

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-基-037
提出年月日	2021年11月4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マネジメントシステムに関する説明書に係る様式－7)

- ・ 条文の設計の考え方

(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に係る様式－6)

- ・ 先行審査プラントの記載との比較

2021年11月  
中国電力株式会社

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

要求事項との対比表 (DB)

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	設置許可、基本設計方針及び技術基準との対比	備考
<p>(制御材駆動装置)</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>【解釈】</p> <p>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</p>	<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>なお、設置（変更）許可を受けた仕様及び運転時の異常な過渡変化並びに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>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>①、②【37条1】</p> <p>なお、設置（変更）許可を受けた仕様及び運転時の異常な過渡変化並びに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>へ 計測制御系統施設の構造及び設備</p> <p>(3) 制御設備</p> <p>(i) 制御材の個数及び構造</p> <p>原子炉の反応度制御及び出力制御は、制御棒位置の調整及び原子炉再循環流量の調整によって行う。</p> <p>a. 制御棒本数 137□</p> <p>b. 中性子吸収材</p> <p>ほう素（ボロン・カーバイド粉末）及びハフニウム□</p> <p>c. 制御棒の構造</p> <p>制御棒は、十字形に組合せたステンレス鋼製のU字形シースの中に中性子吸収材（ボロン・カーバイド粉末を充てんしたステンレス鋼管又はハフニウム棒）を納めたもので、その上端に制御棒フォローがあり、下端に制御棒落下速度リミッタがある。落下速度リミッタは、制御棒が万一落下した場合でも、その落下速度を0.95m/s以下に制限するようにしている。各制御棒は4体の燃料集合体の中央に、炉心全体にわたって一様に配置する。中性子吸収材部分の長さは約3.6mである。②</p>	<p>6. 計測制御系統施設</p> <p>6.1 原子炉制御系</p> <p>6.1.2 原子炉停止系</p> <p>6.1.2.1 概要</p> <p>6.1.2.1.1 設備の構成</p> <p>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。◇</p> <p>制御棒及び制御棒駆動系は、制御棒、制御棒駆動機構（以下「駆動機構」という。）、制御棒駆動水圧系から構成され、制御棒駆動水圧系は更に、制御棒駆動水圧ポンプ、スクラム・ディスクチャージ・ボリューム、水圧制御ユニット等で構成される。◇</p> <p>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。◇</p>	<p>・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。</p> <p>・要求事項に対する設計の明確化。</p> <p>・差異なし。</p> <p>・技術基準規則の要求事項に対する基本設計方針を記載。</p> <p>・要求事項に対する設計の明確化。</p> <p>・差異なし。</p>	<p>計測制御系統施設（個別）</p> <p>1.2 制御棒及び制御棒駆動水圧系</p> <p>計測制御系統施設（個別）</p> <p>1.2 制御棒及び制御棒駆動水圧系</p>

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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
<p>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</p> <p>（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</p>		<p>①, ② 【37条2】</p>	<p>(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。</p> <p>a. 個数 137（制御棒駆動機構）①</p> <p>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  <u>制御棒駆動機構は、ラッチ付水圧駆動ピストン式のものであり、③-1各制御棒に独立して設ける。</u>この駆動は、ピストン上部又は下部に駆動水を供給して行う。通常駆動時の駆動源は、ポンプにより加圧された駆動水であり、スクラム時及び選択制御棒挿入時の駆動源は、各々の制御棒駆動機構ごとに設ける水圧制御ユニットのアクチュレータの高圧室素により加圧された駆動水である。②                  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。</p> <p>c. 取付箇所                  原子炉圧力容器底部①</p> <p>d. 通常時駆動速度及びスクラム時挿入時間</p>			

