

平成 27 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。

第 2 種

# 電力・管理

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 大容量のタービン発電機に採用される冷却方式に関して、次の問に答えよ。

(1) 水素冷却方式が採用される理由を水素ガスの特徴を挙げて述べよ。

また、安全上留意すべき事項を述べよ。

(2) 固定子水冷却方式が採用される理由を水の特徴を挙げて述べよ。

問2 電力用半導体を用いた静止形無効電力補償装置（SVC，STATCOM）について，次の問に答えよ。

- (1) SVC は具体的にどのような目的に用いられるか，系統側，需要側の事例をそれぞれ一つずつ挙げよ。
- (2) SVC の代表的な方式である TCR と TSC について，それぞれの動作原理と制御の特徴を簡潔に述べよ。
- (3) STATCOM（自励式 SVC あるいは SVG）の動作原理を述べよ。あわせて，TCR 方式の SVC と比較した制御の特徴を簡潔に述べよ。

問3 図1に示すように、A点からB点に行くほど直線的に負荷密度が大きくなる低圧負荷が分布している配電線路（全長  $L$  [m]）の途中で、変圧器を設置し給電するとき、次の間に答えよ。

ただし、配電線路の線路特性は均一として、給電点（P点）電圧は一定であり、負荷は抵抗負荷とする。また、線路の電圧降下は抵抗分（単位長さ当たりの等価抵抗を  $R$  [ $\Omega$ /m] とする。）のみを考慮することとし、図中の  $I$  [A/m] は、B点における負荷密度とする。

(1) 変圧器の設置地点 P から、A点及びB点までのそれぞれの電圧降下が等しくなるようにしたい。P点は、A点から何メートルの場所にすればよいかを考える。次の各問に答えよ。

a. A点とP点の間の距離を  $x$  [m] とし、P点からA点の間の電圧降下  $V_A$  [V] を求めよ。

b. P点からB点の間の電圧降下  $V_B$  [V] を求めよ。

c.  $V_A = V_B$  となる場合のA点とP点の間の距離  $x$  [m] を求めよ。

(2) 上記(1)で求めた地点に変圧器を設置する場合のP点からA点までの電圧降下の値は、図2に示すようにB点に変圧器を設置した場合のP点（=B点）からA点までの電圧降下の値の何 [%] になるのか計算せよ。

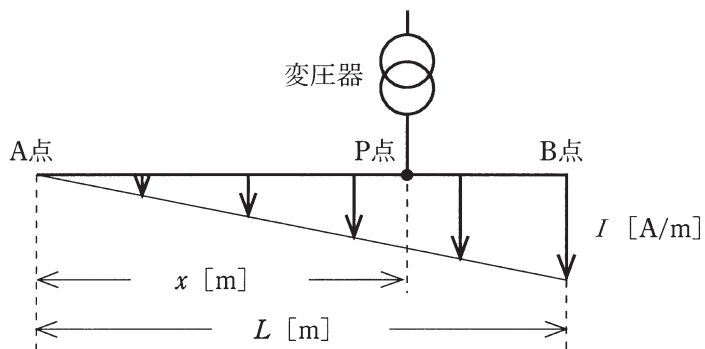


图 1

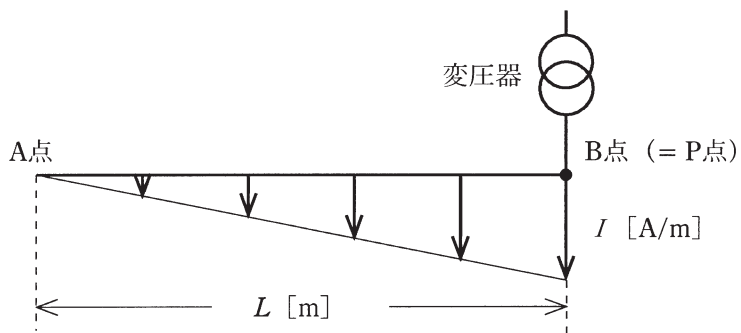


图 2

問4 送電線の抵抗とリアクタンスの求め方に関して、次の問に答えよ。

送電線両端の電圧や位相角が測定できると、送電線の抵抗やリアクタンスが求められる。送電端電圧  $\dot{V}_1$  の大きさを  $V_1$ 、その受電端電圧  $\dot{V}_2$  に対する位相差を  $\delta$ 、送電端から受電端への潮流の送電端側の有効電力を  $P$ 、無効電力を  $Q$  とする。また、送電線の並列アドミタンスは無視できるものとし、送電線の抵抗を  $r$ 、リアクタンスを  $x$  とする。

