

解析結果の妥当性確認について

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別添2-1
2. 解析に用いたコードの特徴	T1-別添2-4
3. 解析結果の妥当性確認	T1-別添2-4
3.1 類似解析との比較	T1-別添2-4
3.1.1 評価条件及び結果	T1-別添2-4
3.1.2 妥当性確認	T1-別添2-8
3.1.2.1 燃料冠水時の実効増倍率	T1-別添2-8
3.1.2.2 水位0cmでの実効増倍率	T1-別添2-8
3.2 修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる実効増倍率挙動との 相似性	T1-別添2-10
3.2.1 前提条件	T1-別添2-10
3.2.2 妥当性確認	T1-別添2-12
4. 解析に適用した品証プロセスの確認	T1-別添2-13
5. まとめ	T1-別添2-17

1. はじめに

今回の未臨界性評価では、最適評価手法を用い、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条件を各パラメータに設定した基本ケースと、不確かさ影響を確認する感度解析ケースについて解析を実施した。各ケースにおける臨界計算コード（以下「SCALEコード」という。）へのインプット条件を第2-1表に、実効増倍率評価結果を第2-1-1図及び第2-1-2図に示す。

今回の評価条件は、既許認可での解析と異なり、以下のとおり空間中の水分状態を非均質に設定している点で特徴がある。

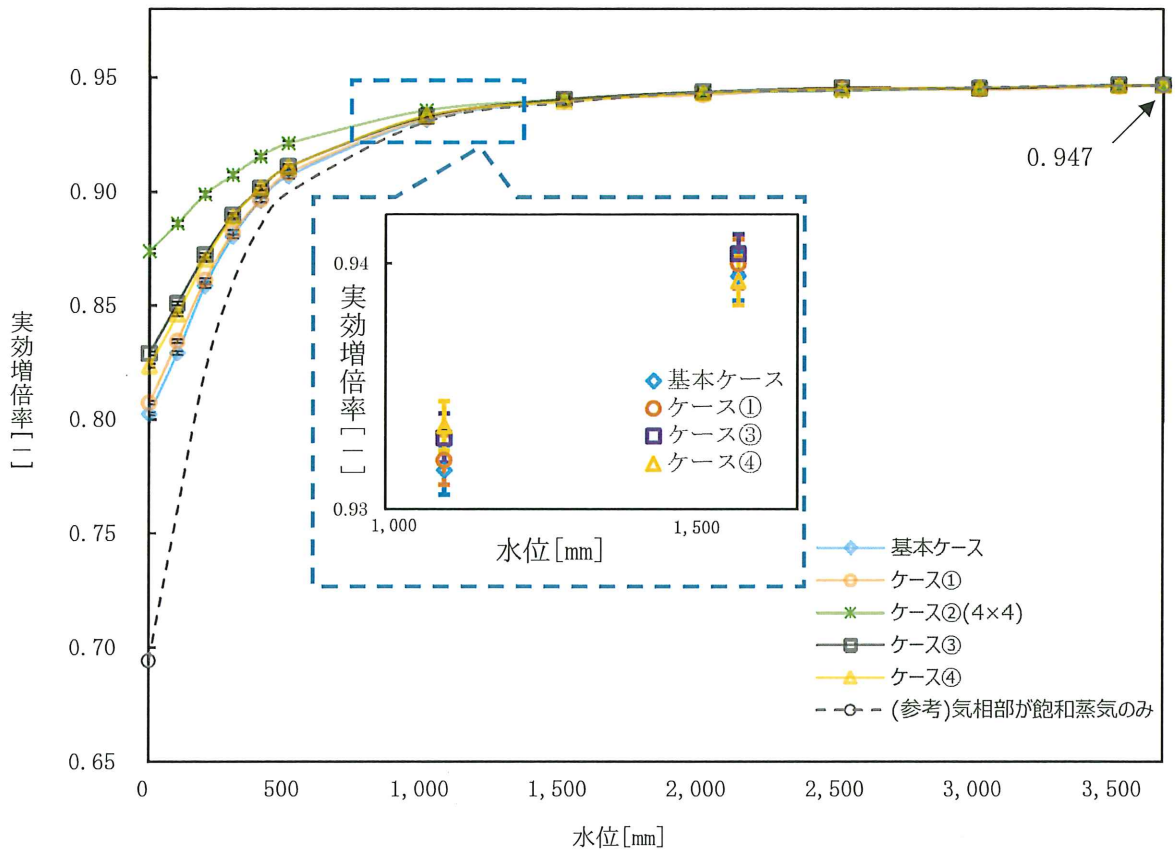
- ・ 体系を軸方向に気相部と液相部に大きく分割
- ・ 気相部においては、燃料集合体の中と外で異なる水分状態を設定するとともに、燃料棒周りに液膜が形成されることを考慮

本資料では、上記のような特徴を有し、水位が低下するにつれ単調減少した実効増倍率解析結果の妥当性について確認するとともに、今回解析業務を実施するに当たり適用した品証プロセスを踏まえて解析結果の適切性を説明する。

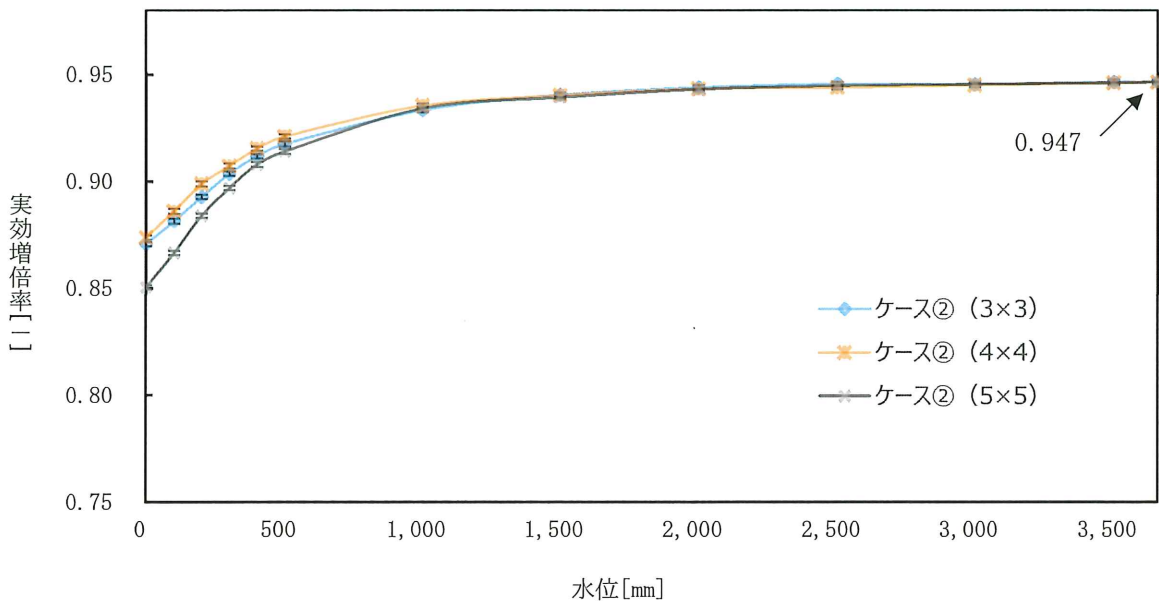
第2-1表 各ケースにおける臨界計算コードへのインプット

		基本ケース	感度解析ケース			
			ケース① (1手順当たりのポンプ台数による感度を確認する解析)	ケース② (「流入範囲を狭める風の影響」による感度を確認する解析)	ケース③ (「斜め方向に液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影響」による感度を確認する解析)	ケース④ (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確認する解析)
燃料条件	燃料配置	新燃料敷き詰め (SFP有限体系)				
	燃料種類	15×15型 通常ウラン燃料				
水分条件	液膜厚さ [mm]					
	燃料集合体内 気相部水密度 [g/cm ³]	0.0006 (飽和蒸気密度)				
	燃料集合体外※ 気相部水密度 [g/cm ³]					
	流入範囲外 気相部水密度 [g/cm ³]	—	—	0.0006 (飽和蒸気密度)	—	—

※淡水由来の流入水による水密度を「純水」、海水由来の流入水による水密度を「海水」と記載。



第2-1-1図 実効増倍率評価結果^{※1,2} (基本ケース、感度解析ケース)



第2-1-2図 実効増倍率評価結果^{※1,2} (感度解析ケース②詳細)

※1 エラーバーはモンテカルロ計算における標準偏差 ($\pm 2\sigma$)

※2 製造公差、計算コード等による不確定性を含まない値

2. 解析に用いたコードの特徴

解析に用いたSCALEコードは、別紙1に記載のとおり、燃料及び構造材の材料組成と幾何形状を与える（形状情報を設定し、形状ごとに物質の原子個数密度を設定する）ことにより解析を行う3次元輸送計算コードである。今回解析においてSCALEコードへ入力する液膜の幾何形状は円環、物質は軽水であるが、ベンチマーク解析においては核燃料物質と減速材が存在する非均質な管群体系での臨界実験及び軽水を減速材とする臨界実験に対し、ベンチマーク解析結果と臨界実験の実効増倍率が精度よく一致することをもって妥当性確認している。既許認可での解析においても同じコードを用い、円柱形状の燃料材等が存在する管群体系下において軽水が存在する状態に対し解析を実施している。またベンチマーク解析用に選定した臨界実験には、気相部に水分がほとんど存在しない状態で中途水位により臨界を達成しているものもあり、当該臨界実験に対してもSCALEコードは精度よく評価できることを確認している。

このことよりSCALEコードは、「核燃料物質と減速材が存在する非均質な管群体系」、「軽水が存在する体系」及び「水分がほとんど存在しない気相部を伴った部分水位の体系」を評価できるコードであると言える。

3. 解析結果の妥当性確認

実効増倍率が冠水時で最大となり水位低下に伴い単調減少した各ケースでの解析結果の妥当性について、以下の2つの観点で確認した。

①類似解析との比較

②修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる実効増倍率挙動との相似性

3.1 類似解析との比較

基本ケース解析結果について、妥当性が確認された既許認可解析にて考慮していた燃料・水分条件を採用した類似解析の結果との比較を行い、条件の差異に対して実効増倍率の増減の方向が適切であることを確認する。

3.1.1 評価条件及び結果

基本ケース及び類似解析の燃料・水分条件と実効増倍率評価結果を第2-2表に示す。類似解析には、既許認可解析で採用した実績がある燃料条件（新燃料敷き詰め、又は3領域管理）と水分条件（冠水又は水密度 $0\sim 1\text{g}/\text{cm}^3$ で一樣変化）を持つものを選定した。

ここで、類似解析では体系全体に一樣な水密度を設定するのに対し、基本ケースでは、使用済燃料ピットラック（以下「ラック」という。）ピッチ当たりの水分状態を全424ラックに等しく設定する点では類似解析と同じであるものの、気相部において

燃料集合体の内側と外側で異なる水密度を設定していることから、両者の解析結果の比較を行うに当たり、気相部の水分量を評価する共通の指標を用いることとする。低水密度においては中性子が隣接燃料以遠まで到達し核分裂反応を起こしている（基本ケースにおける中性子の平均自由行程は、冠水時で0.57cm、水位0cm時で5.3cm）と考えられ、移動する間の減速は体系内に保持される水の総量に主に依存すると考えられることから、気相部の水分量を評価する共通の指標として、空間平均水密度*を用い解析結果を整理する。

基本ケースと類似解析の実効増倍率を空間平均水密度を横軸にプロットしたものを第2-2図に示す。

※空間平均水密度：気相部の「液膜+燃料集合体外気相部水密度」という非均質な水分状態について、体系中の水分量を保存した状態で一様水密度へ換算したもの。

<空間平均水密度 ρ の算出方法>

$$\rho = \rho_x + \rho_y + \text{飽和蒸気密度}$$

ρ_x ：燃料集合体外気相部水密度による空間平均水密度への寄与分

ρ_y ：液膜による空間平均水密度への寄与分

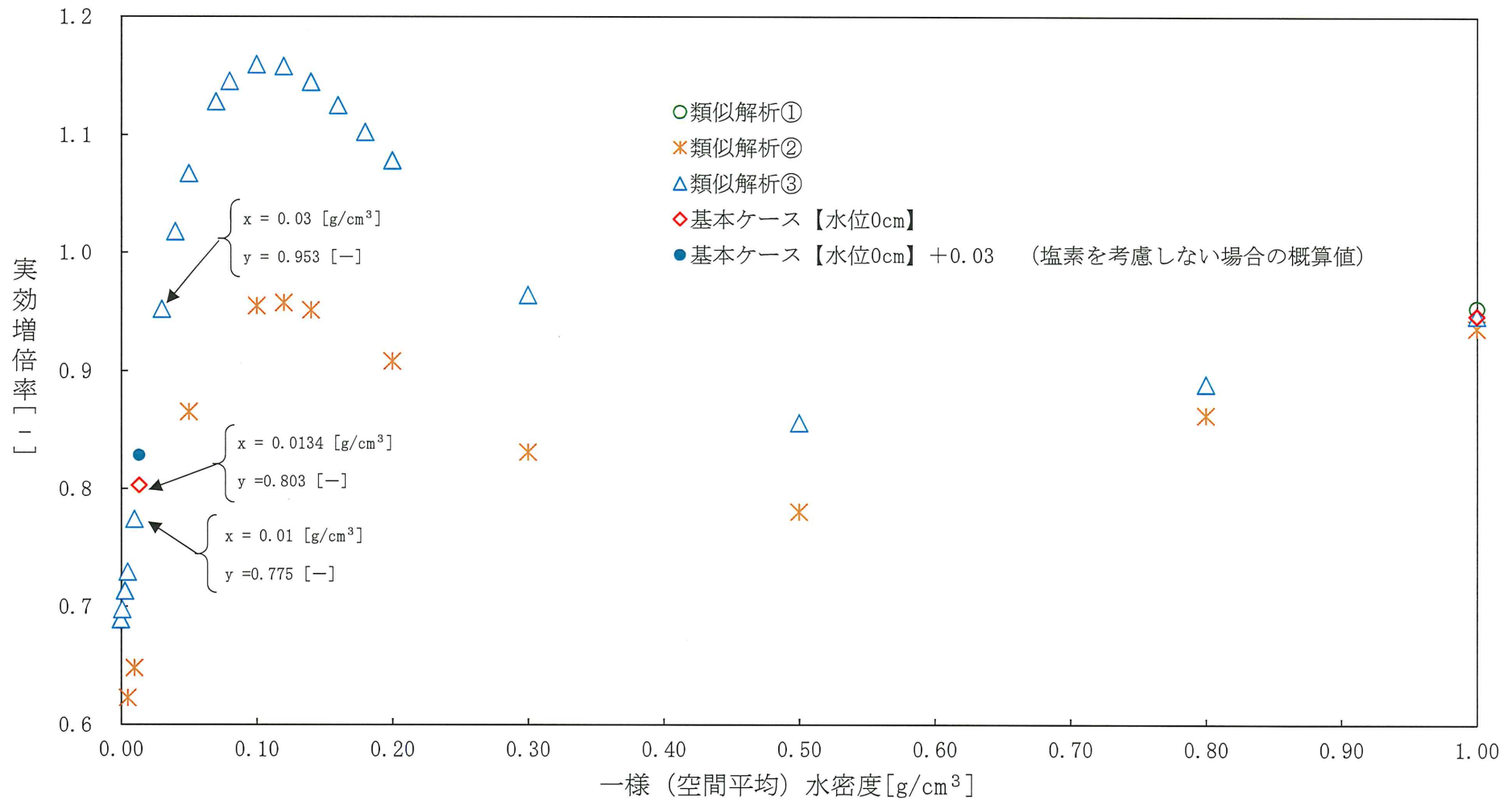
$$\rho_x = (\text{燃料集合体外気相部水密度} - \text{飽和蒸気密度}) \times \frac{(\text{ラックピッチ面積} - \text{燃料集合体外寸面積})}{S}$$

$$\rho_y = \frac{S_m}{S} \times 1[\text{g/cm}^3]$$

(S_m ：ラックピッチ当たりの液膜占有面積、 S ：ラックピッチ当たりの間隙面積)

第2-2表 基本ケース、類似解析の解析条件及び結果

	基本ケース条件	類似解析① (既工事計画での26条及び69条1項に係る評価)	類似解析② (既工事計画での69条2項に係る評価)	類似解析③
燃料配置	ウラン新燃料 敷き詰め	ウラン新燃料 敷き詰め	3領域管理 (0、20、50GWd/t)	ウラン新燃料 敷き詰め
ウラン濃縮度	<input type="text"/> wt%	<input type="text"/> wt%	<input type="text"/> wt%	<input type="text"/> wt%
液膜厚さ	<input type="text"/> mm	—	—	—
燃料集合体内 気相部水密度	0.0006g/cm ³	1.0g/cm ³	0～1.0g/cm ³	0～1.0g/cm ³
燃料集合体外 気相部水密度	<input type="text"/>		で一様変化	で一様変化
液相部条件	純水 (水密度1.0g/cm ³)	—	—	—
変動 パラメータ	水位	なし	水密度	水密度
実効増倍率 評価結果	第2-2図参照			



第2-2図 基本ケース及び類似解析の評価結果*

※製造公差、計算コード等による不確定性を含まない値

3.1.2 妥当性確認

3.1.2.1 燃料冠水時の実効増倍率

解析結果は、類似解析②【0.937】<基本ケース【0.947】<類似解析①【0.953】の順となっている。なお【】内は実効増倍率である。

これは、この3つの水分状態が冠水状態で共通しており、実効増倍率の差異は燃料条件に依存すること、燃料条件（燃焼度、濃縮度）は、類似解析②<基本ケース<類似解析①の順に厳しくなることから妥当である。

3.1.2.2 水位0cmでの実効増倍率

類似解析③は基本ケースと燃料条件が等しく、また軸方向の燃料有効長全域にわたり一様な水密度を設定し解析している（すなわち気相・液相の分かれ目がない）ため、今回の未臨界評価手法における水位が0cmである状態（すべて気相部、ただし液膜が無い条件）に相当する状態と捉えることが出来る。第2-2図に示されるとおり実効増倍率は、類似解析③（水密度0.01g/cm³）【0.775】<基本ケース（水位0cm）【0.803】<類似解析③（水密度0.03g/cm³）【0.953】となっている。なお【】内は実効増倍率である。

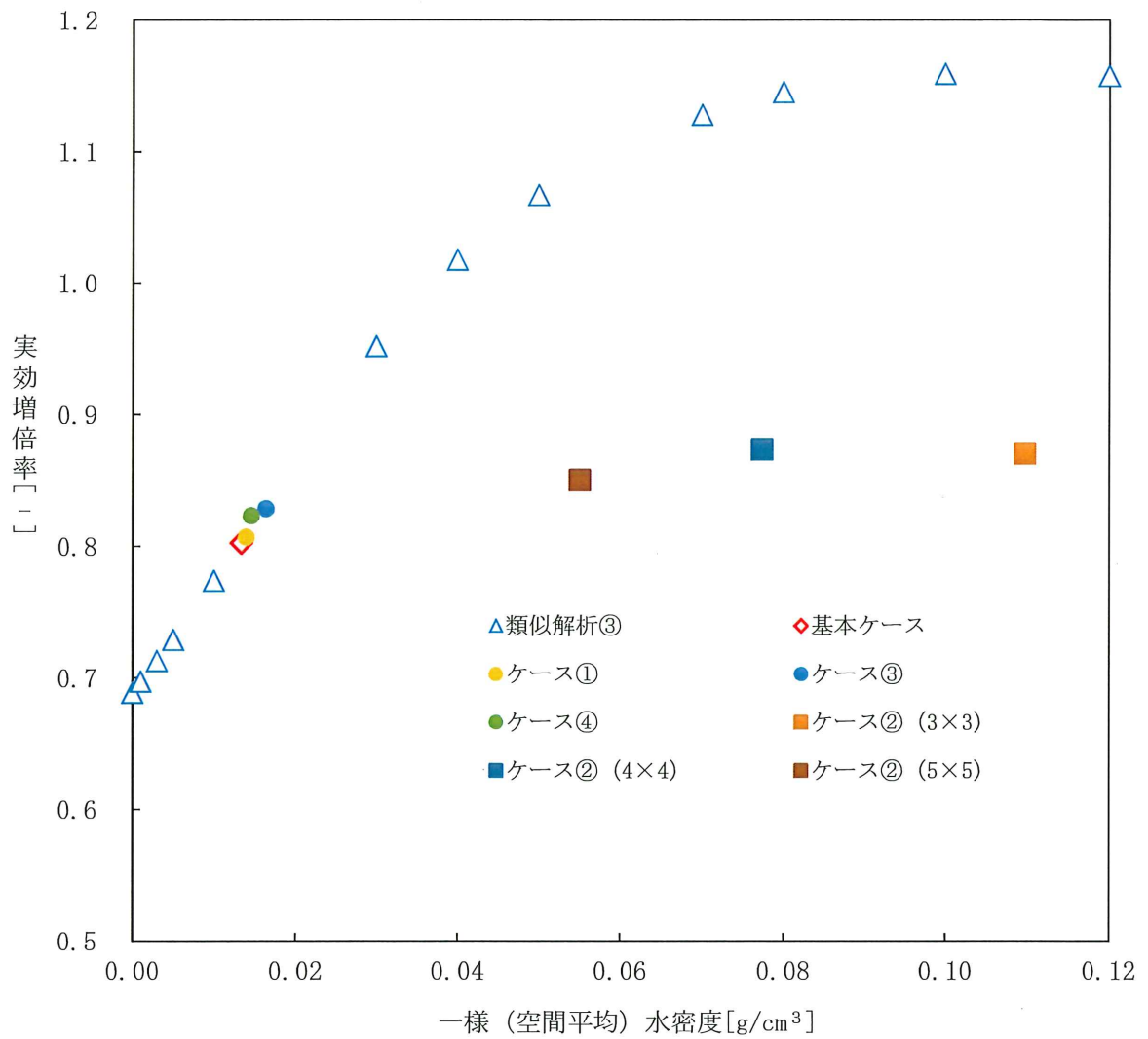
これは、参考2に示すように、空間平均水密度が0g/cm³から約0.1g/cm³の範囲においては、空間平均水密度が大きくなるほど実効増倍率が高くなること、及び基本ケース（水位0cm）の空間平均水密度（0.0134g/cm³）が、0.01g/cm³と0.03g/cm³の間にあることから妥当である。

なお、基本ケースにおける気相部には塩素が含まれている。塩素による中性子吸収効果は実効増倍率換算で約0.03であり、塩素の中性子吸収効果を考慮しない場合の想定値として基本ケース（水位0cm）の実効増倍率に0.03の加算を仮定した値は0.833となり、この値でも類似解析③（水密度0.01g/cm³）<基本ケース<類似解析③（水密度0.03g/cm³）の関係を満たす。

ここで、感度解析ケース①～④における水位0cmでの実効増倍率についても、気相部の水量を空間平均水密度に換算し、基本ケース及び類似解析③の結果と併せ第2-3図に示す。

感度解析ケース①、③、④の実効増倍率は概ね、類似解析③のプロットを結んだ線上に位置している。感度解析ケース①、③、④はラックピッチ当たりの水分量が全424ラックで同じであり、また液膜厚さも基本ケースと同等であることから、これらは基本ケースと類似の水分状態にあると言え、類似解析③に対する実効増倍率の傾向も基本ケースと同様（類似解析③プロットの線上に概ね乗る）になったものである。

一方で感度解析ケース②の解析結果は他ケースと傾向が異なり、同等の空間平均水密度における類似解析③の結果より小さくなっている。これは、感度解析ケース②は局所に水分が集中することを想定しており、局所領域内は最適減速に近い水分状態となるものの領域内のウラン量（燃料集合体の数）が少なく、領域内から水平方向へ漏れる中性子量が多くなり、核分裂に寄与しない中性子が増えるためである。



第2-3図 基本ケース、感度解析ケース（水位0cm）及び類似解析③の実効増倍率
 （ケース②での空間平均水密度は、局所範囲内において一様水密度に換算した値）

3.2 修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる実効増倍率挙動との相似性

SCALEコードでの解析結果は、水位低下に伴い単調減少する傾向を示した。本傾向の妥当性を確認するため、気相部を飽和蒸気としてSCALEコードで計算した水位低下による実効増倍率の単調減少傾向と、修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる水位低下時の実効増倍率傾向が相似であるかを確認する。

3.2.1 前提条件

- 修正1群拡散理論から導かれる近似式を①式に示す。

$$k_{eff} = \frac{k_{\infty}}{1+M^2B^2} \quad \dots \textcircled{1}$$

ここで、 k_{∞} は液相部の無限増倍率、 M^2 は移動面積、 B^2 は液相部のバックリングである。

- SFP冠水時の実効増倍率は、体系が十分に大きいことから有限体系でも無限体系でも大きな差は無いため、液相部の無限増倍率（中性子の体系外への漏れがないとした増倍率）は、今回基本ケース冠水時の実効増倍率を保守側に切り上げ $k_{\infty} = 0.95$ とする。
- バックリングの算出には、直方体の体系における一般的な導出式である下式を用いる。XとYはSFPの水平方向寸法であり固定値とし、Zは液相部の高さとする。

$$B^2 = \left(\frac{\pi}{X+2\delta_x}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{Y+2\delta_y}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{Z+2\delta_z}\right)^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

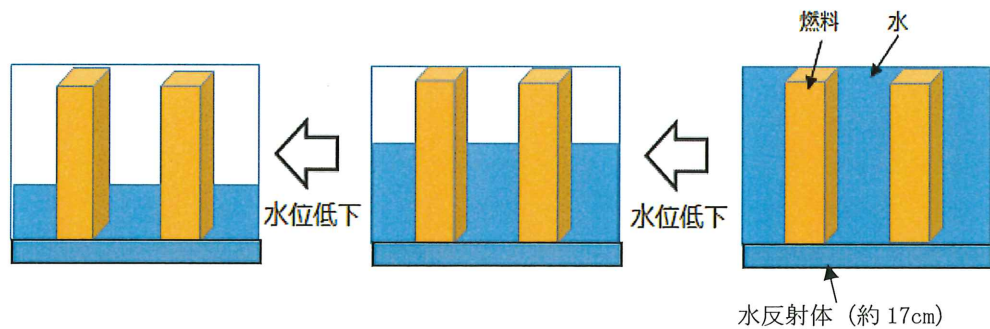
ここで、 δ は外挿距離である。

- 実効増倍率の算出に必要な移動面積 M^2 及び外挿距離 δ は、文献（軽水減速 UO_2 および PuO_2-UO_2 燃料炉心の臨界量、JAERI 1254、鶴田晴通ら(1977)）に示されるTCA（軽水減速のタンク型臨界集合体）での試験データを元に、以下のとおり設定する。これらの導出過程を参考1に示す。

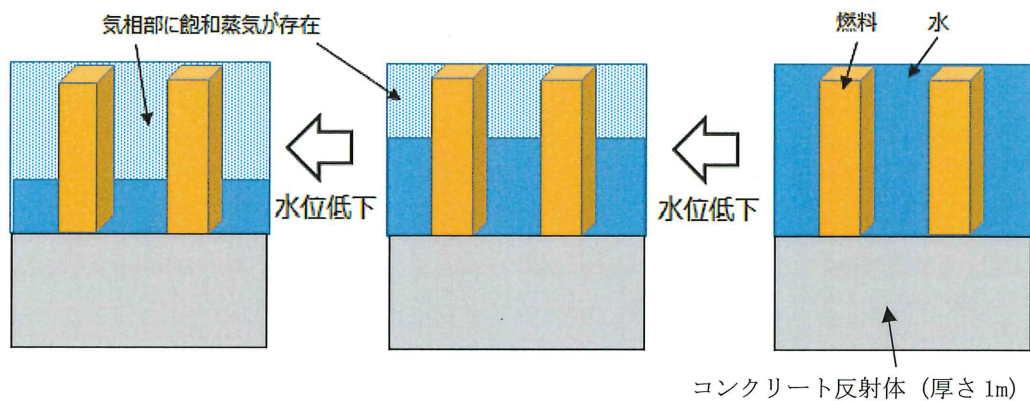
$$M^2 = 37.7, \delta_x = \delta_y = 8.5, \delta_z = 6.3$$

水位（液相高さZ）の低下に伴い、②式のバックリングが単調増加し、結果として①式の実効増倍率が単調減少する。

TCA（軽水減速のタンク型臨界集合体）の体系概念図を第2-4-1図に、気相部を飽和蒸気としたSFP体系（SCALEコードで計算した体系）の概念図を第2-4-2図に示す。



第2-4-1図 TCA（軽水減速のタンク型臨界集合体）の体系概念図
（燃料領域＋下部反射体）



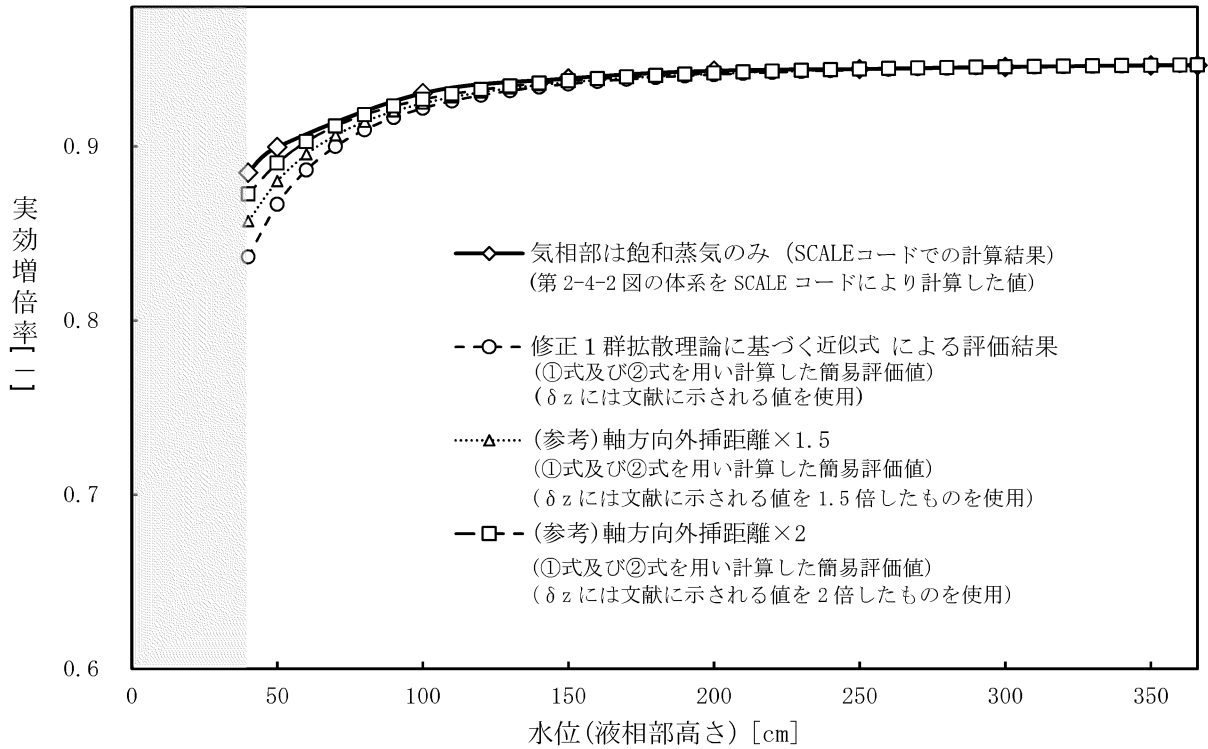
第2-4-2図 気相部を飽和蒸気としたSFP体系の概念図
（燃料領域＋下部反射体）

ここで、体系が小さくなり中性子の漏れが極端に多くなる場合には、②式において体系寸法に対して定数である外挿距離の影響が大きくなるため、水位変化に対する実効増倍率変化挙動を①式にて確認するに当たっては、ある程度の水位以上で適用できることに注意が必要となる。文献では臨界状態を達成するために炉心水位40cm以上にて測定が実施されていることから、バックリングを踏まえた今回の妥当性確認においては、水位40cm以上を確認対象とする。

またSFP体系では下部反射体として厚さ1mのコンクリートを設定する等、TCAと比較して軸方向外挿距離が大きくなる要因が存在することから、軸方向外挿距離が変化した際の実効増倍率への影響度合いを傾向として把握するため、参考として文献に示される軸方向外挿距離を1.5倍又は2倍とし、①及び②式を用い評価した実効増倍率もあわせて確認する。

3.2.2 妥当性確認

液相高さを変化させた場合の実効増倍率を第2-5図に示す。SCALEコードで計算した実効増倍率と、①式及び②式により評価した実効増倍率はどちらも水位低下に伴い単調減少しており相似であることから、SCALEコードを使用した部分水位変化による実効増倍率の単調減少傾向は妥当である。



第2-5図 修正1群拡散理論に基づく近似式より求まる実効増倍率

4. 解析に適用した品証プロセスの確認

今回の未臨界性評価に係る解析の実施に当たっては、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」（以下「本ガイドライン」という。）に則った品質管理を実施している。本ガイドラインでは、解析結果の検証を含め解析業務全般に対する審査を実施することが要求されており、今回解析業務の発注者である当社は、検証を含む審査を受注者が適切に行っていることを確認することでもって解析結果の適切性を確認している。

本ガイドライン規定項目のうち、解析コードの取り扱いや解析結果の確認に関する規定項目を抜粋のうえ、各項目に対する具体的実施事項を第2-3表に示す。なお、「解析結果の審査、検証」について、本ガイドラインに記載される<解説、事例等>に沿って記載している。

第2-3表 「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」の適用確認 (1/3)

項 目 (原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン)			実施事項	確認結果 (○：実施 ×：未実施)
番号	項目	規定内容		
4.2.2	計算機プログラムの検証 ※1	<p>【発注者（事業者）】 (1) 発注者は、受注者によって使用する計算機プログラムが適正であることが検証され、その検証方法及び登録方法を明確にして管理されていることを確認すること。</p> <p>【受注者（解析者）】 (1) 受注者は使用する計算機プログラムが適正であることを検証するための検証方法や、適切に管理するための登録方法(登録リストによる管理方法等)を明確にすること。 (2) 受注者は(1)の方法に基づき、計算機プログラムが適正なものであることを事前に検証し、受注者の組織が定めた登録リストにて管理すること。登録管理を行わない計算機プログラムを使用する場合には、その都度、検証を行うこと。 (3) その登録リストには、検証された計算機プログラム名称及びバージョンを明記すること。また、計算機プログラム名称が同じであってもバージョンが相違する計算機プログラムを使用する場合は、改めて検証を行うこと。</p>	<p>【発注者】 ▶ SCALEコードが適正なものであることが以下のとおり事前に検証されていることを確認した。(①既工事計画時点、②既工事計画時点と今回) ①コードに付属のサンプル問題を実行し、解析解があらかじめ準備された参照解を再現した。 ②解析業務調達時におけるSCALEコードの運用環境について、開発機関(ORNL)から提示された要件を満足している。</p> <p>【受注者】 ▶ SCALEコードの検証方法及び検証結果(ベンチマーク解析等によりコードとしてのV&Vを実施済みであることを確認する等)を図書に纏めている。またSCAELコードはソフトウェアリストに登録し管理している。 ▶ 解析実施前に、SCALEコードの動作環境が適切であること、SFP未臨界性評価に用いるための妥当性確認済みのプログラムであること等を確認している。 ▶ 登録リストにはプログラム名称及びバージョンを明記している。</p>	○
4.2.3	入力根拠の明確化	<p>【発注者（事業者）】 (1) 発注者は、受注者が解析ごとの入力根拠を明確にしていることを確認すること。</p> <p>【受注者（解析者）】 (1) 受注者は、業務計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした文書を作成すること。</p>	<p>【発注者】 ▶ 今回解析に係る業務計画書に基づき受注者が作成する、入力条件を取り纏めた図書において、以下のとおり入力根拠が明確になっていることを確認した。 ・液膜厚さ、気相部水密度等の水分条件が当社指定の条件どおりであること。 ・燃料仕様やラック仕様の詳細(燃料材の径、被覆管内外厚さ、ラック内のり等)について、設備図書に基づき設定されていること、又は既許認可での設定条件と同じであること。</p> <p>【受注者】 ▶ 入力条件の根拠を取り纏めた図書を作成した。</p>	○
4.2.4	入力結果の確認	<p>【発注者（事業者）】 (1) 発注者は、受注者が計算機プログラムへの入力が正確に実施されたことを確認していることを確認すること。</p> <p>【受注者（解析者）】 (1) 受注者は、計算機プログラムへの入力が正確に実施されたことの確認を行うこと。</p>	<p>【発注者】 ▶ エコーバック※2されたデータにより、図書で定めたとおり適切に入力がなされたことをチェックしていることを確認した。</p> <p>【受注者】 ▶ </p>	○

第2-3表 「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」の適用確認 (2/3)

項 目 (原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン)			実施事項	確認結果 (○：実施 ×：未実施)
番号	項目	規定内容		
4.3	解析結果の審査 ^{※3} 、検証	<p>【発注者（事業者）】</p> <p>(1) 発注者は、受注者が解析結果の検証項目と内容を明確にし、検証を含む審査状況を確認すること。</p> <p><解説、事例等> 発注者は、受注者が解析結果を、以下の観点で審査していることを、添付1「解析業務の業務フローチャートの例」に示すように、受注者の作業工程の中で適宜確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・入力根拠を明確にしており、計算機プログラムへの入力を正確に実施しているか。 ・汎用表計算ソフトウェアを使用していることを明確にしており、必要な管理をしているか。 ・解析結果が適切であることを確認しているか。 <p>【受注者（解析者）】</p> <p>(1) 受注者は、あらかじめ策定した業務計画書に従って解析結果の検証を含む審査を行うこと。また、検証の結果を客観的な証拠によって示せるようにすること。</p> <p>(2) 受注者は、審査する者の活動内容を明確にして審査を行うこと。</p> <p><解説、事例等> (1)-① 解析結果は、以下の観点で審査を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・入力根拠を明確にしており、計算機プログラムへの入力を正確に実施しているか。また、過去に実績のある入力データを流用している場合は、根拠を明確にしているか確認する。 ・汎用表計算ソフトウェアの使用を明確にしており、入力した計算式を事前に検証して登録しているか。また、登録していない場合には、その都度、検証しているか。 ・解析結果が受容できるものであることを次の例に示す方法で確認しているか。 <ol style="list-style-type: none"> a. 類似解析結果との比較（適切な比較対象を選定すること。） b. 物理的又は工学的整合性の確認（解析結果を理論値や経験値と比較） 	<p>【発注者】</p> <p>➤ 原解析者以外の、適切な力量を有した検証者（兼、審査者）が、以下のとおり解析結果を審査していることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原解析者は、入力根拠を図書として整備し明確にしている。また原解析者により、エコーバックされた入力がチェックされており、SCALEコードへの入力が正確に実施されている。 ・解析業務において汎用計算ソフトウェアは使用していない。 ・解析結果が適切である。 <p>【受注者】</p> <p>➤ 解析結果が受容できるものであることについて、 [] を確認した。</p>	○

第2-3表 「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」の適用確認 (3/3)

項 目 (原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン)			実施事項	確認結果 (○：実施 ×：未実施)
番号	項目	規定内容		
4.3	解析結果の審査 ^{※3} ，検証	<p>(1)-② 許認可申請用の解析に変更又は新規性が認められる場合には，デザインレビュー等により適切か確認する。例として，以下のものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新設計の燃料，炉心，系統・設備等を採用した場合 ・新しい解析手順又は計算機プログラムを適用した場合 <p>(1)-③ 新たに解析を行わずに過去の検証済みの解析結果をそのまま使用する場合には，適用する設計インプットが同等であることを個々の使用ごとに検証する。また，過去の検証済みの解析結果に適用された検証方法・内容程度が(1)-①，②に記載する最新の手順と同等でない場合には，最新の手順に従って改めて検証を行うか，又は不足分に対する追加の検証を行う。</p>	<p>➤ <input type="text"/></p> <p><input type="text"/></p> <p><input type="text"/></p> <p>➤ 液膜を考慮した解析は今回新たに実施している。</p>	○
4.5	解析業務の変更管理	<p>【発注者（事業者）】</p> <p>(1) 発注者は，解析結果に影響がある変更が発生した場合，受注者に対して変更内容を確実に伝え，解析業務の変更管理を行わせること。</p> <p>(2) 発注者は，受注者が解析業務における変更を管理していることを確認すること。</p> <p>【受注者（解析者）】</p> <p>(1) 受注者は，解析業務に変更が生じた場合は変更内容を文書化し，解析業務の各段階においてその変更内容を反映すること。</p>	<p>【発注者】</p> <p>➤ 解析条件変更の都度，変更内容を受注者へ伝えている。</p> <p>➤ 受注者にて変更管理が行なわれていることを確認している。</p> <p>【受注者】</p> <p>➤ 発注者より変更連絡があった都度，変更内容を文書化し，解析業務の各段階においてその変更内容を反映している。</p>	○

※1 本ガイドラインにおいては，計算機プログラム並びに解析結果の適切性を確認する行為を指す。

※2 計算機が読み込んだ入力データを出力として書き出したもの。

※3 本ガイドラインにおいては，検証を含め解析業務全般を広い視点で確認する行為を指す。

5. まとめ

今回解析結果について、以下に示す観点により、その妥当性を確認した。

- ・既許認可において妥当性が確認されている類似解析結果と基本ケース解析結果を比較した結果、条件の差異に対して実効増倍率の増減の方向は適切であった。
- ・SCALEコードを使用した実効増倍率は水位低下に伴い単調減少しており、修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる水位変化時の実効増倍率挙動と相似であった。

また、今回解析業務において適用した品証プロセスの適切性を確認した。

以 上

(参考1) JAERI-1254掲載値からの核定数算出について

1. はじめに

基本ケースの解析結果については、修正1群拡散理論に基づく近似式により求まる実効増倍率の傾向と整合していることを確認している。実効増倍率の算出に使用した核定数は、JAERI-1254(以下「文献」という。)で示される実験データより算出した。

ここでは、文献の実験データを用いた核定数の算出過程を示す。

2. 算出過程

- ・ TABLE2に掲載のある実験結果のうち、高浜1号機の15×15型燃料集合体のピンセル領域のH/U(=4.8)に近い1.50U格子を今回の数値算出対象とした。

TABLE 2 Name of lattice

Lattice name	H/U or H/Pu	Lattice pitch (cm)
1.50U	4.33	1.849
1.83U	5.28	1.956
2.48U	7.16	2.150
3.00U	8.65	2.293
2.42P U	402	1.825
2.98P U	494	1.956
4.24P U	703	2.225
5.55P U	921	2.474

- ・ TABLE10に、実験結果を内挿等して算出した臨界バックリングの値が掲載されている。1.50U格子の場合 0.00833cm^{-2} である。

TABLE 10 Critical bucklings, B_c^2

Lattice name	$B_c^2 (\times 10^{-2} \text{cm}^{-2})$	Note
1.50U	0.833 ± 0.010	pattern=28
1.83U	0.943 ± 0.013	=24
2.48U	0.983 ± 0.008	=20
3.00U	0.952 ± 0.014	=18
2.42P U	0.808 ± 0.004	on 1972-4-1
2.98P U	0.828 ± 0.004	
4.24P U	0.779 ± 0.003	
5.55P U	0.651 ± 0.002	

- ・ ここで、実効増倍率は以下の式が成り立ち、TABLE10は臨界バックリングの値であるので $k_{eff} = 1$ が成り立つことから、下式が得られる。

$$k_{eff} = \frac{k_{\infty}}{1 + M^2 B^2}$$

$$k_{\infty} = 1 + M^2 B_c^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

- ・ TABLE7には M^2/k_∞ の値が掲載されている。

TABLE 7 Ratios between migration area, M^2 , and infinite multiplication factor, k_∞

Lattice name	M^2/k_∞ (cm ²)
1.50U	28.7±0.4
1.83U	28.8±0.3
2.48U	28.7±0.4
3.00U	27.9±0.2
2.42P U	28.9±1.1
2.98P U	28.8±1.3
4.24P U	30.2±0.9
5.55P U	32.0±0.5

この $M^2/k_\infty = A$ とおくと、 $k_\infty = M^2/A$ となるので①式に代入すると

$$\frac{M^2}{A} = 1 + M^2 B_c^2$$

となり、整理すると下式が得られる。

$$M^2 = \frac{A}{1 - A \times B_c^2}$$

従って、 A の値をTABLE7から、 B_c^2 の値をTABLE10から適用すると、1.50U格子の移動面積 M^2 は以下のように求められる。

$$M^2 = \frac{28.7}{1 - 28.7 \times 0.00833} \approx 37.7$$

- ・ 軸方向、水平方向の反射体節約（両側の値）数値がTABLE6により与えられている。外挿距離が反射体節約の片側、すなわちTABLE6記載値の半分に等しいとして、1.50U格子の外挿距離は、軸方向で $\delta_V = 12.6/2 = 6.3$ 、水平方向で $\delta_H = 17.0/2 = 8.5$ となる。

TABLE 6 Reflector savings

Lattice name	Vertical (cm)	Horizontal (cm)
1.50U	12.6±0.3	17.0±0.8
1.83U	12.2±0.3	13.9±0.8
2.48U	11.3±0.2	13.7±0.5
3.00U	11.1±0.5	14.0±0.8
2.42P U	12.5±0.2	14.6±0.3
2.98P U	12.0±0.2	14.1±0.3
4.24P U	11.6±0.2	13.4±0.2
5.55P U	11.3±0.2	13.1±0.2

以 上

(参考2) 水分条件変化時の実効増倍率への影響評価

1. はじめに

今回解析では、既工事計画の水分条件と異なり、燃料集合体の内側と外側それぞれに異なる水分条件を設定している。これらの水分条件が変化した場合の実効増倍率影響に関する基礎データを得るために、燃料集合体の内側、若しくは外側のどちらか一方の水分状態を変化させた場合の実効増倍率への影響を確認するパラメータスタディを実施した。

2. 燃料集合体の内側の水分状態のみを変化させた場合

燃料集合体の内側の水分状態、すなわち液膜厚さのみを変化させた解析を行った。解析条件を図1に、解析結果を図2に示す。図2に示すとおり、液膜が厚くなるほど実効増倍率は高くなった。これは、核燃料の近くに減速材が多く存在するほうが実効増倍率は上がりやすいためである。

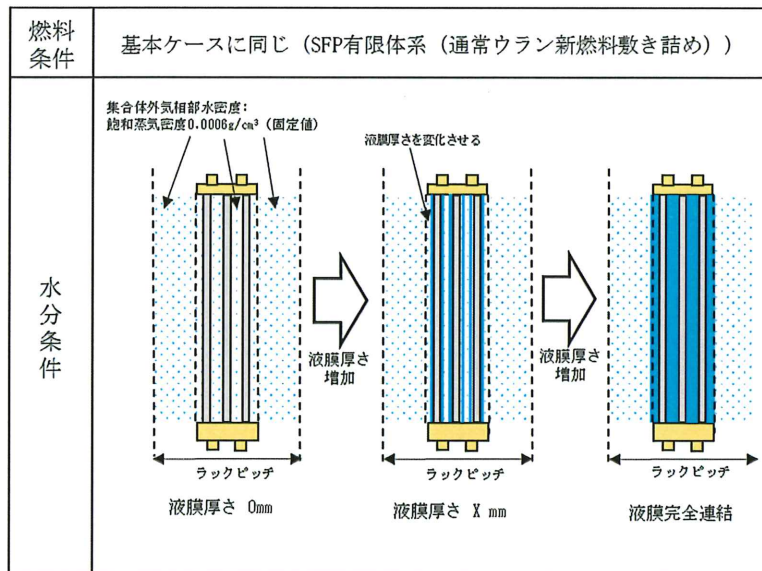


図1 燃料集合体の中の水密度のみを変化させるパラメータスタディ 評価条件

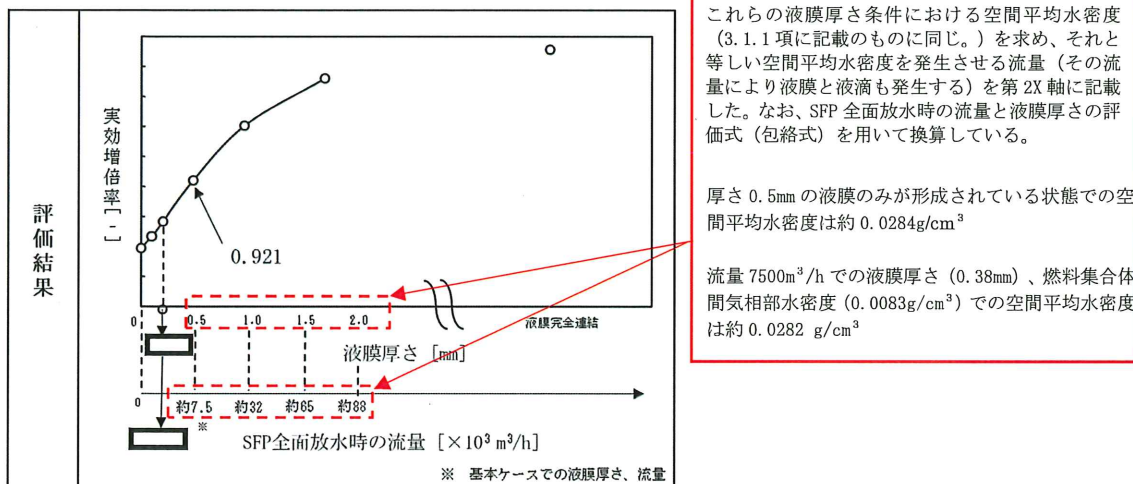


図2 燃料集合体の中のみを変化させるパラメータスタディ 評価結果

(1) 燃料集合体の外側の水密度のみを変化させた場合

燃料集合体の外側の水分状態、すなわち燃料集合体外気相部水密度のみを変化させた解析を実施した。解析条件を図3に、解析結果を図4に示す。図4に示すとおり実効増倍率は、燃料集合体間の気相部水密度が 0g/cm^3 から約 0.1g/cm^3 に上昇するにつれて増加し、その後減少に転じるが、水密度 1g/cm^3 に向けて再度上昇しない点が既工事計画とは異なっている。本パラメータスタディでは、集合体間の水密度のみを変化させていることから、燃料集合体間の水密度が約 0.1g/cm^3 より大きくなる（中性子が隣接燃料へ到達するまでに燃料集合体間の水分子に吸収されやすくなる）一方で、燃料集合体単体の反応度は増加することがないため、実効増倍率は単調に減少したものである。

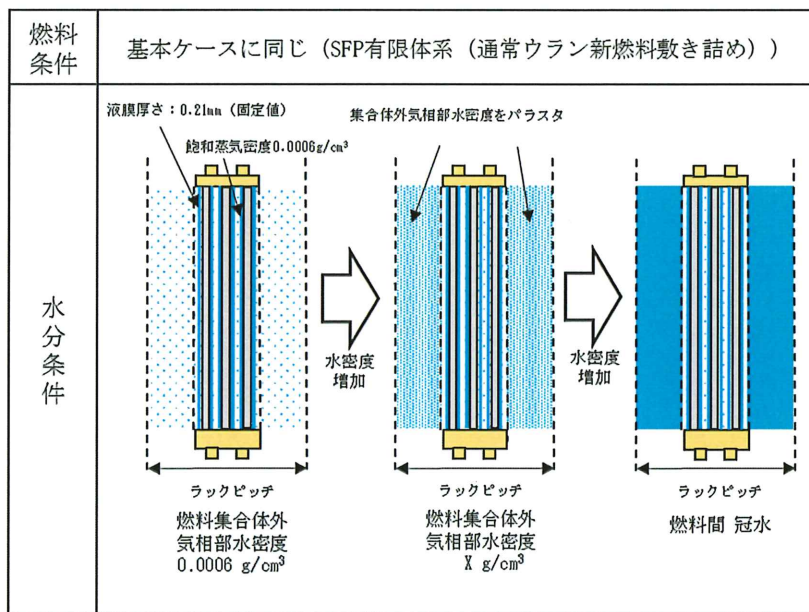


図3 燃料集合体の外の水密度のみを変化させるパラメータスタディ 評価条件

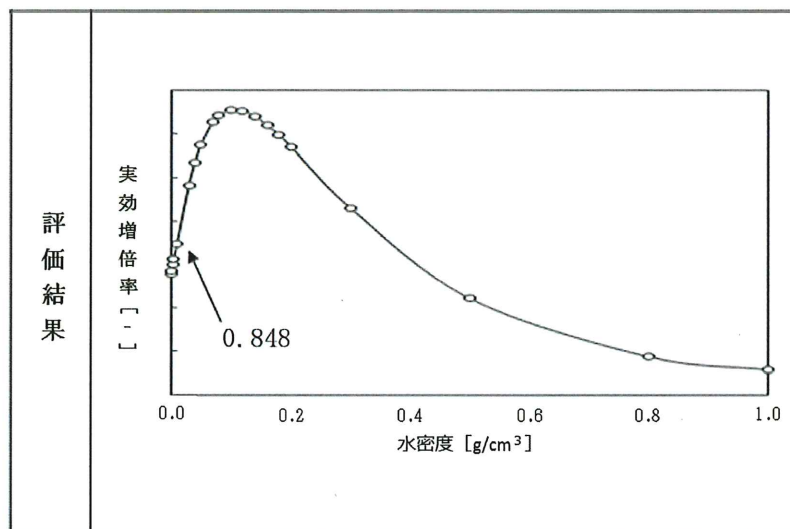


図4 燃料集合体の外のみを変化させるパラメータスタディ 評価結果

3. まとめ

図2及び図4の結果より、今回の評価体系においては、液膜厚さや燃料集合体外気相部水密度が変化した場合、実効増倍率は以下の挙動を示すことを確認した。

- ・液膜厚さが厚くなるほど、実効増倍率は大きくなる。
- ・燃料集合体間の気相部水密度が0～約 0.1g/cm^3 の範囲では、水密度が大きいほど実効増倍率は増加する。

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

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別添3-1
2. 考慮すべき不確定性について	T1-別添3-1

1. はじめに

今回の未臨界性評価においては、ラック仕様等の一部条件について公称値を使用しており、正負の製作公差を未臨界性上厳しくなる側に不確定性として考慮することとしている。本資料では、今回評価において考慮すべき不確定性の考え方について説明する。

2. 考慮すべき不確定性について

高浜1号機の使用済燃料ピット（以下「SFP」という。）で、大規模漏えい時の未臨界性評価において考慮すべき不確定性として考えられるのは、以下のとおりである。

- ①大規模漏えいを想定した解析モデルに係る不確定性
- ②臨界計算上の不確定性（計算コードに係る不確定性）
- ③製作公差に基づく不確定性（ラック内での燃料体等が偏る効果を含む。）

上記のうち「①大規模漏えいを想定した解析モデルに係る不確定性」として考える項目は、SFP内の水分雰囲気、ほう素濃度条件及びSFPの構造物条件が挙げられる。

今回の未臨界性評価においては、事故時の実態に則した状態（基本ケース）、及び発生しうる不確かさの影響を確認する感度解析ケースにおいても未臨界が維持できることを確認する評価手法を採用する。また、液相部に残存しているほう素は考慮しない。さらに、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。以上より①に係る不確定性については、すべてSFPで大規模漏えいを想定した際に現実的に生じうる状態を十分に包含できる評価手法及び設定としている。

一方で、「②臨界計算上の不確定性（計算コードに係る不確定性）」については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示されるとおり、SFP仕様及び燃料仕様等を考慮して選定した臨界実験に対して、ベンチマーク解析を実施し、臨界計算に考慮すべき平均誤差及び標準偏差を適切に評価し、不確定性として考慮する。

また、「③製作公差に基づく不確定性（ラック内での燃料体等が偏る効果を含む。）」については、燃料体等及びラックが健全であるという前提では、低水密度状態においても、平成24年3月29日付け平成24・02・07原第10号にて認可された工事計画の参考資料6「既存設備への影響に関する説明書」において考慮している項目を同様に考慮することで網羅的に評価される。

上記より、高浜1号機のSFPで、大規模漏えい時に考慮すべき不確定性は②、③に係る不確定性となる。今回設定した基本ケース及び感度解析ケースで実効増倍率が最大となった燃料冠水状態において、②、③に係る不確定性を評価した結果、不確定性の合計は第1-1表に示すとおり0.0115となる。

第1-1表 高浜1号機 大規模漏えい時の未臨界性評価における不確定性評価結果（純水冠水時）

臨界計算上の不確定性評価項目				不確定性	
計算コード	平均誤差		δk	0.0007 (注1)	
の不確定性	95%信頼度×95%確率		ϵ_c	0.0065 (注2)	
				不確定性	入力値 (注3)
製作公差に基づく不確定性	計算体系を第1-1図に示す。	ラックの内のり公差	ϵ_w	0.0023	<input type="text"/>
		燃料製作公差	ϵ_r	0.0061	—
		—燃料材直径	ϵ_d	(0.0014)	<input type="text"/>
		—燃料材密度	ϵ_l	(0.0038)	<input type="text"/>
		—被覆材内径	ϵ_{cr}	(0.0014)	<input type="text"/>
		—被覆材外径	ϵ_{cd}	(0.0032)	<input type="text"/>
		—燃料体外寸	ϵ_a	(0.0029)	<input type="text"/>
	計算体系を第1-2図に示す。	ラック内燃料偏心	ϵ_f	0.0042 (注4)	—
		ラックの中心間距離公差	ϵ_p	0.0036 (注5)	<input type="text"/>
統計誤差			σ	0.0005	
不確定性合計 (注6)			ϵ	0.0115	