赤色：様式 6 に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類 8 からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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 8	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
			1) 通常時駆動速度 約 7.6cm/s <sup>□</sup> 2) スクラム時挿入時間 1.62 秒以下 （全ストロークの 75% 挿入までの時間，全制御棒についての平均値，原子炉定格圧力において） <sup>□</sup> (3) 反応度制御能力 a. 反応度制御能力 約 0.18 Δk <sup>□</sup> b. 反応度停止余裕 実効増倍率 1 未満（制御棒が 1 本抜けているとき） <sup>□</sup>	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 制御棒は，十字形に組み合わせたステンレス鋼製の U 字形シースの中に中性子吸収材を納めたものである。従来型制御棒（タイプ 1）では中性子吸収材としてボロン・カーバイド粉末を充てんしたステンレス鋼管を，また，新型制御棒（タイプ 2） <sup>(2)</sup> では中性子吸収材としてハフニウム棒を使用する。ボロン・カーバ		

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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>イド粉末は，理論密度の約70%に振動充てんし，また，ハフニウム棒は，純度95%以上のものを使用する。◇</p> <p>137本の制御棒は，第6.1.2-4図に示すように，それぞれ4体の燃料集合体の中央に約305mmのピッチで，炉心全体にわたって一様に配置し，「3.3核設計」に述べる炉心特性とあいまって，炉心の最大過剰反応度を十分制御できるように設計する。◇</p> <p>制御棒の主要構造物は，2個の上下端部構造物及び制御棒ブレード部から構成される。制御棒，制御棒及び制御棒落下速度リミッタ並びに制御棒カップリングの概略を第6.1.2-3図(1)，(2)，第6.1.2-5図(1)，(2)及び第6.1.2-6図(1)，(2)に示す。◇</p> <p>制御棒のブレード部は，第6.1.2-3図(1)，(2)に示すように，ボロン・カーバイド粉末の吸収材をステンレス鋼管に充てんした中性子吸収棒あるいはハフニウム棒をU字形のステンレス・シースで保持する構造としている。なお，中性子吸収棒はロッド全体にわたってのボロン・カーバイド粉末の局部ちゅう密化が起</p>		

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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>きないように，ステンレス鋼球によって軸方向に独立した部分に分け，この鋼球が移動しないようにステンレス鋼管にディンプルを打っている。</p> <p>◇</p> <p>また，シースには一連の孔を開け，冷却材が中性子吸収材の周囲を循環し，ブレードの発生熱を除去できるようにする。一方，ブレード各部における発生熱量や熱伝達状態の違いのため生じる温度差による熱的変形の可能性に対しては，ブレードとチャンネル・ボックス間に適当なクリアランスをとり，予想される変形を十分吸収できるようにする。◇</p> <p>制御棒の運転寿命は，ポロン，ハフニウム減損による核的制御効果の減少及び<math>B^{10}</math> (<math>n, \alpha</math>) <math>Li^7</math>反応によるヘリウム内圧上昇の結果生じる機械的寿命から決まってくる。◇</p> <p>制御棒価値ミニマイザで許容する最大価値 (0.015<math>\Delta</math>k (9×9燃料が装荷されるまでのサイクル) 又は0.013<math>\Delta</math>k (9×9燃料が装荷されたサイクル以降) )の制御棒が，何らかの原因によって，カップリン</p>		

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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>グから離れ，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ても，落下速度を抑え，反応度の急速な投入による燃料UO<sub>2</sub>の最大エンタルピが設計上の制限値を超えないように，制御棒ブレードの下端構造物に可動部分のない水力学的な制御棒落下速度リミッタを取り付ける。これは第6.1.2-5図(1)，(2)に示すように制御棒案内管に適当なギャップを持って上下動できるようにしたかさ形のピストンであり，スクラム時の急速な制御棒挿入に対して抵抗が小さく，落下に対してのみ大きい抵抗が生じる。この制御棒落下速度リミッタは，制御棒の自由落下速度を0.95m/s以下に制限する。◇</p> <p>通常の制御棒引抜速度は，76±15mm/sに設定する。◇</p> <p>第6.1.2-1表及び第6.1.2-4表に制御棒の主要仕様を示す。◇</p> <p>なお，新型制御棒（タイプ2）の設計仕様は従来型制御棒（タイプ1）と基本的に同等としており，運転時の異常な過渡変化の解析及び事故解析は従来型制御棒に対する解析により代表させることがで</p>		

