

本資料のうち、枠囲みの内容は
他社の機密事項を含む可能性が
あるため公開できません。

| | |
|-----------------------|-------------------|
| 女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | 02-工-D-01-0021_改0 |
| 提出年月日 | 2020年10月1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】

- ・ 先行審査プラントの記載との比較表
- ・ 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)

2020年10月

東北電力株式会社

赤字：設備、運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現、設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

【】番号：様式-7との紐づけを示す番号であり、本比較表において追記したもの（比較対象外）

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）

| 《参考》柏崎刈羽原子力発電所第7号機(2020/6/5版) | 東海第二発電所 | 女川原子力発電所第2号機 | 備考 |
|-------------------------------|---------|---|--|
| | | <p>1. 計測制御系統施設</p> <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き抜きできない設計とする。</p> <p>【37条1】</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】</p> <p>制御棒は、原子炉モードスイッチ「停止」位置にある場合、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合で、燃料交換機が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合で、引き抜かれている制御棒本数が1本のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合で、スクラム排出容器水位高によるスクラム信号がバイパスされているとき、スクラム排出容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき、原子炉モードスイッチ「起動」位置にある場合で、起動領域モニタの指示高、指示低若しくは動作不能及び中間領域において原子炉周期が短のとき、原子炉モードスイッチ「運転」位置にある場合で、出力領域モニタの指示低又は動作不能のとき、出力領域モニタの指示高のとき、制御棒価値ミナ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、引き抜きを阻止できる設計とする。</p> <p>【37条5】</p> | <p>表現の相違</p> <p>設備名称の相違</p> <p>表現の相違</p> <p>設計の差異 （制御棒引抜阻止条件の相違。）</p> |

赤字：設備，運用又は体制の相違点（設計方針の相違）
 緑字：記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）
 ■：前回提出時からの変更箇所

【】番号：様式-7との紐づけを示す番号であり，本比較表において追記したもの（比較対象外）

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）

| 《参考》柏崎刈羽原子力発電所第7号機(2020/6/5版) | 東海第二発電所 | 女川原子力発電所第2号機 | 備考 |
|-------------------------------|---------|---|-----------------------------------|
| | | <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き水圧ピストン・シリンダ方式のものであり，インデックスチューブと駆動ピストン，コレット集合体等で構成され，制御棒の駆動動力源である制御棒駆動水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作動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>【37条3】</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4】</p> | <p>表現の相違 設備名称の相違</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】

| | |
|--|---|
| <p>赤色：様式-6に関する記載（付番及び下線）</p> <p>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</p> <p>茶色：設置変更許可と基本設計方針（後）との対比</p> <p>緑色：技術基準規則と基本設計方針（後）との対比</p> <p>紫色：基本設計方針（前）と基本設計方針（後）との対比</p> | <p>【○○条○○】：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></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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） <p>：前回提出時からの変更箇所</p> |
|--|---|

様式-7

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 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。</p> <p>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き抜きできない設計とする。</p> <p>①a②a 【37条1】</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>① 【37条2】</p> <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</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き抜きできない設計とする。</p> <p>① 【37条1】</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>① 【37条2】</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き抜きできない設計とする。</p> <p>①a②a 【37条1】</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>①② 【37条2】</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>発電用原子炉の反応度制御及び出力制御は、制御棒の位置調整及び冷却材の再循環流量の調整により行う。②</p> <p>(i) 制御材の個数及び構造</p> <p>a. 制御棒本数 137</p> <p>b. 中性子吸収材 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>①</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填したステンレス鋼管又はハフニウム板）を収めたものであり、その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。中性子吸収部分の長さは約3.6mである。③</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>6.1.2.4 主要設備</p> <p>6.1.2.4.1 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>(1) 制御棒</p> <p>制御棒は第6.1.2-3図に示すように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填したステンレス鋼管又はハフニウム板）を納めたものである。(1)137本の制御棒は、第6.1.2-4図に示すように、それぞれ4本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相まって、炉心の最大過剰反応度を十分制御出来るように設計する。④</p> <p>ボロン・カーバイド粉末は、ステンレス鋼管に理論密度の約70%に振動充てんし、ステンレス鋼球によって軸方向に約40cm間隔の独立した部分に分ける。ステンレス鋼管には、この鋼球が移動しないように鋼球の上下にディンプルを打つ。これ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行わ</p> | <p>基準要求への適合性を明確化</p> <p>基準要求への適合性を明確化</p> | <p>計測制御系統施設</p> <p>1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>①a②a 引用元：P4</p> <p>同上</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：設置変更許可本文及び添付書類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

