

高浜発電所第1, 2号機審査資料	
資料番号	2-1 改6
提出年月日	2023年6月30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) 添付資料 2 (2) a. 計算体系の「燃料有効長上部は低水密度状態においても」という記載について
 - (7) 添付資料 2 2. (2) c. 計算条件 (e) 液相部の水密度に係る記載について
 - (8) 「最適評価手法」という記載について
 - (9) 未臨界性の評価、判定の方法について
 - (10) 塩素を考慮しない評価体系への変更に対する設置許可との整合について
 - (11) 塩素を考慮しない体系での評価結果の反映について
 3. 補正申請書記載内容に関する補足
 - (1) 解析コードの適用妥当性確認範囲の記載箇所について
 - (2) 添付資料 2 の解析に係る具体的内容の記載箇所について
-
- | | |
|------|--|
| 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 設置許可との整合性 記載案 抜粋
- 別紙 8 「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」のうち塩素を考慮しない体系での評価結果反映箇所 抜粋
- 別紙 9 補正申請書「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」 本文 抜粋
- 別紙 10 補正申請書「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」 別紙 1 抜粋

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、及び2023年6月13日に申請した補正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

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。(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

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。(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

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

既工事計画にならって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

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」の別添・別紙の構成について

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た資料構成としていた。

b. 記載の適正化

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。（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

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。（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

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。(別紙6参照)

(6) 添付資料2 (2) a. 計算体系の「燃料有効長上部は低水密度状態においても」という記載について

a. 申請時の考え方

既工事計画の申請書の記載を踏襲していた。

b. 記載の適正化の考え方

今回の申請内容を踏まえて、記載を適正化する。(別紙6参照)

(7) 添付資料2 2. (2) c. 計算条件 (e) 液相部の水密度に係る記載について

a. 申請時の考え方

決定した条件のみ記載し、詳細は設工認申請書の資料2「臨界に達しないことに関する説明書」別添1「大規模漏えい時の未臨界性評価手法について」の「2. 評価モデルの考え方」に考え方について記載していた。

b. 記載の適正化

資料2「臨界に達しないことに関する説明書」別添1「大規模漏えい時の未臨界性評価手法について」の「2. 評価モデルの考え方」の記載を踏まえて、記載を適正化する。(別紙6参照)

(8) 「最適評価手法」という記載について

a. 申請時の考え方

重大事故等対策として実施される使用済燃料ピットへの注水・放水手順において用いる設備の特徴や、放水された水の状態等を踏まえた、事故時のより実態に則した状態を考慮した評価手法、という意味で「最適評価手法」という文言を使用していた。

b. 記載の適正化

本文言が使用されている箇所について、記載を見直す。(別紙6参照)

(9) 未臨界性の評価、判定の方法について

a. 申請時の考え方

実効増倍率の値が最大となった点に対して不確定性を算出し、それらの合計値が0.98以下であることをもって未臨界であることを判定していた。

b. 記載の適正化

評価、判定の方法について記載を明確化する。(別紙6参照)

(10) 塩素を考慮しない評価体系への変更に対する設置許可との整合について

a. 申請時の考え方

設置許可申請書の添付資料八に「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。」と記載があり、これに基づき塩素を考慮した体系にて評価し申請書を作成していた。

b. 記載の適正化

海水中の塩素の考慮については、設置許可申請書の本文に記載はないため、設置許可の要件とはなっていない。また、添付資料八には記載があるものの、「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。」という記載が前提としてあることから、設工認において、塩素を考慮しない条件で評価を実施することは、添付資料八の記載内容と整合している。

上記内容を申請書へ反映する。(別紙7参照)

(11) 塩素を考慮しない体系での評価結果の反映について

a. 申請時の考え方

塩素を考慮した体系にて評価した結果に基づき申請書を作成していた。

b. 記載の適正化

今回、塩素を考慮しない体系にて評価を実施し、その結果を申請書へ反映する。主な反映箇所は以下のとおり。(別紙8参照)

