

高浜発電所第1, 2号機審査資料	
資料番号	2-1 改2
提出年月日	2023年4月13日

申請書記載内容に関する補足説明

## 目 次

1. はじめに
  2. 申請書記載内容に関する補足
    - (1) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針のうち、「表 1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」について
    - (2) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針のうち、臨界防止の設計条件等の記載について
    - (3) 「添付資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」の添付資料の選定について
    - (4) 「添付資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」における解析条件の記載について
    - (5) 「不確かさ」、「不確定性」の定義について
    - (6) 制御棒クラスタのうち計測制御系統施設と兼用されていないものに係る申請上の取扱いについて
- 
- 別紙 1 令和 2 年 2 月 19 日付け原規規発第 2002192 号にて認可された工事計画の「表 1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」
  - 別紙 2 表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 (1) 基本設計方針 抜粋①
  - 別紙 3 表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 (1) 基本設計方針 抜粋②
  - 別紙 4 高浜 1 号機 設置変更許可申請書 添付資料八 抜粋
  - 別紙 5 「資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」 目次抜粋
  - 別紙 6 「資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」 抜粋
  - 別紙 7 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設における制御棒クラスタの扱いの整理について
  - 別紙 8 軽微変更届出書 (案)
  - 別紙 9 表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 (1) 基本設計方針 抜粋 記載の適正化 (案)

## 1. はじめに

本書は、2022年12月23日に申請した設計及び工事計画認可申請書の記載内容について補足するものである。

## 2. 申請書記載内容に関する補足

### (1) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針のうち、「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」について

#### a. 申請時の考え方

過去の申請では主要設備リストに申請対象設備が存在するものの記載内容に変更がない場合は申請対象設備のみを抜粋し、新旧比較の形式で変更なしの旨を記載していた。(別紙1参照)

一方で、本申請は、機器等の実物の変更を伴わない基本設計方針の変更、具体的には臨界防止の管理に係る記載事項の変更に関する申請であり、当該リストに申請対象設備が存在せず、当該リストの記載内容に変更がないため添付しなかった。

#### b. 記載の適正化に向けての考え方

当該リストに該当する設備が存在しないことから改めて添付することはしないが、当該リストの引用箇所「本設計及び工事の計画の申請に伴う変更がない」旨の注釈を付し変更がないことを明確化することを検討する。(別紙2参照)

### (2) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針のうち、臨界防止の設計条件等の記載について

#### ① 臨界防止の設計条件の記載箇所について

##### a. 申請時の考え方

臨界防止の設計条件については、記載として最初に登場する重大事故等対処設備に係る説明箇所に記載していた。また、本申請に当たっては、既認可の工事計画の記載に対して、設計方針等が変更となる箇所のみを修正していた。

##### b. 記載の適正化に向けての考え方

既工事計画の記載から構成を見直し、臨界防止の設計条件を前段にまとめて記載することを検討する。(別紙3参照)

#### ② 26条に対する記載と69条1項に対する記載が異なることについて

##### a. 申請時の考え方

第26条(設計基準対象施設)では、「通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料を取り扱う設備」を対象としており、設置変更許可申請(添付資料八)及び既工事計画の記載を踏襲し、使用済燃料ピットはほう酸水で満たされているが、「設備容量分の燃料収容時に純水で満たされた場合を想定しても」という記載としている(別紙4参照)。

一方、第 69 条第 1 項（重大事故等対処設備：想定事故 1）については「使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合」を対象としていることから、新規制基準を適用した設置変更許可申請（添付資料八）及び既工事計画の記載を踏襲し、「実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても」という記載としている（別紙 4 参照）。

b. 記載の適正化に向けての考え方

既工事計画の記載から変更しない。

③ 69 条 1 項に対する臨界防止設計条件の記載箇所に使用される具体的な設備を記載することについて

a. 申請時の考え方

既工事計画では臨界防止設計条件の中で具体的な個別設備を引用して記載していた。

b. 記載の適正化に向けての考え方

既工事計画の記載から変更しない。

(3) 「添付資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」の添付資料の選定について

a. 申請時の考え方

設置変更許可申請時の審査資料との整合を勘案し、申請書を作成していた。

b. 記載の適正化に向けての考え方

既工事計画の申請書との整合を勘案し、資料構成を変更することを検討する。（別紙 5 参照）

(4) 「添付資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」における解析条件の記載について

a. 申請時の考え方

設置許可添付資料八に記載の解析条件については、本申請の添付資料 2 の別添 1 にパラメータごとに分散して記載していた。

b. 記載の適正化に向けての考え方

設置許可添付資料八に記載の解析条件については、本申請の添付資料 2 の本文に集約して記載するとともに、それと整合するようその他の記載を見直すことを検討する。（別紙 6 参照）

(5) 「不確かさ」、「不確定性」の定義について

a. 申請時の考え方

用語の定義について特に記載していなかった。

b. 記載の適正化に向けての考え方

用語の使い分けをより明確化する観点から、用語の定義について記載することを検討する。(別紙6参照)

(6) 制御棒クラスタのうち計測制御系統施設と兼用されていないものに係る申請上の取扱いについて

a. 申請時の考え方

再稼働時の工認申請における制御棒クラスタの扱いを踏まえ(別紙7参照)、本申請では制御棒クラスタのうち計測制御系統施設と兼用されていないものについても、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設としての機能要求を廃止することとしている。具体的には、今回の申請では、基本設計方針の「制御棒クラスタ若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体(以下「使用済燃料ピット用中性子吸収体」という。)配置において貯蔵領域を設定すること」という記載を削除することで、計測制御系統施設と兼用している制御棒クラスタに加え、兼用されていない制御棒クラスタについても核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設として使用しないことを表している。

b. 記載の適正化に向けての考え方

再稼働時の工認申請書において、計測制御系統施設と兼用されていない制御棒クラスタの使用を前提としていることは判読可能と考えているが、記載をより明確化する観点から、再稼働時の工認申請書に対する軽微変更届出(別紙8参照)、若しくは本設工認申請書の補正申請により記載の適正化(別紙9参照)を行うことを検討する。

令和2年2月19日付け原規規発第2002192号にて認可された工事計画の「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」

表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト<sup>(注1)</sup>

設備区分	機器区分	名称	変更前				変更後				
			設計基準対象施設 <sup>(注2)</sup>		重大事故等対処設備 <sup>(注2)</sup>		名称	設計基準対象施設 <sup>(注2)</sup>		重大事故等対処設備 <sup>(注2)</sup>	
			耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備	ポンプ	送水車 <sup>(注3)</sup>	—	—	可搬/防止 可搬/緩和 <sup>(注4)</sup>	SAクラス3	変更なし	—	—	—	—
		送水車(1・2号機共用) <sup>(注5)</sup>	—	—	可搬/防止 可搬/緩和 <sup>(注4)</sup>	SAクラス3		送水車(1・2・3・4号機共用) <sup>(注5)</sup>	変更なし	—	—

(注1) 平成28年6月10日付け原規規発第1606104号及び平成30年8月6日付け原規規発第1808063号にて認可された工事計画並びに平成30年5月24日付け関原発第121号にて届出した工事計画の「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」のうち、本工事計画の対象を示す。

(注2) 表1に用いる略語の定義は「付表1」による。

(注3) 本設備は記載の適正化のみを行うものであり、手続き対象外である。

(注4) 記載の適正化を行う。平成30年8月6日付け原規規発第1808063号にて認可された既工事計画書には「可搬/緩和」と記載

(注5) 予備である。

平成28年6月10日付け原規規発第1606104号にて認可された工事計画の「表2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の兼用設備リスト」のうち、本工事計画において対象となる設備はない。

