

運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時のプラント挙動等
(第 13 条 (運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大の防止)
に係る説明書の抜粋)

※ 「別紙2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故における事象選定」 抜粋

【参考】 運転時の異常な過渡変化の概要

| 分類 | 事象 | 事象の概要 |
|-----------------------------|------------------------|--|
| 炉心内の反応度 又は 出力分布の異常な変化 | 未臨界状態からの 制御棒の異常な引抜き | 原子炉の起動時に運転員の誤操作等によって制御棒の連続的な引抜きが生じ、炉心に異常な正の反応度が付加される。 |
| | 出力運転中の 制御棒の異常な引抜き | 原子炉を定格出力又はその近傍の出力で運転している際に、運転員の誤操作等によって制御棒の連続的な引抜きが生じ、炉心に異常な正の反応度が付加される。 |
| 炉心内の熱発生 又は 熱除去の異常な変化 | 1次冷却材流量増大 | 原子炉の出力運転中に、電気的故障等の原因により1次主循環ポンプの回転数が上昇し、炉心流量が異常に増大する。 |
| | 1次冷却材流量減少 | 原子炉の出力運転中に、電気的故障等の原因により1次主循環ポンプの主電動機が停止して、1次冷却材流量が減少する。 |
| | 外部電源喪失 | 原子炉の出力運転中に、送電系統の故障や電気設備の故障などにより系統機器の動力の一部又は全部が喪失し、運転状態が乱される。 |
| | 2次冷却材流量増大 | 原子炉の出力運転中に、電気的故障等の原因により2次主循環ポンプの回転数が上昇し、2次冷却材流量が異常に増大する。 |
| | 2次冷却材流量減少 | 原子炉の出力運転中に、電気的故障等の原因により2次主循環ポンプが停止して、2次冷却材流量が減少する。 |
| | 主冷却器空気流量の増大 | 原子炉の出力運転中に、原子炉冷却材温度制御系の故障等の原因により主冷却機のベーン、ダンパが全開状態となり、主冷却器空気流量が異常に増大する。 |
| | 主冷却器空気流量の減少 | 原子炉の出力運転中に、電気的故障等の原因により主送風機が停止して、主冷却器空気流量が減少する。 |

【参考】 設計基準事故の概要

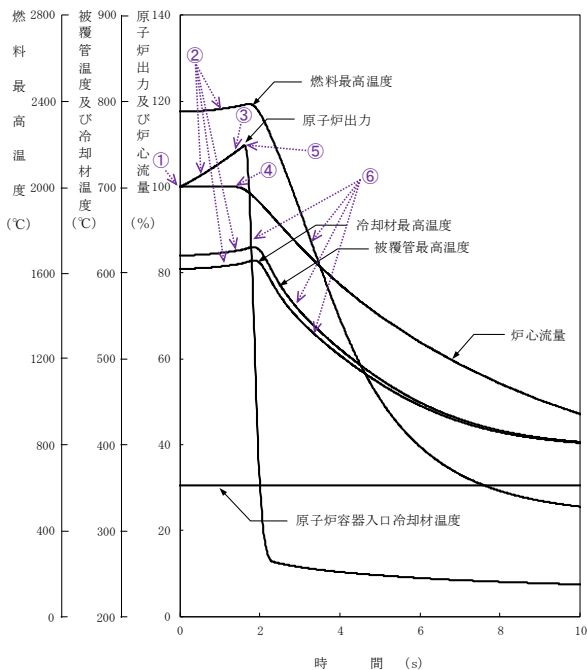
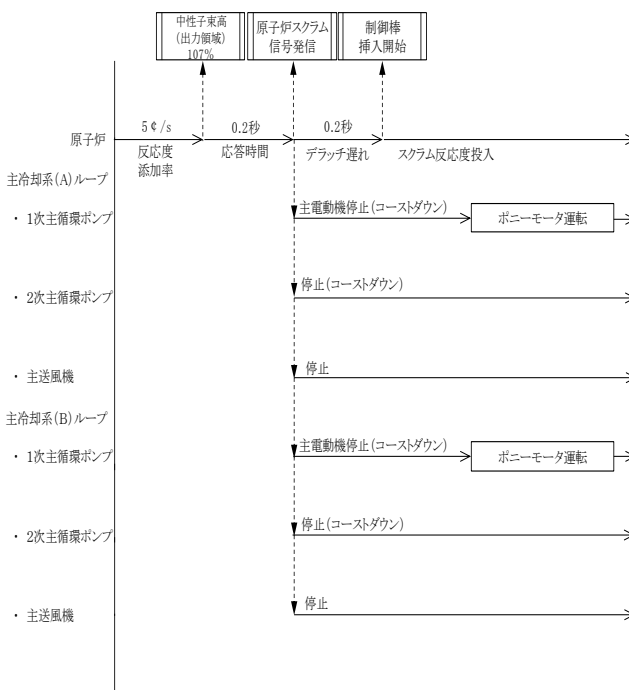
| 分類 | 事象 | 事象の概要 |
|-----------------|---|--|
| 炉心内の反応度の増大に至る事故 | 燃料スランピング事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの熱的あるいは機械的原因で燃料ペレットが燃料被覆管内で下方に密に詰まり、炉心に異常な正の反応度が付加される。 |
| 炉心冷却能力の低下に至る事故 | 1次主循環ポンプ軸固着事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの機械的原因により1次主循環ポンプ1台の軸が固着し、1次冷却材流量が減少する。 |
| | 1次冷却材漏えい事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの原因で1次主冷却系又は1次補助冷却系の配管が破損し、1次冷却材が漏えいする。 |
| | 冷却材流路閉塞事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの原因で原子炉容器内に異物が存在し、燃料集合体内の1次冷却材の流路が局部的に閉塞される。 |
| | 2次主循環ポンプ軸固着事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの機械的原因により2次主循環ポンプ1台の軸が固着し、2次冷却材流量が減少する。 |
| | 2次冷却材漏えい事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの原因で2次主冷却系の主配管が破損し、2次冷却材が漏えいする。 |
| 主送風機風量瞬時低下事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの電気的又は機械的原因により主送風機1台の風量が瞬時に低下し、主冷却器空気流量が減少する。 | |
| 燃料取扱いに伴う事故 | 燃料取替取扱事故 | 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備水冷却池における燃料集合体の取扱中に、何らかの原因で燃料集合体が落下して破損し、内蔵されている核分裂生成物が漏えいする。 |
| 廃棄物処理設備に関する事故 | 気体廃棄物処理設備破損事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの原因で気体廃棄物処理設備に破損が生じ、内蔵されている核分裂生成物が漏えいする。 |
| ナトリウムの化学変化 | 1次冷却材漏えい事故 | 配管・機器の二重壁内に保持された漏えいナトリウムが、原子炉停止後、保守のため格納容器内床下を空気雰囲気中に置換した状態で二重壁外に漏えいし、プール状に溜る。 |
| 原子炉カバーガス系に関する事故 | 1次アルゴンガス漏えい事故 | 原子炉の出力運転中に、何らかの原因で1次アルゴンガス系に破損が生じ、核分裂生成物を含んだ1次アルゴンガスが漏えいする。 |