- ・ 評価条件及び実効増倍率評価結果を示した図表
- ・ 妥当性確認に用いたベンチマーク解析ケース
- ・ 不確定性評価

3. 補正申請書記載内容に関する補足

(1) 解析コードの適用妥当性確認範囲の記載箇所について

a. 補正申請時の考え方

資料2「臨界に達しないことに関する説明書」別紙1「計算機プログラム(解析コード)の概要」の「c. 使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価への適用性確認」の中で解析コードの適用妥当性範囲について記載していた。

b. 記載の適正化

分かりやすさの観点から、当該箇所に記載があることを明確化する記載を資料2の本文に追加することを検討する。(別紙9参照)

(2) 添付資料2の解析に係る具体的内容の記載箇所について

a. 補正申請時の考え方

資料2「臨界に達しないことに関する説明書」別紙1「計算機プログラム(解析コード)の概要」に解析コードの特徴や具体的な妥当性確認の詳細等も含めて記載していた。

b. 記載の適正化

当該記載がより具体的な内容となっていることから、他の資料の記載内容との整合も踏まえて、当該記載は補足説明資料にて記載することとし、上記の記載箇所からは削除することを検討する。(別紙10参照)

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^(注1)

設備区分	機器区分	名称	変更前				変更後				
			設計基準対象施設 ^(注2)		重大事故等対処設備 ^(注2)		名称	設計基準対象施設 ^(注2)		重大事故等対処設備 ^(注2)	
			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 ^(注3)	—	—	可搬/防止 可搬/緩和 ^(注4)	SAクラス3	変更なし				
		送水車(1・2号機共用) ^(注5)	—	—	可搬/防止 可搬/緩和 ^(注4)	SAクラス3	送水車(1・2・3・4号機共用) ^(注5)	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（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2)</u>に示す。</p>

(注2)「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。

7

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（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 2. 燃料貯蔵設備 (~略~)</p> <p>技術基準規則第69条第1項</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、<u>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>(注1)</p> <p>技術基準規則第69条第2項</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。</u></p>	<p>第2章 個別項目 2. 燃料貯蔵設備 (~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定性も含めて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、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>SFPの水位が異常に低下した場合の臨界防止設計</p>

記載の適正化として、記載箇所を「4.（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定性も含めて0.98以下で臨界を防止できる設計とする。(注1)

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定性も含めて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**

8

変更前（既工事計画）	記載適正化（下線部は2022年12月申請書からの変更箇所）
<p data-bbox="212 252 658 284">4. 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備</p> <p data-bbox="212 300 577 331">技術基準規則第69条第1項</p> <p data-bbox="212 347 797 379">（2）送水車による使用済燃料ピットへの注水</p> <p data-bbox="212 395 1088 810">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="212 874 1088 962">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 1026 1088 1201">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 1265 1088 1345">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 252 1561 284">4. 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備</p> <p data-bbox="1115 347 1702 379">（2）送水車による使用済燃料ピットへの注水</p> <p data-bbox="1115 395 1991 810"><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 874 1991 962"><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 1026 1991 1201"><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 1265 1991 1345"><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（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。SFPの水位が低下した場合の臨界防止設計</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（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。 SFP の水位が異常に低下した場合の臨界防止設計</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 1588 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。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。</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 1) 記載の適正化を行う。既工事計画書では「4. (2) 送水車による使用済燃料ピットへの注水」の項に記載。

4.1 燃料の取扱設備及び貯蔵設備

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イ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

※設置許可基準規則
(技術基準規則)
の条文を示す

8-4-3

SA
第 54 条第 1 項
(第 69 条第 1 項)

8-4-16

「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 3 1	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 1	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「資料19 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。

本申請での評価手法について記載【(8)の対応】

設置許可添付資料八の記載抜粋【(4)の対応】

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。

下記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【(4)の対応】

「不確かさ」の定義を記載【(5)の対応】

第1図に示すフローに基づき、臨界計算コードへの入力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。）要因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。

設置許可添付資料八に記載の解析条件を記載【(4)の対応】

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。解析条件の具体的な設定については以下のとおり。

- ・ 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、飽和蒸気の内容を考慮する。
- ・ 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、スプレー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值を踏まえ設定する。~~