表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（１）基本設計方針 抜粋①

変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p style="text-align: center;">（～略～）</p> <p>5. 主要対象設備 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の対象となる主要な設備について、「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」に示す。 本施設の設備として兼用する場合に主要設備リストに記載されない設備については「表2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の兼用設備リスト」に示す。</p>	<p style="text-align: center;">（～略～）</p> <p>5. 主要対象設備 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の対象となる主要な設備について、「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」<u>（注3）</u>に示す。</p>

（注3）「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」については、本設計及び工事の計画の申請に伴う変更はなく、令和2年2月19日付け原規規発第2002192号にて認可された工事計画による。

表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（1）基本設計方針 抜粋②

変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p>第2章 個別項目</p> <p>2. 燃料貯蔵設備</p> <p>(~略~)</p> <p><b>技術基準規則第69条第1項</b></p> <p>使用済燃料ピットは、使用済燃料ピットの冷却機能喪失、使用済燃料ピット水の小規模な漏えいが発生した場合において、燃料の貯蔵機能を確保する設計とする。</p> <p>使用済燃料ピットは、可搬型代替注水設備による冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても実効増倍率は不確実性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。<sup>(注2)</sup></p> <p><b>技術基準規則第69条第2項</b></p> <p>また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び制御棒クラスタ若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体（以下「使用済燃料ピット用中性子吸収体」という。）配置において貯蔵領域を設定することにより、スプレーや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。</p>	<p>第2章 個別項目</p> <p>2. 燃料貯蔵設備</p> <p>(~略~)</p> <p>使用済燃料ピットは、使用済燃料ピットの冷却機能喪失、使用済燃料ピットの注水機能喪失、使用済燃料ピット水の小規模な漏えいが発生した場合において、燃料の貯蔵機能を確保する設計とする。</p> <p>使用済燃料ピットは、可搬型代替注水設備による冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても実効増倍率は不確実性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。</p> <p>また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、<u>可搬型スプレー設備にて、使用済燃料ピットラック及び燃料体等を冷却し、</u>臨界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置において、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等で想定される注水、スプレー及び蒸気条件のもと、制御棒クラスタ等の中性子吸収効果を考慮せずに<u>実効増倍率が不確実性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。</u> <b>SFPの水位が異常に低下した場合の臨界防止設計</b></p>

記載の適正化として、記載箇所を「(2)送水車による使用済燃料ピットへの注水」の項から移動

使用済燃料ピットは、可搬型代替注水設備による冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても実効増倍率は不確実性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。<sup>(注2)</sup>

SFPの水位が低下した場合の臨界防止設計

また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、可搬型スプレー設備にて、使用済燃料ピットラック及び燃料体等を冷却し、臨界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置において、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等で想定される注水、スプレー及び蒸気条件のもと、制御棒クラスタ等の中性子吸収効果を考慮せずに実効増倍率が不確実性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。 **SFPの水位が異常に低下した場合の臨界防止設計**



変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p data-bbox="212 247 658 279">4. 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備</p> <p data-bbox="212 295 577 327"><b>技術基準規則第69条第1項</b></p> <p data-bbox="212 343 797 375">（2）送水車による使用済燃料ピットへの注水</p> <p data-bbox="212 391 1088 805">使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピットクーラの故障等による使用済燃料ピットの冷却機能の喪失又は燃料取替用水ポンプ、燃料取替用水タンク、2次系純水ポンプ（1・2号機共用）及び2次系純水タンク（1・2号機共用（以下同じ。））の故障等による使用済燃料ピットの注水機能の喪失、又は使用済燃料ピットに接続する配管の破損等による使用済燃料ピット水の小規模な漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が低下した場合において、使用済燃料ピット内の燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止できるよう、可搬型代替注水設備（使用済燃料ピットへの注水）を設置する。</p> <p data-bbox="212 869 1088 949">可搬型代替注水設備としては、送水車により、注水ラインを介して使用済燃料ピットへ海水を注水できる設計とする。</p> <p data-bbox="212 1013 1088 1189">送水車は、使用済燃料ピットの冷却機能の喪失及び注水機能の喪失による水位低下を防止するため、使用済燃料ピットに貯蔵している燃料体等からの崩壊熱による使用済燃料ピット水の蒸散量を上回る補給量を有する設計とする。</p> <p data-bbox="212 1252 1088 1332">また、使用済燃料ピット出口配管の接続位置は、破損等により使用済燃料ピット水が漏えいした場合においても、放射線業務従事者の燃料</p>	<p data-bbox="1115 247 1561 279">4. 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備</p> <p data-bbox="1115 343 1702 375">（2）送水車による使用済燃料ピットへの注水</p> <p data-bbox="1115 391 1991 805"><u>使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピットクーラの故障等による使用済燃料ピットの冷却機能の喪失又は燃料取替用水ポンプ、燃料取替用水タンク、2次系純水ポンプ（1・2号機共用）及び2次系純水タンク（1・2号機共用（以下同じ。））の故障等による使用済燃料ピットの注水機能の喪失、又は使用済燃料ピットに接続する配管の破損等による使用済燃料ピット水の小規模な漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が低下した場合において、使用済燃料ピット内の燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止できるよう、可搬型代替注水設備（使用済燃料ピットへの注水）を設置する。</u></p> <p data-bbox="1115 869 1991 949"><u>可搬型代替注水設備としては、送水車により、注水ラインを介して使用済燃料ピットへ海水を注水できる設計とする。</u></p> <p data-bbox="1115 1013 1991 1189"><u>送水車は、使用済燃料ピットの冷却機能の喪失及び注水機能の喪失による水位低下を防止するため、使用済燃料ピットに貯蔵している燃料体等からの崩壊熱による使用済燃料ピット水の蒸散量を上回る補給量を有する設計とする。</u></p> <p data-bbox="1115 1252 1991 1332"><u>また、使用済燃料ピット出口配管の接続位置は、破損等により使用済燃料ピット水が漏えいした場合においても、放射線業務従事者の燃料</u></p>

変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p>取替時の放射線被ばくを管理する上で定めた線量率を満足できるよう、燃料体等からの放射線の遮蔽に必要となる水位を維持できる高さ以上とする。入口配管については、遮蔽必要水位以下に水位が低下することを防止するため、上部にサイフォンブレイカを設ける設計とする。</p> <p>サイフォンブレイカは、耐震性も含めて機器、弁類等の故障及び誤操作等によりその機能を喪失することのない設計とする。</p> <p>使用済燃料ピットは、可搬型代替注水設備による冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても実効増倍率は不確定性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。<b>SFPの水位が低下した場合の臨界防止設計</b></p> <p>送水車は、燃料油貯油そう（「重大事故等時のみ1・2号機共用」、「2号機設備、重大事故等時のみ1・2号機共用」（以下同じ。））よりタンクローリー（1・2号機共用（以下同じ。））を用いて燃料を補給できる設計とする。</p> <p>使用済燃料ピットへの注水に使用する非常用取水設備の非常用海水路（1・2号機共用（以下同じ。））、海水ポンプ室は、設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから、流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。</p>	<p><u>取替時の放射線被ばくを管理する上で定めた線量率を満足できるよう、燃料体等からの放射線の遮蔽に必要となる水位を維持できる高さ以上とする。入口配管については、遮蔽必要水位以下に水位が低下することを防止するため、上部にサイフォンブレイカを設ける設計とする。</u></p> <p><u>サイフォンブレイカは、耐震性も含めて機器、弁類等の故障及び誤操作等によりその機能を喪失することのない設計とする。</u></p> <p><u>使用済燃料ピットは、可搬型代替注水設備による冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、実効増倍率が最も高くなる純水冠水状態においても実効増倍率は不確定性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。</u></p> <p><u>送水車は、燃料油貯油そう（「重大事故等時のみ1・2号機共用」、「2号機設備、重大事故等時のみ1・2号機共用」（以下同じ。））よりタンクローリー（1・2号機共用（以下同じ。））を用いて燃料を補給できる設計とする。</u></p> <p><u>使用済燃料ピットへの注水に使用する非常用取水設備の非常用海水路（1・2号機共用（以下同じ。））、海水ポンプ室は、設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから、流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。</u></p>