(注1) 国際的に臨界実験データを評価収集しているOECD/NEAによるINTERNATIONAL HANDBOOK OF EVALUATED CRITICALITY SAFETY BENCHMARK EXPERIMENTSに登録されているウラン燃料に係る臨界実験を対象にSCALE Ver. 6.0システムのベンチマーク解析を実施して得られる加重平均実効増倍率の平均誤差。

(注2) 上記の臨界実験を対象にSCALE Ver. 6.0システムのベンチマーク解析を実施して得られる加重平均実効増倍率の不確かさ（95%信頼度×95%確率での信頼係数を考慮）。

(注3) 正負の製作公差のうち未臨界性評価上厳しくなる側の値を入力値とした。

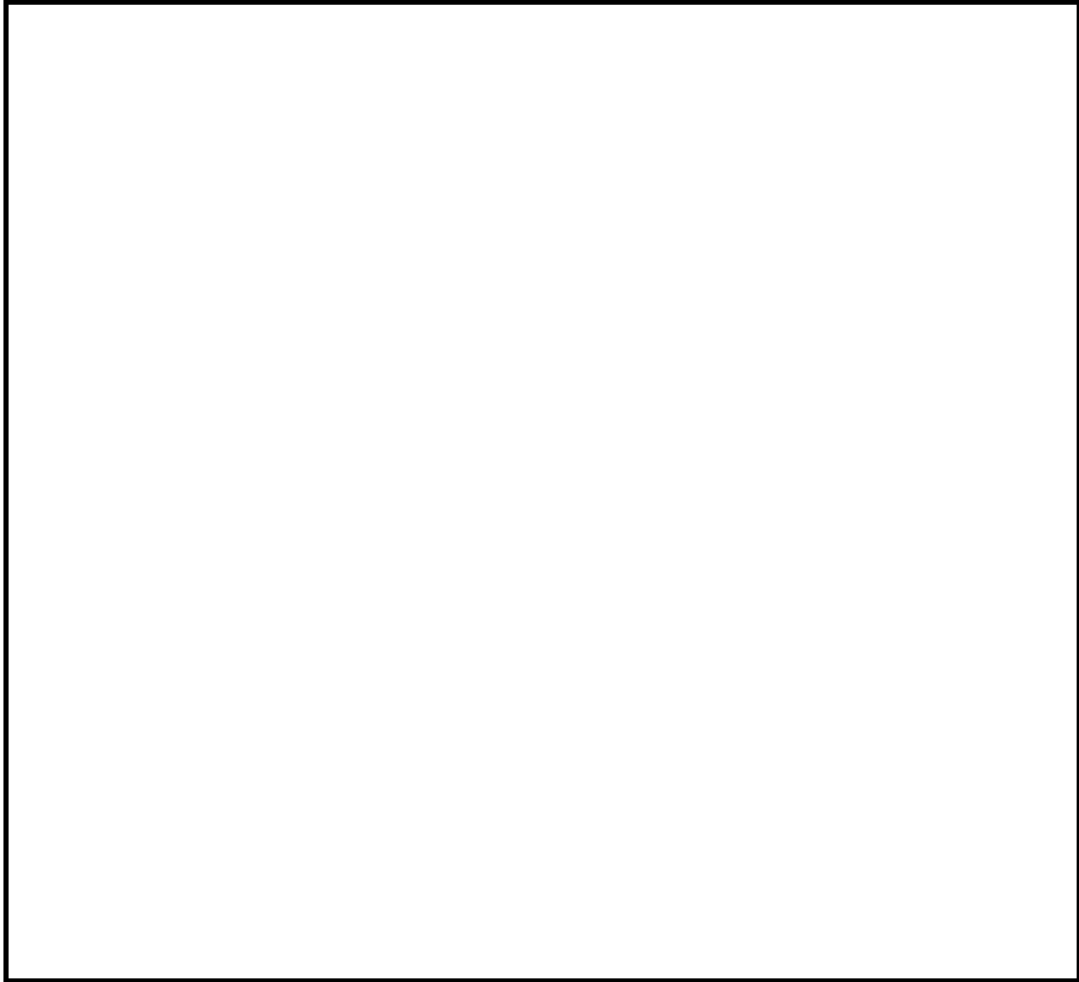
(注4) のラック内での燃料体の偏心モデル（第1-3図～第1-5図）
 での評価結果。なお、
 評価結果は下表のとおり。

ラックの中心間距離公差による不確定性評価結果

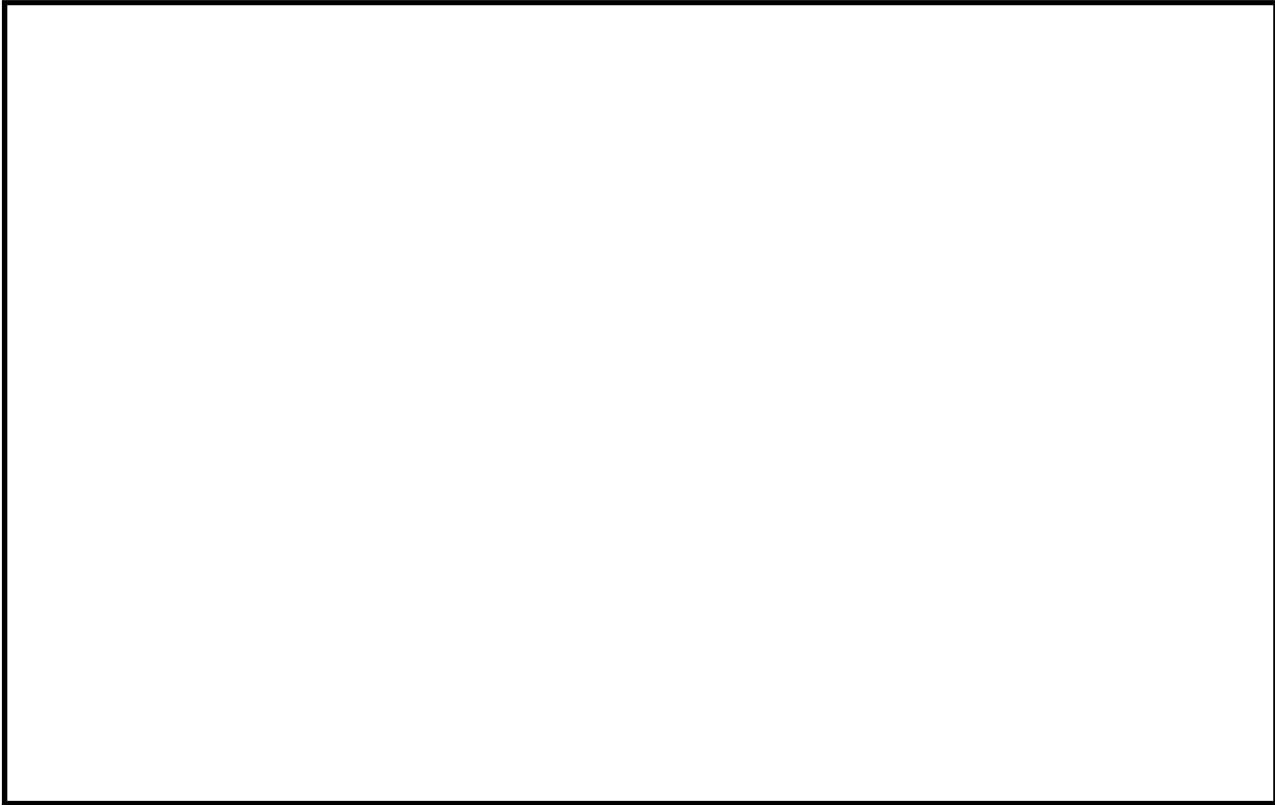
解析モデル	不確定性評価結果
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

(注5) 未臨界性評価にはラック間隔が を使用する。

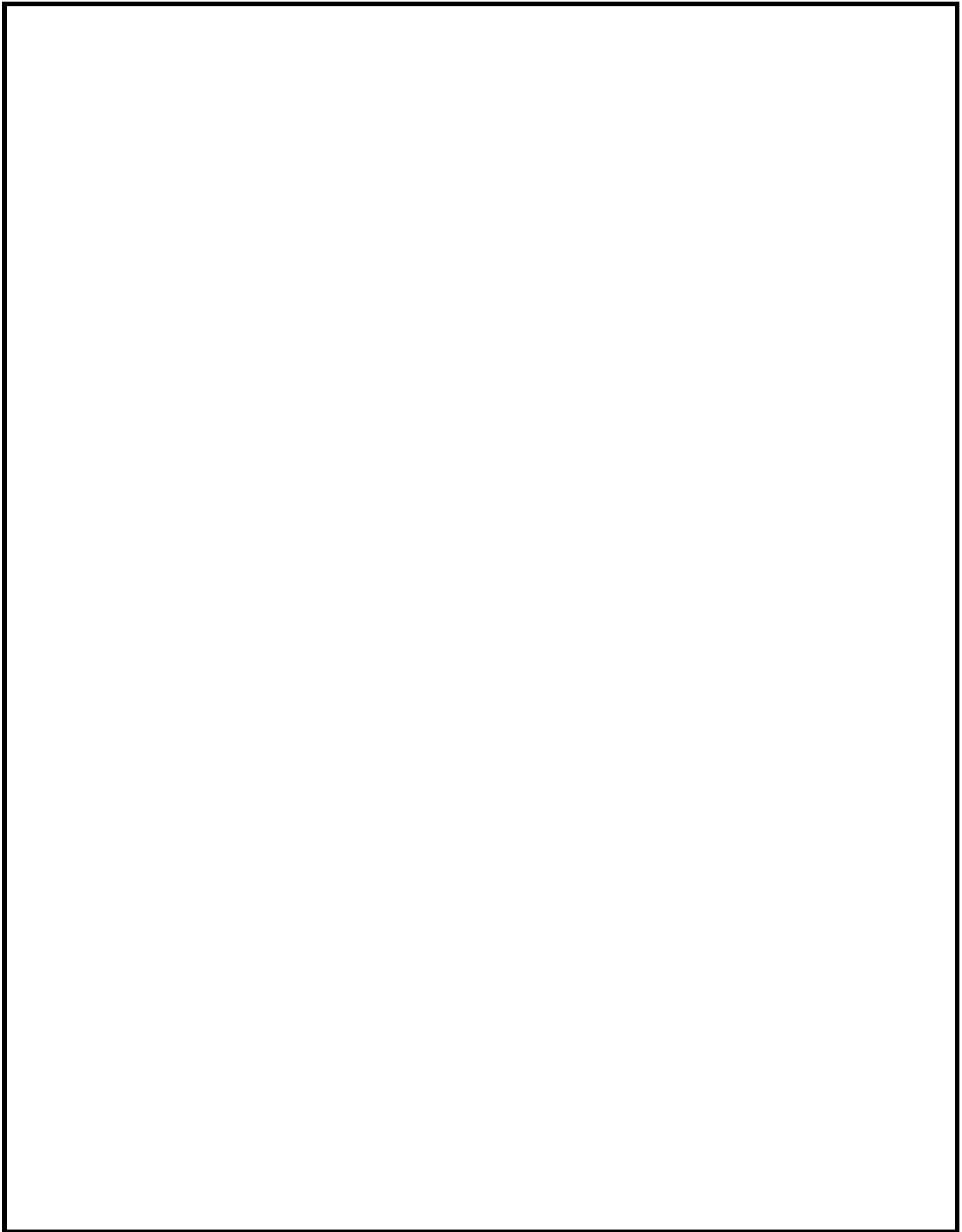
(注6)



第1-1図 製作公差に基づく不確定性評価の計算体系




第1-2図 製作公差に基づく不確定性評価の計算体系




第1-3図 ラック内での燃料体偏心モデル



第1-4図 ラック内での燃料体偏心モデル 



第1-5図 ラック内での燃料体偏心モデル 

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別紙1-1
2. 解析コードの概要	T1-別紙1-2
2.1 SCALE Ver. 6.0	T1-別紙1-2
2.1.1 SCALE Ver. 6.0の概要	T1-別紙1-2
2.1.2 SCALE Ver. 6.0の解析手法について	T1-別紙1-4

1. はじめに

本資料は、高浜 1 号機 設計及び工事計画認可申請（使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更）において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 SCALE Ver. 6.0

2.1.1 SCALE Ver. 6.0の概要

対象：使用済燃料貯蔵設備

項目 \ コード名	SCALE
開発機関	米国オークリッジ国立研究所 (ORNL)
開発時期	2009年
使用したバージョン	Ver. 6.0
使用目的	使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価
コード概要	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。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>SCALE Ver. 6.0は、モンテカルロコードによる使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価に使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コードに付属のサンプル問題を実行し、解析解があらかじめ準備された参照解を再現することを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <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179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

	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none">• ベンチマーク解析において、軽水減速体系の臨界実験データ及びボロン添加ステンレス板を含む体系の臨界実験データ、さらにMOX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及び適用範囲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。
--	---

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。

(2) 解析コードの特徴

- ・米国NRCにより認証された標準解析コードであり、国内外の臨界解析の分野で幅広く使用されている。
- ・燃料及び構造材の材質組成と幾何形状を与えることにより、断面積作成から実効増倍率評価まで一連の解析を実行できる。
- ・3次元輸送計算コードであり、複雑な幾何形状における臨界計算が可能である。

(3) 断面積ライブラリの特徴

- ・断面積ライブラリはSCALE Ver. 6.0の内蔵ライブラリデータのうち、ENDF/B-VIIベースの238群ライブラリを使用している。
- ・ENDF/B-VIIは、米国及びカナダの国立研究所、産業界、及び大学が構成するCSEWG（Cross Section Evaluation Working Group、断面積評価ワーキンググループ）により作成された断面積ライブラリであり、ENDF/B-VIを基にIAEAとOECD/NEAによるワーキング委員会であるWPEC（Working Party on International Nuclear Data Evaluation Co-operation）によって開発されたH、Li6、B10、Auの断面積データを新たに登録する等の更新がなされている。断面積ライブラリについては、JAEA-Data/Code2017-006（JENDL 開発のための軽水炉ベンチマークに関するデータ集の整備）の臨界実験データを用いて国内の最新断面積ライブラリであるJENDL4とENDF-B/VIIの比較を行っており、ライブラリ間の計算誤差の差が小さいことを確認している。

(4) 解析手法

本解析で用いた臨界計算のCSAS6モジュールについて、以下に示す。

a. BONAMI

BONAMIコードは、バックグラウンド断面積と領域の温度から自己遮蔽因子を内挿し、多群実効断面積を作成する。BONAMIコードは、非分離共鳴エネルギー

領域に適用する。作成された多群実効断面積は、CENTRMコードにおける中性子スペクトル計算に使用される。

b. CENTRM

CENTRMコードは、セル形状をモデル化して、連続エネルギーの中性子スペクトルを求める。CENTRMコードは、分離共鳴エネルギー領域に適用する。

c. PMC

PMCコードは、CENTRMコードにより作成された連続エネルギーの中性子スペクトルを用いて、連続エネルギーの断面積を多群に縮約し、分離共鳴エネルギー領域の多群実効断面積を作成し、BONAMIで評価された非分離共鳴エネルギー領域の多群実効断面積と組み合わせる。

d. KENO-VI

KENO-VIはORNLで開発された多群モンテカルロ臨界計算コードであり、複雑な体系の中性子増倍率の計算を行うことができる。

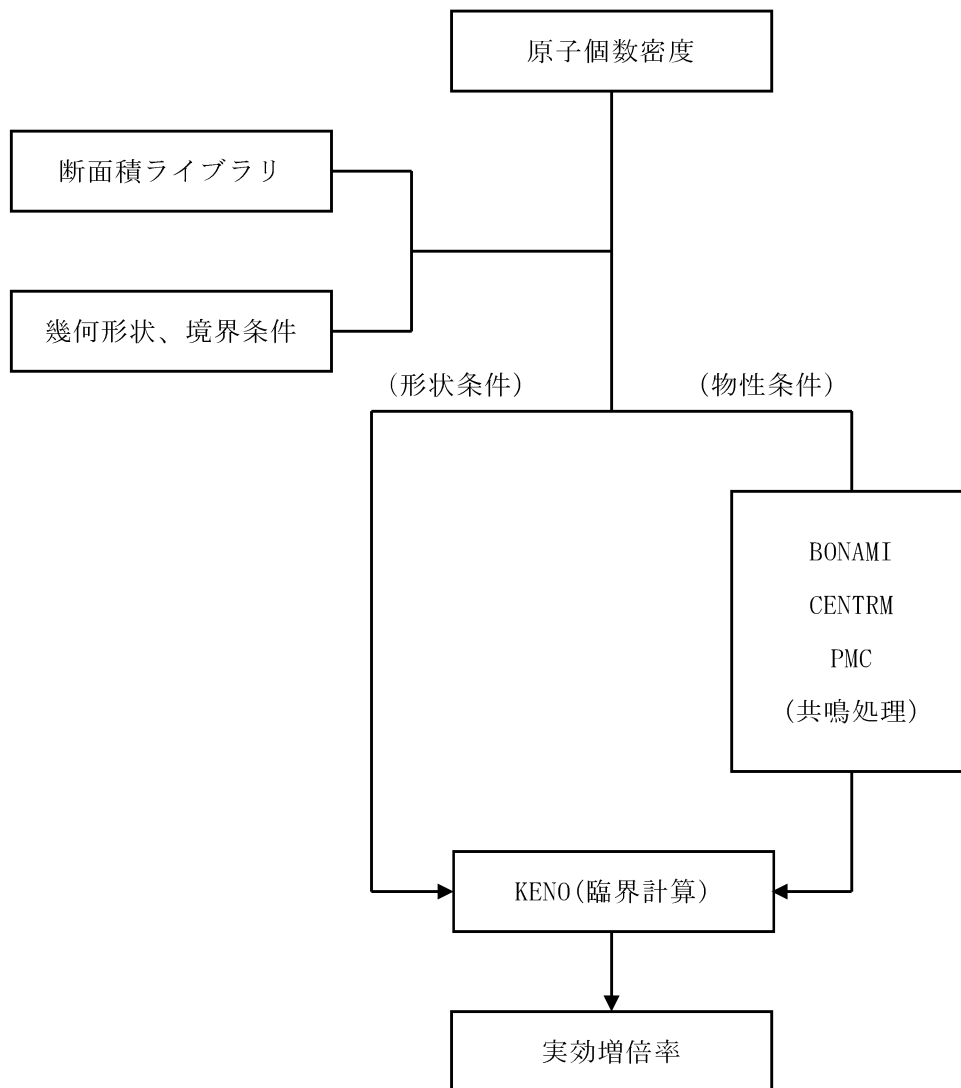
本コードでは、体系内の一つ一つの中性子の振舞いを追跡し、核分裂によって発生する中性子数 F 、吸収されて消滅する中性子数 A 、体系から漏えいする中性子数 L を評価し、次式により実効増倍率 k_{eff} を算出する。

$$k_{\text{eff}} = \frac{F}{A + L}$$

(5) 解析フローチャート

本解析コードの解析フローチャートを第1図に示す。

なお、今回の解析で使用するSCALE Ver. 6.0の機能は、臨界計算であるため、第1図の解析フローチャートは、臨界計算のCSAS6モジュールについて記載している。



第1図 解析フローチャート

(6) 検証(Verification)及び妥当性確認(Validation)

OECD/NEAによりまとめられた臨界実験ベンチマーク集とのベンチマーク解析によりSCALE Ver. 6.0の適用検証及び妥当性確認を実施し、本解析コードを使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価へ適用することについて評価を行った。

a. 検証(Verification)

コードに付属のサンプル問題を実行し、解析解があらかじめ準備された参照解を再現することを確認した。また、本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認した。

b. 妥当性確認(Validation)

OECD/NEAによりまとめられた臨界実験ベンチマーク集(「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選定した179ケース(「MOX燃料を使用(FPなし)した実験□ケース」+「ウラン燃料を使用(FPなし)した実験□ケース」+「FPを含む実験□ケース」+「塩素を含む実験□ケース」)のベンチマーク解析(以下「ベンチマーク解析」という)を実施した。ベンチマーク解析を行うに当たっては、国内PWRの燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲を包含する範囲を整理し、臨界実験を選定した。臨界実験の選定結果を第1-1表に、MOX燃料(FPなし)を使用した臨界実験体系を第1-2表に、またFPを含んだ体系及び塩素を含んだ体系の臨界実験として選定した結果をそれぞれ第1-3表及び第1-4表に示す。

ベンチマーク解析により得られた実効増倍率及び標準偏差並びに各実験の実効増倍率測定値及び実験誤差を用いて、ラック体系の未臨界性評価に用いるSCALE Ver. 6.0システムの平均誤差($1-k_c$)及び不確かさ(Δk_c)を導出した結果を第2表に示す。なお、塩素を含む体系に対するベンチマーク解析は、「c. 使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価への適用性確認」に示す理由により第2表には記載していない。

第1-1表 選定したパラメータ範囲（製作公差を含まない）

項目	単位	燃料貯蔵設備 及び燃料仕様の パラメータ範囲		選定した臨界実験の パラメータ範囲	
		MIN	MAX	MIN	MAX
燃料	ウラン燃料 ²³⁵ U濃縮度	wt%	1.60	4.80	
	MOX燃料 Pu含有率	wt%	5.5	10.9	
	燃料材径	mm	8.19	9.29	
	燃料要素径	mm	9.5	10.72	
	被覆材 材質	—	ジルコニウム合金		
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3	
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00	
	燃料要素 配列条件	—	正方配列		
	体系条件	—	燃料体配列体系		
減速材	減速材	—	無/軽水		
	減速材密度	g/cm ³	0	約1.0	
	減速材中の ほう素濃度	ppm	0	4,400以上	
ラック	ラック 材質	—	無/SUS/B-SUS		
	SUS製ラックの ほう素添加量	wt%	0	1.05	
反射体	反射体 材質	—	軽水 /コンクリート		

第1-2表 MOX燃料（FPなし）を使用した臨界実験（1/2）

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	Pu含有率	wt%	5.5	10.9
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無／軽水
水位		mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約7eV※	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

第1-2表 MOX燃料（FPなし）を使用した臨界実験（2/2）

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による 実効増倍率の平均、 σ

※SFPに流入した水が局所に集中した体系でのEALF

第1-3表 FPを含む体系の臨界実験 (1/3)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	WT%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無／軽水	
	水位	mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約7eV [※]	

第1-3表 FPを含む体系の臨界実験 (2/3)

項目		単位		燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
				MIN	MAX
中性子 吸収材	FP (中性子吸収体) 核種/元素	—		収率曲線に応じた核種	
	中性子吸収体性状	—		固体/液体/気体	
解析 ケース	実験ケース数	—		—	
	解析ケース数	—		—	
	実験施設	—		—	

※SFPに流入した水が局所に集中した体系でのEALF

第1-3表 FPを含む体系の臨界実験 (3/3)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による 実効増倍率の平均、 σ

第1-4表 塩素を含んだ臨界実験に対するベンチマーク結果(1/2)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	WT%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無／軽水	
	水位	mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約7eV*	
中性子吸収材	FP（中性子吸収体） 核種／元素	—	収率曲線に応じた核種	
	中性子吸収体性状	—	固体／液体／気体	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※SFPに流入した水が局所に集中した体系でのEALF

第1-4表 塩素を含んだ臨界実験に対するベンチマーク結果(2/2)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による 実効増倍率の平均、 σ

第2表 SCALE Ver. 6.0システムの平均誤差及び不確かさ

条件	計算コード	SCALE Ver. 6.0 システム (KENO-VI)			
	断面積ライブラリ	ENDF/B-VII 238群			
	対象燃料	ウラン燃料 (FPなし)	MOX燃料 (FPなし)	ウラン燃料 (FPあり)	ウラン+MOX燃料 (FPあり)
	ベンチマークケース数				
評価 結果	平均誤差(1- k_c)	0.0007	0.0013	0.0001	0.0001
	加重平均実効増倍率 $\overline{k_{eff}}$	0.9993	0.9987	0.9999	0.9999
	不確かさ($\Delta k_c = U \times S_p$)	0.0065	0.0104	0.0067	0.0062
	信頼係数(U)*1				
	$\overline{k_{eff}}$ の不確かさ(S_p)				

*1 ベンチマーク解析ケース数に対する95%信頼度・95%確率での信頼係数。

c. 使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価への適用性確認

塩素を有する臨界実験以外では、ベンチマーク解析結果と臨界実験の実効増倍率は概ね一致しており、第2図のとおりその差は正規性を有することを確認している。選定した臨界実験には、冠水状態の実験及び第3表に示す低水密度状態の実験が含まれており、冠水状態及び低水密度状態の実効増倍率の計算値と測定値の差の傾向に大きな差異がないことが確認できる。また、選定した臨界実験には、部分水位で臨界となるケースも含まれており、気相と液相の境界についても適切に取り扱うことができると言える。

臨界実験ベンチマーク解析の対象となる臨界実験の選定において重要なパラメータは、体系に含まれる「物質（燃料、構造材（吸収材含む）、減速材等）」、その「形状」、及び「中性子エネルギー」であり、ベンチマーク解析

では第1-1表に示すとおり燃料貯蔵設備仕様及び燃料仕様等を踏まえ臨界実験を選定している。これらのパラメータのうち、中性子スペクトルの特性を表す指標であるEALF (Energy corresponding to the Average neutron Lethargy causing Fission: 核分裂に寄与する中性子平均エネルギー) について、高浜発電所1号機のSFPにおける大量の水の漏えい時のEALFは約0.2～約10eV (実効増倍率が判定基準に迫るような、厳しい気相部水密度条件の場合) となる。塩素を含む体系以外の選定済みの□ケースの臨界実験、及び上述したEALF範囲の最大値近傍における計算精度の確認用に別途選定した□ケースの臨界実験のC/E (C: 計算値とE: 測定値の比) に対するEALFを第3図に示す。これらケースすべての臨界実験について、C/EはEALFに対して特異な傾向を持たず、1近傍で安定していることから、SCALE Ver. 6.0はEALFに対し良好な計算精度を有していると判断できる。

従って、本解析コードを減速材密度条件が異なる2相モデルに対して使用する場合においても、第2表の臨界計算に考慮すべき平均誤差及びその不確かさを適用することは妥当である。また、ベンチマーク解析結果の実効増倍率が、特定のピット仕様や燃料仕様に依存する傾向もないため、本解析コードを使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価に使用することは妥当である。

なお、第3図に示すとおり、塩素を含む体系に対し実施した臨界実験ベンチマークの結果は、他の臨界実験ベンチマーク結果と比較してC/Eが比較的高い傾向にありすべてのケースでC/Eは1.01を超えており、塩素を含んだ体系は1% (実効増倍率0.01に相当) 以上、安全側の評価結果を与えることを確認している。一方、塩素に起因する誤差については、ベンチマーク解析に関連する文献 (Sobes, VALIDATION STUDY FOR CREDITING CHLORINE IN CRITICALITY ANALYSES FOR SPENT NUCLEAR FUEL DISPOSITION (2015), ICNC) において、100pcm (実効増倍率0.001に相当) 程度と小さいことが報告されている。以上のことから、塩素が実効増倍率に与える影響は、安全側な実効増倍率となる評価結果が有する裕度に包含されることとなる。

また、第4-1表及び第4-2表に示すとおり、統計的検定により母分散及び母平均が等しいかを有意水準5%とした検定により確認した結果、これらが等しいとする仮説は棄却された。つまり平易に言えば、SCALE Ver. 6.0にとって塩素を含む臨界実験は、95%の確率で塩素を含まない体系の臨界実験とは母集団が異なると言える。よって塩素を含む体系に対しSCALE6.0の不確かさを算出するに当たっては、塩素を含む体系での臨界実験ベンチマーク結果は考慮しない。

第3表 低水密度状態の臨界実験リスト

臨界実験	減速材密度	ケース数

第4-1表 塩素を含む臨界実験ベンチマーク結果とそれ以外の臨界実験ベンチマーク結果に対するF検定

帰無仮説 H_0 : 2群間の分散に差がない (等分散である)

対立仮説 H_1 : 2群間の分散に差がある (等分散ではない)

--

第4-2表 塩素を含む臨界実験ベンチマーク結果とそれ以外の臨界実験ベンチマーク結果に対するt検定

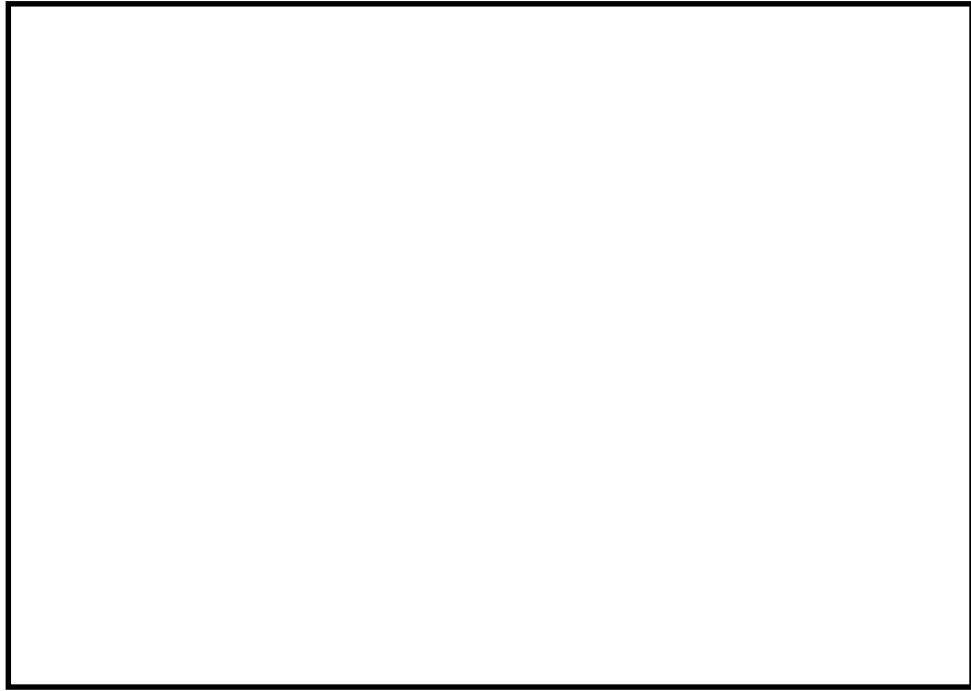
帰無仮説 H_0 : 2群間の平均に差が無い

対立仮説 H_1 : 2群間の平均に差がある

--

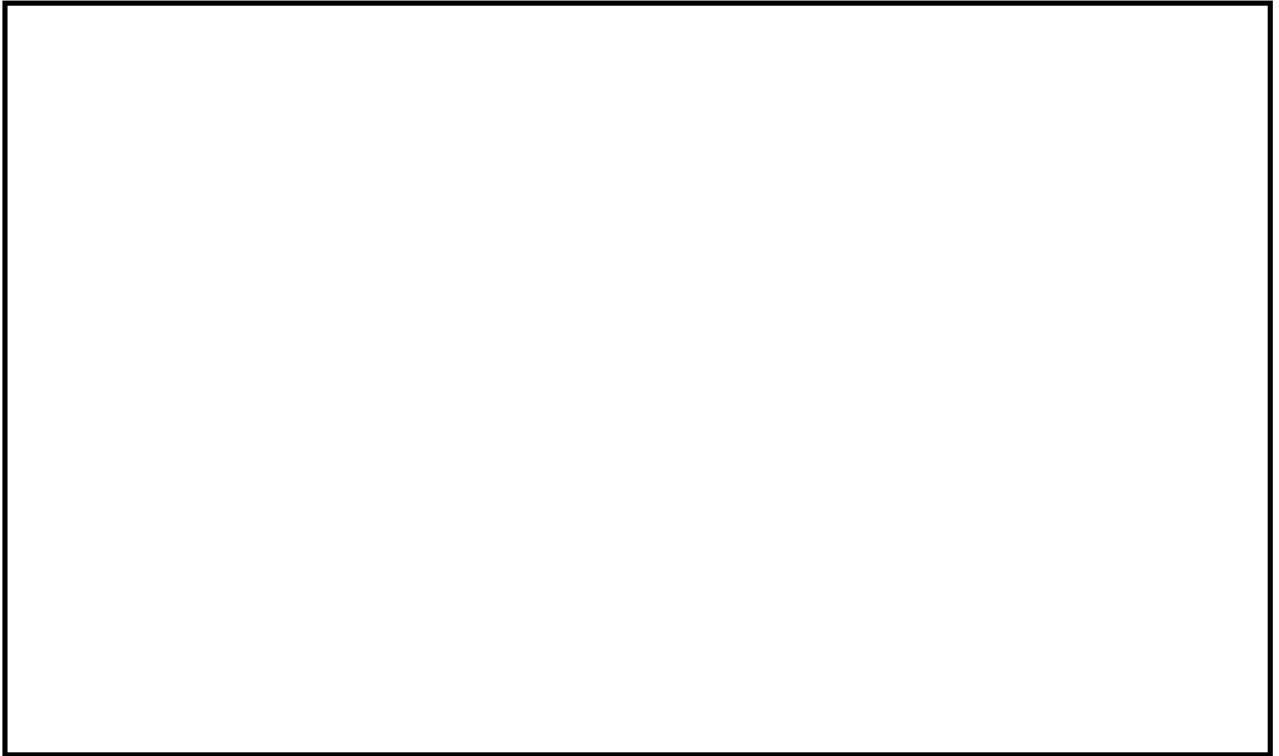


第2図 Δk に対するヒストグラム



第3図 選定したベンチマーク実験のEALFとC/Eの関係

(参考1) 第3表に示す臨界実験の概要



(参考2) FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析の結果

表1 FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析結果(1/2)

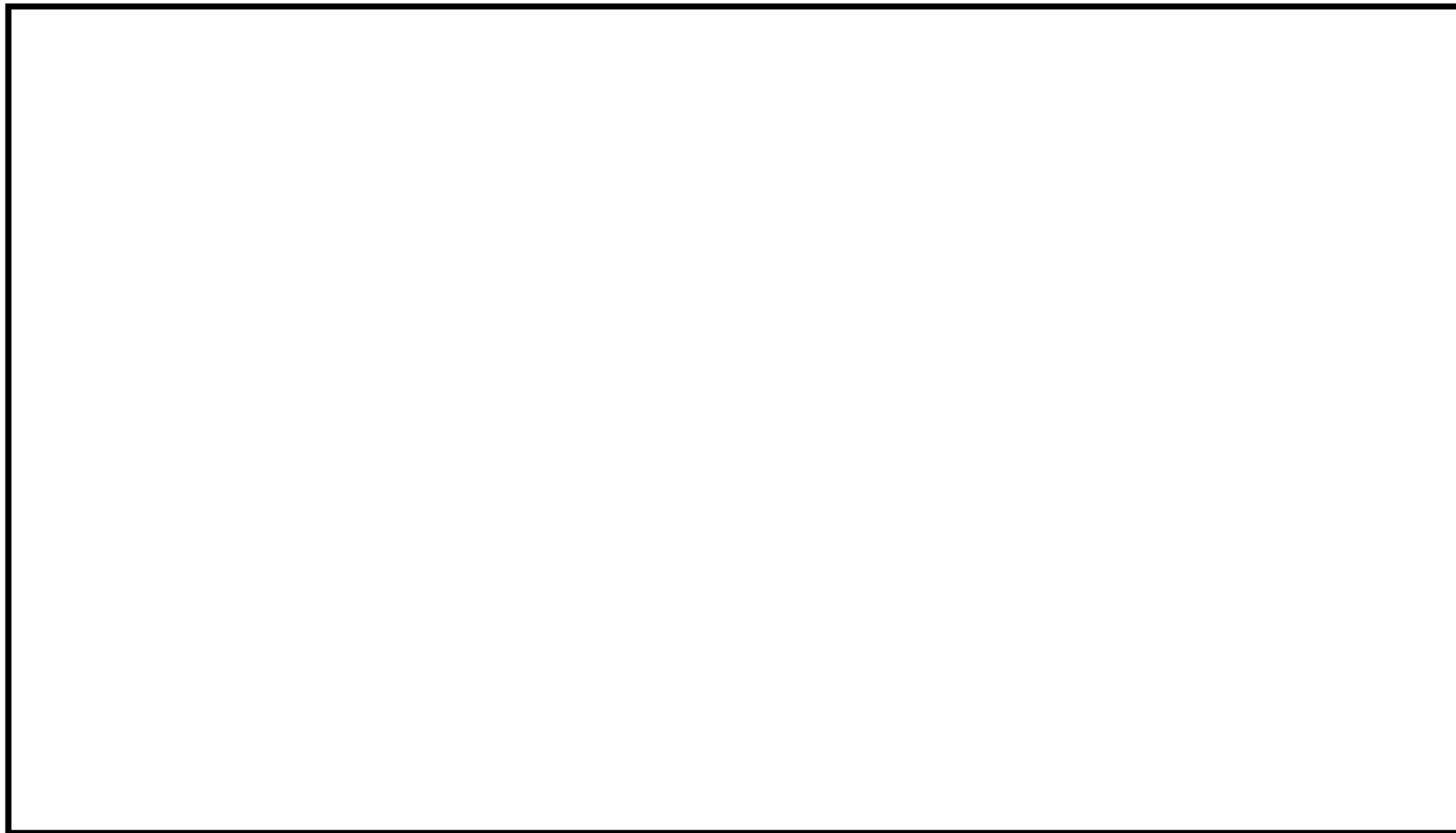
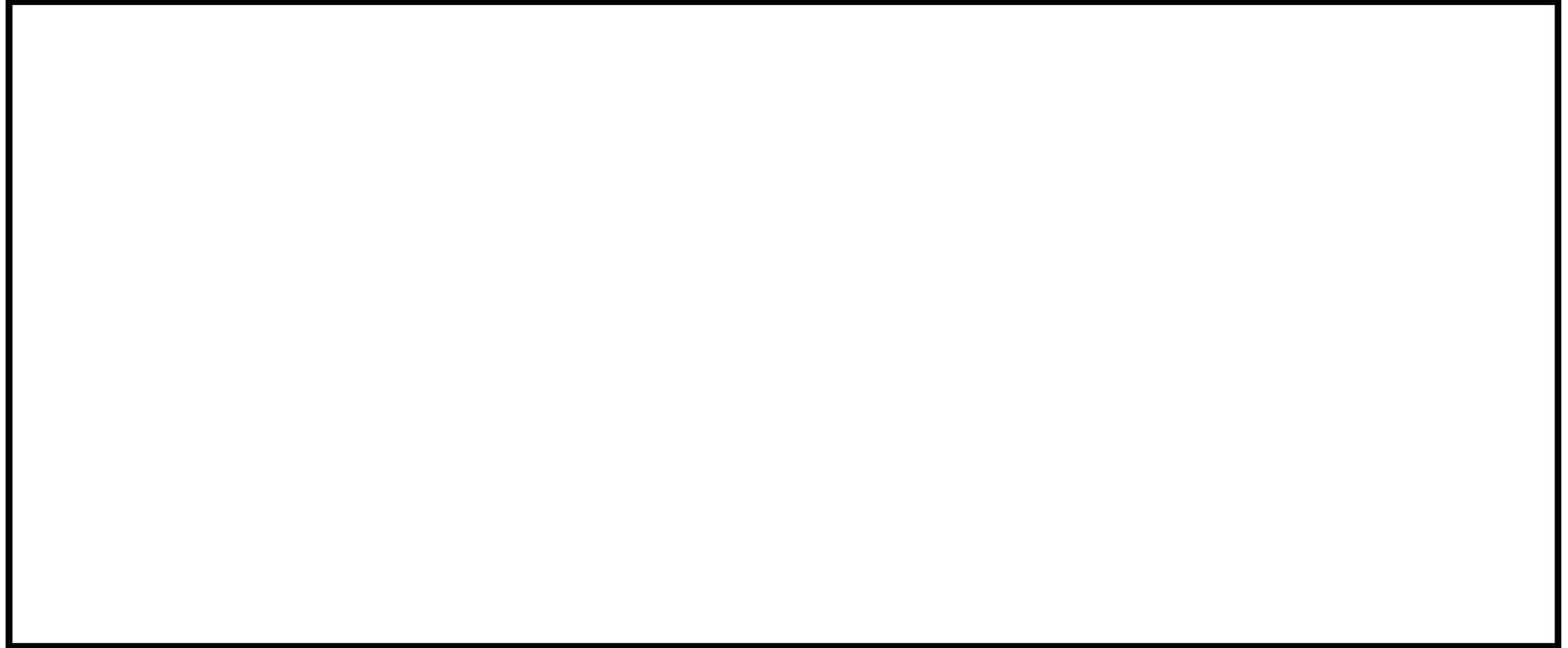



表1 FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析結果(2/2)



また、表1に示す計算結果をFP核種ごとに整理したものを表2に、C/E評価結果を核種ごとにヒストグラムに整理したものを図1-1及び図1-2に示す。

表2 FPごとでのベンチマーク解析結果整理

A large empty rectangular box with a black border, intended for the content of Table 2.

図1-1 C/Eの核種ごとのヒストグラム 

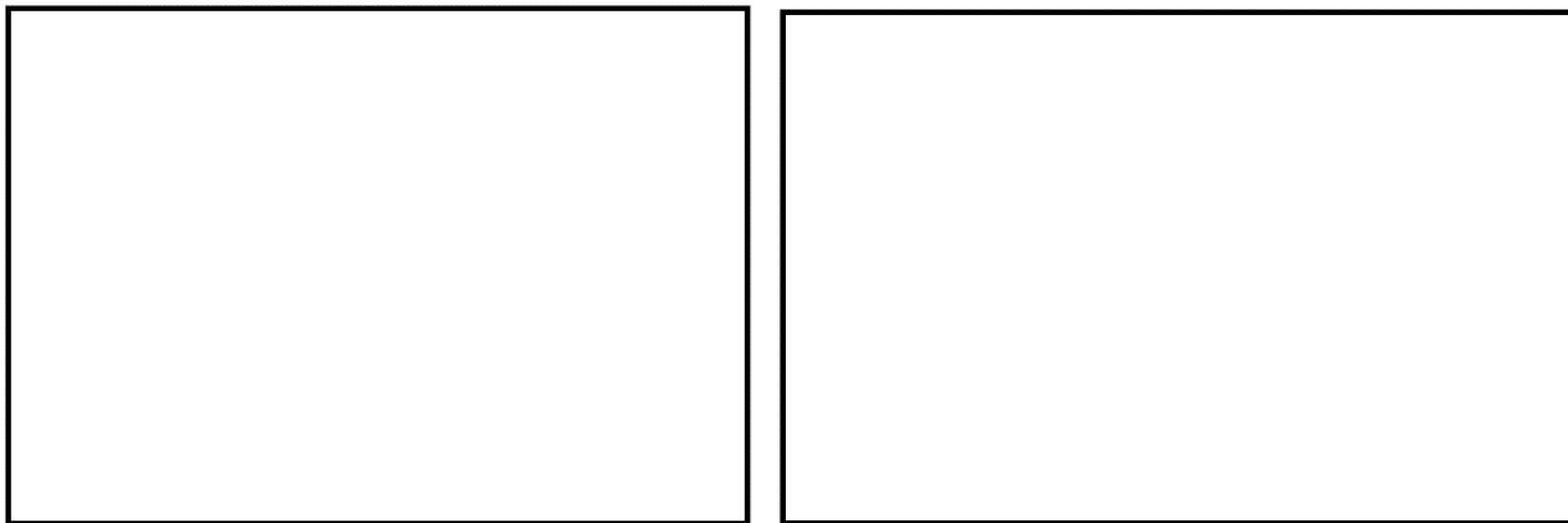


図1-2 C/Eの核種ごとのヒストグラム

(参考3) 臨界実験の各FP核種を無視した場合の感度解析

【解析条件】

- ・解析対象の実験 : []
- ・対照実験ケース : [] ([]が含まれる実験)
- ・FP組成 : 実験論文より参考表1のとおり。
- ・解析手法 : 同位体の個数密度を1種類ずつ無視し、基準となる全核種考慮時の実効増倍率を比較する。

表1 解析対象実験のFP組成情報

--

【解析結果】

断面積が大きい核種である の実効増倍率変化が見られ、その他の核種については明確な感度は見られなかった。

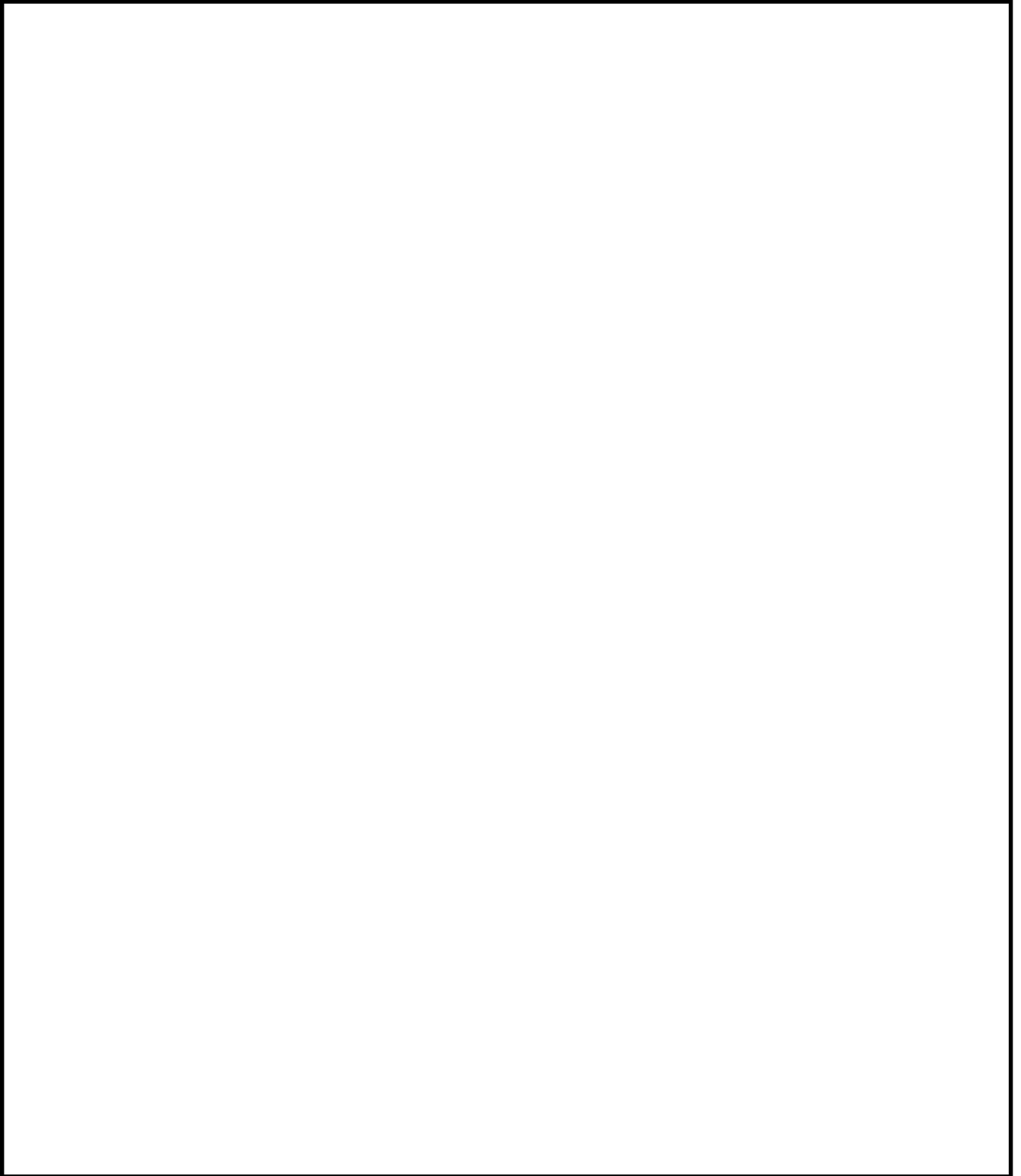
表2 解析結果(1/2)

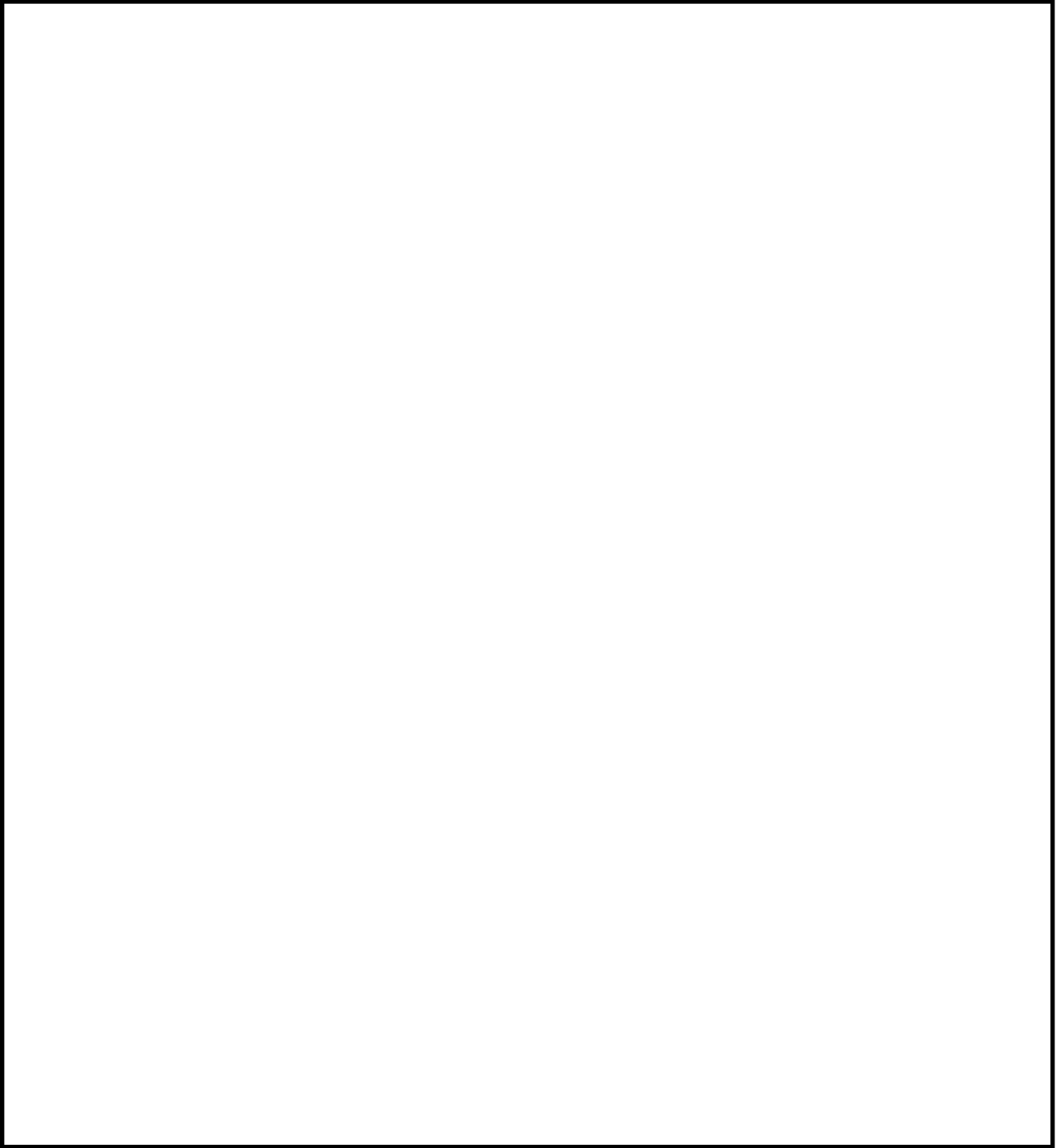
Case ID	keff	σ	$\Delta keff$	考慮しない核種	未臨界性評価で考慮する核種

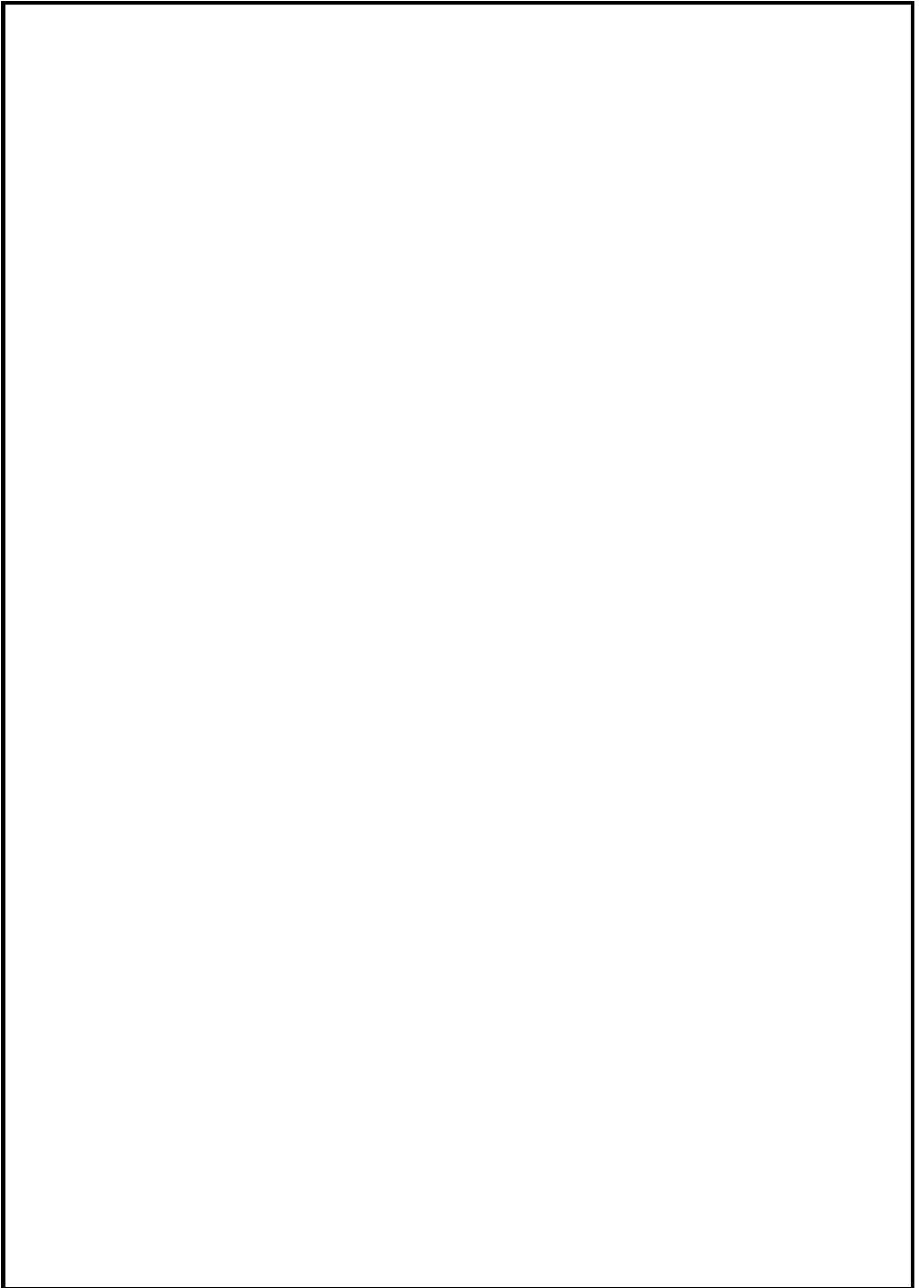
表2 解析結果(2/2)

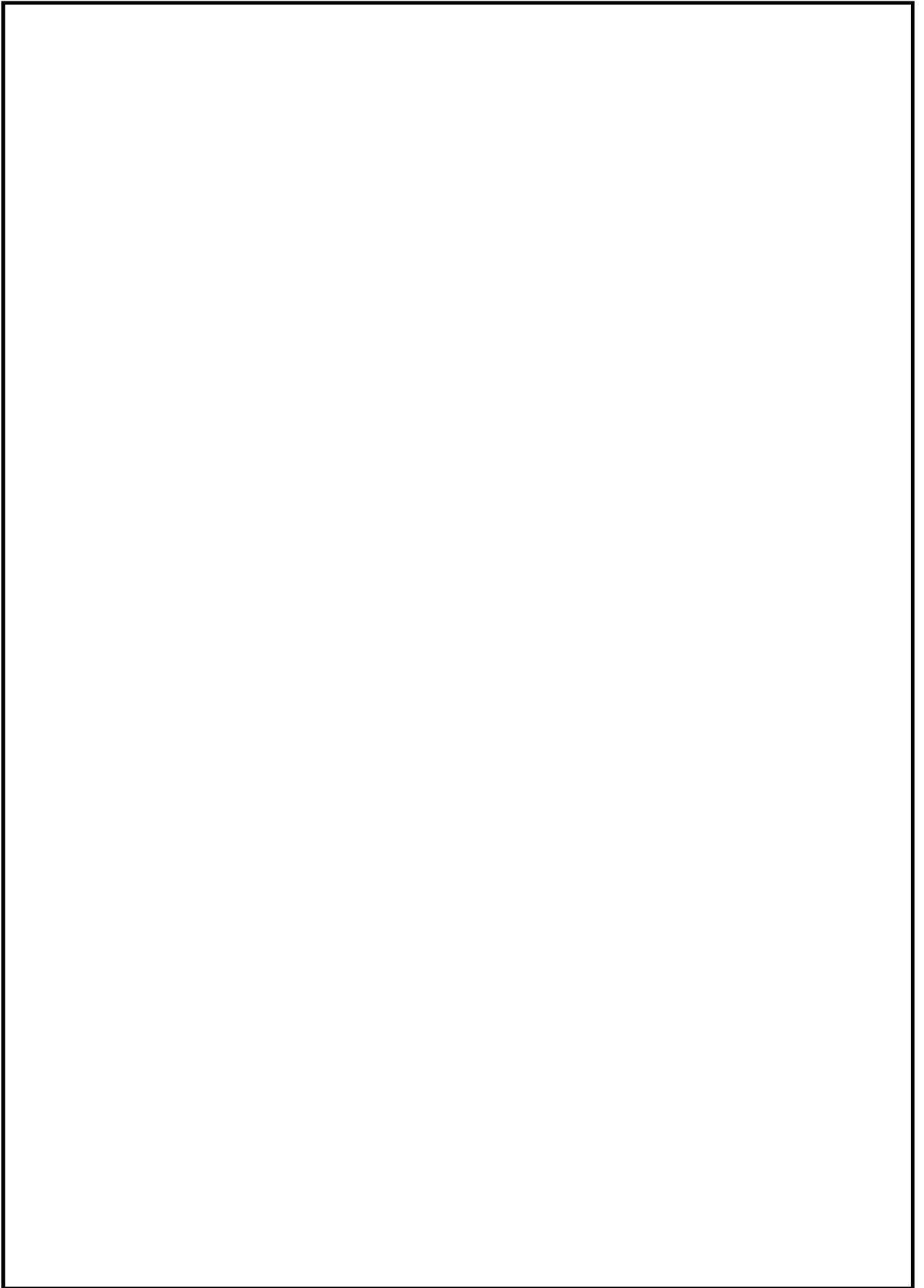
Case	keff	σ	$\Delta keff$	考慮しない核種	未臨界性評価で 考慮する核種

