなることを示したい。

a) 図1に示すように、平等負荷分布である単相2線式の低圧配電系統において、電線こう長  $L$  [m]、A点から  $x$  [m] だけ離れた地点の線路電流  $I_x$  [A] を求めたうえで、低圧配電線の全区間の電力損失を  $I_s$ 、 $L$ 、 $r$  を用いて求めよ。ただし、変圧器二次側の送電線電流  $I_s$  [A]、電線単位長抵抗  $r$  [ $\Omega$ /m] とし、配電線路の線路特性は均一として、電源電圧は一定であるものとする。

b) 図2に示すように、末端へ行くほど直線的に減少する不平等負荷分布である単相2線式の低圧配電系統において、A'点から  $x'$  [m] だけ離れた地点の負荷電流密度  $i'_x$  [A/m] 及び線路電流  $I'_x$  [A] を、A'点の負荷電流密度  $i'_0$  [A/m] を用いて求めたうえで、低圧配電線の全区間の電力損失を  $I_s$ 、 $L$ 、 $r$  を用いて求めよ。ただし、電流分布以外の条件は a) と同様とする。

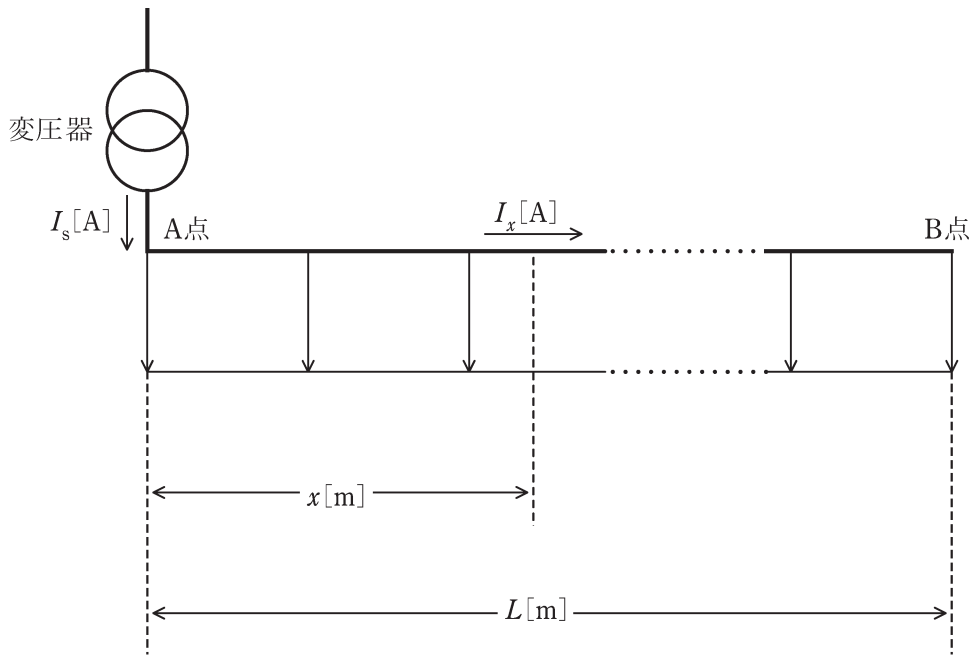


图1 平等負荷分布

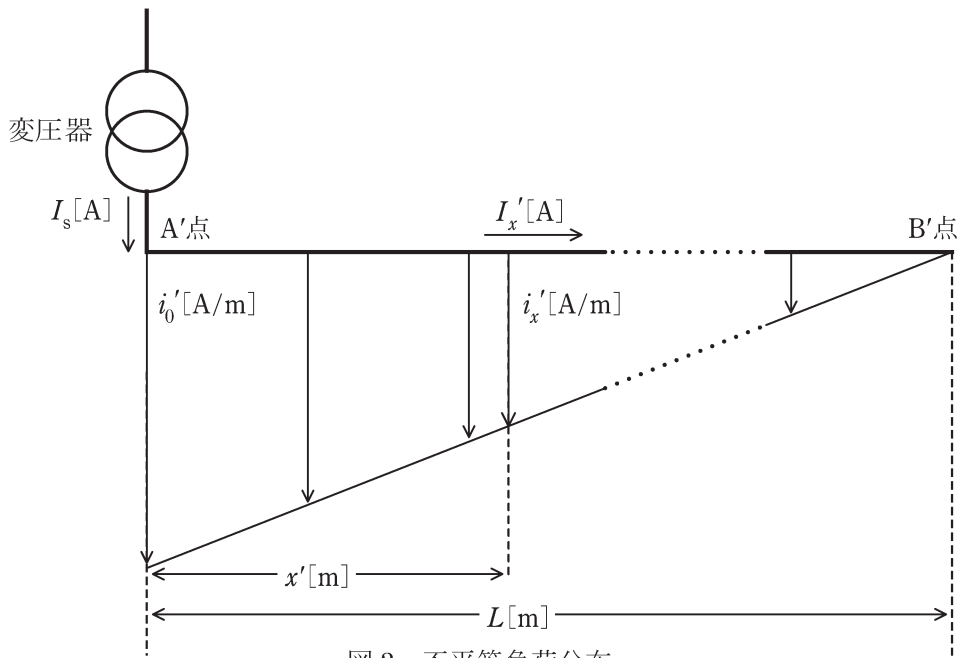


图2 不平等負荷分布



問5 電力系統における無効電力の変化による電圧変動に関し、次の問に答えよ。

なお、各要素と単位は次のとおりとする。

有効電力  $P$  : [W], 無効電力  $Q$  : [var], 送電端電圧  $V_s$  及び受電端電圧  $V_r$  : [V],  
 抵抗  $r$  及びリアクタンス  $x$  : [ $\Omega$ ]