変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p data-bbox="226 256 584 288">技術基準規則第69条第2項</p> <p data-bbox="226 304 685 379">(3) 使用済燃料ピットへのスプレイ (～略～)</p> <p data-bbox="210 400 1088 911">可搬型スプレイ設備は、燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、できる限り環境への放射性物質の放出を低減することにより大気への拡散を抑制するため、使用済燃料ピットの全面に向けてスプレイし、使用済燃料ピットに貯蔵している燃料体等からの崩壊熱による蒸散量を上まわる量を使用済燃料ピット内へスプレイする設計とする。使用済燃料ピット内へのスプレイ量は、試験により確認する。また、使用済燃料ピットは、可搬型スプレイ設備にて、使用済燃料ピットラック及び燃料体等を冷却し、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び使用済燃料ピット用中性子吸収体配置において、いかなる一様な水密度であっても実効増倍率は不確定性を含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。 <u>SFPの水位が異常に低下した場合の臨界防止設計</u></p> <p data-bbox="210 975 1088 1054">送水車は、燃料油貯油そうよりタンクローリーを用いて燃料を補給できる設計とする。</p> <p data-bbox="595 1070 703 1102">(～略～)</p>	<p data-bbox="1128 304 1590 379">(3) 使用済燃料ピットへのスプレイ (～略～)</p> <p data-bbox="1113 400 1995 911">可搬型スプレイ設備は、燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、できる限り環境への放射性物質の放出を低減することにより大気への拡散を抑制するため、使用済燃料ピットの全面に向けてスプレイし、使用済燃料ピットに貯蔵している燃料体等からの崩壊熱による蒸散量を上まわる量を使用済燃料ピット内へスプレイする設計とする。使用済燃料ピット内へのスプレイ量は、試験により確認する。<del>また、使用済燃料ピットは、可搬型スプレイ設備にて、使用済燃料ピットラック及び燃料体等を冷却し、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び使用済燃料ピット用中性子吸収体配置において、いかなる一様な水密度であっても実効増倍率は不確定性を含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。</del></p> <p data-bbox="1113 975 1995 1054">送水車は、燃料油貯油そうよりタンクローリーを用いて燃料を補給できる設計とする。</p> <p data-bbox="1494 1070 1601 1102">(～略～)</p>

(注2) 記載の適正化を行う。既設計及び工事計画では「(2) 送水車による使用済燃料ピットへの注水」の項に記載。

## 高浜1号機 設置変更許可申請書 添付資料八 抜粋

### 4.1.1.2 設計方針

使用済燃料ピット水位は、水位の異常な低下及び上昇を監視できる計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常時に警報を発信する設計とする。また、使用済燃料ピット温度は、ピット水の過熱状態を監視できる計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常時に警報を発信する設計とする。燃料取扱場所の線量当量率を測定する使用済燃料ピット区域エリアモニタは、管理区域境界における線量当量率限度から設置区域における立入り制限値を包絡する計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常時に警報を発信する設計とする。さらに、使用済燃料ピット内張りからの漏えい検知のための装置を有する設計とする。

外部電源が利用できない場合においても、非常用所内電源からの給電により使用済燃料ピットの温度、水位及び放射線量が監視可能な設計とする。

さらに、万一漏えいが生じた場合には、燃料取替用水タンクからほう素濃度 2,600ppm 以上のほう酸水を注水できる設計とする。

(8) 使用済燃料の貯蔵設備は、燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時においても著しい使用済燃料ピット水の減少を引き起こすような損傷が生じない設計とする。

(9) 使用済燃料の貯蔵設備は、ほう素濃度 2,600ppm 以上のほう酸水で満たし、定期的にほう素濃度を分析する。また、設備容量分の燃料収容時に純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は 0.98 以下で十分な未臨界性を確保できる設計とする。

ウラン新燃料の貯蔵設備は、浸水することのないようにするが、設備容量分の燃料収容時に純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は 0.95 以下で十分な未臨界性を確保できる設計とする。さらに、いかなる密度の水分雰囲気でも満たされたと仮定しても未臨界性を確保できる設計とする。

(10) 落下時に使用済燃料ピットの機能に影響を及ぼす重量物については、使用済燃料ピット周辺の状況、現場における作業実績、図面等にて確認することにより、落下時のエネルギーを評価し、気

### 4.3 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備

#### 4.3.1 概要

使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料ピットからの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が低下した場合において使用済燃料ピット内の燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な重大事故等対処設備を設置及び保管する。使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合において使用済燃料ピット内の燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な重大事故等対処設備を設置及び保管する。

使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備の概略系統図を第 4.3.1 図から第 4.3.2 図に示す。

#### 4.3.2 設計方針

(1) 使用済燃料ピット水位の低下時における使用済燃料ピット内燃料集合体の冷却、放射線の遮蔽及び臨界防止

使用済燃料ピットの冷却等のための設備のうち、使用済燃料ピット内燃料集合体等を冷却し、使用済燃料ピットに接続する配管が破損しても、放射線の遮蔽が維持される水位を確保するための設備として以下の可搬型代替注水設備（使用済燃料ピットへの注水）を設ける。

使用済燃料ピットに接続する配管の破損については、使用済燃料ピット入口配管からの漏えい時は、遮蔽必要水位以下に水位が低下することを防止するため、入口配管上部にサイフォンブレーカを設ける設計とする。使用済燃料ピット出口配管からの漏えい時は、遮蔽必要水位を維持できるように、それ以上の位置に取出口を設ける設計とする。

なお、冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、純水冠水状態で未臨界を維持できる設計とする。

使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピットクレーラの故障等により使用済燃料ピットの冷却機能が喪失、燃料取替用水ポンプ、燃料取替用水タンク、2次系純水ポンプ及び2次系純水タンクの故障等によ

「資料 2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が  
臨界に達しないことに関する説明書」 目次抜粋

目 次		頁
1. 概要	.....	T1-添2-1
2. 大規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価	.....	T1-添2-1
別添 1	大規模漏えい時の未臨界性評価手法について	⇒補足説明資料へ
別添 2	解析結果の妥当性確認について	
別添 <del>3</del>	大規模漏えい時の未臨界性評価における不確定性評価の考え方	
別紙 <del>1</del>	計算機プログラム（解析コード）の概要	
別紙 2	SFPへの注水・放水流量の設定について	
別紙 3	実機スプレイ設備を用いた液滴径計測試験及び液滴条件設定について	⇒補足説明資料へ
別紙 4	液滴下降速度の算出について	
別紙 5	流量条件に対する使用済燃料ピットの未臨界性上の頑健性について	

