

平成 22 年度

第 1 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. 計算問題において、簡略式を用いても算出できる場合もありますが、問題文中に明記がある場合を除き、簡略式は使用しないでください。
7. 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 同期発電機の自己励磁現象について、次の問に答えよ。

- (1) 自己励磁現象はどのような場合に発生する現象か、説明せよ。
- (2) 自己励磁現象によって発生する発電機端子電圧について、発電機の無負荷飽和曲線を用いて説明せよ。
- (3) 系統側の条件が同じ場合に、大容量の水力発電機、小容量の水力発電機、大容量の火力発電機、小容量の火力発電機のうちどれが最も自己励磁現象を起こしにくいか、その理由を付して答えよ。
- (4) 上記(3)に示した発電機を選択以外に、自己励磁現象を防止するための対策を二つ挙げよ。

問2 代表的な調相設備のうち電力用コンデンサ，同期調相機及び静止形無効電力補償装置（他励式 SVC）について，各装置の仕組み，調整方法，電圧調整や安定度への効果，電力損失及び保守性の観点から特色をそれぞれ述べよ。

問3 地絡方向リレーを設置した図のような送電系統を考える。送電線一回線に一線地絡事故が発生した場合のリレーの動作について、次の問に答えよ。

ただし、計算諸元は次のとおりとする。また、変圧器に接続されている中性点の接地抵抗は、送電線や変圧器のインピーダンスよりも非常に大きいものとし、送電線の静電容量は無視する。さらに、B端は無負荷、無電源とする。

変電所送電端線間電圧 77000 [V]

A端変圧器中性点の接地抵抗 $R_1 = 100$ [Ω]

地絡方向リレーのCT比と整定値

A端リレー (R_{y1} , R_{y2}) CT比： 1000 [A] / 5 [A]，整定値(電流)： 0.30 [A]

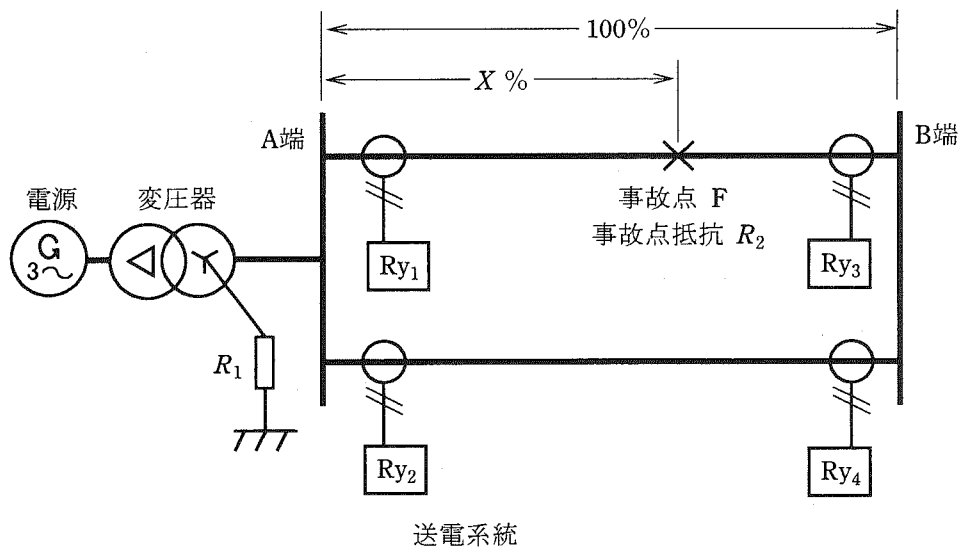
B端リレー (R_{y3} , R_{y4}) CT比： 800 [A] / 5 [A]，整定値(電流)： 0.40 [A]

事故点までの距離と事故点抵抗

A端～B端の送電線の距離を 100 [%] としたときのA端～事故点Fまでの距離： X [%]

事故点Fの事故点抵抗： R_2 [Ω]

*事故点抵抗は純抵抗成分であるとする。



- (1) $X = 60.0$ [%] , $R_2 = 0$ [Ω] であるとき, 事故点 F に流れる地絡電流を求めよ。
- (2) $X = 60.0$ [%] , $R_2 = 230$ [Ω] であるとき, R_{y1} , R_{y2} , R_{y3} に入力される電流の大きさをそれぞれ求めよ。
- (3) $R_2 = 230$ [Ω] であるとき, 受電端(B 端)リレーが両回線ともに不動作, 送電端 (A 端)リレーが両回線ともに動作となり, 受電端が停電する X [%] の範囲を求めよ。