【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	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またはこれと同等であること。                      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。</p>	<p>制御棒駆動機構は、各制御棒に独立して設けられたラッチ付水圧駆動ピストン式のものであり、カップリングスパッド、インデックスチューブと駆動ピストン、コレット集合体、ピストンチューブとストップピストン及びシリンダチューブで構成され、制御棒の駆動動力源である制御棒駆動水圧ポンプによる水圧が喪失した場合においても、ラッチ機構により制御棒を現状位置に保持し、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に動作させない設計とする。</p> <p>また、制御棒駆動機構と制御棒とはカップリングを介して容易に外れない構造とする。</p>	<p>制御棒駆動機構は、各制御棒に独立して設けられたラッチ付水圧駆動ピストン式のものであり、カップリングスパッド、インデックスチューブと駆動ピストン、コレット集合体、ピストンチューブとストップピストン及びシリンダチューブで構成され、制御棒の駆動動力源である制御棒駆動水圧ポンプによる水圧が喪失した場合においても、ラッチ機構により制御棒を現状位置に保持し、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に動作させない設計とする。</p> <p>また、制御棒駆動機構と制御棒とはカップリングを介して容易に外れない構造とする。                      ③-1, ③-2, ③-3, ③-4                      【37条3】</p>		<p>きる。◇                      (2) 制御棒駆動機構                      a. 概要                      駆動機構は、水圧駆動ピストン形式のものである。駆動機構の概略図を第3.1-3図に示す。この主要構成要素は、<u>カップリング・スパッド、インデックス・チューブと駆動ピストン、コレット集合体、ピストン・チューブとストップ・ピストン及びシリンダ・チューブで③-2</u>ある。駆動機構は、原子炉圧力容器下部から延長しているハウジング内に收容する一体構造物であり、ハウジングの下端フランジにボルト接合する。◇                      また、第6.1.2-6図に示すように駆動機構と制御棒と③-3の接続は必要とする場合以外は<u>外れない構造とする。③-4</u></p> <p>また、制御棒の位置指示のため、駆動機構の中心部にインジケータ・チューブを挿入し、その中に位置指示検出器を收容する。◇                      以下に駆動機構の主要構成要素を説明する。◇                      a. インデックス・チューブと駆動ピストン                      インデックス・チューブの</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（個別）                      1.2 制御棒及び制御棒駆動水圧系</p> <p>③-1 引用元：P2</p>



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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
<p>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>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>一 以下余白一</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4】</p>		<p>下端に駆動ピストンが付いており、この駆動ピストンとインデックス・チューブが駆動機構の駆動部を形成する。</p> <p>インデックス・チューブの外面には、環状のロッキング溝があり、この溝によって制御棒の重量をコレット・フィンガに伝えて制御棒を保持する。◇</p> <p>b. コレット集合体                  コレット集合体は、インデックス・チューブのロッキング機構として働くもので駆動機構の上部に付いている。</p> <p>コレット集合体によってインデックス・チューブの不慮の落下を防いでいる。◇</p> <p>c. ピストン・チューブとストップ・ピストン                  ピストン・チューブは、インデックス・チューブと駆動ピストンの内側にあり、駆動機構下部フランジに固定する。ピストン・チューブの上部には、スクラム終了時、駆動ピストンを減速するための緩衝機構がある。ストップ・ピストンはピストン・チューブの上端に取付け、原子炉圧力と駆動ピストン上面の水室をシールする。また、このストップ・ピストンは、制御棒</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。</p> <p>・要求事項に対する設計の明確化。</p> <p>・差異なし。</p>	<p>計測制御系統施設（個別）                  1.2 制御棒及び制御棒駆動水圧系</p>