(参考) 既工事計画「燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書」 目次抜粋

目 次	
	頁
1. 概要 .....	1u-添19-1
2. 基本方針 .....	1u-添19-1
3. 小規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価 .....	1u-添19-2
4. 大規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価 .....	1u-添19-3
5. 使用済燃料ピットクレーンによる燃料取扱時の未臨界性評価 .....	1u-添19-5
6. バーナブルポイズン保管用ラックを撤去することによる未臨界性評価 .....	1u-添19-5
別添 1 領域管理の設定に対する考え方	⇒領域管理の廃止に伴い今回申請では不要
別添 2 大規模漏えい時の未臨界性評価における不確定性評価の考え方	
別添 3 使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体に関する説明書	
別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要	⇒使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体の 廃止に伴い今回申請では不要

「資料2 燃料取扱設備、新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵設備の核燃料物質が  
臨界に達しないことに関する説明書」 抜粋

2. 大規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価

(1) 評価の基本方針

(～略～)

大規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価は、臨界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置において、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等で想定される注水、スプレー及び蒸気条件においても臨界を防止できることを確認するため、評価には最適評価手法を採用し、体系を液相部（使用済燃料ピット水位より下部）と気相部（使用済燃料ピット水位より上部）の2相に分け、使用済燃料ピットの水位を冠水状態から完全喪失状態まで変化させて評価を行う。最適評価手法を採用した条件設定の考え方については別添1「大規模漏えい時の未臨界性評価手法について」に示す。

下記の赤枠の記載を追記することに伴い、記載箇所を(2) b. から移動

「不確かさ」の定義について記載

第1図に示すフローに基づき、臨界計算コードへのインプットデータの元となるパラメータを設定する。大規模漏えい時に使用済燃料ピットへ注水・放水する場合の実態により即した条件（以下「基本ケース条件」という。）、及び各パラメータに対するばらつき（以下、「不確かさ」という。）による影響を考慮した条件（以下「不確かさを考慮した条件」という。）を設定のうえ、不確かさ同士の従属性・独立性を踏まえた解析ケース（以下「感度解析ケース」という。）を設定する。

設置変更許可申請書の添付資料八に記載の解析条件

解析の条件設定については、設計値等の現実的な条件を基本としつつ、原則、実効増倍率に対して余裕が小さくなるような設定とする。また、解析条件の不確かさ影響を考慮する必要がある場合には、影響評価において感度解析を行う。具体的には以下のとおり。

- ・ 燃料配置については、実効増倍率に対して余裕が小さくなるよう、濃縮度が最も高い取替燃料が新燃料として全てのラックに貯蔵された状態を設定する。
- ・ 水の状態については、液相部と気相部の2相に分け、水位変化を踏まえて評価する。液相部は純水とし、気相部においては、飽和蒸気の状態を考慮する。
- ・ 流量については、現実的な条件となるよう、重大事故等時対応のため整備している注水及び放水に係る手順全てが同時に実施されたとして設定するとともに、不確かさとして設置されるポンプの全数起動を考慮する。
- ・ 流入範囲及び流量分布については、現実的な条件となるよう、全流量がラック面積に対し一様に流入するものとして設定するとともに、不確かさとして全流量が局所領域に集中することを考慮する。
- ・ 燃料集合体内へ流入する水量の割合については、現実的な条件となるよう、ラックの中心間距離と燃料集合体外寸から求まる面積比等から設定するとともに、不確かさとして

斜め方向から液滴が流入することを考慮する。

- ・ 燃料集合体内に流入した水は、実効増倍率に対して余裕が小さくなるよう、全てが液膜となるように設定する。
- ・ 液膜については、実効増倍率に対して余裕が小さくなるよう、燃料棒全周に対し一様に形成されるとした上で、厚くなるように設定する。
- ・ 放水の液滴径については、実効増倍率に対して余裕が小さくなるよう、スプレイ試験等で得られた知見を踏まえ設定するとともに、不確かさとして有意であると考えられる値の下限を考慮する。
- ・ 海水中の塩素による中性子吸収を考慮することとし、塩素濃度については、実効増倍率に対して余裕が小さくなるよう、海水の塩分濃度の下限値を踏まえ設定する。

(～略～)

c. 計算条件

「不確定性」の定義について記載

(～略～)

以下の計算条件は公称値を使用し、正負の製作公差を未臨界性評価上厳しくなる側に不確定性として考慮するもの（以下「製作公差に基づく不確定性として考慮する計算条件」という。）である。ここで、不確定性とは、解析モデル、計算コード、製作公差に対するばらつきの影響を実効増倍率換算で表したものを指す。なお、製作公差に基づく不確定性として考慮する計算条件には、ラック内での燃料体等が偏る効果を含む。

(～略～)



## 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設における制御棒クラスターの扱いの整理について

再稼働時の設置許可及び工事計画における核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（以下、「核燃施設」という）としての制御棒クラスターの整理は以下のとおりである。

## 1. 設置許可申請書の記載

設置許可申請においては、本文五号及び添付書類八に「～臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び制御棒クラスターと同等の反応度抑制効果を有する中性子吸収体配置においてスプレイや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。」と記載している。

また、添付資料八「使用済燃料ピット用中性子吸収体 a. 制御棒クラスター」として、「クラスターの数 約 420 以下」と記載している（別添 1）。これは、使用済燃料ラックの貯蔵容量をベースに、制御棒クラスターの最大使用可能数が約 420 体であることを表している。

## 2. 工認申請書の記載

## (1) 要目表

制御棒クラスターについては、実用炉規則の別表第二（以下、別表第二）において、計測制御系統施設としては記載要求があるが、核燃施設としては記載要求がないことから、計測制御系統施設のみ要目表を作成し、個数を 48 と記載するとともに、制御棒が核燃施設と兼用である旨を記載している（別添 2）。

## (2) 基本設計方針

核燃施設の基本設計方針において、「制御棒クラスター若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体配置において貯蔵領域を設定すること」により臨界を防止する設計とする旨を記載している（別添 3）。ここでは兼用・兼用以外といった区分けは行わず、また、燃料の貯蔵状況によりその必要数が変化することから、設置許可に記載している貯蔵容量の範囲内（約 420 体以下）で使用する意図で単に「制御棒クラスター」という記載を行っており、計測制御系統施設と兼用である 48 体に限定することなく、それ以上に使用することを意図している。

また、再稼働時の原子力規制庁殿とのヒアリング（2016年3月18日）において、使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体に対する記載について、「最大値として全ラック数である「424 体以下」と書くことはできるが、具体的な数値は貯蔵状況により領域管理の運用の中で決まってくる数であるため記載できない」旨をご説明していることから、それと同様に、核燃施設として使用する制御棒クラスターについても具体的な体数を記載しなかったものである。

## (3) 資料 19 「臨界に達しないことに関する説明書」

工認添付資料である資料 19 の別添 1 において、「6. 燃料運用方針の実機適用性確認」について説明している（別添 4）。この説明の中で、「(前略) 使用済燃料ピットに貯蔵される燃料体数及び使用済燃料ピット用中性子吸収体体数の推移」について検討を実施しており、その中で、「**実運用上は、(中略) 貯蔵燃料体数に応じて必要となる体数の使用済燃料ピット用中性子吸収体を**

使用する。」と記載しており、中性子吸収体の体数は貯蔵燃料の仕様及び体数に応じて決定する前提となっている。

また、本検討の結論部分の「現時点（第28サイクル装荷前）で使用済燃料ピットに貯蔵されている制御棒クラスタ（高浜1号機：114体）を考慮した場合の各燃焼度の燃料体に対する貯蔵可能体数の例を示している。（中略）すべての燃料が使用済燃料ピットに貯蔵可能と判断できる。」との記載から、計測制御系統施設と兼用する48体以外の制御棒クラスタの使用を前提としていることは明確である。

