

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

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	KK7-001-33 改2
提出年月日	2020年6月5日

基本設計方針に関する説明資料

【第37条 制御材駆動装置】

- ・ 要求事項との対比表
(設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書に係る様式-7)
- ・ 各条文の設計の考え方
(設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書に係る様式-6)
- ・ 先行審査プラントの記載との比較表

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線） 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比	【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番 <関連する資料> ・様式-1 への展開表（補足説明資料） ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1） ■：前回提出時からの変更箇所
--	--

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
(制御材駆動装置) 第三十七条 制御材を駆動する装置は、次に定めるところにより施設しなければならない。 一 発電用原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動できるものであること。① 【解釈】 1 第 1 号に規定する「発電用原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動できる」とは、発電用原子炉の緊急停止時に制御棒の挿入による時間（この間に炉心に加えられる負の反応度）が、当該原子炉の燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷を防ぐために適切な値となるような速度で炉心内に挿入されること。ここで、緊急停止時の制御棒の挿入時間は、設置（変更）許可申請書添付書類八の仕様及び設置（変更）許可申請書における運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の評価で設定した時間を満たしていること。①	制御棒駆動系は、発電用原子炉の緊急停止時に制御棒の挿入時間が、発電用原子炉の燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷を防ぐために適切な値となるような速度で炉心内に挿入できる設計とする。 なお、設置（変更）許可を受けた仕様並びに運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の評価で設定した制御棒の挿入時間を満足する設計とする。	制御棒駆動系は、発電用原子炉の緊急停止時に制御棒の挿入時間が、発電用原子炉の燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷を防ぐために適切な値となるような速度で炉心内に挿入できる設計とする。 ①【37 条 1】 なお、設置（変更）許可を受けた仕様並びに運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の評価で設定した制御棒の挿入時間を満足する設計とする。 ①【37 条 2】	へ 計測制御系統施設の構造及び設備 A. 6 号炉 (3) 制御設備 (ii) 制御材駆動設備の個数及び構造 制御材駆動設備（制御棒駆動系）は、制御棒の位置を調整するために設ける。② a. 個数 205（制御棒駆動機構）① 103（水圧制御ユニット）① b. 構造 制御棒駆動系は、制御棒駆動機構、水圧制御ユニット、ポンプ等で構成する。② 制御棒駆動機構は、電動・水圧駆動方式のものであり、各制御棒に独立して設ける。③-1 通常駆動時の駆動源は、電動機であり、スクラム時の駆動源は、水圧制御ユニットのアクチュムレータの高圧窒素により加圧された駆動水である。② なお、制御棒駆動機構は、制御棒が万一落下した場合でも、その落下速度を 0.7m/s 以下に制限するようにしている。① 103 個の水圧制御ユニットのうち 102 個はそれぞれ 2 個の制御棒駆動機構に、残る 1 個は 1 個の制御棒駆動機構に接続する。②	6. 計測制御系統施設 6.1 原子炉制御系 6.1.2 原子炉停止系 6.1.2.1 概要 6.1.2.1.1 設備の構成 原子炉停止系は、制御棒及び制御棒駆動系並びにほう酸水注入系で構成する。◇ 制御棒及び制御棒駆動系は、制御棒、制御棒駆動機構、制御棒駆動水圧系から構成され、制御棒駆動水ポンプ、水圧制御ユニット等で構成される。◇ ほう酸水注入系は、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ、テスト・タンク、配管、弁等で構成される。◇	・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。 ・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。	計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系 計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系

設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書に係る様式-7

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線） 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比	【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番 <関連する資料> ・様式-1 への展開表（補足説明資料） ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1） ■■■■■：前回提出時からの変更箇所
--	--