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 備考 |
|--|---------------------|---------------------|---------------|---|-----------------------------|----|
| <p>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】</p> <p>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き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き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>れないように配慮したものである。③</p> <p>ハフニウム板は純度 95% 以上のものを使用し、制御棒の長手方向に 8 分割したハフニウム板をステンレス鋼製シースの内側にそれぞれ固定部材により固定する。④</p> <p>制御棒の主要構造物は、第 6.1.2-3 図、第 6.1.2-5 図及び第 6.1.2-6 図に示すように 2 個の上下端部構造物及びブレード部から構成されている。④</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りを循環し、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。④</p> <p>制御棒の運転寿命は、ボロン・カーバイド型制御棒の場合には、ボロンの減損による核的制御効果の減少、及び $B^{10}(n, \alpha) Li^7$ 反応によるヘリウム内圧上昇の結果生ずる機械的寿命等から決まってくる。一方、ハ</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

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 備考 |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------|--|-----------------------------|----|
| | | | | <p>フニウム型制御棒の場合には、ハフニウムの減損による核的制御効果の減少等から決まってくる。ⓧ</p> <p>制御棒価値ミニマイザで許容する最大価値（0.015 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））の制御棒ブレードが、なんらかの原因によって、カップリングから離れ、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、落下速度を抑え、反応度の急速な印加による燃料 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、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付ける。これは第 6.1.2-5 図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ずる。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> | | |

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

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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>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>⑥</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き水圧ピストン・シリンダ方式のものであり、インデックスチューブと駆動ピストン、コレット集合体等で構成され、制御棒の駆動動力源である制御棒駆動水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作動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>【37条3】</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き水圧ピストン・シリンダ方式のものであり、インデックスチューブと駆動ピストン、コレット集合体等で構成され、<u>制御棒の駆動動力源である制御棒駆動水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作動させない設計とする。</u>③a③b</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。</u></p> <p>③c 【37条3】</p> | <p>(ii) 制御材駆動設備の個数及び構造</p> <p>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</p> <p>制御棒駆動系は、制御棒駆動機構、水圧制御ユニット、制御棒駆動水ポンプ等で構成する。<u>制御棒駆動機構は、ラッチ付き水圧ピストン・シリンダ方式のものであり、各制御棒に独立して設ける。</u>③a 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く。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ムレータの高圧室素により加圧された駆動水である。</p> <p>ポンプは、各制御棒駆動機構及び水圧制御ユニット共用である。③</p> <p>c. 取付箇所 原子炉圧力容器底部①</p> <p>d. <u>挿入時間及び駆動速度</u>① a②a</p> <p>スクラム挿入時間 全ストロークの75%挿入まで</p> | <p>①</p> <p>(2) 制御棒駆動機構</p> <p>制御棒駆動機構は、水圧駆動ピストン形式のものである。制御棒駆動機構の概要を第6.1.7-7図に示す。この基本構成要素は、<u>カップリング、インデックスチューブと駆動ピストン、コレット集合体③b</u>、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ある。制御棒駆動機構は、原子炉圧力容器下部から延長しているハウジング内に収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。④</p> <p>また、第6.1.2-6図に示すように<u>制御棒駆動機構と制御棒とのカップリングは必要とする場合以外は外れない構造とする。</u>③c</p> <p>また、制御棒の位置指示のため、制御棒駆動機構の中心部にインジケータチューブを挿入し、その中に位置指示プローブを収容する。④</p> <p>以下に制御棒駆動機構の主要構成要素を説明する。</p> <p>④</p> <p>a. 駆動ピストンとインデックスチューブ</p> <p>インデックスチューブの下端に駆動ピストンが付い</p> | <p>基準要求への適合性の明確化</p> | <p>計測制御系統施設</p> <p>1.2 制御棒及び制御棒駆動系</p> <p>動力源喪失時の制御棒自重落下の要求は、PWRに対する要求のため記載しない</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