#### （4）資料19の補足説明資料

資料19の補足説明資料の4.において、「(4) 工事計画認可申請書における整理」について説明している（別添5）。この中で、「なお、制御棒クラスタについては「計測制御系統施設」に該当する設備であるため、兼用する旨のみ記載する。」と記載しており、その意図は、制御棒クラスタは「計測制御系統施設」としての設備仕様の記載がもともと要目表にあることから、添付資料19の中で新たに記載するのではなく、「計測制御系統施設」の要目表の中で兼用である旨を記載することで核燃施設としての制御棒クラスタの設備仕様も同じであることということである。そのため、制御棒クラスタの重大事故等対処設備としての機能要求に対しても設備は同一であり SFP で使用することを踏まえてその適合性について確認している（別添6）。

### 3. 使用前検査等の実施状況について

2023年2月16日の審査会合において、当社より“1号機は既に使用前確認検査を受検して終了しています”と説明したのは、使用済燃料ピットに保管している制御棒クラスタ全数（114体（2021.1.15時点））を対象とした適合性確認検査が完了していること、また、高浜1号機の使用前検査のうち、核燃施設の基本設計方針検査が完了したことを指したものである。

再稼働時の工事計画における制御棒クラスタの整理と適合性確認検査の実施状況は表1の通りである。核燃施設のうち、計測制御系統施設と兼用しているものを含めた全ての使用済燃料ピット内にある制御棒クラスタについて、未臨界が維持できることをあらかじめ確認している配置に基づき燃料体等を移動することとする運用の確認、及び2.（2）と2.（4）にて重大事故等対処設備としての設計であることを認可された制御棒クラスタが配置されていることを確認している。

なお、実施した使用前検査では、複数の設備からの抜き取り確認で実施され、制御棒クラスタは抜き取り対象とならず直接確認されることはなかった。抜き取りされた設備の適切性が確認されたことから、核燃施設の基本設計方針検査については完了している。

（参考）高浜1号機 検査実施状況

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| ・2021年1月5日       | 適合性確認検査（状態確認検査） |
| ・2021年1月19日、3月3日 | 核燃施設の基本設計方針検査   |
| ・2021年5月17日      | 燃料装荷            |

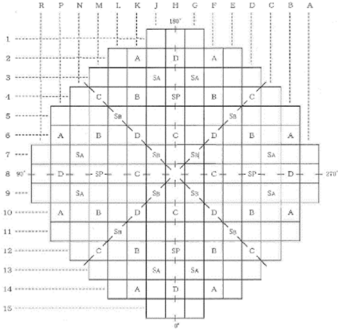
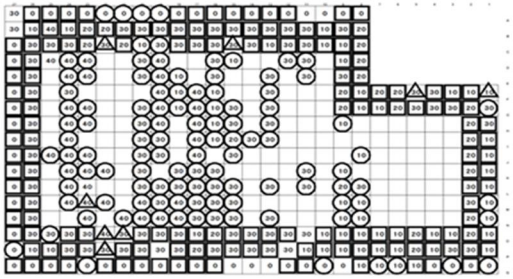

#### 4. まとめ

再稼働時の工認申請書において、核燃施設の要目表及び基本設計方針に臨界防止の管理に必要な制御棒クラスタ等の具体的な体数は記載していないが、申請書添付資料等の記載により計測制御系統施設と兼用している48体以外の制御棒クラスタの使用を前提としていることは判読可能である。

なお、臨界防止の管理の観点からは、未臨界が維持できることをあらかじめ確認している配置に基づき燃料体等を移動することを定めた保安規定を順守することが重要であり、使用する制御棒の数自体に直接的な制限があるものではない。

以 上

表1 高浜1号機 使用済燃料ピット用中性子吸収体に係る適合性確認検査状況について

	計測制御系統施設 【要目表記載あり】	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 【要目表記載なし】	高浜発電所第1号機 適合性確認検査
設置場所	<p>【原子炉】</p> 	<p>【使用済燃料ピット】</p> 	
制御棒	既設制御棒：48体	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 5px;">使用済燃料ピット用 中性子吸収体</div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="margin-left: 5px;">兼用している制御棒</div> </div>	設備、運用に係る状態確認検査実施 2021年1月 5日 (T1-3-1203) 2021年2月19日 (T1-3-1204)
使用済燃料ピット用 中性子吸収棒集合体		兼用していない制御棒：66体	
計	48体	設置せず	114体

<高浜 1 号機 設置変更許可申請書 抜粋>

第4.1.2.1表 燃料の取扱設備及び貯蔵設備（重大事故等時）の設備仕様

(1) 使用済燃料ピット

制御棒クラスタについて兼用する設備は以下のとおり。

- ・制御棒及び制御棒駆動装置
- ・燃料の取扱設備及び貯蔵設備（重大事故等時）
- ・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

基 数	3
ラ ッ ク 容 量	<p>a. 燃料集合体約 420 体分 (全炉心燃料の約 270%相当分)</p> <p>b. 燃料集合体約 1,770 体分 (全炉心燃料の約 1,130%相当分、3 号炉原子炉補助建屋内、1号、2号、 3号及び4号炉共用)</p> <p>c. 燃料集合体約 1,770 体分 (全炉心燃料の約 1,130%相当分、4 号炉原子炉補助建屋内1号、2号、3 号及び4号炉共用)</p>
ラ ッ ク 材 料	<p>ステンレス鋼 (全炉心燃料の約 270%相当分) ボロン添加 (0.95~1.05wt%) ステンレ ス鋼 (全炉心燃料の約 1,580%相当分、3 号炉原子炉補助建屋内、1号、2号、 3号及び4号炉共用、並びに4号炉 原子炉補助建屋内1号、2号、3号 及び4号炉共用)</p> <p>ボロン添加 (0.50~0.75wt%) ステンレ ス鋼 (全炉心燃料の約 670%相当分、3号 炉原子炉補助建屋内、1号、2号、</p>

3号及び4号炉共用、並びに4号炉  
原子炉補助建屋内1号、2号、3号  
及び4号炉共用)

ライニング材料 ステンレス鋼  
使用済燃料ピット用中性子吸収体

a.制御棒クラスタ

ク ラ ス タ の 数	約 420 以下
クラスタ当たり制御棒本数	20
制 御 棒 有 効 長 さ	約 3.6m
中 性 子 吸 収 材 直 径	約 10mm
中 性 子 吸 収 材 材 料	銀・インジウム ・カドミウム (80%、15%、 5%) 合金

被 覆 管 厚 さ 約 0.5mm  
被 覆 管 材 料 ステンレス鋼

b.使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体

集 合 体 の 数	約 420 以下
集合体当たり中性子吸収棒本数	20
中 性 子 吸 収 棒 有 効 長 さ	約 3.6m
中 性 子 吸 収 材 直 径	約 10mm
中 性 子 吸 収 材 材 料	銀・インジウム ・カドミウム (80%、15%、 5%) 合金