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に係る様式-7  
 【第37条 制御材駆動装置】

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>の駆動ストロークの最上端のストoppaとしての働きをもっている。◇</p> <p>d. 位置指示検出器</p> <p>駆動機構の中心には，インジケータ・チューブで保護する位置指示検出器を設ける。これはリング・フランジに取付ける。位置指示検出器には，磁気作動の一連の位置スイッチが付いており，これにより制御棒の位置を指示するようになっている。◇</p> <p>(3) 制御棒駆動水圧系</p> <p>第6.1.2-1図に駆動機構を作動させる制御棒駆動水圧系を示す。制御棒駆動水圧系の主要な構成要素には，制御棒駆動水圧ポンプ，スクラム・ディスチャージ・ボリューム，水圧制御ユニット等がある。</p> <p>制御棒駆動水圧系は，制御棒の挿入，引抜，スクラム動作に必要な水圧及び流量を駆動機構に供給する。また，本システムにより原子炉冷却材圧力バウンダリに接続する10mm（3／8インチ）径相当程度の配管破断に対して燃料の許容設計限界をこえることなく十分に給水できる。</p> <p>制御棒挿入の動作は，挿入</p>		

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に係る様式-7  
 【第 37 条 制御材駆動装置】

赤色：様式 6 に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>弁を開けて駆動ピストン下部に作動圧力を加えることによって行う。挿入動作中は，コレット・フィンガはカム動作によって開かれる。</p> <p>制御棒引抜の場合は，まず，自動シーケンス・タイマによって約 1 秒間挿入弁を開けてインデックス・チューブを持ち上げ，コレット・フィンガのロッキングを外してから引抜弁を開けて（シーケンス・タイマによる）駆動ピストン上部に作動圧力を与える。このときコレット・フィンガは開いているので制御棒は引抜の方向に 1 ノッチ動く。制御棒のノッチ数は 24 である。</p> <p>スクラム動作及び選択制御棒挿入動作の場合は，水圧制御ユニットのスクラム弁（入口，出口）を開け，アキュムレータの圧力を駆動ピストン下部に与え，駆動ピストン上部の冷却材をスクラム・ディスチャージ・ボリュームへ逃がす。スクラム・ディスチャージ・ボリュームは，通常運転中は大気圧に保ち，アキュムレータとの差圧によってスクラム初期に制御棒に大きな加速度を与えると同時に，予</p>		

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に係る様式-7  
 【第 37 条 制御材駆動装置】

赤色：様式 6 に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				<p>想される摩擦力及びその他の拘束力に打ち勝つための大きな駆動力を得るようにする。スクラム時挿入時間は，全ストロークの75%挿入で（定格圧力時において，全炉心平均）1.62秒以下である<sup>(1)</sup>。</p> <p>各アキュムレータは，所要の時間内でスクラムを完了し得るのに十分な容量をもたせる。また，何らかの理由によりアキュムレータ出口圧力が原子炉圧力より低下する場合は，駆動機構のボール逆止弁のボール位置が変わり，原子炉圧力が駆動ピストン下部に加わりスクラム動作が完了する。◇</p> <p>以下に制御棒駆動水圧系の主要構成要素を説明する。</p> <p>a. スクラム・ディスチャージ・ボリューム</p> <p>スクラム・ディスチャージ・ボリュームは，スクラム排水容器及びスクラム排水ヘッドで構成し，スクラム時，すべての駆動機構からの排水を貯える。スクラム排水容器にはレベル・スイッチを設け水位を監視する。◇</p> <p>b. 水圧制御ユニット</p> <p>駆動機構 1 個につき 1 組の水圧制御ユニットを設ける。</p>		