出力運転中の制御棒の異常な引抜き

・主な解析条件

| 事象名 | | 出力運転中の制御棒の異常な引抜き | |
|------------|--|---|--|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % | |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C | |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C | |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C | |
| | 被覆管 | 約620 °C | |
| 起因事象 | 反応度値の最も大きな制御棒1本を最大速度で引抜き(反応度添加率:5 ϕ /s) | | |
| スクラム反応度 | 0.050 $\Delta k/k$ | | |
| 反応度係数 | ドブブラ係数 | $-1.1 \times 10^{-3} \text{ Tdk/dT}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 燃料温度係数 | 零 | |
| | 構造材温度係数 | $-0.76 \times 10^{-6} \Delta k/k/^\circ\text{C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 冷却材温度係数 | $-5.7 \times 10^{-6} \Delta k/k/^\circ\text{C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 支持板温度係数 | 零 | |
| 原子炉スクラム項目 | 中性子束高(出力領域) | | |
| 設定値 | 定格出力の107 % | | |
| 応答時間 | 0.2 秒 | | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | | |
| 単一故障仮定 | — | | |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起因事象>

- ① 制御棒1本の誤引抜き発生(ランプ状の正の反応度(反応度添加率:5 ϕ /s)が投入)

<原子炉スクラムまでの事象推移>

- ② 制御棒誤引抜きにより正の反応度が付加され原子炉出力が上昇、それに伴い各部の温度が上昇
- ③ 約1.2秒後に原子炉出力107% (原子炉トリップ設定値) 到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- ④ 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コールドダウン)開始
- ⑤ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑥ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

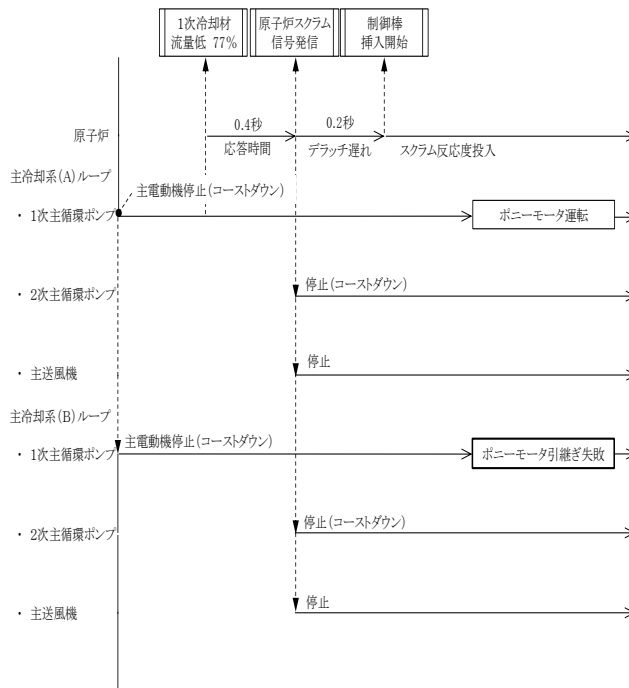
| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|-----------|----------|
| 燃料最高温度: | 約2,390 °C | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約630 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約620 °C | 910 °C |