被 覆 管 厚 さ 約 0.5mm  
被 覆 管 材 料 ステンレス鋼

<高浜 1 号機 工事計画認可申請書 計測制御系統施設 要目表 抜粋 (平成 28 年 6 月 10 日 原規  
規発第 1606104 号にて認可) >

2 制御材に係る次の事項

(1) 制御棒の名称、種類、組成、反応度制御能力、停止余裕、主要寸法及び個数

名称			変更前 <sup>(注1)</sup>	変更後	
			制御棒	制御棒 <sup>(注2)</sup>	
種	類	—	制御棒クラスタ	変更なし	
組	成	制 御 材	銀-インジウム-カドミウム合金		
反 応 度 制 御 能 力		$\Delta k/k$	(最大反応度効果を有する クラスタ1本挿入不能時) 約 0.05		
停 止 余 裕		$\Delta k/k$	(最大反応度効果を有する クラスタ1本挿入不能時) 0.0177 以上		
主 要 寸 法	ク ラ ス タ 全 長		mm		4,025 <sup>(注3)</sup>
	ク ラ ス タ 有 効 長 さ		mm		3,607 <sup>(注3)</sup>
	ク ラ ス タ た て		mm		153.4 <sup>(注3)</sup>
	ク ラ ス タ 横		mm		153.4 <sup>(注3)</sup>
	制 御 棒 外 径		mm		11.2 <sup>(注3)</sup>
制 御 棒 被 覆 管 厚 さ		mm	0.5 <sup>(注4)</sup> (0.5 <sup>(注3)</sup> )		
ク ラ ス タ 個 数		—	<u>48</u>		

(注1) 記載内容は、既工事計画認可申請書 (平成24年2月7日付け関原発第462号工事計画認可申請書、平成24年3月29日付け平成24・02・07原第10号にて認可) による。なお、本工事計画は、認可された既工事計画に対して、基本設計方針の変更を行うことに伴い申請するものである。

(注2) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵設備と兼用

(注3) 公称値

(注4) 既工事計画書に記載がないため記載の適正化を行う。記載内容は、設計図書による。

<高浜 1 号機 工事計画認可申請書 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 基本設計方針 抜粋（平成 28 年 6 月 10 日 原規規発第 1606104 号にて認可）>

変更前	変更後
	<p>料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び制御棒クラスタ若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体（以下「<u>使用済燃料ピット用中性子吸収体</u>」という。）配置において貯蔵領域を設定することにより、スプレイや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。</p> <p>貯蔵領域は以下の方針に基づき、外周領域、中間領域及び中央領域を設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・領域の数を可能な限り少なくする。</li> <li>・低燃焼度の燃料を貯蔵する領域では、使用済燃料ピット用中性子吸収体の挿入なしで炉心から取り出した燃料が貯蔵できる容量を確保する。</li> <li>・貯蔵領域において、最も反応度の高い燃料体等が当該領域の全てのラックに貯蔵された状態で未臨界を維持する。</li> </ul> <p>使用済燃料ラックは全 424 ラックで構成されており、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の配置から、チャンネル入口側の角部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラックの長方形）を切り欠いた配置形状である。</p> <p>外周領域は、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の最外周 1 列から切り欠き部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラック）を除いた 73 ラックとする。また、中間領域は外周領域のラック配置から内側に長辺方向列は 2 列、短辺方向列は 1 列として、さらにラック配置の切り欠き部の外周 2 列を加えた計 126 ラックとする。残りの 225 ラックを中央領域とする。</p>

<高浜 1 号機 工事計画認可申請書 資料 1 9 臨界に達しないことに関する説明書 抜粋（平成 28 年 6 月 10 日 原規規発第 1606104 号にて認可）>

別添 1 領域管理の設定に対する考え方

第 1-5 表 領域別の貯蔵可能な燃料の燃焼度

	55Gwd/t 燃料 (注1)	55Gwd/t 燃料	48Gwd/t 燃料 (注2)	
	〔初期濃縮度〕 〔約 4.6wt%〕	〔初期濃縮度〕 〔約 4.6wt%〕	〔初期濃縮度約 4.0wt%〕	
	使用済燃料ピット用 中性子吸収体なし	使用済燃料ピット用 中性子吸収体あり	使用済燃料ピット用 中性子吸収体なし	使用済燃料ピット用 中性子吸収体あり
領域 A	燃焼度 0Gwd/t 以上	燃焼度 0Gwd/t 以上	燃焼度 0Gwd/t 以上	燃焼度 0Gwd/t 以上
領域 B	燃焼度 20Gwd/t 以上	燃焼度 0Gwd/t 以上	燃焼度 15Gwd/t 以上	燃焼度 0Gwd/t 以上
領域 C	燃焼度 50Gwd/t 以上	燃焼度 15Gwd/t 以上	燃焼度 45Gwd/t 以上	燃焼度 10Gwd/t 以上

(注 1) 大規模漏えい時の使用済燃料ピットの未臨界性評価の計算体系

(注 2) 未臨界性評価条件については、初期濃縮度（約 4.0wt%に濃縮度公差を見込み

□wt%）及びペレット密度（48Gwd/t 燃料：95% T.D.）以外は 55Gwd/t 燃料に同じ。

5. 領域管理に基づいた使用済燃料ピット燃料運用方針について

実運用においては、本体系で反応度の高い燃料を貯蔵している領域 A 及び領域 B は炉心の燃料装荷体数 157 体を上回る計 199 体の貯蔵容量があり、炉心へ装荷する燃料（ウラン新燃料及び燃焼度の低い燃焼燃料）は優先的に領域 A 及び領域 B へ貯蔵し、炉心への装荷、取出を実施する。また、本体系で反応度の低い燃料を貯蔵している領域 C では、優先的に燃焼の進んだ燃焼燃料を貯蔵する。

なお、実運用においては、燃料体別に付与される燃料番号とともに初期濃縮度、燃焼度及び使用済燃料ピット用中性子吸収体の有無が管理され、使用済燃料ピット内での燃料体等及び使用済燃料ピット用中性子吸収体の移動並びに、炉心への装荷、取出時においては複数人の作業者が移動手順を確認し、確実に燃料体等の移動履歴を追うことができる運用とすることから、領域管理を行ったとしても燃料配置の変更を問題なく実施することができる。

6. 燃料運用方針の実機適用性確認

(4) の運用方針に従い、高浜発電所 1 号機使用済燃料ピットに貯蔵される燃料体数及び使用済燃料ピット用中性子吸収体数の推移について以下のような保守的な燃料運用の想定のもとで検討を行い、今後の燃料運用の成立性を確認した。高浜発電所 1 号機の使用済燃料ピットの貯蔵容量を満たすまでの期間における使用済燃料ピットの状態(例)は第 1-6 表～第 1-8 表及び第 1-2 図に示すとおりであり、(4) に示す燃料運用方針に従い、使用済燃料ピットの貯蔵容量を満たすまでの期間の燃料運用は実現可能である。

- ・使用済燃料ピットからの使用済燃料搬出がないものとする。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



- ・第 28 サイクルまでは 48GWd/t 燃料のみの炉心とし、第 29 サイクル以降に装荷する新燃料はすべて 55GWd/t 燃料とする。
- ・第 28 サイクルで装荷予定のない燃料は以降のサイクルで使用することも考えられるが、本検討においてはすべて今後使用しない燃料とする。
- ・使用済燃料ピット用中性子吸収体以外の内挿物の増加は考慮しないものとする。

また、領域管理が有する運用への余裕を確認するため、使用済燃料ピットに貯蔵する燃料の体数を燃焼度別に整理した。高浜発電所 1 号機使用済燃料ピットの第 28 サイクル装荷前に貯蔵されている燃料について、燃焼度に対する燃料体貯蔵体数の累積値を第 1-3 図にプロットした。ここで、30GWd/t のプロット点は、使用済燃料ピットに貯蔵される燃料体のうち 30GWd/t 以下となるすべての燃料体数を示したものとなる。なお、第 1-3 図の横軸は 55GWd/t 燃料相当の燃焼度を表しており、48GWd/t 燃料については、55GWd/t 燃料よりも初期濃縮度が低く、第 1-4 表の結果より燃焼度換算で 5GWd/t 程度の反応度差があるため貯蔵体数を当該グラフへプロットするには、燃焼度に 5GWd/t を加算している。