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
二 発電用原子炉の通常運転時において制御棒の異常な引き抜きが発生した場合においても、燃料要素の許容損傷限界を超える速度で駆動できないものであること。② 【解釈】 2 第 2 号に規定する「制御棒の異常な引き抜きが発生した場合においても、燃料要素の許容損傷限界を超える速度で駆動できないもの」とは、「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」により、制御棒が異常に引き抜かれた場合でも、燃料の許容損傷限界を超えないよう引抜速度が制限されていること。この場合において、設置（変更）許可申請書において評価した「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」の評価の条件として設定した制御棒引抜速度に非保守的な変更がないことを確認すること。②	制御棒駆動系は、発電用原子炉の通常運転時において制御棒の異常な引き抜きが発生した場合においても、燃料要素の許容損傷限界を超える駆動速度で引抜きできない設計とする。 なお、設置（変更）許可を受けた「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」の評価の条件を満足する設計とする。	制御棒駆動系は、発電用原子炉の通常運転時において制御棒の異常な引き抜きが発生した場合においても、燃料要素の許容損傷限界を超える駆動速度で引抜きできない設計とする。 ② 【37 条 3】 なお、設置（変更）許可を受けた「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」の評価の条件を満足する設計とする。 ② 【37 条 4】	ポンプは、各制御棒駆動機構及び水圧制御ユニットに共用である。② c. 取付箇所 原子炉压力容器底部① d. 挿入時間及び駆動速度 スクラム挿入時間 全ストロークの 60%挿入まで（全炉心平均） 1.44 秒以下（定格圧力時）① 全ストロークの 100%挿入まで 2.80 秒以下（定格圧力時）① 通常時駆動速度 約 3cm/s① (iii) 反応度制御能力 a. 反応度制御能力 約 0.18 Δk（最大過剰増倍率 0.14 Δk の場合）① b. 制御棒（同一の水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本）が抜けているときの反応度停止余裕 実効増倍率 $k_{eff} < 1$ ①	6.1.2.4 主要設備 6.1.2.4.1 制御棒及び制御棒駆動系 (1) 制御棒	・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。 ・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。	計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系 計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線） 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比	【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番 <関連する資料> ・様式-1 への展開表（補足説明資料） ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1） : 前回提出時からの変更箇所
--	--

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
<p>三 制御棒の駆動動力源が喪失した場合に、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に制御棒を動作させないものであること。③</p> <p>【解釈】 3 第 3 号に規定する「発電用原子炉の反応度を増加させる方向に制御棒を動作させないものであること」とは、次の各号のいずれかに適合するもの又はこれと同等であること。</p> <p>一 BWRにおいては、次によること。 ・水圧駆動による制御棒駆動装置にあっては、動力源としての制御棒駆動水ポンプ等による水圧が喪失した場合において、ラッチ機構により制御棒は現状位置に保持されること。③ ・電動駆動による制御棒駆動装置にあっては、電磁ブレーキ等を有することにより、動力電源喪失時も現状位置に保持される機構を有すること。③</p> <p>二 PWRにおいては、制御棒駆動装置の動力源がなくなると制御棒は自重で落下すること。</p>	<p>制御棒駆動機構は、各制御棒に独立して設けられた電動・水圧駆動方式のものであり、カップリング、ボールねじ、ボールナット、中空ピストン、アウターチューブ、スプールピース、電動機等で構成され、制御棒の駆動動力源である電源が喪失した場合においても、中空ピストンのラッチ機構により制御棒を現状位置に保持することができ、また、電動機には無励磁でロック状態となるブレーキ機構を設け、制御棒を現状位置に保持することができ、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に作動させない設計とする。</p> <p>また、制御棒と制御棒駆動機構の結合は、制御棒あるいは制御棒駆動機構を軸中心に 45° 回転させなければ外れない構造（バイオネットカップリング）とする。</p>	<p>制御棒駆動機構は、各制御棒に独立して設けられた電動・水圧駆動方式のものであり、カップリング、ボールねじ、ボールナット、中空ピストン、アウターチューブ、スプールピース、電動機等で構成され、制御棒の駆動動力源である電源が喪失した場合においても、中空ピストンのラッチ機構により制御棒を現状位置に保持することができ、また、電動機には無励磁でロック状態となるブレーキ機構を設け、制御棒を現状位置に保持することができ、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に作動させない設計とする。</p> <p>また、制御棒と制御棒駆動機構の結合は、制御棒あるいは制御棒駆動機構を軸中心に 45° 回転させなければ外れない構造（バイオネットカップリング）とする。</p> <p>③-1, ③-2, ③-3, ③-4 【37 条 5】</p>		<p>制御棒価値ミニマイザで許容する最大価値（0.015 Δk（9×9 燃料が装荷されるまでのサイクル）又は 0.013 Δk（9×9 燃料が装荷されたサイクル以降））の制御棒プレートが、何らかの原因によって、ボールナットから離れ、炉心内に固着した状態から自重によって落下するような事故が起きたと仮定しても、落下速度を抑え、反応度の急速な投入による燃料 UO₂ の最大エンタルピが設計上の制限値を超えないように設計する。制御棒が炉心内に固着された状態で制御棒の引抜操作を行うと、分離検出装置により分離が検知され、制御棒引抜阻止によりそれ以上の引き抜きが防止される。もし万一、それ以上引き抜かれたと仮定しても、<u>制御棒と制御棒駆動機構の結合は、制御棒あるいは制御棒駆動機構を軸中心に 45° 回転させなければ外れない構造</u>（以下 6. では「バイオネット・カップリング」という。） ③-4 としているので、制御棒は中空ピストンとカップリングしたまま落下することになる。これにより、落下に対して大きな抵抗（以下 6. では「ダッシュポット効果」という。）が生じるので、制御棒の自由落下</p>	<p>・同趣旨の記載ではあるが、表現の違いによる差異あり。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。</p>	<p>計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>③-1 引用元：P1 ③-3 引用元：P5, 6</p>