赤色：様式6に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
	<p>制御棒は、原子炉モードスイッチが「停止」の位置にあるとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、1本制御棒が引抜かれているとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料取替機が原子炉上部にあり、荷重中のとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、スクラム排出水容器水位高によるスクラム信号をバイパスしているとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」又は「起動」位置にある場合で、中性子源領域計装又は中間領域計装の指示高、指示低若しくは動作不能及び同計装の検出器が炉心内の所定の位置にないとき、原子炉モードスイッチが「運転」位置にある場合で、平均出力領域計装の指示低のとき、平均出力領域計装の指示高又は動作不能のとき、スクラム排出水容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき、制御棒価値</p>	<p>制御棒は、原子炉モードスイッチが「停止」の位置にあるとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、1本制御棒が引抜かれているとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料取替機が原子炉上部にあり、荷重中のとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、スクラム排出水容器水位高によるスクラム信号をバイパスしているとき、原子炉モードスイッチが「燃料取替」又は「起動」位置にある場合で、中性子源領域計装又は中間領域計装の指示高、指示低若しくは動作不能及び同計装の検出器が炉心内の所定の位置にないとき、原子炉モードスイッチが「運転」位置にある場合で、平均出力領域計装の指示低のとき、平均出力領域計装の指示高又は動作不能のとき、スクラム排出水容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき、制御棒価値</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>制御棒の引抜を阻止する。</u>                      a. <u>原子炉モード・スイッチが「停止」位置にある場合</u>                      b. <u>原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、1本制御棒が引抜かれているとき</u>                      c. <u>原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料取替機が原子炉上部にあり、荷重中のとき</u>                      d. <u>原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で、スクラム排出水容器水位高によるスクラム信号をバイパスしているとき</u>                      e. <u>原子炉モード・スイッチが「燃料取替」又は「起動」位置にある場合で、中性子源領域計装又は中間領域計装の指示高、指示低若しくは動作不能及び同計装の検出器が炉心内の所定の位置にないとき</u></p>	<p>各水圧制御ユニットは、選択弁（挿入，引抜），スクラム弁（入口，出口）及びスクラム・アキュムレータ等で構成する。◇                      制御棒駆動水圧系の主要仕様を第6.1.2-2表に示す。◇                      6.1.3 運転監視補助装置                      6.1.3.2 設計方針                      (1) 高出力時における運転員の制御棒引抜操作を阻止する補助機能として制御棒引抜阻止機能を設ける。                      ◇ (5-1)                      (2) 運転中に諸測定点を走査し、異常状態に対して警報するとともにプラント性能計算を行い、これらのデータを自動的に記録及び表示する機能として監視計算装置を設ける。                      (3) 零出力ないし、低出力においては、運転員による制御棒誤引抜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)                      6.1.3.4 主要設備                      (1) 制御棒引抜阻止</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。                      — 以下余白 —</p>	<p>計測制御系統施設（個別）                      1.2 制御棒及び制御棒駆動水圧系                      — 以下余白 —</p>

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に係る様式-7  
 【第 37 条 制御材駆動装置】

赤色：様式 6 に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
	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は，引抜きを阻止できる設計とする。  — 以下 余 白 —	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は，引抜きを阻止できる設計とする。 ⑤-1 【37 条 5】  — 以下 余 白 —	き f. <u>原子炉モード・スイッチが「運転」位置にある場合で，平均出力領域計装の指示低のとき</u> g. <u>平均出力領域計装の指示高又は動作不能のとき</u> h. <u>スクラム排出水容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき</u> i. <u>制御棒値ミニマイザによる制御棒引抜阻止信号のあるとき</u> j. <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  — 以下 余 白 —	次のような場合には，制御棒の引抜を阻止するインターロックを設ける。 a. 原子炉モード・スイッチが「停止」位置にある場合 b. 原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で，1本制御棒が引抜かれているとき c. 原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で，燃料取替機が原子炉上部にあり，荷重中のとき d. 原子炉モード・スイッチが「燃料取替」位置にある場合で，スクラム排出水容器水位高によるスクラム信号をバイパスしているとき e. 原子炉モード・スイッチが「燃料取替」又は「起動」位置にある場合で，中性子源領域計装又は中間領域計装の指示高，指示低若しくは動作不能及び同計装の検出器が炉心内の所定の位置にないとき f. 原子炉モード・スイッチが「運転」位置にある場合で，平均出力領域計装の指示低のとき g. 平均出力領域計装の指示高又は動作不能のとき （ただし，指示高による制御棒引抜阻止の設定点は，再循		