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 備考 |
|--|--|--|--|--|-----------------------------|---------------------------------|
| 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。④ | 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】 | 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。 ④ 【37条4】 | （全炉心平均）1.62 秒以下 （定格圧力時） 通常時 駆 動 速 度 約 7.6cm/s ① (iii) 反応度制御能力 a. 反応度制御能力 約 0.18 Δk b. 制御棒が 1 本抜けている ときの反応度停止余裕 実効増倍率 $k_{eff} < 1$ ① (4) 非常用制御設備 (i) 制御材の個数及び構 造 非常用制御設備としてほ う酸水注入系を設ける。こ の系は、手動でほう酸水注 入系ポンプを起動して中性 子を吸収するほう素(五ほ う酸ナトリウム溶液)を炉 心に注入し、発電用原子炉 を停止するものである。② 系統数 1 中性子吸収材 ほう素(五 ほう酸ナ ト リ ウ ム 溶 液) ① (ii) 主要な機器の個数及 び構造 ポンプ台数 2 台(うち 1 台 は予備) ポンプ容量 約 10m ³ /h/台 ポンプ揚程 約 860m ほう酸水貯蔵タンク容量 約 20m ³ ① (iii) 反応度制御能力 この系は、全制御棒が挿 | ており、この駆動ピストン とインデックスチューブが 制御棒駆動機構の可動部を 形成する。 インデックスチューブの 外面には、環状のロックン グ溝があり、この溝によつ 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。④ | 基準要求への適合性を明確 化 | 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】

| | |
|---|---|
| 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 |
|---|---|

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 備考 |
|-----------|---|---|---|---|--|--|
| | <p>制御棒は、原子炉モードスイッチ「停止」位置にある場合、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、燃料交換機が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、引き抜かれている制御棒本数が1本のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、スクラム排出容器水位高によるスクラム信号がバイパスされているとき、スクラム排出容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき、原子炉モードスイッチ「起動」位置にある場合、起動領域モニタの指示高、指示低若しくは動作不能及び中間領域において原子炉周期が短のとき、原子炉モードスイッチ「運転」位置にある場合、出力領域モニタの</p> | <p>制御棒は、原子炉モードスイッチ「停止」位置にある場合、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、燃料交換機が原子炉上部にあり、荷重状態のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、引き抜かれている制御棒本数が1本のとき、原子炉モードスイッチ「燃料取替」位置にある場合、スクラム排出容器水位高によるスクラム信号がバイパスされているとき、スクラム排出容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき、原子炉モードスイッチ「起動」位置にある場合、起動領域モニタの指示高、指示低若しくは動作不能及び中間領域において原子炉周期が短のとき、原子炉モードスイッチ「運転」位置にある場合、出力領域モニタの</p> | <p>入不能の場合でも発電用原子炉を低温停止する能力をもっている。^② 停止時実効増倍率 $k_{eff} \leq 0.95$ 反応度印加速度 $0.001 \Delta k/min$ 以上 ^① (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制御棒引抜きを阻止する。 a. モードスイッチが「停止」位置にある場合 b. モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料交換機が原子炉上部にあり、荷重状態のとき c. 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本数が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、スクラム排出容器水位高によるスクラム信号がバイパスされているとき e. スクラム排出容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき f. モードスイッチが「起動」位置にある場合で、起動領域モニタの指示高、指示低若しくは動作不能及び中間領域において原子炉周期</p> | <p>6.1.3 運転監視補助装置 6.1.3.4 主要設備 (1) 制御棒引抜阻止 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。 a. モードスイッチが「停止」位置にある場合 b. モードスイッチが「燃料取替」位置にある場合で、燃料交換機が原子炉上部にあり、荷重状態のとき c. 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本数が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、スクラム排出容器水位高のスクラム信号がバイパスされているとき e. スクラム排出容器水位高による制御棒引抜阻止信号のあるとき f. モードスイッチが「起動」位置にある場合で、起動領域モニタの指示高、指示低若しくは動作不能及び中</p> | <p>同趣旨の記載であるが、表現の違いによる差異あり 設置許可との整合のため、制御棒引抜阻止インターロックについて明記</p> | <p>計測制御系統施設 1.2 制御棒及び制御棒駆動系</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 | 【○○条○○】：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