(参考4) 計算コードの不確かさの算出方法









SFPへの注水・放水流量の設定について

目 次

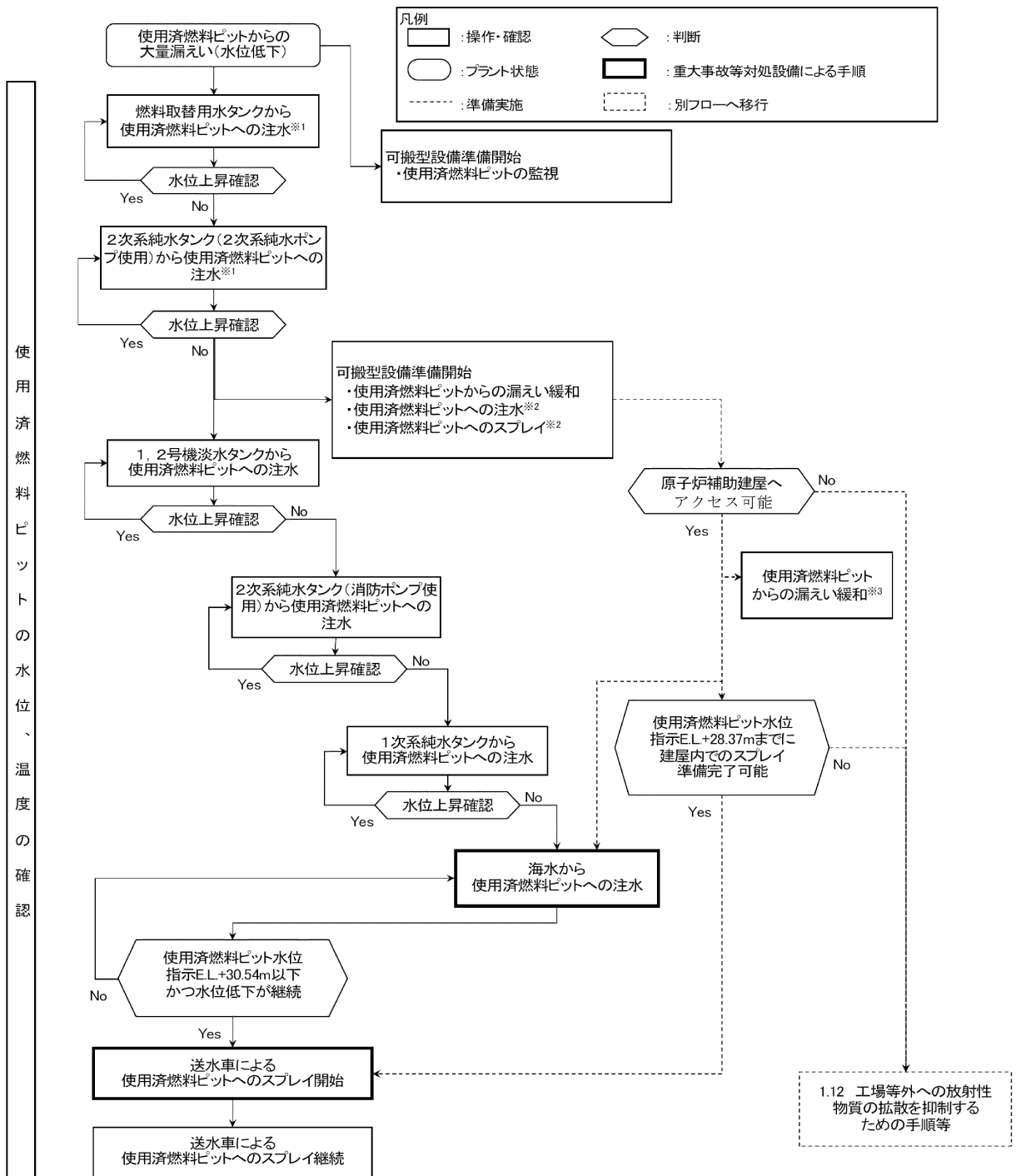
	頁
1. はじめに	T1-別紙2-1
2. SFPからの大量の水の漏えい時における注水・放水手順及び 設備保有台数	T1-別紙2-1
3. 各手順における流量条件設定	T1-別紙2-6
3.1 流量設定の考え方	T1-別紙2-6
3.1.1 SFP注水手順の流量	T1-別紙2-6
3.1.2 SFP放水手順の流量	T1-別紙2-7
3.2 配管圧損評価について	T1-別紙2-7
4. 基本ケース条件の設定について	T1-別紙2-8
5. 不確かさを考慮した条件の設定について	T1-別紙2-26
6. 系統に複数台設置されるポンプの起動台数の考え方について	T1-別紙2-29
7. 全手順同時実施の成立性確認	T1-別紙2-31
8. まとめ	T1-別紙2-32

1. はじめに

使用済燃料ピット（以下「SFP」という。）からの大量の水の漏えい時には、重大事故等への対応に向け整備された手順に基づきSFPへ注水・放水を実施することとなっている。本資料では、未臨界性評価条件であるSFPへの流量について、各手順の設備構成、配備台数等を踏まえた、基本ケース条件及び不確かさを考慮した条件における条件設定及び設定根拠について説明する。なお、SFPへ水を供給する行為のうち、直近まで施設された配管等を用いるもの（燃料取替用水ポンプ等）を注水、スプレイヘッド又は放水砲によるものを放水と呼称する。

2. SFPからの大量の水の漏えい時における注水・放水手順及び設備保有台数

SFPへの注水・放水に係る手順の実施判断フローを第1-1図に、SFP注水設備の構成を第1-2図に、放水砲による放水時の設備構成を第1-3図に、各注水・放水手順における水源、送水ポンプ及びポンプ台数を第1表に示す。



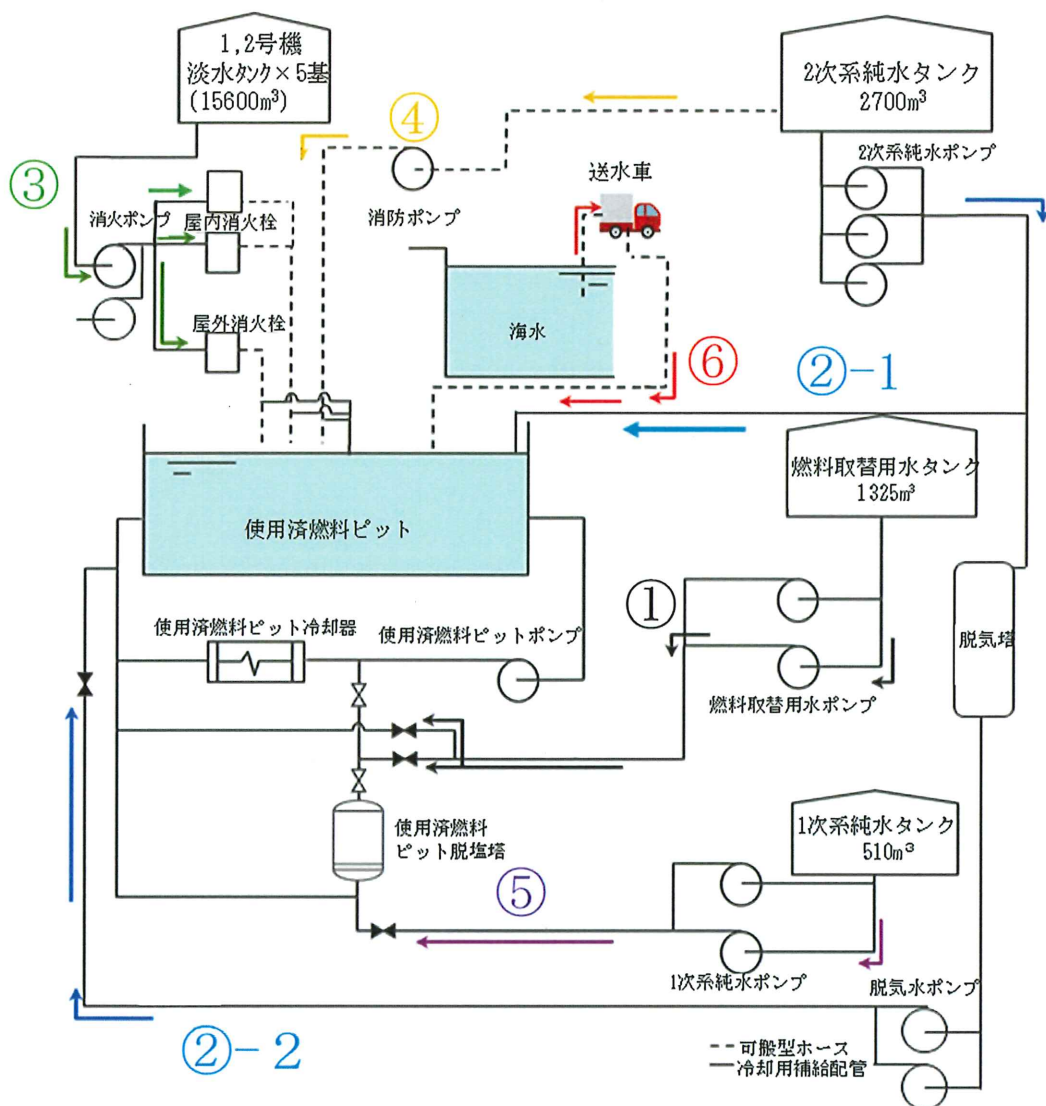
(注1)本フローに記載の注水手段については、複数の手段の準備又は注水を平行して実施することがある。また、水源の使用可否等に応じて手順を飛ばして対応することがある。

※1: 使用済燃料ピットの注水機能喪失の場合は使用不可

※2: 可搬型設備については、「送水車による使用済燃料ピットへのスプレー」の準備を優先する。

※3: 使用済燃料ピット水位指示E.L.+30.54m以下、かつ水位低下が継続する場合。

第1-1図 SFPへの注水・放水に係る手順の実施判断フロー



第1-2図 SFP注水設備の構成

今回の未臨界性評価においては、重大事故等対策のため整備しているSFPへの注水・放水に係る手順をもとに流量を設定する。

プラント通常運転時においてもSFP水は大気中へ自然蒸散するため、恒常的にSFP水位を監視し定期的にSFP水を補給しているが、当該補給時は手順②-1を用いて実施しており、手順②-2にて実施した実績は無い。

事故発生時は事故時向けに整備する手順書を用いて対応に当たること、手順②-2は恒常的に実施している手順でもないことから、今回未臨界性評価条件の流量条件を設定するに当たっては、手順②-2による流量は考慮しないこととする。



第1-3図 放水砲による放水時の設備構成

第1表 SFPへの注水・放水手順における水源、送水ポンプ及びポンプ配備台数

	手順番号	整備する社内標準	水源	送水ポンプ	ポンプ使用台数	ポンプ配備台数	放水設備		
							設備	使用台数	配備台数
注水手順	①	事故時操作所則	燃料取替用水タンク	燃料取替用水ポンプ	1台	2台	—		
	②-1	通常時操作所則 ^{※1} 事故時操作所則 ^{※1}	2次系純水タンク	2次系純水ポンプ	1台	3台			
	②-2	通常時操作所則		脱気水ポンプ ^{※2}	1台 ^{※2}	2台 ^{※2}			
	③	SA所達 ^{※3}	1,2号淡水タンク	ディーゼル消火ポンプ 又は電動消火ポンプ	1台	各1台			
	④	SA所達 ^{※3}	2次系純水タンク	消防ポンプ	1台	1台			
	⑤	SA所達 ^{※3}	1次系純水タンク	1次系純水ポンプ	1台	2台			
	⑥	SA所達 ^{※3}	海水	送水車	1台	5台 ^{※4}			
放水手順	①	SA所達 ^{※3}	海水	送水車	1台/1SFP	3台 ^{※5}	スプレイ ヘッダ	1台/1SFP	3台 ^{※7}
	②	SA所達 ^{※3}	海水	大容量ポンプ (放水砲用)	2台/2SFP	3台 ^{※6}	放水砲	2台/2SFP	3台 ^{※7}

※1 通常時操作、事故時操作どちらにも整備している手順であり、注水時の系統構成は同じ。

※2 通常操作の手順であるため、流量設定条件として考慮しない。

※3 高浜発電所 重大事故発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達。

※4 高浜1号機用に2台、高浜2号機用に2台、共用予備1台の計5台を配備。

※5 高浜1号機用に1台、高浜2号機用に1台、共用予備1台の計3台を配備（海水注水に使用する送水車の内数）。

※6 高浜1・2号機共用で2台、共用予備1台の計3台を配備。

※7 高浜1号機用に1台、高浜2号機用に1台、共用予備1台の計3台を配備。

3. 各手順における流量条件設定

各手順でのポンプ使用台数及び設備の配備状況を踏まえ、未臨界性評価で使用する流量条件を検討する。

3.1 流量設定の考え方

3.1.1 SFP注水手順の流量

SFPへの注水に係る各手順によるSFPへの流入流量設定における各条件の具体的な考え方は以下のとおりである。

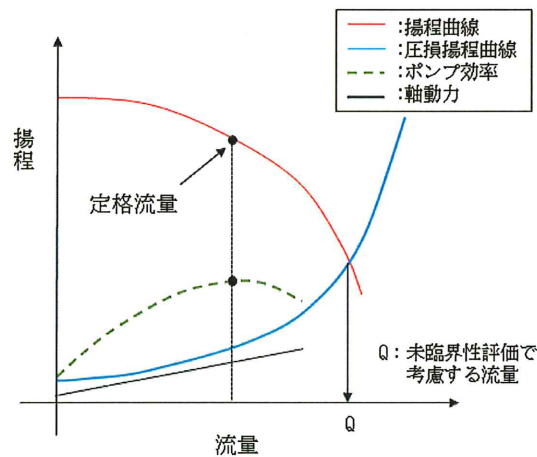
(1) 恒設設備を使用する手順

a. 実際の施設ラインで通水した実測値があるもの

実測値を使用する。（対象手順：注水手順②、③）

b. 実際のラインで通水した実測値が無いもの（対象手順：注水手順①、⑤）

第2図に示すとおり、ポンプの揚程曲線と、高浜発電所でのSFP注水手順において整備している注水時の具体的な設備・系統構成を踏まえた水頭差や配管圧損等により評価した損失揚程曲線の交点における流量を使用する。



第2図 揚程曲線を用いた流量設定の概要

(2) 可搬型設備を使用する手順

ポンプの揚程曲線と、設備構成を踏まえた水頭差や配管圧損等により評価した損失揚程曲線の交点における流量を使用する。

（対象手順：注水手順④、⑥）

3.1.2 SFP放水手順の流量

SFPへの放水に係る各手順によるSFPへの流入流量設定の考え方は以下のとおり。

(1) スプレイヘッドを用いて放水する手順

放水設備であるスプレイヘッドの仕様上限値を設定する。なお、大規模損壊時における対応として、化学消防自動車を用いたスプレイ手順を別途整備しているが、当該手順は送水車が起動できない場合に実施する手順であり、且つスプレイヘッドの配備台数は各号機に1台であることから、化学消防自動車と送水車によるスプレイを同時に実施することは想定しない。

(対象手順：放水手順①)

(2) 放水砲を用いて放水する手順

放水砲による放水時は第1-3図に示すように、放水砲入口の必要圧力を確保するため、大容量ポンプ（放水砲用）を2台直列に1ライン敷設し、2台目の大容量ポンプ（放水砲用）の出口から分岐管により各号機向け2ラインに分岐させ放水砲を接続する系統構成としている。よって当該手順での流量設定においては、配備されている型式の異なる3種類の大容量ポンプ（放水砲用）のうち、最も容量が大きいポンプと2番目に容量が大きいポンプを直列することを想定し、各号機へは大容量ポンプ（放水砲用）による流量が2等分された状態で放水されるとして設定する。

(対象手順：放水手順②)

3.2 配管圧損評価について

圧損揚程曲線の策定に必要な取水源から移送先までの配管及び弁類圧損等は、以下に示すダルシーの式に基づき算出する。

$$H = \sum f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} + \sum k \frac{v^2}{2g} \quad \dots (1) \quad \text{ここで } H : \text{損失水頭(m)} \quad R e : \text{レイノルズ数(-)}$$

$$f : \text{摩擦係数(-)} \quad D : \text{配管内径(m)}$$

$$L/D : \text{等価直管長(-)} \quad v : \text{流速(m/s)}$$

$$R e = \frac{Dv}{\nu} \quad \dots (2) \quad g : \text{重力加速度(m/s}^2\text{)} \quad \nu : \text{動粘性係数(m}^2\text{/s)}$$

$$k : \text{抵抗係数(-)}$$

なお、系統中にはエルボ、バンド等が存在するが、それら配管形状抵抗や弁の抵抗については等価直管長（L/D）にて考慮する。また、レジューサ（拡大／縮小）部や配管出入口部の配管形状による抵抗は、抵抗係数kにて考慮する。各配管要素の等価直管長さの代表例を第2表に、抵抗係数の代表例を第3表に示す。

上式にて算出される配管等の圧損及び取水源－移送先間の静水頭差より、圧損揚程曲線を策定する。

第2表 各配管要素の等価直管長*

配管要素	等価直管長 L/D	備考
90° エルボ	20	
45° エルボ	16	
ティー (ラン)	20	流れの方向が変わらない場合
ティー (ブランチ)	60	流れの方向が変わる場合
仕切弁	13	弁メーカーによる設計値を使用
逆止弁	135	弁メーカーによる設計値を使用

※「FLOW OF FLUIDS THROUGH VALVES, FITTINGS AND PIPE Technical Paper No. 410」
(CRANE CO、1999)

第3表 各配管要素の抵抗係数*

配管要素	抵抗係数 k	備考
配管入口	0.5	形状が平面接続型の場合
配管出口	1.0	
レジューサ (拡大)	$\left(1 - \frac{D_{OUT}^2}{D_{IN}^2}\right)^2$	D _{IN} : 入口配管内径 D _{OUT} : 出口配管内径
レジューサ (縮小)	$0.5 \times \left(1 - \frac{D_{OUT}^2}{D_{IN}^2}\right)$	D _{IN} : 入口配管内径 D _{OUT} : 出口配管内径

※「FLOW OF FLUIDS THROUGH VALVES, FITTINGS AND PIPE Technical Paper No. 410」
(CRANE CO、1999)

4. 基本ケース条件の設定について

基本ケース条件には原則、実態により則した条件を設定する観点から、重大事故等への対応に向け整備された手順に基づき設定するものとし、実施手順数及び系統内ポンプの使用台数については以下の前提を置く。

a. 実施手順数

SFPへの注水・放水に係る全手順の同時実施を想定する。なお各手順の設備構成、水源の容量及び対応要員数の観点より、全手順を同時に実施することは可能である。

b. 各手順における系統内ポンプの使用台数

1手順当たり1台とする。

上記の前提に基づき、各手順における基本ケース条件の流量を設定する。

(1) 燃料取替用水タンクからの注水流量（注水手順①）

注水手順①については、3.1.1.(1)b.に示すとおり、恒設設備を使用し、実測値が無い手順であるため、圧損揚程曲線を策定のうえ流量を評価する。なお、本手順は第1-2図に示すとおり手順⑤と注水ラインを一部共有していることから、同時実施時におけるライン共有部の圧損増加を考慮し評価する。

・ 静水頭差等の条件

第4表に取水源及び移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

第4表 水源と移送先の静水頭差（手順①）

	手順①	備考
取水源 E. L.		タンク100%水位E. L.
移送先 E. L.		SFP戻り配管放出端
静水頭差(移送先E. L. - 取水源E. L.)	-10.53m	—

・ 注水時の系統構成

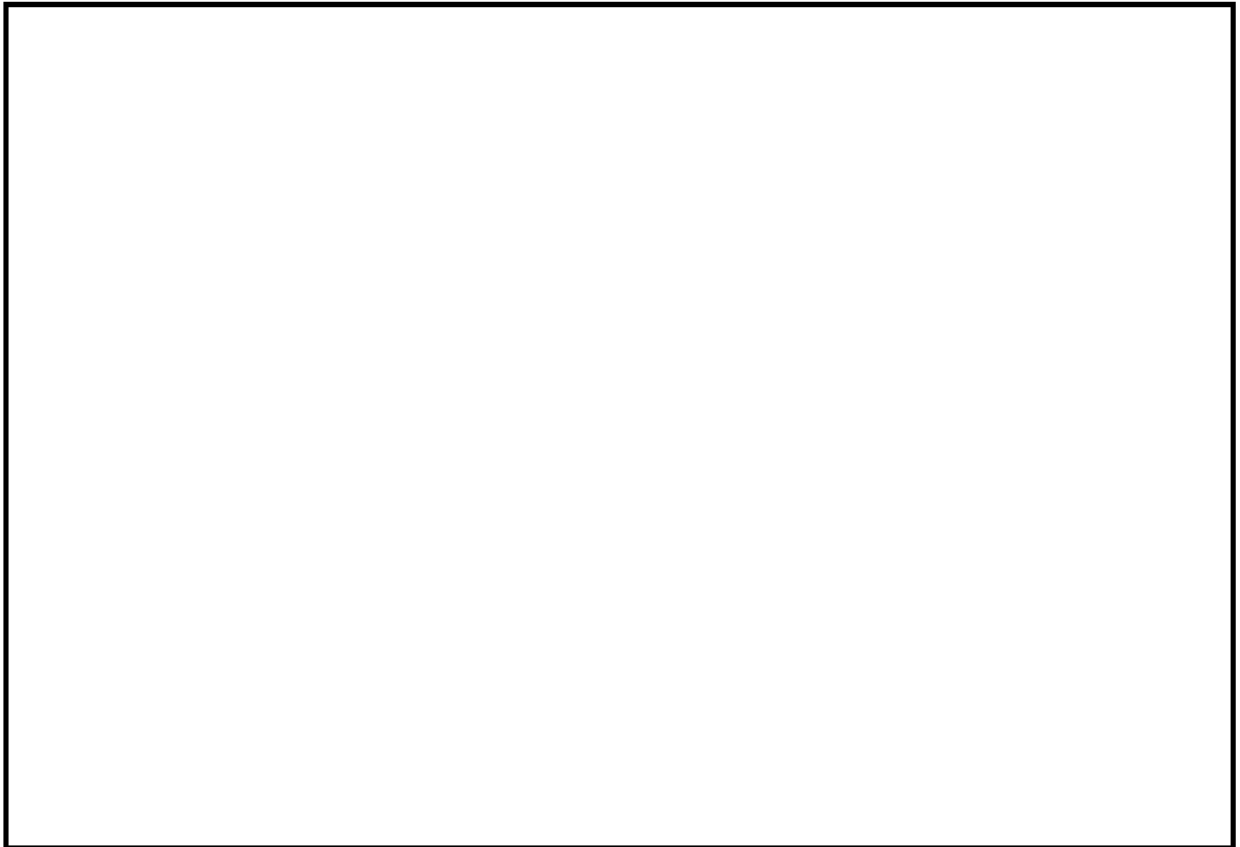
注水時の具体的手順を第3図に、手順に示される対応により構成される系統の概要を第4図に示す。手順では、赤で示す系統上のオリフィスを通して注水されることとなる。オリフィス通水時に発生する圧損は、オリフィス口径と配管内径より算出される断面積比に対し抵抗係数を算出し、ダルシーの式より求める。系統上オリフィスの概要を第5図に、圧損計算に使用した系統情報を第5表に示す。



第3図 燃料取替用水ポンプを用いたSFPへの注水における具体的実施手順
(高浜発電所 事故時操作所則抜粋)



第4図 燃料取替用水ポンプを用いてSFPへ注水する際の系統構成概要



第5図 系統上オリフィスの概要

第5表 系統内配管情報（燃料取替用水ポンプからの注水手順）

配管仕様 [インチ]	2	3	4	8
内径 [mm]				
総配管長さ [m]	1.1	86.0	0.8	14.6
90° エルボ数 [個]	2	29	—	3
45° エルボ数 [個]	—	6	1	—
ティー（ラン） [個]	—	—	—	—
ティー（ブランチ） [個]	—	5	1	—
仕切弁 [個]	—	7	—	1
逆止弁 [個]	—	1	—	—
レデューサ（2×3） [個]	2	—	—	—
レデューサ（3×2） [個]	1	—	—	—
配管入口 [個]	—	1	—	—
配管出口 [個]	—	—	1	—

・評価結果

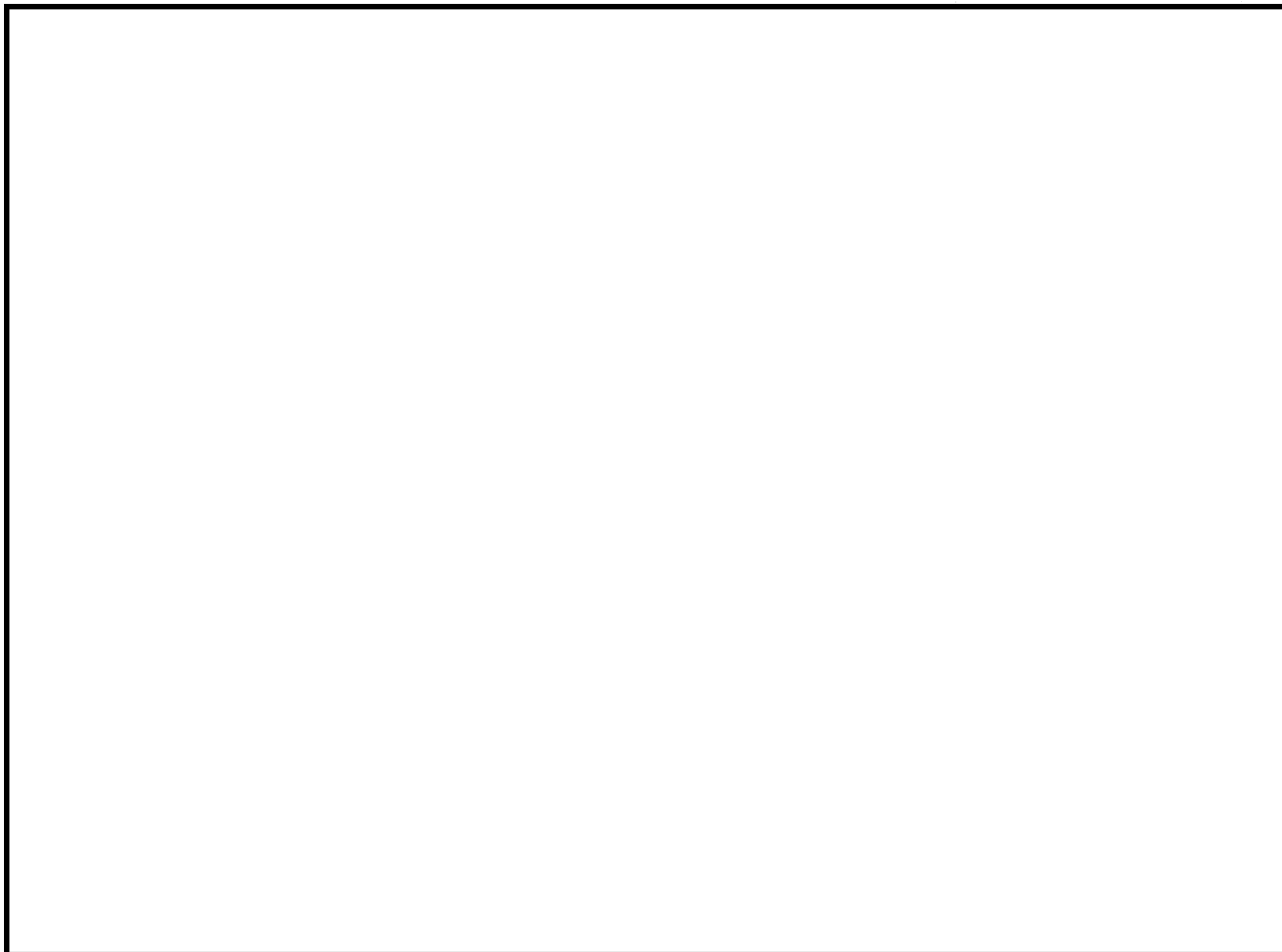
評価結果を第6図に示す。ポンプ揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量は、約21m³/hであり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第6図 手順①におけるポンプ揚程及び性能曲線との関係

(2) 2次系純水タンク（2次系純水ポンプ使用）からの注水流量（注水手順②）

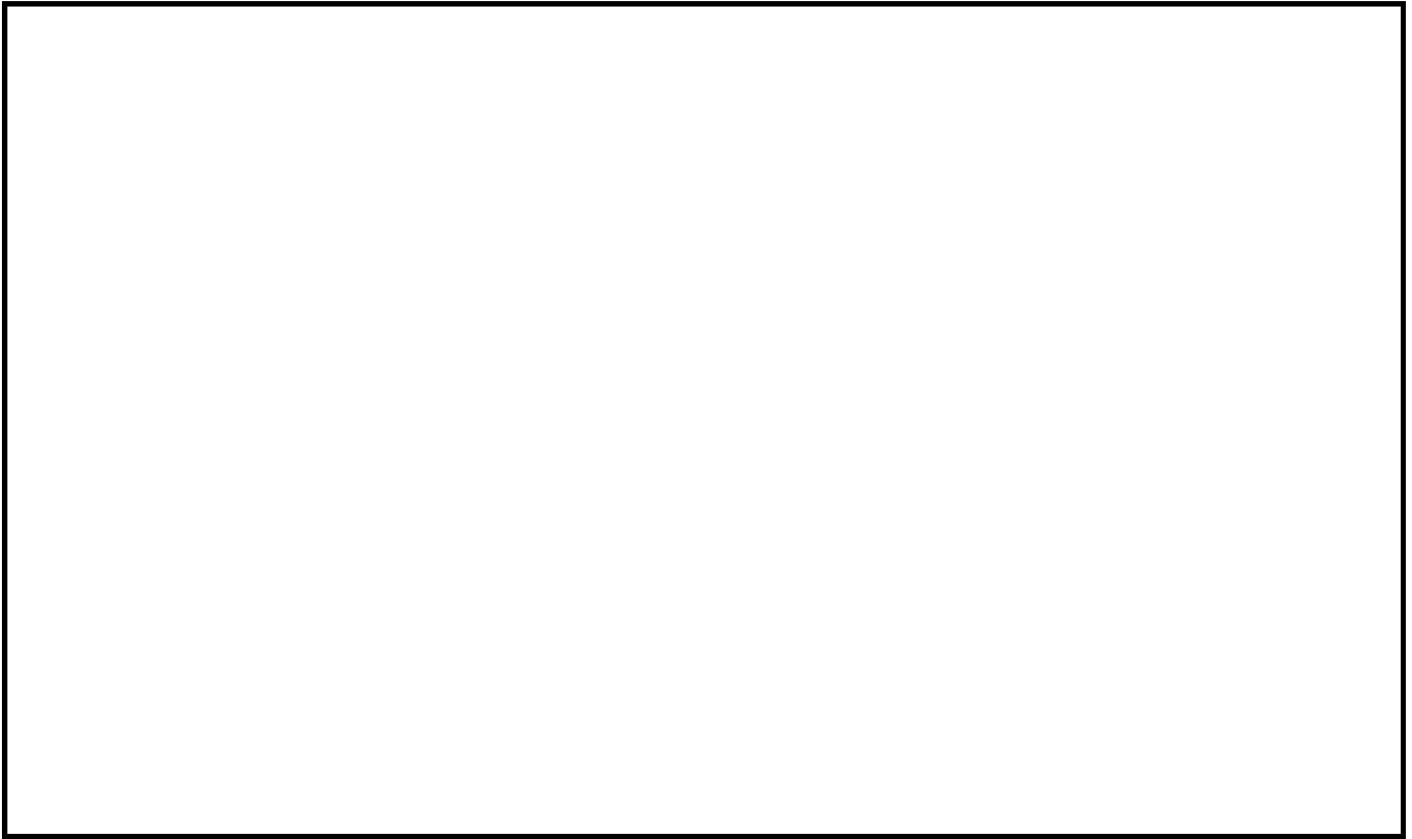
注水手順②については、3.1.1(1)a. に示すとおり恒設設備を使用し、実測値がある手順であるため、実測値を使用する。実測値は第7図に示すとおり、約 $5\text{m}^3/\text{h}$ であり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第7図 2次系純水ポンプ 流量出典（水張ライン使用時の実測値）

(3) 1,2号淡水タンクからの注水流量（注水手順③）

注水手順③については、3.1.1(1)a. に示すとおり恒設設備を使用し、実測値がある手順であるため、実測値を使用する。実測値は第8図に示すとおり、約 $22\text{m}^3/\text{h}$ であり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第8図 消火栓を用いた注水 流量出典

(4) 2次系純水タンク（消防ポンプ使用）からの注水流量（注水手順④）

注水手順④については、3.1.1(2)に示すとおり、可搬型設備を使用する手順であるため、ポンプ揚程曲線を用い系統圧損等を踏まえ評価する。

・評価条件

第6表に取水源及び移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

第6表 水源と移送先の静水頭差（手順④）

	手順④	備考
取水源 E. L.		タンク100%水位E. L.
移送先 E. L.		SFPフロアE. L.
静水頭差(移送先E. L. - 取水源E. L.)	-14.27m	—

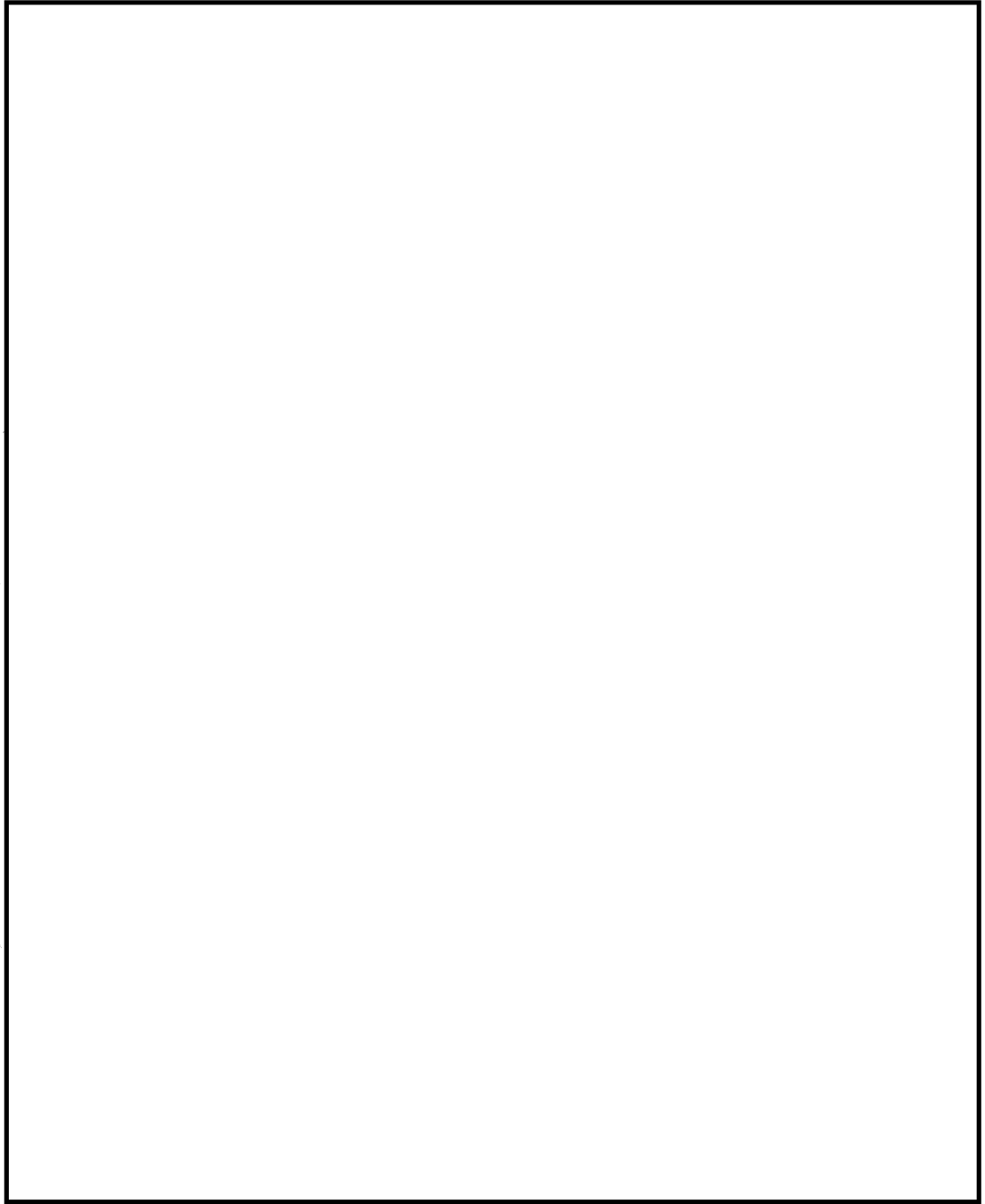
また、圧損計算に使用した系統情報を第7表に示す。なお、ホース敷設長さは、高浜1号及び2号機それぞれへの敷設ルート shortest route（1号機東側シャッターからの敷設ルート）の長さとした。

第7表 系統内配管情報

ホース情報		備考
敷設ホース仕様		—
内径[mm]		当該ホース仕様における省令上の内径上限値
敷設長さ [m]		最短敷設ルートでの敷設長さ

・評価結果

評価結果を第9図に示す。ポンプ揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量は約95m³/hであり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第9図 消防ポンプ 流量出典

(5) 1次系純水タンクからの注水流量（注水手順⑤）

注水手順⑤については、3.1.1(1)b. に示すとおり、恒設設備を使用し、実測値が無い手順であるため、圧損揚程曲線を策定のうえ流量を評価する。なお、本手順は第1-2図に示すとおり手順①と注水ラインを一部共有していることから、同時実施時におけるライン共有部の圧損増加を考慮し評価する。

・ 静水頭差等の条件

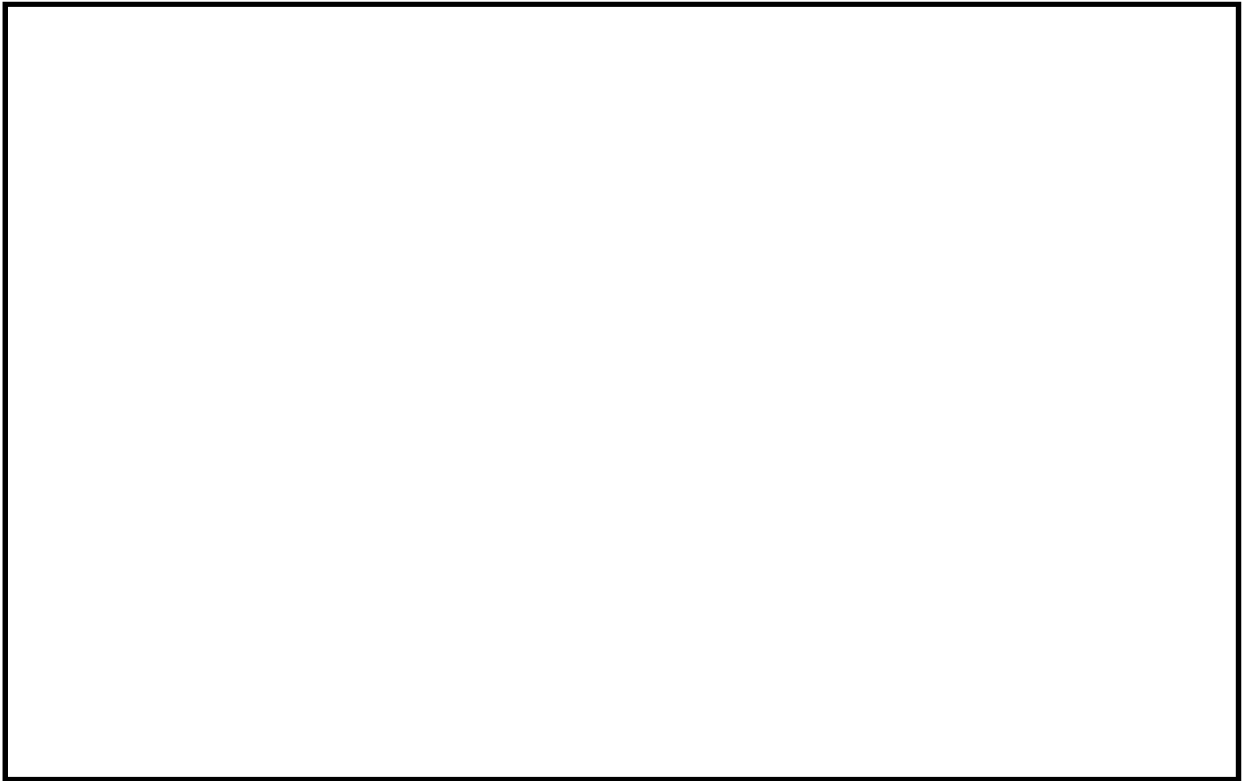
第8表に取水源及び移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

第8表 水源と移送先の静水頭差（手順⑤）

	手順⑤	備考
取水源 E. L.		タンク100%水位E. L.
移送先 E. L.		SFP戻り配管放出端
静水頭差(移送先E. L. - 取水源E. L.)	-0.43m	—

・ 注水時の系統構成

注水時の具体的実施手順を第10図に、手順に示される対応により構成される系統のラインナップを第11図に、圧損計算に使用した系統情報を第9表に示す。



第10図 1次系純水ポンプを用いたSFPへの注水における具体的実施手順



第11図 1次系純水ポンプを用いてSFPへ注水する際の系統構成概要

第9表 系統内配管情報（手順⑤）

配管仕様 [インチ]	2	3	4	8
内径 [mm]				
総配管長さ [m]	33.0	58.7	50.3	14.6
90° エルボ数 [個]	8	19	12	3
45° エルボ数 [個]	—	2	3	—
ティー（ラン） [個]	—	—	—	—
ティー（ブランチ） [個]	3	3	4	—
仕切弁 [個]	1	5	3	1
逆止弁 [個]	1	—	2	—
レデューサ（2×3） [個]	2	—	—	—
レデューサ（2×4） [個]	1	—	—	—
レデューサ（3×2） [個]	2	—	—	—
レデューサ（4×3） [個]	—	2	—	—
配管入口 [個]	—	—	1	—
配管出口 [個]	—	—	1	—

・評価結果

評価結果を第12図に示す。ポンプ揚程曲線と圧損揚程曲線より求まる流量は、約39m³/hであり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第12図 手順⑤におけるポンプ揚程及び性能曲線との関係

(6) 海水（送水車使用）からの注水流量（注水手順⑥）

注水手順⑥については、3.1.1(2)に示すとおり、可搬型設備を使用する手順であるため、ポンプ揚程曲線を用い系統圧損等を踏まえ評価する。

・評価条件

第10表に取水源及び移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

第10表 水源と移送先の静水頭差（注水手順⑥）

	手順⑥	備考
取水源 E. L.		タンク100%水位E. L.
移送先 E. L.		SFPフロアE. L.
静水頭差(移送先E. L. - 取水源E. L.)	28.8m	—

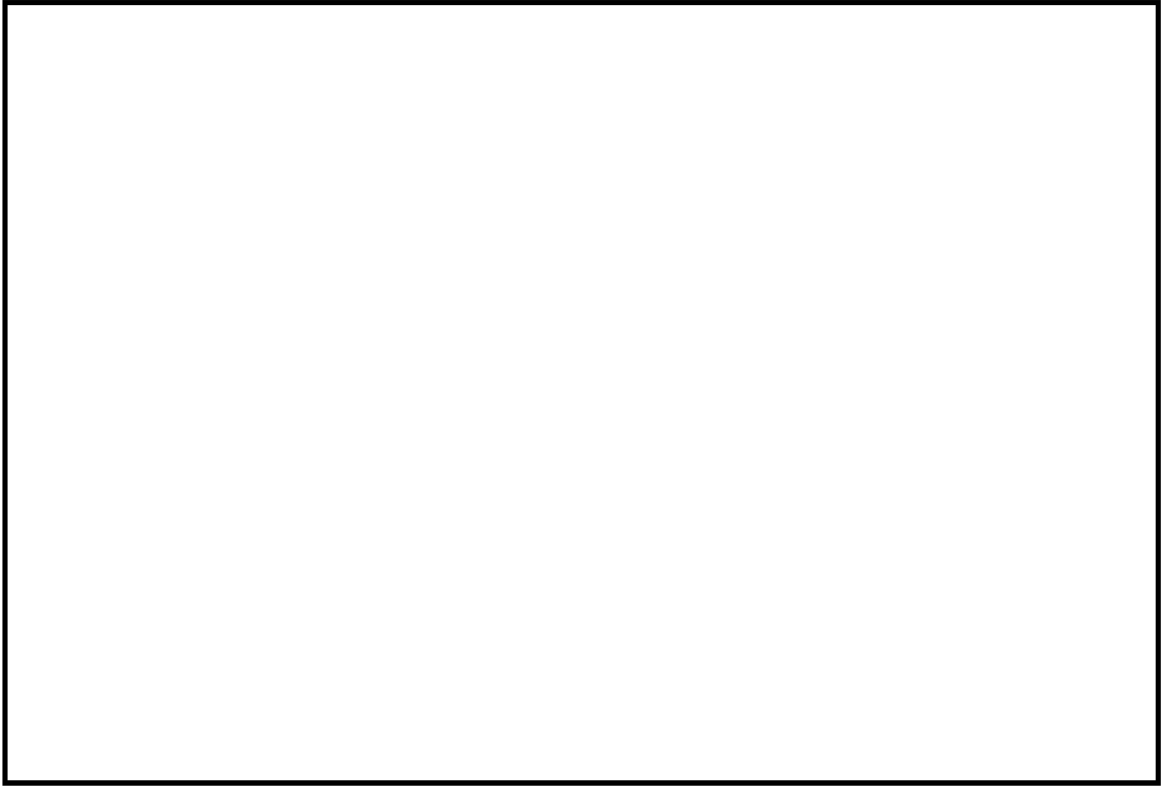
計算に使用した系統情報を第11表に示す。なお、ホース敷設長さは、1号及び2号機それぞれへの敷設ルートの最短ルート（1号機西側シャッターからの敷設ルート）の長さとした。

第11表 系統内配管情報（注水手順⑥）

ホース情報		備考
敷設ホース仕様		—
内径[mm]		当該ホース仕様における省令上の内径上限値
敷設長さ[m]		最短敷設ルートでの敷設長さ

・評価結果

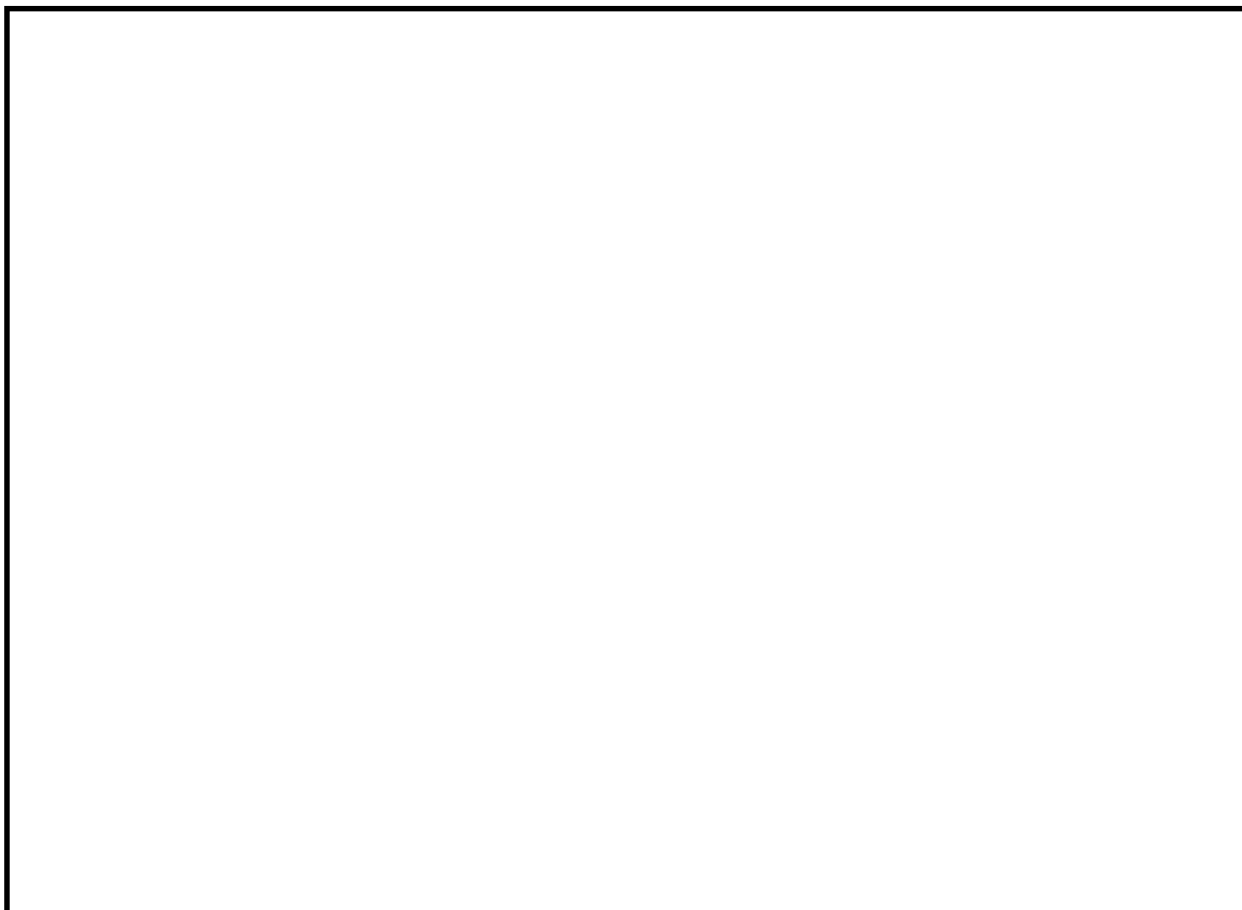
評価結果を第13図に示す。ポンプ揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量は約260m³/hであり、基本ケース条件の設定においては当該流量を使用する。



第13図 送水車 流量出典

(7) 送水車を使用したスプレイヘッドによる放水流量（放水手順①）

放水手順①については、3.1.2(1)に示すとおり、放水設備であるスプレイヘッドの仕様上限値として、第14図に示すとおり約 m³/hとする。



第14図 スプレイヘッドを用いた放水手順の流量

(8) 大容量ポンプ（放水砲用）を使用した放水砲による放水流量（放水手順②）

放水手順②については、3.1.2(2)に示すとおり、配備されている大容量ポンプ（放水砲用）の型式及び設備構成を踏まえ設定する。なお、大容量ポンプ（放水砲用）にはポンプ入口まで海水を送水する水中ポンプが備わっており、水中ポンプは油圧駆動でポンプインペラを回転させ水を吐出する構造となっている。流量増加の際はインペラへ油圧をかけることになるが、大容量ポンプ（放水砲用）の揚程曲線上の最大送水量において作動油圧上限値に達し、当該上限値以上の油圧が水中ポンプにかかることがない機構となっているため、大容量ポンプ（放水砲用）の流量が当該上限値以上となることはない。

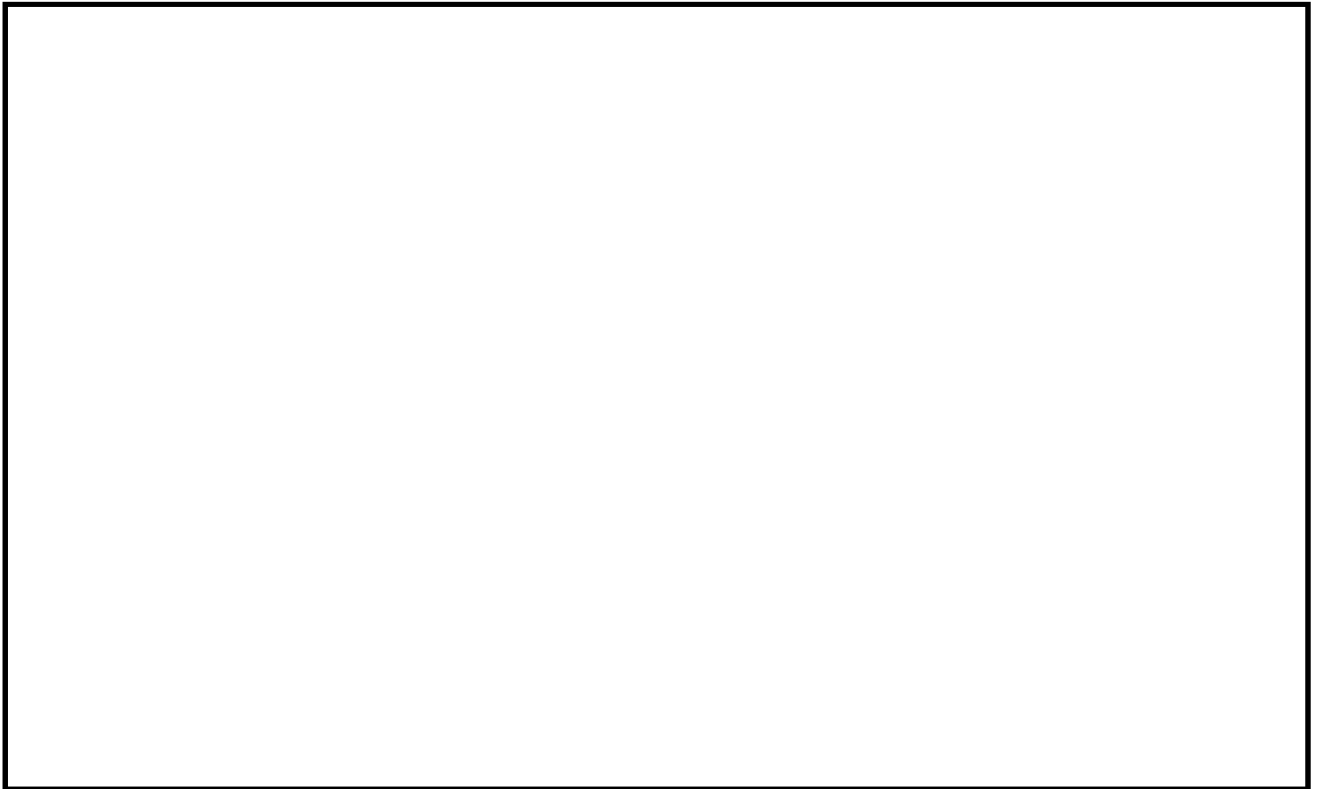
具体的には、高浜発電所に配備されている大容量ポンプ（放水砲用）の型式はそれぞれ第12表に示す3種類があり、各型式の流量送水量は第15-1図～第15-3図に示すとおりそれぞれ m³/h（型式：HS900）、 m³/h（型式：HS900N）、 m³/h（型式：HS1200）である。これらを直列に2台接続する場合の最大送水量は m³/h（HS900及びHS1200を用いる場合に送水量が最大となる。送水量は、ポンプを2台直列に接続する運用であることから容量の低い方のポンプと同値になる。）となることから、放水砲からの流量は m³/h を2等分した m³/hとなる。