(1) 図1は、電源から負荷(遅れ力率)に電力  $P+jQ$  を送電している状態を示している。次の a) 及び b) について答えよ。

a) 受電端電圧  $V_r$  を基準として、1相分の電圧、電流の関係をベクトル図で表せ。ただし、受電端電圧  $V_r$  及び送電端電圧  $V_s$  は線間電圧とする。

b) 負荷の有効電力  $P$ , 抵抗  $r$  及びリアクタンス  $x$  は一定とし、 $V_s$  と  $V_r$  の位相差は近似的に零であるとみなした場合、無効電力の変化  $\Delta Q$  と、それによる受電端電圧の変化  $\Delta v$  とは、①式の関係があることを証明せよ。ただし、送電端電圧  $V_s$  は一定とし、受電端電圧  $V_r$  の変化は小さく、また、 $r \ll x$  とする。

$$\Delta v \propto -x \cdot \Delta Q \cdots \cdots \text{①}$$

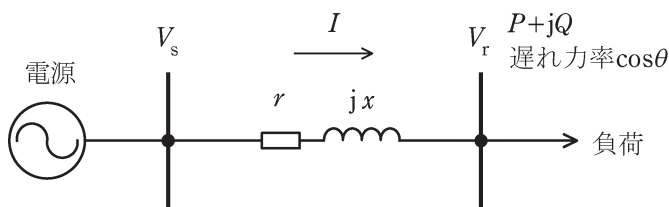


図1

(2) 図 2 は、電源 1(商用電源)に電源 2(分散電源)が接続された電力系統を示している。22 kV 母線に分路リアクトル(ShR)を投入したとき、22 kV 母線の電圧変動率を 2 % 以下にするためには、投入する容量  $Q_R$  は最大何 Mvar とすべきか。1 Mvar 未満は四捨五入して答えよ。ただし、①式が成立するものとし、22 kV 母線の電圧  $V_{22}$  の送電端電圧  $V_s$  に対する電圧変化を  $v$  とすると、22 kV 母線の電圧変動率  $\%v_{22}$  は次式で表されるものとする。