要求事項との対比表

| 技術基準規則・解釈 | 設工認申請書 基本設計方針（前） | 設工認申請書 基本設計方針（後） | 設置許可申請書 本文 | 設置許可申請書 添付書類八 | 設置許可、技術基準規則 及び基本設計方針との対比 | 備考 |
|-----------|--|--|--|---|-----------------------------|----|
| | 指示低又は動作不能のとき、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は、引き抜きを阻止できる設計とする。 【37条5】 | 指示低又は動作不能のとき、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は、引き抜きを阻止できる設計とする。 ⑤ 【37条5】 | が短のとき g. 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 h. 平均出力領域モニタの指示高のとき 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 ⑤ (viii) 選択制御棒挿入機構 原子炉再循環ポンプが1台以上トリップし、低炉心流量高出力領域に入った場合、出力を抑制し、安定性の余裕を確保するために、あらかじめ選択された制御棒を自動的に挿入する選択制御棒挿入機構を設ける。 ⑥ | 間領域において原子炉周期が短のとき。 g. 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 h. 平均出力領域モニタの指示高のとき（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。） 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きによって最小限界出力比（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重複 | | |

【第 37 条 制御材駆動装置】

— : 該当なし
 ■ : 前回提出時からの変更箇所

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 | 添付書類 |
| ① | 制御棒の挿入時間 | 技術基準の要求を受けた内容として記載している。 | 1 一 | 1 | — |
| ② | 最大引抜速度 | 同 上 | 1 二 | 2 | — |
| ③ | 水圧が喪失した場合の制御棒の保持 | 同 上 | 1 三 | 3 | — |
| ④ | 挿入時に他の炉心構造物への影響 | 同 上 | 1 四 | — | — |
| ⑤ | 制御棒の引抜阻止 | 設置許可との整合を鑑み記載している。 | — | — | — |
| ⑥ | 制御棒の自重落下 | PWR に対して適用される要求のため記載しない。 | 1 三 | 3 | — |
| 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 | 添付書類 | | |
| ① | 主要設備及び仕様 | 要目表に記載しているため記載しない。 | — | | |
| ② | 反応度制御系統・原子炉停止系統 | 第 36 条に対する内容であり, 本条文では記載しない。 | — | | |
| ③ | 制御棒の構造 | 同 上 | — | | |
| ④ | 非常用制御 | 同 上 | — | | |
| ⑤ | 設備の構造 | 設備の補足的な記載であり記載しない。 | — | | |
| ⑥ | 選択制御棒挿入機構 | 同 上 | — | | |
| 3. 設置許可添人のうち, 基本設計方針に記載しないことの考え方 | | | | | |
| No. | 項目 | 考え方 | 添付書類 | | |
| ① | 主要設備及び仕様 | 要目表に記載しているため記載しない。 | — | | |
| ② | 重複記載 | 設置許可の中で重複記載があるため記載しない。 | — | | |
| ③ | 制御棒の構造 | 第 36 条に対する内容であり, 本条文では記載しない。 | — | | |
| ④ | 設備の概要 | 設備の補足的な記載であり記載しない。 | — | | |
| 4. 詳細な検討が必要な事項 | | | | | |
| No. | 書類名 | | | | |
| a | 要目表 | | | | |
| b | 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書 | | | | |
| c | 計測制御系統施設に係る機器 (計測装置を除く。) の配置を明示した図面及び系統図 | | | | |
| d | 構造図 | | | | |
| e | 制御能力についての計算書 | | | | |
| f | 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 | | | | |
| g | 発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書 | | | | |
| h | 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 | | | | |