

平成15年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[エネルギー工学]

1. 次の中から3つの項目を選択し、それらを簡単に説明せよ。

【15点】

- (1) 沸騰水形軽水炉の制御棒以外の出力制御方法
- (2) 核燃料のワンスルー利用とその長短所
- (3) 海洋温度差発電の原理
- (4) 石炭ガス化複合発電のシステム構成ならびに要素プロセスの概要
- (5) 圧縮式ヒートポンプの原理
- (6) 室内照明設備における省エネルギー技術

2. 同期発電機の送電端電圧ベクトルを V_t 、内部誘起起電力ベクトルを E_i 、そして電機子電流ベクトルを I_a とする。ここで、電機子抵抗は無視できるものとし、同期リアクタンスを x_s とすると、 $E_i = V_t + j x_s I_a$ の関係式が成立する。ただし、 j は虚数単位である。同期発電機に関する以下の問に答えよ。

【20点】

- (1) V_t, I_a を用いてこの同期発電機の有効電力出力 P を表せ。
- (2) $|E_i|$ は励磁電流 I_f に比例するものとする。 $|V_t|$ と P が一定に保たれているとき、 I_f と $|I_a|$ の関係の概略をグラフに示せ。
- (3) この同期発電機がリアクタンス x_L の送電線で無限大母線に接続されている。無限大母線の電圧ベクトル V と E_i の相差角が δ [rad] のとき、 V, E_i, x_s, x_L を用いて P を表せ。ただし、送電線の抵抗は無視できるものとする。
- (4) 一般に同期リアクタンス x_s の値はどうあるべきか。電力システムの安定性、発電機の経済性などの観点から論ぜよ。

3. 変圧器に関する以下の問に答えよ。

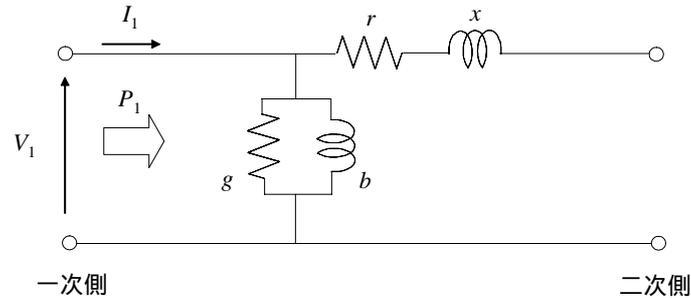
【15点】

- (1) ある変圧器の無負荷試験、短絡試験の結果、一次側電圧の実効値 V_1 、一次側電流の実効値 I_1 、入力有効電力 P_1 としてそれぞれ以下のような測定結果が得られた。

無負荷試験： $V_1=V_0$ [V]、 $I_1=I_0$ [A]、 $P_1=P_0$ [W]

短絡試験： $V_1=V_s$ [V]、 $I_1=I_s$ [A]、 $P_1=P_s$ [W]

このとき、下図に示す一次側から見たときの等価回路の素子 r, x, b, g の値を $V_0, I_0, P_0, V_s, I_s, P_s$ を用いて表せ。ただし、 r [Ω] は巻線抵抗、 x [Ω] は漏れリアクタンス、 b [S] は励磁サセプタンス、 g [S] は励磁コンダクタンスである。なお、 r, x は、 $1/g, 1/b$ より十分小さいものとする。



- (2) 鉄心の透磁率を高めると、 r, x, b, g のうちのどの値がどのように変化するか。
- (3) 変圧器の損失には銅損と鉄損がある。 r, x, b, g のうち、特に鉄損に関連するものはどれか。また、鉄損の原因とそれを低減するための方策について論ぜよ。

論点 [エネルギー工学]

- 1 . 本問題では、エネルギー工学に関する基礎的知識を問う。
 - (1) 再循環系の流量による炉心反応度の制御に関する説明。
 - (2) 使用済み核燃料の処分方法の一つ。高レベル放射性廃棄物の量、経済性などの説明。
 - (3) 表層と深層の間の 20 程度の比較的小さい温度差を利用するため、特に沸点の低い作動媒体を用いなくてはならない点がポイント。
 - (4) 石炭ガス化の方法、ガスタービンと蒸気タービンを用いた複合発電の説明。
 - (5) 作動媒体の相変化を利用した原理の説明。
 - (6) Hf (高周波) 蛍光灯などの高効率照明器具、そして初期値補正などの適正照度制御などの説明。

- 2 . 本問題では、同期発電機ならびにその系統連系に関する基本特性の理解力を問う。
 - (1) 端子電圧ベクトルと電機子電流ベクトルの内積となる。
 - (2) いわゆる同期発電機の V 字曲線である。
 - (3) 同期リアクタンスと線路リアクタンスの和が全体のリアクタンスとなることより、送電線に流れる電流を求める。そして無限大母線に流入する有効電力を求めれば良い。
 - (4) 有効電力が同じであれば、同期リアクタンスが小さいほど相差角は小さくできる。また、同期リアクタンスが小さい発電機は鉄機械と呼ばれ、出力が同じであれば相対的に大型の機械となる。

- 3 . 本問題では、最も基本的な電力機器である変圧器に関する理解力と知識を問う。
 - (1) 変圧器の等価回路の導出。短絡試験の際には、励磁コンダクタンス、励磁サセプタンスの影響は無視して考える。
 - (2) 透磁率が大きくなると、小さい電流でも多くの磁束を発生できるようになる。そのため、励磁電流は小さくなる。
 - (3) 鉄損は磁束の変化に伴って発生するものであり、無負荷時にも発生する。磁性体のヒステリシスに起因するものと、鉄心中の渦電流に起因するものがある。