$$\%v_{22}[\%] = \frac{v}{V_{22}} \times 100[\%]$$

また、系統各部のリアクタンスは 10 MV・A 基準の値とし、電源電圧は変化しないものとする。

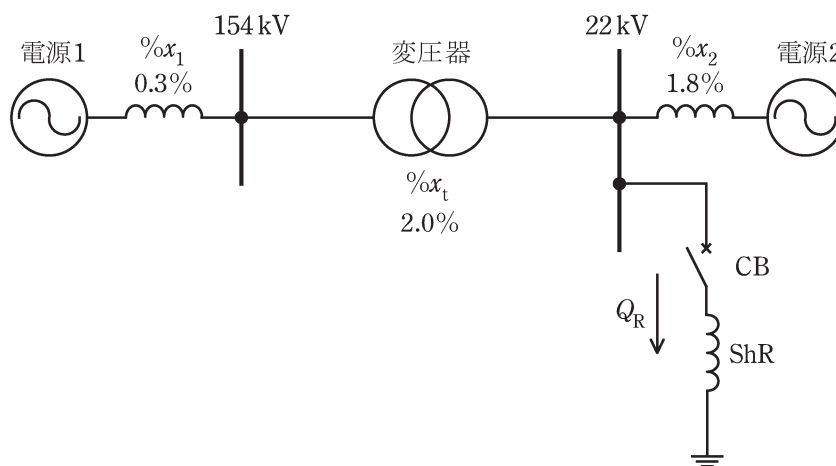


図 2

問6 事業用電気工作物としての発電用風力設備に関して、次の問に答えよ。

- (1) 発電用風力設備は、公衆安全と電気保安の確保のために、設置時のみならず、巡視・点検等継続的に保守管理を行うことにより、運用中も「発電用風力設備に関する技術基準を定める省令」に適合するよう維持しなければならない。発電用風力設備において維持すべき重要な技術要件を二つ答えよ。
- (2) 風車が構造上安全であるために設計上考慮すべき風圧荷重を二つ答えよ。
- (3) 避雷塔や避雷針を施設する方法以外に、雷撃からブレードを保護する措置を答えよ。
- (4) 風力発電設備内部を雷撃から保護するために等電位ボンディングという方法が採用されている。この保護の方法について答えよ。

令和元年度第二種電気主任技術者二次試験 標準解答

配点：一題当たり 30 点

電力・管理科目 4 題×30 点＝120 点

機械・制御科目 2 題×30 点＝ 60 点

<電力・管理科目>

[問 1 の標準解答]

接続されている代表的な負荷と理由は次のとおり。

・ターニングギア電動機

(理由)ユニット停止後もタービン車室は高温であり、タービンロータが熱により偏心することを防止するため、一定時間はターニング装置でロータを回転させておく必要がある。

・発電機(水素)密封油ポンプ電動機

(理由)発電機機内は冷却のために水素が封入されており、機外へ漏れ出すことがないように、機内圧を下げて水素を抜き取るまでロータ軸封部には油を供給し続ける必要がある。

[問 2 の標準解答]

(1) 送電線を流れる電流  $I$  は、単位法を用いる場合、下式で与えられる。

$$\begin{aligned} \dot{I} &= \frac{V_s e^{j\delta} - V_r}{jX} = \frac{V_s \cos \delta + jV_s \sin \delta - V_r}{jX} \\ &= \frac{1}{X} V_s \sin \delta - j \frac{1}{X} (V_s \cos \delta - V_r) \end{aligned}$$

したがって、複素電力は次式となり、

$$\begin{aligned} P + jQ &= \dot{V}_r \bar{\dot{I}} = V_r \bar{\dot{I}} \\ &= \frac{1}{X} V_s V_r \sin \delta + j \frac{1}{X} (V_s V_r \cos \delta - V_r^2) \end{aligned}$$

つまり答えは次式のとおりとなる。

$$P = \frac{1}{X} V_s V_r \sin \delta \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

