

高浜 1, 2 号炉 使用済燃料ピット 未臨界性評価に関する補足説明

<構成>

(1) SFP への注水・放水流量の設定について

⇒ 通しページ 1 ~ 7 8

(2) 解析コードの説明について

⇒ 通しページ 7 9 ~ 1 1 9

(1) SFPへの注水・放水流量の設定について

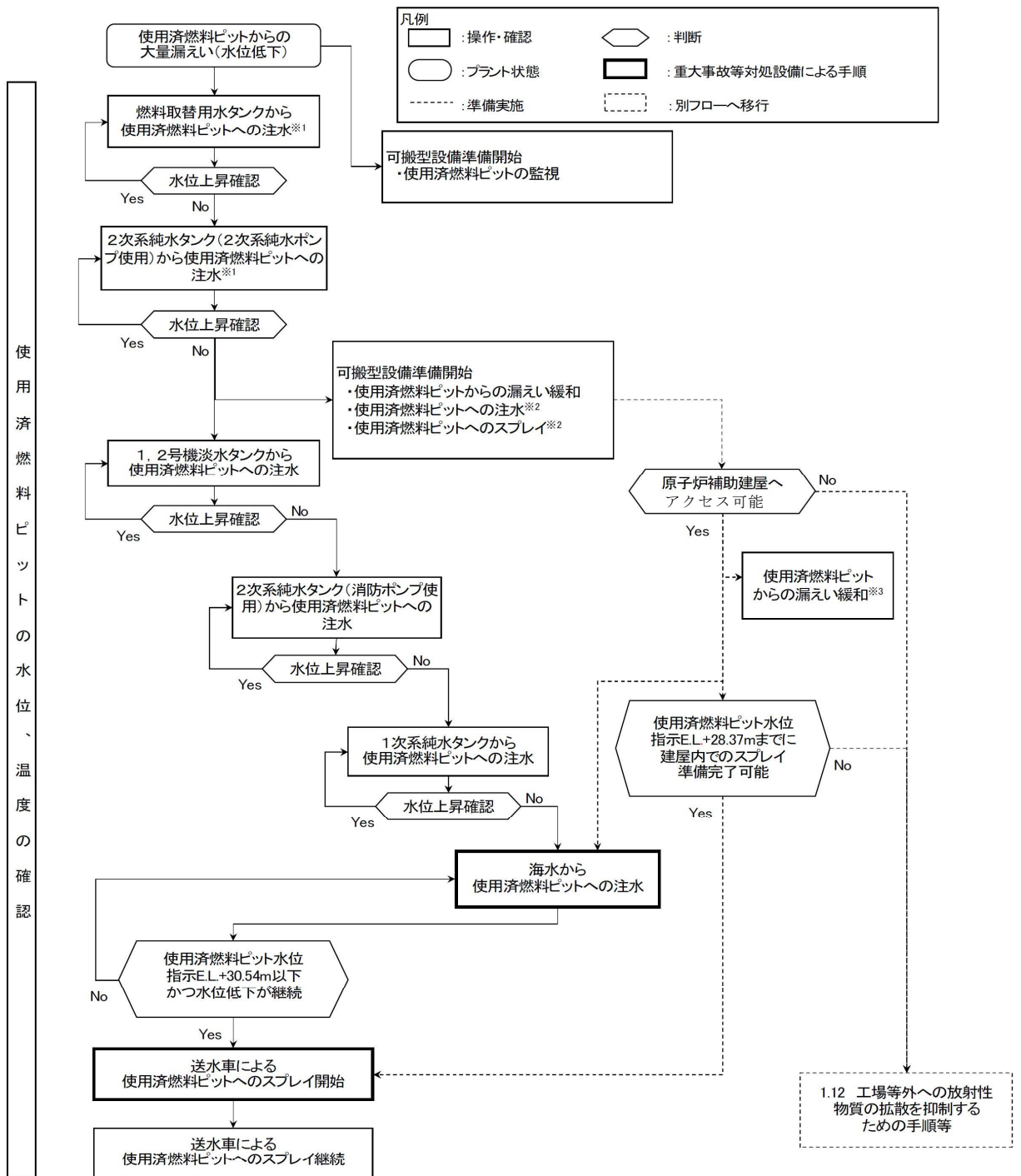
1. はじめに
2. SFPからの大量の水の漏えい時における注水・放水手順および設備保有台数
3. SFP注水手順にて使用する設備の流量設定の考え方
 - 3.1. 各手順における流量設定の考え方
 - 3.1.1. SFP注水手順の流量設定
 - 3.1.2. SFP放水手順の流量設定
 - 3.2. 配管圧損評価について
4. 基本ケース条件の設定について
5. 不確かさを考慮した条件の設定について
6. 系統に複数台設置されるポンプの起動台数の考え方について
7. 全手順同時実施の成立性確認
8. まとめ