なお、海水中の塩素による中性子吸収については考慮しない。

(～略～)

(2) 計算方法

a. 計算体系

計算体系は、垂直方向、水平方向ともに有限の体系とする。貯蔵する燃料は、最も反応度の高い新燃料をすべてのラックへ貯蔵することを想定する。また、垂直方向では、上下部の構造物による中性子反射効果を考慮し、燃料有効長上部は低水密度状態においても、十分な中性子の反射効果が得られる厚さ（中性子反射効果が飽和する厚さ）である300mmの水反射と仮定し、燃料有効長下部についても同様に、1,000mmのコンクリートとして評価する。水平方向では、使用済燃料ピット側面の構造物による中性子反射効果を考慮し、垂直方向上部と同様に300mmの水反射を仮定する。未臨界性評価の計算体系を第2図～第4図に示す。

(～略～)

【(6)の対応】

c. 計算条件

【(7)の対応】

(～略～)

(e) 液相部の水密度は $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ とする。

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、計算コードの精度及び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。

「不確定性」の定義を記載
【(5)の対応】

(～略～)

【(9)の対応】

(3) 計算結果

a. 判定基準

基本ケースにおいて中性子最適減速状態が発現しないこと、また、最大となる実効増倍率に不確定性を考慮しても実効増倍率が0.98以下であることを確認する。また、感度解析ケースにおいても中性子最適減速状態が発現せず、特異な傾向がないことを確認する。

b. 評価結果

未臨界性評価結果を第4表に示す。第6図のとおり、基本ケース及び感度解析ケースの全ケースにおいて、純水冠水状態から液相部高さ（水位）の低下に伴い実効増倍率は減少し、純水冠水状態において最大0.947となった。これに不確定性0.0115を考慮しても実効増倍率は0.959であり、実効増倍率0.98以下を満足している。

なお、計算コードに基づく不確定性については、今回の適用範囲である冠水から水位200mmの範囲において、実効増倍率への気相部の寄与が大きくなる、低水位時相当のEALFの結果を計算コードの不確定性の算出に加えた場合においても、平均誤差 δk 及び計算コードの不確かさ ϵ_c に影響がないことから、低水位状態において適用した場合においても不確定性の評価結果は変わらず、水位によらず一定の値を評価に用いることは妥当である。

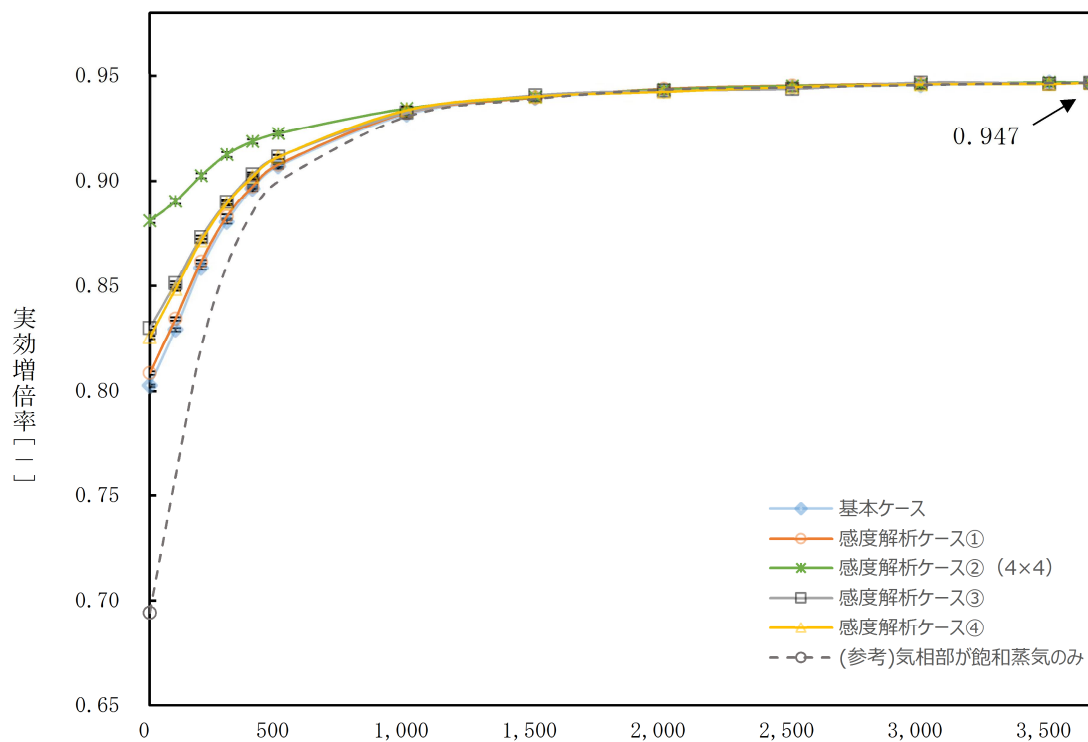
また、製作公差に基づく不確定性について、実効増倍率がほぼ横ばいである冠水状態から水位1000mm程度までを冠水時の不確定性で評価することについては、その範囲の実効増倍率への寄与については液相部が支配的であり、その場合は、不確定性についても液相部の評価結果に依存し、気相部に起因する変動はわずかであるため、この範囲においてはどの不確定性を用いて評価しても同じであり、今回の評価においては不確定性を含まない実効増倍率が最大となる冠水時の不確定性を代表として評価に用いることは妥当である。