... (答)

$$Q = \frac{1}{X} (V_s V_r \cos \delta - V_r^2) \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

... (答)

(2) 与えられた条件を①, ②式に代入すると,

$$0.5 = \frac{1}{0.5} V_r \sin \delta$$

$$0 = \frac{1}{0.5} (V_r \cos \delta - V_r^2)$$

となるため, 次式が得られる。  $V_r \neq 0$  なので,

a)  $V_r = \frac{0.25}{\sin \delta} \dots\dots\dots \textcircled{3}$

... (答)

b)  $V_r = \cos \delta \dots\dots\dots \textcircled{4}$

... (答)

c) ④式を③式に代入すると,

$$\sin \delta \cos \delta = 0.25$$

となるため,

$$\sin 2\delta = 0.5 \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

となる。⑤式より  $0^\circ \leq \delta < 45^\circ$  を考慮すれば,

$$2\delta = 30^\circ$$

$$\therefore \delta = 15^\circ \dots\dots \text{(答)}$$

となる。また⑤式より,

$$\cos 2\delta = \sqrt{1 - 0.5^2} = 0.8660$$

となり,  $\cos 2x = 2\cos^2 x - 1$  を用いれば,

$$\cos^2 \delta = \frac{1.866}{2}$$

$$\cos \delta = 0.966$$

となる。④式より,

$$V_r = 0.966 \text{ p.u.} \dots\dots \text{(答)}$$

となる。

[問3の標準解答]

- (1) 面積 abcd : 加速エネルギー, 面積 defg : 減速エネルギー
- (2) 面積 abcd と面積 deh が等しくなる場合が過渡安定性を維持できる限界となる。
- (3) 電力相差角曲線の電力の最大値は, 電源と無限大母線間のリアクタンスに反比例する。開閉所設置前の事故除去後のリアクタンスは  $X_t$ , 開閉所設置後の事故除去後のリアクタンスは  $\frac{X_t}{2} + \frac{X_t}{2} \div 2 = \frac{3X_t}{4}$  であるから, 電力相差角曲線の電力の最大値は  $\frac{4}{3}$  倍となる。
- (4) 加速エネルギーは開閉所設置前と変わらないが, 事故除去後に位相角がある値に至るまでの減速エネルギーは開閉所設置前より増加することから, 過渡安定性が向上する。
- (5) 遅れの無効電力を系統側に注入することで, 系統の電圧が上昇することから, 事故除去後の電力相差角曲線が  $P$  軸の正方向に大きくなる。加速エネルギーは変わらないが, 事故除去後に位相角がある値に至るまでの減速エネルギーは小問(3)のときより増加することから, 位相角  $\delta$  の最大値は小さくなる。

[問4の標準解答]

(1) 以下の項目から3項目記載されていればよい。

- ・配電電圧を格上げする(昇圧)。
- ・力率改善用コンデンサを設置する。
- ・負荷電流の不均衡を是正する。
- ・電線の太線化
- ・回線数を増加する。(複線化, ネットワーク化, 単相3線方式の採用など)
- ・低損失の柱上変圧器を適用

など

(2)

a) 図1より①式が成り立つことから, A点から $x$ 点だけ離れた地点の線路電流 $I_x$ は, ②式で求められる。

$$\frac{I_s}{L} = \frac{I_x}{L-x} \dots\dots\dots \text{①}$$

$$\therefore I_x = I_s \cdot \frac{L-x}{L} \dots\dots\dots \text{②}$$

... (答)