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に係る様式-7  
 【第 37 条 制御材駆動装置】

赤色：様式 6 に関する記載（付番及び下線）  
 青色：設置許可本文及び添付書類八からの引用以外の記載

茶色：設置許可と基本設計方針(後)  
 緑色：技術基準と基本設計方針(後)  
 紫色：基本設計方針(前)と基本設計方針(後)

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	設置許可，基本設計方針及び技術基準との対比	備考
				環流量の変化に対して自動的に変えられるようにしている。) h. スクラム排水容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき i. 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 j. 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（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によってMCP R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，再循環流量によって変えられるようになっている。） ◇ (⑤-1) — 以下余白 —		

## 【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

様式-6

## 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を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を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を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。 設置許可との整合性のため記載	—	—	—
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内容のため記載しない	—		
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。	—		



— : 該当なし  
 ※ : 条文全体に関わる説明書

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

実線・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

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）

東海第二発電所（2018. 10. 12 版） 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 （2020. 9. 25 版） 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）	島根原子力発電所 2号機 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）	備考
		<p>1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <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。【37 条 1】</p> <p>なお，設置（変更）許可を受けた仕様及び運転時の異常な過渡変化並びに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。【37 条 2】</p> <p>制御棒は，<u>原子炉モードスイッチが「停止」の位置にあるとき，原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合</u>で，<u>1本制御棒が引抜かれているとき，原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合</u>で，<u>燃料取替機が原子炉上部にあり，荷重中のとき，原子炉モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合</u>で，<u>スクラム排水容器水位高によるスクラム信号をバイパスしているとき，原子炉モードスイッチが「燃料取替」又は「起動」位置にある場合</u>で，<u>中性子源領域計装又は中間領域計装の指示高，指示低若しくは動作不能及び同計装の検出器が炉心内の所定の位置にないとき，原子炉モードスイッチが「運転」位置にある場合</u>で，<u>平均出力領域計装の指示低のとき，平均出力領域計装の指示高又は動作不能のとき，スクラム排水容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき，制御棒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は，引抜きを阻止できる設計とする。</u>【37 条5】</p> <p>制御棒駆動機構は，各制御棒に独立して設けられた<u>ラッチ付水圧駆動ピストン式</u>のものであり，<u>カップリングスパッド，インデックスチューブと駆動ピストン，コレット集合体，ピストンチューブとストップピストン及びシリンダチュ</u></p>	<p>・炉型の相違 【柏崎 7】</p> <p>・設備の相違 【東海第二，柏崎 7】</p> <p>・炉型の相違 【柏崎 7】</p>

実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・・記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）

東海第二発電所（2018. 10. 12 版） 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 （2020. 9. 25 版） 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）	島根原子力発電所 2号機 工事計画認可申請書 基本設計方針（変更後）	備考
		<p>一で構成され、制御棒の駆動動力源である<u>制御棒駆動水圧ポンプによる水圧</u>が喪失した場合においても、ラッチ機構により制御棒を現状位置に保持し、発電用原子炉の反応度を増加させる方向に動作させない設計とする。</p> <p>また、<u>制御棒駆動機構と制御棒とはカップリングを介して容易に外れない構造とする。【37 条 3】</u></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。【37 条 4】</p>	<p>・設備の相違 【柏崎 7】</p>