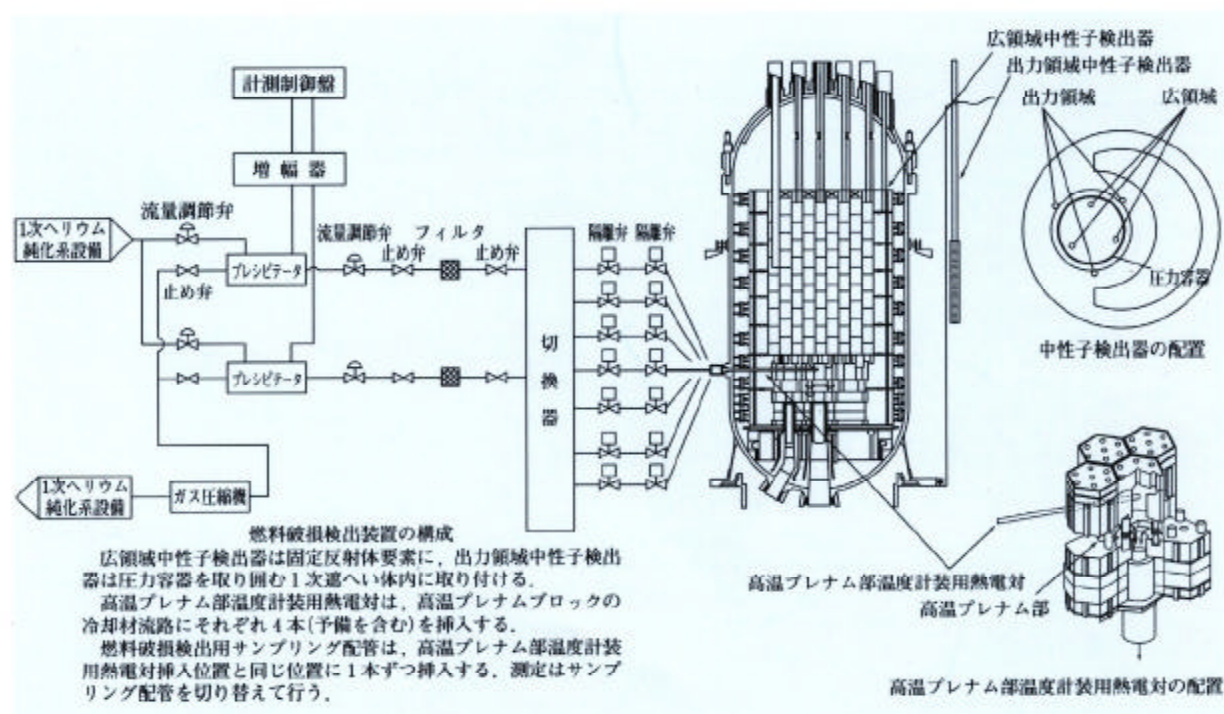


5. 計測制御設備

本設備は、原子炉のいかなる状態においても、安定した運転並びに保護動作に必要な操作、制御及び監視を行うものであり、原子炉計装、プロセス計装、原子炉制御設備及び安全保護設備から成る。

5.1 原子炉計装

原子炉の運転制御及び保護動作に必要な炉心に関する情報を得るもので、中性子計装、高温プレナム部温度計装及び燃料破損検出装置等から成る。原子炉計装の配置等を第Ⅱ.5.1図に示す。



第Ⅱ.5.1図 原子炉計装の説明図

(1) 中性子計装

i) 広領域中性子計装

原子炉の停止状態から定格出力の30%までを計測し、異常状態時に原子炉スクラム信号を発信するもので、3チャンネルから成る。

検出器は固定反射体ブロックに設置され、設置位置における温度は定格運転時に約450℃、事故時に約550℃で、中性子束は定格運転時に約 $2 \times 10^{12} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$ である。本検出器は、事故時の中性子レベルを監視する計装も兼ねているので、同一位置に固定して使用する。このため、検出器は550℃で長期間安定して作動することを実験で確認している。

ii) 出力領域中性子計装

原子炉出力0.1%から定格出力の120%までを計測し、異常状態時に原子炉スクラム信号を発信するもので、3チャンネルから成る。

検出器は、原子炉压力容器を取り囲む1次遮へい体内に設置され、設置位置における中性子束は、定格運転時約 $10^7 \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$ である。このため、本検出器は、制御棒位置の変化による中性子束分布の変化の影響がないよう長尺化している。

