

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 本文-010-1 改1
提出年月日	2020年6月4日

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料
計測制御系統施設のうち
制御方式及び制御方法

2020年 6月
東京電力ホールディングス株式会社

- 1 制御方式及び制御方法
 - (1) 発電用原子炉の制御方式
 - (2) 発電用原子炉の制御方法

4. 計測制御系統施設

沸騰水型発電用原子炉施設に係るもの（発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に係るものを除く。）にあつては、次の事項

1 制御方式及び制御方法

(1) 発電用原子炉の制御方式

発電用原子炉の反応度の制御方式、ほう酸水注入の制御方式、発電用原子炉の圧力の制御方式、発電用原子炉の水位の制御方式及び安全保護系その他重大事故等発生時に発電用原子炉を安全に停止するための回路（以下この表において「安全保護系等」という。）の制御方式

変 更 前		変 更 後	
*1 発 電 用 原 子 炉 の 制 御 方 式	<p>発電用原子炉の制御は以下の方式で行う。*2</p> <p>a. 発電用原子炉の反応度の制御方式*3</p> <p>(a) 制御棒位置制御の制御方式*4</p> <p>イ. 制御棒グループごと若しくは、制御棒1本ずつの挿入引き抜き操作機能</p> <p>ロ. 原子炉スクラム信号による全制御棒急速挿入機能</p> <p>ハ. 原子炉冷却材再循環ポンプトリップ時の選択制御棒挿入機能</p> <p>(b) 原子炉再循環流量制御の制御方式*5</p> <p>イ. 原子炉冷却材再循環ポンプ回転数制御機能</p> <p>ロ. タービントリップ又は負荷遮断時の原子炉冷却材再循環ポンプトリップ機能</p> <p>b. ほう酸水注入の制御方式*6</p> <p>(a) 手動によるほう酸水注入系の起動機能</p> <p>c. 発電用原子炉の圧力の制御方式*7</p> <p>(a) 原子炉圧力制御機能</p> <p>d. 発電用原子炉の水位の制御方式*8</p> <p>(a) 原子炉水位信号、主蒸気流量信号及び原子炉給水流量信号の三要素制御（原子炉高出力時）あるいは原子炉水位信号の単要素制御による給水制御機能</p> <p>e. 安全保護系等の制御方式*9</p> <p>(a) 安全保護系の制御方式</p> <p>イ. 原子炉緊急停止系によるスクラム機能</p> <p>ロ. その他の安全保護系起動信号による工学的安全施設の起動機能</p>	発 電 用 原 子 炉 の 制 御 方 式	<p style="text-align: center;">変更なし</p>
	—		<p>(b) 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備の制御方式</p> <p>イ. 代替制御棒挿入機能</p> <p>ロ. 代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能</p> <p>ハ. 手動によるほう酸水注入系の起動機能</p> <p>ニ. 手動による自動減圧阻止機能</p> <p>(c) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備の制御方式</p> <p>イ. 代替自動減圧機能</p>