第12表 高浜1・2号機に配備している大容量ポンプ（放水砲用）の型式

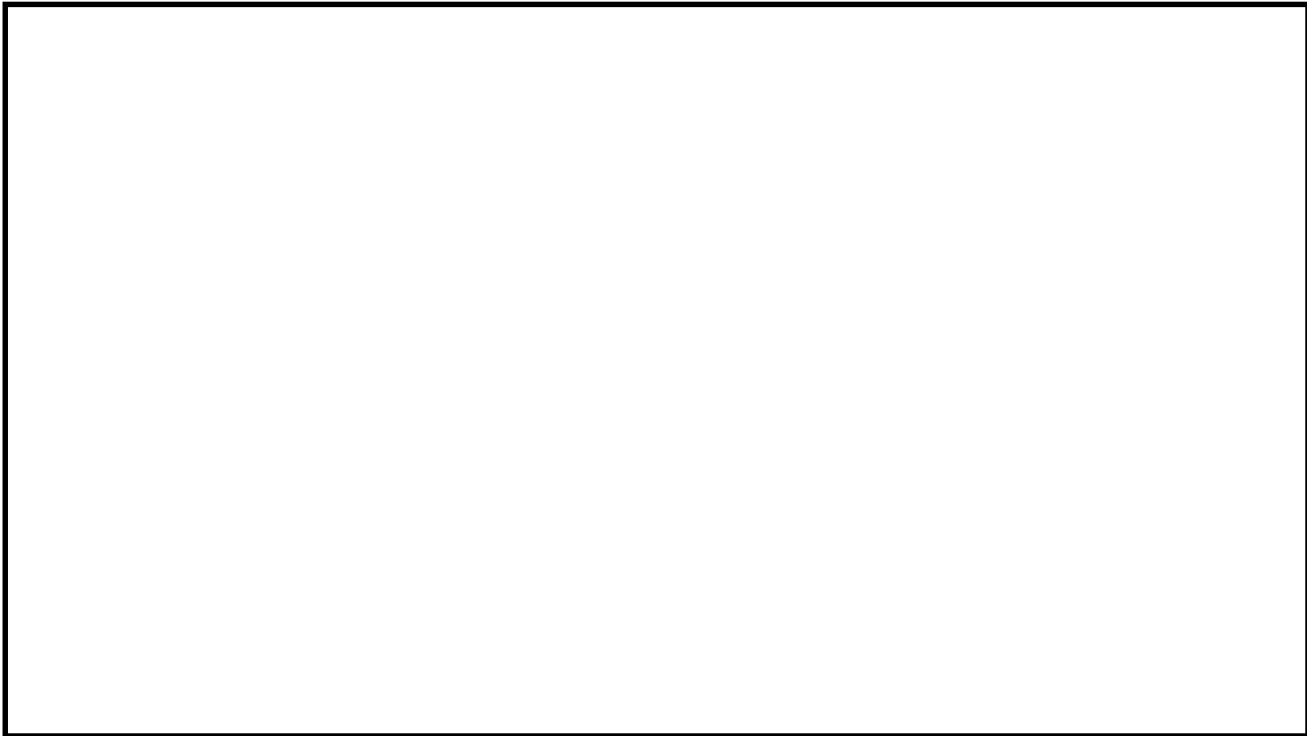
型式	HS900 (1, 2号機共用)	HS900N (1, 2号機共用)	HS1200 (共用予備)
既工事計画記載値	<input type="text"/> m ³ /h以上		



第15-1図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900）



第15-2図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900N）



第15-3図 大容量ポンプ（放水砲用）流量出典（HS1200）

5. 不確かさを考慮した条件の設定について

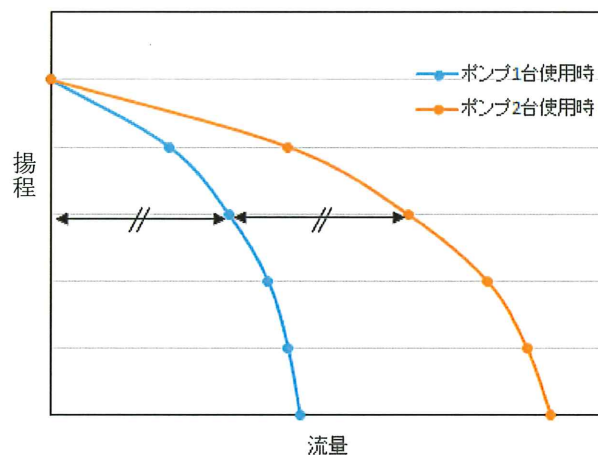
不確かさを考慮した条件の設定に際しては、重大事故等への対応に向け整備された手順に示される具体的記載事項を踏まえ、以下の考え方に基づき設定する。

a. 実施手順数

基本ケース条件と同様にSFPへの注水・放水に係る全手順の同時実施を想定する。

b. 各手順における系統内ポンプの使用台数

系統内ポンプの使用台数は、手順上からは1台と読み取れるが、運転ポンプを切替える場合には一時的に複数台分の流量が吐出される可能性があることから、不確かさとして系統内に設置されるポンプが全数起動することを考慮する。なお、ポンプの複数台起動を想定するに当たり、ポンプの設計揚程曲線は第16図に示すとおり、ポンプ1台時の設計揚程曲線の流量にポンプ台数を乗じて求められる曲線を使用する。また、ポンプ1台での通水時の実測値がある手順については、流量増加に伴う配管圧損増加の影響を無視する保守的な設定として、ポンプ1台での通水実績（基本ケース条件）にポンプの系統内設置台数を乗じることで算出する。



第16図 ポンプ複数台使用時の揚程曲線設定（2台使用時の概要）

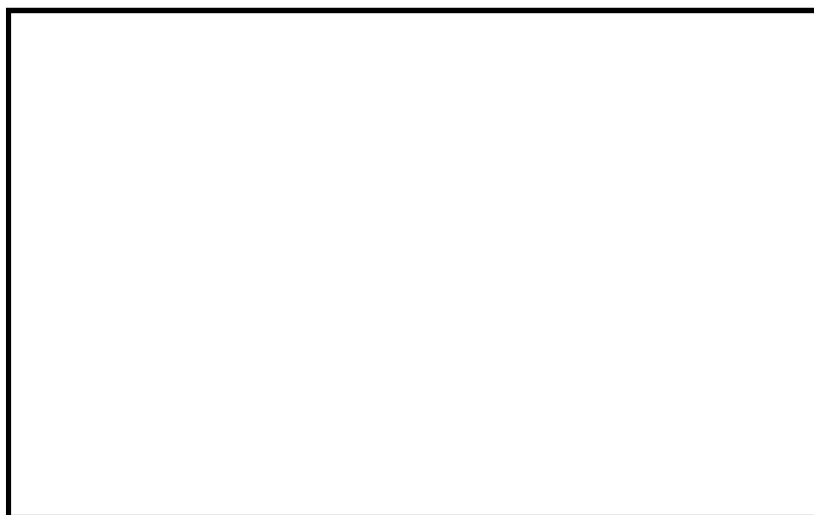
上記の前提及び3. 1に示す具体的考え方に基づき、各手順における流量の不確かさを考慮した条件を設定する。なお、基本ケース条件からの変更点は、使用するポンプ台数の増加であり、系統圧損の評価手法及び水源－SFPの水頭差は変わらないことから、以降では①での系統構成及び各手順での評価結果のみを示す。

(1) 燃料取替用水タンク及び1次系純水タンクからの注水流量（注水手順①及び手順⑤）

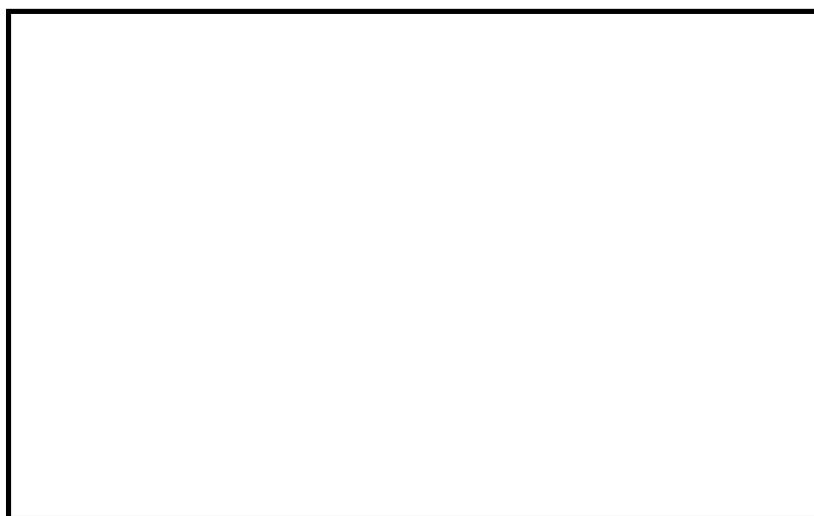
評価する手順①での系統概要を第17図に、ポンプの起動台数を全数とした評価結果を第18-1及び第18-2図に示す。ポンプの揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量は、手順①で約 $21\text{m}^3/\text{h}$ 、手順⑤で約 $42\text{m}^3/\text{h}$ であり、不確かさを考慮した条件の設定においては当該流量を使用する。



第17図 手順①における不確かさを考慮した流量を計算する際の系統構成概要



第18-1図 手順①におけるポンプ揚程及び性能曲線との関係



第18-2図 手順⑤におけるポンプ揚程及び性能曲線との関係

(2) 2次系純水タンク（2次系純水ポンプ使用）からの注水流量（注水手順②）

3.1.1(1)a. に示すとおり恒設設備を使用し、実測値がある手順であるため、基本ケース条件にポンプ台数を乗じた値として $5\text{m}^3/\text{h} \times 3\text{台} = 15\text{m}^3/\text{h}$ を、不確かさを考慮した条件として使用する。

(3) 1,2号淡水タンクからの注水流量（注水手順③）

3.1.1(1)a. に示すとおり恒設設備を使用し、実測値がある手順であるため、基本ケース条件にポンプ台数を乗じることとし、さらに接続消火栓の数（3箇所）も乗じた値として、 $22\text{m}^3/\text{h} \times 2\text{台} \times 3\text{箇所} = 132\text{m}^3/\text{h}$ を、不確かさを考慮した条件として使用する。

(4) 2次系純水タンク（消防ポンプ使用）からの注水流量（注水手順④）

ポンプの系統内設置台数は基本ケース条件と同じであることから、不確かさを考慮した条件は基本ケース条件と同じ $95\text{m}^3/\text{h}$ を使用する。

(5) 海水（送水車使用）からの注水流量（注水手順⑥）

ポンプの系統内設置台数は基本ケース条件と同じであることから、不確かさを考慮した条件は基本ケース条件と同じ $260\text{m}^3/\text{h}$ を使用する。

(6) 送水車を使用したスプレイヘッドによる放水流量（放水手順①）

ポンプの系統内設置台数は基本ケース条件と同じであることから、不確かさを考慮した条件は基本ケース条件と同じ $\square\text{m}^3/\text{h}$ を使用する。

(7) 大容量ポンプ（放水砲用）を使用した放水砲による放水流量（放水手順②）

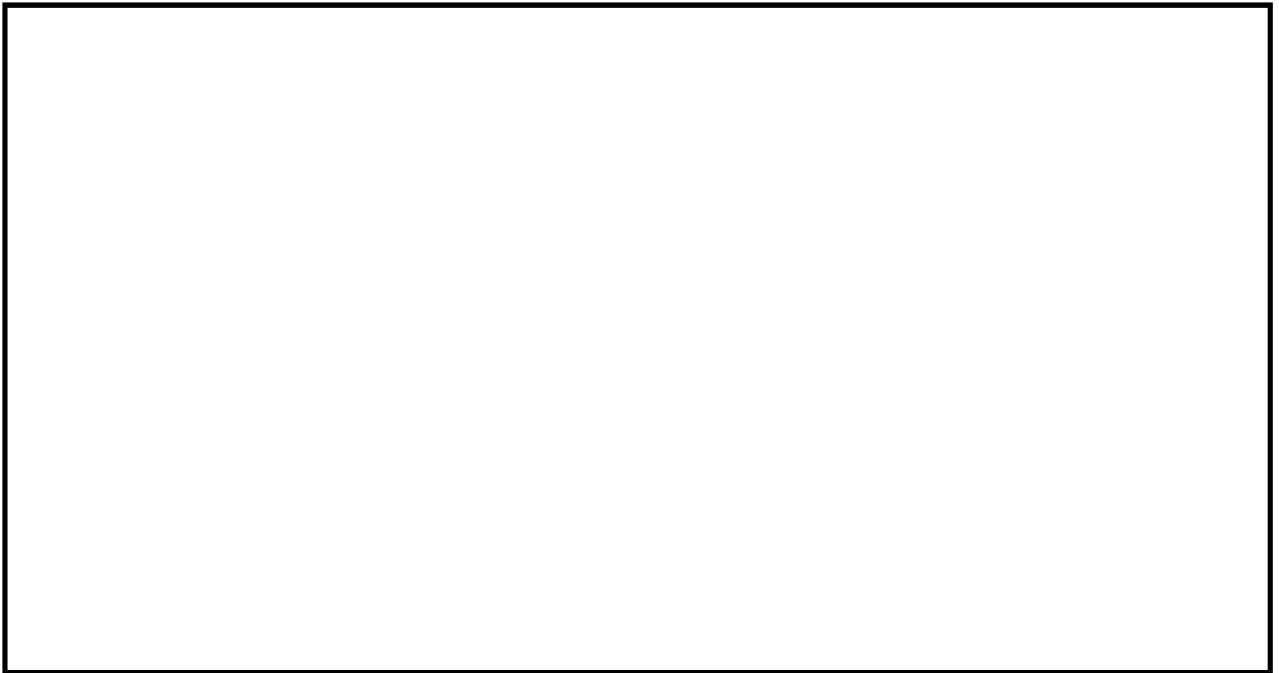
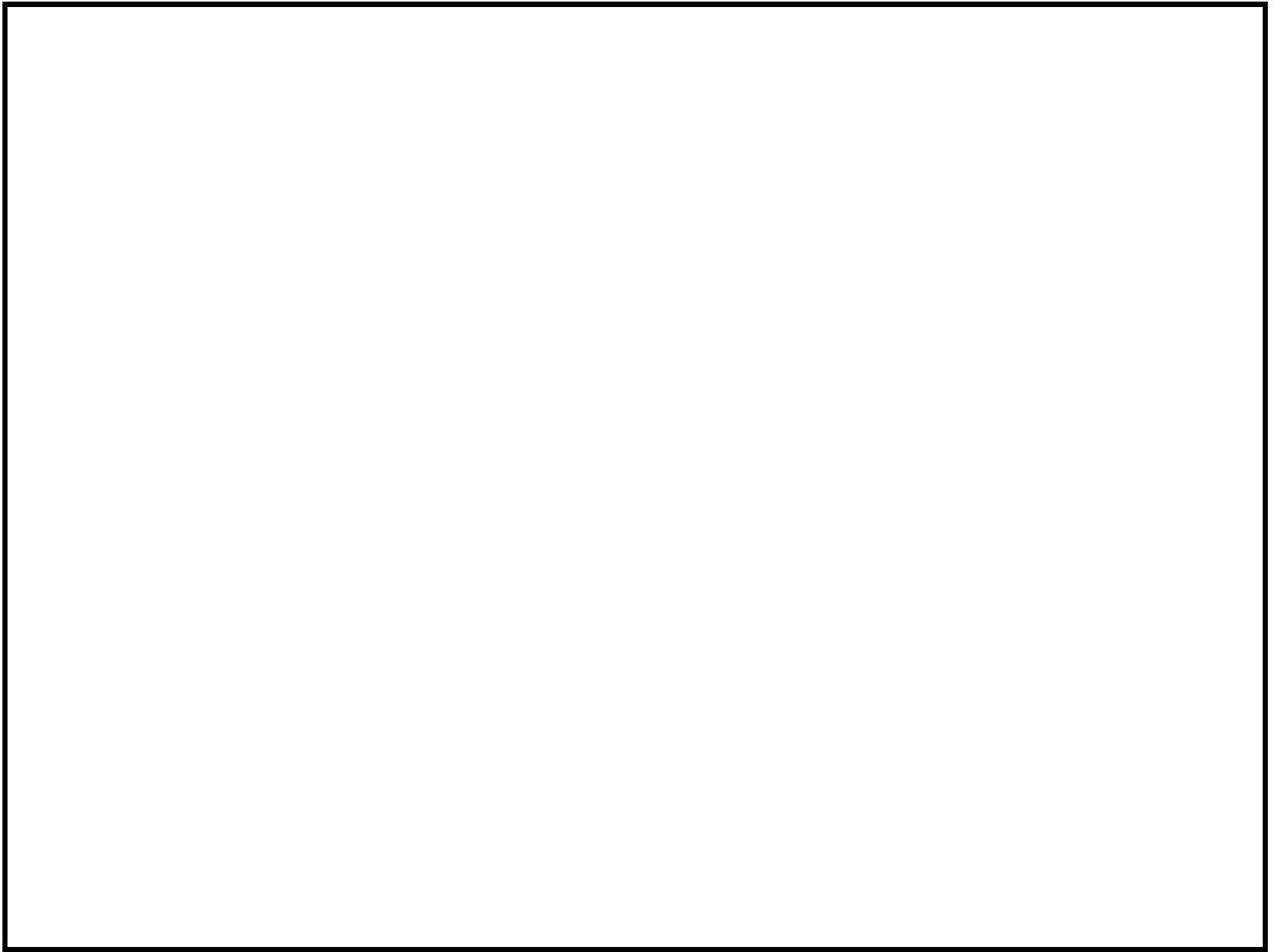
ポンプの系統内設置台数は基本ケース条件と同じであることから、不確かさを考慮した条件は基本ケース条件と同じ $\square\text{m}^3/\text{h}$ を使用する。

6. 系統に複数台設置されるポンプの起動台数の考え方について

流量の基本ケース条件の設定に当たっては、原則最確値を設定する観点から、1手順につき1台の起動を想定している。手順によっては系統内に複数台のポンプが設置されているものがあるが、それらは事故時の対応に多重性を持たせるため、あるいは点検や故障等のため使用できない場合におけるバックアップの位置づけである。また、第19図に実際の事故時に使用する手順書の例を示すが、注水ラインの形成に当たっては片側ラインずつ形成する前提としていることも読み取れることから、1手順につき1台の起動を想定することは妥当と判断している。

一方で、不確かさを考慮した条件の設定に当たっては、運転ポンプを切替える場合に一時的に複数台分の流量が吐出される可能性を考慮し、ポンプを全数起動することを想定した値を設定する。

なお、仮に全数を起動させたとしても系統圧力等の観点から設備に悪影響を与えることはない。



第19図 事故時の対応（抜粋）

7. 全手順同時実施の成立性確認

流量条件の設定に当たっては、重大事故等への対応に向け整備した全手順が同時に実施されることを想定しているが、各手順で使用する水源の容量や手順実施に必要なとなる人員の数及び手順ごとの所要時間を踏まえ、全手順同時実施の成立性を確認した。なお、本項では不確かさを考慮した流量での成立性を確認し、そうすることで基本ケース条件での同時実施成立性の確認を兼ねる。

海水以外を水源とする手順における水源の容量を第13表に示す。また、SFPからの大量の水の漏えい発生時における対応フロー及び手順の有効性確認において使用されている各手順の所要時間を踏まえ、各手順を順に実施した場合の想定タイムチャートを第20図に示す。不確かさを考慮した流量で各水源を使用したとしても、放水砲による放水を実施するまで連続で水を補給することが可能である。また、より人員が必要となる放水砲による放水手順を、他手順を実施したのちに実施する想定としており、要員数の観点からも想定タイムチャートは成立しうるものである。

よって、不確かさを考慮した流量による全手順の同時実施は、要員や水源容量を踏まえても成立しうる。

第13表 使用済燃料ピットへの水補給において使用する水源の容量について

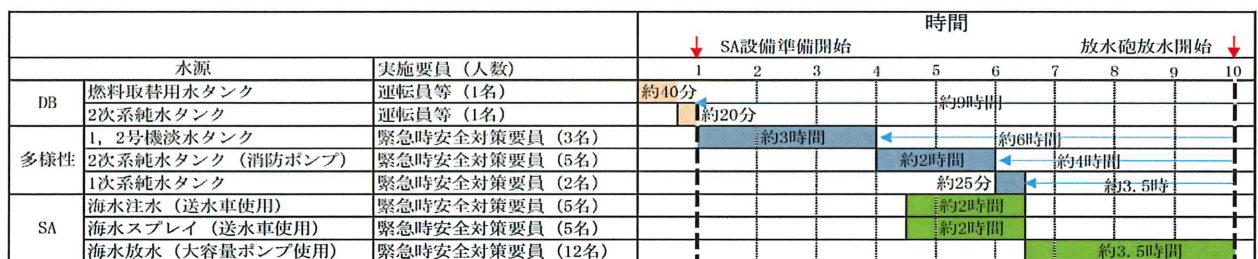
水源	容量 (補給可能水量)	不確かさを考慮した流量 での連続補給可能時間 ^{※3}	補給開始から放水砲による放水 までの時間 (第20図より)
燃料取替用水タンク	1, 325m ³ ^{※1}	約63時間	約9時間
2次系純水タンク	2, 700m ³ ^{※2}	約25時間 ^{※4}	約4時間
1, 2号機淡水タンク	15, 600m ³ (3, 120m ³ ^{※2} ×5基)	約118時間	約6時間
1次系純水タンク	510m ³ ^{※2}	約12時間	約3.5時間

※1:保安規定値。

※2:有効水量として評価した値。

※3:容量をSFP内に全量補給可能な水量として計算した値。

※4:2次系純水ポンプ及び消防ポンプ使用手順の流量合計を使用し計算した値。



第20図 全手順同時実施を想定したタイムチャート

8. まとめ

高浜1号機の未臨界性評価条件となるSFPへの流入流量について、各手順の系統構成及び設備配備台数等を踏まえ、基本ケース条件及び不確かさを考慮した条件を評価した。3.で示した流量設定の考え方にに基づき、4.及び5.で求めた各手順の流量評価結果を第14-1,2表に纏める。

未臨界性評価における流量の基本ケース条件及び不確かさを考慮した条件は、注水・放水手順の流量合計値として、それぞれ m³/h、 m³/hとなる。

第14-1表 SFPへの注水手順の流量評価結果一覧

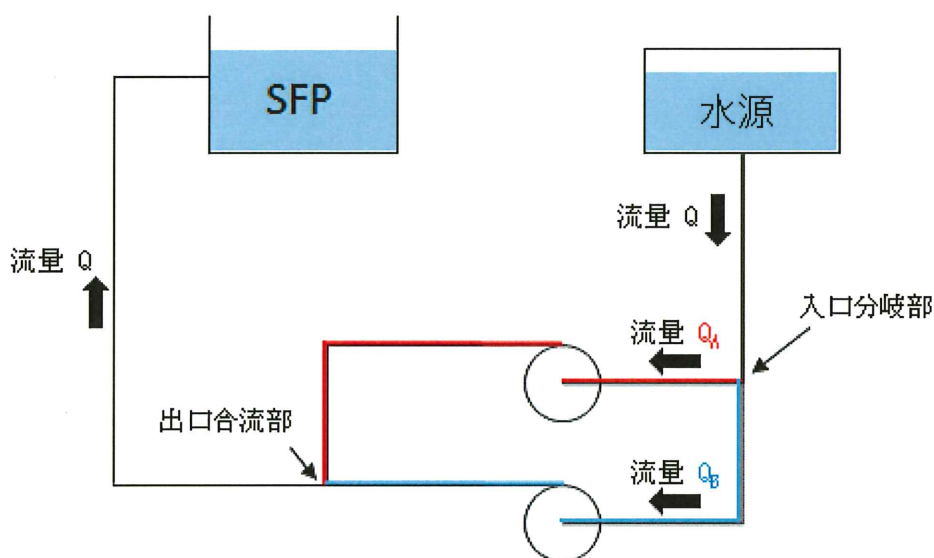
注水手順(ポンプ)	基本ケース流量	不確かさを考慮した流量	根拠
①燃料取替用水タンク(燃料取替用水ポンプ)	21m ³ /h	21m ³ /h	ポンプ揚程曲線
②2次系純水タンク(2次系純水ポンプ)	5m ³ /h	15m ³ /h	実測値
③1,2号淡水タンク(消火ポンプ-消火栓)	22m ³ /h	132m ³ /h	実測値
④2次系純水タンク(消防ポンプ)	95m ³ /h	95m ³ /h	ポンプ揚程曲線
⑤1次系純水タンク(1次系純水ポンプ)	39m ³ /h	42m ³ /h	ポンプ揚程曲線
⑥海水(送水車)	260m ³ /h	260m ³ /h	ポンプ揚程曲線
合計	442m ³ /h	565m ³ /h	—

第14-2表 SFPへの放水手順の流量評価結果一覧

放水手順	基本ケース流量	不確かさを考慮した流量	根拠
①送水車によるスプレイ	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	スプレイヘッドの仕様上限
②大容量ポンプ(放水砲用)による放水	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	大容量ポンプ(放水砲用)の仕様上限
合計	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	—

(参考1) 系統圧損を考慮した流量算出方法に関する補足説明

今回未臨界性評価の流量条件を設定するに当たり、基本ケースの流量については系統内ポンプ1台を起動した場合の流量とし、不確かさを考慮した流量については系統内ポンプの全数を起動した場合の流量としている。系統内に複数台のポンプが設置される場合の系統概要を図1に示すが、ポンプ入口分岐部からポンプ出口合流部までの各ポンプの配管長さ等が異なる場合、これらの違いを踏まえ流量が保守的に算出される手法で評価している。以下に、複数台ポンプ起動時の流量算出方法に関して補足する。



(配管抵抗はA系 > B系 とする。)

図1 ポンプが複数台設置される系統の概要

【ポンプ1台起動の場合の流量】

ポンプ起動台数を1台とする基本ケースの流量を求める際は、各ラインの等価直管長を算出したうえで、流量が大きくなるように、配管抵抗（等価配管長、配管径及び流量により求まる）が小さいラインでの流量を算出している。例えば図1において配管抵抗がA系 > B系の場合、ポンプ1台起動時の圧損揚程曲線は図2のようになり、より多くの流量が流れる Q_B を用いることとしている。

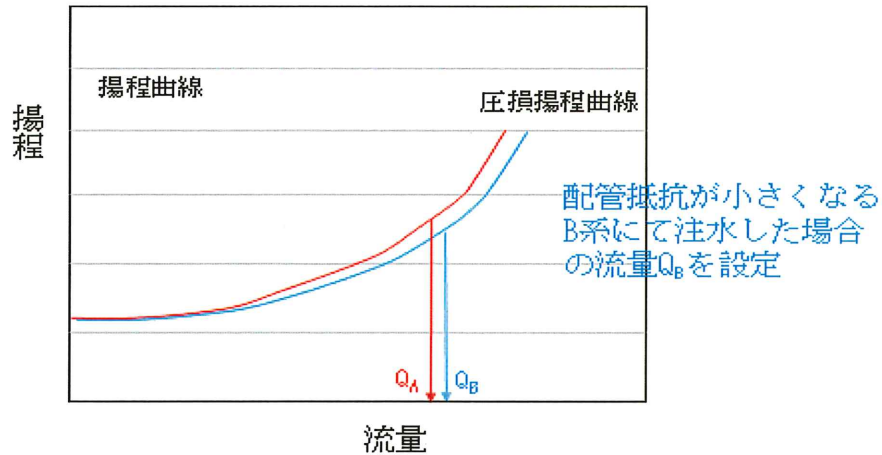


図2 基本ケースの流量（ポンプ起動台数は1台）の算出手法概要

【ポンプの複数台起動を想定した流量】

ポンプ起動台数を全数とする、不確かさを考慮した流量を求める際は、ポンプ入口分岐部からポンプ出口合流部までの長さを、配管抵抗が小さい方のラインにそろえる仮定としている。また、上述の仮定を置くことに伴い、ポンプ揚程曲線として、ポンプ1台時の設計揚程曲線の流量にポンプ台数を乗じて求められる曲線を使用することとした（これにより、図1に示す系統において2台のポンプを同時に起動した場合の流量 Q は、 $Q=2Q_A=2Q_B$ となる）。

不確かさを考慮した流量の評価概要を図3に示す。ポンプ1台時の揚程曲線の流量にポンプ台数を乗じて求めた揚程曲線と、系統圧損との交点 Q' を用いることとした。なお、実際の両ライン配管抵抗の合計値は、等価配管長等の差分の分だけ大きくなるどころ、両ライン共に配管抵抗が小さい側であると仮定する本手法は、配管抵抗を小さく見積もる、すなわち流量を大きくする設定となっている。

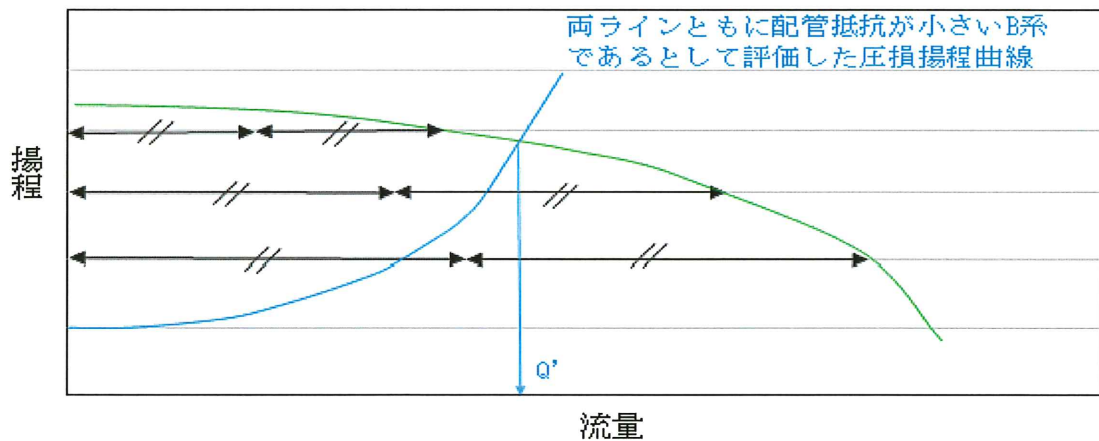


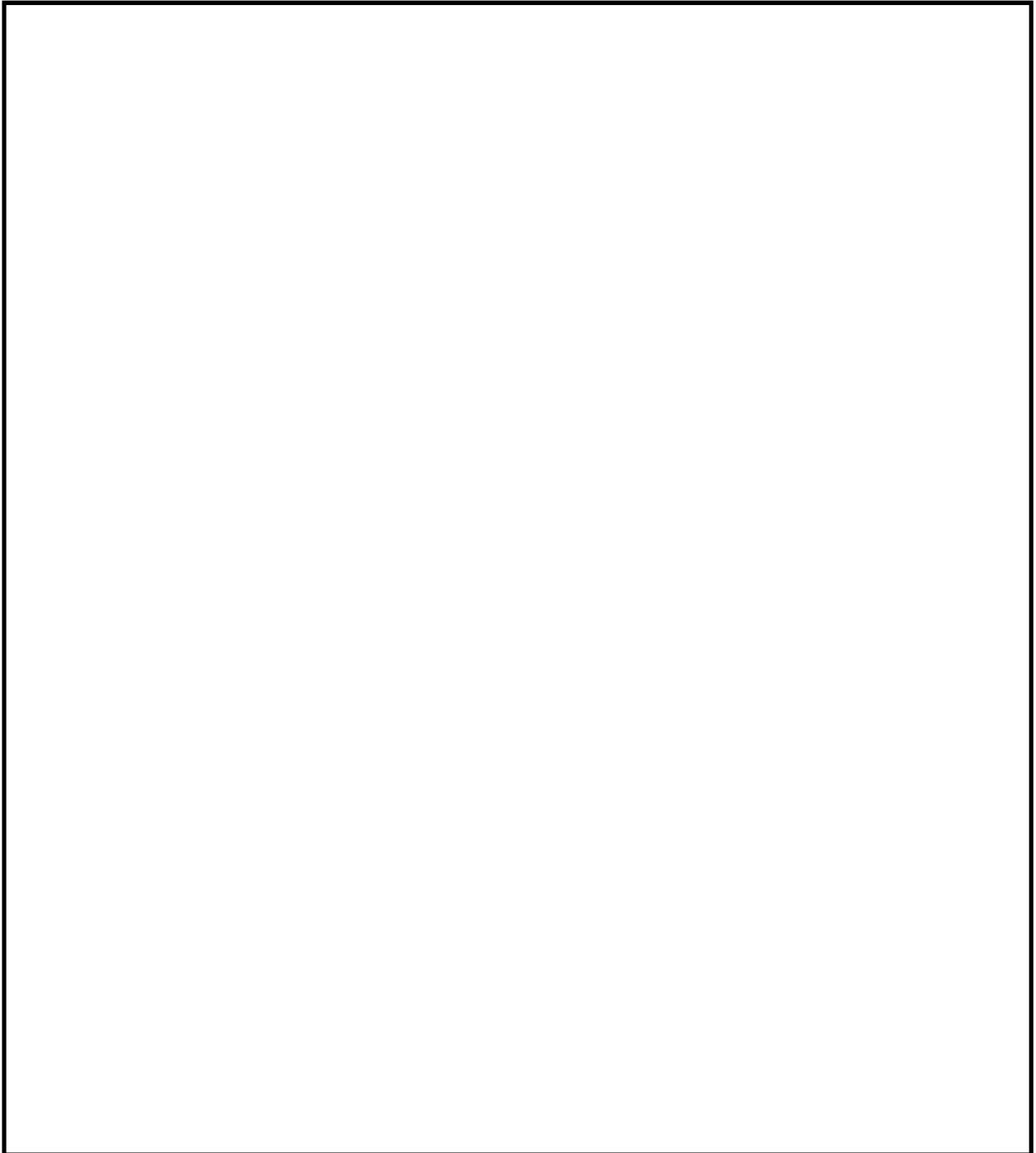
図3 不確かさを考慮した流量（ポンプ起動台数は全数）の算出手法概要

なお、上述のとおり、入口分岐部から各ポンプ入口まで、及びポンプ出口から出口合流部までの配管長さ等が異なる場合があることを踏まえた保守的な流量算出方法を採用しているが、実際には各ポンプは近接した箇所に配置されており、A系及びB系の等価配管長にほとんど差はなく、それに起因する圧損差は、水源からSFPまでの全揚程に対して小さい。

よって、今回の手法を用い算出した結果は、各系列の配管長さ等を正確に考慮した場合の流量算出結果をよく近似できていると言える。

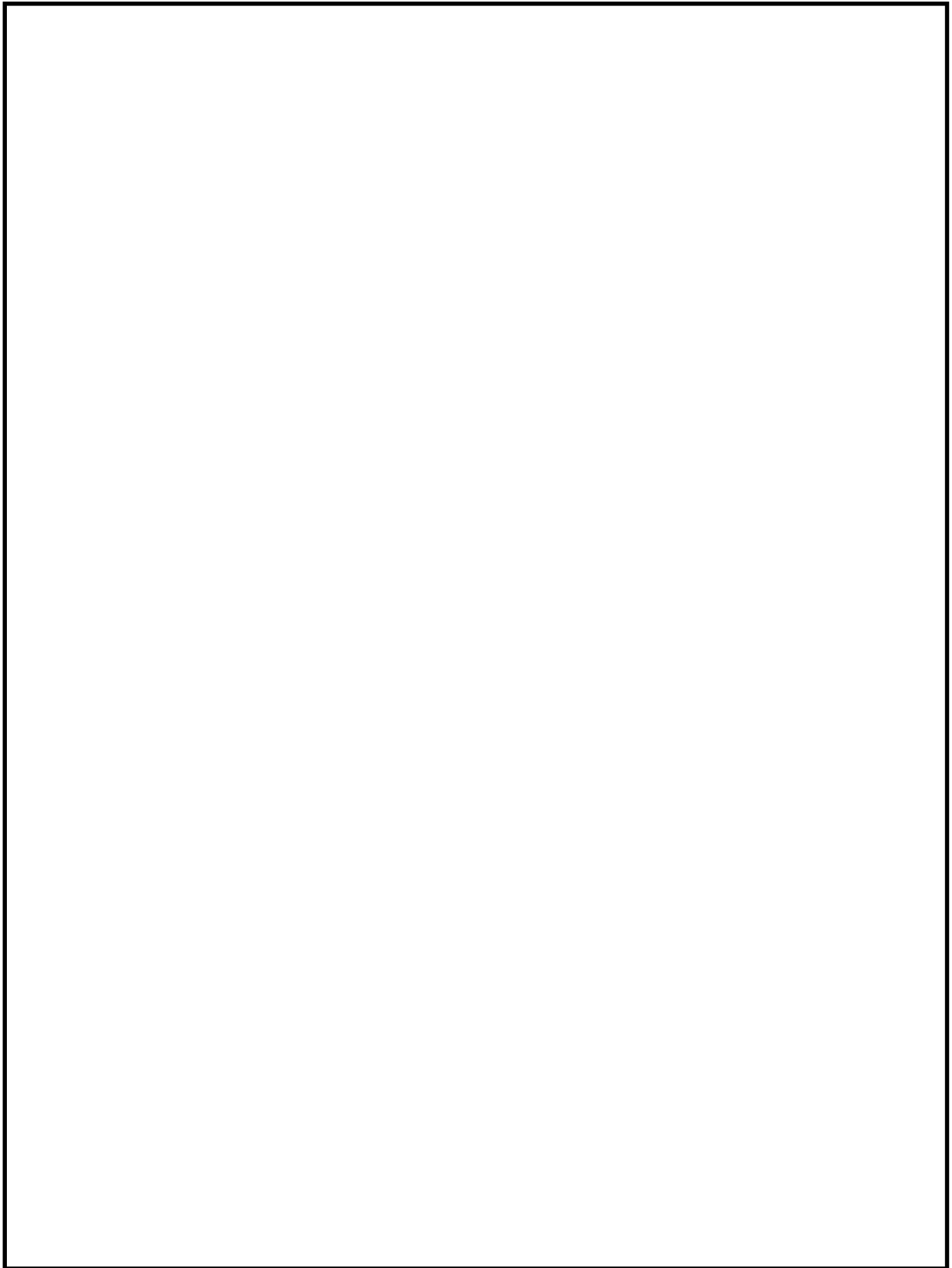
(参考2) 実測値があるSFPへの注水手順を整備した社内標準 (抜粋)

【2次系純水タンク (2次系純水ポンプ使用) からの注水 (注水手順②)】

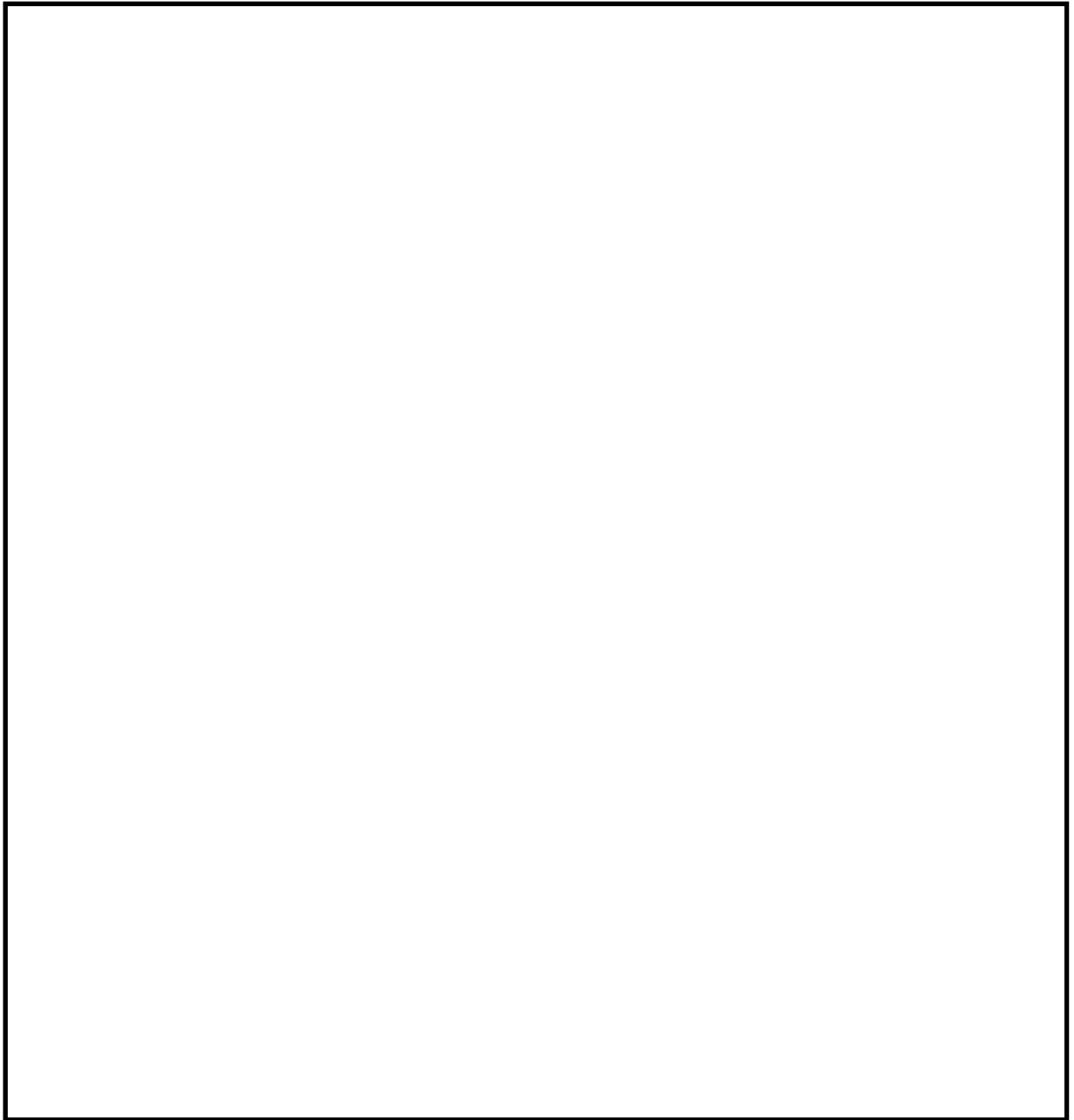


高浜発電所 事故時操作所則 (抜粋)

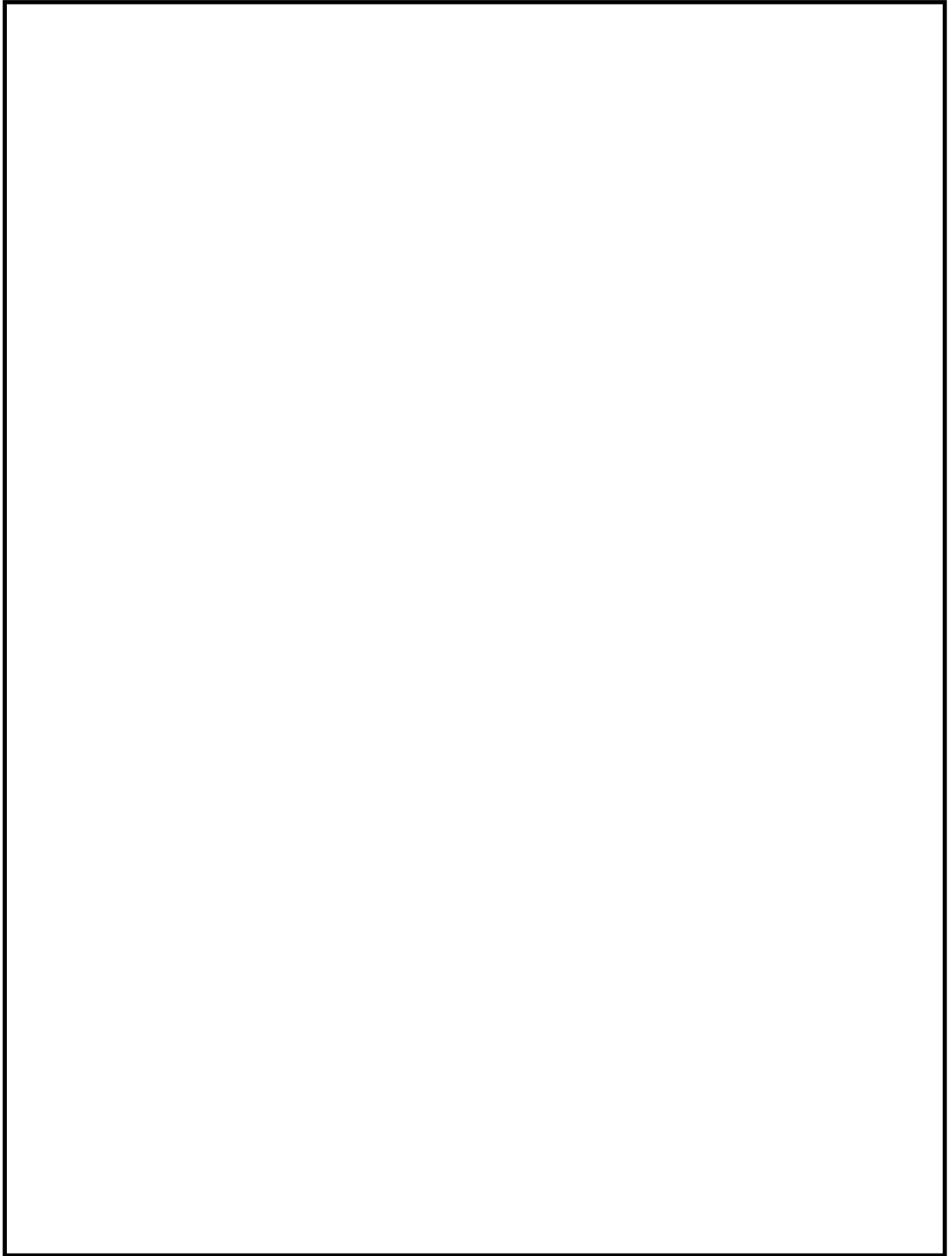
【1,2号淡水タンクからの注水（注水手順③）】



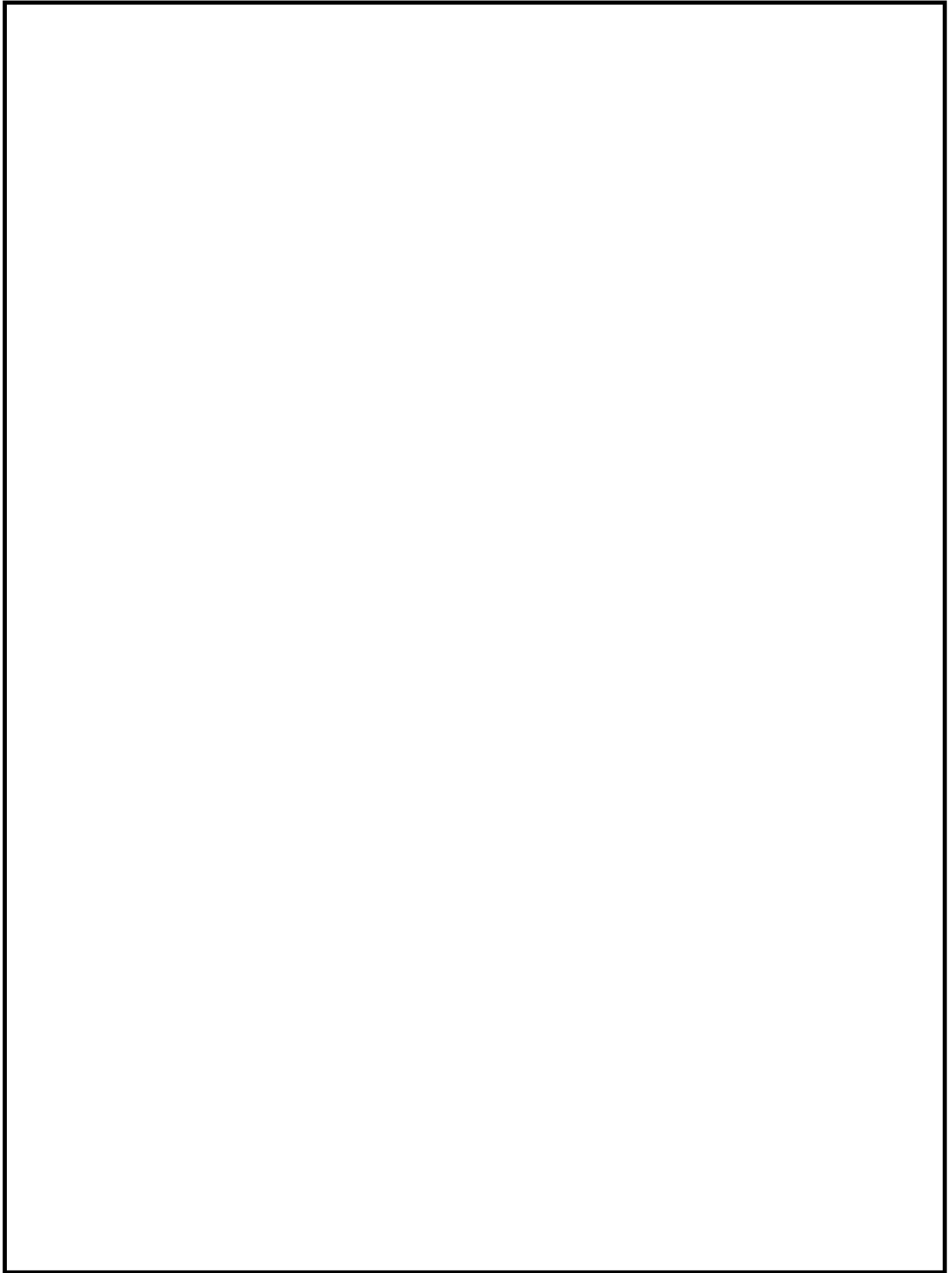
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

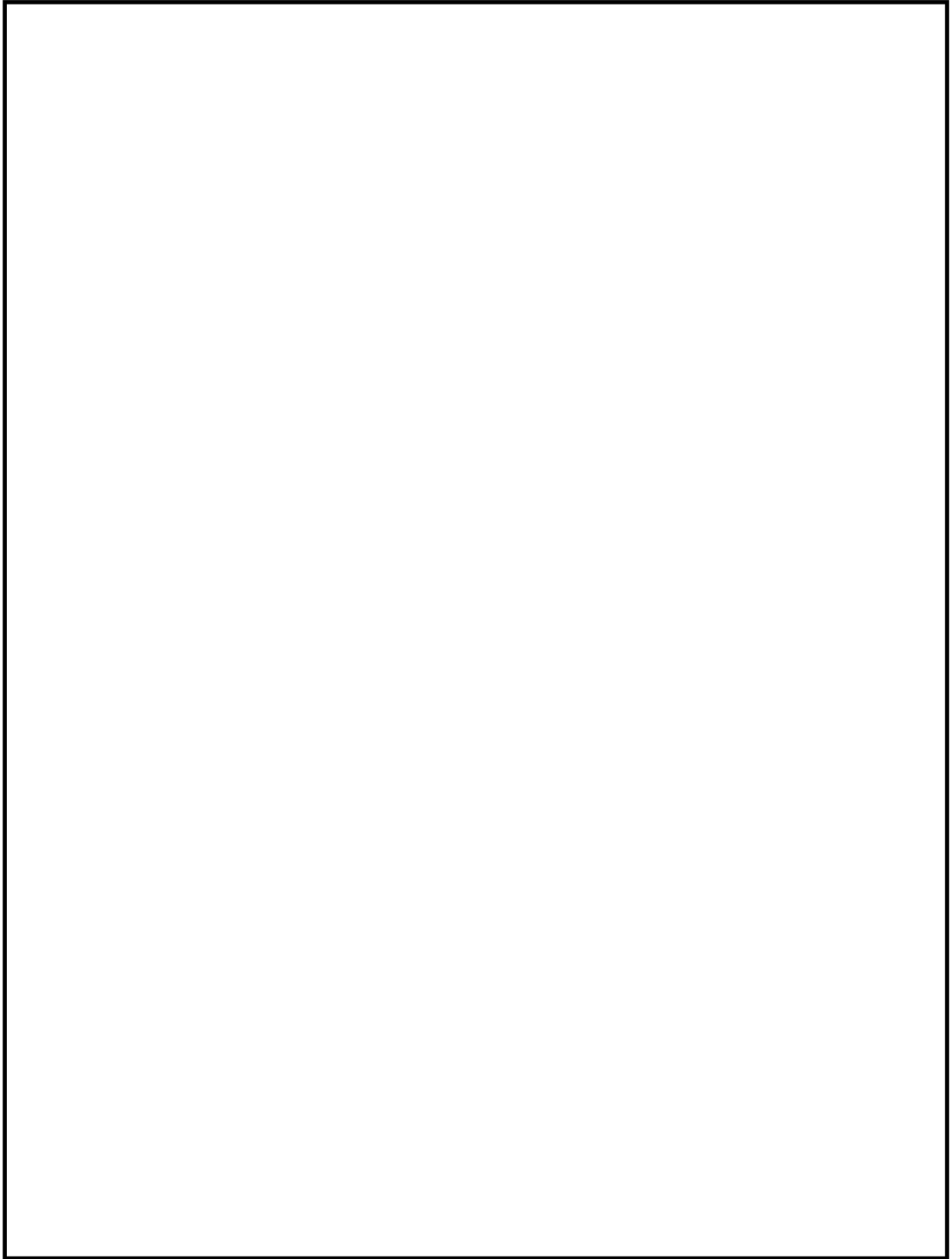


高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

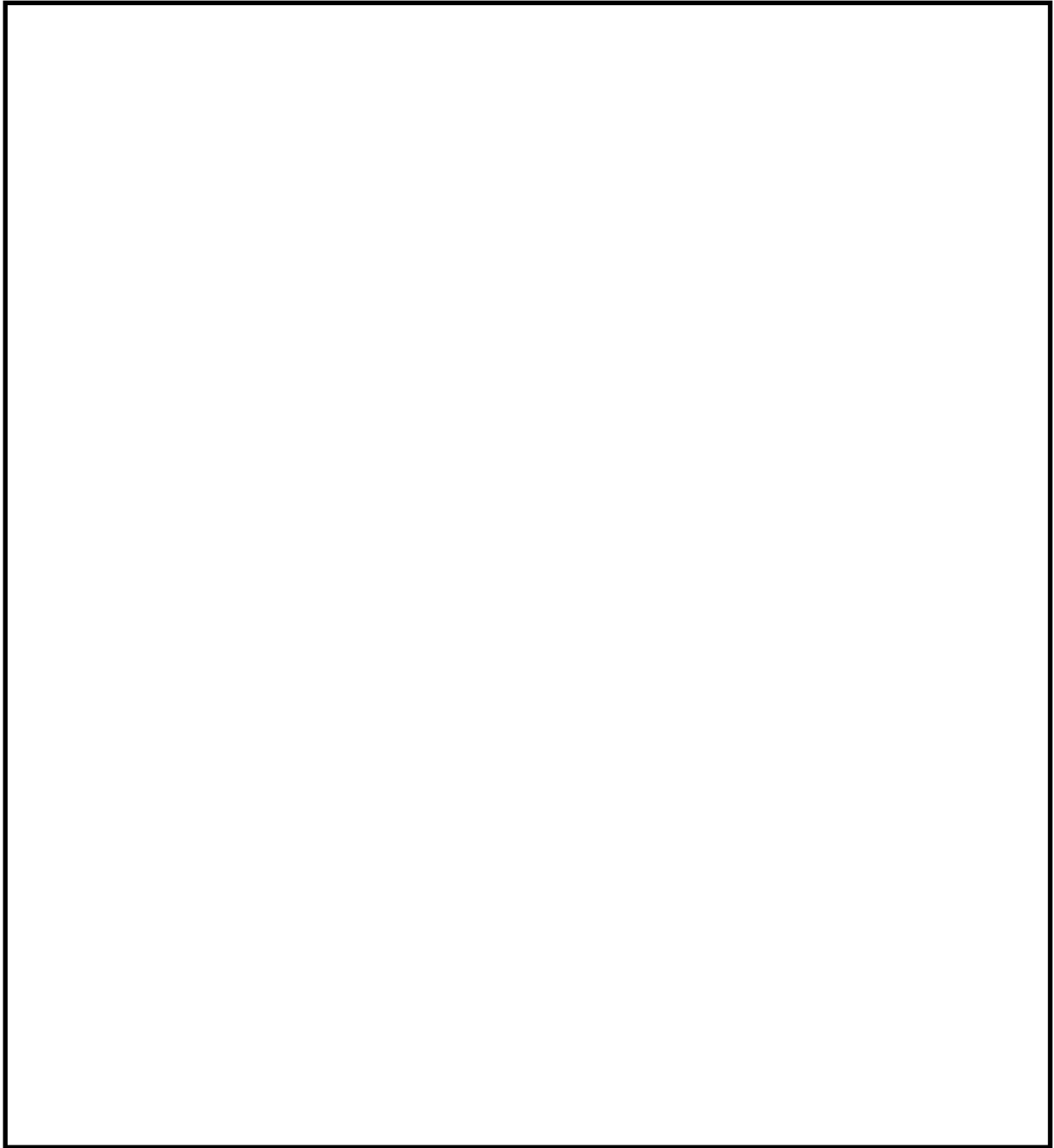


高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

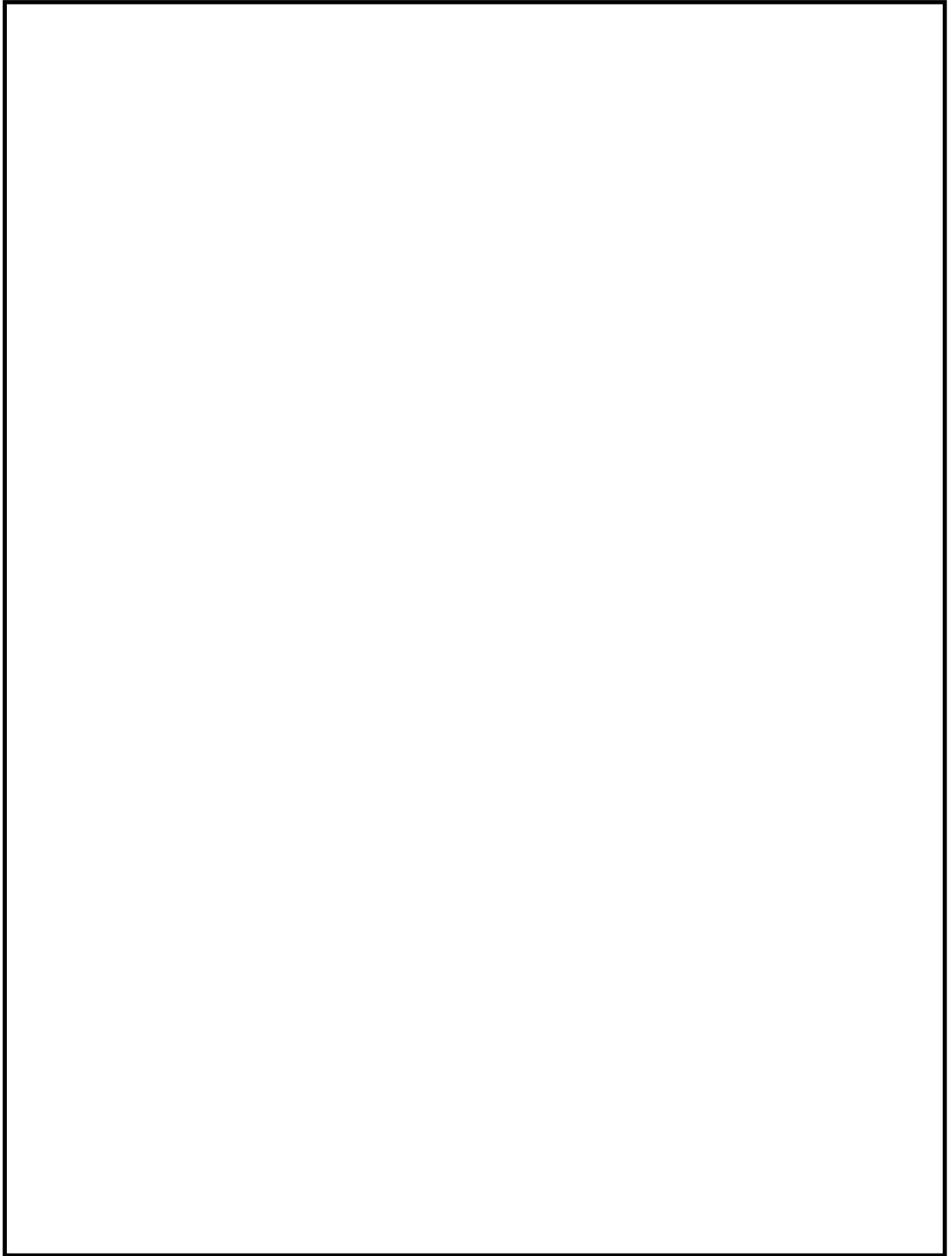
【2次系純水タンク（消防ポンプ使用）からの注水（注水手順④）】



高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



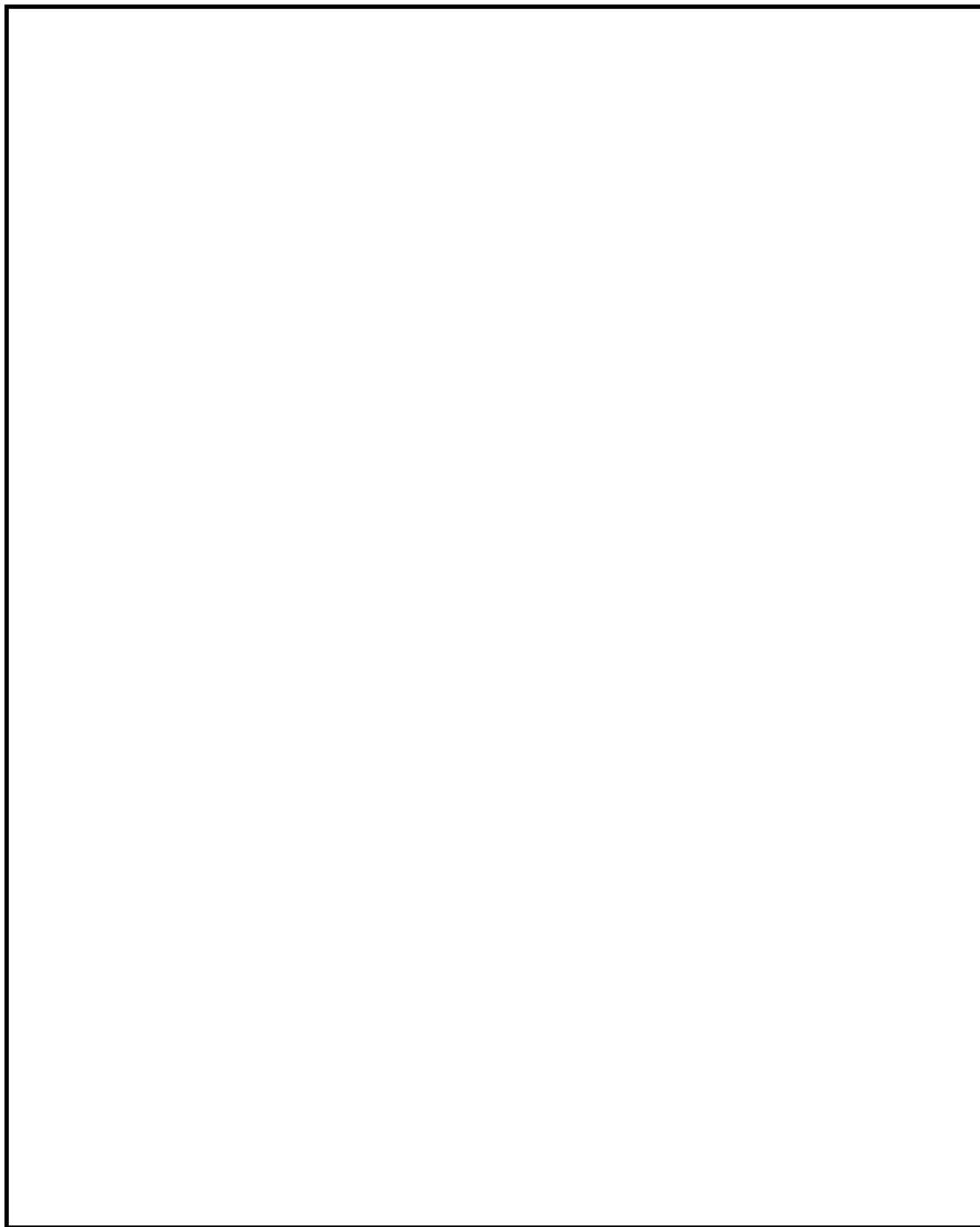
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