1次冷却材流量減少

・主な解析条件

| 事象名 | | 1次冷却材流量減少 |
|------------|------------------------------|---|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C |
| | 被覆管 | 約620 °C |
| 起回事象 | 1次主循環ポンプの主電動機が停止し、1次冷却材流量が減少 | |
| スクラム反応度 | 0.050 Δk/k | |
| 反応度係数 | ドブブラ係数 | $-3.5 \times 10^{-3} \text{ Tdk/dT}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 燃料温度係数 | $-4.5 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 構造材温度係数 | $-0.76 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 冷却材温度係数 | $-5.7 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 支持板温度係数 | 零 |
| 原子炉スクラム項目 | 1次冷却材流量低 | |
| 設定値 | 定格流量の77 % | |
| 応答時間 | 0.4 秒 | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | |
| 単一故障仮定 | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 | |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起回事象>

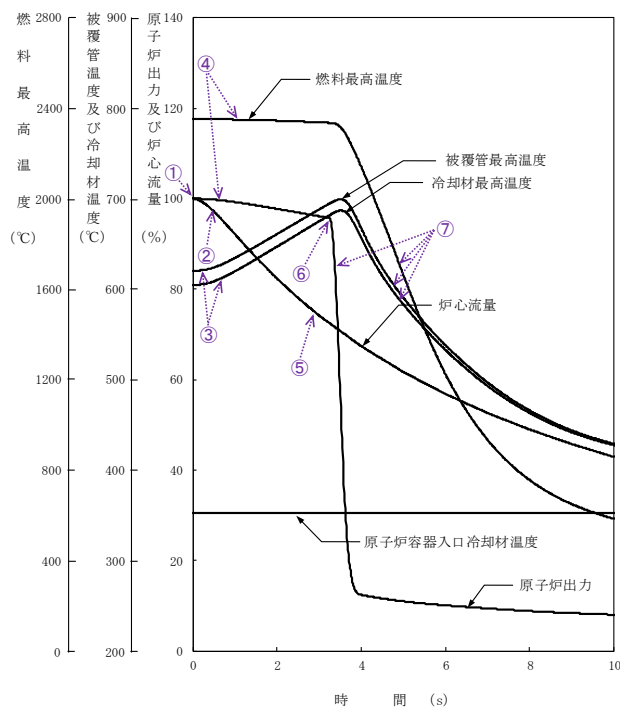
- ① 1次主循環ポンプの主電動機の停止発生(1次冷却材流量が減少)

<原子炉スクラムまでの事象推移>

- ② 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コストダウン)開始
- ③ 炉心流量の減少により炉心の冷却材及び構造材温度が上昇
- ④ 炉心の冷却材及び構造材温度の上昇により負の反応度が付加され原子炉出力が低下、それに伴い燃料温度が低下
- ⑤ 約2.6秒後に1次冷却材流量77%(原子炉トリップ設定値)に到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- ⑥ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑦ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下



・主な解析結果

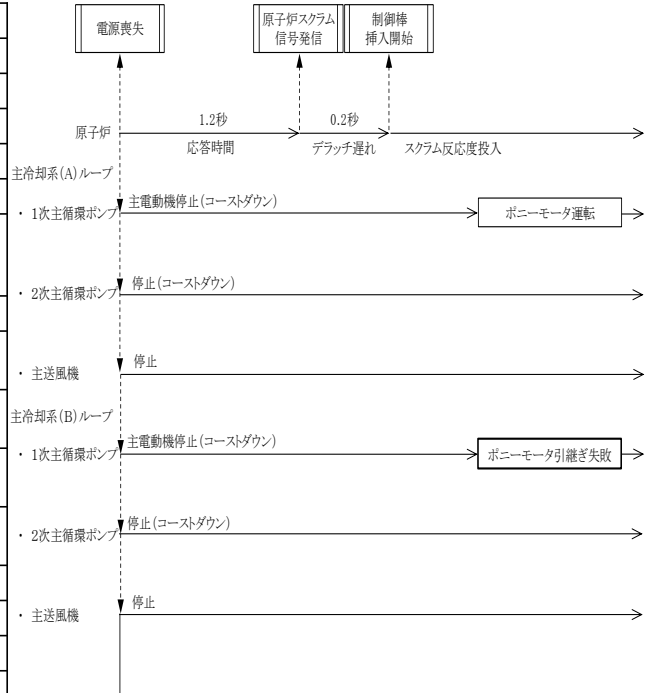
| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約700 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約690 °C | 910 °C |