各領域への燃料貯蔵の可否を判断する際には、必要に応じて使用済燃料ピット用中性子吸収体の反応度抑制効果を考慮する。仮に高浜発電所 1 号機の使用済燃料貯蔵ピットにおいて、全燃料集合体に使用済燃料ピット用中性子吸収体を考慮した場合、領域 A、B には燃焼度 0GWd/t 以上の燃料が、領域 C には、燃焼度 15GWd/t 以上の燃料（55GWd/t 燃料の場合）が貯蔵可能となり、その燃料貯蔵容量の累積値は最大で第 1-3 図の青色の線となる。実運用上は、青色の線の範囲内で貯蔵燃料体数に応じて必要となる体数の使用済燃料ピット用中性子吸収体を使用する。

第 1-3 図中の緑色の線は、現時点（第 28 サイクル装荷前）で使用済燃料ピットに貯蔵されている制御棒クラスタ（高浜 1 号機：114 体）を考慮した場合の各燃焼度の燃料体に対する貯蔵可能体数の例を示している。第 28 サイクル装荷前では、緑色の線が各プロット点を上回っており、すべての燃料体が使用済燃料ピットに貯蔵可能と判断できる。

## 7. 貯蔵燃料の領域管理をすることによる未臨界性評価上の保守性について

燃料の初期濃縮度、燃焼度及び使用済燃料ピット用中性子吸収体の有無に応じた領域管理を実施するに当たり、未臨界性評価では、実際に使用済燃料ピットに貯蔵される燃料の燃焼度に余裕を持たせた評価条件を設定している。

実際に各領域に貯蔵される燃料の燃焼度は、通常の燃料運用を想定すると、領域 A、B には優先的に炉心に装荷する燃料として、それぞれ 0GWd/t 以上、20GWd/t 以上の燃料を貯蔵するが、未臨界性評価では新燃料、20GWd/t として評価する。また、領域 C では優先的に取出燃料を貯蔵し、その燃焼度は 50GWd/t 以上となるが、未臨界性評価では 50GWd/t として評価する。従って、未臨界性評価では実際に貯蔵される燃焼度よりも燃焼度を切り下げて評価しており、実運用と比較して燃焼度の観点から保守的な設定となっている。なお、領域 B、C に貯蔵される燃料のうち、20GWd/t、

<高浜1号機 工事計画認可申請書 資料19 臨界に達しないことに関する説明書にかかる補足説明資料 抜粋>

4. 使用済燃料ピット用中性子吸収体の取り扱いについて

(1) はじめに

高浜1,2号炉の使用済燃料ピット（以下、「SFP」という。）においては、大規模漏えい時において臨界を防止するため、制御棒クラスタと同等の反応度抑制効果を有する中性子吸収体（以下、「SFP用中性子吸収体」という。）を考慮した領域管理を行う。このSFP用中性子吸収体は、新規制基準を満たすために必要となる設備であり、今回の申請では、SFP用中性子吸収体として「制御棒クラスタ」と「SFP用中性子吸収棒集合体」を記載している。

そこで、これらの設備の申請上の取り扱いについて整理した。

(2) 設備分類について

SFP大規模漏えい時の臨界防止については、貯蔵する燃料の初期濃縮度、燃焼度及びSFP用中性子吸収体の有無の条件による貯蔵領域を設定し、燃料体等及びSFP用中性子吸収体の配置管理を行うことにより未臨界性を維持する設計としており、SFP用中性子吸収体は重大事故等発生（SA）時の対処設備としてSA設備に分類する。（表-1参照）

(3) 設置許可申請書における整理

既許可プラントでSFPの未臨界性を維持するための中性子吸収体として考慮しているボロン添加ステンレス製の燃料ラックについては、「4.1 燃料の取扱設備及び貯蔵設備」の重大事故等時の対応設備として、その設備仕様を「第4.1.2.1表 燃料の取扱設備及び貯蔵設備（重大事故等時）の設備仕様」の「(1) 使用済燃料ピット」の一部として記載している。

今回申請するSFP用中性子吸収体についても、SFPの未臨界性を維持する目的で設置するものであることから、ボロン添加ステンレス製ラックと同様に扱うことができる。

そのため、設置許可申請書においては、SFP用中性子吸収体の仕様を燃料ラックと同様に、添付書類八「第4.1.2.1表 燃料の取扱設備及び貯蔵設備（重大事故等時）の設備仕様」のSFPの一項目として追加記載する。

(4) 工事計画認可申請書における整理

制御棒クラスタ及びSFP用中性子吸収棒集合体は、「核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設」においては、別表第二で要求されている設備ではなく要目表には記載すべき箇所がないため、基本設計方針にその設計方針を記載する。

また、SFP用中性子吸収棒集合体については、新規制基準に適合するための新規の設備であるために、機械的強度、耐震性及び他設備への影響等について添付資料19の中で記載する。なお、制御棒クラスタについては「計測制御系等施設」に該当する設備であるため、兼用する旨のみ記載する。