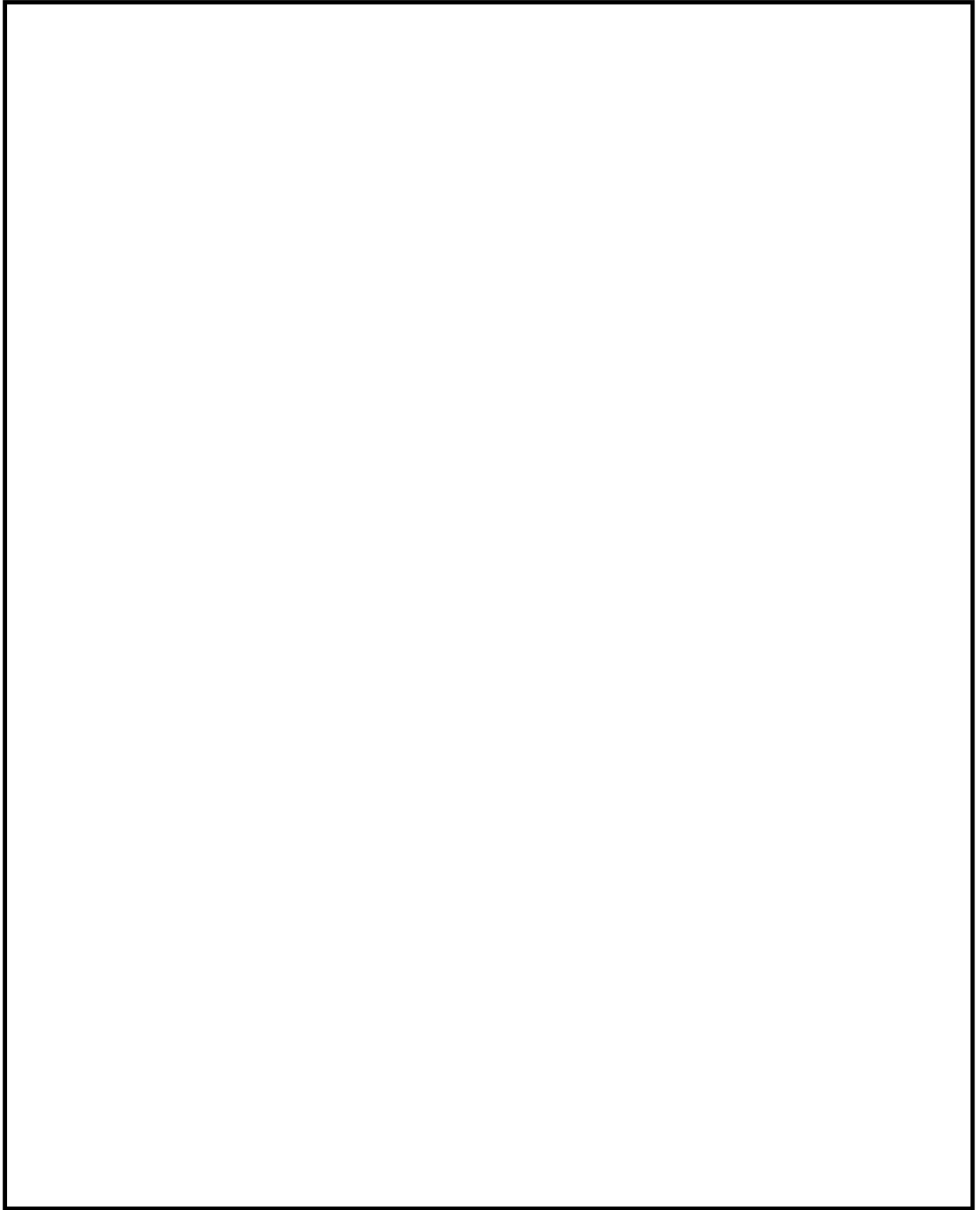
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

(参考3) 大容量ポンプ（放水砲用）による放水手順を整理した社内標準（抜粋）

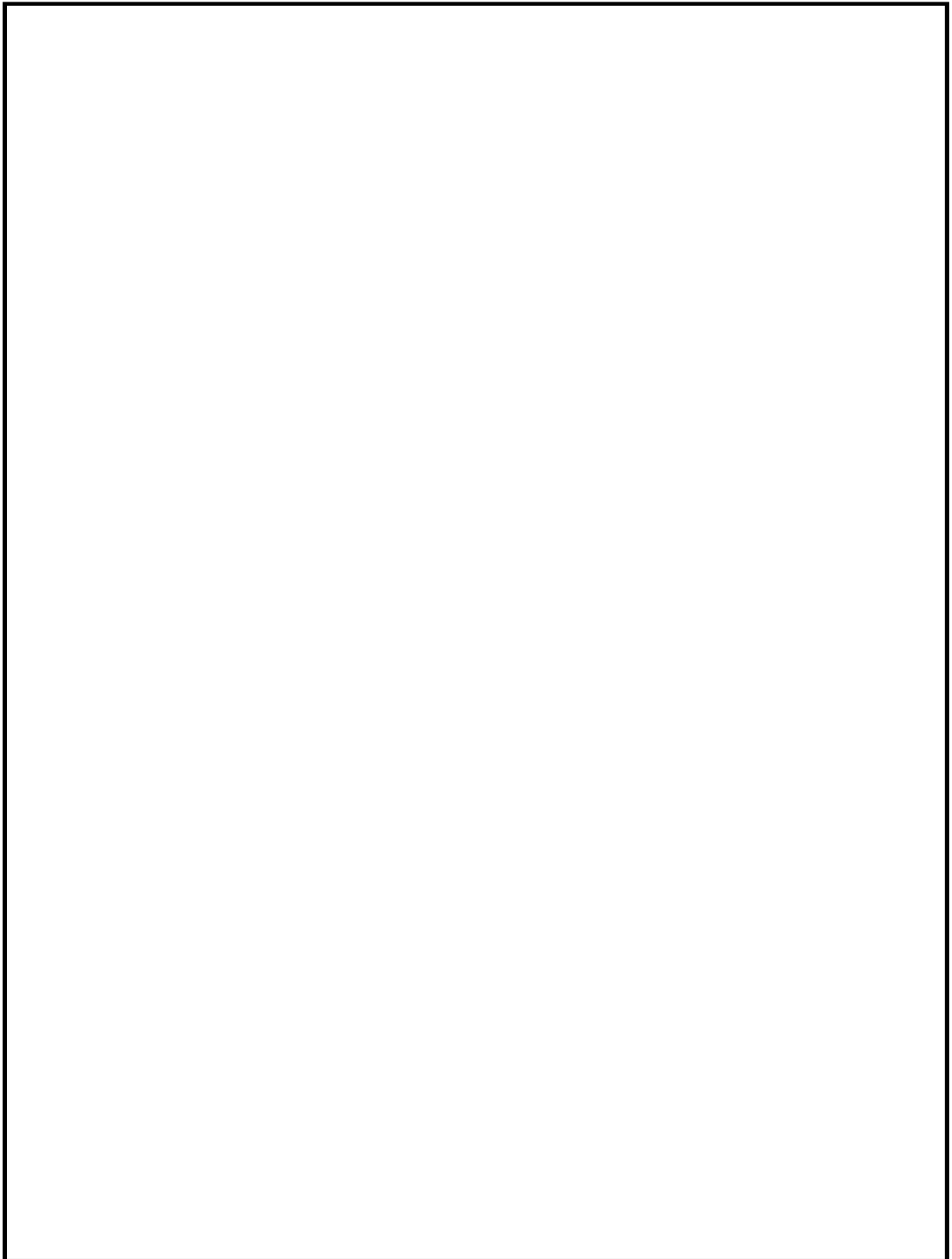
【大容量ポンプ（放水砲用）による放水手順】



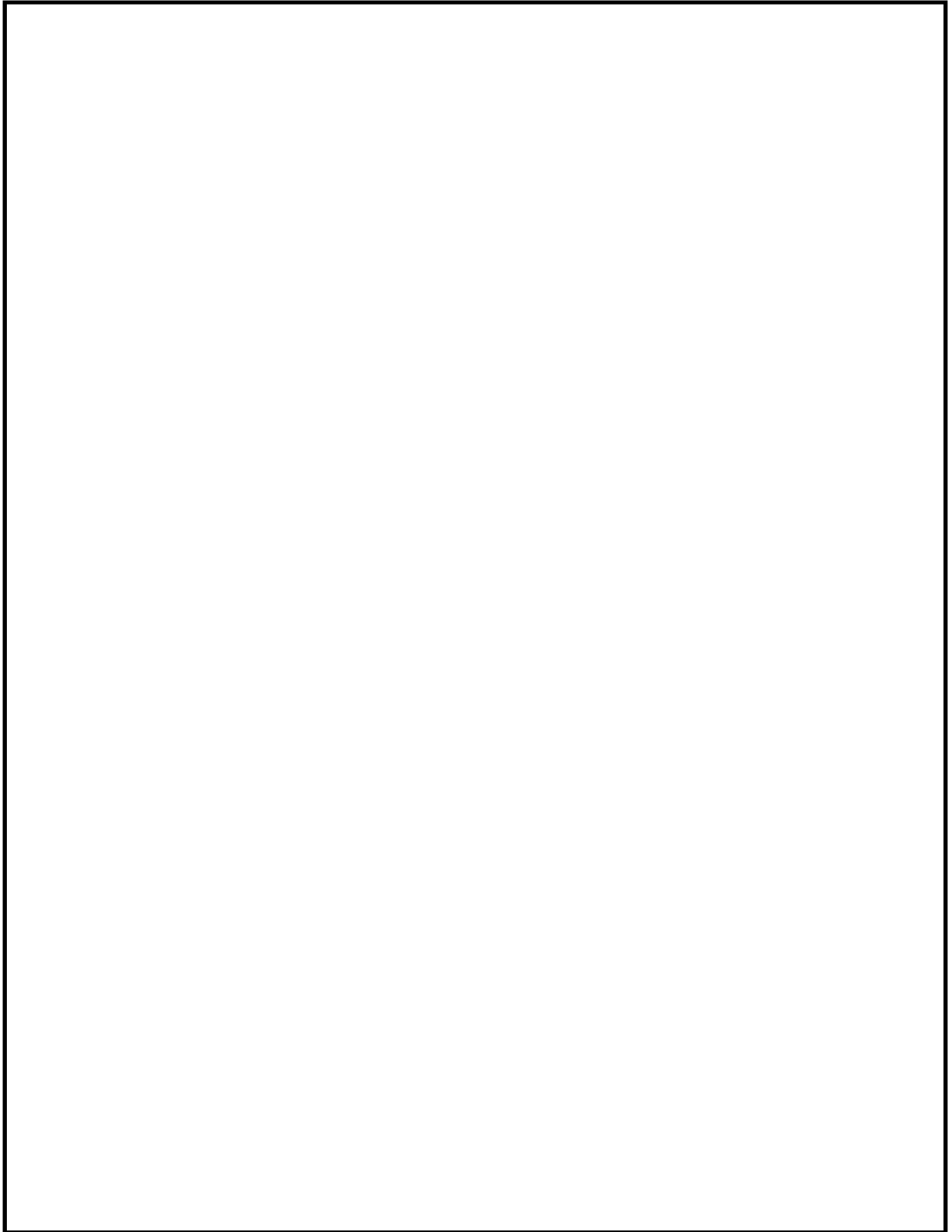
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



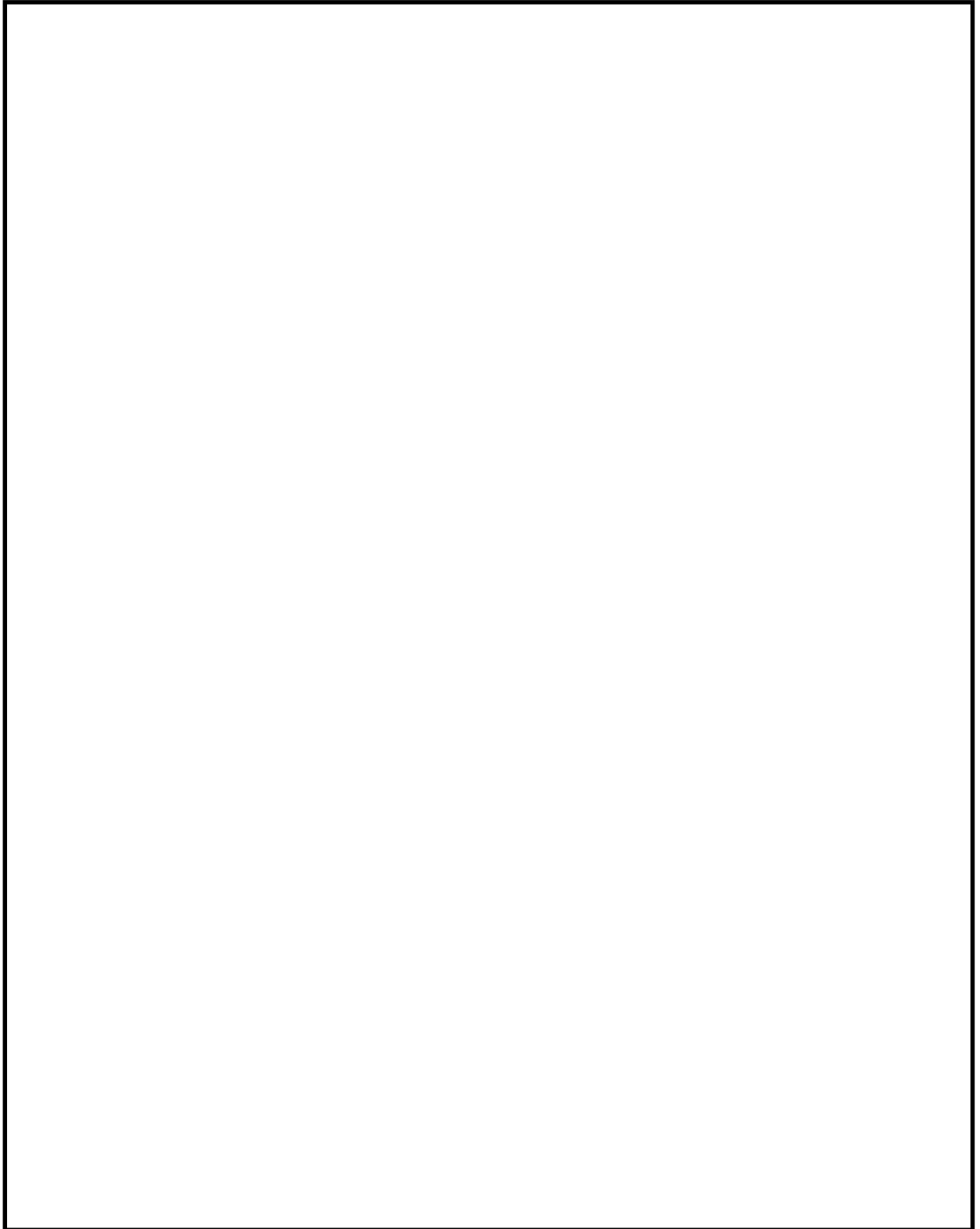
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



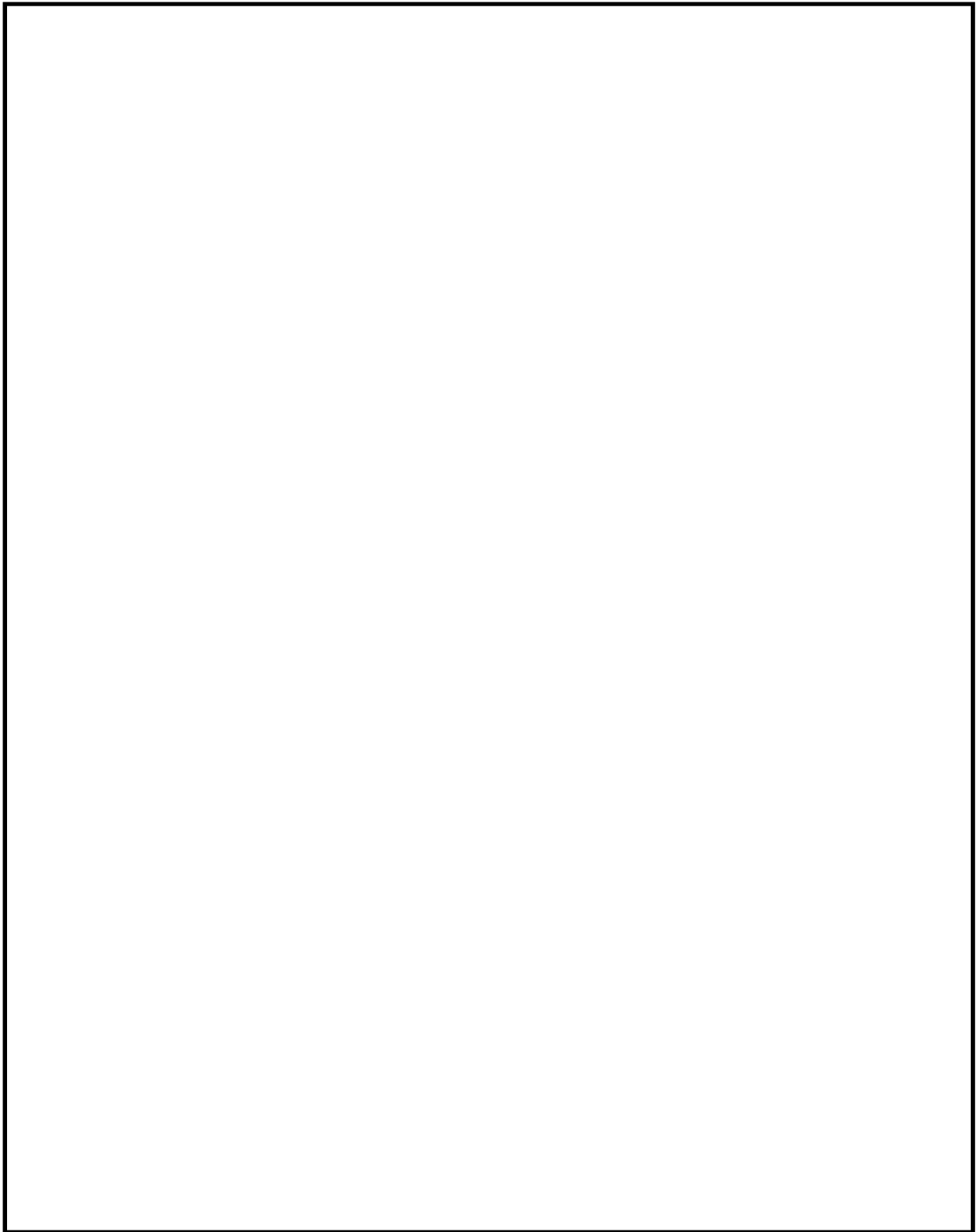
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



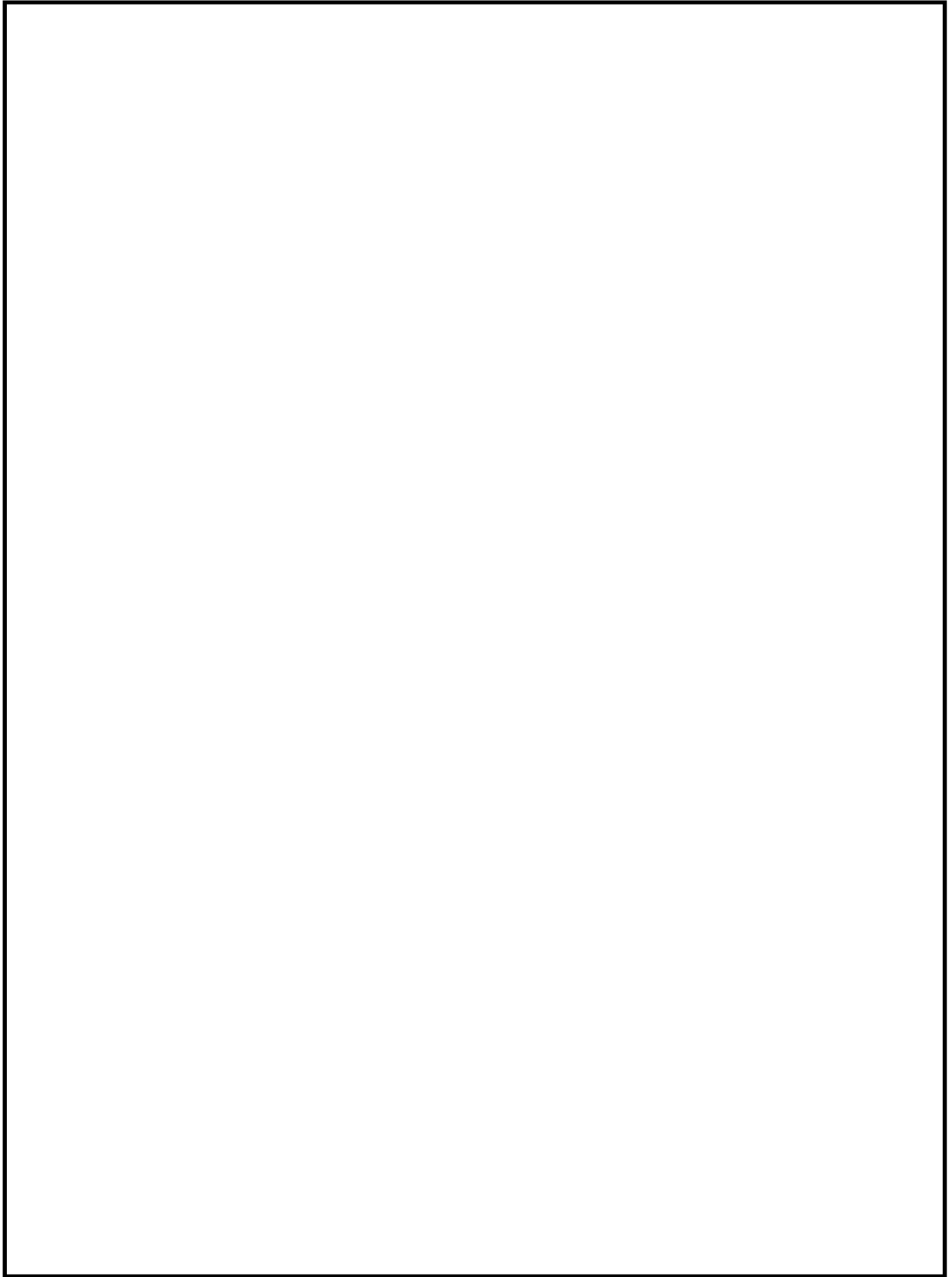
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



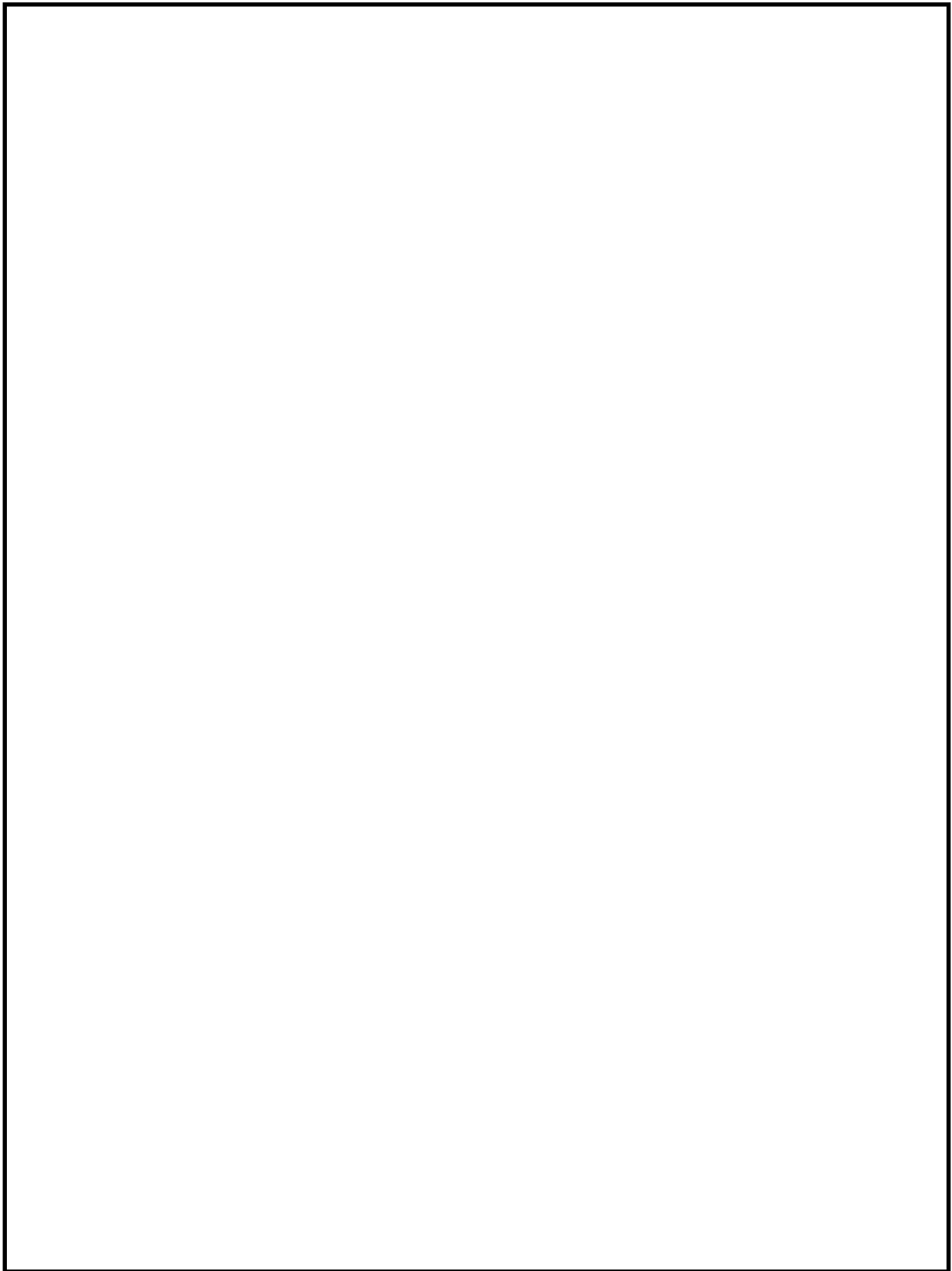
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



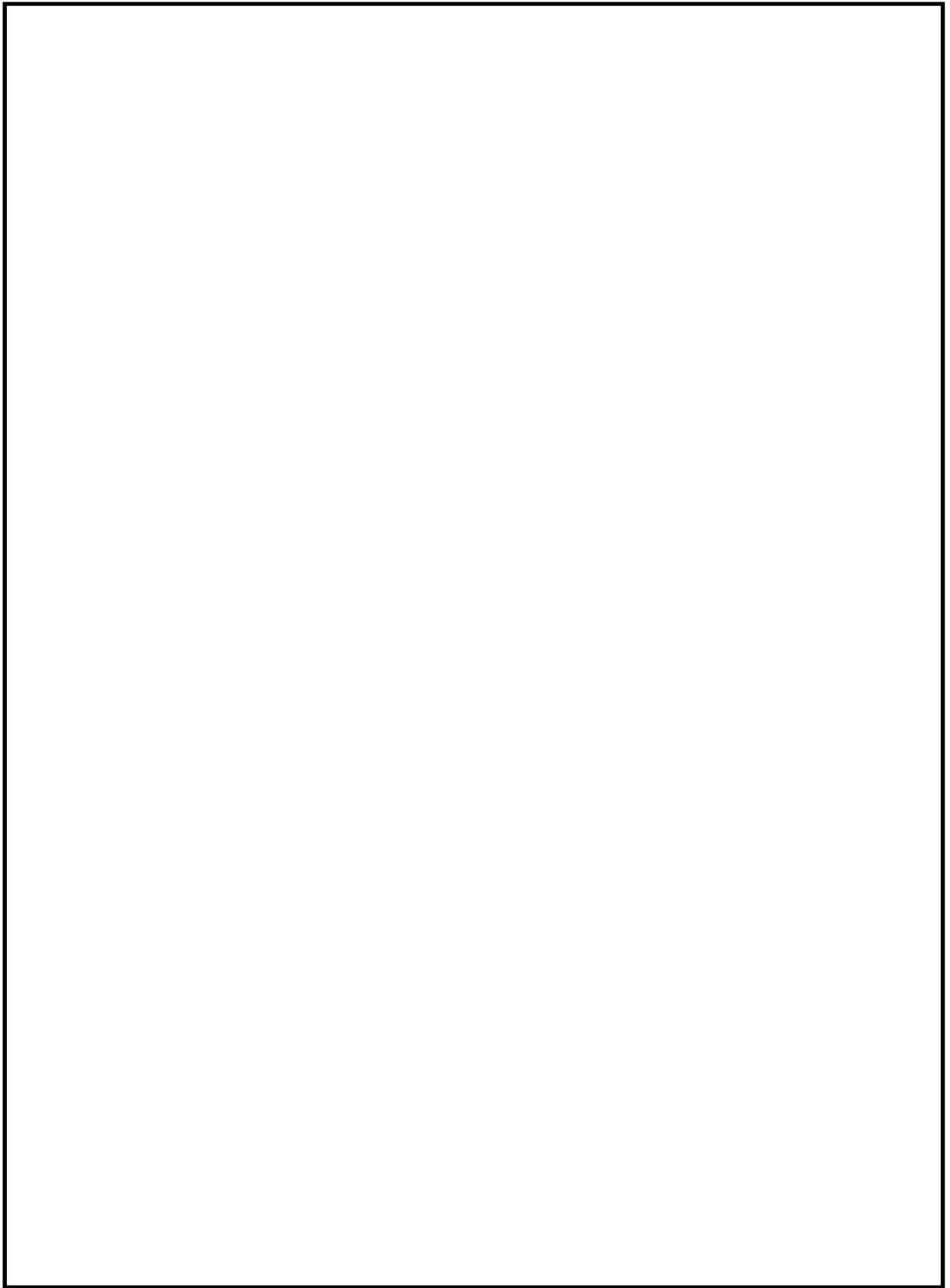
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



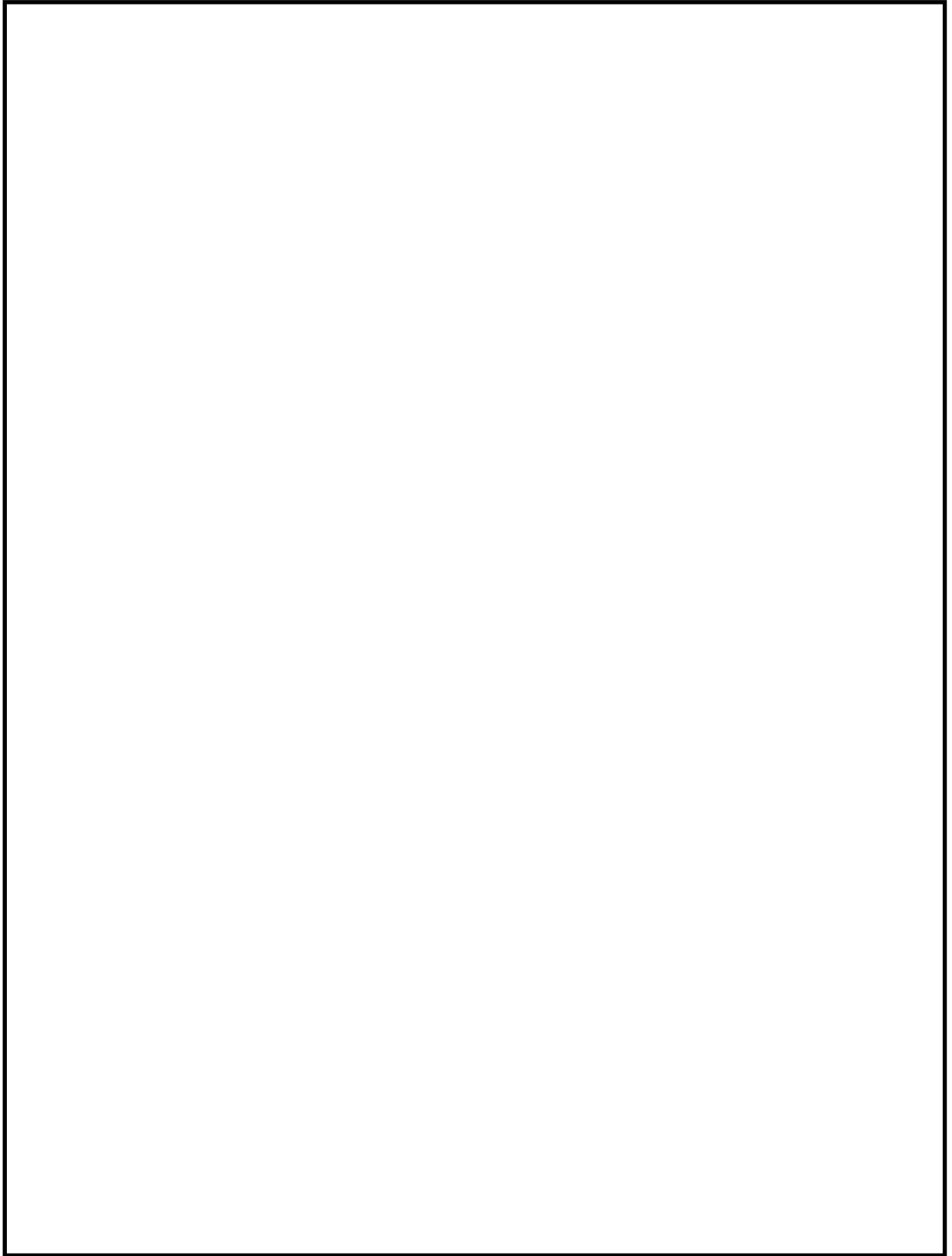
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）



高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

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

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別紙3-1
2. スprayヘッド実機を用いた液滴径取得試験	T1-別紙3-1
2.1 試験目的	T1-別紙3-1
2.2 試験方法	T1-別紙3-1
3. 試験結果及び考察	T1-別紙3-3
3.1 試験結果	T1-別紙3-3
3.2 試験結果の考察	T1-別紙3-12
4. 液滴径の基本ケース条件の設定	T1-別紙3-19
5. 液滴径の不確かさを考慮した条件の設定	T1-別紙3-19

1. はじめに

使用済燃料ピット（以下「SFP」という。）未臨界性評価における水分条件である気相部水密度の算出に必要な放水中液滴の落下速度については、スプレーヘッド及び放水砲による放水の液滴径より計算している。今回評価では、スプレーヘッド実機を使用した試験により取得した液滴データを踏まえた値を、放水砲由来の液滴にも設定することとしている。本資料では、スプレーヘッド実機を用い実施した液滴径計測試験について、及び試験結果を踏まえた基本ケース条件及び不確かさを考慮した条件の設定について説明する。

2. スプレーヘッド実機を用いた液滴径取得試験

2.1 試験目的

気相部水密度の算出式($Q/A \cdot V$) [g/cm^3] (Q : 流量 [g/s] A : 面積 [cm^2] V : 液滴下降速度 [cm/s])により評価するが、液滴の下降速度を算出するには放水中の液滴径が必要となることから、スプレーヘッド実機を用いた試験によりスプレー時の液滴径データを取得する。

2.2 試験方法

第1図に示すように、SFP類似設備にてスプレーヘッドにより放水を行い、燃料ラック頂部高さ相当位置での液滴径を測定した。測定点の配置（平面図）を第2図に示す。

スプレー時の液滴を、シリコンオイルで満たされた容器に捕獲し、シリコンオイル表面に浮かんだ液滴を画像処理によりサンプリングし、液滴径分布を取得した。液滴捕獲装置の概要を第3図に示す。

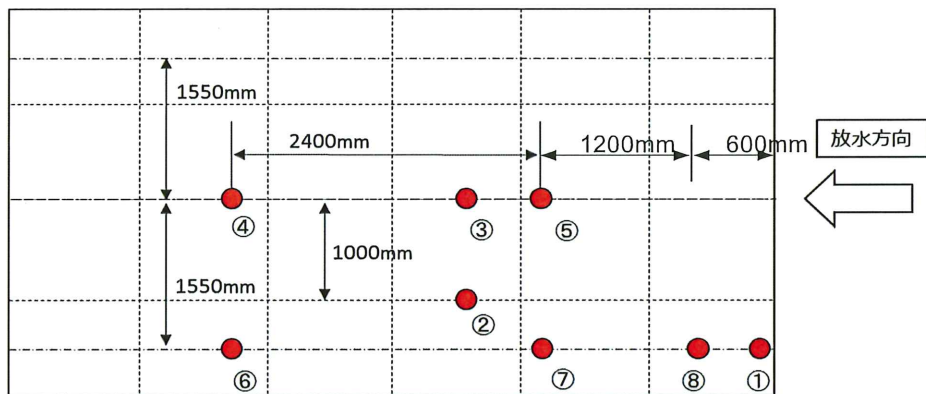
流量等の諸条件は、スプレー設備の運用を踏まえ第1表に示すとおり設定した。また、本試験は計2回行った。

第1表 試験条件

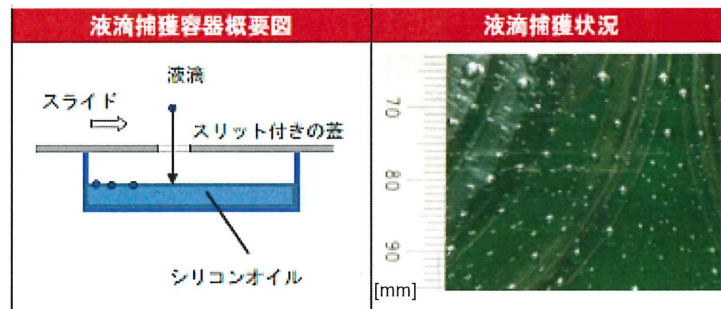
使用設備	スプレーヘッド 可搬型消防ポンプ
流量等	
水	水道水（常温）



第1図 液滴径測定試験 試験体系及び試験の様子



第2図 液滴径分布測定位置（平面図）



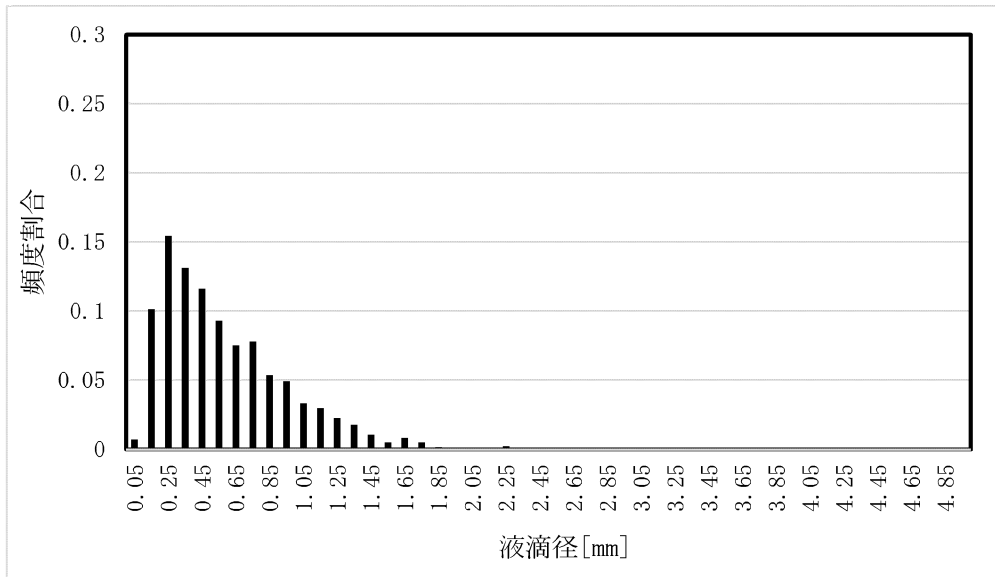
第3図 液滴捕獲装置の概要及び取得液滴の様子

3. 試験結果及び考察

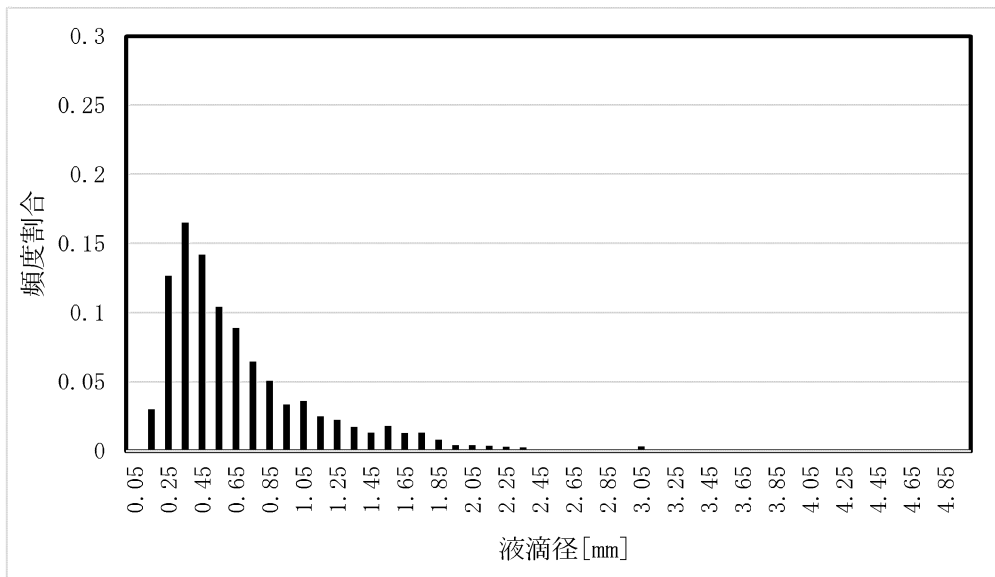
3.1 試験結果

2回の試験で得られた液滴径ごとの個数割合をグラフにしたものを第4-1図及び第4-2図に示す。使用済燃料ラック上部におけるスプレイ水は、液滴径0.2～0.4mmの液滴が個数としては支配的であり、液滴径が大きくなるにつれ、徐々に個数が減少していく傾向にある。

測定点①

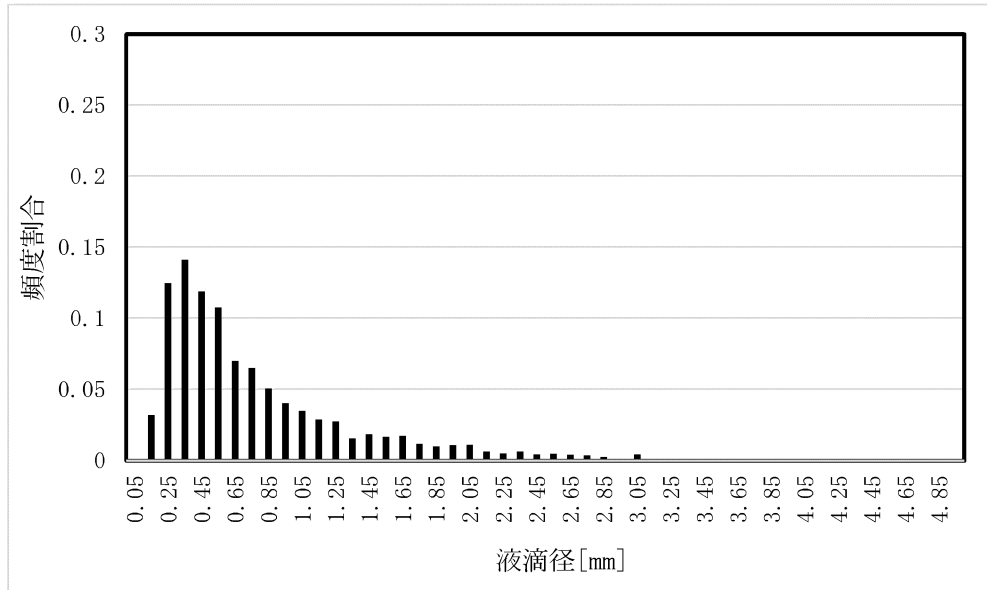


測定点②

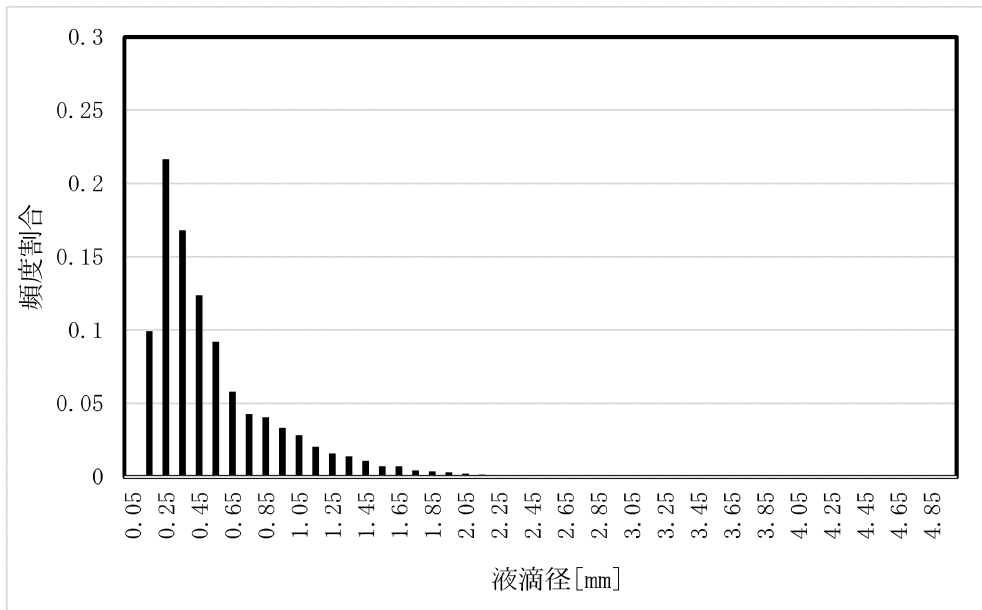


第4-1図(1/4) 液滴体積分率の取得結果 (1回目)

測定点③

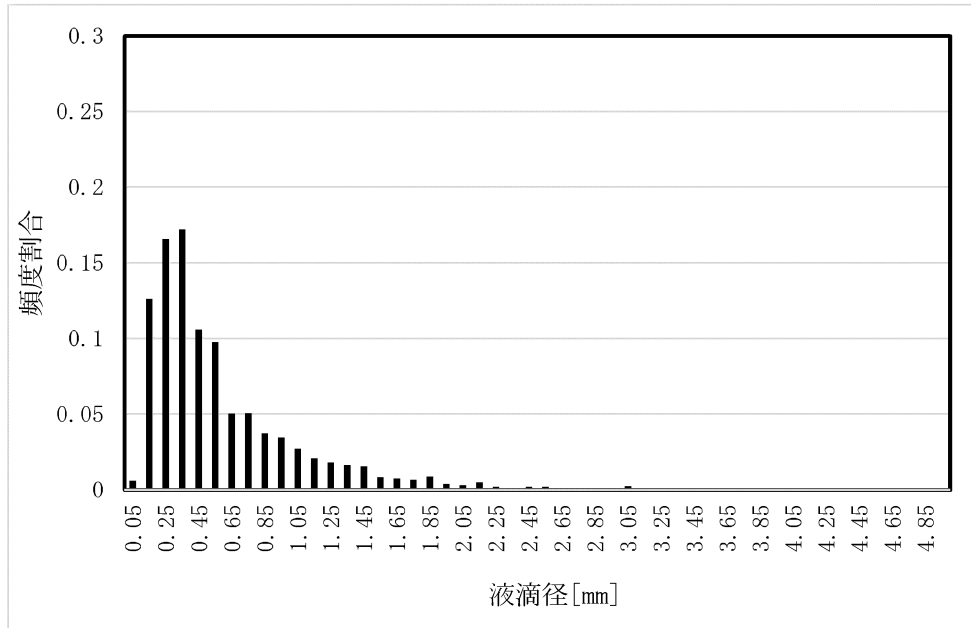


測定点④

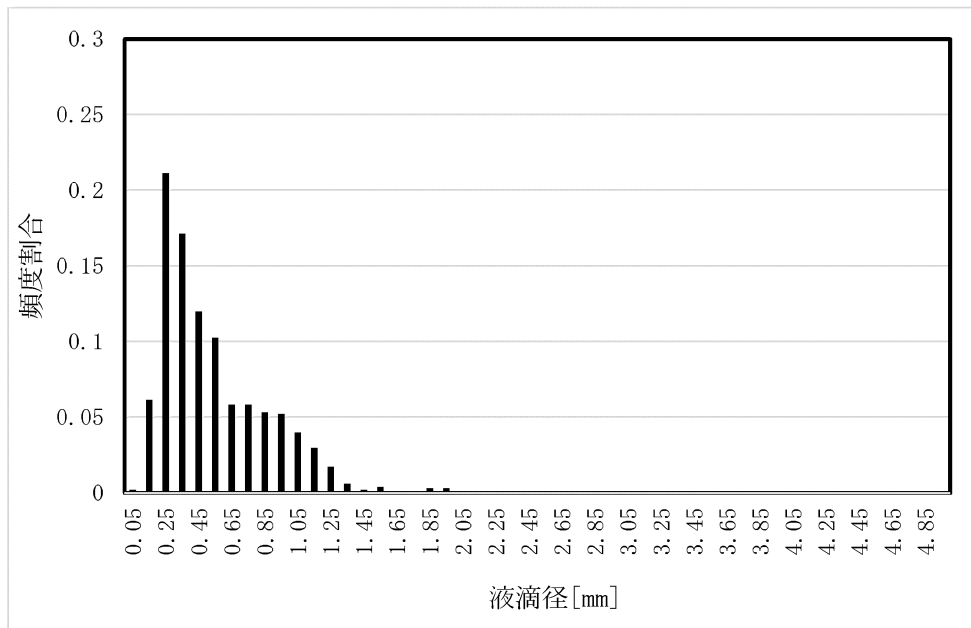


第4-1図(2/4) 液滴体積分率の取得結果 (1回目)