外部電源喪失

・主な解析条件

| 事象名 | | 外部電源喪失 | |
|------------|---|---|--|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % | |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C | |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C | |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C | |
| | 被覆管 | 約620 °C | |
| 起因事象 | 外部電源喪失(1次主循環ポンプの主電動機、2次主循環ポンプ、主送風機等の動力源が喪失) | | |
| スクラム反応度 | 0.050 Δk/k | | |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | -3.5 × 10 ⁻³ Tdk/dT 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 燃料温度係数 | -4.5 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 構造材温度係数 | -0.76 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 冷却材温度係数 | -5.7 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 支持板温度係数 | 零 | |
| 原子炉スクラム項目 | 電源喪失 | | |
| 設定値 | — | | |
| 応答時間 | 1.2 秒 | | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | | |
| 単一故障仮定 | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 | | |

・プラント挙動



・主な事象推移

< 起因事象 >

- ① 外部電源喪失発生(1次主循環ポンプの主電動機、2次主循環ポンプ、主送風機等の動力源が喪失)発生

< 原子炉スクラムまでの事象推移 >

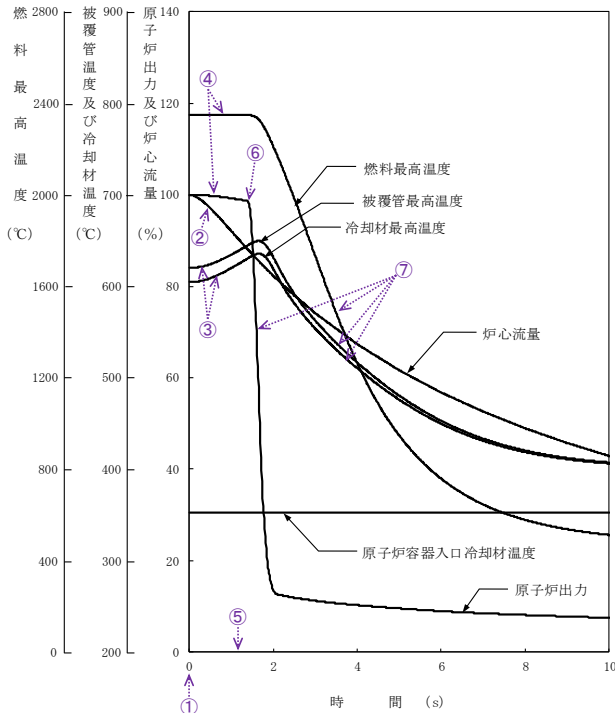
- ② 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コストダウン)開始
- ③ 炉心流量の減少により炉心の冷却材及び構造材温度が上昇
- ④ 炉心の冷却材及び構造材温度の上昇により負の反応度が付加され原子炉出力が低下、それに伴い燃料温度が低下
- ⑤ 約1.2秒後に電源喪失信号による原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

< 原子炉スクラム後の事象推移 >

- ⑥ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑦ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約650 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約640 °C | 910 °C |

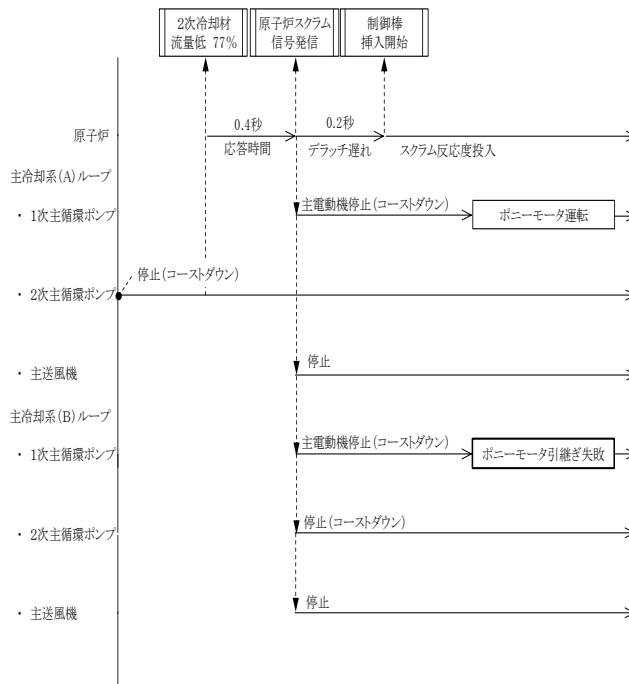


2次冷却材流量減少

・主な解析条件

| 事象名 | | 2次冷却材流量減少 |
|------------|------------------------------|---|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C |
| | 被覆管 | 約620 °C |
| 起因事象 | 1ループの2次主循環ポンプが停止し、2次冷却材流量が減少 | |
| スクラム反応度 | 0.050 Δk/k | |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | -3.5×10 ⁻³ Tdk/dT 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 燃料温度係数 | -4.5×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 構造材温度係数 | -0.76×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 冷却材温度係数 | -5.7×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 支持板温度係数 | 零 |
| 原子炉スクラム項目 | 2次冷却材流量低 | |
| 設定値 | 定格流量の77 % | |
| 応答時間 | 0.4 秒 | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | |
| 単一故障仮定 | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 | |