以上

<高浜 1 号機 工事計画認可申請書 資料 1 9 臨界に達しないことに関する説明書にかかる補足説明資料 抜粋>

表-1 使用済燃料ピット用中性子吸収体に係る要求機能整理表

要求事項※		SFPに対する設置許可上の記載	SFPでの制御棒クラスタ(RCC)	SFP用中性子吸収棒集合体	既認可(高浜3, 4号機)の考え			
					B-SUSラック	炉心内の制御棒クラスタ(RCC)		
SFP内での機能要求	第四条(耐震)	地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	耐震設計Sクラスとする。	・SFラック全てに燃料+RCCが装着した状態で耐震評価を実施しているため、SFラックの健全性に問題なく、内包する燃料及びRCCの健全性を担保。 ・なお、RCC耐震性についてはSFP内の評価条件は炉心での評価条件(Sクラス評価)に包含。	・RCCよりも軽い設備 ・被覆管はRCCと同等の構造 ・上部端栓については、RCCよりも太径構造 以上から、SFPでのRCCの評価(左記)に包含され問題なし。	Sクラス評価	/	
	第十六条第五十四条	燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。	臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び使用済燃料ピット用中性子吸収体配置において、スプレイや蒸気条件においても未臨界を維持できる	大規模漏えい時はRCCの反応度抑制効果を考慮することで未臨界を維持できる。 (中性子吸収材の種類:銀・インジウム・カドミウム)	中性子吸収材部分の材料・構造はRCCと同じであるため、同等の反応度抑制効果がある。 (中性子吸収材の種類:銀・インジウム・カドミウム)	ボロン反応度抑制効果を考慮することで未臨界を維持できる。		
SA設備に対する要求	第四十三条	環境条件(SFP内・海水影響)	・重大事故等時における原子炉補助建屋内の環境条件を考慮した設計とする。 ・代替水源として海水を使用するため、海水影響を考慮した設計とする。	・SA時のSFP内の燃料棒表面温度は200℃程度(大気圧)となるが、仮にRCCが同等の温度になったとしても、RV内の環境条件に包含されるため問題なし。 ・放射線による影響についても、臨界状態である通常運転時の炉心内で物理的及び化学的性質を保持できる設計であるため問題なし。 ・海水に対して有意な影響なし。	RCCとほぼ同じ材料・構造であるため、RCCの評価に包絡される。	・原子炉補助建屋内の環境条件を考慮した設計とする。 ・海水影響を考慮した設計とする。	RV内の環境条件(最高温度343℃、最高圧力17.16MPaG)を考慮した設計。	
		操作の確実性	(操作無し)	操作無し(全挿入済み)	操作無し(全挿入済み)	操作無し	操作無し(操作するのは、原子炉トリップスイッチのため)	
		試験・検査	外観の確認が可能な設計とする。また、漏えい等の確認が可能な設計とする。	外観確認可能	外観確認可能	外観確認可能	外観確認可能	動作確認可能
		切り替え性	(切替無し)	切替無し	切替無し	切替無し	切替無し	切替無し
		悪影響防止	使用済燃料ピットは、弁操作等によって、通常時の系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成をすることで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。	・耐震上RCCを考慮した評価をしているためラックへの悪影響なし ・スライダ構造のため、冷却水の流れを阻害することはない燃料体の冷却性への悪影響なし ・クレーン耐震及び燃料体の落下影響に対しては、燃料体+RCC重量を吊荷重として評価している。	・ラックの耐震、クレーン耐震及び燃料体落下影響に対しては、RCCよりも軽量であるためRCC評価に包絡される。 ・流路孔を有しているため、冷却水の流れを阻害することはない燃料体の冷却性への悪影響なし	他の設備に影響を及ぼさない設計	遮断機操作等により、SAとしての系統構成をすることで、他設備に悪影響を及ぼさない設計	
		設置場所(放射線の影響)	(操作不要)	操作不要	操作不要	操作不要	操作不要	操作不要
		容量	(DBでの容量を補い、事故対応に合わせて必要な容量を有する。)	容量なし	容量なし	容量なし	容量なし	容量なし
		共用の禁止	(共用しない)	共用しない	共用しない	共用しない	共用しない	共用しない
共通要因故障防止	(屋内、サポートなし)	屋内、サポートなし	屋内、サポートなし	屋内、サポートなし	屋内、サポートなし	屋内、サポートなし		
その他	燃料体への挿入性	/	自重で燃料体に挿入可能であり、挿入した状態で維持される。	挿入部分はRCCと同じ構造であるため、挿入性はRCCと同等である	/	(駆動装置用電源を遮断することにより)自重で炉心に落下する。		
	取扱性		内挿物取扱工具によりラック間の移動が可能。	内挿物取扱工具との結合部を既存の内挿物と同形状にすることにより、内挿物取扱工具によりラック間の移動が可能。(設置許可上、内挿物取扱工具で取り扱える機器についての制限はない。)		内挿物取扱工具によりラック間の移動が可能。		
	構造		中性子吸収材をステンレス管に入れた構造とする。	RCCと同様に中性子吸収材をステンレス管に入れた構造とする。		中性子吸収材をステンレス管に入れた構造とする。		

※ 「実用発電用原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則」における要求事項

軽微変更届出書（案）

変更前	変更後
<p>料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び制御棒クラスタ若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体（以下「使用済燃料ピット用中性子吸収体」という。）配置において貯蔵領域を設定することにより、スプレイや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。</p> <p>貯蔵領域は以下の方針に基づき、外周領域、中間領域及び中央領域を設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・領域の数を可能な限り少なくする。</li> <li>・低燃焼度の燃料を貯蔵する領域では、使用済燃料ピット用中性子吸収体の挿入なしで炉心から取り出した燃料が貯蔵できる容量を確保する。</li> <li>・貯蔵領域において、最も反応度の高い燃料体等が当該領域の全てのラックに貯蔵された状態で未臨界を維持する。</li> </ul> <p>使用済燃料ラックは全 424 ラックで構成されており、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の配置から、チャンネル入口側の角部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラックの長方形）を切り欠いた配置形状である。</p> <p>外周領域は、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の最外周 1 列から切り欠き部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラック）を除いた 73 ラックとする。また、中間領域は外周領域のラック配置から内側に長辺方向列は 2 列、短辺方向列は 1 列として、さらにラック配置の切り欠き部の外周 2 列を加えた計 126 ラックとする。残りの 225 ラックを中央領域とする。</p>	<p>料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、臨界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び制御棒クラスタ<sup>(注1)</sup>若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体（以下「使用済燃料ピット用中性子吸収体」という。）配置において貯蔵領域を設定することにより、スプレイや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。</p> <p>貯蔵領域は以下の方針に基づき、外周領域、中間領域及び中央領域を設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・領域の数を可能な限り少なくする。</li> <li>・低燃焼度の燃料を貯蔵する領域では、使用済燃料ピット用中性子吸収体の挿入なしで炉心から取り出した燃料が貯蔵できる容量を確保する。</li> <li>・貯蔵領域において、最も反応度の高い燃料体等が当該領域の全てのラックに貯蔵された状態で未臨界を維持する。</li> </ul> <p>使用済燃料ラックは全 424 ラックで構成されており、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の配置から、チャンネル入口側の角部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラックの長方形）を切り欠いた配置形状である。</p> <p>外周領域は、長辺方向に 27 ラック、短辺方向に 17 ラックの長方形の最外周 1 列から切り欠き部（長辺方向に 7 ラック、短辺方向に 5 ラック）を除いた 73 ラックとする。また、中間領域は外周領域のラック配置から内側に長辺方向列は 2 列、短辺方向列は 1 列として、さらにラック配置の切り欠き部の外周 2 列を加えた計 126 ラックとする。残りの 225 ラックを中央領域とする。</p>

変更前	変更後
<p>5. 主要対象設備</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の対象となる主要な設備について、「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」に示す。</p> <p>本施設の設備として兼用する場合に主要設備リストに記載されない設備については「表2核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の兼用設備リスト」に示す。</p>	<p>5. 主要対象設備</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の対象となる主要な設備について、「表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト」に示す。</p> <p>本施設の設備として兼用する場合に主要設備リストに記載されない設備については「表2核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の兼用設備リスト」に示す。</p>

(注1) 制御棒クラスタは計測制御系統施設と兼用していないものを含む。

表 本設計及び工事の計画の申請のうち核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（１）基本設計方針 抜粋 記載の適正化（案）

変更前（既工事計画）	記載適正化案（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p>第2章 個別項目</p> <p>2. 燃料貯蔵設備</p> <p style="text-align: center;">（～略～）</p> <p>また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、<u>臨</u>界にならないよう配慮したラック形状、燃料配置及び<b>制御棒クラスタ（計測制御系統施設と兼用していないものを含む）</b>（注1）若しくは使用済燃料ピット用中性子吸収棒集合体（以下「使用済燃料ピット用中性子吸収体」という。）配置において貯蔵領域を設定することにより、スプレイや蒸気条件においても臨界を防止する設計とする。</p> <p style="text-align: center;">（～略～）</p>	<p>第2章 個別項目</p> <p>2. 燃料貯蔵設備</p> <p style="text-align: center;">（～略～）</p> <p>また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、<u>可搬型スプレイ設備にて、使用済燃料ピットラック及び燃料体等を冷却し、臨</u>界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置において、使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等で想定される注水、スプレイ及び蒸気条件のもと、制御棒クラスタ等の中性子吸収効果を考慮せずに実効増倍率が不確定性を含めて<u>0.98</u>以下で臨界を防止できる設計とする。</p> <p style="text-align: center;">（～略～）</p>

この下線部は（2）b.(a)に係る対応であり、ここでの議論に関係しない（別紙3参照）

（注1）記載の適正化を行う。既設計及び工事計画には「制御棒クラスタ」と記載。