

平成 28 年度

第 1 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。
- 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 1 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 火力発電所におけるコンバインドサイクル発電に関して、次の問に答えよ。

- (1) 図 1, 図 2 それぞれの発電方式の名称を答えよ。
- (2) 図 1 の発電方式と比較した場合, 図 2 の発電方式の特徴について四つ述べよ。

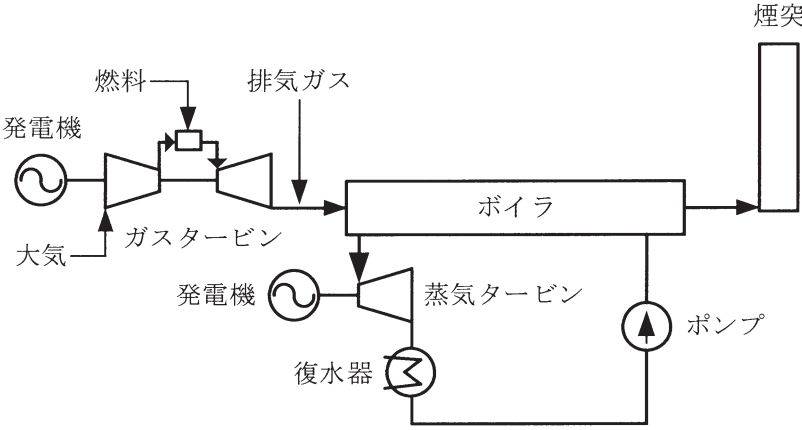


図 1

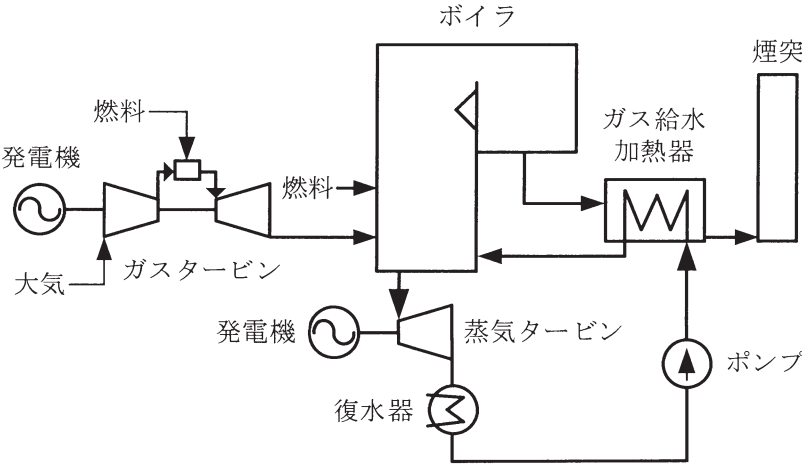


図 2

問2 周波数 50 Hz の電力系統において、電線 1 条当たりのインダクタンス 1.6 mH/km、静電容量 0.01 μ F/km の三相 3 線式送電線がある。この送電線のこう長が 100 km、回線数が 2 回線するとき、次の問に答えよ。なお、送電線は T 形等価回路で表されるものとし、抵抗及び漏れコンダクタンスは無視するものとする。

- (1) 送電線の四端子定数 \dot{A} , \dot{B} , \dot{C} , \dot{D} をそれぞれ求めよ。
- (2) 受電端開放の場合に、受電端の線間電圧 \dot{V}_r の大きさが 275 kV のとき、送電端の線間電圧 \dot{V}_s の大きさ [kV] を求めよ。
- (3) 上記 (2) の場合に、送電端から供給される無効電力 [Mvar] を求めよ。ただし、無効電力は遅れ側を正とする。

問3 同期発電機の過励磁制限機能動作時の系統状態に関して、次の問に答えよ。

一機無限大母線系統で、同期発電機端子と無限大母線間は x_L のリアクタンスのみで表現されている。また、界磁電圧に相当する発電機内部電圧は、飽和や抵抗分を無視して発電機の内部リアクタンスのみによって、①式で与えられるものとする。このとき、次の問に答えよ。ただし、無効電力は遅れ側を正とし、各量の単位は単位法とする。また、電力動揺は発生しないものとする。

$$\dot{E}_f = \dot{V}_g + jx_g \dot{I} \quad \dots\dots\dots ①$$

ただし、

\dot{E}_f : 発電機界磁電圧(内部電圧), \dot{V}_g : 発電機端子電圧

x_g : 発電機内部リアクタンス, \dot{I} : 発電機電機子電流

(1) 発電機端子電圧の大きさ V_g , 無限大母線電圧の大きさ V_i , 発電機有効電力 P_g と x_L 及び x_g を用いて、発電機無効電力 Q_g と発電機界磁電圧の大きさ E_f を表す式は以下のように表される。 $A \sim D, F$ を $x_g, x_L, V_g, V_i, P_g, Q_g$ を用いて表せ。ただし、これらの量は全てスカラー量である。また、 δ は \dot{V}_i を基準とした \dot{V}_g の相差角である。