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1 への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ：前回提出時からの変更箇所

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書基本設計方針（前）	工事計画認可申請書基本設計方針（後）	設置変更許可申請書本文	設置変更許可申請書添付書類八	設置変更許可、技術基準規則及び基本設計方針との対比	備考
<p>四 制御棒を駆動する装置にあつては、制御棒の挿入その他の衝撃により制御棒、燃料体、反射材その他の炉心を構成するものを損壊しないものであること。</p> <p>④</p> <p>— 以下 余 白 —</p>	<p>制御棒駆動系にあつては、制御棒の挿入その他の衝撃により制御棒、燃料体、その他の炉心を構成するものを損壊しない設計とする。</p> <p>制御棒は、モードスイッチ「停止」の位置にあるとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、燃料取替機位置が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、引き抜かれている制御棒が同一の水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、制御棒駆動機構充てん水圧力低によるスクラム信号がバイパスされているとき、制御棒駆動機構充てん水圧力低のとき、モードスイッチ「起動」の位置にある場合で、起動領域モニタの原子炉周期（ペリオド）短、指示高、指示低又は動作不能のとき、モードスイッチ「起動」又は「運転」の位置にある場合で、制御棒駆動機構の分離検出装置が動作したとき、モードスイッチ「運</p>	<p>制御棒駆動系にあつては、制御棒の挿入その他の衝撃により制御棒、燃料体、その他の炉心を構成するものを損壊しない設計とする。</p> <p>④ 【37 条 6】</p> <p>制御棒は、モードスイッチ「停止」の位置にあるとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、燃料取替機位置が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、引き抜かれている制御棒が同一の水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、制御棒駆動機構充てん水圧力低によるスクラム信号がバイパスされているとき、モードスイッチ「起動」の位置にある場合で、起動領域モニタの原子炉周期（ペリオド）短、指示高、指示低又は動作不能のとき、モードスイッチ「起動」又は「運転」の位置にある場合で、制御棒駆動機構の分離検出装置が動作したとき、モードスイッチ「運</p>	<p>(5) その他の主要な事項 (i) 制御棒引抜阻止回路 次のような場合には<u>制御棒引抜きを阻止する</u>。 a. <u>モード・スイッチが「停止」位置にある場合</u> b. <u>モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料取替用クレーン位置が原子炉上部にあり、荷重状態のとき</u> c. <u>モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、引抜かれている制御棒が同一の水圧制御ユニットに属する 1 組又は 1 本のとき</u> d. <u>モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、制御棒駆動機構充てん水圧力低によるスクラム信号がバイパスされているとき</u> e. <u>制御棒駆動機構充てん水圧力低のとき</u> f. <u>モード・スイッチが「起動」位置にある場合で、起動領域モニタの原子炉周期短、指示高、指示低又は動作不能のとき</u> g. <u>モード・スイッチが「起動」又は「運転」位置にある場合で、</u></p>	<p>速度を 0.7m/ s 以下に制限する。◇</p> <p>通常の制御棒引抜速度は、30 ±3mm/ s に設定する。◇</p> <p>第 6.1.2-1 表に制御棒の主要仕様を示す。◇</p> <p>(2) 制御棒駆動機構 制御棒駆動機構は、通常操作時は電動駆動で、スクラム時は水圧駆動形式のものである。◇ 制御棒駆動機構の概要を第 3.1-3 図に示す。◇この基本構成要素は、<u>カップリング、ボールねじ、ボールナット、中空ピストン、アウターチューブ、スプールピース、電動機等である</u>。③-2 制御棒駆動機構は、原子炉圧力容器下部に設置されているハウジング内に收容される部分とその下部に取付けられるスプールピース内に收容される駆動軸の軸封部及び駆動電動機から構成され、ハウジング下端のフランジにボルトで接合される。また、電動機には駆動軸の回転より制御棒の位置を検出する装置が設置されている。◇ また、第 6.1.2-5 図に示すように制御棒駆動機構と制御棒とのカップリングは、パイオ</p>	<p>・同趣旨の記載ではあるが、表現の違いによる差異あり。 ・要求事項に対する設計の明確化。 ・差異なし。</p> <p>・同趣旨の記載ではあるが、表現の違いによる差異あり。 ・設置変更許可と整合を図るため記載。 ・差異なし。</p> <p>— 以下 余 白 —</p>	<p>計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>— 以下 余 白 —</p>