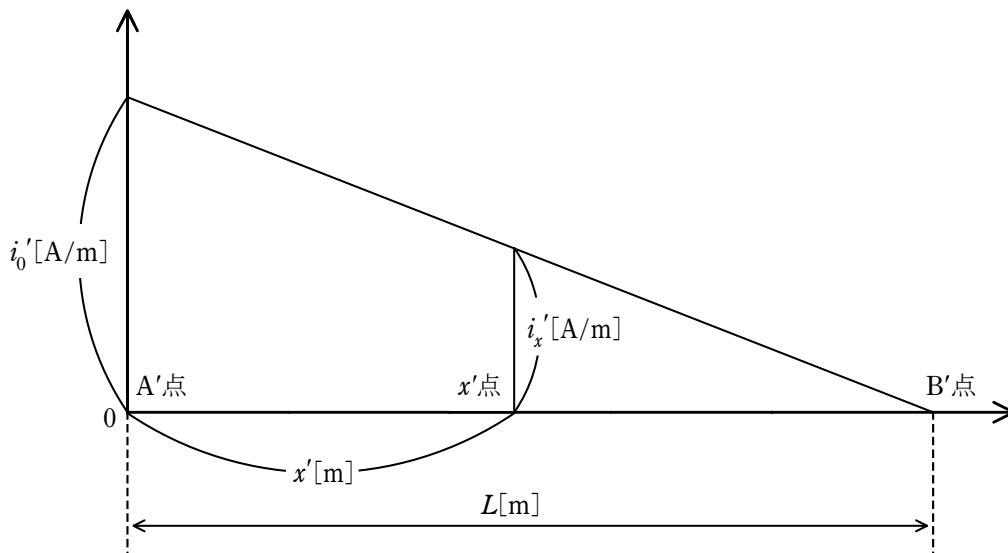
配電線の単位長当たりの線路抵抗は $r$  [ $\Omega/m$ ]であり, 配電線路の線路特性は均一であるため, 電線1線当たりの電力損失 $W_{1x}$ は, 次式で与えられる。

$$\begin{aligned} W_{1x} &= \int_0^L I_x^2 \cdot r dx = \int_0^L \left( I_s \cdot \frac{L-x}{L} \right)^2 \cdot r dx \\ &= \frac{I_s^2 \cdot r}{L^2} \int_0^L (L-x)^2 dx = \frac{I_s^2 \cdot r}{L^2} \left[ L^2 x - Lx^2 + \frac{x^3}{3} \right]_0^L \\ &= \frac{I_s^2 \cdot r}{L^2} \left( L^3 - L^3 + \frac{L^3}{3} \right) = \frac{I_s^2 \cdot L \cdot r}{3} \end{aligned}$$

ゆえに, 単相2線式の低圧配電系統における全区間の電力損失 $W_{2x}$ は, 次式のとおりとなる。

$$W_{2x} = 2 \cdot \frac{I_s^2 \cdot L \cdot r}{3} = \frac{2}{3} I_s^2 \cdot L \cdot r \text{ [W]} \dots\dots \text{(答)}$$

b) 解図より，A'点からx'点だけ離れた地点の負荷電流密度*i'<sub>x</sub>*は，始端の負荷電流密度*i'<sub>0</sub>*を用いて次式で表される。



解図 不平等負荷分布の給電

$$i'_x = \frac{L-x'}{L} \cdot i'_0 \text{ [A/m]} \quad \dots (\text{答})$$

$x'$  点の線路電流  $I'_x$  は，次式で表される。

$$\begin{aligned} I'_x &= \int_{x'}^L i'_x dx' = \frac{i'_0}{L} \int_{x'}^L (L-x') dx' \\ &= \frac{i'_0}{L} \left[ Lx' - \frac{1}{2} x'^2 \right]_{x'}^L = \frac{i'_0}{2L} (L^2 - 2Lx' + x'^2) \\ &= \frac{i'_0}{2L} (L-x')^2 \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$