測定点⑤

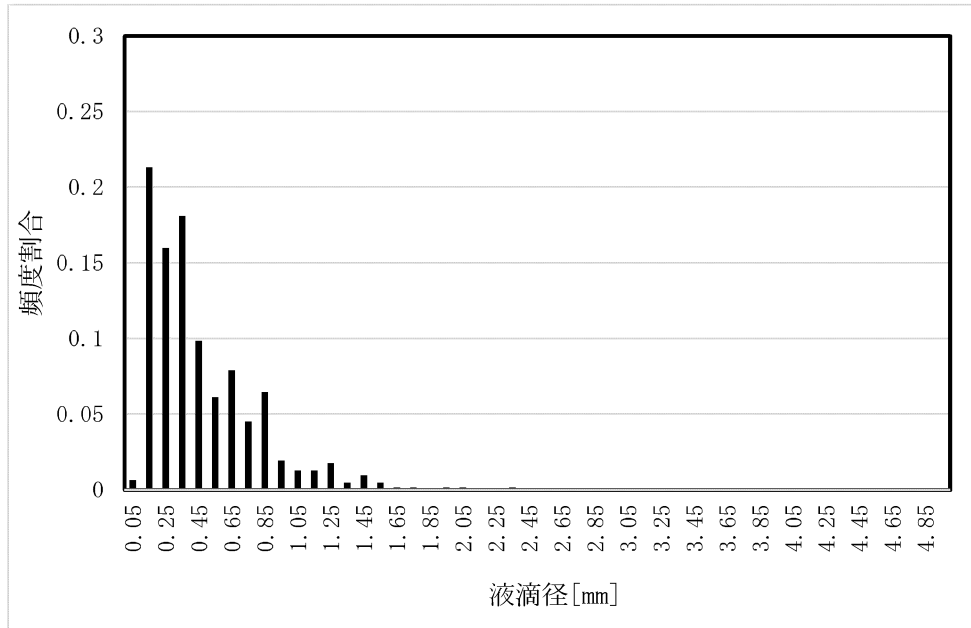


測定点⑥

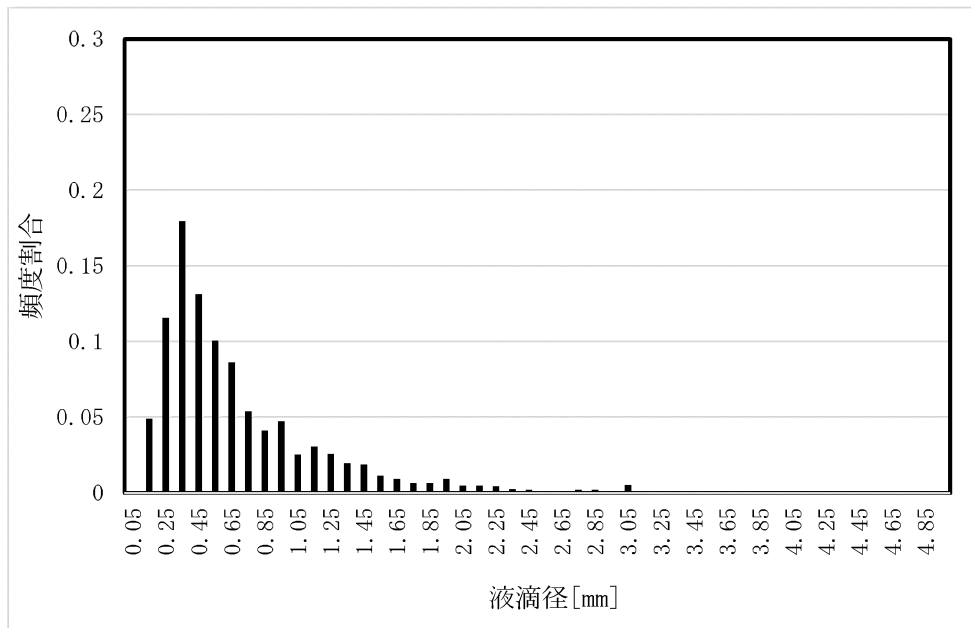


第4-1図(3/4) 液滴体積分率の取得結果 (1回目)

測定点⑦

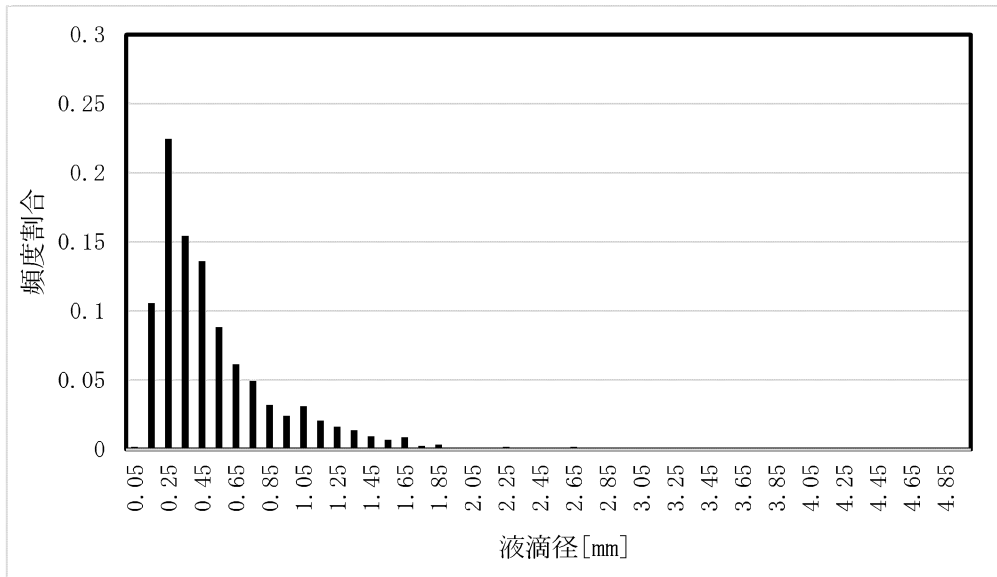


測定点⑧

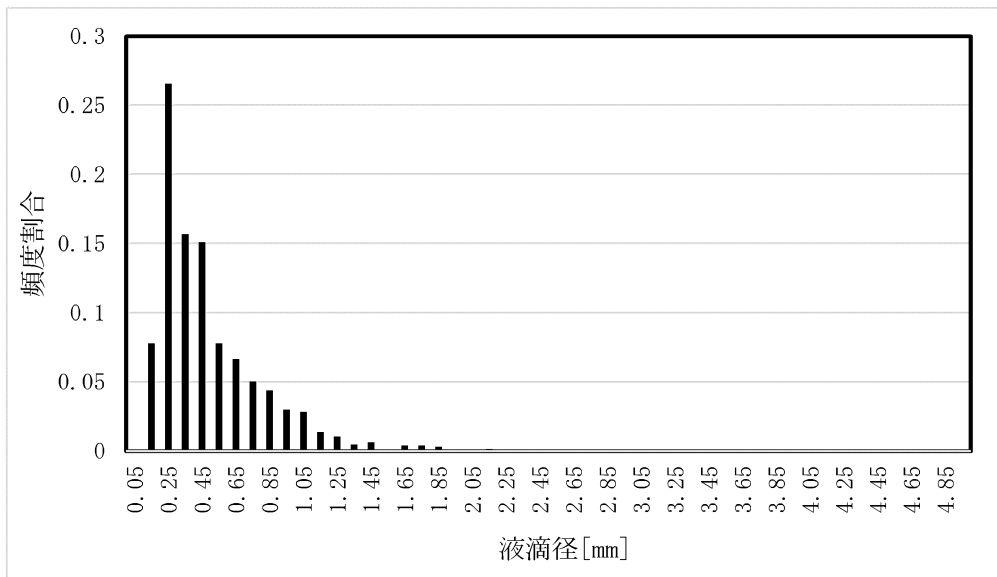


第4-1図(4/4) 液滴体積分率の取得結果 (1回目)

測定点①

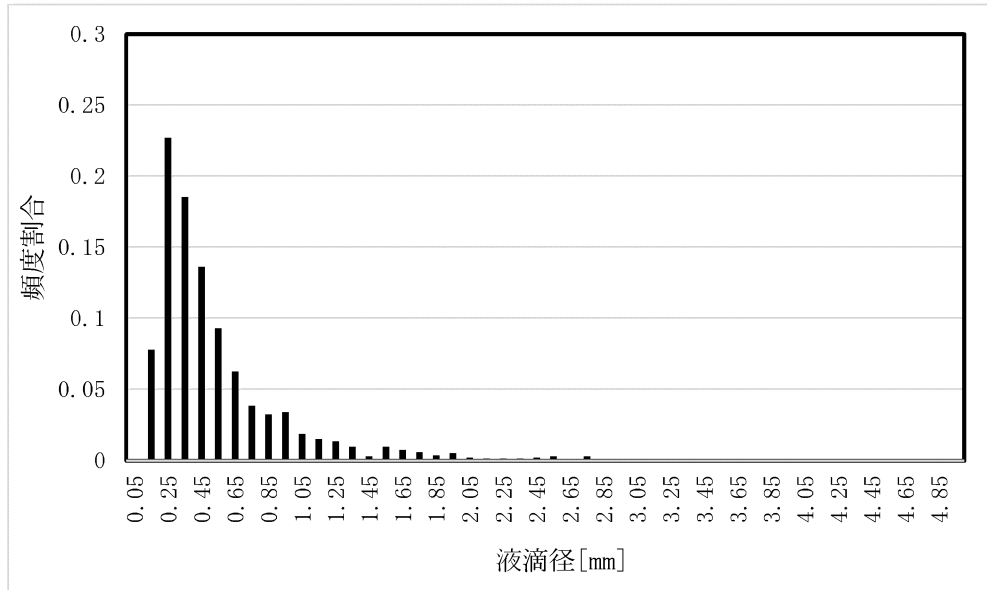


測定点②

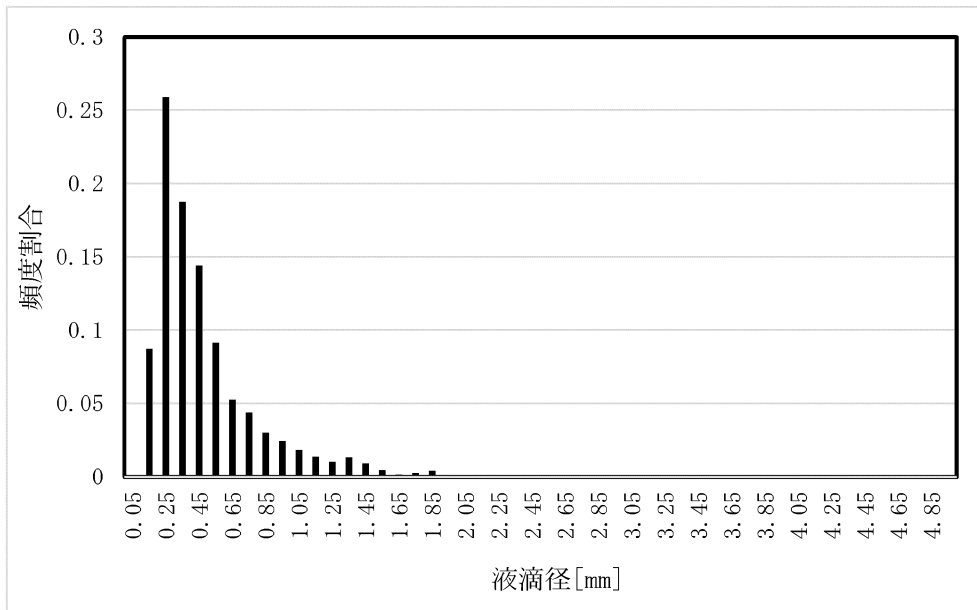


第4-2図(1/4) 液滴体積分率の取得結果 (2回目)

測定点③

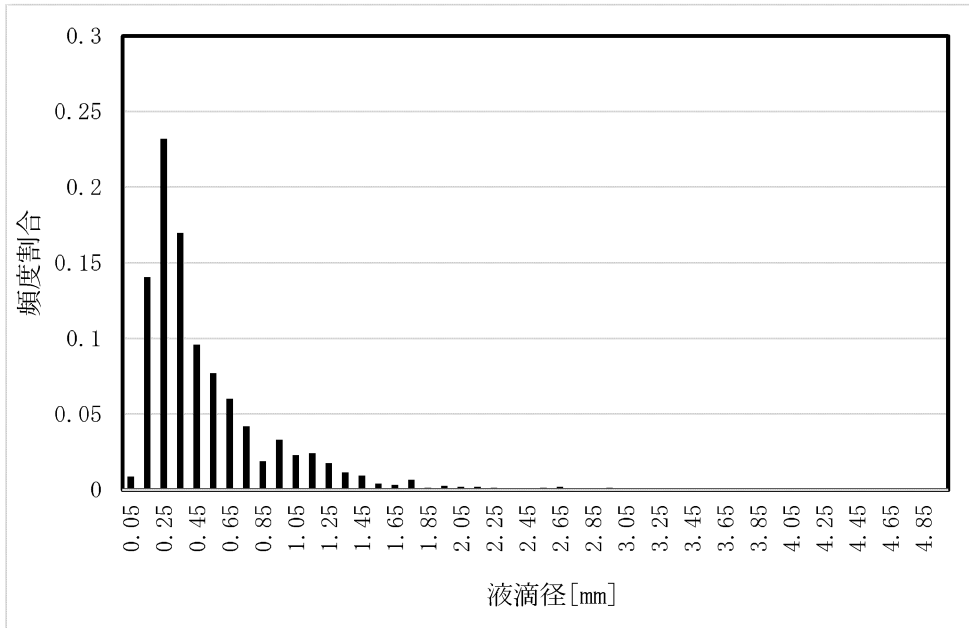


測定点④

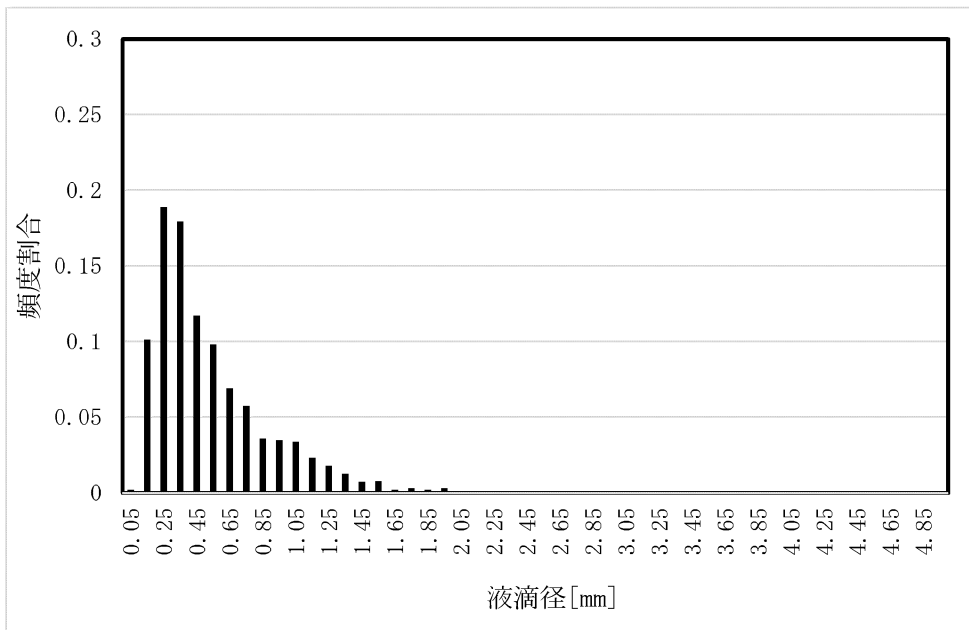


第4-2図(2/4) 液滴体積分率の取得結果(2回目)

測定点⑤

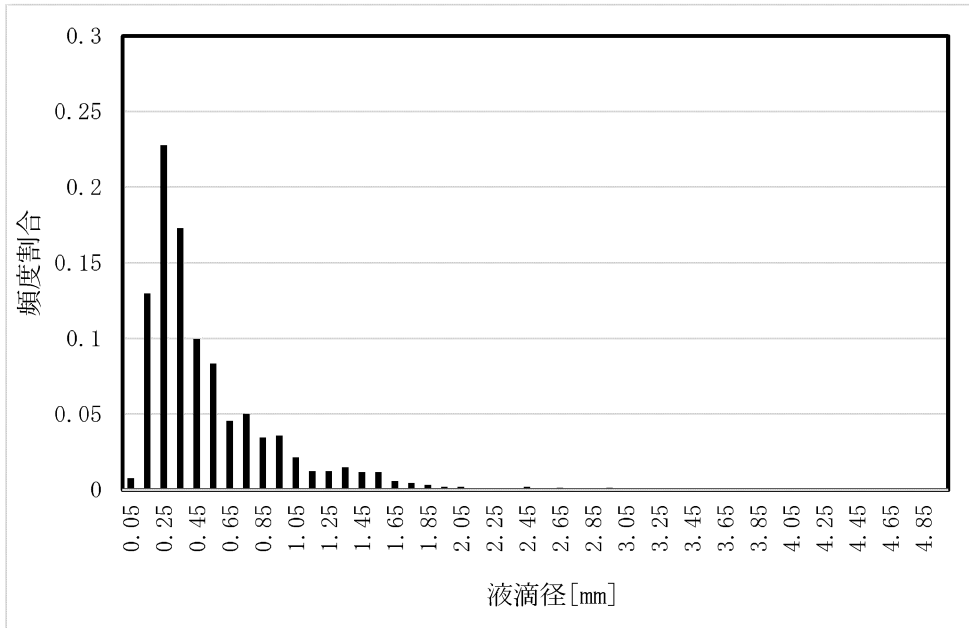


測定点⑥

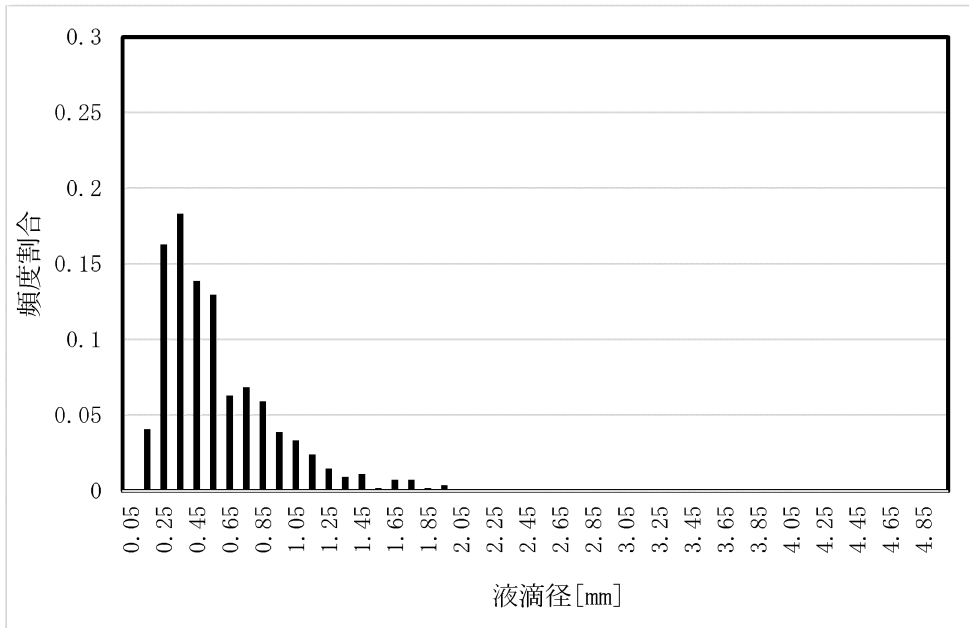


第4-2図(3/4) 液滴体積分率の取得結果 (2回目)

測定点⑦



測定点⑧



第4-2図(4/4) 液滴体積分率の取得結果 (2回目)

3.2 試験結果の考察

第4-1図及び第4-2図に示す試験データ（第1回目と第2回目）の試験結果より、試験ごとに8点計測したすべての計測点において、数百個以上取得された液滴の個数割合分布が0.2～0.4mmで支配的となっていることから、試験回数を増やしたとしても液滴個数割合の分布形状は大きく変わることはなく、また測定点以外の箇所であっても同様の液滴径の分布をとることが推定される。

液滴や周囲の気体の流れは、流量等の試験条件が一定であっても変動を伴うことから、結果として生じる液滴径にはばらつきが生じる。加えて、実際のスプレーでは飛程のなかで衝突/分裂等も生じ、これらもばらつきの要因となる。

本試験では、上記のばらつきの分布を把握できるように各計測点においてそれぞれ数百個以上の液滴を計測した。これら多数のデータについて正規確率プロット（詳細は以下参照）を用いて正規性の確認を行ったところ、各計測点とも対数正規分布に近い液滴径分布を得た。計測結果に正規性があるということは、一般に自然現象としてのばらつきを再現したサンプリングと捉えることができる。

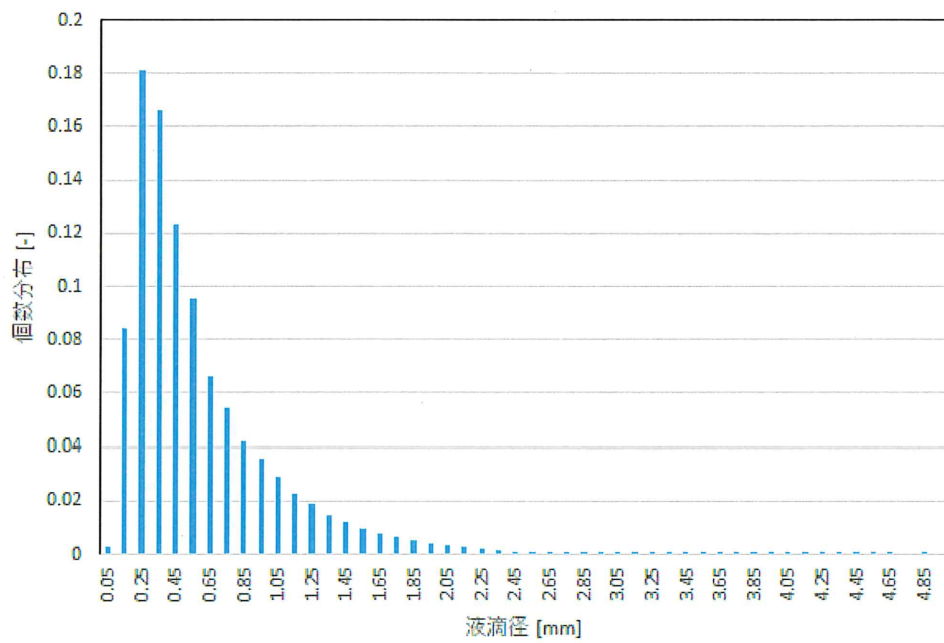
なお、既往の研究にて、ノズルから噴出された水が液滴に微粒化するまでの過程を確率的にモデル化した場合の粒径分布が対数正規分布で近似され、実際に測定した粒径分布とも良好に一致すること¹、種々のスプリンクラー・スプレーノズルを用いた試験で取得した粒径分布が対数正規分布で近似されたことが知られて²おり、これらからも、各測定点での個数分布割合が対数正規性を有していた今回試験結果は妥当と考えられる。

また、試験データがスプレーヘッドの液滴の特徴を代表した液滴データを取得できているかを確認するため、全測定点のデータを合算したもの（第5図）と、放水方向の直線上に位置する点のうち放水分布図の中心付近に位置し計測点を代表していると考えられる⑤点（第1回試験及び第2回試験）について、個数割合取得結果に対する検定を有意水準5%として実施した。検定に当たっては各測定点での個数分布割合には対数正規性があることを踏まえ、個数割合を対数変換し、F検定により等分散性を確認したうえで、「等分散を仮定したt検定」を実施した。

結果を第2表及び第3表に示すが、2群間の分散及び平均に差が無いとする仮説を棄却しない結果となった。つまり平易には、全測定点のデータを合算し得られる液滴個数分布は95%の確率でスプレーヘッド実機によるスプレー時の液滴個数分布に等しいと言える。よって、試験で取得した液滴個数割合は、スプレーヘッドの液滴の特徴を代表できていると言える。

¹ 松本史朗、高島洋一、スプレーの粒径分布：化学工学第33巻第4号（1969）

² Spray Characteristics of Fire Sprinklers(NIST GCR 02-838)：David Thomas Sheppard, Northwestern University(2002)



第5図 液滴径ごとの個数分布(全測定点データ合算)

第2表 ⑤点と全測定点データ合算値に対するF検定

帰無仮説 H_0 ：2群間の分散に差がない（等分散である）

対立仮説 H_1 ：2群間の分散に差がある（等分散ではない）

検定対象	第1回⑤	全測定データ
分散	0.001703	0.001531
自由度	41	48
F値	1.1123	
P値	0.3594	
棄却域の境界値	1.6395	
判定	P>0.05より、帰無仮説 H_0 は棄却されない	

検定対象	第2回⑤	全測定データ
分散	0.001867	0.001531
自由度	48	48
F値	1.219	
P値	0.2476	
棄却域の境界値	1.615	
判定	P値>0.05より、帰無仮説 H_0 は棄却されない	

<第2表に関する説明>

二つのサンプルにおいてカイ二乗変数に従う変数の比は「F分布」に従う。F値とは二つのサンプルの分散の比であり、F検定ではF値を、F分布において上側確率が有意水準0.05となる数値（棄却域との境界値。以下「 $F_{0.05}$ 値」という。）と比較する。F値> $F_{0.05}$ 値である場合、F値は棄却域に入るため有意水準5%で有意であり、帰無仮説を棄却して対立仮説を採択する。反対にF値< $F_{0.05}$ 値であれば、帰無仮説は棄却されない。

P値は、帰無仮説が正しいという仮定のもと、今回得られた値が偶然ではないとする確率のことであり、F分布における $F_{0.05}$ 値に対する外側確率である。P値が有意水準0.05よりも小さい場合、得られた値は偶然ではないという確率は小さいと判断し、帰無仮説を棄却し対立仮説を採択する。反対にP値が0.05より大きい場合、帰無仮説は棄却されない。

今回検定の結果、F値< $F_{0.05}$ 値（P値>0.05）であったため、全測定点のデータを合算し得られる個数割合の分布（第5図）と、計測点を代表していると考えられる⑤点での個数割合の分布という2群のデータについて、F値は棄却域に入らないことから、それぞれの分散に差があるとは言えない、という結果となった。

第3表 ⑤点と全測定点データ合算値に対するt検定

帰無仮説 H_0 ：2群間の平均に差が無い

対立仮説 H_1 ：2群間の平均に差がある

検定対象	第1回⑤	全測定データ
自由度	89	
t値	0.3846	
P値（両側）	0.7014	
棄却域の境界値 （両側）	1.9870	
判定	P>0.05より、帰無仮説 H_0 は棄却されない	

検定対象	第2回⑤	全測定データ
自由度	96	
t値	-0.0215	
P値（両側）	0.9829	
棄却域の境界値 （両側）	1.9850	
判定	P>0.05より、帰無仮説 H_0 は棄却されない	

<第3表に関する説明>

t値は平均値や自由度に基づく関数である。これは確率密度関数である「t分布」に従うものであり、t検定ではt値を、t分布において外側確率が有意水準0.05となるtの値（棄却域の境界値。以下「 $t_{0.05}$ 値」という。）と比較する。 $|t値| > t_{0.05}$ である場合、t値は棄却域に入るため有意水準5%で有意であり、帰無仮説を棄却し対立仮説を採択する。反対に、 $|t値| < t_{0.05}$ である場合、帰無仮説は棄却されない。

P値はF検定と同様に、t分布におけるt値に対する外側確率である。P値が有意水準0.05よりも小さい場合、得られた値は偶然ではないという確率は小さいと判断し、帰無仮説を棄却し対立仮説を採択する。反対にP値が0.05より大きい場合、帰無仮説は棄却されない。

今回検定の結果、 $|t値| < t_{0.05}$ （P値>0.05）であったため、全測定点のデータを合算し得られる個数割合の分布（第5図）と、計測点を代表していると考えられる⑤点での個数割合の分布という2群のデータについて、t値は棄却域に入らないことから、それぞれの平均に差があるとは言えない、という結果となった。

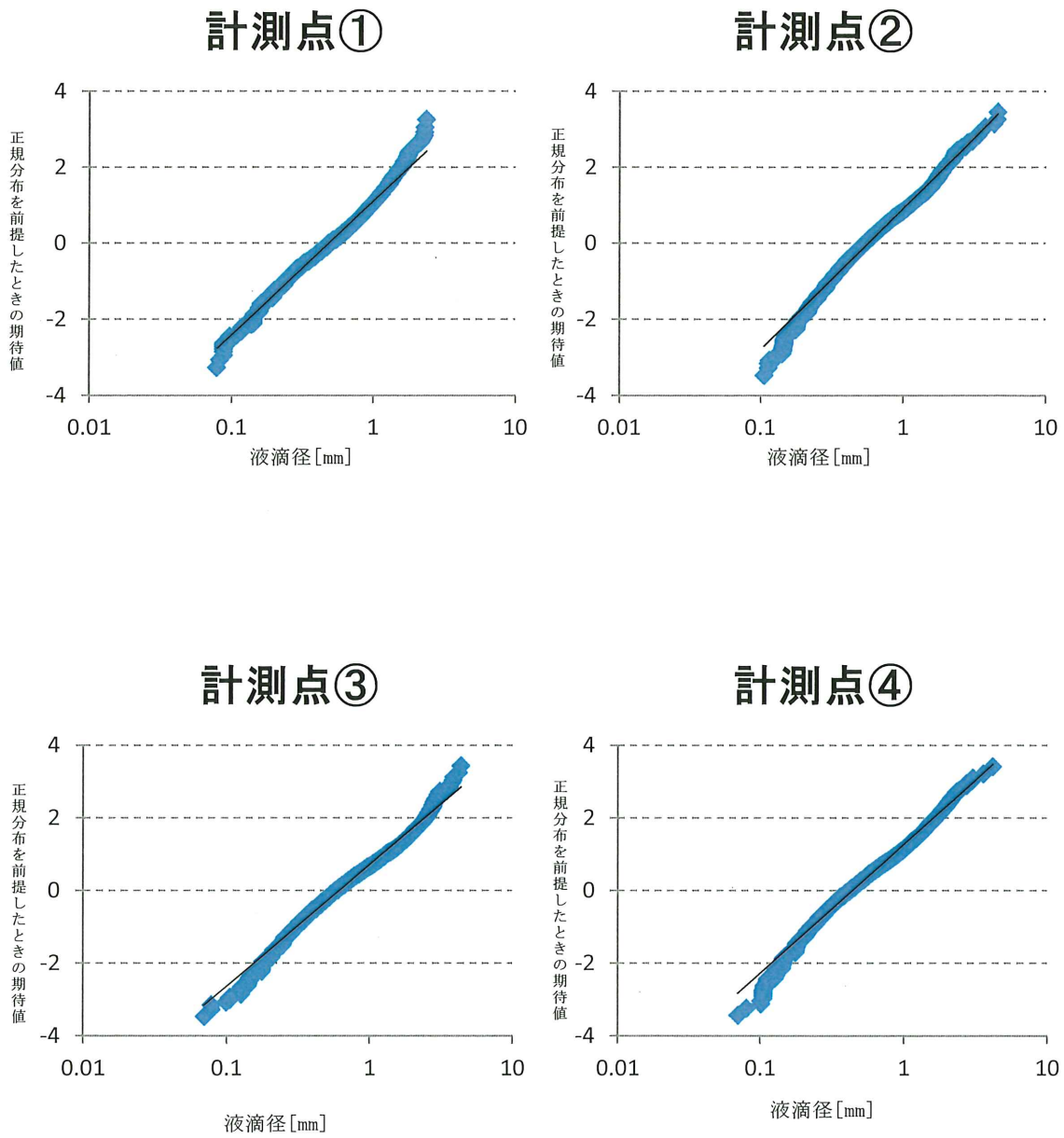
<正規確率プロットについて>

データが正規分布しているかどうかを目視判断するための手法であり、測定値を累積度数分率で整理し、そのプロットが直線状に並べば正規性有り判断できる。

具体的には、取得されたデータについて累積比率（確率 P_i ）を求め、 P_i に対して正規分布の累積分布関数の逆関数を用いて求めた値をプロットし、正規分布なら直線、対数正規分布なら片対数グラフ上の直線に沿うかどうかを判断するものである。

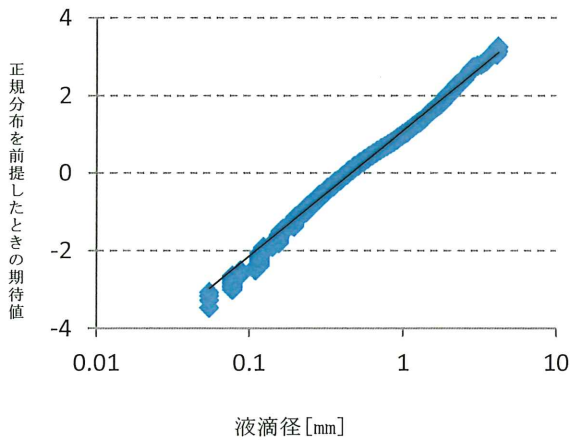
この意味は、標準正規分布に従う x に対応する累積比率（確率 P_i ）を求める関数を逆算しているもので、測定値が正規分布に従うならば散布図を描くと直線状にプロットされることとなる。すなわち、正規性が無い＝正規分布に沿わない＝直線から外れるとして、目視にて正規性の有無を確認できる。

本試験結果の正規確率プロットを第6-1図及び第6-2図に示す。横軸に対数をとるとプロット結果は全点で概ね直線状となることから、本計測結果は対数正規分布に従うと判断できる。

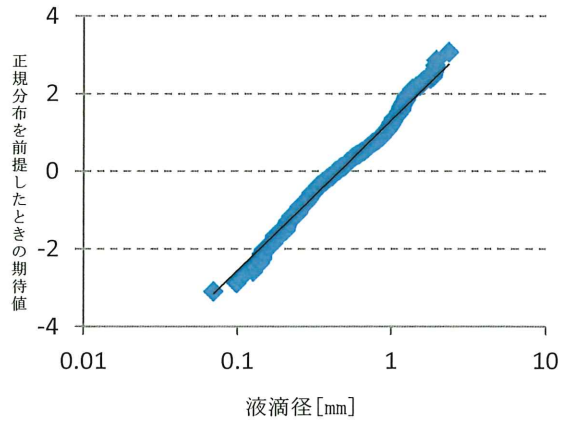


第6-1図 対数正規確率プロット (第1回試験 測定点①～④)

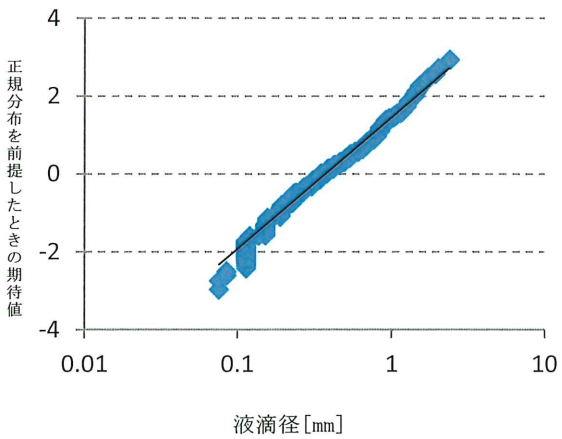
計測点⑤



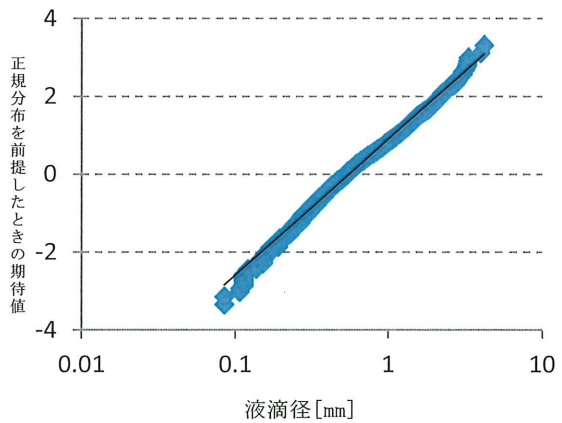
計測点⑥



計測点⑦



計測点⑧



第6-2図 対数正規確率プロット (第1回試験 測定点⑤～⑧)

4. 液滴径の基本ケース条件の設定

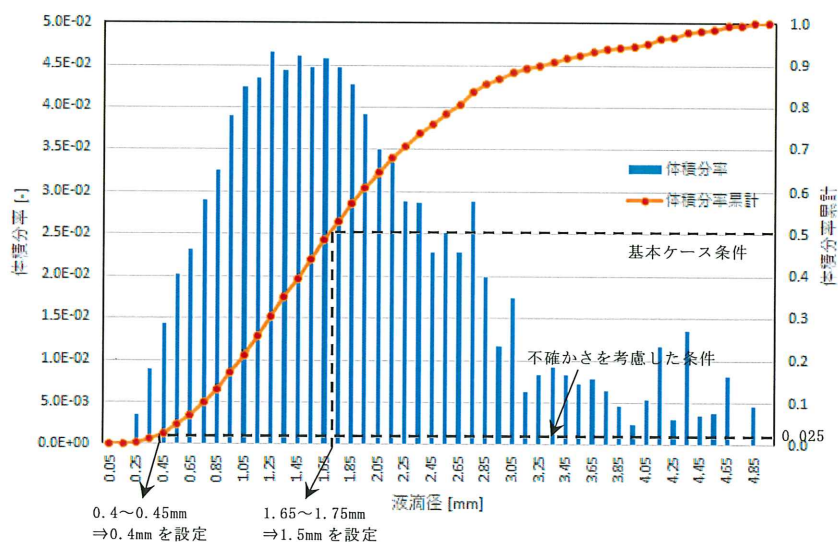
3.2での検討より、各測定点のデータにおいて自然現象のばらつきを示す正規性を有する分布であることが得られたことから、基本ケース条件の設定に当たっては全測定データを合算することにより液滴径を評価する。全測定点の合算データについては、全計測点を代表していると考えられる放水方向の直線上に位置する点（点⑤）との比較検定において有意な差が見られないことから、スプレイヘッドの特徴を代表するデータであり、基本ケースの条件として妥当であると言える。

第5図にて得られた個数分布に対し液滴径ごとの体積を乗じた体積分率で整理した結果、体積分率50%出現値は第7図のとおり1.65~1.75mmとなった。液滴径が小さいほうが、液滴下降速度が小さく気中に液滴が滞在する時間は長くなり、気相部水密度は大きくなることから、基本ケース条件はより小さい液滴径1.5mmを設定する。

5. 液滴径の不確かさを考慮した条件の設定

不確かさを考慮した条件としては、第7図に示す体積分率における両側5%を切り捨てた際の下限值、すなわち体積分率2.5%出現値（0.4mm~0.45mm）を踏まえ、0.4mmを設定する。

なお放水される流量の大部分は、スプレイヘッドではなく放水砲が占めることとなるが、放水砲由来の放水を特徴づける液滴径は2.9mm（文献※1）とされており、スプレイヘッドの液滴径を放水砲由来の液滴に適用することは大幅な保守性を有することになる。



第7図 液滴径ごとの体積分率

※1：宮下達也、石油タンク火災消火時における大容量放水及び泡放射軌跡の予測モデルの構築（2014）

以上

液滴下降速度の算出について

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別紙4-1
2. 液滴下降速度の算出方法	T1-別紙4-1
3. 液滴下降速度算出結果	T1-別紙4-3

1. はじめに

使用済燃料ピット（以下「SFP」という。）未臨界性評価における水分条件である気相部水密度の算出に必要な液滴の落下速度について、基本ケース条件としては液滴径を1.5mmとした場合の下降速度を、不確かさ影響を考慮した条件としては液滴径を0.4mmとした場合の下降速度を、それぞれ使用することとした。本資料では、液滴径を用いた下降速度算出方法の詳細について述べる。

2. 液滴下降速度の算出方法

液滴下降速度 v_i は、使用済燃料ピットラック上面を通過する液滴について、ラック頂部高さ相当位置まで落下していることから個々の液滴が終端速度に達していると仮定し、液滴径により決まる終端速度を算出する。

自由落下する液滴の終端速度 v_i は重力と空気抵抗が釣り合う速度として式(1)により求められる。

$$\begin{cases} (\rho_{water} - \rho_{air})gV_i = C_d \rho_{air} \frac{1}{2} v_i^2 A_i \\ V_i = \frac{\pi}{6} d_i^3 & A_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 \end{cases} \quad (1)$$
$$\therefore v_i = \sqrt{\frac{4(\rho_{water} - \rho_{air})gd_i}{3\rho_{air}C_d}}$$

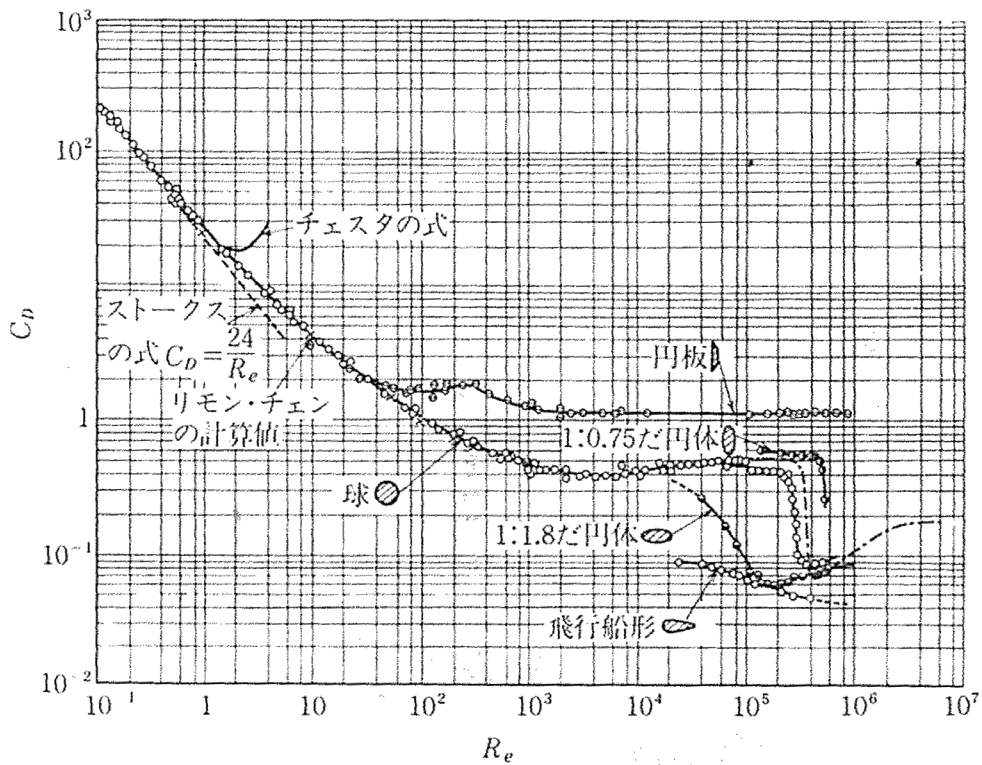
上記の式におけるパラメータの定義は以下のとおりである。

v_i	: 液滴の終端速度 (m/s)
ρ_{water}	: 液滴の密度 (kg/m ³)
ρ_{air}	: 空気密度 (kg/m ³)
V_i	: 液滴体積 (m ³)
A_i	: 液滴断面積 (m ²)
g	: 重力加速度 (m/s ²)
d_i	: 液滴径 (m)
C_d	: 抗力係数 (-)

C_d は、第1図に示す球体に対する実験結果から求められる経験式として式(2)で与えられる。

$$\begin{cases} C_d = \frac{24}{Re} & (Re < 1) \\ C_d = \left(0.55 + \frac{4.8}{\sqrt{Re}}\right)^2 & (1 < Re < 500) \\ C_d = 0.44 & (500 < Re < 10^5) \end{cases} \quad (2)$$

ここで、レイノルズ数は空気の動粘性係数 ν を用いて $Re = v_i d_i / \nu$ で表される。抗力係数はレイノルズ数が小さい領域で、レイノルズ数すなわち終端速度に依存することから、式(1)の式において抗力係数の導出に用いる速度が計算結果の終端速度と一致するよう繰り返し計算を行う。



第1図 球体に対する抗力係数¹

¹ 機械工学便覧 A5 流体工学 (新版)

3. 液滴下降速度算出結果

液滴径が1.5mm、0.4mmである場合の液滴下降速度を、算出に使用した各物性値とともに第1表に示す。なお、下降速度は1の位を保守的に切り下げた値を使用する。

第1表 下降速度算出条件及び算出結果

ρ_{water}	998.2 [kg/m ³]
ρ_{air}	1.166 [kg/m ³]
ν	1.56×10^{-5} [m ² /s]
g	9.807 [m/s ²]
d_i	1.0×10^{-3} [m]
C_d	0.7279 [—]
液滴 (1.5mm) の 下降速度	530 [cm/s]
液滴 (0.4mm) の 下降速度	160 [cm/s]

なお、実際のスプレー時におけるSFP内環境は高温条件下であると考え、第1表中の物性値は常温 (20℃) の値を用いている。第1表の物性値のうち、温度の影響を受けるものは ν 、 ρ_{water} 及び ρ_{air} であるが、式(1)より下降速度への温度影響が大きい ν 、 ρ_{air} については、温度が高いほど値は小さくなる傾向をもつ。 ν 、 ρ_{air} のどちらも値が小さいほど液滴下降速度が大きくなる。また、スプレー時には高温であるSFP内に低温の液滴が落下することから、空気は高温状態、液滴は低温状態となるが、その状態を考慮し物性値を設定した場合、式(1)より物性値の変化は下降速度をより大きくする方向である。

以上より、水密度を大きく算出するという観点から常温 (20℃) の物性値を用いることは妥当である。

また、実際のスプレー時は海水を用いるが、下降速度算出の際は純水の物性値を使用している。第1表の物性値のうち、液体の種類により変化する物性値は ρ_{water} であるが、 ρ_{water} は純水のほうが海水より小さいことから、より下降速度を小さくし水密度を高く算出する観点から純水の物性値を使用している。

以 上

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

目 次

	頁
1. はじめに	T1-別紙5-1
2. 頑健性確認結果	T1-別紙5-1

1. はじめに

最適評価手法を適用した今回の評価結果が有する未臨界性上の頑健性を確認するため、基本ケース条件に対して流量条件を過大に設定した解析を行った。

2. 頑健性確認結果

解析条件を第1表に、結果を第1図に示す。

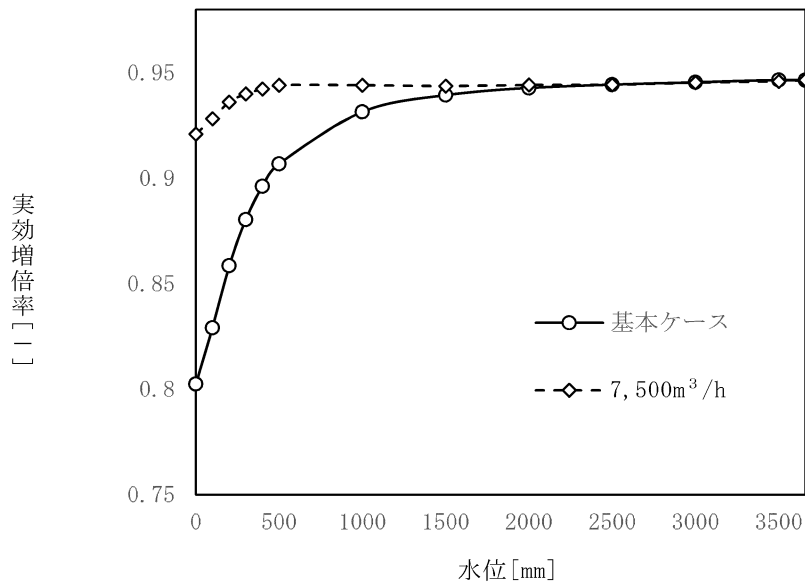
これによると、使用済燃料ピットの冷却と放射性物質の拡散抑制のための設備と手順から求めた基本ケースの流量条件（放水砲1台ベース）に対して、高浜発電所に配備している放水砲全台（予備を含め5台）を使用した場合の流量をさらに上回る $7,500\text{m}^3/\text{h}$ *においても、実効増倍率は基本ケースと同じく水位低下に伴い単調に減少する挙動を示し、未臨界性を満足する結果が得られたことから、今回の流量条件は未臨界性上の十分な頑健性を有している。

※福島第一原子力発電所事故での対応において、SFPに向け放水・注水された流量は、最大でも $500\text{m}^3/\text{h}$ 以下である。

（東京電力株式会社「福島原子力事故調査報告書」（平成24年6月）より）

第1表 評価条件（流量に対するパラメータスタディ）

		基本ケース	未臨界性上の 頑健性確認解析		
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		7,500 (m ³ /h)		
	SFPへの流入範囲、流量分布	流入範囲	SFP全面	←	
		流量分布	一様	←	
	燃料集合体内への流入割合		23 (%)	←	
	液膜厚さ	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 (%)	←	
		液膜厚さ評価式	包絡式	←	
	気相部 水密度 (放水の 液滴径等)	流入範囲内	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 (%)	←
			燃料集合体内	飽和蒸気密度 0.0006 (g/cm ³)	←
		燃料集合体外	液滴径1.5mmを用いた水密度	←	
		流入範囲外	—	—	
海水中の塩分濃度		3.3 (%)	←		



第1図 流量パラメータスタディ結果

以上

資料3 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

目 次

資料 3 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

資料 3-1 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

資料 3-2 本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

資料 3 - 1 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

目 次

	頁
1. 概要	T1-添3-1-1
2. 基本方針	T1-添3-1-1
3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等	T1-添3-1-3
3.1 設計、工事及び検査に係る組織	
(組織内外の相互関係及び情報伝達含む。)	T1-添3-1-3
3.1.1 設計に係る組織	T1-添3-1-4
3.1.2 工事及び検査に係る組織	T1-添3-1-4
3.1.3 調達に係る組織	T1-添3-1-4
3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査	T1-添3-1-7
3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用	T1-添3-1-7
3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査	T1-添3-1-7
3.3 設計に係る品質管理の方法	T1-添3-1-10
3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	T1-添3-1-10
3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	T1-添3-1-10
3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証	T1-添3-1-12
3.3.4 設計における変更	T1-添3-1-22
3.4 工事に係る品質管理の方法	T1-添3-1-22
3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）	T1-添3-1-22
3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施	T1-添3-1-23
3.5 使用前事業者検査の方法	T1-添3-1-24
3.5.1 使用前事業者検査での確認事項	T1-添3-1-24
3.5.2 使用前事業者検査の計画	T1-添3-1-25
3.5.3 検査計画の管理	T1-添3-1-29
3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	T1-添3-1-29
3.5.5 使用前事業者検査の実施	T1-添3-1-29
3.6 設工認における調達管理の方法	T1-添3-1-34
3.6.1 供給者の技術的評価	T1-添3-1-34
3.6.2 供給者の選定	T1-添3-1-34
3.6.3 調達製品の調達管理	T1-添3-1-34
3.6.4 請負会社他品質監査	T1-添3-1-38
3.6.5 設工認における調達管理の特例	T1-添3-1-38
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ	T1-添3-1-39

3.7.1	文書及び記録の管理	.....	T1-添3-1-39
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ	.....	T1-添3-1-43
3.8	不適合管理	.....	T1-添3-1-43
4.	適合性確認対象設備の施設管理	.....	T1-添3-1-44
4.1	使用開始前の適合性確認対象設備の保全	.....	T1-添3-1-44
4.1.1	工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備	.....	T1-添3-1-44
4.1.2	設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設 又は可搬の設備	.....	T1-添3-1-44
4.2	使用開始後の適合性確認対象設備の保全	.....	T1-添3-1-44
様式-1	本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画 (例)	.....	T1-添3-1-46
様式-2(1/2)	設備リスト (例) (設計基準対象施設)	.....	T1-添3-1-47
様式-2(2/2)	設備リスト (例) (重大事故等対処設備)	.....	T1-添3-1-48
様式-3	技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方 (例)	.....	T1-添3-1-49
様式-4(1/2)	施設と条文の対比一覧表 (例) (設計基準対象施設)	.....	T1-添3-1-50
様式-4(2/2)	施設と条文の対比一覧表 (例) (重大事故等対処設備)	.....	T1-添3-1-51
様式-5	設工認添付書類星取表 (例)	.....	T1-添3-1-52
様式-6	各条文の設計の考え方 (例)	.....	T1-添3-1-53
様式-7	要求事項との対比表 (例)	.....	T1-添3-1-54
様式-8	基準適合性を確保するための設計結果 と適合性確認状況一覧表 (例)	.....	T1-添3-1-55
様式-9	適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード 及び実績 (設備関係) (例)	.....	T1-添3-1-56
添付1	当社におけるグレード分けの考え方	.....	T1-添3-1-57
添付2	技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての 基本的な考え方	.....	T1-添3-1-66
添付3	設工認における解析管理について	.....	T1-添3-1-68
添付4	当社における設計管理・調達管理について	.....	T1-添3-1-75

1. 概要

本資料は、設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」（以下「設工認品質管理計画」という。）に基づき、設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画、並びに、工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を記載する。

2. 基本方針

本資料では、設工認における、「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」及び「工事に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」を、以下のとおり説明する。

(1) 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画

「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」として、以下に示す2つの段階を経て実施した設計の管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.3 設計に係る品質管理の方法」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また、これらの方法により行った管理の具体的な実績を、様式-1「本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）」（以下「様式-1」という。）に取りまとめる。

- a. 実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認対象設備に対する技術基準規則の条文ごとの基本設計方針の作成
- b. 前項 a で作成した条文ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則別表第二に示された事項に対して必要な設計を含む技術基準規則等への適合に必要な設備の設計（作成した条文ごとの基本設計方針に対し、工事を継続又は完了している設備の設計実績等を用いた技術基準規則等への適合に必要な設備の設計を含む。）

これらの設計に係る記載事項には、設計の要求事項として明確にしている事項及びその審査に関する事項、設計の体制として組織内外の相互関係、設計・開発の各段階における審査等に関する事項並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(2) 工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画

「工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」として、設工認申請（届出）時点で設置されている設備、工事を継続又は完了している設備を含めた設工認対象設備の工事及び検査に係る品質管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.4 工事に係る品質管理の方法」及び「3.5 使用前事業者検査の方法」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また、これらの工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を、様式-1に取りまとめる。

工事及び検査に係る記載事項には、工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びその審査に関する事項、工事及び検査の体制として組織内外の相互関係（使用前事業者検査の独立性、資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む。）、工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視測定、妥当性確認及び検査等に関する事項（記録、識別管理、トレーサビリティ等に関する事項を含む。）並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(3) 設工認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備は、必要な機能・性能を発揮できる状態に維持されていることが不可欠であり、その維持の管理の方法について「4. 適合性確認対象設備の施設管理」で記載する。

(4) 設工認で記載する設計、工事及び検査以外の品質保証活動

設工認に必要な設計、工事及び検査は、設工認品質管理計画に基づく品質マネジメントシステム体制のもとで実施するため、上記以外の責任と権限、原子力の安全の確保の重視、必要な要員の力量管理を含む資源の管理及び不適合管理を含む評価及び改善については、「高浜発電所原子炉施設保安規定」（以下「保安規定」という。）の品質マネジメントシステム計画（以下「保安規定品質マネジメントシステム計画」という。）に従った管理を実施する。

また、当社の品質保証活動は、健全な安全文化を育成し及び維持するための活動と一体

となった活動を実施している。

3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等

設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理は、品質マネジメントシステム及び保安規定品質マネジメントシステム計画に基づき実施する。

また、特定重大事故等対処施設にかかわる秘匿性を保持する必要がある情報については以下の管理を実施する。

(1) 秘密情報の管理

「実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイドにおける航空機等の特性等」（平成26年9月18日原子力規制委員会）及び同ガイドを用いて作成した情報を含む文書（以下「秘密情報」という。）については、秘密情報の管理に係る管理責任者を指定し、秘密情報を扱う者（以下「取扱者」という。）の名簿での登録管理を実施する。また、秘密情報を含んだ電子データは取扱者以外の者のアクセスを遮断するためパスワードの設定等を実施する。

(2) セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理

上記(1)以外の特定重大事故等対処施設に関する情報を含む文書については、業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理する。また、特定重大事故等対処施設に係る調達の際、当該情報を含む文書等について業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理することを要求する。

以下に、設計、工事及び検査、調達管理等のプロセスを示す。

3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）

設工認に基づく設計、工事及び検査は、第3.1-1図に示す本店組織及び発電所組織に係る体制で実施する。

また、設計（「3.3 設計に係る品質管理の方法」）、工事（「3.4 工事に係る品質管理の方法」）、検査（「3.5 使用前事業者検査の方法」）並びに調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」）の各プロセスを主管する箇所を第3.1-1表に示す。

第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、担当する設備に関する設計、工事及び検査並びに調達について、責任と権限を持つ。

各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意思疎通を図る。

設計から工事及び検査への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達など、組織

内外や組織間の情報伝達については、設工認に従い確実に実施する。

3.1.1 設計に係る組織

設工認に基づく設計は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.3 設計に係る品質管理の方法」に係る箇所が設計を主管する組織として実施する。

この設計に必要な資料の作成を行うため、第3.1-1図に示す体制を定めて設計に係る活動を実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

3.1.2 工事及び検査に係る組織

設工認に基づく工事は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.4 工事に係る品質管理の方法」に係る箇所が工事を主管する組織として実施する。

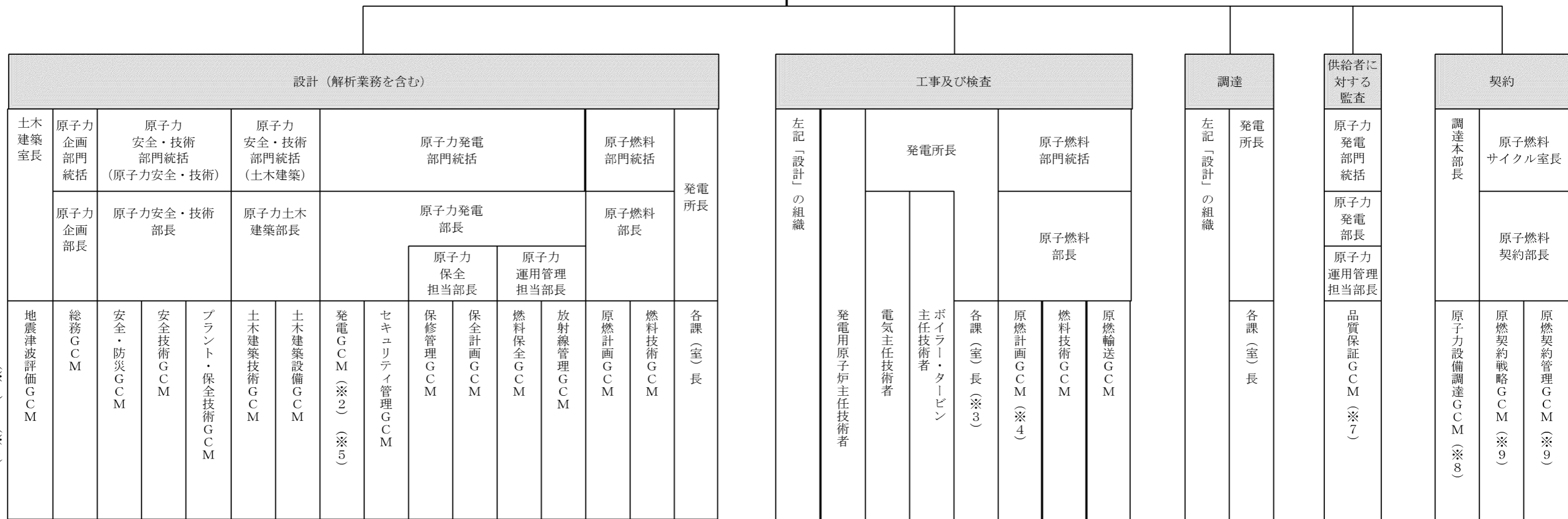
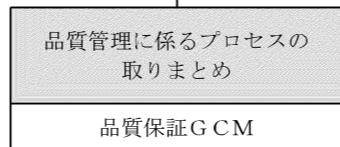
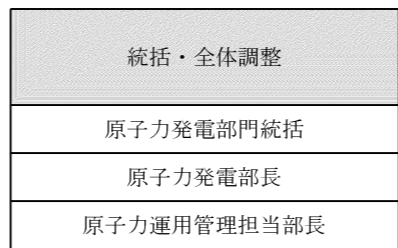
設工認に基づく検査は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.5 使用前事業者検査の方法」に係る箇所が検査を担当する組織として実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