・プラント挙動



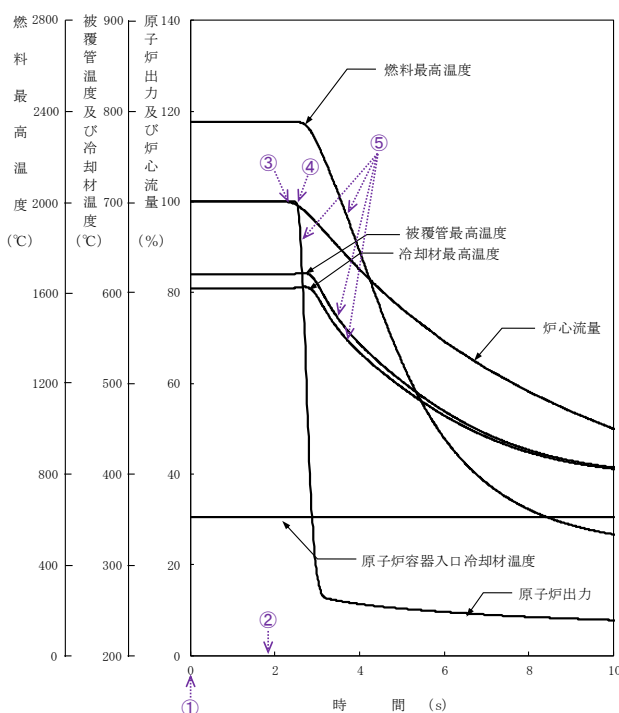
・主な事象推移

< 起因事象 >

- ① 2次主循環ポンプの停止発生(2次冷却材流量が減少)

< 原子炉スクラムまでの事象推移 >

- ② 約1.9 秒後に2次冷却材流量77 % (原子炉トリップ設定値)に到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信<原子炉スクラム後の事象推移>
- ③ 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コストダウン)開始
- ④ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑤ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下



・主な解析結果

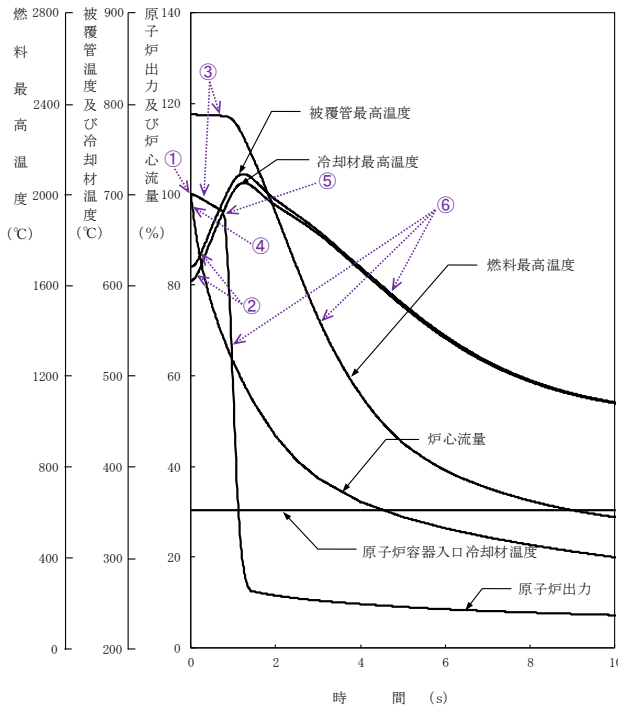
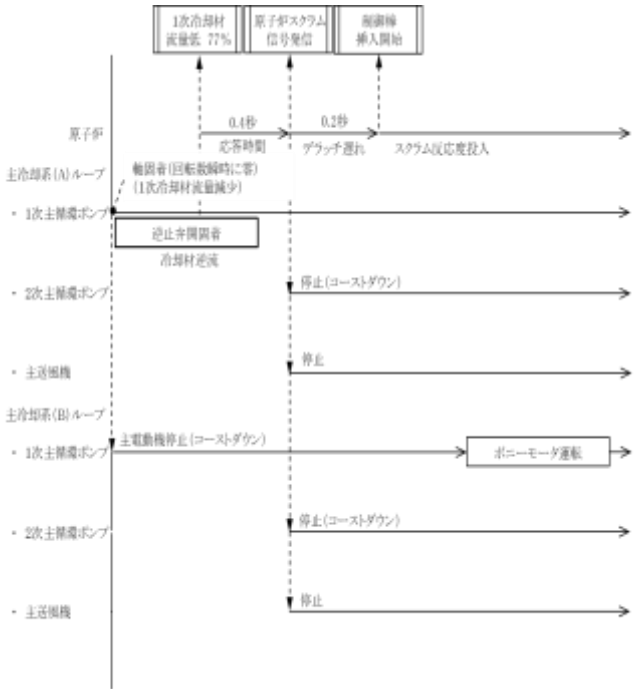
| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約630 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約610 °C | 910 °C |

