

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-240-3 改1
提出年月日	平成30年5月24日

工事計画に係る補足説明資料
工事計画に係る説明資料（計測制御系統施設）のうち
発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に係る
制御方法に関する説明書
補足-240-3【安全保護系の応答時間について】

平成30年5月
日本原子力発電株式会社

目次

1. 安全保護系の応答時間について	1
1.1 概要	1
1.2 安全保護系の応答時間について	2
1.3 安全保護系の応答時間の根拠について	6
1.4 安全保護系の応答時間の確認について	10

1. 安全保護系その他の工学的安全施設等の応答時間について

1.1 概要

安全保護系のうち原子炉緊急停止系作動回路は、発電用原子炉の安全性を損なうおそれのある運転時の異常な過渡変化、設計基準事故、運転中の発電用原子炉における重大事故に至るおそれがある事故あるいは運転中の発電用原子炉における重大事故が発生した場合又は発生が予想される場合にそれを抑制あるいは防止するため、異常を検知し発電用原子炉を自動的に停止させる。

また、安全保護系のうち工学的安全施設作動回路は、原子炉冷却材喪失あるいは主蒸気管破断等に際して、事故の拡大防止及び環境への放射性物質の放出を抑制するため、異常を検知し工学的安全施設を作動させる。

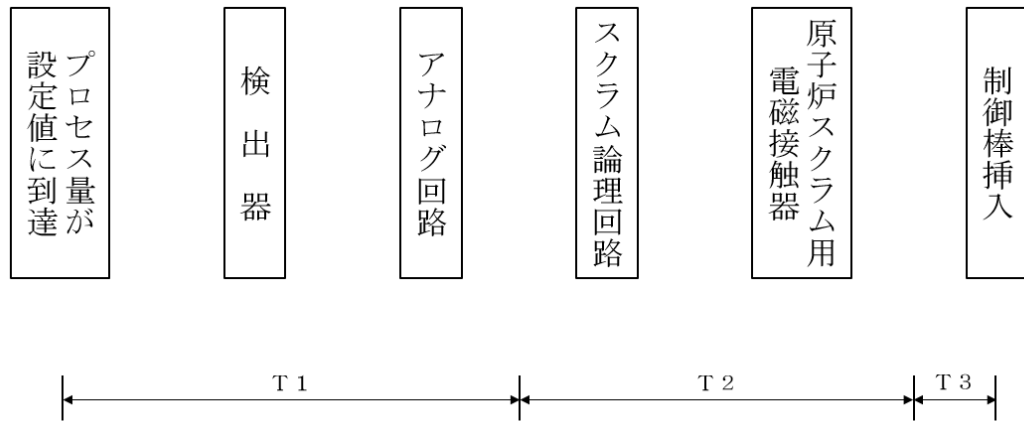
その他の工学的安全施設等の作動回路は、運転時の異常な過渡変化時において発電用原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器の健全性を維持するとともに、発電用原子炉を未臨界に移行するために、A T W S 緩和設備（代替再循環系ポンプトリップ機能）及びA T W S 緩和設備（代替制御棒挿入機能）を作動させる。また、原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の減圧機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するために、過渡時自動減圧機能を作動させる。

これらのうち、設置（変更）許可の安全評価の条件として使用している安全保護系その他の工学的安全施設等の応答時間について説明する。

1.2 安全保護系の応答時間について

(1) 原子炉緊急停止系作動回路

原子炉緊急停止系作動回路の原子炉スクラム信号の応答時間の内訳を以下に示す。



T 1 : プロセス量が設定値に達してから検出器が検知し、アナログ回路の信号がスクラム論理回路に発信されるまでの検出遅れ時間

T 2 : スクラム論理回路及び原子炉スクラム用電磁接触器での信号処理遅れ時間

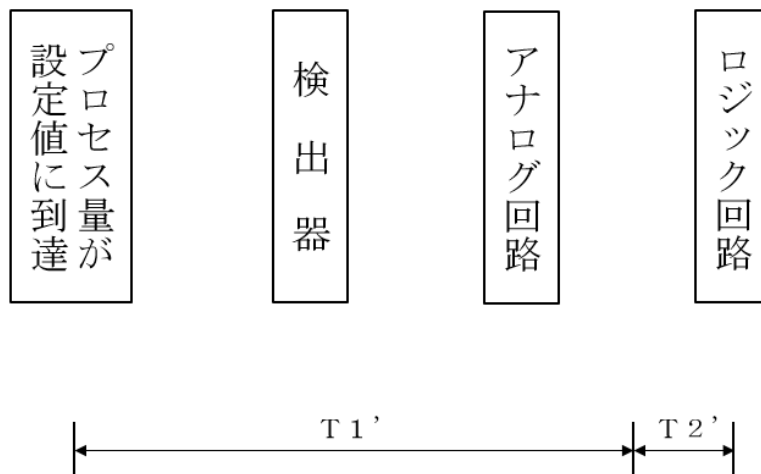
T 3 : 原子炉スクラム用電磁接触器の動作から制御棒が全ストロークの 90 %に至るまでの時間

原子炉スクラム信号の応答時間

原子炉スクラム信号		応答時間 (秒)				
		T 1	T 2	合計 (T 1+T 2)	T 3	合計 (T 1+T 2+T 3)
原子炉圧力高				0.55	3.5	4.05
原子炉水位低				1.05		4.55
中性子束高	出力領域計装			0.09		3.59
	起動領域計装			0.09		3.59
原子炉出力ペリオド短				0.20		3.70
主蒸気隔離弁閉				0.06		3.56
主蒸気止め弁閉				0.06		3.56
蒸気加減弁急速閉				0.08		3.58

