

平成14年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[エネルギー工学]

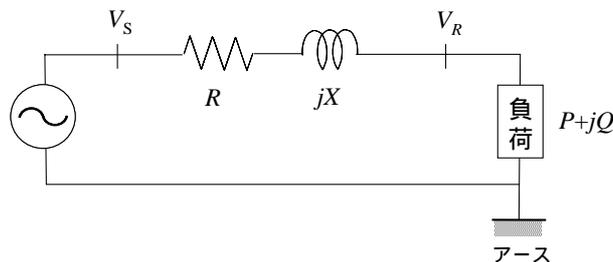
1. 次の事項について簡単に説明せよ。 【15点】

(1) 沸騰水形軽水炉 (BWR) と加圧水形軽水炉 (PWR) の差異とそれぞれの特徴

(2) 使用済核燃料再処理の目的とプルサーマルの役割

2. 下図に示す電力系統に関して以下の問いに答えよ。ただし、送電端電圧を V_S 、受電端電圧を V_R 、送電線のインピーダンスを $R + jX$ 、負荷の有効電力を P 、無効電力を Q とする。ただし、 j は虚数単位であり、無効電力の符号は遅れ無効電力を正とする。

【15点】



(1) 負荷の力率を、 P 、 Q を用いて表せ。

(2) 受電端電圧 V_R を、 V_S 、 R 、 X 、 P 、 Q で表せ。

(3) V_S は一定に保たれているものとする。 P と Q の大きさが小さく、 $|R + jX| \times |P + jQ|$ が V_S^2 や V_R^2 と比較して十分に小さいとき、 P と Q のどちらの変化が、 V_R の変動に大きな影響を及ぼすか論ぜよ。ただし、送電線のインピーダンス $R + jX$ において、一般に $R < X$ であることに注意せよ。

3 . 直流電力を交流電力に変換するインバータに関する以下の問いに答えよ。
【15点】

(1) 単相の電圧形インバータの主回路図の概略を示せ。ただし、主回路図には用いた半導体素子の種類を明記せよ。

(2) インバータにおける電力損失について説明せよ。

(3) 電圧形インバータの半導体スイッチング素子を動作させる際には、特定の組み合わせのスイッチング素子が必ずオフ状態となるようなデッドタイムが通常設けられている。その理由を簡単に述べよ。

4 . 燃料のエネルギーの 30%を電力、50%を熱エネルギーとして供給できる総合効率が 80%のコージェネレーションシステム (CGS) がある。CGS からの熱エネルギーを用いて、それとエネルギー的に同量の燃料 (都市ガス) を代替できるとき、この CGS の出力 1 kWh 当りの正味の CO₂ 排出量を求めよ。ただし、都市ガスの単位発熱量当りの CO₂ 排出量は 50g/MJ とする。

【5点】

論点 [エネルギー工学]

- 1 . 本問題では、原子力発電に関する基礎的知識を問うている。
 - (1) は、わが国で採用されている二種類の軽水炉に関するもので、両者の冷却系統の差異や出力密度の違いについての説明がポイントとなる。
 - (2) は、核燃料資源の効率的な利用を目指した核燃料のリサイクル(プルトニウムなどの有用物質の回収)、そして軽水炉におけるプルトニウムを含む MOX 燃料の利用などについての説明がポイントとなる。

- 2 . 本問題では、負荷側から見て最も簡単な電力系統を想定し、無効電力と受電端電圧の関係についての理解力を問うている。
 - (1) は、電力における力率の定義。
 - (2) は、回路方程式より、 $(RP+XQ+V_R^2)^2+(RQ-XP)^2=V_R^2V_S^2$ を導出し、 V_R について解けばよい。
 - (3) は、与えられた条件より、 $V_R = V_S - (RP+XQ)/V_S$ と近似できることを利用する。一般に、電力系統における電圧は、無効電力の潮流に大きく影響を受ける。

- 3 . 本問題は、省エネルギー技術として重要な役割を演じているインバータ(電力逆変換器) に関する問題である。
 - (1) は、インバータの基本構造に関する問いである。スイッチング素子に並列に帰還ダイオードが必要である。
 - (2) は、電力半導体素子における導通損失とスイッチング損失に関する説明がポイントである。
 - (3) は、スイッチング素子のターンオフ時間や、帰還ダイオードの逆回復時間などのために、直流電源が短絡される恐れがあることについての説明がポイントである。

- 4 . 熱エネルギーと電力を併給するコージェネレーションシステム (CGS) の CO_2 排出量に関する問題である。ここでは、CGS からの熱エネルギーにより等量の都市ガスの消費量を抑制できるものとして、CGS からの CO_2 総排出量からその分を差し引くことで、正味排出量を求める。なお、一般電気事業の場合は、複数種類の電源で負荷変動に合わせた発電を行うため、1kWh 当りの CO_2 排出量は必ずしも自明ではない。