

平成 23 年度

第 2 種

電力・管理

(第 1 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

この試験は、6問中任意の4問を選び解答する方式です。解答する際には、この問題に折込まれている答案用紙（記述用紙）を引き抜いてから記入してください。

以下は、答案用紙記入上の注意事項です。

1. 筆記用具は、濃度HBの鉛筆又はHB（又はB）の芯を用いたシャープペンシルを使用してください。
2. 4枚の答案用紙を引き抜いたらすぐに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。
3. 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。
4. 問題は6問あります。この中から任意の4問を選び、1問につき1枚の答案用紙にて、解答してください。この場合、答案用紙には、選択した問の番号を記入してください。
5. 計算問題については、答案用紙に計算過程を明記してください。また、必要に応じ、計算根拠となる式も書いてください。
6. 計算問題の答は、特に指定がない限り、有効数字は3けたです。なお、解答以外の数値のけた数は、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

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

以 上

（この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。）

問 1～問 6 の中から任意の 4 問を解答すること。

問 1 同期発電機の励磁方式について、次の問に答えよ。

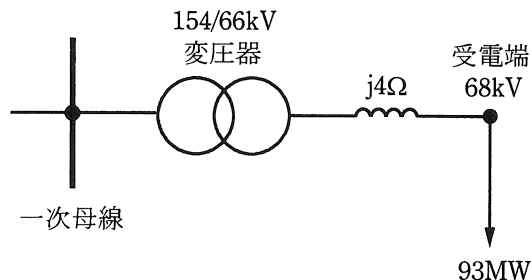
- (1) 発電機の励磁装置の基本機能について簡単に述べよ。
- (2) 代表的な励磁方式として、静止形励磁方式（サイリスタ励磁方式）、交流励磁機方式、直流励磁機方式があるが、これら励磁方式のうち、同期発電機の過渡安定度の向上効果を最も期待できる方式はどれか。また、その理由を述べよ。
- (3) 上記(2)の同期発電機の過渡安定度の向上効果を最も期待できる方式を採用した場合に、補助励磁装置として PSS が付加されることが多い。PSS を付加する目的とその基本機能を述べよ。

問2 6.6 [kV] 以上 154 [kV] 以下の送配電系統においては中性点接地方式として、主に抵抗接地方式と非接地方式がある。一線地絡事故に対するそれぞれの方式の特徴について両者を比較し、次の点に関して述べよ。

- (1) 事故点電流
- (2) 事故時の健全相電圧
- (3) 事故検出
- (4) 誘導障害

問3 図のような三相3線式の1回線送電線路がある。変圧器の定格電圧は一次側154 [kV] , 二次側66 [kV] , 定格容量は200 [MV・A] であり、一次・二次間はY-Yで結線されている。変圧器のインピーダンスはリアクタンスのみとし、その値は自己容量ベースで15 [%] とする。送電線路のインピーダンスは $j4 [\Omega]$ とし、その他のインピーダンスは無視できるものとする。この送電線路の受電端に有効電力が93 [MW] (力率は不明) の負荷を接続したときに、受電端電圧が68 [kV] となった。また、一次母線と受電端との位相差 δ ($0 < \delta < \frac{\pi}{2}$) については、 $\sin \delta = 0.15$ となった。このとき、次の問に答えよ。

- (1) 変圧器のインピーダンスを変圧器二次側換算値 [Ω] で答えよ。
- (2) 一次母線の電圧 [kV] , 及び負荷の消費する無効電力 [Mvar] を求めよ。ただし、無効電力の符号は遅れを正とする。
- (3) ある容量の調相設備 (分路リアクトルもしくは電力用コンデンサ) を受電端に並列接続すると、受電端電圧が66 [kV] に低下した。受電端に接続した調相設備の種類及び容量 [MV・A] を答えよ。ただし、一次母線の電圧は一定とし、負荷は電圧によらず定電力特性を持つものとする。



問5 電力系統の周波数変動に関し、次の問に答えなさい。

- (1) 文中の A, B, C 及び D の記号を付した空欄に当てはまる適切な語句を答案用紙に記入しなさい。

電力系統の周波数変動は、同期発電機における回転子の速度変動によって生じるが、回転子の速度は、原動機からの機械入力エネルギーと系統負荷への電気出力エネルギーとの不均衡によって変動する。例えば、入力エネルギーが出力エネルギーを上回った場合、発電機の回転子は され、これにより系統周波数は する。

電力系統の発電機は、回転速度が変動すると、 の働きにより原動機の機械入力を調節し、回転速度の変動を抑制しようとする機能がある。

一方、系統負荷は、周波数が上昇すると消費電力が する性質がある。

この、双方の作用により発電機の回転子のエネルギー不均衡は解消されて、電力系統の周波数は定常状態になる。

(2) 周波数変動 Δf に対して、系統の発電電力が ΔP_G だけ調整されて定常状態になるとすれば、 Δf と ΔP_G は①式の直線特性で表される。

$$\Delta P_G = -K_G \cdot \Delta f \quad \dots \text{①}$$

ここで、 K_G を発電機の周波数特性定数といい、電力変化量を並列発電機の定格容量の和に対する百分率 [%] で表した $\% K_G$ の値は、わが国の電力系統では 0.7 ~ 1.2 [% MW/0.1Hz] 程度である。

周波数が Δf 変動すると、系統負荷の消費電力が ΔP_L 変動するものとするれば、 Δf と ΔP_L は②式の直線特性で近似的に表される。

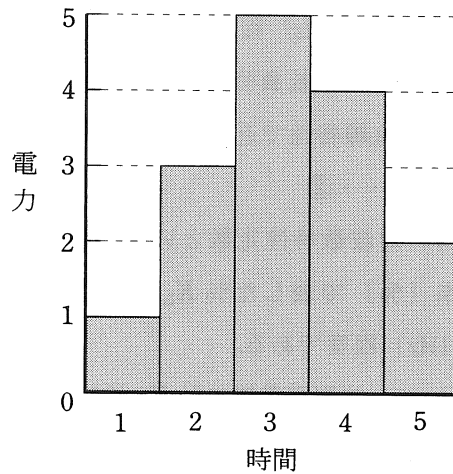
$$\Delta P_L = K_L \cdot \Delta f \quad \dots \text{②}$$

ここで、 K_L を負荷の周波数特性定数といい、電力変化量を系統の総負荷容量に対する百分率 [%] で表した $\% K_L$ の値は、わが国の電力系統では 0.2 ~ 0.4 [% MW/0.1Hz] 程度である。

ある電力系統において、並列発電機の $\% K_G$ が 1.0 [% MW/0.1Hz] であり、系統負荷の $\% K_L$ が 0.2 [% MW/0.1Hz] であるとする。この系統の総発電容量の 5 [%] の発電機が脱落した場合、残りの発電機で出力調整し、負荷電力が変動して安定状態になったときの系統周波数 [Hz] を求めなさい。ただし、脱落前の系統周波数を 50.0 [Hz] とし、答の数値は小数点以下第 3 位までを求めることとする。

問6 ある負荷に電力を供給している送電線の送電端電力のパターンが図のとおりであるとする（電力、時間は基準化してある）。この送電線の単位電力当たりの送電損失を R とするとき、次の問に答えなさい。

ただし、送電損失は抵抗分のみとし、送電端電圧、送電端力率は一定とする。



(1) 次の各値を求めよ。

- a. 送電端負荷率
- b. 損失係数

(2) 一般に、kWh 損失率（ある期間の送電損失率）と kW 損失率（その期間の最大電力時の送電損失率）の比は、損失係数と送電端負荷率の比に等しいことを示せ。