

第 60 回

原子炉主任技術者試験（筆記試験）

原子炉の運転制御

6問中5問を選択して解答すること。（各問20点：100点満点）

（注意）（イ）解答用紙には、問題番号のみを付して解答すること。

（問題を写し取る必要はない。）

（ロ）1問題ごとに1枚の解答用紙を使用すること。

（ハ）第1問については、6問中5問を選択して解答すること。

平成30年3月15日

第1問 以下の用語について説明せよ。(6問中5問を選択して解答せよ)

- ① イベントツリー解析
- ② キャンドモータポンプ
- ③ 体積検査と表面検査
- ④ キセノン反応度特性
- ⑤ シッピング検査
- ⑥ カスケード制御

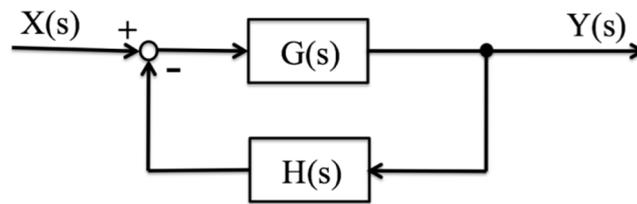
第2問 原子炉プラントのプロセス計装について、(1) 温度、(2) 圧力、(3) 流量、(4) 水位、
の各プロセス量を測定するセンサを一つ挙げ、それぞれの測定原理、特徴を説明せよ。

第3問 入力信号 $x(t)$ と出力信号 $y(t)$ の関係が下式によって表現される制御対象に関して、次の間に答えよ。

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} - \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t),$$

ただし、
$$y(0) = 0, \quad \left. \frac{dy(t)}{dt} \right|_{t=0} = 0.$$

- (1) この制御対象の伝達関数 $G(s)$ を記せ。ただし、 $x(t)$, $y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $X(s)$, $Y(s)$ とすると、伝達関数は $G(s) = Y(s) / X(s)$ と定義する。
- (2) この制御対象 $G(s)$ が安定であるか否かを判別せよ。
- (3) この制御対象 $G(s)$ に下図のようなフィードバック制御系を付加したシステムの開ループ伝達関数を求め、このシステムが安定であるか否かを判別せよ。ただし、制御要素 $H(s)$ は、比例ゲインが5、時定数が2秒の一次遅れ要素とする。



図

- (4) 上記(3)のフィードバック制御系を付加したシステムの閉ループ伝達関数を求め、最終値の定理を用いて、単位ステップ入力に対する定常出力 $y(\infty)$ を求めよ。

第4問 定格出力 100kW、定格周波数 50Hz、4 極の巻線形三相誘導電動機に関して、次の間に答えよ。

- (1) この電動機の構造と回転原理を簡潔に述べよ。
- (2) この電動機の同期速度[rpm]、定格負荷運転時の回転速度[rpm]と発生トルク[N·m]を求めよ。ただし、定格負荷運転時のすべりを 8%とする。
- (3) 誘導電動機は、始動時の電流は大きくトルクは小さいことから、始動電流を抑制し適度な始動トルクを確保する対策が必要になる。かご形誘導電動機では、始動電流を抑制するため、Y-Δ始動法、リアクトル始動法、始動補償器法等が採用されている。大容量の巻線形誘導電動機において、始動電流の抑制と始動トルクの確保のために実際に採用されている始動法を簡潔に述べよ。
- (4) 大容量の三相電動機設備には、異常の検出により警報発報や停止を作動させる保護回路が施設される。実際に設定される異常項目を 3つ記せ。

第5問 発電用原子力施設における電源について、以下の問いに答えよ。

- (1) 全交流電源喪失時における直流電源の役割を3つ記せ。
- (2) 代替電源設備に対して要求される事項を3つ述べよ。
- (3) 外部電源系に対する重要度分類を記し、その理由を述べよ。

第6問 水冷却型発電用原子炉施設において炉心の著しい損傷が発生した場合に、格納容器破損を引き起こす原因となりうる現象を5つ記せ。