1次主循環ポンプ軸固着事故

・主な解析条件

| 事象名 | | 1次主循環ポンプ軸固着事故 | |
|------------|--------------|---|--|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % | |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C | |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C | |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C | |
| | 被覆管 | 約620 °C | |
| 起因事象 | | 1ループの1次主循環ポンプの軸が固着し、1次冷却材流量が減少 | |
| スクラム反応度 | | 0.050 Δk/k | |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | -3.5×10 ⁻³ Tdk/dT 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 燃料温度係数 | -4.5×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 構造材温度係数 | -0.76×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 冷却材温度係数 | -5.7×10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 支持板温度係数 | 零 | |
| 原子炉スクラム項目 | 1次冷却材流量低 | | |
| 設定値 | 定格流量の77 % | | |
| 応答時間 | 0.4 秒 | | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | | |
| 単一故障仮定 | 事故ループの逆止弁閉固着 | | |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起因事象>

- ① 1ループの1次主循環ポンプの軸の固着発生(回転数が瞬時に零(炉心流量が減少))

<原子炉スクラムまでの事象推移>

- ② 炉心流量の減少により炉心の冷却材及び構造材温度が上昇
- ③ 炉心の冷却材及び構造材温度の上昇により負の反応度が付加され原子炉出力が低下、それに伴い燃料温度が低下
- ④ 約0.1秒後に1次冷却材流量77%(原子炉トリップ設定値)到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- ⑤ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑥ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

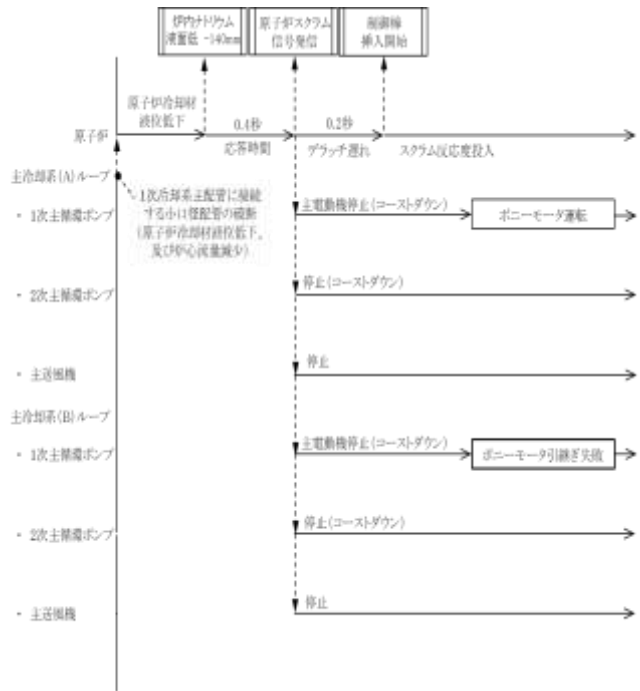
| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約730 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約720 °C | 910 °C |

1次冷却材漏えい事故

・主な解析条件

| 事象名 | | 1次冷却材漏えい事故 |
|------------|---|---|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C |
| | 被覆管 | 約620 °C |
| 起回事象 | 1次冷却系主配管に接続する小口径配管の破断により原子炉冷却材液位が低下するとともに炉心流量が減少(別添3参照) | |
| スクラム反応度 | 0.050 Δk/k | |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | -3.5 × 10 ⁻³ Tdk/dT 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 燃料温度係数 | -4.5 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 構造材温度係数 | -0.76 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 冷却材温度係数 | -5.7 × 10 ⁻⁶ Δk/k/°C 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 支持板温度係数 | 零 |
| 原子炉スクラム項目 | 炉内ナトリウム液面低 | |
| 設定値 | NsL(原子炉容器通常ナトリウム液位) -140 mm | |
| 応答時間 | 0.4 秒 | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | |
| 単一故障仮定 | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 | |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起回事象>

① 1次主冷却系主配管に接続する小口径配管の破断発生(原子炉冷却材液位が低下、及び炉心流量が減少)