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1 への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ■■■■■：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
	<p>転] の位置にある場合で、平均出力領域モニタの指示低又は動作不能のとき、平均出力領域モニタの指示高のとき、制御棒価値ミニマイザによる制御棒引抜阻止信号のあるとき、制御棒引抜監視装置からの制御棒引抜阻止信号のあるときに、引抜きを阻止できる設計とする。</p> <p style="text-align: center;">— 以下 余 白 —</p>	<p>転] の位置にある場合で、平均出力領域モニタの指示低又は動作不能のとき、平均出力領域モニタの指示高のとき、制御棒価値ミニマイザによる制御棒引抜阻止信号のあるとき、制御棒引抜監視装置からの制御棒引抜阻止信号のあるときに、引抜きを阻止できる設計とする。</p> <p>⑤-1 【37 条 7】</p> <p style="text-align: center;">— 以下 余 白 —</p>	<p><u>制御棒駆動機構の分離検出装置が動作したとき</u></p> <p>h. <u>モード・スイッチが「運転」位置にある場合で、平均出力領域モニタの指示低又は動作不能のとき</u></p> <p>i. <u>平均出力領域モニタの指示高のとき</u></p> <p>j. <u>制御棒価値ミニマイザによる制御棒引抜阻止信号のあるとき</u></p> <p>k. <u>制御棒引抜監視装置からの制御棒引抜阻止信号のあるとき</u>⑤-1</p> <p>(viii) 選択制御棒挿入機構 冷却材再循環ポンプが 2 台以上トリップし、低炉心流量高出力領域に入った場合、あらかじめ選択された制御棒を挿入する選択制御棒挿入機構を設ける。□</p> <p style="text-align: center;">— 以下 余 白 —</p>	<p>ネット・カップリングとする。</p> <p>◇ (③-4)</p> <p>また、スクラム時の制御棒の位置指示のため、ハウジングの外側にスクラム位置検出プローブを設置する。更に制御棒と制御棒駆動機構が分離あるいは中空ピストンがボールナットより分離した状態を検出するため、スプールピースの外側に分離検出プローブを設置する。◇</p> <p>以下に制御棒駆動機構の主要構成要素について説明する。</p> <p>a. ボールねじ及びボールナット 制御棒駆動機構の中心部にはボールねじが設置されており、このボールねじに噛み合っ てボールナットが取付けられている。ボールねじは下端がス プールピースの駆動軸を介して電動機駆動軸に連結されており、電動機の回転駆動により 駆動軸及びボールねじが回転し、ボールナットが上方あるいは下方に移動する。◇</p> <p>b. 中空ピストン <u>中空ピストン</u>は、上端が制御棒と結合しており、ボールナットの上に設置されている。制御棒の通常操作時にはボールナ</p>		