配電線の単位長当たりの線路抵抗は  $r$  [ $\Omega$ /m] であり，配電線路の線路特性は均一であるため，電線 1 線当たりの電力損失  $W_{1x'}$  は，次式で与えられる。



$$\begin{aligned}
W_{1x'} &= \int_0^L I_x'^2 \cdot r dx' = \int_0^L \left[ \frac{i_0'}{2L} (L-x')^2 \right]^2 \cdot r dx' \\
&= \frac{r i_0'^2}{4L^2} \int_0^L (L-x')^4 dx' = \frac{r i_0'^2}{4L^2} \int_0^L (L^4 - 4L^3 x' + 6L^2 x'^2 - 4L x'^3 + x'^4) dx' \\
&= \frac{r i_0'^2}{4L^2} \left[ L^4 x' - 2L^3 x'^2 + 2L^2 x'^3 - L x'^4 + \frac{1}{5} x'^5 \right]_0^L \\
&= \frac{r i_0'^2}{4L^2} \left[ \frac{1}{5} L^5 \right] = \frac{r L^3}{20} i_0'^2
\end{aligned}$$

ゆえに、単相 2 線式の低圧配電系統における全区間の電力損失  $W_{2x'}$  は、次式のとおりとなる。

$$W_{2x'} = 2 \cdot \frac{r L^3}{20} i_0'^2 = \frac{1}{10} i_0'^2 \cdot L^3 \cdot r [\text{W}]$$

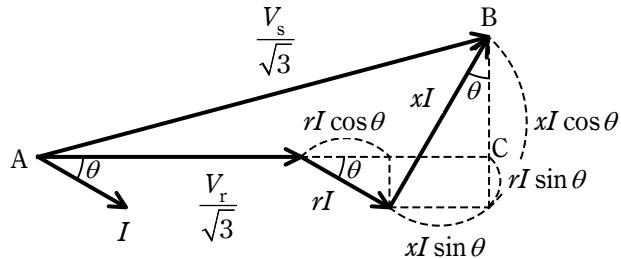
ここで、 $I_s = \frac{1}{2} L i_0'$  であることから、 $i_0' = \frac{2I_s}{L}$  を上式に代入する。

$$W_{2x'} = \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{2I_s}{L} \right)^2 \cdot L^3 \cdot r = \frac{2}{5} I_s^2 \cdot L \cdot r [\text{W}] \quad \dots (\text{答})$$

[問5の標準解答]

(1)

a)  $V_s$ ,  $V_r$  を線間電圧，負荷が遅れ力率のとき，1相分の電圧，電流のベクトルは次の図のように表される。



b) ベクトル図より，

$$\frac{V_s}{\sqrt{3}} = \frac{V_r}{\sqrt{3}} + (rI \cos \theta + xI \sin \theta) + j(xI \cos \theta - rI \sin \theta)$$

題意より，  $j(xI \cos \theta - rI \sin \theta) = 0$

よって，

$$\frac{V_s}{\sqrt{3}} = \frac{V_r}{\sqrt{3}} + (rI \cos \theta + xI \sin \theta)$$

受電端電圧の変化を  $v$  とすると，

$$v = -\sqrt{3}(rI \cos \theta + xI \sin \theta)$$

三相負荷の有効電力  $P$ ，無効電力  $Q$  は，次式で表される。

$$P = \sqrt{3}V_r I \cos \theta$$

$$Q = \sqrt{3}V_r I \sin \theta$$

したがって，

$$v = -\frac{r \cdot \sqrt{3}V_r I \cos \theta + x \cdot \sqrt{3}V_r I \sin \theta}{V_r} = -\frac{rP + xQ}{V_r}$$

ここで題意より， $P$ ， $r$ ， $x$  が一定， $r \ll x$  であることから，上式は次のように表すことができる。

$$v = -\frac{x \cdot Q}{V_r}$$

したがって、無効電力の変化  $\Delta Q$  と受電端の電圧変化  $\Delta v$  は  $\Delta v \propto -x \cdot \Delta Q$  の関係が成立する。

(2)

図 2 より、22 kV 母線から電源側を見たリアクタンス  $\%x_{22}$  は、

$$\%x_{22} = \frac{(\%x_1 + \%x_t) \times \%x_2}{\%x_1 + \%x_t + \%x_2} = \frac{(0.3 + 2.0) \times 1.8}{0.3 + 2.0 + 1.8} = 1.0098 \%$$