ただし、電力や電流は送電端から受電端への向きを正、無効電力は遅れ側を正、及び  $P \neq 0$  あるいは  $Q \neq 0$  とする。また、 $\delta$  の単位は [rad]、その他の単位は [p.u.] とする。

- (1) 送電端と受電端の複素電圧をそれぞれ  $\dot{V}_1 = V_1 \angle \delta$ 、 $\dot{V}_2 = V_2 \angle 0$ 、送電線電流を  $\dot{I}$  としたとき、 $\dot{V}_1$  を  $\dot{V}_2$ 、 $\dot{I}$ 、 $r$ 、 $x$  を用いて表せ。
- (2)  $\dot{I}$  を、 $P$ 、 $Q$ 、 $\dot{V}_1$  を用いて表せ。
- (3) 上記(1)及び(2)にて表した式から  $\dot{I}$  を消去して  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $\delta$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $r$ 、 $x$  間の関係を表す式を示せ。
- (4) 上記(3)の式で、実数部と虚数部に分けて考えると、 $x$  と  $r$  に関する下記の式が導かれる。 $\alpha$  と  $\beta$  は、 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $\delta$  の関数である。 $\alpha$  と  $\beta$  を表す式を示せ。

$$x = \frac{P\alpha + Q\beta}{P^2 + Q^2}, \quad r = \frac{P\beta - Q\alpha}{P^2 + Q^2}$$

- (5)  $V_1 = 1.05$  p.u.,  $V_2 = 1.01$  p.u.,  $\delta = \frac{\pi}{12}$  rad,  $P = 1.23$  p.u.,  $Q = 0.195$  p.u. のときの  $x$  [p.u.] と  $r$  [p.u.] を求めよ。

なお、 $\sin \frac{\pi}{12} = 0.25882$ 、 $\cos \frac{\pi}{12} = 0.96593$  を使用すること。

問5 定格容量  $9500 \text{ kV}\cdot\text{A}$  の変圧器 1 台を有する変電所から、配電線 A, B により、下表に示す需要設備 a, b, c に電力を供給しているとき、次の問に答えよ。

ただし、需要設備 a, b, c の需要率はそれぞれ 80 %、需要設備 a, b, c の負荷力率はそれぞれ遅れの一定値とし、結果は、小数第 1 位を四捨五入せよ。

- (1) 需要設備 a, b, c の平均電力 [kW] をそれぞれ求めよ。
- (2) 変電所の総合最大電力 [kW] を求めよ。
- (3) 変電所の総合負荷率 [%] を求めよ。
- (4) 需要設備 a, b, c の負荷力率 [%] をそれぞれ求めよ。
- (5) 変圧器が過負荷とならないために必要なコンデンサの最小容量 [kvar] を求めよ。

配電線	需要設備	設備容量 [kV·A]	最大電力 [kW]	負荷率 [%]	需要設備間 の不等率	配電線間 の不等率
A	a	7 500	5 700	70	—	1.1
B	b	4 000	3 040	80	1.25	
	c	3 500	2 660	60		



問6 電力用 CV ケーブル（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル）の水トリーに関する次の問に答えよ。

(1) 水トリーの発生要因，特徴について簡潔に述べよ。

(2) 以下に示す CV ケーブルの水トリー劣化診断技術の中から二つ選び，その概要について簡潔に述べよ。

- a. 損失電流法
- b. 残留電荷法
- c. 耐電圧法
- d. 直流漏れ電流測定