(2) 工学的安全施設作動回路及びその他の工学的安全施設等の作動回路

工学的安全施設作動回路及びその他の工学的安全施設等の作動回路の工学的安全施設等作動信号の応答時間の内訳を以下に示す。



$T1'$: プロセス量が設定値に達してから検出器が検知し、アナログ回路の信号がロジック回路に発信されるまでの検出遅れ時間

$T2'$: ロジック回路部での信号処理遅れ時間

工学的安全施設等作動信号の応答時間

主蒸気隔離弁	応答時間 (秒)		
	T 1'	T 2'	合計 (T 1' + T 2')
主蒸気管流量大			0.50

ATWS緩和設備 (代替再循環系ポンプトリップ機能)	応答時間 (秒)		
	T 1'	T 2'	合計 (T 1' + T 2')
原子炉圧力高 (ATWS)			0.64

1.3 安全保護系の応答時間の根拠について

(1) 原子炉スクラム信号

設置（変更）許可を受けた安全評価の条件として考慮している応答時間（原子炉スクラム信号の応答時間：T1+T2）をプロセス量ごとに設備の実現可能な範囲で割り当てた時間である。プラントの安全性確保の観点からは、T1～T3の合計値が安全評価で考慮している応答時間以内であれば問題なく、それぞれの割り当て時間は、設備に対する要求値として設備の実力等を考慮して合理的な範囲で定めたものである。

原子炉スクラム信号	応答時間の根拠			
	T1	T2	T3	T1+T2+T3
原子炉圧力高			3.5 秒	4.05 秒
			原子炉スクラム用電磁接触器の動作から、制御棒が全ストロークの 90 %に至るまでの時間を考慮して 3.5 秒とし、上記範囲内に収まることを 定期事業者検査 等で確認している。	
原子炉水位低		同上		4.55 秒

原子炉スクラム信号	応答時間の根拠			
	T 1	T 2	T 3	T 1+T 2+T 3
中性子束高 (出力領域計装) 中性子束高 (起動領域計装)			3.5 秒	3.59 秒
		原子炉圧力高に同じ。		
原子炉出力ペリオド短			3.5 秒	3.70 秒
		同上		
主蒸気隔離弁閉 主蒸気止め弁閉			3.5 秒	3.56 秒
		同上		

原子炉スクラム信号	応答時間の根拠			
	T 1	T 2	T 3	T 1+T 2+T 3
蒸気加減弁急速閉			3.5 秒	3.58 秒
		原子炉圧力高に同じ。		

(2) 工学的安全施設作動信号

設置（変更）許可を受けた安全評価の条件として考慮している応答時間（工学的安全施設作動信号の応答時間： $T1' + T2'$ ）をプロセス量ごとに設備の実現可能な範囲で割り当てた時間である。プラントの安全性確保の観点からは、 $T1'$ 、 $T2'$ の合計値が安全評価で考慮している応答時間以内であれば問題なく、それぞれの割り当て時間は、設備に対する要求値として、設備の実力等を考慮して合理的な範囲で定めたものである。

主蒸気隔離弁	応答時間の根拠		
	$T1'$	$T2'$	$T1' + T2'$
主蒸気管流量大			0.50 秒

1.4 安全保護系の応答時間の確認について

設置（変更）許可を受けた安全評価の条件として使用している原子炉スクラム信号及び工学的な安全施設作動信号の各応答時間の確認について説明する。

(1) 原子炉緊急停止系作動回路の応答時間

原子炉スクラム信号の各応答時間（ $T_1 \sim T_3$ ）の確認について以下に示す。

- ① T_1 ：プロセス量が設定値に達してから検出器が検知し、アナログ回路の信号がスクラム論理回路に発信されるまでの検出遅れ時間
検出器は工場試験等によりプロセス量を変化させ、出力が所定の値に達するまでの応答時間を計測している。また、アナログ回路部の継電器は工場試験等によりステップ状の模擬信号を加えた時点から継電器が動作するまでの応答時間を計測している。
- ② T_2 ：スクラム論理回路及び原子炉スクラム用電磁接触器での信号処理遅れ時間
アナログ回路部の原子炉スクラム原因接点動作から原子炉スクラム用電磁接触器が動作するまでの時間を計測することが可能である。
- ③ T_3 ：原子炉スクラム用電磁接触器の動作から制御棒が全ストロークの90%に至るまでの時間
原子炉スクラムテスト信号発信から制御棒が全ストロークの90%に至るまでの時間を計測可能である。この応答時間は、定期事業者検査「制御棒駆動水圧系機能検査」として毎サイクル実施し確認している。

(2) 工学的な安全施設作動回路

- ① T_1' ：プロセス量が設定値に達してから検出器が検知し、アナログ回路の信号がロジック回路に発信されるまでの検出遅れ時間
検出器は工場試験等によりプロセス量を変化させ、出力が所定の値に達するまでの応答時間を計測している。また、アナログ回路部の継電器は工場試験等によりステップ状の模擬信号を加えた時点から継電器が動作するまでの応答時間を計測している。
- ② T_2' ：ロジック回路部での信号処理遅れ時間
ロジック回路部の各継電器は工場試験等によりステップ状の模擬信号を加えた時点から継電器が動作するまでの応答時間を計測している。