小問(1) b より、22 kV 母線の電圧変動率  $\%v_{22}$  の大きさを絶対値で表記すると、次式で表される。

$$|\%v_{22}| = \frac{|v|}{V_{22}} \times 100 = \frac{x_{22} \cdot Q_R}{V_{22}^2} \times 100$$

ここで、基準容量を  $P_B$  とおくと、

$$x_{22} = \frac{V_{22}^2 \cdot \%x_{22}}{P_B \times 100}$$

したがって、

$$|\%v_{22}| = \frac{\%x_{22} \cdot Q_R}{P_B}$$

よって、22 kV 母線の電圧変動率を 2% 以下にするためには、投入する分路リアクトルの最大容量  $Q_R$  は、次式のように計算される。

$$Q_R = |\%v_{22}| \times \left( \frac{P_B}{\%x_{22}} \right) = 2.0\% \times \frac{10 \text{ MV} \cdot \text{A}}{1.0098\%} = 19.806 \text{ MV} \cdot \text{A}$$

リアクトルの容量単位表記を Mvar とし、1 Mvar 未満を四捨五入すると、分路リアクトルの最大容量  $Q_R$  は、20 Mvar となる。・・・ (答)

< (2) の別解 > (絶対値表記をしないで計算した場合)

図 2 より, 22 kV 母線から電源側を見たリアクタンス $\%x_{22}$ は,

$$\%x_{22} = \frac{(\%x_1 + \%x_t) \times \%x_2}{\%x_1 + \%x_t + \%x_2} = \frac{(0.3 + 2.0) \times 1.8}{0.3 + 2.0 + 1.8} = 1.0098 \%$$

小問 (1) b より, 22 kV 母線の電圧変動率 $\%v_{22}$ は, 次式で表される。

$$\%v_{22} = \frac{v}{V_{22}} \times 100 = -\frac{x_{22} \cdot Q_R}{V_{22}^2} \times 100$$

ここで, 基準容量を  $P_B$  とおくと,

$$x_{22} = \frac{V_{22}^2 \cdot \%x_{22}}{P_B \times 100}$$

したがって,

$$\%v_{22} = -\frac{\%x_{22} \cdot Q_R}{P_B}$$

よって, 22 kV 母線の電圧変動率を 2%以下にするためには, 投入する分路リアクトルの最大容量  $Q_R$  は, 次式のように計算される。

$$Q_R = -\%v_{22} \times \left( \frac{P_B}{\%x_{22}} \right) = -(-2.0\%) \times \frac{10 \text{ MV} \cdot \text{A}}{1.0098\%} = 19.806 \text{ MV} \cdot \text{A}$$

リアクトルの容量単位表記を Mvar とし, 1 Mvar 未満を四捨五入すると, 分路リアクトルの最大容量  $Q_R$  は, 20 Mvar となる。・・・ (答)

[問6の標準解答]

(1) 下記の内容から、二つの技術要件が記載されていればよい。

- ・危険表示や接近する恐れがないような措置など取扱者以外の者に対する危険防止措置を維持する。
- ・風車のハブ・ナセルの落下、ブレードの飛散などが発生しないように風車の構造上の安全を維持する。
- ・タワーの倒壊などが発生しないように風車を支持する工作物の構造上の安全を維持する。
- ・過回転時や制御機能喪失時の自動停止等により風車の安全な状態を確保する。
- ・雷撃防止措置等により風車の安全な状態を確保する。
- ・圧油装置等の危険の防止を図る。

など

(2) ・突風や台風等の強風による風圧荷重のうち最大のもの

- ・風速及び風向の時間的变化により生じる変動荷重

(3) 設置場所の落雷条件を考慮して、レセプターを風車へ取り付ける及び雷撃によって生じる電流を風車に損傷を与えることなく安全に地中に流すことができる引下げ導体等を施設する。

(4) 風力発電設備内部の離れた導電性部分間を直接導体又はサージ保護装置で電氣的に接続することで、その部分間に雷電流により発生する電位差を低減させて保護する。