3.1.3 調達に係る組織

設工認に基づく調達は、第3.1-1表に示す本店組織及び発電所組織の調達を主管する箇所で実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。



(※1) (※6)

- ※1：「G」は「グループ」、「CM」は「チーフマネジャー」をいう。
- ※2：検査（主要な耐圧部の溶接部、燃料体を除く。）に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長（発電所組織においては、技術課長とする。）
- ※3：主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
- ※4：燃料体検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
- ※5：設工認申請（届出）書の提出手続きを主管する箇所の長
- ※6：設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長（当該設工認申請（届出）に係る設計を主管する箇所の長の代表者とする。）
- ※7：定期的な請負会社品質監査以外の監査においては、各GCM又は各課(室)長
- ※8：これ以外の箇所で行う契約においては、各GCM又は各課(室)長
- ※9：原子燃料関係の契約

第3.1-1図 適合性確認に関する体制表

第3.1-1表 設計及び工事の実施の体制

プロセス		主管箇所
3.3	設計に係る品質管理の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 保全計画課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ
3.4 3.5	工事に係る品質管理の方法 使用前事業者検査の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 品質保証室 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 第一発電室 発電所 第二発電室 発電所 保全計画課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ
3.6	設工認における調達管理の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ

3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査

3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用

設工認における設計は、設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含めた設工認対象設備に対し、第3.2-1表に示す「設工認における設計、工事及び検査の各段階」に従って技術基準規則等の要求事項への適合性を確保するために実施する工事の設計である。

この設計は、設工認品質管理計画「3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用」（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に示すグレード分けに従い管理を実施する。

3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査

設工認における設計、工事及び検査の各段階と保安規定品質マネジメントシステム計画との関係を第3.2-1表に示す。

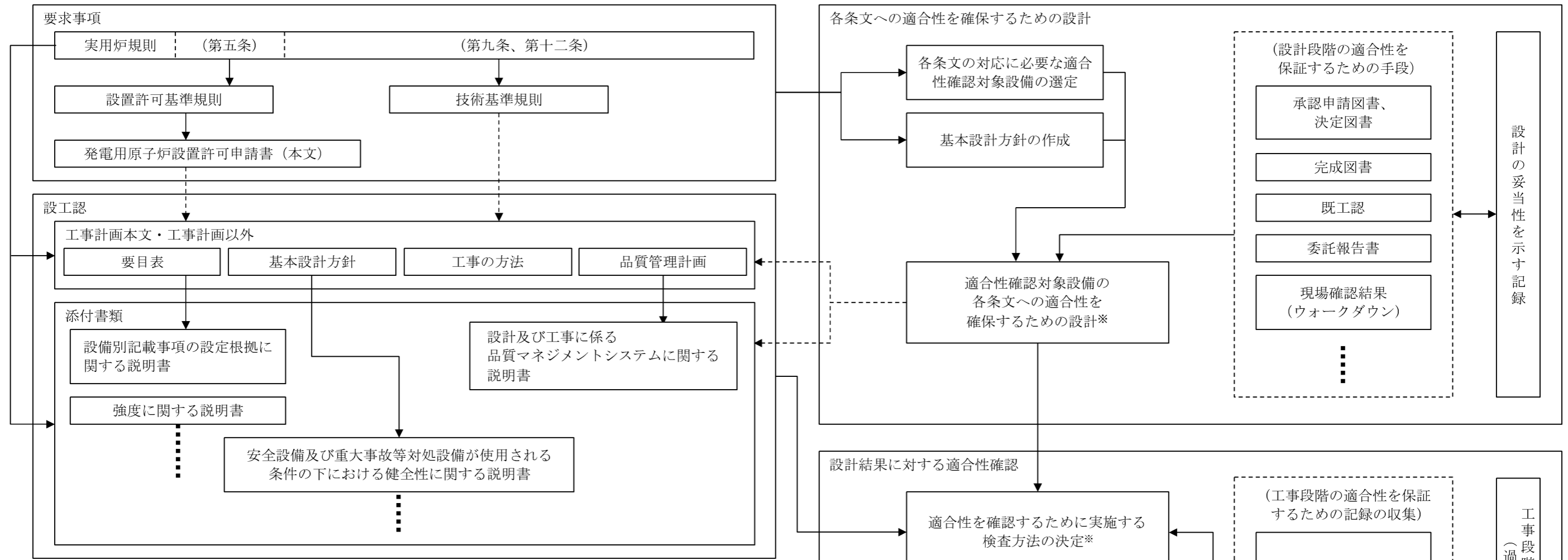
また、適合性確認に必要な作業と検査の繋がりを第3.2-1図に示す。

なお、実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認申請（届出）手続きが不要な工事を行う場合は、設工認品質管理計画のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。

設計又は工事を主管する箇所の長並びに検査を担当する箇所の長は、第3.2-1表に示す「保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目」ごとのアウトプットに対する審査（以下「レビュー」という。）を実施するとともに、記録を管理する。

なお、設計の各段階におけるレビューについては、第3.1-1表に示す設計及び工事を主管する組織の中で当該設備の設計に関する専門家を含めて実施する。

設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な検査は、「3.3 設計に係る品質管理の方法」、「3.4 工事に係る品質管理の方法」、「3.5 使用前事業者検査の方法」及び「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す管理（第3.2-1表における「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」～「3.6 設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。



※：基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表

発電用原子炉施設の種類の			項目番号	1			～
〇〇施設			基本設計方針	～に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。			～
			要求種別	評価要求			～
設備区分	機器区分	関連条文	設備名称	設工認設計結果 (上：要目表/設計方針) (下：記録等)	設備の具体的設計結果 (上：設計結果) (下：記録等)	確認方法	～
～設備	ポンプ	〇〇条	恒設代替 低圧注水ポンプ	設置許可で確認した地盤 上の〇〇建屋内に設置	・・・	据付検査 ・・・ ・・・	～
				・・・	・・・		～
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	～

第 3.2-1 図 適合性確認に必要な作業と検査の繋がり

第 3.2-1 表 設工認における設計、工事及び検査の各段階

各段階		保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目	概要
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法	7.3.1 設計開発計画 適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1 ※	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計開発に用いる情報 設計に必要な技術基準規則等の要求事項の明確化 技術基準規則等に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	
	3.3.3(1) ※	基本設計方針の作成（設計1）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2) ※	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 適合性確認対象設備に必要な設計の実施
	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	7.3.5 設計開発の検証 基準適合性を確保するための設計の妥当性のチェック
	3.3.4 ※	設計における変更	7.3.7 設計開発の変更の管理 設計対象の追加や変更時の対応
工事及び検査	3.4.1 ※	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 7.3.5 設計開発の検証 設工認を実現するための具体的な設計
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施	— 適合性確認対象設備の工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	— 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していること
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	— 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する計画と方法の決定
	3.5.3	検査計画の管理	— 使用前事業者検査を実施する際の工程管理
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	— 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査を実施する際のプロセスの管理
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	7.3.6 設計開発の妥当性確認 8.2.4 機器等の検査等 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認
調達	3.6	設工認における調達管理の方法	7.4 調達 8.2.4 機器等の検査等 適合性確認に必要な、設計、工事及び検査に係る調達管理

※：「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査」で述べている「設計の各段階におけるレビュー」の各段階を示す。

3.3 設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計として、「要求事項の明確化」、「適合性確認対象設備の選定」、「基本設計方針の作成」及び「適合性を確保するための設計」、「設計のアウトプットに対する検証」の各段階を実施する。

以下に各段階の活動内容を示す。

3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

設計を主管する箇所の長は、以下の事項により、設工認に必要な要求事項を明確にする。

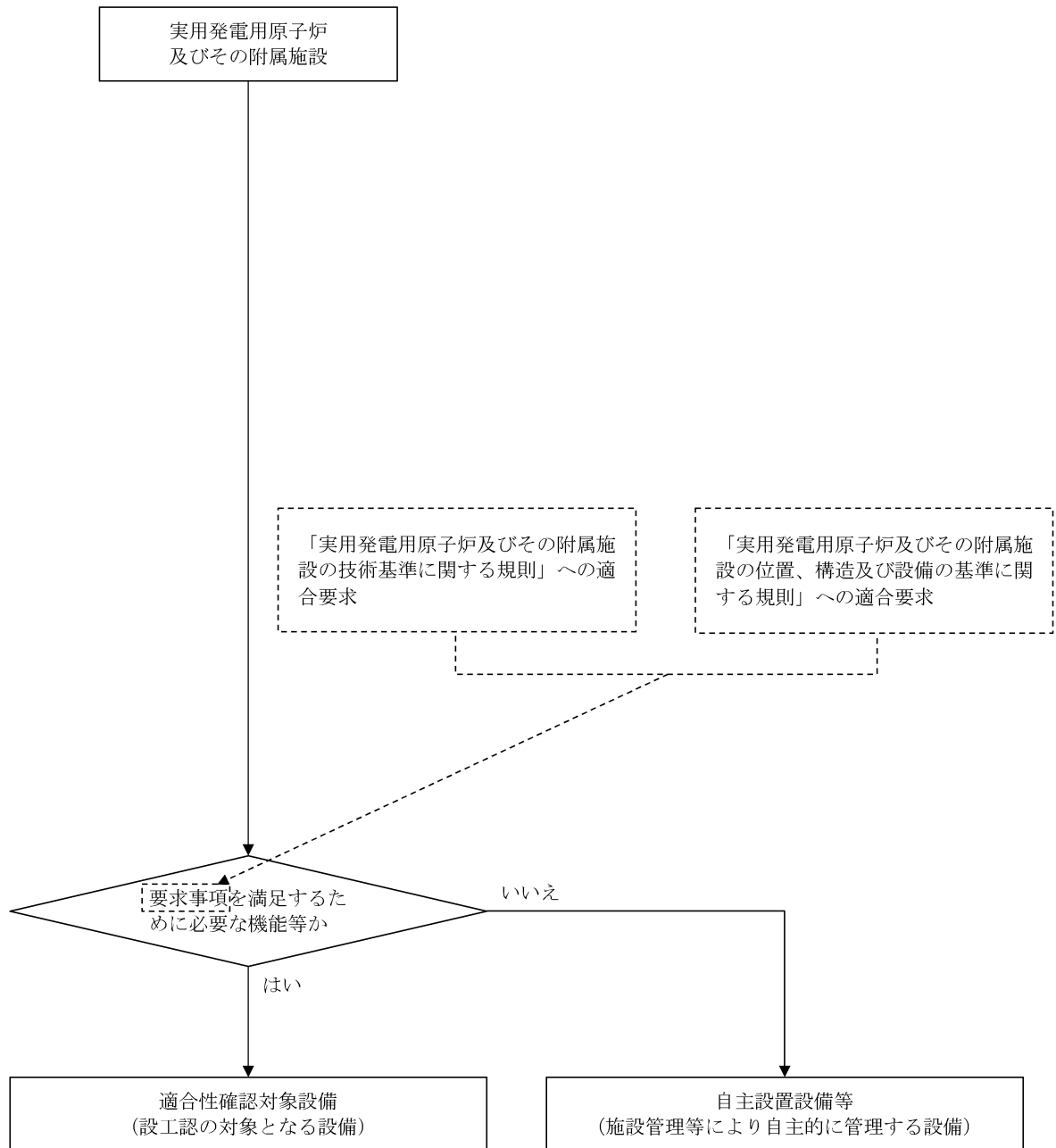
- ・「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号）」（以下「設置許可基準規則」という。）に適合しているとして許可された「高浜発電所発電用原子炉設置変更許可申請書」（以下「設置変更許可申請書」という。）
- ・技術基準規則
また、必要に応じて以下を参照する。
- ・許可された設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備に対する技術基準規則への適合性を確保するため、設置変更許可申請書に記載されている設備及び技術基準規則への対応に必要な設備（運用を含む。）を、実際に使用する際の系統又は構成で必要となる設備を含めた適合性確認対象設備として以下に従って抽出する。

適合性確認対象設備を明確にするため、設工認に関連する工事において追加・変更となる設備・運用のうち、設工認の対象となる設備・運用を、要求事項への適合性を確保するために実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備・運用を考慮しつつ第3.3-1図に示すフローに基づき抽出する。

抽出した結果を様式-2(1/2)～(2/2)「設備リスト（例）」（以下「様式-2」という。）の該当する条文の設備等欄に整理するとともに、設備／運用、既設／新設、要求事項に対して必須の設備・運用の有無、実用炉規則別表第二の記載対象設備に該当の有無、既工認での記載の有無、実用炉規則別表第二に関連する施設区分／設備区分及び設置変更許可申請書添付八主要設備記載の有無を明確にする。



第3.3-1図 適合性確認対象設備の抽出について

3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するための設計を以下のとおり実施する。

- ・「設計1」として、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を基に、必要な設計を漏れなく実施するための基本設計方針を明確化する。
 - ・「設計2」として、「設計1」の結果を用いて適合性確認対象設備に必要な詳細設計を実施する。
 - ・「設計1」及び「設計2」の結果を用いて、設工認に必要な書類等を作成する。
 - ・「設計のアウトプットに対する検証」として、「設計1」及び「設計2」の結果について、検証を実施する。
- これらの具体的な活動を以下のとおり実施する。

(1) 基本設計方針の作成（設計1）

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対する詳細設計を「設計2」で実施するに先立ち、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項に対する設計を漏れなく実施するために、以下により適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに各条文に関連する要求事項を用いて設計項目を明確にした基本設計方針を作成する。

a. 適合性確認対象設備と適用条文の整理

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則への適合に必要な設計を確実に実施するため、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。

- (a) 技術基準規則の条文ごとに各施設との関係を明確にし、明確にした結果とその理由を、様式-3「技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）」（以下「様式-3」という。）の「適用要否判断」欄及び「理由」欄に取りまとめる。
- (b) 様式-3に取りまとめた結果を、様式-4(1/2)～(2/2)「施設と条文の対比一覧表（例）」（以下「様式-4」という。）の該当箇所の星取りにて取りまとめることにより、施設ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。
- (c) 様式-2で明確にした適合性確認対象設備を実用炉規則別表第二の設備区分ごとに、様式-5「設工認添付書類星取表（例）」（以下「様式-5」という。）で機器として整理する。

また、様式-4で取りまとめた結果を用いて、設備ごとに適用される技術基準規則の条番号を明確にし、技術基準規則の各条番号と設工認との関連性を含めて、様式-5で整理する。

b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成

設計を主管する箇所の長は、以下により、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を具体化し、漏れなく適用していくための基本設計方針を技術基準規則の条文ごとに作成する。

なお、基本設計方針の作成に当たっての統一的な考え方を添付2「技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方」に示す。

- (a) 様式-7「要求事項との対比表（例）」（以下「様式-7」という。）に、基本設計方針の作成に必要な情報として、技術基準規則の各条文及びその解釈、並びに関係する設置変更許可申請書本文及びその添付書類に記載されている内容を原文のまま引用し、その内容を見ながら、設計すべき項目を基本設計方針として漏れなく作成する。
- (b) 基本設計方針の作成に併せて、基本設計方針として記載する事項及びそれらの設工認申請（届出）書の添付書類作成の考え方（理由）、基本設計方針として記載しない場合の考え方、並びに詳細な検討が必要な事項として含めるべき実用炉規則別表第二に示された添付書類との関係を明確にし、それらを様式-6「各条文の設計の考え方（例）」（以下「様式-6」という。）に取りまとめる。
- (c) (a)及び(b)で作成した条文ごとの基本設計方針を整理した様式-7及び基本設計方針作成時の考え方を整理した様式-6、並びに各施設に適用される技術基準規則の条文を明確にした様式-4を用いて、施設ごとの基本設計方針を作成する。
- (d) 作成した基本設計方針を基に、抽出した適合性確認対象設備に対する耐震重要度分類、機器クラス、兼用する際の登録の考え方及び当該適合性確認対象設備に必要な設工認申請（届出）書の添付書類との関連性を様式-5で明確にする。

(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対し、変更があった要求事項への適合性を確保するための詳細設計を、「設計1」の結果を

用いて実施する。

a. 基本設計方針の整理

設計を主管する箇所の長は、基本設計方針（「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」参照）に基づく設計の実施に先立ち、基本設計方針に従った設計を漏れなく実施するため、基本設計方針の内容を以下の流れで分類し、技術基準規則への適合性の確保が必要な要求事項を整理する。

- (a) 条文ごとに作成した基本設計方針を設計項目となるまとまりごとに整理する。
- (b) 整理した設計方針を分類するためのキーワードを抽出する。
- (c) 抽出したキーワードを基に要求事項を第3.3-1表に示す要求種別に分類する。
- (d) 分類した結果を、設計項目となるまとまりごとに、様式-8「基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）」（以下「様式-8」という。）の「基本設計方針」欄に整理する。
- (e) 設工認の設計に不要な以下の基本設計方針を、様式-8の該当する基本設計方針に網掛けすることにより区別し、設計が必要な要求事項に変更があった条文に対応した基本設計方針を明確にする。
 - ・ 定義（基本設計方針で使用されている用語の説明）
 - ・ 冒頭宣言（設計項目となるまとまりごとの概要を示し、冒頭宣言以降の基本設計方針で具体的な設計項目が示されているもの）
 - ・ 規制要求に変更のない既設設備に適用される基本設計方針（既設設備のうち、過去に当該要求事項に対応するための設計が行われており、様式-4及び様式-5で従来の技術基準規則から変更がないとした条文に対応した基本設計方針）
 - ・ 適合性確認対象設備に適用されない基本設計方針（当該適合性確認対象設備に適用されず、設計が不要となる基本設計方針）

b. 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（対象設備の仕様を含む。）

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備を技術基準規則に適合したものとするために、以下により、必要な詳細設計を実施する。

また、具体的な設計の流れを第3.3-2図に示す。

- (a) 第3.3-1表に示す「要求種別」ごとの「主な設計事項」に示す内容について、「3.7.1 文書及び記録の管理」で管理されている設備図書等の記録をインプットとして、基本設計方針に対し、適合性確認対象設備が技術基準規則等への必要な設計要求事項の適合性を確保するために必要な詳細設計の方針（要求機

能、性能目標、防護方針等を含む。)を定めるための設計を実施する。

- (b) 様式-6で明確にした詳細な検討を必要とした事項を含めて詳細設計を実施するとともに、以下に該当する場合は、その内容に従った詳細設計を実施する。

イ. 評価を行う場合

詳細設計として評価(解析を含む。)を実施する場合は、基本設計方針を基に詳細な評価方針及び評価方法を定めた上で、評価を実施する。

また、評価の実施において、解析を行う場合は、「3.3.3(2)c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理」に基づく管理により品質を確保する。

ロ. 複数の機能を兼用する設備の設計を行う場合

複数の機能(施設間を含む。)を兼用する設備の設計を行う場合は、兼用するすべての機能を踏まえた設計を確実に実施するため、組織間の情報伝達を確実に実施し、兼用する機能ごとの系統構成を把握し、兼用する機能を集約した上で、兼用するすべての機能を満たすよう設計を実施する。

ハ. 設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合

設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合は、設計が行われることを確実にするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、設計をまとめて実施する側で複数の対象を考慮した設計を実施したのち、設計を委ねた側においても、その設計結果を確認する。

ニ. 他号機と共用する設備の設計を行う場合

他号機と共用する設備の設計を行う場合は、設計が確実に行われることを確実にするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、号機ごとの設計範囲を明確にし、必要な設計が確実に行われるよう管理する。

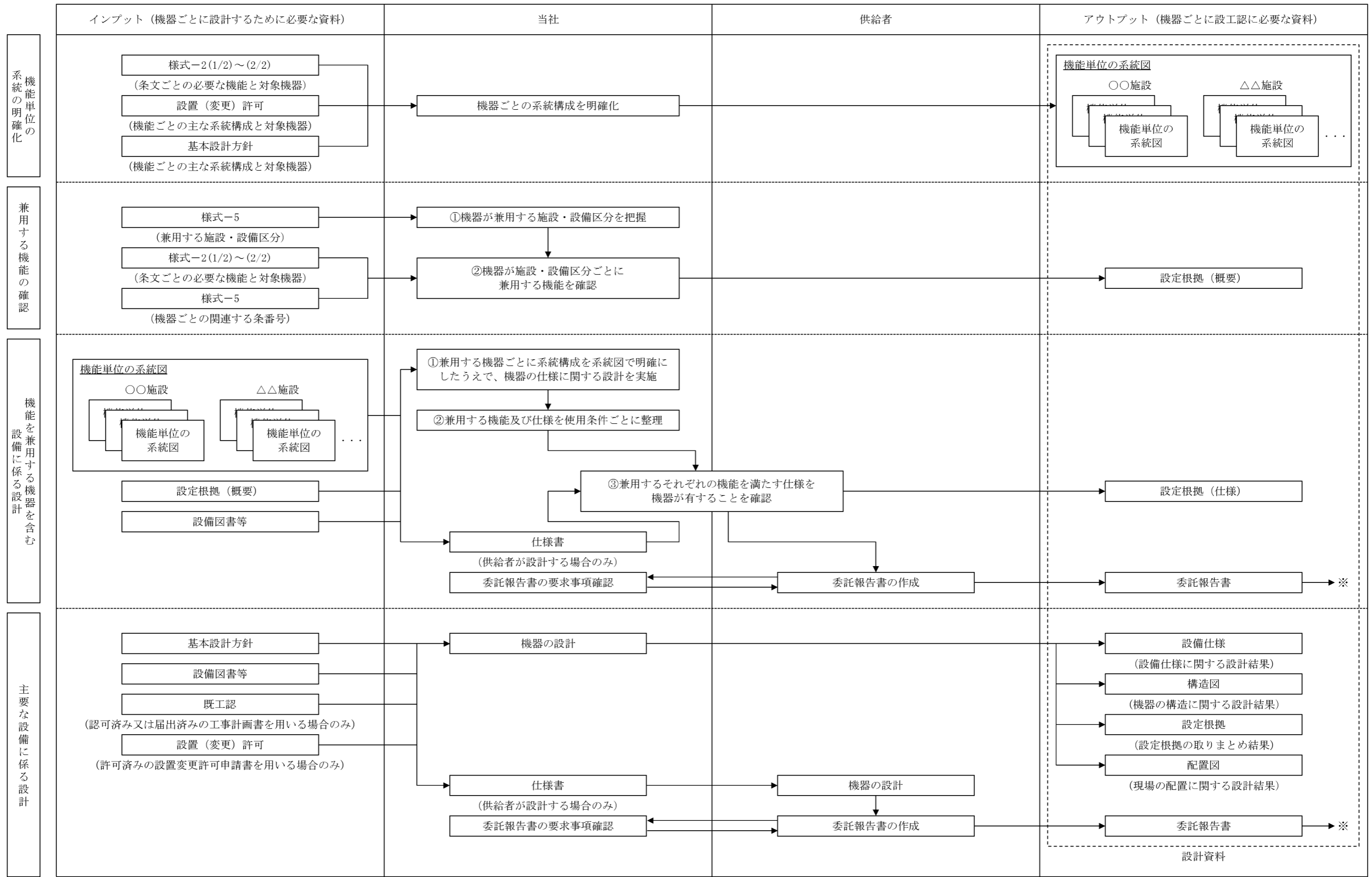
上記イ～ニの場合において、設計の妥当性を検証し、詳細設計方針を満たすことを確認するために検査を実施しなければならない場合は、条件及び方法を定めた上で実施する。

また、これらの設計として実施したプロセスを様式-1に取りまとめるとともに、設計結果を、様式-8の「設工認設計結果(要目表/設計方針)」欄に整理する。

- (c) 第3.3-1表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、基本設計方針を作成した箇所の長にて、保安規定に必要な対応を取りまとめる。

第3.3-1表 要求種別ごとの適合性の確保に必要な主な設計事項と
その妥当性を示すための記録との関係

要求種別		主な設計事項		設計方針の妥当性を示す記録	
設備	設計要求	設置要求	目的とする機能・性能を有する設備の選定 配置設計	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 設備図書（図面、構造図、仕様書） 等	
		機能要求	目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な具体的な系統構成・設備構成	設置変更許可申請書の記載を基にした、実際に使用する系統構成・設備構成の決定	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 系統図 設備図書（図面、構造図、仕様書） 等
			目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な設備の具体的な仕様	仕様設計 構造設計 強度設計（クラスに応じて）	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 設備図書（図面、構造図、仕様書） インターロック線図 算出根拠（計算式等） カタログ 等
		評価要求	対象設備が目的とする機能・性能を持つことを示すための方法とそれに基づく評価	仕様決定のための解析 条件設定のための解析 実証試験 技術基準規則に適合していることの確認のための解析（耐震評価、耐環境評価）	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 有効性評価結果（設置変更許可申請書での安全解析の結果を含む。） 解析計画（解析方針） 委託報告書（解析結果） 手計算結果 等
運用	運用要求	保安規定で定める必要がある運用方法とそれに基づく計画	維持又は運用のための計画の作成	—	



※：委託報告書の図面等を設計のインプットとして使用する場合は、当社が承認したのち、設備図書等として取り扱う。また、供給者が工事にて設計を実施した場合は、委託報告書を総括報告書に読み替える。

第 3.3-2 図 主要な設備の設計

c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

設計を主管する箇所のは、詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、以下の活動を実施し、品質を確保する。

(a) 調達による解析の管理

基本設計方針に基づく詳細設計で解析を実施する場合は、解析結果の信頼性を確保するため、設工認品質管理計画に基づく品質保証活動を行う上で、特に以下の点に配慮した活動を実施し、品質を確保する。

イ. 調達による解析

調達により解析を実施する場合は、解析の信頼性を確保するために、供給者に対し、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人原子力安全推進協会）」を反映した以下に示す管理を確実にするための品質マネジメントシステム体制の構築等に関する調達要求事項を仕様書により要求し、それに従った品質マネジメントシステム体制のもとで解析を実施させるよう「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達管理を実施する。

なお、解析の調達管理に関する具体的な流れを添付3「設工認における解析管理について」の「別図1」に示す。

(イ) 解析業務を実施するに当たり、あらかじめ解析業務の計画を策定し、解析業務実施計画書等により文書化する。

なお、解析業務の計画には、以下に示す事項の計画を明確にする。

- ・解析の目的
- ・実施体制
- ・解析及び審査、検証の実施者
- ・解析業務の作業手順
- ・各作業プロセスの実施時期
- ・使用する計算機プログラムとその検証結果※

※：解析業務実施計画書の作成段階で、使用する計算機プログラムの検証が完了していない場合は、計算機プログラムの検証計画を解析業務実施計画書に記載し当社に提出させ、また計算機プログラム検証後にその結果を当社へ提出させる。

- ・解析結果の検証方法
- ・委託報告書の確認
- ・解析業務の変更管理
- ・記録の保管管理

(ロ) 解析業務に係る必要な力量を定めるとともに、従事する要員（原解析者・審査者・検証者）は必要な力量を有した者とする。

ロ. 計算機プログラム（解析コード）の管理

計算機プログラムは、評価目的に応じた解析結果を保証するための重要な役割を持っていることから、使用実績や使用目的に応じ、計算機プログラムが適正なものであることを以下のような方法により検証し、使用する。

- ・簡易的なモデルによる解析解の検算
- ・標準計算事例を用いた解析による検証
- ・実験又はベンチマーク試験結果との比較
- ・他の計算機プログラムによる計算結果との比較 等

ハ. 解析業務で用いる入力情報の伝達

当社は供給者に対し調達管理に基づく品質マネジメントシステム上の要求事項として、ISO9001の要求事項に従った文書及び記録の管理の実施を要求し、適切な版を管理することを要求する。

これにより、設工認に必要な解析業務のうち、設備又は土木建築構造物を設置した供給者と同一の供給者が主体となって解析を実施する場合は、解析を実施する供給者が所有する図面とそれを基に作成され納入されている当社所有の設備図書で、同じ最新性を確保する。

また、設備を設置した供給者以外の供給者にて解析を実施する場合は、当社で管理している図面を供給者に提供することで、供給者に最新性が確保された図面で解析を実施させる。

ニ. 入力根拠の作成

供給者に、解析業務実施計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした入力根拠書を作成させ、また計算機プログラムへの入力間違いがないか確認させることで、入力根拠の妥当性及び入力データが正しく入力されたことの品質を確保する。

(b) 手計算による自社解析

自社で実施する解析（手計算）は、評価を実施するために必要な計算方法及び入力データを明確にした上で、当該業務の力量を持つ要員が実施する。

また、実施した解析結果に間違いがないようにするために、入力根拠、入力結果及び解析結果について、解析を実施した者以外の者によるダブルチェックを実施し、解析結果の信頼性を確保する。

(3) 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の「設計1」及び「設計2」で取りまとめた様式-8を設計のアウトプットとして、これが設計のインプット（「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」及び「3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」参照）で与えられた要求事項に対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、組織の要員に指示する。

なお、この検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

(4) 設工認申請（届出）書の作成

設計を主管する箇所の長は、設工認の設計として実施した「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」及び「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」からのアウトプットを基に、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。

a. 要目表の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、実用炉規則別表第二の「記載すべき事項」の要求に従って、必要な事項（種類、主要寸法、材料、個数等）を設備ごとに表（要目表）又は図面等に取りまとめる。

b. 施設ごとの基本設計方針のまとめ

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(1)b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」で作成した施設ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則別表第二に示された発電用原子炉施設の施設ごとの基本設計方針としてまとめ直すことにより、設工認として必要な基本設計方針を作成する。

また、技術基準規則に規定される機能・性能を満足させるための基本的な規格及び基準を、「適用基準及び適用規格」として取りまとめる。

c. 工事の方法の作成

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備等が、期待される機能を確実に発揮することを示すため、当該工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法を記載するとともに、工事中の従事者及び公衆に対する放射線管理や他の設備に対する悪影響防止等の観点から特に留意すべき事項を「工事の方法」として取りまとめる。

d. 各添付書類の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、基本設計方針に対する詳細設計の結果、及び設計の妥当性に関する説明が必要な事項を取りまとめた様式-6及び様式-7を用いて、実用炉規則別表第二に示された添付書類を作成する。

なお、実用炉規則別表第二に示された添付書類において、解析コードを使用している場合には、添付書類の別紙として「計算機プログラム（解析コード）の概要」を作成する。

e. 設工認申請（届出）書案のチェック

設計を主管する箇所の長は、設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長が定めた作成分担に基づき、作成した設工認申請（届出）書案について、要員を指揮して、以下の要領でチェックする。

- (a) 設計を主管する箇所でのチェック分担を明確にしてチェックする。
- (b) コメントが付されている場合は、その反映要否を検討し、必要に応じ資料を修正した上で、再度チェックする。
- (c) 設計対象の追加または変更をした場合は、関連書類の整合が取られていることをチェックする。
- (d) 必要に応じこれらを繰り返し、設工認申請（届出）書案のチェックを完了する。

(5) 設工認申請（届出）書の承認

「3.3.3(3) 設計のアウトプットに対する検証」及び「3.3.3(4)e. 設工認申請（届出）書案のチェック」を実施した設工認申請（届出）書案について、設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長は、設計を主管する箇所の長が作成した資料のチェックが確実に実施されたことを確認した上で取りまとめ、原子力発電安全委員会（原子力発電安全運営委員会）へ付議し、審議及び確認を得る。

また、設工認申請（届出）書の提出手続きを主管する箇所の長は、原子力発電安全委員会（原子力発電安全運営委員会）の審議及び確認を得た設工認申請（届出）書について、原子力規制委員会及び経済産業大臣への提出手続きを承認する。

3.3.4 設計における変更

設計を主管する箇所の長は、設計対象の追加又は変更が必要となった場合、「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」～「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じて修正する。

3.4 工事に係る品質管理の方法

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく具体的な設備の設計の実施及びその結果を反映した設備を導入するために必要な工事を、「3.6 設工認における調達管理の方法」の管理を適用して実施する。

3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）

工事を主管する箇所の長は、工事段階において、以下のいずれかの方法で、設工認を実現するための具体的な設計（設計3）を実施し、決定した具体的な設備の設計結果（既に工事を着手し設置を終えている設備について、既に実施された具体的な設計の結果が設工認に適合していることを確認することを含む。）を様式-8の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

(1) 自社で設計する場合

本店組織又は発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「設計3」を実施する。

(2) 「設計3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達し、発電所組織の工事を主

管する箇所の長が調達管理として「設計3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

- (3) 「設計3」を発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達し、かつ、調達管理として「設計3」を管理する場合

発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

- (4) 「設計3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達し、かつ、調達管理として「設計3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、本店組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく設備を設置するための工事を、「工事の方法」に記載された工事の手順並びに「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い実施する。

なお、この工事の中で使用前事業者検査を実施する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で使用前事業者検査を含めて実施する。

また、設工認に基づき設置する設備のうち、既に工事を着手し設置を終えている設備については、以下のとおり取り扱う。

- (1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し設置を完了して調達製品の検証段階の適合性確認対象設備については、「3.5 使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備については、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い、着手時点のグレードに応じた工事を継続して実施するとともに、「3.5 使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

なお、この工事の中で適合性確認を実施する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で実施する。

3.5 使用前事業者検査の方法

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、「検査・試験通達」に従い、工事実施箇所からの独立性を確保した検査体制のもと、実施する。

3.5.1 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するために、以下の項目について検査を実施する。

①実設備の仕様の適合性確認

②実施した工事が、「3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）」及び「3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施」に記載したプロセス並びに「工事の方法」のとおり行われていること。

これらの項目のうち、①を設工認品質管理計画の第 3.5-1 表に示す検査として、②を品質マネジメントシステムに係る検査（以下「QA 検査」という。）として実施する。

②については工事全般に対して実施するものであるが、工事実施箇所が「3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理」を実施する場合は、工事実施箇所が実施する溶接に関するプロセス管理が適切に行われていることの確認を QA 検査に追加する。

また、QA 検査では上記②に加え、上記①のうち工事実施箇所が実施する検査の、

記録（工事実施箇所が採取した記録・ミルシート等。）の信頼性確認（記録確認検査や抜取検査の信頼性確保）を行い、設工認に基づく検査の信頼性を確保する。

3.5.2 使用前事業者検査の計画

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」、
「3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）」で実施した設計1、2及び設計3のアウトプットに対する妥当性を確認するための方法を様式-8に整理し、使用前事業者検査を計画する。

使用前事業者検査は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3.3-1表の要求種別ごとに第3.5-1表に示す確認項目、確認視点及び主な検査項目を基に計画を策定する。

適合性確認対象設備のうち、技術基準規則上の措置（運用）に必要な設備についても、使用前事業者検査を計画する。

個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

(1) 使用前事業者検査の方法の決定

検査を担当する箇所の長は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3.3-1表の要求種別ごとに定めた第3.5-1表に示す確認項目、確認視点、主な検査項目の考え方を使得、確認項目ごとに設計結果に関する具体的な検査概要及び判定基準を以下の手順により使用前事業者検査の方法として明確にする。第3.5-1表の検査項目ごとの概要及び判定基準の考え方を第3.5-2表に示す。

- a. 様式-8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」及び「設備の具体的設計結果」欄に記載された内容と該当する要求種別を基に、検査項目を決定する。
- b. 決定された検査項目より、第3.5-2表に示す「検査項目、検査概要、判定基準の考え方について（代表例）」及び「工事の方法」を参照し適切な検査方法を決定する。
- c. 決定した各設備に対する以下の内容を、様式-8の「確認方法」欄に取りまとめる。なお、「確認方法」欄では、以下の内容を明確にする。

(a) 検査項目

(b) 検査方法

第 3.5-1 表 要求事項に対する確認項目及び確認の視点

要求種別		確認項目	確認視点	主な検査項目	
設備	設計要求	設置要求	名称、取付箇所、個数、設置状態、保管状態	据付検査 状態確認検査 外観検査	
		機能要求	材料、寸法、耐圧・漏えい等の構造、強度に係る仕様(要目表)	要目表の記載どおりであることを確認する。	材料検査 寸法検査 建物・構築物構造検査 外観検査
			系統構成、系統隔離、可搬設備の接続性	実際に使用できる系統構成になっていることを確認する。	据付検査 状態確認検査 耐圧検査
			上記以外の所要の機能要求事項	目的とする機能・性能が発揮できることを確認する。	漏えい検査 特性検査 機能・性能検査
	評価要求	解析書のインプット条件等の要求事項	評価条件を満足していることを確認する。	内容に応じて、設置要求、機能要求の検査を適用	
運用	運用要求	手順確認	(保安規定) 手順化されていることを確認する。	状態確認検査	

第3.5-2表 検査項目、検査概要及び判定基準の考え方について（代表例）

検査項目	検査概要	判定基準の考え方
材料検査	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格※1,2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格等に適合すること。
寸法検査	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内であることを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること。
外観検査	・有害な欠陥のないことを記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。
据付検査 (組立て及び据付け状態を確認する検査)	・常設設備の組立て状態並びに据付け位置及び状態が設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・設工認に記載のとおりに設置されていること。
耐圧検査	・技術基準規則の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを、記録又は目視により確認する。	・検査圧力に耐え、異常のないこと。
漏えい検査	・耐圧検査終了後、技術基準規則の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を、記録又は目視により確認する。	・検査圧力により著しい漏えいのないこと。
建物・構築物構造検査	・建物・構築物が設工認に記載のとおり製作され、組み立てられていること、また関係規格※1,2等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること、また関係規格等に適合すること。
機能・性能検査 特性検査	・系統構成確認検査 可搬型設備の実際に使用する系統構成及び可搬型設備等の接続が可能なことを、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・可搬型設備等の接続が可能なこと。
	・運転性能検査、通水検査、系統運転検査、容量確認検査 設計で要求される機能・性能について、実際に使用する系統状態又は模擬環境により試運転等を行い、機器単体又は系統の機能・性能を、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・目的とする機能・性能が発揮できること。
	・絶縁耐力検査 電気設備と大地との間に、試験電圧を連続して規定時間加えたとき、絶縁性能を有することを、記録（工場での試験記録等を含む。）又は目視により確認する。	・目的とする絶縁性能を有すること。
	・ロジック回路動作検査、警報検査、インターロック検査 電気設備又は計測制御設備について、ロジック確認、インターロック確認及び警報確認等を行い、設備の機能・性能又は特性を、記録又は目視により確認する。	・ロジック、インターロック及び警報が正常に動作すること。
	・外観検査 建物、構築物、非常用電源設備等の完成状態を、記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。 ・設工認に記載のとおりに設置されていること。
	・計測範囲確認検査、設定値確認検査 計測制御設備の計測範囲又は設定値を、記録（工場での校正記録等を含む。）又は目視により確認する。	・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。
状態確認検査	・設置要求における機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が、設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が適切であること。
	・評価要求に対するインプット条件（耐震サポート等）との整合性確認を、記録又は目視により確認する。	・評価条件を満足していること。
	・運用要求における手順が整備され、利用できることを確認する。	・運用された手順が整備され、利用できること。
基本設計方針に係る検査※3	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していることを確認する。	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していること。
QA 検査	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていることを確認する。	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていること。

※1：消防法及びJIS

※2：設計の際に採用した適用基準又は適用規格

※3：基本設計方針のうち、各検査項目で確認できない事項を対象とする。

3.5.3 検査計画の管理

検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長は、使用前事業者検査を適切な段階で実施するため、関係箇所と調整の上、発電所全体の主要工程及び調達先の工事工程を加味した適合性確認の検査計画を作成し、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

なお、検査計画は、進捗状況に合わせて関係箇所と適宜調整を実施する。

3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理

主要な耐圧部の溶接部に係る検査を担当する箇所の長は、溶接が特殊工程であることを踏まえ、工程管理等の計画を策定し、溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視を行う。

また、溶接継手に対する要求事項は、溶接部詳細一覧表（溶接方法、溶接材料、溶接施工法、熱処理条件、検査項目等）により管理し、これに係る関連図書を含め、業務の実施に当たって必要な図書を溶接施工工場に提出させ、それを審査、承認し、必要な管理を実施する。

3.5.5 使用前事業者検査の実施

使用前事業者検査は、「検査・試験通達」に基づき、検査要領書の作成、検査体制を確立して実施する。

(1) 使用前事業者検査の独立性確保

検査を担当する箇所の長は、組織的独立した箇所に検査の実施を依頼する。

(2) 使用前事業者検査の体制

使用前事業者検査の体制は、第3.5-1図を参考に検査要領書で明確にする。

なお、検査における役務は、以下のとおりとする。

a. 総括責任者

- ・発電所における保安に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査を除く。）
- ・燃料体の工事に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査に限る。）

b. 主任技術者

- ・検査内容、手法等に対して指導・助言を行うとともに、検査が適切に行われていることを確認する。

- ・ 検査要領書制定時の審査並びに検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を審査する。
 - ・ 発電用原子炉主任技術者は、主に原子炉の核的特性や性能に係る事項等、原子炉の運転に関する保安の監督を行う。
 - ・ ボイラー・タービン主任技術者は、主に機械設備の構造、機能及び性能に係る事項等、原子力設備の工事、維持及び運用（電氣的設備に係るものを除く。）に関する保安の監督を行う。
 - ・ 電気主任技術者は、主に電気設備の構造、機能及び性能に係る事項等、電気工作物の工事、維持及び運用（電氣的設備）に関する保安の監督を行う。
- c. 品質保証責任者
- ・ 品質マネジメントシステムの観点から、検査範囲、検査方法等の妥当性の確認を実施するとともに、検査要領書の制定又は改訂が適切に行われていることを審査する。（QA検査を除く。）
- d. 検査実施責任者
- ・ 検査を担当する箇所の長からの依頼に基づき検査を実施する。
 - ・ 検査要領書を制定する。また、検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を確認、承認し、関係者に周知する。
 - ・ 検査員から報告された検査結果（合否判定）が技術基準規則に適合していることを最終確認し、若しくは自らが合否判定を実施し、リリース許可する。
- e. 検査員
- ・ 検査実施責任者からの指示に従い、検査を実施する。
 - ・ 検査要領書の判定基準に従い、立会い又は記録の確認により合否判定する。
 - ・ 検査記録及び検査成績書を作成し、検査実施責任者へ報告する。
- f. 助勢員
- ・ 検査実施責任者又は検査員からの指示に従い、検査に係る作業を行う。
 - ・ 検査員の役務内容のうち、合否判定以外を行う。

(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「検査・試験通達」に基づき、「3.5.2(1) 使用前事業者検査の方法の決定」で決定した様式-8の「確認方法」欄で明確にした確認方法に従った使用前事業者検査を実施するための検査要領書を作成する。

また、検査を担当する箇所の長は、検査目的、検査場所、検査範囲、設備項目、

検査方法、判定基準、検査体制、不適合処置要領、検査手順、検査工程、検査用測定機器、検査成績書の事項等を記載した検査要領書を作成し、主任技術者（燃料体に係る検査を除く。）及び品質保証責任者（QA検査は除く。）の審査を経て検査実施責任者が制定する。

なお、検査要領書には使用前事業者検査の確認対象範囲として含まれる技術基準規則の条文を明確にするとともに、適合性確認対象設備ではない使用前事業者検査の対象を明確にする。

各検査項目における代替検査を行う場合、「3.5.5(4) 代替検査の確認方法の決定」に従い、代替による使用前事業者検査の方法を決定する。

(4) 代替検査の確認方法の決定

a. 代替検査の条件

代替検査を用いる場合は、通常の方法で検査ができない場合であり、例えば以下の場合をいう。

- ・ 耐圧検査で圧力を加えることができない場合
- ・ 構造上外観が確認できない場合
- ・ 系統に実注入ができない場合
- ・ 電路に通電できない場合
- ・ 当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）※

※：「当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）」とは、以下の場合をいう。

- ・ 材料検査で材料検査証明書（ミルシート）がない場合
- ・ 寸法検査記録がなく、実測不可の場合

b. 代替検査の評価

検査を担当する箇所の長は、代替検査による確認方法を用いる場合、本来の検査目的に対する代替性の評価を実施し、その結果を「3.5.5(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成」で作成する検査要領書の一部として添付し、該当する主任技術者による審査を経て適用する。

なお、検査目的に対する代替性の評価においては、以下の内容を明確にする。

- ・ 設備名称

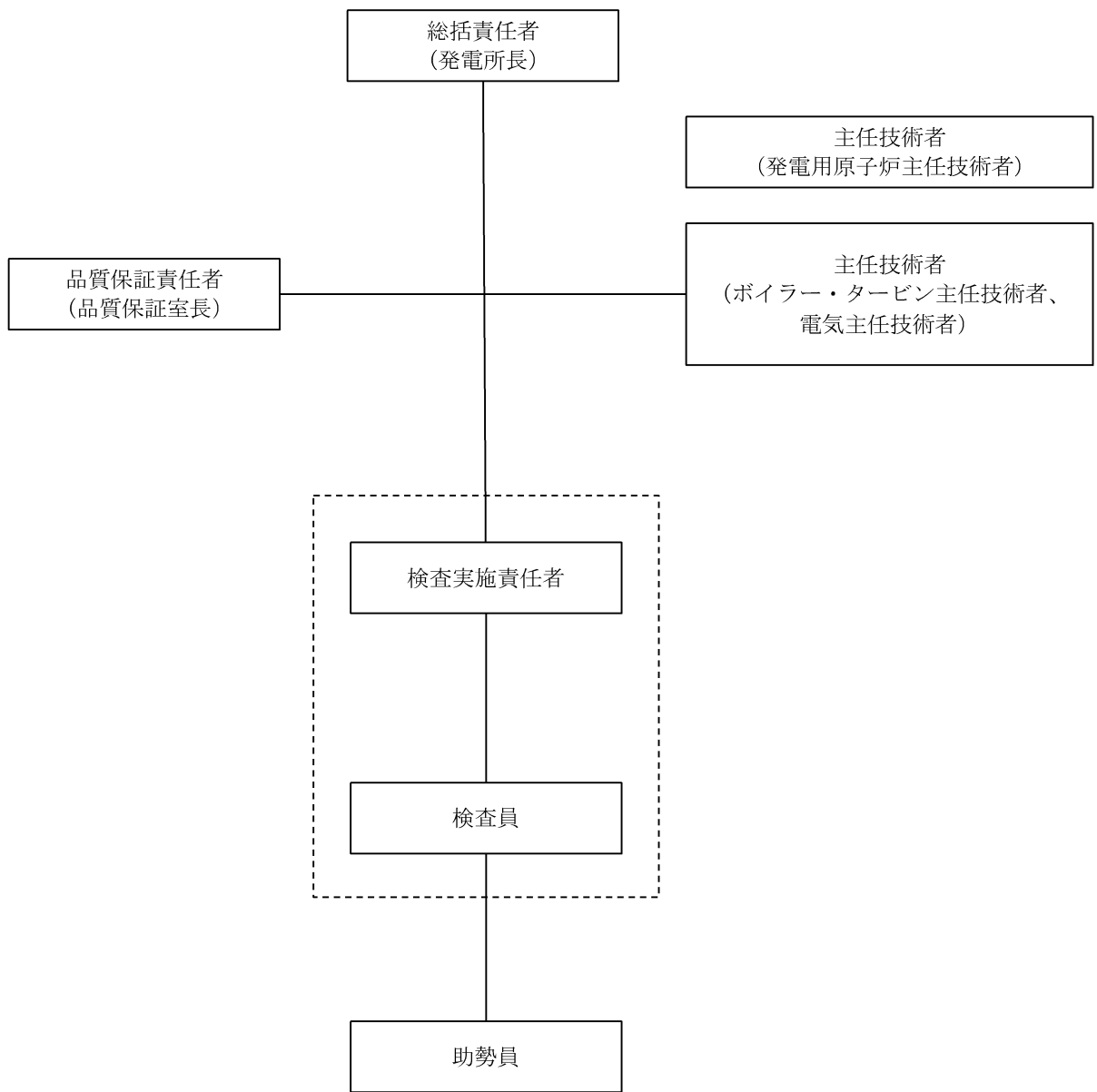
- ・ 検査項目
- ・ 検査目的
- ・ 通常の方法で検査ができない理由
 - (例) 既存の発電用原子炉施設に悪影響を及ぼすための困難性
 - 現状の設備構成上の困難性
 - 作業環境における困難性 等
- ・ 代替検査の手法及び判定基準
- ・ 検査目的に対する代替性の評価

(5) 使用前事業者検査の実施

検査実施責任者は、検査員等を指揮して、検査要領書に基づき、確立された検査体制のもとで使用前事業者検査を実施し、その結果を検査を担当する箇所の長に報告する。

報告を受けた検査を担当する箇所の長は、検査プロセスが検査要領書に基づき適正に実施されたこと、及び検査結果が判定基準を満足していることを確認したのち、検査結果を受領する。

また、検査を担当する箇所の長は、受領した検査結果を主任技術者に通知する(燃料体に係る検査を除く。)とともに、総括責任者に報告する。



破線部は工事を主管する箇所から組織的独立した者

第3.5-1図 検査実施体制 (例)

3.6 設工認における調達管理の方法

調達を主管する箇所の長は、設工認で行う調達管理を確実にするために、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に基づき、以下に示す管理を実施する。

3.6.1 供給者の技術的評価

調達を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。（添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「1. 供給者の技術的評価」参照）

3.6.2 供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、設工認に必要な調達を行う場合、原子力の安全に及ぼす影響、供給者の実績等を考慮し、調達の内容に応じたグレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、契約を主管する箇所の長へ供給者の選定を依頼する。

また、契約を主管する箇所の長は、「3.6.1 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

3.6.3 調達製品の調達管理

業務の実施に際し、当社においては、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、設計管理及び調達管理に係るグレード分けを適用している。

設工認に適用した機器ごとの現行の各グレードに該当する実績は様式-9「適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）」（以下「様式-9」という。）に取りまとめる。

設工認に係る品質管理として、仕様書作成のための設計から調達までのグレードごとの流れ、各グレードで実施した各段階の管理及び組織内外の相互関係を添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別図1(1/3)～(3/3)」に示す。

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質保証活動を行うに当たって、原子力の安全に及ぼす影響及び供給者の実績等を考慮し、グレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、以下の調達管理に基づき業務を実施する。

また、一般産業用工業品については、(1)の仕様書を作成するに当たり、あらかじめ採用しようとする一般産業用工業品について、原子力施設の安全機能に係る機器

等として使用するための技術的な評価を行う。

(1) 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、以下のa～oを記載した仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理[※]する。（「3.6.3(2) 調達製品の管理」参照）

※：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス、Cクラス又は「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、設計・開発を適用する場合は、仕様書の作成に必要な設計として、添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「2. 仕様書作成のための設計について」の活動を実施する。

- a. 工事又は購入に関する機器仕様（グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）を含む。）
- b. 供給者が実施する業務範囲
- c. 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する以下の要求事項（出荷許可の方法を含む。）
 - (a) 法令、基準、規格、仕様、図面、プロセス要求事項等の技術文書の引用
 - (b) 当社の承認を必要とする範囲（手順、プロセス等）
 - (c) 適用する法令、基準、規格等への適合性及び技術的な妥当性等を保証するために必要な要求事項
 - (d) グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に応じた性能、機能、設計のインターフェイス、材料・部品、製作、据付、検査・試験、洗浄、保管、取扱い、梱包、運転上の要求事項等の要求の範囲・程度
 - (e) 主要部材の品名・仕様（寸法・材質等）、数量
 - (f) 部材の保存に関する要求事項
 - (g) 検査・試験に関する要求事項
 - (h) 特殊な装置等を取り扱う場合、装置等を安全かつ適正に使用するために必要な設備の機能・取扱方法
 - (i) 設備が安全かつ適正に機能するために必要な運転操作、並びに保守及び保管における注意・考慮すべき事項
- d. 要員の適格性確認に関する要求事項
- e. 品質マネジメントシステムに関する要求事項
 - (a) 当社が要求する品質マネジメントシステム規格[※]

※：ISO9001を基本とし、設工認品質管理計画及び保安規定の要求事項及びIAEA基準の特徴、並びにキャスク問題等の不適合反映の要求事項を考慮した、原子力発電所の保守等に係る品質マネジメントシステム仕様をいう。

(b) 文書・記録に関する要求事項

(c) 外注先使用時における要求事項

f. 特殊工程等に関する要求事項

g. 秘密情報の範囲

h. 不適合の報告及び不適合の処理に関する要求事項

i. 健全な安全文化を育成し及び維持するために必要な要求事項

j. 調達製品を当社に引き渡す場合における調達要求事項への適合の証拠となる記録の提出に関する要求事項

k. 製品の引渡し後における製品の維持又は運用に必要な保安に係る技術情報の提供及びそれらを他の原子炉設置者と共有する場合に必要な措置に関する要求事項

l. 解析業務に関する要求事項（解析委託の管理については、添付3「設工認における解析管理について」参照）

m. 悪天候における屋外機材の安全確保措置

n. 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項

o. 調達を主管する箇所の長が供給先で検査を行う際に原子力規制委員会の職員が同行して工場等の施設に立ち入る場合があることに関する事項

(2) 調達製品の管理

調達を主管する箇所の長は、当社が仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に従い、業務の実施に当たって必要な図書（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス及びBクラス、「別表1(2/2)」に示すSA常設、及び「別表4」に示す業務委託のグレードI、作業計画書等）を供給者に提出させ、それを審査し確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。

(3) 調達製品の検証

調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、グレード分けの区分、調達数量、調達内容等を考慮した調達製

品の検証を行う。

なお、供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

また、調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証を、以下のいずれか1つ以上の方法により実施する。

a. 検査・試験

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、「検査・試験通達」に基づき工場又は発電所で検査・試験を実施する。

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、検査・試験のうち、当社が立会又は記録確認を行う検査・試験に関して、以下の項目のうち必要な項目を含む要領書を供給者に提出させ、それを事前に審査し、承認した上で、その要領書に基づく検査・試験を実施する。

- ・対象機器名（品名）
- ・検査・試験項目
- ・適用法令、基準、規格
- ・検査・試験装置仕様
- ・検査・試験の方法、手順、記録項目
- ・品質管理員における作業記録、作業実施状況、検査データの確認時期、頻度
- ・準備内容及び復旧内容の整合性
- ・判定基準
- ・検査・試験成績書の様式
- ・測定機器、試験装置の校正
- ・検査員の資格

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、設工認に基づく使用前事業者検査として必要な検査・試験を適合性確認対象設備ごとに実施又は計画し、設備のグレード分けの区分に応じて管理の程度を決めたのち、「3.5.5 使用前事業者検査の実施」に基づき実施する。

なお、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）については、当社にて機能・性能の確認をするための検査・試験を実施する。

b. 受入検査の実施

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、製品の受入れに当た

り、受入検査を実施し、現品及び記録の確認を行う。

c. 記録の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。

d. 報告書の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。

e. 作業中のコミュニケーション等

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会等を実施することにより検証を行う。

f. 請負会社他品質監査（「3.6.4 請負会社他品質監査」参照）

3.6.4 請負会社他品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成し及び維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、請負会社他品質監査を実施する。

（請負会社他品質監査を実施する場合の例）

- ・設備：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」に示すAクラス、Bクラス及びCクラスのうち設工認申請（届出）の対象設備並びにSA常設に該当する場合（原則として3年に1回の頻度で実施）
 - ・役務：過去3年以内に監査実績がない供給者で、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表4」に示すグレードIに該当する場合
- また、供給者の発注先（以下「外注先」という。）について、以下に該当する場合は、直接外注先の監査を行う。
- ・供給者が実施した外注先に対する品質監査、又は更に外注先が実施した外注又は下請会社の品質マネジメントシステム状況が不十分と判断した場合
 - ・トラブル等で必要と認めた場合

3.6.5 設工認における調達管理の特例

設工認の対象となる適合性確認対象設備は、「3.6 設工認における調達管理の方法」を以下のとおり適用する。

- (1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(2) 調達製品の管理」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(3) 調達製品の検証」以降の管理を設工認に基づき管理する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(1) 仕様書の作成」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(2) 調達製品の管理」以降の管理を設工認に基づき管理する。

3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1 文書及び記録の管理

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」の第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、設計、工事及び検査に係る文書及び記録を、保安規定品質マネジメントシステム計画に示す規定文書に基づき作成し、これらを「原子力部門における文書・記録管理通達」に基づき管理する。

設工認に係る主な記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第3.7-1表に示すとともに、技術基準規則等への適合性を確保するための活動に用いる文書及び記録を第3.7-1図に示す。

(2) 供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質マネジメントシステム体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計当時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書を、当該設備として識別が可能な場合において、適用可能な設計図書として扱う。