(2) 高温プレナム部温度計装

高温プレナムブロックの冷却材流路にそれぞれ4本の熱電対を挿入して、領域ごとに1次冷却材温度を監視している。熱電対は、K型（クロメル-アルメル）熱電対の高温領域での安定性を改良したN型（ナイクロシルーニル）熱電対とし、断線しにくいようシース外径8mmの太径とした。また、N型熱電対は高温プレナムブロック内を貫通するため、熱電対を保護管に入れて、保護管をセラミック材でコーティングし、黒鉛との両立性を確保している。

(3) 燃料破損検出装置

HTTRの被覆燃料粒子中には、初期（製造時）にわずかな破損粒子が存在するため微量の核分裂生成物（FP：Fission Product）が放出される。また、燃料粒子の表面汚染等により、1次ヘリウムガス中にはバックグランドFPが存在する。さらに、このバックグランドFPの濃度は炉内条件（中性子束、温度等）の変化に依存して大幅に変動する特性を持つことが、材料試験炉（JMTR：Japan Materials Testing Reactor）を利用した燃料キャプセルの実験から明らかになっている。したがって、バックグランドFPの影響を低減し、燃料の破損時に放出される希ガス短半減期FPを選択的に検出する燃料破損検出装置を設置する。検出器は、ワイヤ駆動型プレシピテータを選定し、その検出効率、ワイヤ駆動速度等の改良を行って、希ガス短半減期FPを選択的に検出できる設計としている。

5.2 原子炉制御装置

原子炉出力、原子炉出口冷却材温度、1次冷却材流量等を制御するもので、運転モード選択装置、原子炉出力制御装置及びプラント制御装置から成る。

(1) 運転モード選択装置

運転モード選択装置は、定格運転、高温試験運転及び特殊運転の選択を行ない、運転モードに対応した原子炉スクラム設定値の切り替えを行なう。また、これは運転制御条件、インターロック信号を原子炉出力制御装置、プラント制御装置等へ伝える装置である。

(2) 原子炉出力制御装置

原子炉出力を制御する原子炉出力制御系及び原子炉出口冷却材温度を一定に制御する原

子炉出口温度制御系から成る。

i) 原子炉出力制御系

出力上昇・下降時には、あらかじめ定められた出力の変化率の制限内で出力設定値に追従するように、また、定格運転時には、原子炉出口温度制御系から与えられた設定値に追従するように原子炉出力を制御する。なお、原子炉出力30%までは運転員の手動操作によって制御し、本制御系は、原子炉出力30%以上で使用する。

ii) 原子炉出口温度制御系

1次冷却材流量を定格運転・高温試験運転にそれぞれ対応した流量に設定した状態で、原子炉出口冷却材温度を、定格運転の場合は850℃、高温試験運転の場合は950℃になるように、原子炉出力制御系に設定値を与える。

(3) プラント制御装置

主冷却設備の起動・停止及び通常運転時にかかわる制御を行うとともに、通常運転時に起こり得る外乱に対して、温度、流量、圧力、差圧等のプロセス量を制御するもので、以下の制御系から成る。

- i) 原子炉入口温度制御系
- ii) 1次加圧水冷却器流量制御系
- iii) 中間熱交換器流量制御系
- iv) 1次冷却材圧力制御系
- v) 1次・2次ヘリウム差圧制御系
- vi) 加圧水温度制御系
- vii) 1次冷却材・加圧水差圧制御系

5.3 安全保護設備

安全保護設備は、原子炉の安全性を損なうおそれのある異常状態時に、あるいは、このような事態の発生が予測される場合に、それらの状態を速やかに検知し、防止あるいは抑制するための設備を起動させるもので、原子炉保護設備及び工学的安全施設作動設備から

成る。

(1) 原子炉保護設備

原子炉保護設備は、異常時に、燃料の健全性を維持し、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを保護するため、原子炉スクラム信号の3チャンネルの信号のうち2チャンネル以上の信号が条件を満たした場合に動作する2 out of 3の論理回路により、原子炉をスクラムさせるものである。

(2) 工学的安全施設作動設備

工学的安全施設作動設備は、1次冷却設備の二重管破断事故あるいは2次冷却材喪失事故等に際して、炉心、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを保護し、原子炉施設外への放射性物質の放散を抑制するため、工学的安全施設作動信号の2 out of 3の論理回路により工学的安全施設を作動させるものである。なお、工学的安全施設作動信号には、原子炉格納容器隔離信号、補助冷却設備起動信号及び補助冷却水系隔離信号がある。

5.4 中央制御室

中央制御室には、中央制御盤の主盤、副盤、所内電源盤等を設け、原子炉施設の通常運転、安全停止、事故対策等に必要な監視、制御、操作を集中して行えるようにしている。また、中央制御室は、原子炉建家内に設置され事故時においても運転員が中央制御室に留まり、安全上重要な機能を有する設備の操作及び措置がとれるように、放射線遮へい及び換気空調設備を設けている。