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1 への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ■■■■■：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属 施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
				<p>ットの上下動作に伴って制御棒の挿入、引抜きを行う。スクラム時には水圧を中空ピストンに与えボールナットから分離し、急速挿入を行う。また、中空ピストン下部にはラッチが設けてあり、ボールナットから分離すると作動する設計となっており、スクラム完了時にはこのラッチにより制御棒がほぼ全挿入位置で保持される。このラッチは、中空ピストンがボールナットと接合すると解除される。なお、万一、制御棒の落下が生じたとしても、このラッチ機構③-3 により落下距離は 210mm 以内に抑えることができるようにする。◇</p> <p>c. アウターチューブ アウターチューブは、制御棒駆動機構を収容し、スクラム時の水圧が直接ハウジングにかからないようにすると共に、アウターチューブ上端で制御棒案内管と結合し、万一、ハウジング破損を仮定しても制御棒駆動機構の落下を防止する。また、アウターチューブ内上部には皿ばねで構成されるバッファ機構を有しておりスクラム終了時の中空ピストンの減速を行う。◇</p>		

【第37条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ■■■■■：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書基本設計方針（前）	工事計画認可申請書基本設計方針（後）	設置変更許可申請書本文	設置変更許可申請書添付書類八	設置変更許可、技術基準規則及び基本設計方針との対比	備考
				<p>d. スプールピース</p> <p>スプールピースは、電動機に直結された駆動軸と、分離検出マグネット、コイルスプリングより構成される分離検出装置と、駆動軸を保持するベアリング及びシール部材とこれらを内蔵し原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する軸封ハウジングから構成される。◇</p> <p>e. 電動機</p> <p>電動機は、永久磁石を使用したステップモータでスプールピース下部に設置される。この電動機が停止している時には制御棒はその位置で保持される。◇</p> <p>また、電動機には駆動軸の回転によって制御棒の位置を検出するシンクロ位置検出装置が設けられている。◇</p> <p>また、電動機は、スクラム信号と同時に制御棒挿入方向に駆動を開始し、水圧スクラムをバックアップする。◇</p> <p>f. スクラム位置検出プローブ</p> <p>制御棒駆動機構ハウジングの外部にはスクラム位置検出プローブを設ける。スクラム位置検出プローブ内は磁気作動の一連の位置スイッチが付い</p>		

【第37条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ■■■■■：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書基本設計方針（前）	工事計画認可申請書基本設計方針（後）	設置変更許可申請書本文	設置変更許可申請書添付書類八	設置変更許可、技術基準規則及び基本設計方針との対比	備考
				<p>ており、これによりスクラム時の制御棒の位置を指示する。◇</p> <p>6.1.3 運転監視装置</p> <p>6.1.3.2 設計方針</p> <p>(1) 制御棒引抜阻止機能</p> <p>制御棒の誤引抜きを阻止する機能として制御棒引抜阻止回路を設ける設計とする。</p> <p>◇ (5-1)</p> <p>(2) 制御棒価値ミニマイザ</p> <p>零出力ないし、低出力においては、制御棒の誤引き抜きを阻止する補助機能として、制御棒価値ミニマイザを設ける設計とする。◇ (5-1)</p> <p>制御棒価値ミニマイザは、2チャンネル設け、1チャンネルの故障又はバイパス時にもその機能を失わない設計とする。</p> <p>◇</p> <p>6.1.3.4 主要設備</p> <p>(1) 制御棒引抜阻止回路</p> <p>次のような場合には、制御棒の引抜きを阻止するインターロックを設ける。</p> <p>a. モード・スイッチが「停止」位置にある場合</p> <p>b. モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料取替用クレーン位置が原子炉上部にあり、荷重状態のとき</p> <p>c. モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、引抜</p>		