<原子炉スクラムまでの事象推移>

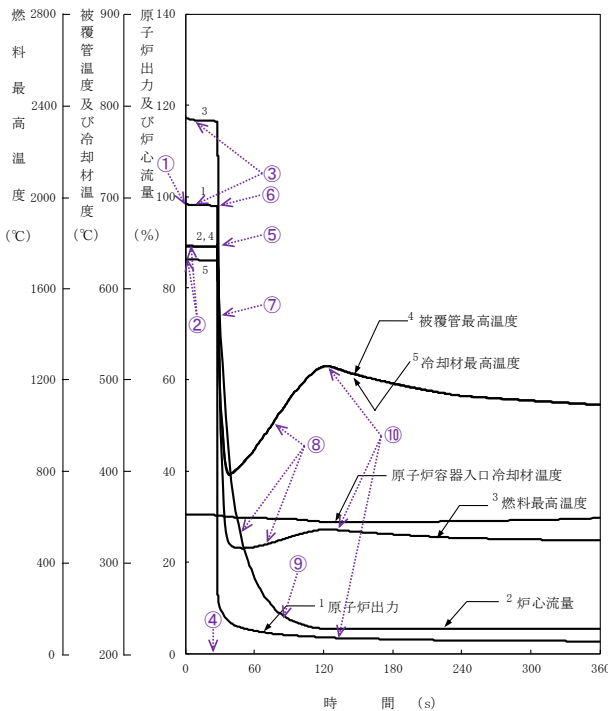
- ② 炉心流量の減少により炉心の冷却材及び構造材温度が上昇
- ③ 炉心の冷却材及び構造材温度の上昇により負の反応度が付加され原子炉出力が低下、それに伴い燃料温度が低下
- ④ 約27秒後に炉内ナトリウム液面NsL-140 mm(原子炉トリップ設定値)到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- ⑤ 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コーストダウン)開始
- ⑥ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑦ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下
- ⑧ 炉心流量の低下(原子炉出力/炉心流量比の増大)により各部の温度が上昇
- ⑨ 1ループのボニーモータによる低速運転への引継ぎ
- ⑩ 原子炉出力の低下(原子炉出力/炉心流量比の低下)に伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約650 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約640 °C | 910 °C |

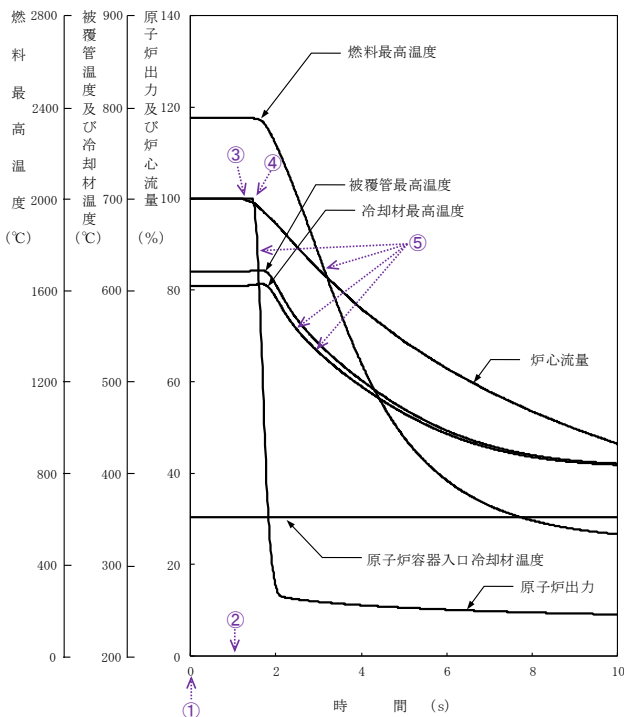
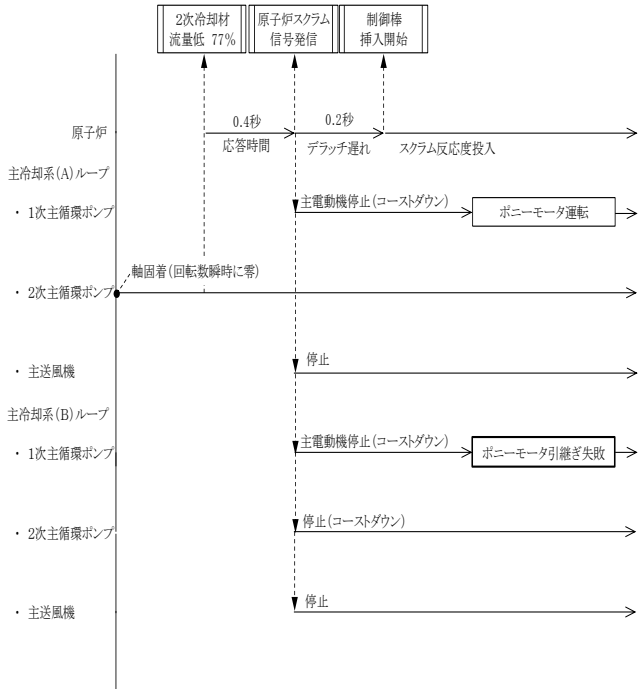


2次主循環ポンプ軸固着事故

・主な解析条件

| 事象名 | | 2次主循環ポンプ軸固着事故 | |
|------------|---------------------------------|---|--|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % | |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C | |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C | |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C | |
| | 被覆管 | 約620 °C | |
| 起因事象 | 1ループの2次主循環ポンプの軸固着により、2次冷却材流量が減少 | | |
| スクラム反応度 | 0.050 Δk/k | | |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | $-3.5 \times 10^{-3} \text{ Tdk/dT}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 燃料温度係数 | $-4.5 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) | |
| | 構造材温度係数 | $-0.76 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 冷却材温度係数 | $-5.7 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) | |
| | 支持板温度係数 | 零 | |
| 原子炉スクラム項目 | 2次冷却材流量低 | | |
| 設定値 | 定格流量の77 % | | |
| 応答時間 | 0.4 秒 | | |
| デラッチ遅れ | 0.2 秒 | | |
| 単一故障仮定 | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 | | |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起因事象>