また、さらに水位が低下した状態においては、水位の低下に伴い実効増倍率が単調に減少し、中性子最適減速状態が発現せず、さらに未臨界性の判定基準となる実効増倍率0.98に対して、不確定性を考慮していない実効増倍率が約0.90以下と十分に小さいことから、改めて不確定性を評価することは不要と判断している。

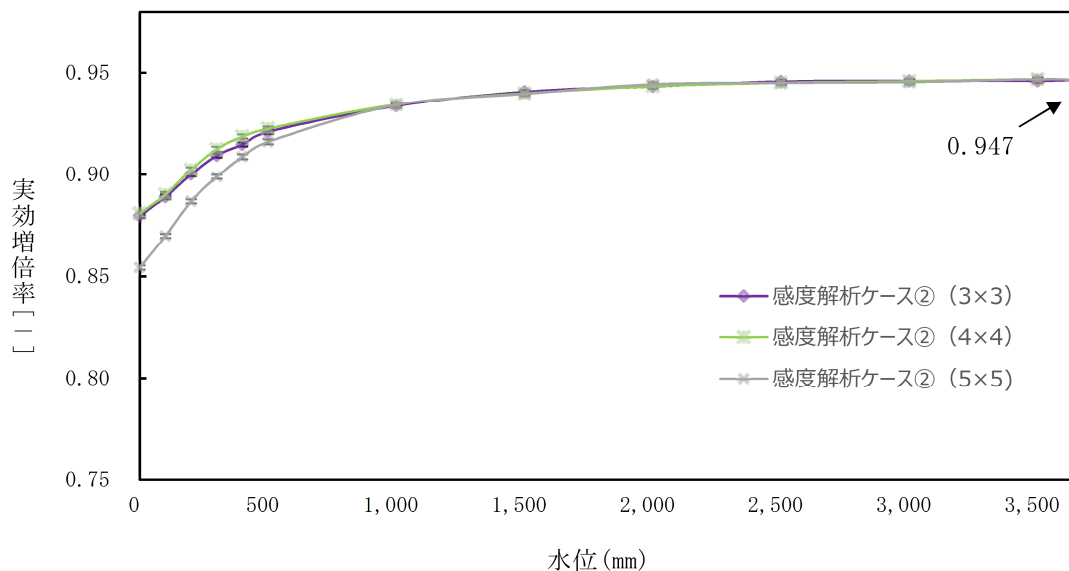
設置許可との整合性 反映箇所 抜粋

設置許可申請書（本文）	設置許可申請書（添付書類八）該当事項	設計及び工事の計画 該当事項	整合性	備考
	<ul style="list-style-type: none"> ・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たとした上で、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。 	<p>4. 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備</p> <p>(7) 水源</p> <p style="text-align: center;"><中略></p> <p>海を水源とした送水車は、可搬型ホースを介して使用済燃料ピットへ水を供給できる設計とする。送水車燃料タンクへの燃料補給は、燃料油貯油所よりタンクローリーを用いて補給できる設計とする。</p> <p style="text-align: center;"><中略></p>		<div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p>本設計及び工事計画においては海水中の塩素による中性子吸収については考慮しない。</p> </div>