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1 への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 ■■■■■：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属 施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書 基本設計方針（前）	工事計画認可申請書 基本設計方針（後）	設置変更許可申請書 本文	設置変更許可申請書 添付書類八	設置変更許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比	備考
				かれている制御棒が同一の水 圧制御ユニットに属する 1 組 又は 1 本するとき d. モード・スイッチが「燃料 取替」位置にある場合で、制御 棒駆動機構充てん水圧力低に によるスクラム信号がバイパス されているとき e. 制御棒駆動機構充てん水 圧力低のとき f. モード・スイッチが「起動」 位置にある場合で、起動領域モ ニタの原子炉周期短、指示高、 指示低又は動作不能のとき g. モード・スイッチが「起動」 又は「運転」位置にある場合で、 制御棒駆動機構の分離検出装 置が動作したとき h. モード・スイッチが「運転」 位置にある場合で、平均出力領 域モニタの指示低又は動作不 能のとき i. 平均出力領域モニタの指 示高のとき（ただし、モード・ スイッチが「運転」位置にある 場合、指示高による制御棒引抜 阻止の設定点は、炉心流量の変 化に対して自動的に変わるよ うになっている。） j. 制御棒価値ミニマイザに よる制御棒引抜阻止信号のあ るとき k. 制御棒引抜監視装置から の制御棒引抜阻止信号のある		

設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書に係る様式-7

【第 37 条 制御材駆動装置】

要求事項との対比表

赤色：様式-6 に関する記載（付番及び下線）
 青色：設置変更許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載
 茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比
 緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比
 紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比

【〇〇条〇〇】：関連する資料と基本設計方針を紐づけるための付番
 <関連する資料>
 ・様式-1 への展開表（補足説明資料）
 ・技術基準要求機器リスト（設定根拠に関する説明書 別添-1）
 []：前回提出時からの変更箇所

様式-7

実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則	工事計画認可申請書基本設計方針（前）	工事計画認可申請書基本設計方針（後）	設置変更許可申請書本文	設置変更許可申請書添付書類八	設置変更許可、技術基準規則及び基本設計方針との対比	備考
				とき （ただし、制御棒引抜阻止は、任意の出力運転状態からの制御棒引抜きによって最小限界出力比（MCPR）が過渡時の限界値を下回らないようにするために設けられており、この制御棒引抜阻止信号の設定点は、炉心流量の変化に対して自動的に変わるようにしている。） ◇ (5)-1 — 以下 余 白 —		

—	：該当なし
※	：条文全体に関わる説明書
■	：前回提出時からの変更箇所

各条文の設計の考え方

第 37 条 (制御材駆動装置)					
1. 技術基準規則の条文, 解釈への適合性に関する考え方					
No.	基本設計方針で記載する事項	適合性の考え方 (理由)	項・号	解釈	説明資料等
①	緊急停止時の制御棒の挿入時間	技術基準規則の要求事項及びその解釈を受けている内容を記載する。	1 項 1 号	1	—
②	制御棒の異常な引き抜き発生時の最大引き抜き速度	技術基準規則の要求事項及びその解釈を受けている内容を記載する。	1 項 2 号	2	—
③	動力源喪失時に制御棒を現状位置に保持する設計	技術基準規則の要求事項及びその解釈を受けている内容を記載する。	1 項 3 号	3	—
④	制御棒の挿入その他の衝撃により炉心構造物等を損壊しない設計	技術基準規則の要求事項を受けている内容を記載する。	1 項 4 号	—	—
⑤	各信号による制御棒の引抜きを阻止する設計	設置許可との整合に鑑み, 制御棒が各信号により引抜き阻止される旨を記載する。	—	—	—
2. 設置許可本文のうち, 基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方	説明資料等		
①	仕様	要目表として整理するため記載しない。	—		
②	他条文に関する記載	第 36 条に対する設計方針であり, 第 36 条にて同趣旨の内容を整理するため記載しない。	—		
3. 設置許可添八のうち, 基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方	説明資料等		
①	他条文に関する記載	第 36 条に対する設計方針であり, 第 36 条にて同趣旨の内容を整理するため記載しない。	—		
②	設置許可本文との重複記載	設置許可本文にある同趣旨の記載を採用するため記載しない。	—		
③	文章, 表又は図の呼込み	設置許可内での文章, 表又は図の呼込みであるため記載しない。	—		
④	設備の補足的な記載	設備の補足的な記載であるため記載しない。	—		

【第 37 条 制御材駆動装置】

— : 該当なし
 ※ : 条文全体に関わる説明書
 ■ : 前回提出時からの変更箇所

様式-6

◇	設置許可添八内の重複記載	設置許可添八内にある同趣旨の記載を採用するため記載しない。	—
4. 詳細な検討が必要な事項			
No.	記載先		
※	発電用原子炉の設置の許可（本文（五号））との整合性に関する説明書		
※	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書		
—	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書		
—	機器の配置を明示した図面及び系統図		
—	制御能力についての計算書		
—	構造図		
—	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		