$$Q_g = \frac{A}{x_L}(A - B \cos \delta) \quad \dots\dots\dots ②$$

$$\text{ただし、} \cos \delta = \sqrt{1 - \left(\frac{C}{AB}\right)^2} \quad \dots\dots\dots ③$$

$$E_f = \sqrt{(V_g + D)^2 + F^2} \quad \dots\dots\dots ④$$

(2) $x_L = 0.4, x_g = 1.8, V_g = 1.03, V_i = 0.83, P_g = 0.9$ のときの上記の Q_g 及び E_f を求めよ。

(3) 界磁電圧が長時間大きくなつたままでは、界磁巻線の過熱などが発生するので、OEL(過励磁制限機能)が動作する。ある OEL の方式では、OEL 動作時には界磁電圧が一定値に制限される。界磁電圧の大きさ E_f が与えられた場合の、 V_g を表す式は以下のように表される。 G, H, J を x_g, x_L, V_i, P_g, E_f を用いて表せ。なお、 δ_f は \dot{V}_i を基準とした \dot{E}_f の相差角である。

$$V_g = \frac{1}{x_L + x_g} \sqrt{G + H \cos \delta_f} \dots\dots\dots \text{⑤}$$

$$\text{ただし、} \cos \delta_f = \sqrt{1 - J^2} \dots\dots\dots \text{⑥}$$

(4) $x_L = 0.4, x_g = 1.8, V_i = 0.83, P_g = 0.9$ の条件で、界磁電圧の大きさ E_f が 2.45 p.u. に制限された場合の、 Q_g 及び V_g を求めよ。

問4 架空送電線への雷撃に対しては、架空地線などの避雷対策を講ずるものの、フラッシュオーバー事故を皆無にすることは事実上不可能である。架空送電線の絶縁設計においては、系統に発生する内部異常電圧によるフラッシュオーバー事故を起こさないようにするのが標準的である。次の問に答えよ。

- (1) 内部異常電圧とは何か、具体的な例を三つ挙げて説明せよ。また、それぞれの内部異常電圧の特徴と異常電圧の大きさを左右する要因について説明せよ。
- (2) 154 kV 以下の電圧階級における磁器がいし一連個数の決定法について説明せよ。

問5 電線路の絶縁性能に関して、次の問に答えよ。

- (1) 「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「電気設備の技術基準の解釈」に基づき、絶縁性能を確認するために現場で行う試験について、低圧の電線路と高圧以上の電線路における試験方法の違いを説明せよ。また、それぞれの試験方法について定性的に説明せよ。
- (2) 電線にケーブルを使用する高圧又は特別高圧の交流の電線路に関し、直流による試験が認められているが、その考え方及び方法を説明せよ。

問6 電力系統 A, B 及び C が, 図に示すように相互に連系されている。AB 間は非同期連系であり, BC 間は交流連系である。

A で 450 MW の電源脱落が発生し, BC 間の連系潮流が, C から B の向きに 214 MW となった。ただし, 電源脱落前における各電力系統の周波数はそれぞれの標準周波数, 各連系潮流は 0 MW とし, 電源脱落後の AB 間の連系潮流は, A 及び B それぞれの周波数低下量の差に比例するものとする(比例定数を正とし, 連系潮流は周波数低下量の小さい方から大きい方の向きを正とする)。なお, 周波数低下量は, 各電力系統の標準周波数を基準とする。

このとき, 電源脱落後の以下の諸量を求めよ。諸元は次のとおりである(各記号の添字は, 電力系統 A, B 又は C を表す)。

・系統容量: S [MW]

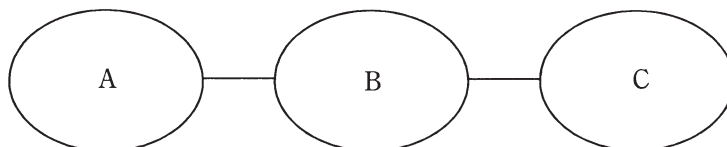
$$S_A=5\,000, S_B=15\,000, S_C=55\,000$$

・パーセント系統定数: $\%K$ [%MW/Hz]

$$\%K_A=8, \%K_B=10, \%K_C=12$$

- (1) C の周波数低下量: ΔF_C [Hz]
- (2) B の周波数低下量: ΔF_B [Hz]
- (3) AB 間の連系潮流: P_{AB} [MW]
- (4) A の周波数低下量: ΔF_A [Hz]
- (5) AB 間の連系潮流の比例定数: R_{AB} [MW/Hz]

ただし, (1), (2) 及び (4) は小数第 3 位を, (3) は小数第 1 位を, (5) は 1 の位を, それぞれ四捨五入して答えよ。



連系電力系統