この供給者が所有する設計図書は、当社の文書管理下で第3.7-1表に示す記録として管理する。

当該設備に関する設計図書がない場合で、代替可能な設計図書が存在する場合、供給者の品質マネジメントシステム体制を確認して当該設計図書の設計当時から現在に至るまでの品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための設計図書として用いる。

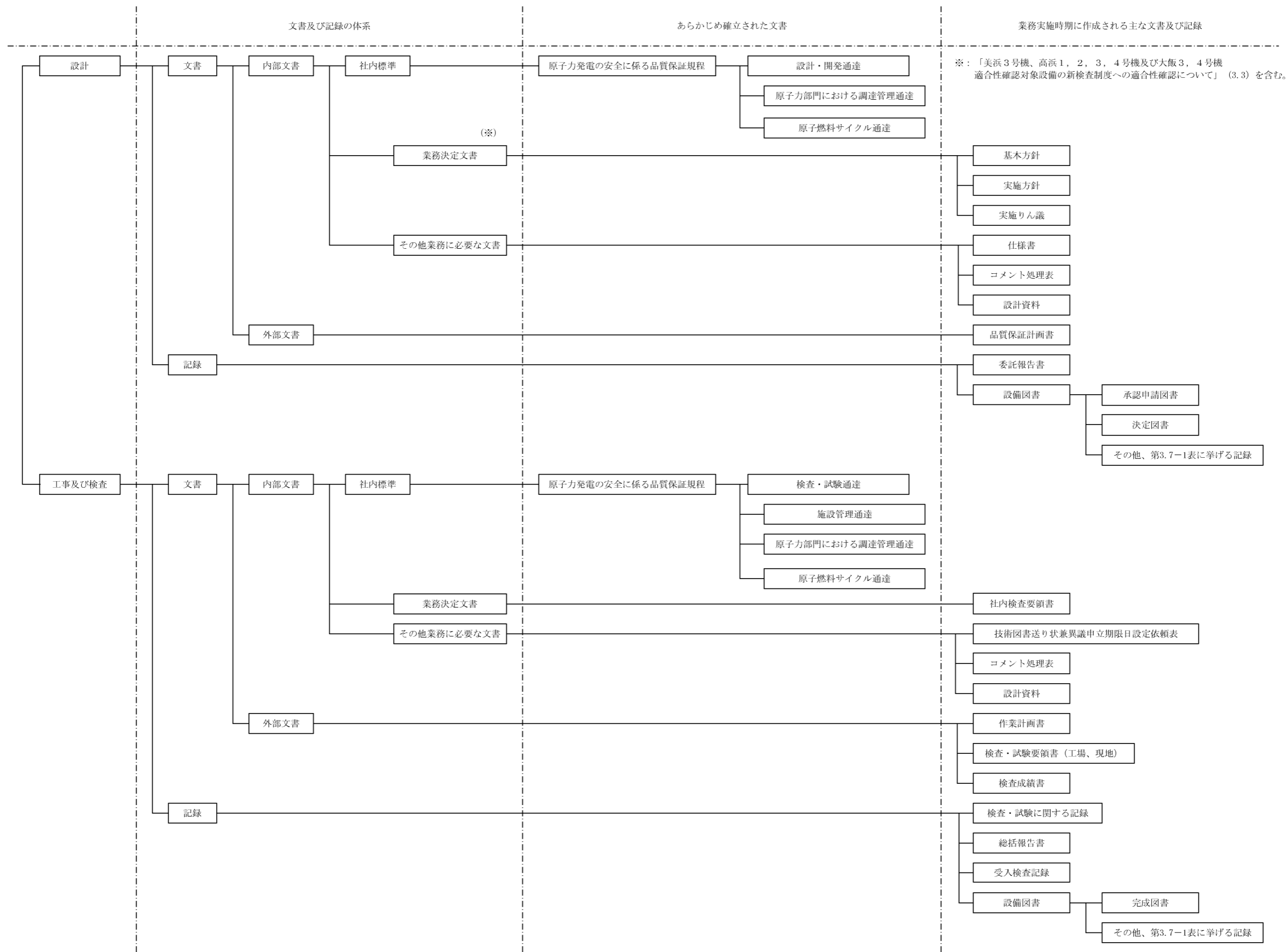
(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合、第3.7-1表に示す記録を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備のうち、既に工事を着手し設工認申請（届出）時点で工事を継続している設備、並びに添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）の設備に対して記録確認検査を実施する場合は、検査に用いる文書及び記録の内容が、使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであること（型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であること。）を確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

第3.7-1表 記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

主な記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
承認申請図書、決定図書	設備の工事中の図書であり、このうち図面等の最新版の維持が必要な図書においては、工事完了後に完成図書として管理する図書
完成図書	品質マネジメントシステム体制下で作成され、建設当時から設備の改造等に併せて最新版に管理している図書
既工認	設置又は改造当時の工事計画書の認可を受けた図書で、当該工事計画に基づく使用前検査の合格を以って、その設備の状態を示す図書
設計記録	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録（自社解析の記録を含む。）
委託報告書	品質マネジメントシステム体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果の記録（解析結果を含む。）
供給者から入手した文書・記録	供給者を通じて入手した、供給者所有の設計図書、製作図書、検査記録、ミルシート等
製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等で、設計に関する事項が確認できる図書
現場確認結果 (ウォークダウン)	品質マネジメントシステム体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録



第3.7-1図 設計、工事及び検査に係る品質マネジメントシステムに関する文書体系

3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ

(1) 計量器の管理

a. 当社所有の計量器の管理

(a) 校正・検証

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の周期を定め管理するとともに、国際又は国家計量標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証又はその両方を行う。

なお、そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。

(b) 識別管理

イ. 計量器管理台帳による識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の状態を明確にするため、計量器管理台帳に、校正日及び校正頻度を記載し、有効期限内であることを識別する。

なお、計量器が故障等で使用できない場合、使用禁止を計量器管理台帳に記載するとともに、修理等で使用可能となれば、使用禁止から校正日へ記載を変更することで、使用可能であることを明確にする。

ロ. 有効期限表示ラベルによる識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、計量器の校正の状態を明確にするため、有効期限表示ラベルに必要事項を記載し、計量器の目立ちやすいところに貼り付けて識別する。

b. 当社所有以外の計量器の管理

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、供給者所有の計量器を使用する場合、計量器の管理が適正に行われていることを確認する。

(2) 機器、弁及び配管等の管理

工事を主管する箇所の長は、機器、弁、配管等を、刻印、タグ、銘板、台帳、塗装表示等にて管理する。

3.8 不適合管理

設工認に基づく設計、工事及び試験・検査において発生した不適合については「不適合管理および是正処置通達」に基づき処置を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備の工事は、「施設管理通達」の「保全計画の策定」の中の「設計および工事の計画の策定」として、施設管理に係る業務プロセスに基づき業務を実施している。また、特定重大事故等対処施設に関わる秘匿性を保持する必要がある情報については、3. (1)、(2)に示す「秘密情報の管理」及び「セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理」を実施している。

施設管理に係る業務のプロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連を第4-1図に示す。

4.1 使用開始前の適合性確認対象設備の保全

工事又は検査を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の保全を、以下のとおり実施する。

4.1.1 工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

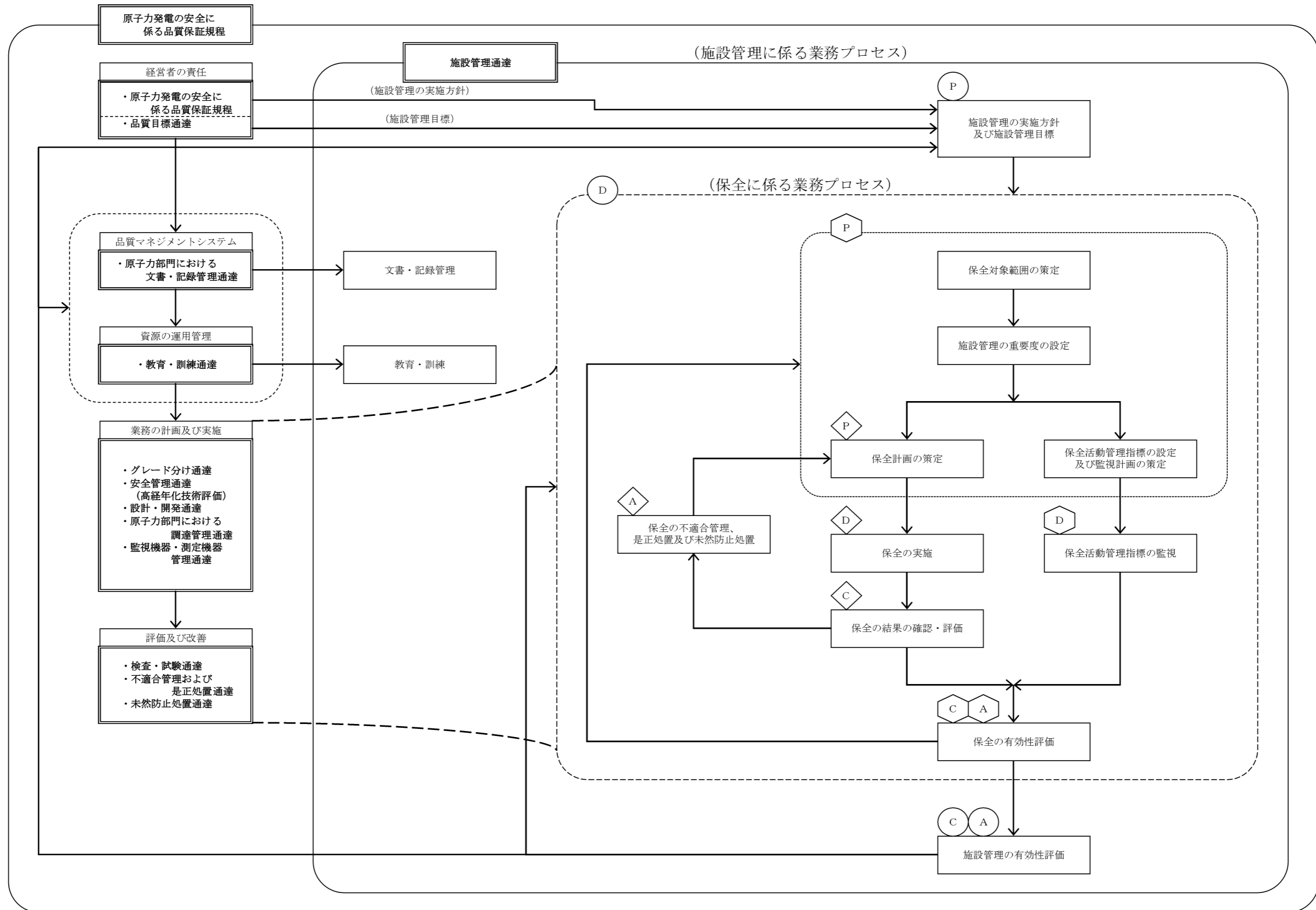
工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.1.2 設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

設工認の認可後に工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.2 使用開始後の適合性確認対象設備の保全

工事を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備について、技術基準規則への適合性を使用前事業者検査を実施することにより確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づき保全重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。



◇ ○ : JEAC4209-2007 MC-4 「保守管理」の【解説4】に示す3つのPDCAサイクルに相当する。

第4-1図 施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係			実績 (○) / 計画 (△)	インプット	アウトプット	他の記録類
		◎：主担当 原 子 力 事業本部	○：関連 発 電 所	供給者				
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化							
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定							
3.3.3(1)	基本設計方針の作成（設計1）							
3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）							
3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証							
3.3.3(4)	設工認申請（届出）書の作成							
3.3.3(6)	設工認申請（届出）書の承認							
3.4.1	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）							
3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施							
3.5.2	使用前事業者検査の計画							
3.5.3	検査計画の管理							
3.5.4	主要な前任部署の溶接部に係る使用前事業者検査の管理							
3.5.5	使用前事業者検査の実施							
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ							

設備リスト (例) (設計基準対象施設)

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設置許可 技術基準 規則	設置許可基準規則及び解釈	技術基準規則及び解釈	必要な機能等	設備等	設備 ／ 運用	既設 ／ 新設	要求事項に 対して必須の 設備、運用か (○、×)	実用戸規則 別表第二の 記載対象 設備か (○、×)	既工図に 記載がされて いないか (○、×)	必要な対象が (a)/(b)/(c)のうち、 どこに対応するか	運用規則 別表第二に 明記する 施設・設備区分	設置変更許可 申請書 添付書類 主要設備 記載有無	備考

※:(a)、(b)及び(c)が示す分類は以下のとおり。
 (a):適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの既工図に記載されていない設備
 (b):適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの既工図に記載されている設備
 (c):適合性確認対象外の設備(自主設置設備等)

設備リスト (例) (重大事故等対処設備)

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設備許可基準別 技術基準別 文	技術基準別項目及び保証	設備(増設+新設)	※ 付 人 認 定 機 構	系統	設備種別		設備 運用 設備:○ 運用:×	詳細設計に関する事項					採用戸別別業第二に 関連する施設・設備区分	今後の施工確認方針 ○ 要目+基本設計方針+ 関連区分 △ 基本設計方針		
					既設 新設	増設 可換		採用戸別別 別業第二の 記載対象 設備か?	既工認に 記載して いるか?	使用目的が D/Eと 異なるか?	使用条件が D/Eと 異なるか?	重大事故 クラスが D/Eと 異なるか?			フローに よる分類※	

※①、②、③及び④が示す分類は以下のとおり。
 ①: 新設の施工確認対象(要目別に記載)
 ②: 既設のうち使用目的変更・使用条件変更・増設クラスアップのいずれかを伴う施工確認対象(要目別に記載)
 ③: 既設のうち使用目的変更・使用条件変更・増設クラスアップのいずれを伴わない施工確認対象(要目別に記載)
 ④: 採用戸別別業第二の記載要求事項のうち要目表に該当しない施工確認対象設備(基本設計方針のみに記載)

技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）

技術基準規則 第〇〇条（〇〇〇〇〇）		条文の分類		
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		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の解釈		
対象施設		適用要否 判断 (○□△)	理由	備考
原子炉本体				
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設				
原子炉冷却系統施設				
計測制御系統施設				
放射性廃棄物の廃棄施設				
放射線管理施設				
原子炉格納施設				
その他 発電用 原子炉 の 附属 施設	非常用電源設備			
	常用電源設備			
	補助ボイラー			
	火災防護設備			
	浸水防護施設			
	補機駆動用燃料設備			
	非常用取水設備			
	敷地内土木構造物			
緊急時対策所				
第7、13条への対応に必要なとなる施設 (原子炉冷却系統施設)				
【記号説明】		○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。 □：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。 △：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。		

施設と条文の対比一覧表（例）（重大事故等対処設備）

条文	重大事故等対処施設																													
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
地震	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
津波	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
火災	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
特重設備	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
重大事故等対処設備	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
材料構造	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
破壊の防止	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
安全弁	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
耐圧試験	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
未燃界	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
高圧時の冷却	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
ハウンの圧力	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
低圧時の冷却	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
最終ヒートアップ	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
CV冷却	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
CV過圧破壊防止	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
下部溶融炉心冷却	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
CV/水素燃焼	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
原子炉燃焼素燃焼	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
SFP冷却	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
拡散抑制	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
水の供給	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
電源設備	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
計装設備	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
原子炉制御室	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
監視測定設備	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
緊急時対策所	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通

【記号説明】
 ○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。
 △：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。
 □：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。
 一：条文要求を要する設備がない。

各条文の設計の考え方（例）

第〇条（〇〇〇〇〇）					
1. 技術基準の条文、解釈への適合に関する考え方					
No.	基本設計方針で記載する 事項	設工認資料作成の考え方（理由）	項・号	解釈	添付書類
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
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			添付書類
4. 添付書類等					
No.	書類名				

要求事項との対比表 (例)

技術基準規則	設工認申請 (届出) 書 基本設計方針	設置許可申請書 本文	設置許可申請書 添付資料八	備考

当社におけるグレード分けの考え方

当社では業務の実施に際し、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、グレード分けの考え方を適用している。

設計管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」）及び調達管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」）に係るグレード分けについては以下のとおりである。

なお、平成25年7月に施行された新規制基準を見据えて、平成25年3月に重大事故等対処設備に対する重要度の考え方を策定し運用を開始した。（別表1(2/2)参照）

1. 当社におけるグレード分けの考え方と適用

設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方とその適用については、以下のとおりである。

1.1 設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方

当社における設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方は、「グレード分け通達」に規定しており、その内容を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

なお、解析単独の調達の場合については、役務の調達として管理し、供給者に対する品質マネジメントシステム上の要求事項にグレード分けを適用している。

1.2 設備の設計・調達の各段階におけるグレードの適用

設備の設計・調達の各段階において「施設管理通達」、「設計・開発通達」、「原子力部門における調達管理通達」、「検査・試験通達」及び「原子燃料サイクル通達」並びに業務決定文書「シビアアクシデント対策設備に係る品質管理活動および保全活動の基本的な考え方」に基づき、別表1(1/2)～(2/2)のグレードに応じた品質保証活動を適用しており、その内容を別表2に示す。

また、設備の設計・調達の業務の流れを、別表2に基づき以下の3つに区分する。

(1) 業務区分Ⅰ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用する場合を対象とし、その業務の流れを別図1(1/3)に示す。

(2) 業務区分Ⅱ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用しない場合並びにSA可搬（工事等含む。）を対象とし、その業務の流れを別図1(2/3)に示す。

(3) 業務区分Ⅲ

SA可搬（購入のみ）を対象とし、その業務の流れを別図1(3/3)に示す。

1.3 調達要求事項と検査・試験におけるグレードの適用

調達要求事項と検査・試験の項目においては、別表1(1/2)～(2/2)のグレードのほか、工事等の範囲、内容の複雑さ、実績等を勘案の上、品質保証活動を適用しており、その内容を別表3に示す。

なお、別表1(1/2)に示すCクラスについては、品質保証計画書の提出を要求しないことから、品質マネジメントシステムに関する要求事項は適用していないが、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）の対象となる場合は、検査等が追加されることから、品質マネジメントシステムに関する要求事項等を追加している。

また、SA可搬（購入のみ）については、汎用（市販）品であり、原子力特有の技術仕様を要求するものではないことから、供給者に対する要求事項は必要なものに限定している。

なお、具体的な適用は個々の設備により異なることから、仕様書で明確にしている。

1.4 業務委託におけるグレードの適用

解析業務等を委託する場合には、「原子力事業本部他業務委託取扱要綱」に基づき供給者の品質マネジメントシステムに係る要求事項についてグレード分けを適用しており、その内容を別表4に示す。

供給者のグレード分けの考え方は、別表1(1/2)～(2/2)のグレード等に応じて、供給者の品質管理活動を品質保証計画書の提出又は品質監査により確認している。

別表1(1/2) 設計・調達に管理に係るグレード分け
(原子炉施設)

重要度*	グレードの区分
次のいずれかに該当する工事 ○クラス1の設備に係る工事 ○クラス2の設備に係る工事 ・クラス2の設備のうち、「安全設計審査指針」でいう「重要度の特に高い安全機能を有する系統」は、クラス1に分類 ○クラス3の設備及びその他の設備のうち、発電への影響度区分がR3「その故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備」を除く設備に係る工事	Aクラス 又は Bクラス
上記以外の設備に係る工事	Cクラス

※：上記の「クラス1～3」は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」のクラス1～3であり、発電への影響度区分との関係は以下のとおり。

発電への 影響度区分	安全上の機能別重要度区分							
	クラス1		クラス2		クラス3		その他	
	PS-1	MS-1	PS-2	MS-2	PS-3	MS-3		
R1	A		B				C	
R2								
R3								

R1：その故障により発電停止となる設備

R2：その故障がプラント運転に重大な影響を及ぼす設備（R1を除く）

R3：上記以外でその故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備

別表1(2/2) 設計・調達に管理に係るグレード分け
(原子炉施設のうち重大事故等対処施設)

重要度	グレードの区分
○特定重大事故等対処施設 ○重大事故等対処設備（常設設備）	SA常設
○重大事故等対処設備（可搬設備）	SA可搬（工事等含む。） 又は SA可搬（購入のみ）

別表2 設計・調達に於ける各段階とその実施内容

管理の段階	実施内容	グレードの区分				
		A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
					工事等 含む	購入 のみ
I	工事計画 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」に基づき、工事の基本となる計画を作成する。 (設計開発計画と兼ねる場合がある※1)	○	○	○	○	○
II	調達要求事項作成のための設計 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.1 設計開発計画」～「7.3.5 設計開発の検証」に基づき、仕様書作成のための設計を実施する。	○※1	○※1	○※1	—	—
III	調達 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」に基づき、設計・工事及び検査のための仕様書を作成する。(購入のみの調達を含む。)	○	○	○	○	○
IV	設備の設計 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.5 設計開発の検証」に基づき、詳細設計の確認を実施する。	○	○	○	○	—
V	工事及び検査 工事は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」及び「7.5.1 個別業務の管理」に基づき管理する。 また、検査は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」、「7.3.6 設計開発の妥当性確認」、「7.5.1 個別業務の管理」及び「8.2.4 機器等の検査等」に基づき管理する。	○	○	○	○※2,3	○※3
	SA可搬(購入のみ)に対する機能・性能確認 SA可搬(購入のみ)においても、機能・性能を確認するための検査・試験を実施する。	—	—	—	—	○

○：該当あり —：該当なし

※1：以下の工事における業務は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用し、それ以外の工事の計画は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」を適用している。

【保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用する工事】

「設計・開発通達」に定めるところの、既設備の原設計を機能的又は構造的に変更する工事であって、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）を伴う工事のうち、以下のいずれかに該当する工事をいう。

ただし、当社で過去に実績のある工事は除く。（SA常設の場合は海外での実績を含む。）

- ・ Aクラス又はBクラスの機器を対象とした工事
- ・ Aクラス又はBクラスの機器に影響を及ぼすおそれのあるCクラスの機器を対象とした工事

※2：必要な場合は確認を実施する。

※3：当社による受入検査を含む。

別表3 調達要求事項と検査・試験に係るグレード分け

項目	グレードの区分	A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
					工事等 含む	購入 のみ
調達 要求 事項	機器仕様	○	○	○	○	○
	適用法令等	○	○	○	○	—
	設計要求事項	○	○	○	○	—
	材料・製作・据付等	○	○	○	○	—
	要員の適格性	○	○	○	○	—
	品質マネジメントシステム要求事項	○	—※1	○	—	—
	不適合の報告・処理	○	—※1	○	○	—
	健全な安全文化を育成し及び維持するための活動	○	—※1	○	—	—
	調達要求事項適合の記録	○	○	○	○	—
	調達後の技術情報提供	○	○	○	○	○
	解析業務	○※2	—※1,2	○※2	○※2	—
	耐震・強度計算等	○※2	—※1,2	○※2	○※2	—
	検査・ 試験	材料検査	○	○	○	—※2
寸法検査		○	○	○	—※2	—
非破壊検査		○	○	○	—※2	—
耐圧・漏えい検査		○	○	○	—※2	—
外観検査		○	○	○	○	○
性能機能検査		○	○	○	—※2	—

○：該当あり —：該当なし

※1：Cクラスのうち、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）の対象設備並びに使用前事業者検査（溶接）の対象設備に適用する。

※2：必要に応じ実施する。

別表4 業務委託に係るグレード分け

グレードの区分	内 容	品質保証 計画書	品質監査
グレードⅠ	成果が設備・業務に直接反映される委託 ・関連法令に定める「設工認申請（届出）」及び検査に係る業務 ・重要度分類Aクラス又はBクラスの設備の設計・評価に係る役務 等	○	○
グレードⅡ	成果が設備・業務に直接反映される委託 ・上記以外	—※	—
グレードⅢ	成果が設備・業務に直接反映されない委託	—	—

※：業務に従事する要員の必要な力量等を含めた「品質管理事項の説明書」を、供給者から提出させる。

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力 *1	発電所	供給者			
I	工事計画	基本方針の作成	◎	◎	—	設計を主管する箇所の長は、設計の基本となる計画を「基本方針」として作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・基本方針
II	調達要求事項作成のための設計		◎	◎	—	<p>設計を主管する箇所の長は、設計へのインプットとして要求事項を明確にした「実施方針」を作成し、「実施方針」の承認過程で適切性をレビューする。また、設計に関する組織間のインターフェイスを明確にし、効果的なコミュニケーション及び明確な責任の割当てを実施する。</p> <p>工事を主管する箇所の長は、設計からのアウトプットとして「実施りん議」及び「仕様書」を作成し、「実施りん議」及び「仕様書」の承認過程でレビューするとともに、インプットの要求事項を満たしていることを確実にするために検証を実施する。</p>	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議 ・仕様書
III	調達	仕様書の作成	◎	◎	○	<p>工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。</p> <p>契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理 	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計		◎	◎	○	<p>工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。）</p> <p>また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。</p>	・3.6.3 調達製品の調達管理	<ul style="list-style-type: none"> ・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
V	工事及び検査		— ◎ ◎	◎ ◎ ◎	○ ○ ○	<p>工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。</p> <p>検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。</p> <p>また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。</p> <p>工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。</p>	・3.6.3 調達製品の調達管理	<ul style="list-style-type: none"> ・作業計画書 ・検査・試験要領書（工場、現地） ・技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 ・コメント処理票 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録 ・総括報告書 ・完成図書

※1：調達本部を含む。

※2：設計・開発の計画は、保安規定品質保証計画「7.1 業務の計画」に基づく実施方針を兼ねる。

※3：（○）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図 1(1/3) 業務フロー（業務区分 I）

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力 *1	発電所	供給者			
I	工事計画	実施方針の作成	◎	◎	—	設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
II	調達要求事項作成のための設計		—	—	—	—	—	—
III	調達	仕様書の作成	◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計	調達製品の検証	◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。） また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
V	工事及び検査	調達製品の検証 (工場での検査・試験) 図書の審査 調達製品の検証 (現地での検査・試験)	— (◎) ※2	◎ (—) ※2	○	工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。 また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。 工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・作業計画書 ・検査・試験要領書（工場、現地） ・技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 ・コメント処理票 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録 ・総括報告書 ・完成図書

※1：調達本部を含む。

※2：（）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図1(2/3) 業務フロー（業務区分II）

管理の段階		設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
		当社	供給者	事業本部 原子力 ※1	発電所	供給者			
I	工事計画			◎	◎	—	設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
II	調達要求事項作成のための設計			—	—	—	—	—	—
III	調達			◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計			—	—	—	—	—	—
V	工事及び検査	 (受入検査、社内検査)		—	◎	○	工事を主管する箇所の長は、必要に応じ供給者から「検査成績書」等を提出させて確認する。 工事を主管する箇所の長は、受入検査を実施し、「受入検査記録」を作成する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・検査成績書 ・受入検査記録 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録

※1：調達本部を含む。

別図 1(3/3) 業務フロー（業務区分Ⅲ）

技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方

1. 設置変更許可申請書との整合性を確保する観点から、設置変更許可申請書本文に記載している適合性確認対象設備に関する設置許可基準規則に適合させるための「設備の設計方針」、及び設備と一体となって適合性を担保するための「運用」を基にした詳細設計が必要な設計要求事項を記載する。
2. 技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文以外で詳細設計が必要な設計要求事項（多様性拡張設備等）がある場合は、その理由を様式－6「各条文の設計の考え方（例）」に明確にした上で記載する。
3. 自主的に設置したものは、原則として記載しない。
4. 基本設計方針は、必要に応じて並び替えることにより、技術基準規則の記載順となるように構成し、箇条書きにする等表現を工夫する。
5. 基本設計方針の作成に当たっては、必要に応じ、以下に示す考え方で作成する。
 - (1) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち、「性能」を記載している設計方針は、技術基準規則への適合性を確保する上で、その「性能」を持たせるために特定できる手段がわかるように記載する。

また、技術基準規則への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

なお、手段となる「仕様」が要目表で明確な場合は記載しない。
 - (2) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち「運用」は、「基本設計方針」として、運用の継続的改善を阻害しない範囲で必ず遵守しなければならない条件が分かる程度の記載を行うとともに、運用を定める箇所（品質マネジメントシステムの2次文書で定める場合は「保安規定」を記載する。）の呼びみを記載し、必要に応じ、当該施設に関連する実用炉規則別表第二に示す添付書類の中でその運用の詳細を記載する。

また、技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。
 - (3) 設置変更許可申請書本文で評価を伴う記載がある場合は、設工認申請（届出）書の添付書類として担保する条件を以下の方法を使い分けることにより記載する。

- a. 評価結果が示されている場合、評価結果を受けて必要となった措置のみを設工認申請（届出）の対象とする。
 - b. 今後評価することが示されている場合、評価する段階（設計又は工事）を明確にし、評価の方法及び条件、並びにその評価結果に応じて取る措置の両方を設計対象とする。
- (4) 各条文のうち、要求事項が該当しない条文については、該当しない旨の理由を記載する。
- (5) 条項号のうち、適用する設備がない要求事項は、「適合するものであることを確認する」という設工認申請（届出）の審査の観点を踏まえ、当該要求事項の対象となる設備を設置しない旨を記載する。
- (6) 技術基準規則の解釈等に示された指針、原子力規制委員会文書、（旧）原子力安全・保安院文書、他省令等の呼び込みがある場合は、以下の要領で記載を行う。
- a. 設置時に適用される要求等、特定の版の使用が求められている場合は、引用する文書名及び版を識別するための情報（施行日等）を記載する。
 - b. 監視試験片の試験方法を示した規格等、条文等で特定の版が示されているが、施設管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先を示すとともに、当該文書名及び必要に応じそのコード番号を記載する。
 - c. 解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題で記載する。
 - d. 条件付の民間規格又は設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。

また、設置変更許可申請書の添付書類を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。

なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼び込みは行わない。

設工認における解析管理について

設工認に必要な解析のうち、調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」参照）を通じて実施した解析は、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人原子力安全推進協会）」に示される要求事項に、当社の要求事項を加えて策定した「原子力発電所保守業務要綱」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」のうち別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な調達管理の実施について」により、供給者への設工認申請（届出）に係る解析業務の要求事項を明確にしている。

これに基づき、解析業務を主管する箇所の長は、調達要求事項に解析業務を含む場合、以下のとおり特別な調達管理を実施する。

なお、事業者と供給者の解析業務の流れを別図1に示すとともに、設工認の解析業務の調達の流れを別図2に示す。

また、過去に国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった不適合事例とその対策実施状況を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

1. 仕様書の作成

解析業務を主管する箇所の長は、解析業務に係る必要な品質保証活動として、通常の調達要求事項に加え、「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」の別紙で定めた「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」を仕様書で追加要求する。

2. 解析業務の計画

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から解析業務を実施する前に下記事項の計画（実施段階、目的、内容、実施体制等）を明確にした解析業務実施計画書を提出させ、仕様書の要求事項を満たしていることを確実にするため検証する。

- ・ 解析の目的
- ・ 実施体制
- ・ 解析及び審査、検証の実施者
- ・ 解析業務の作業手順
- ・ 各作業プロセスの実施時期
- ・ 使用する計算機プログラムとその検証結果※

※：解析業務実施計画書の作成段階で、使用する計算機プログラムの検証が完了していない場合は、計算機プログラムの検証計画を解析業務実施計画書に記載し当社に提出させ、また計算機プログラム検証後にその結果を当社へ提出させる。

- ・ 解析結果の検証方法
- ・ 委託報告書の確認
- ・ 解析業務の変更管理
- ・ 記録の保管管理

また、解析業務を主管する箇所の長は、供給者の解析業務に変更が生じた場合、及び契約締結後に当社の特別の理由により契約内容等に変更の必要が生じた場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき必要な手続きを実施する。

3. 解析業務の実施

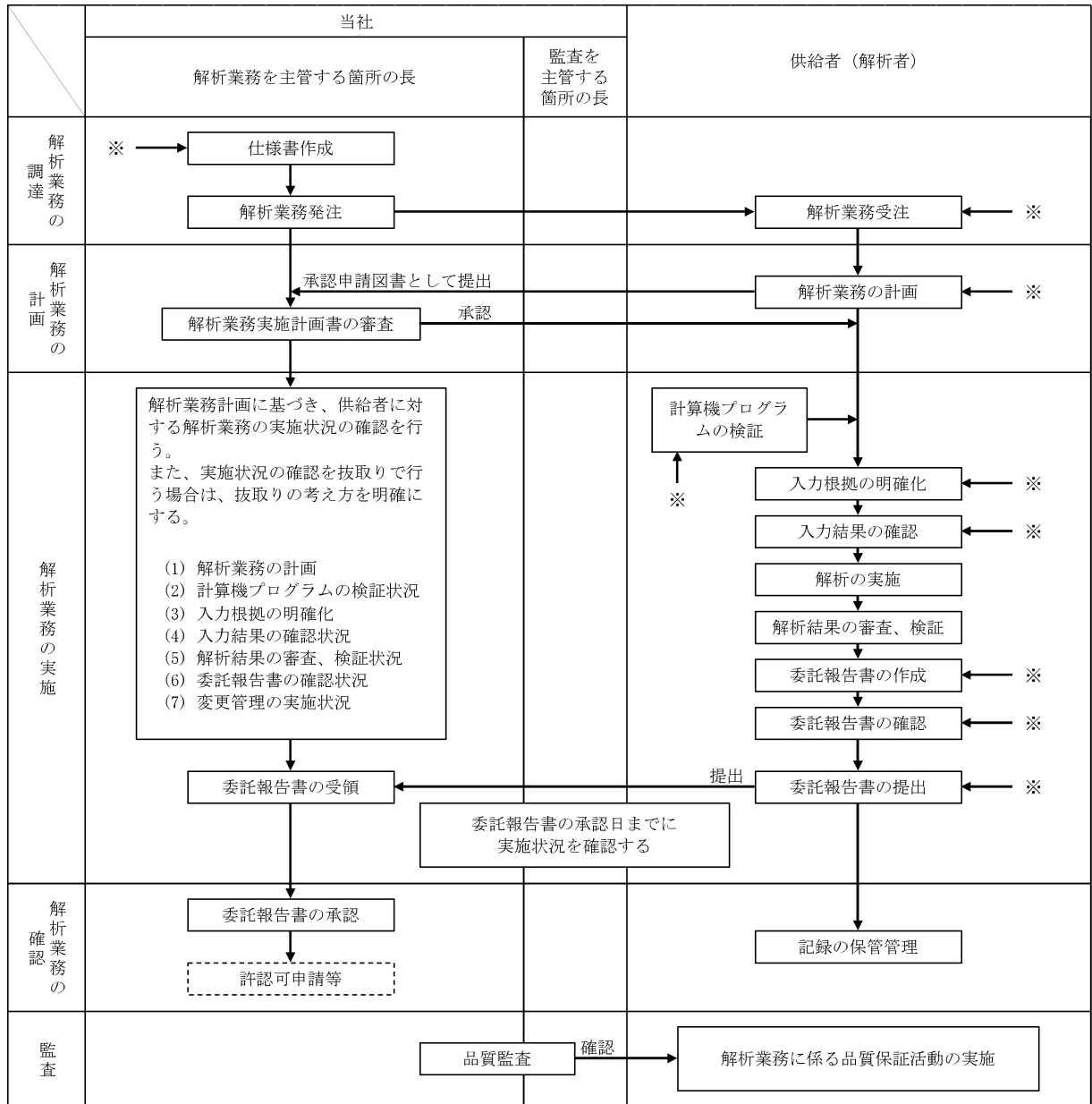
解析業務を主管する箇所の長は、供給者から委託報告書が提出されるまでに解析業務が確実に実施されていることを確認する。

当社の供給者に対する確認は「解析業務実施状況の確認チェックシート」を参考に、確認者を指名し実施する。

具体的な確認の視点を別表2に示す。

4. 委託報告書の確認

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された委託報告書が要求事項に適合していること、また供給者が実施した検証済みの解析結果が適切に反映されていることを確認する。



※：解析業務に変更が生じる場合は、各段階においてその変更を反映させる。

別図1 解析業務の流れ

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力	発電所	供給者			
仕様書の作成	仕様書の作成		◎	—	—	解析業務を主管する箇所の長は、「仕様書」を作成し、解析業務に係る要求事項を明確にした。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 供給者の技術的評価 3.6.2 供給者の選定 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> (委託・工事) 仕様書
解析業務の計画	解析業務実施計画書の審査、承認	解析業務実施計画書の作成、確認	◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「解析業務実施計画書」で、計画（解析業務の作業手順/使用する計算機プログラムとその検証結果/解析業務の実施体制/解析結果の検証/委託報告書の確認/解析業務の変更管理/記録の保管管理）が明確にされていることを確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 解析業務実施計画書（供給者提出）
解析業務の実施	解析実施状況の確認	解析業務の実施	◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、「解析業務実施状況の確認チェックシート」を用いて、実施状況（解析業務の計画状況/計算機プログラムの検証状況/入力根拠の明確化状況/入力結果の確認状況/解析結果の検証状況/委託報告書の確認状況/解析業務の変更管理状況）について確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 解析業務実施状況の確認チェックシート
委託報告書の確認	委託報告書の承認	委託報告書の作成、確認	◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「委託報告書」で、供給者が解析業務の計画に基づき適切に解析業務を実施したことを確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 委託報告書（供給者提出）

別図2 本工事に係る設計・調達の流れ（解析）

別表1(1/2) 国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった

不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事象とその対策	
1	報告年月	平成 22 年 3 月
	件名	美浜 2, 3 号機耐震バックチェック中間報告書（追補版）の応力評価値誤りについて
	事象	平成 21 年 3 月 31 日付け*で国等へ提出した「美浜発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書（追補版）」において、美浜 2 号機及び美浜 3 号機の一次冷却材管の応力評価値に誤りが確認された。 原因は、エクセルを用いた簡易評価を行う際、「地震応力」と「地震以外の応力」を取り違えて入力してしまったことにより発生したものであった。 ※：本事象は「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人原子力安全推進協会）」（以下「解析ガイドライン」という。）の制定以前に発生した。
	対策実施状況	対策として、チェックシートの改善、入力フォーム（エクセル）の色分けによる識別及び注意喚起を行った。 また、解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。
2	報告年月	平成 23 年 9 月
	件名	高浜 3, 4 号機耐震安全性評価報告書の再点検結果の追加報告について
	事象	原子力安全・保安院文書「九州電力株式会社玄海原子力発電所第 3 号機の原子炉建屋及び原子炉補助建屋の耐震安全性評価における入力データの誤りを踏まえた対応について（指示）」（平成 23 年 7 月 22 日）を受け、指示があった九州電力と同じ調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データに加え、それ以外の調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データについても自主的に調査を実施した結果、平成 19 年度に実施した高浜 3, 4 号機の原子炉建屋の耐震安全性評価の解析において、3 箇所に入力データ誤りがあることが確認された。 原因は、解析を実施した平成 19 年当時*は解析担当者自身が入力データを確認することになっており、客観的な視点で誤入力をチェックできる体制になっていなかったことによるものであった。 ※：本解析は解析ガイドラインの制定以前に実施していた。
	対策実施状況	解析業務に係る品質管理の充実を図るため、平成 23 年 3 月 8 日に「原子力発電所保守業務要綱指針」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」を改正して解析ガイドラインを反映し、平成 23 年 4 月 8 日に施行して以下のとおり実施している。 ・解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を、「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。 ・「原子力発電所保守業務要綱指針」に基づき、許認可申請等に係る解析業務を調達する場合、「原子力発電所請負工事一般仕様書」の別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」に基づく特別な品質管理を実施する旨を調達文書へ明記することにより、調達要求事項の明確化を図っている。 ・「原子力発電所保守業務要綱指針」に基づき、当社は契約の都度、調達先に対して「原子力発電所保守業務要綱指針」の別紙に基づく業務の実施状況の確認を行っている。 ・上記の事象を受け、更なる改善として、建屋の設工認申請（届出）に係る解析業務については、当社による解析結果の全数チェックを自主的に実施している。

別表1(2/2) 国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった

不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事象とその対策	
3	報告年月	平成 26 年 7 月
	件名	高浜発電所新規規制基準適合性に係る審査会合のうち津波水位評価における入力データ誤りについて
	事象	<p>高浜発電所の設置変更許可申請書の補正に向けて、高浜発電所の津波影響評価に係るデータの最終確認を実施していたところ、「原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合 高浜発電所津波水位評価」における入力データ誤りを確認した。</p> <p>入力データ誤りについては、入力根拠書作成段階において、鉛直方向破壊伝播速度と地すべり地形変化分布図より、供給者が「地すべり終了時間」を算出しておらず、「破壊継続時間（120 秒）」を「地すべり終了時間」として誤って入力したものである。</p> <p>原因は、計算プログラムを変更（地形変化計算プログラムを追加）した際に、当社と供給者で解析に用いる入力根拠書の作成にコミュニケーションが不足していたことによるものであった。</p>
対策実施状況	原子力部門全体の入力根拠の確認方法を改善するため、解析業務の調達管理に関する品質マネジメントシステムの社内標準「原子力発電所保修業務要綱指針」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」を改正した。	
4	報告年月	2021 年 2 月
	件名	美浜 3 号機特重設工認申請書のうち耐震計算書の記載修正について
	事象	<p>2020 年 7 月 10 日に申請した美浜 3 号機特重設工認申請書のうち、XXXXXXXXXXの耐震評価において、入力地震動と断面二次モーメントの入力誤りがあり、それらを基にした評価結果において誤りがあることが確認された。</p> <p>入力地震動の入力誤りについては、解析モデルに水平方向の入力地震動（断層波：Ss-2～22）を入力する際に、位相が反転した状態で入力を行ったものである。断面二次モーメントの入力誤りについては、解析モデルのはり要素の入力条件である断面二次モーメントの値を誤って入力し解析を実施したものである。</p> <p>原因は、当社が受注者の解析業務の実施状況の確認を行ったことを確認する際に、その具体的な確認方法を定めておらず、両事象の入力誤りに気付くことができなかったことによるものであった。</p>
対策実施状況	<p>受注者が解析業務の実施状況の確認を行ったことを当社が確認する方法を改善するため、社内マニュアルを改正し、以下の対策を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・以下の 2 点を受注者に対する当社からの調達要求としている。 <ul style="list-style-type: none"> - 受注者が下請先の解析業務の実施状況を確認において、確認した項目を示すこと。 - 入力根拠書のうち計算を伴う項目について、エビデンスの再計算を実施すること。 ・受注者が下請先の解析業務の実施状況を確認するにあたり、そのチェック項目に不足がないか、当社が確認している。 ・入力根拠書のうち計算を伴う項目について、受注者がエビデンスの作成時に再計算を実施していることを当社が確認している。 	

別表2 解析業務を実施する供給者に対する確認の視点

No.	検証項目	当社の供給者に対する確認の視点
1	解析業務の計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務に係る必要な力量が明確にされ、また従事する要員（原解析者・審査者・検証者）が必要な力量を有していること。 ・ 解析業務を調達する場合、解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書、文書等で供給者に要求していること。
2	計算機プログラムの検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムは、適正なものであることを事前に検証し、リストへ登録していること。 ・ バージョンアップがある場合は、その都度検証を行い、リストへ登録していること。 ・ リストには、検証された計算機プログラム名称及びバージョンを明記していること。
3	入力根拠の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務実施計画書に基づき解析ごとに入力根拠を明確にしていること。
4	入力結果の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムへの入力データに間違いがないことを確認していること。 ・ エコーバック以外の方法で入力データを確認している場合は、入力桁数についても確認していること。
5	解析結果の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析結果に問題がないことを、原解析者以外の者が検証していること。
6	委託報告書の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムを用いた解析結果、又は汎用表計算ソフトウェアを用いた計算、若しくは手計算による解析・計算結果を、当社の指定する書式に加工及び編集して、委託報告書としてまとめていること。 ・ 作成された委託報告書が、解析業務実施計画書の内容を満足していることを確認していること。
7	解析業務の変更管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務に変更が生じた場合は、変更内容を文書化し、解析業務の各段階（解析業務の調達、計画及び実施）においてその変更を反映していること。

当社における設計管理・調達管理について

1. 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者（以下「取引先」という。）が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、取引先の評価、登録及び再評価を「原子力部門における調達管理通達」に基づき実施する。

また、設工認については、取引先の評価を実施し、取引先の調達製品を供給する能力に問題はないことを確認しており、必要に応じて監査を実施している。

1.1 取引先の評価

契約を主管する箇所の長は、取引希望先に対して、契約前に信頼性、技術力、実績及び品質マネジメントシステム体制等について調査及び評価を行うものとする。

なお、評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

1.2 取引先の登録

取引先登録とは、評価の結果、取引先として認定することをいう。ただし、調達の都度、評価を行う場合（以下「都度評価」という。）は、取引先登録を省略することができる。

1.3 取引先の再評価

契約を主管する箇所の長は、登録取引先及び都度評価した取引先について、継続取引を行う場合には、経営状態、発注実績及び品質マネジメントシステム体制並びにその状況等についての再評価を定期的又は都度行い、継続取引の可否等を検討する。

なお、再評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

別表1 取引先に係るグレード分け

グレードの区分	対 象
第1種取引先	重要度分類Aクラス又はBクラスの機器施工会社、機器製作会社（メーカー）、機器の運転等業務委託会社
第2種取引先	上記以外の原子炉施設施工会社（土木建築工事施工会社を含む。）、機器製作会社（メーカー）、機器の運転等業務委託会社、第1種取引先又は第2種取引先の代理店
第3種取引先	原子炉施設関連の汎用（市販）品購入先、原子炉施設以外の施工・業務委託会社

2. 仕様書作成のための設計について

設計、工事を主管する箇所の長及び検査を担当する箇所の長は、「施設管理通達」、「設計・開発通達」及び「原子力部門における調達管理通達」に基づき、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス及びCクラス並びに「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用する場合の仕様書作成のための設計を、設計・調達の管理の各段階（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表2」に示す管理の段階Ⅱ、Ⅳ及びⅤ）において、管理を実施する。

なお、仕様書作成のための設計の流れを別図1(1/2)～(2/2)に示すとともに、仕様書作成のための設計に関する活動内容を以下に示す。

2.1 設計・開発の管理

2.1.1 設計・開発の計画

設計を主管する箇所の長は、以下の事項を明確にした設計・開発の計画を策定する。

- (1) 設計・開発の段階（インプット、アウトプット、検証及び妥当性確認）
- (2) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認
- (3) 設計・開発に関する責任及び権限

2.1.2 設計・開発へのインプット

設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットとして、以下の要求事項を明確にした実施方針等を作成する。

- (1) 機能及び性能に関する要求事項
- (2) 適用される法令・規制要求事項
- (3) 適用可能な場合には、以前の類似した設計から得られた情報
- (4) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項

2.1.3 インプット作成段階のレビュー

設計を主管する箇所の長は、実施方針等の承認過程で、実施方針等の適切性をレビューする。

2.1.4 アウトプットの作成

設計を主管する箇所の長は、アウトプットとして仕様書を作成する。

アウトプットは、調達管理に用いられることから、「原子力部門における調達管理通達」の要求事項も満たすように作成する。

2.1.5 アウトプット作成段階のレビュー及び検証

設計を主管する箇所の長は、仕様書の承認過程で、仕様書が「原子力部門における調達管理通達」の要求事項を満たすように作成していることを確認するためにレビューするとともに、仕様書がインプットの要求事項を満たしていることを確実にするために対比して検証する。

インプット及びアウトプットのレビュー及び検証の結果の記録並びに必要な処置があればその記録を維持する。

なお、レビューへの参加者には、工事範囲がまたがる組織の長及び当該設計・開発に係る専門家を含め、必要に応じ、レビュー会議を開催する。

また、検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

2.1.6 設計・開発の検証（設備の設計段階）

設計又は工事を主管する箇所の長は、設計図書及び検査・試験要領書の審査・承認の段階で、調達要求事項を変更する必要がある場合、「原子力発電所保修業務要綱」等に基づき変更手続きを行う。

2.1.7 設計・開発の妥当性確認

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事段階で実施する検査・試験の結果により、設計・開発の妥当性を確認する。

2.2 設計・開発の変更管理

設計を主管する箇所の長は、設計・開発の変更を要する場合、以下に従って手続きを実施する。

(1) 次の設計・開発の変更を明確にし、記録を維持する。

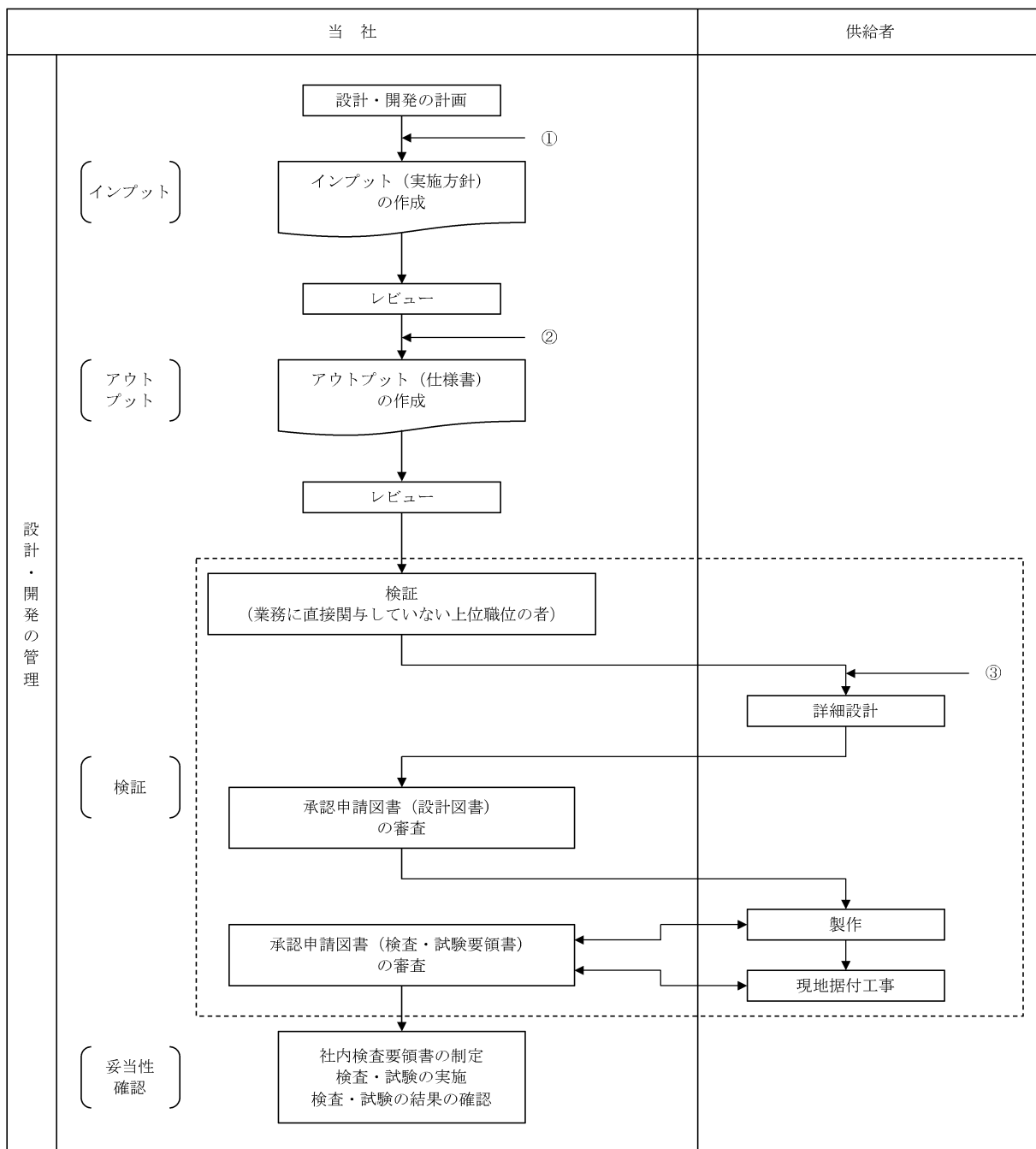
a. 仕様書の変更

b. 承認申請図書確認以降の調達先での内容変更

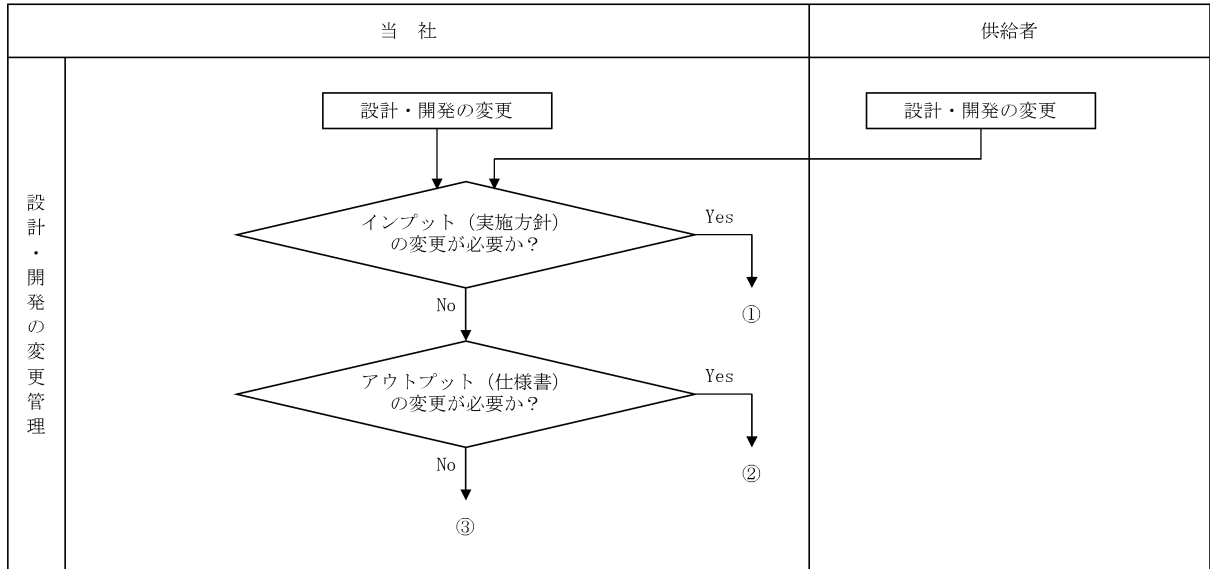
(2) (1)の変更に対し、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施す

る前に承認する。

- (3) レビューには、その変更が、原子炉施設を構成する要素及び関係する原子炉施設に及ぼす影響の評価を含める。
- (4) 変更のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を維持する。



別図1(1/2) 設計・開発業務の流れ



別図1(2/2) 設計・開発業務の流れ

資料 3 - 2 本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

目 次

	頁
1. 概要	T1-添3-2-1
2. 基本方針	T1-添3-2-1
3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画	T1-添3-2-1

1. 概要

本資料は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づく設計に係るプロセスの実績、工事及び検査に係るプロセスの計画について説明するものである。

2. 基本方針

高浜発電所第1号機における設計に係るプロセスとその実績について、「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」に示した設計の段階ごとに、組織内外の関係、進捗実績及び具体的な活動実績について説明する。

工事及び検査に関する計画として、組織内外の関係、進捗実績及び具体的な活動計画について説明する。

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレードと実績について説明する。

3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画

「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」に基づき実施した、高浜発電所第1号機における設計の実績、工事及び検査の計画について、「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」の様式-1により示す。

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画 (1/2)

各段階	プロセス (設計対象) 実績: 3.3.1~3.3.3(5) 計画: 3.4.1~3.7.2	組織内外の相互関係 ◎: 主担当 ○: 関連			インプット	アウトプット	他の記録類	
		原子力 事業本部	発電所	供給者				
設 計	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	◎	-	-	設置(変更)許可、技術基準規則、設置許可基準規則	-	業務決定文書: 使用済燃料ピットでの大規模漏えい時における水密度条件の精緻化検討の実施について
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	◎	-	-	設置(変更)許可、技術基準規則、設置許可基準規則	様式-2	
	3.3.3(1)	基本設計方針の作成 (設計1)	◎	-	-	様式-2、技術基準規則	様式-3、4	
						様式-2、4、技術基準規則、実用炉規則別表第二	様式-5	
						設置(変更)許可、技術基準規則、実用炉規則別表第二、設置許可基準規則	様式-6、7	
	3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計 (設計2)	◎	-	-	様式-5、7 (基本設計方針)	様式-8	設計のレビュー・検証の記録 (設計の段階)
		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 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燃料体又は使用済燃料が臨界に達しないことの説明	◎	-	○	設備図書、既工認、委託報告書	設計資料 (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)	
3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	◎	-	-	様式-2~8	設計のレビュー・検証の記録 (設計の段階)		
3.3.3(4)	設工認申請 (届出) 書の作成	◎	-	-	設計-1、2	設工認申請書案	設工認申請書品質チェックシート	
3.3.3(5)	設工認申請 (届出) 書の承認	◎	-	-	設工認申請書案	設工認申請書	原子力発電安全委員会議事録	

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画 (2/2)

各段階	プロセス (設計対象) 実績 : 3.3.1~3.3.3(5) 計画 : 3.4.1~3.7.2	組織内外の相互関係 ◎ : 主担当 ○ : 関連			インプット	アウトプット	他の記録類	
		原子力 事業本部	発電所	供給者				
工事 及び 検査	3.4.1	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施 (設計3)	設計2に基づく運用の変更であり、設備工事を伴わない					
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施						
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	—	◎	—	様式-8 (中欄)	様式-8 (右欄)、使用前事業者検査工程表 (計画)	
	3.5.3	検査計画の管理	—	◎	—	使用前事業者検査工程表 (計画)	使用前事業者検査工程表 (実績)	
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	—	◎	—	使用前事業者検査実施計画、様式-8	検査要領書	
						検査要領書	検査記録	
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ	—	◎	—	—	検査記録		