注記*1：記載の適正化を行う。既工事計画書には「制御方式」と記載。

*2：記載の適正化を行う。既工事計画書には「原子炉の制御は以下の方式により行われる。」と記載。

*3：既工事計画書に記載がないため記載の適正化を行う。

*4：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(1)制御棒位置制御」と記載。

*5：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(2)原子炉再循環流量制御」と記載。

*6：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(5)ほう酸水注入系の制御」と記載。

*7：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(3)圧力制御」と記載。

*8：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(4)給水制御」と記載。

*9：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(6)安全保護系」と記載。

(2) 発電用原子炉の制御方法

制御棒の位置の制御方法, 原子炉再循環流量の制御方法, ほう酸水注入設備の制御方法, 発電用原子炉の圧力の制御方法, 給水の制御方法及び安全保護系等の制御方法

変 更 前		変 更 後	
<p>*1 発電用原子炉の制御方法</p>	<p>発電用原子炉の制御は以下の方法で行う。^{*2}</p> <p>a. 制御棒の位置の制御方法^{*3, *4} 制御棒位置は, 制御棒駆動機構の駆動電動機により常時は制御棒グループごとに, 又は 1 本ずつ自動又は手動にて挿入, 又は引き抜き方向に操作される。なお, 自動操作は出力 70%以下の場合のみ可能である。 原子炉の状態が運転及び起動において, かつ原子炉熱出力 10%相当以下の場合, 制御棒値ミニマイザを使用して, 制御棒の操作を行う。なお, 制御棒値ミニマイザが使用不可能な場合は, 制御棒操作手順に従って操作されていることを確認するため, 制御棒の操作を行う運転員の他に少なくとも 1 名の運転員を配置して, 制御棒の操作を行う。 スクラム動作時は, 水圧制御ユニットのアクキュムレータの圧力を利用して急速に制御棒が挿入される。 選択制御棒挿入動作時は, 制御棒駆動機構の駆動電動機によりあらかじめ選択された制御棒が挿入される。 また, 選択制御棒は, 原子炉冷却材再循環ポンプが 2 台以上トリップし, 低炉心流量 (36%以下) かつ, 原子炉高出力運転時 (原子炉出力 30%以上) の領域に入った場合, 原子炉出力を抑制して安定性の余裕を増すために自動的に挿入される。この制御棒は, 自然循環状態で原子炉出力約 20%を目標に選択される。</p> <p>b. 原子炉再循環流量の制御方法^{*5} 再循環流量は, 原子炉冷却材再循環ポンプの回転数を変えることにより制御される。なお, 再循環流量制御には, 炉心流量をフィードバック信号として用いる。 また, 原子炉高出力運転時 (原子炉出力 35%以上) には, 主蒸気止め弁閉あるいは, 蒸気加減弁急速閉の信号により原子炉冷却材再循環ポンプ 4 台を同時にトリップし, タービントリップ, 又は発電機負荷遮断直後の原子炉出力の上昇を抑制する。</p> <p>c. ほう酸水注入設備の制御方法^{*6} 運転中制御棒挿入による原子炉停止が不能の時, ほう酸水注入系を手動で起動し, 貯蔵タンク内の五ほう酸ナトリウム溶液を原子炉に注入する。</p> <p>d. 発電用原子炉の圧力の制御方法^{*7} 原子炉圧力は, 蒸気加減弁及びタービンバイパス弁の開度の制御により, 原子炉ドーム圧力が一定になるよう制御される。</p> <p>e. 給水の制御方法^{*8} 原子炉への給水流量は, 原子炉水位信号, 主蒸気流量信号及び原子炉給水流量信号による三要素制御 (原子炉高出力時) あるいは原子炉水位信号による単要素制御により, タービン駆動原子炉給水ポンプの速度及び給水調整弁の開度を調節し, 原子炉水位を一定に保持するよう制御される。</p>	<p>発電用原子炉の制御方法</p>	<p>変更なし</p>

変 更 前		変 更 後	
*1 発 電 用 原 子 炉 の 制 御 方 法	<p>f. 安全保護系等の制御方法*9</p> <p>(a) 安全保護系の制御方法</p> <p>原子炉緊急停止系の作動回路は4チャンネルで構成され、原子炉スクラム信号により2チャンネル以上が同時にトリップすると原子炉はスクラムする。</p> <p>また、その他の安全保護系起動信号により工学的安全施設が起動される。</p> <p>なお、サーベランス等フラットディスプレイにてタッチオペレーションしている場合でも、事故時には工学的安全施設の起動信号を優先させるロジックとしている。</p> <p>安全保護系の作動回路は、自己診断機能を有するマイクロプロセッサを用いた、デジタル制御装置を適用し、検証及び健全性確認を行ったソフトウェアを使用する。</p>	—	変更なし
		—	<p>(b) 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備の制御方法</p> <p>代替制御棒挿入機能は原子炉圧力高又は原子炉水位低（レベル2）の信号により、全制御棒を全挿入させて原子炉を未臨界にする。</p> <p>代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能は、原子炉圧力高又は原子炉水位低（レベル3, レベル2）の信号で原子炉冷却材再循環ポンプを自動で停止させて原子炉の出力を制御する。</p> <p>ほう酸水注入系は、中性子吸収材を高圧炉心注水スパーチャから注入して負の反応度を与え、原子炉を徐々に低温停止にする。</p> <p>原子炉緊急停止失敗時に自動減圧系が作動すると、高圧炉心注水系及び低圧注水系から大量の冷水が注水され出力の急激な上昇につながるため、自動減圧系の起動阻止スイッチにより自動減圧系及び代替自動減圧機能による自動減圧を阻止する。</p> <p>(c) 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備の制御方法</p> <p>代替自動減圧機能は原子炉水位低（レベル1）かつ低圧注水系が利用可能な状態で、代替自動減圧機能からの信号により主蒸気逃がし安全弁を開放し、原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧する。</p> <p>なお、原子炉緊急停止失敗時に自動減圧系が作動すると、高圧炉心注水系及び低圧注水系から大量の冷水が注水され出力の急激な上昇につながるため、自動減圧系の起動阻止スイッチにより自動減圧系及び代替自動減圧機能による自動減圧を阻止する。</p>

注記*1：記載の適正化を行う。既工事計画書には「制御方法」と記載。

*2：既工事計画書に記載がないため記載の適正化を行う。

*3：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(1)制御棒位置制御」と記載。

*4：記載の適正化を行う。既工事計画書には「制御棒位置は、制御棒駆動機構の駆動電動機により常時は制御棒グループごとに、又は1本ずつ自動又は手動にて挿入、又は引き抜き方向に操作される。なお、自動操作は出力70%以下の場合のみ可能である。スクラム動作時は、水圧制御ユニットのアキュムレータの圧力を利用して急速に制御棒が挿入される。選択制御棒挿入動作時は、制御棒駆動機構の駆動電動機によりあらかじめ選択された制御棒が挿入される。また、選択制御棒は、原子炉冷却材再循環ポンプが2台以上トリップし、低炉心流量（36%以下）かつ、原子炉高出力運転時（原子炉出力30%以上）の領域に入った場合、原子炉出力を抑制して安定性の余裕を増すために自動的に挿入される。この制御棒は、自然循環状態で原子炉出力約20%を目標に選択される。」と記載。

*5：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(2)原子炉再循環流量制御」と記載。

*6：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(5)ほう酸水注入系の制御」と記載。

*7：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(3)圧力制御」と記載。

*8：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(4)給水制御」と記載。

*9：記載の適正化を行う。既工事計画書には「(6)安全保護系」と記載。