問4 電力系統は、構成要素である送電線・変電機器などの設備が有機的に関係し合い、システム全体として、最適な機能を発揮するように設計する必要がある。このような電力系統と設備との協調（「システムコーディネーション」と呼ばれている）に関して、次の問に答えよ。

- (1) 系統の大容量化・集中化により増大する短絡電流を抑制するために、変圧器の仕様及び変圧器の機器設計で考慮すべき事項を述べよ。
- (2) 大都市に電力を供給するために 275 [kV] の大容量の電力ケーブルを使用した系統が導入されている。架空系統と異なり、地中系統に用いられる送電線用遮断器、リアクトル開閉用遮断器及び計器用変圧器についてそれぞれ考慮すべき事項を述べよ。
- (3) 500kV 送電線では、開閉過電圧が送電鉄塔の大きさを決める大きな要因である。この開閉過電圧を抑制するために、変電所の機器で採用している対策を述べよ。

問5 次の文章は、電力系統の負荷周波数制御方式に関する記述である。文中の A から F の記号を付した空欄に記入すべき適切な語句又は文を答案用紙に記入しなさい。

a. 定周波数制御 (FFC)

1. 系統周波数を検出する方式である。
2. 系統周波数の規定値からの偏差を を制御する方式である。
3. 単独系統、又は で採用されている。

b. 定連系線電力制御 (FTC)

1. 連系線電力を検出する方式である。
2. 連系線電力の規定値からの偏差を を制御する方式である。
3. 連系系統内の小系統側が を制御する場合に適している。

c. 周波数バイアス連系線電力制御 (TBC)

1. 周波数と連系線電力を検出する方式である。
2. 系統周波数の規定値からの偏差に を乗じた値と、連系線電力の規定値からの偏差の を制御する方式である。
3. 連系系統内の各系統が、それぞれ を、自系統で処理することを基本としている。

問6 図1の電力系統において、系統の末端電圧 V_r は、負荷の遅れ無効電力 Q に対して①式の直線特性で降下するものと仮定する。この系統の末端に接続される負荷の遅れ無効電力が、端子電圧に対して図2のような直線特性があるとすれば、系統の末端における電圧と無効電力は、ある値で安定状態となる。

系統のリアクタンス X は、5.0 [%] (100 [MV·A] 基準%) で一定であり、定格電圧時の負荷の遅れ無効電力が 50 [MV·A] であるとき、安定状態における系統の末端電圧 [p.u.] 及び負荷の無効電力 [MV·A] を求めよ。なお、電圧降下において負荷の有効電力及び送電系統の抵抗分は無視できるものとし、系統の送電端電圧 V_s は 1.0 [p.u.] (=定格電圧) で一定であるものとする。

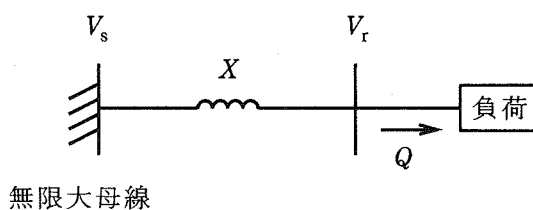


図 1

系統の電圧特性： $V_r = V_s - X \cdot Q$ ……①式

$$\left\{ \begin{array}{l} V_r : \text{系統の末端電圧 [p.u.]} \\ V_s : \text{系統の送電端電圧 [p.u.]} \\ X : \text{系統のリアクタンス [p.u.]} \\ Q : \text{負荷の遅れ無効電力 [p.u.]} \end{array} \right.$$

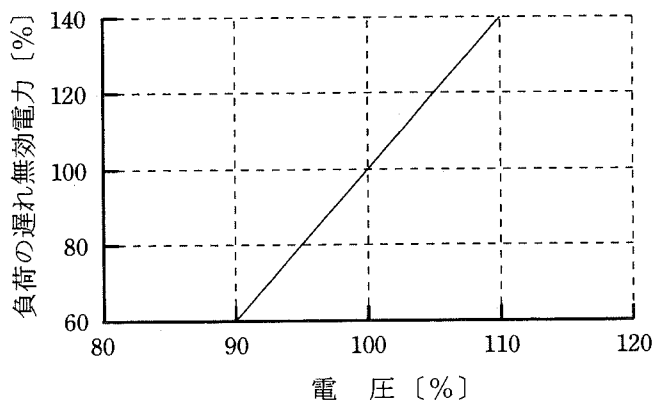


図 2 負荷の電圧－無効電力特性

(単位は定格時の電圧，電力に対する [%])