「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」のうち塩素を考慮しない体系での評価結果反映箇所 抜粋



基本ケース、感度解析ケース①、②(4×4)、③、④



感度解析ケース②(3×3~5×5)

第6図 各ケース実効増倍率評価結果*

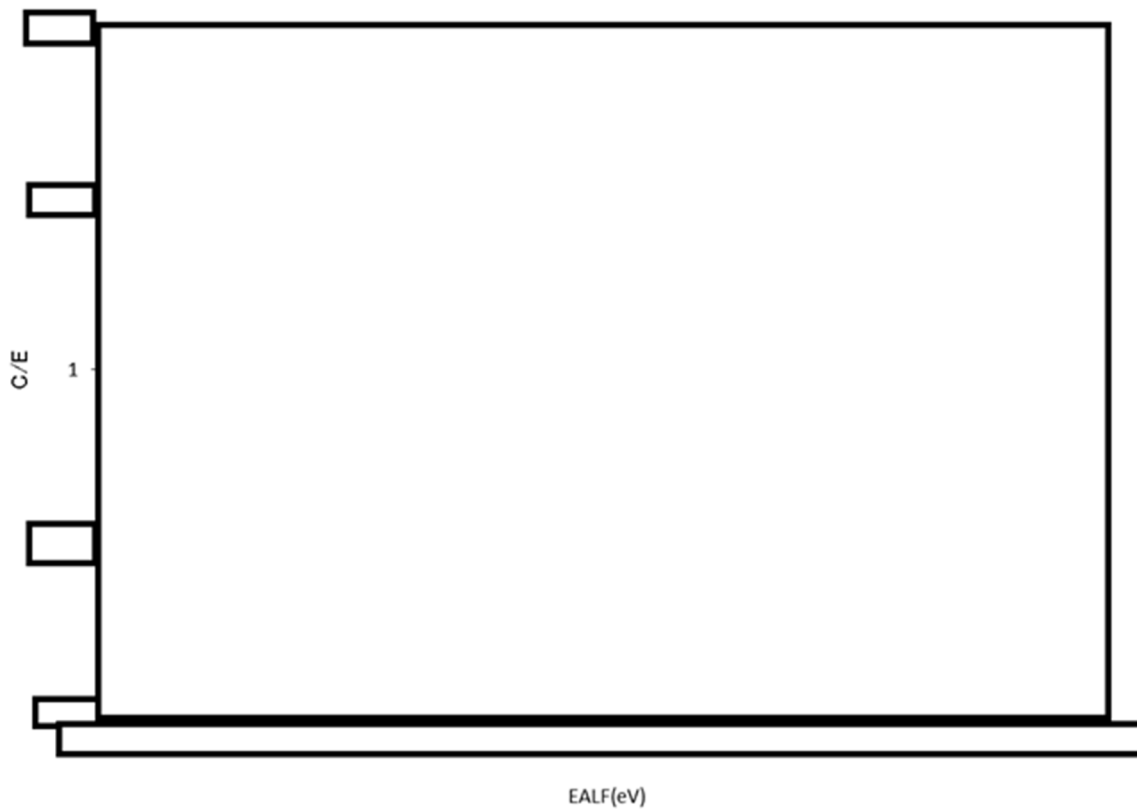
*製造公差、計算コード等による不確定性を含まない値

第1表 計算コードへのインプットの元となるパラメータの具体的な条件

評価条件		事故時の実態により則したケース (基本ケース)	1手順当たりのポンプ台数による感度を検証する解析 (ケース①)	風の影響① (流入範囲を狭める風の感度を検証する解析 (ケース②))	風の影響② (斜め方向に微滴を落下させ燃料集合体内への流入割合に影響を与える風の感度を検証する解析 (ケース③))	スプレイ試験における液滴径測定箇所ごとの結果の差異による感度を検証する解析 (ケース④)	
燃料条件	燃料配置	新燃料のみで満杯	←	←	←	←	
	燃料種類	通常ウラン燃料 (Gd入り燃料の存在は考慮しない)	←	←	←	←	
水分条件	流量		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	←	
	使用済燃料ピットへの流入範囲、流量分布	流入範囲	使用済燃料ピット全面	←	(3×3から始め、低下傾向が確認できるまで)	使用済燃料ピット全面	←
		流量分布	一様	←	←	←	←
	液膜厚さ	燃料集合体内への流入割合	23 (%)	←	←	46 (%)	23 (%)
		燃料集合体内へ流入した流量のうち液膜となる流量割合	100 (%)	←	←	←	←
	気相部水密度 (放水の液滴径等)	液膜厚さ評価式	包絡式	←	←	←	←
		燃料集合体内へ流入した流量のうち液滴のまま落下する流量割合	0 (%)	←	←	←	←
	流入範囲内	飽和蒸気密度	0.0006 (g/cm ³)	←	←	←	←
		液滴径	液滴径1.5mmを用いた水密度	←	←	←	液滴径0.4mmを用いた水密度
	流入範囲外		←	←	←	←	←
海水中の塩分濃度		←	←	←	←	←	
評価結果		冠水時：0.947 水位0cm時：0.803	冠水時：0.947 水位0cm時：0.809	冠水時：0.947 水位0cm時：0.881 [※]	冠水時：0.947 水位0cm時：0.830	冠水時：0.947 水位0cm時：0.826	

※流入範囲が4×4ラックのとき

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3図 選定したベンチマーク実験のEALFとC/Eの関係

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。

補正申請書「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」 本文 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～)