- 1ループの2次主循環ポンプの軸の固着発生(回転数が瞬時に零(2次冷却材流量が減少))

<原子炉スクラムまでの事象推移>

- 約0.8秒後に2次冷却材流77%(原子炉トリップ設定値)到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コストダウン)開始
- 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

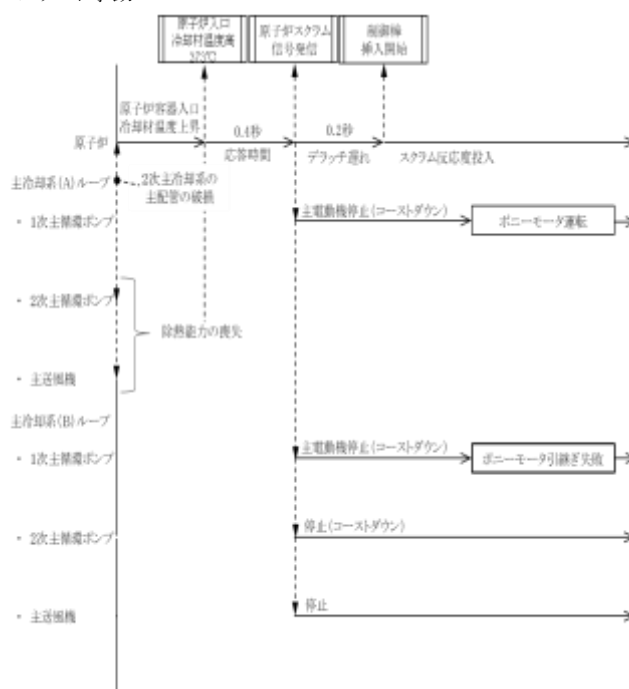
| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約630 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約610 °C | 910 °C |

2次冷却材漏えい事故

・主な解析条件

| 事象名 | | 2次冷却材漏えい事故 |
|---|---------|---|
| 初期状態 | 原子炉出力 | 100 % |
| | 原子炉入口温度 | 352 °C |
| | 原子炉出口温度 | 458 °C |
| 燃料・被覆管初期温度 | 燃料 | 約2,350 °C |
| | 被覆管 | 約620 °C |
| 起因事象 1ループの2次主冷却系の主配管が破損し、2次冷却材が漏えい(当該ループの除熱能力喪失) | | |
| スクラム反応度 | | 0.050 Δk/k |
| 反応度係数 | ドップラ係数 | $-3.5 \times 10^{-3} \text{ Tdk/dT}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 燃料温度係数 | $-4.5 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最小値(絶対値が最大の負の値) |
| | 構造材温度係数 | $-0.76 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 冷却材温度係数 | $-5.7 \times 10^{-6} \text{ Δk/k/°C}$ 最大値(絶対値が最小の負の値) |
| | 支持板温度係数 | 零 |
| 原子炉スクラム項目 | | 原子炉入口冷却材温度高 |
| 設定値 | | 373 °C |
| 応答時間 | | 0.4 秒 |
| デラッチ遅れ | | 0.2 秒 |
| 単一故障仮定 | | 1ループのボニーモータ引継ぎ失敗 |

・プラント挙動



・主な事象推移

<起因事象>

- ① 2次主冷却系の主配管の破損発生(当該ループの除熱能力喪失)

<原子炉スクラムまでの事象推移>

- ② 主中間熱交換器の2次側の除熱能力の喪失により原子炉容器入口冷却材温度が上昇
- ③ 原子炉容器入口冷却材温度の上昇により炉心の冷却材及び構造材温度が上昇
- ④ 炉心の冷却材及び構造材温度の上昇により負の反応度が付加され原子炉出力が低下、それに伴い燃料温度が低下
- ⑤ 約44秒後に原子炉容器入口冷却材温度373°C(原子炉トリップ設定値)に到達、原子炉保護系の動作により原子炉スクラム信号発信

<原子炉スクラム後の事象推移>

- ⑥ 1次主循環ポンプの主電動機の停止により炉心流量の減少(コーストダウン)開始
- ⑦ 制御棒の切り離しによる制御棒挿入(スクラム反応度の投入)開始
- ⑧ 制御棒挿入により原子炉出力が低下、それに伴い各部の温度が低下
- ⑨ 炉心流量の低下(原子炉出力/炉心流量比の増大)により各部の温度が上昇
- ⑩ 1ループのボニーモータによる低速運転への引継ぎ
- ⑪ 原子炉出力の低下(原子炉出力/炉心流量比の低下)に伴い各部の温度が低下

・主な解析結果

| | 解析結果 | 熱設計基準値 |
|------------|----------|----------|
| 燃料最高温度: | 初期値を超えない | 2,650 °C |
| 燃料被覆管最高温度: | 約630 °C | 840 °C |
| 冷却材最高温度: | 約620 °C | 910 °C |