先行審査プラントの記載との比較表（計測制御系統施設の基本設計方針）

伊方発電所 3 号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	玄海原子力発電所3号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	東海第二発電所 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	東海第二発電所との比較
			<p>制御棒駆動系は、発電用原子炉の緊急停止時に制御棒の挿入時間が、発電用原子炉の燃料及び原子炉冷却材圧力バウンダリの損傷を防ぐために適切な値となるような速度で炉心内に挿入できること、並びに通常運転時において制御棒の異常な引抜きが発生した場合においても、燃料要素の許容損傷限界を超える駆動速度で引抜きできない設計とする。</p> <p>【37条1】【37条3】</p> <p>なお、設置（変更）許可を受けた仕様並びに運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の評価で設定した制御棒の挿入時間、並びに設置（変更）許可を受けた「原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き」及び「出力運転中の制御棒の異常な引き抜き」の評価の条件を満足する設計とする。</p> <p>【37条2】【37条4】</p> <p>制御棒は、モードスイッチ「停止」の位置にあるとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、燃料取替機位置が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、引き抜かれている制御棒が同一の水圧制御ユニットに属する1組又は1本のとき、モードスイッチ「燃料取替」の位置にある場合で、制御棒駆動機構充てん水圧力低によるスクラム信号がバイパスされているとき、制御棒駆動機構充てん水圧力低のとき、モードスイッチ「起動」の位置にある場合で、起動領域モニタの原子炉周期（ペリオド）短、指示高、指示低又は動作不能のとき、モードスイッチ「起動」又は「運転」の位置にある場合で、制御棒駆動機構の分離検出装置が動作したとき、モードスイッチ「運転」の位置にある場合で、平均出力領域モニタの指示低又は動作不能のとき、平均出力領域モニタの指示高のとき、制御棒価値ミニマイザによる制御棒引抜き阻止信号のあるとき、制御棒引抜き監視装置からの制御棒引抜き阻止信号のあるときに、引抜きを阻止できる設計とする。</p> <p>【37条7】</p>	<p>表現上の差異</p> <p>表現上の差異</p> <p>表現上の差異</p> <p>設備構成の差異（BWR と ABWR の水圧制御ユニットの構造の差異） 設備構成の差異（スクラム信号の差異）</p> <p>表現上の差異</p>

青字：柏崎刈羽原子力発電所 7 号機と東海第二発電所との差異
 黄色：前回提出時からの変更箇所

先行審査プラントの記載との比較表（計測制御系統施設の基本設計方針）

伊方発電所 3号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	玄海原子力発電所3号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	東海第二発電所 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	柏崎刈羽原子力発電所 7号機 工事計画認可申請書 基本設計方針 (変更後)	東海第二発電所との比較
			<p>制御棒駆動機構は、各制御棒に独立して設けられた電動・水圧駆動方式のものであり、カップリング、ボールねじ、ボールナット、中空ピストン、アウターチューブ、スプールピース、電動機等で構成され、制御棒の駆動動力源である電源が喪失した場合においても、中空ピストンのラッチ機構により制御棒を現状位置に保持することができ、また、電動機には無励磁でロック状態となるブレーキ機構を設け、制御棒を現状位置に保持することができ、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に作動させない設計とする。</p> <p>また、制御棒と制御棒駆動機構の結合は、制御棒あるいは制御棒駆動機構を軸中心に45°回転させなければ外れない構造(バイオネットカップリング)とする。</p> <p>【37条5】</p> <p>制御棒駆動系にあつては、制御棒の挿入その他の衝撃により制御棒、燃料体、その他の炉心を構成するものを損壊しない設計とする。</p> <p>【37条6】</p>	<p>設備構成の差異（BWRとABWRの制御棒駆動機構の構造の差異）</p> <p>差異なし</p> <p>差異なし（PWRとの差異…PWRとABWRの設備構成の差異）</p>

青字：柏崎刈羽原子力発電所 7号機と東海第二発電所との差異
 黄色：前回提出時からの変更箇所