また、実効増倍率の計算には、3次元モンテカルロ計算コードKENO-VIを内蔵したSCALE Ver. 6.0を使用し、第2図に示す計算フローに従って計算を行う。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要及び解析コードの妥当性確認範囲については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

補正申請書「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」 別紙 1 抜粋

検証(Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p style="text-align: center;">(～略～)</p> <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ OECD/NEA によりまとめられた臨界実験のベンチマーク集 (INTERNATIONAL HANDBOOK OF EVALUATED CRITICALITY SAFETY BENCHMARK EXPERIMENTS September 2010 Edition (OECD/NEA)) に登録されている臨界実験から、国内PWRの燃料貯蔵設備仕様及び燃料仕様等を考慮して選定した□ケースのベンチマーク解析を実施している。ベンチマーク解析結果と臨界実験の実効増倍率の差は、ほぼ正規分布となることを確認している。また、ベンチマーク解析の実効増倍率が特定のピット仕様や燃料仕様に依存する傾向もない。 ・ベンチマーク解析において、ウラン新燃料を用いた臨界実験データを使用した解析結果から、臨界計算に考慮すべき平均誤差及びその不確かさを適切に評価している。 ・本設工認において使用するバージョンは、既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。 ・本設工認における用途(使用済燃料ピットの実効増倍率の計算)及び適用範囲(高浜1, 2号機のSFP)が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。 ・また、解析コードの妥当性確認範囲として、冠水から水位200mmまでの範囲において本解析コードを適用することは妥当であることを確認している。
---	---

これ以降の記載については削除し、補足説明資料の別添として整理する。

2.1.2 SCALE Ver. 6.0の解析手法について

(1) 一般事項

SCALEは、米国オークリッジ国立研究所 (ORNL) により米国原子力規制委員会 (NRC) の原子力関連許認可評価用に作成された公開コードシステムであり、臨界計算コードが整備されている。本解析では臨界計算のCSAS6モジュールを用い、モンテカルロ法に基づく3次元輸送計算コードとしてKENO-VI、断面積ライブラリは、ENDF/B-VIIベースの238群ライブラリを使用している。

(～略～)

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。