1. はじめに

SFP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。本資料では、未臨界性評価条件となるSFPへ流入する流量について、各手順の設備構成、配備台数等を踏まえた、基本ケース条件および不確かさを考慮した条件における条件設定およ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、スプレーヘッドまた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・放水手順および設備保有台数

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、送水ポンプおよびポンプ台数を第1表に示す。



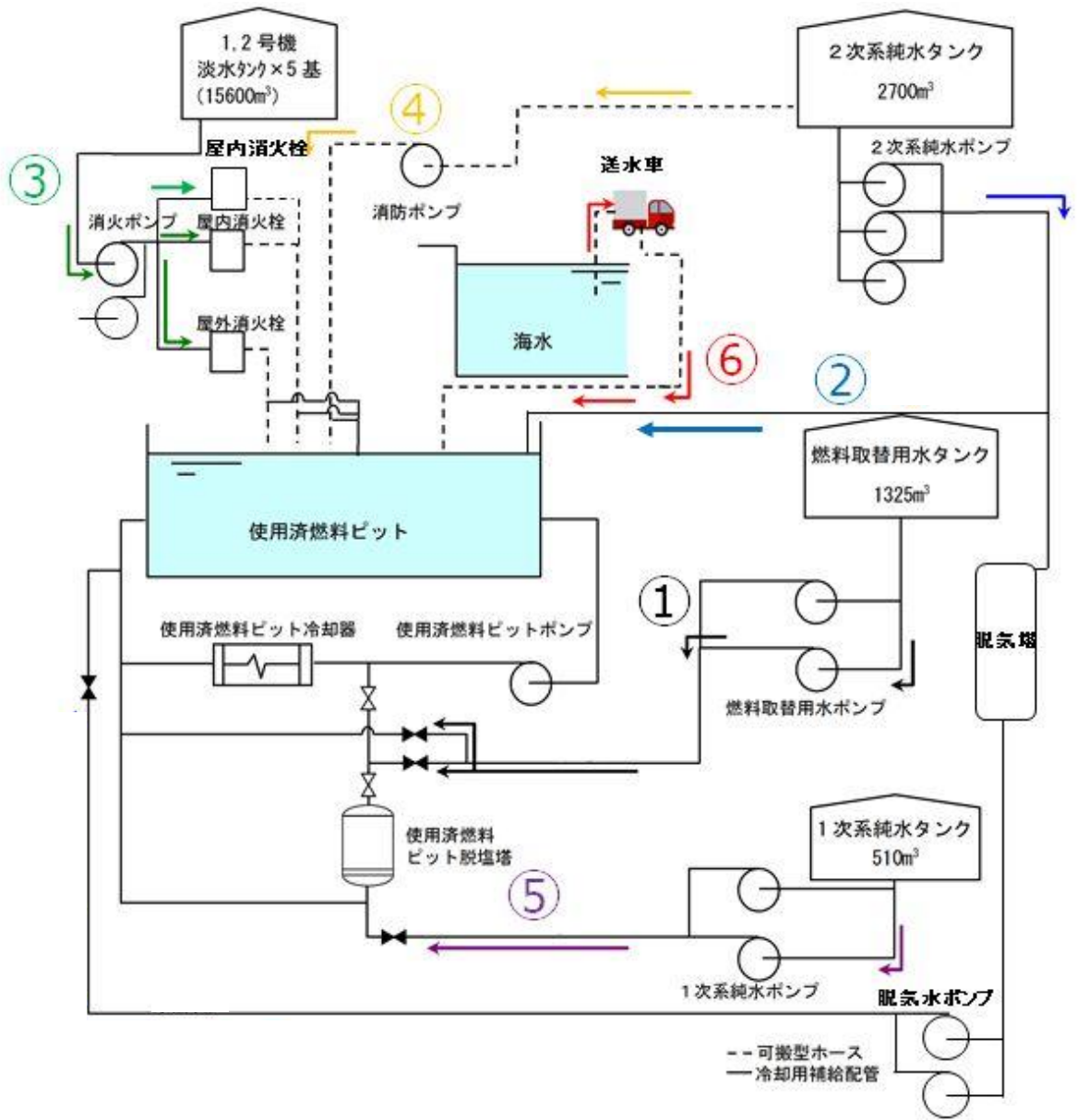
(注1)本フローに記載の注水手段については、複数の手段の準備又は注水を平行して実施することがある。
また、水源の使用可否等に応じて手順を飛ばして対応することがある。

※1: 使用済燃料ピットの注水機能喪失の場合は使用不可

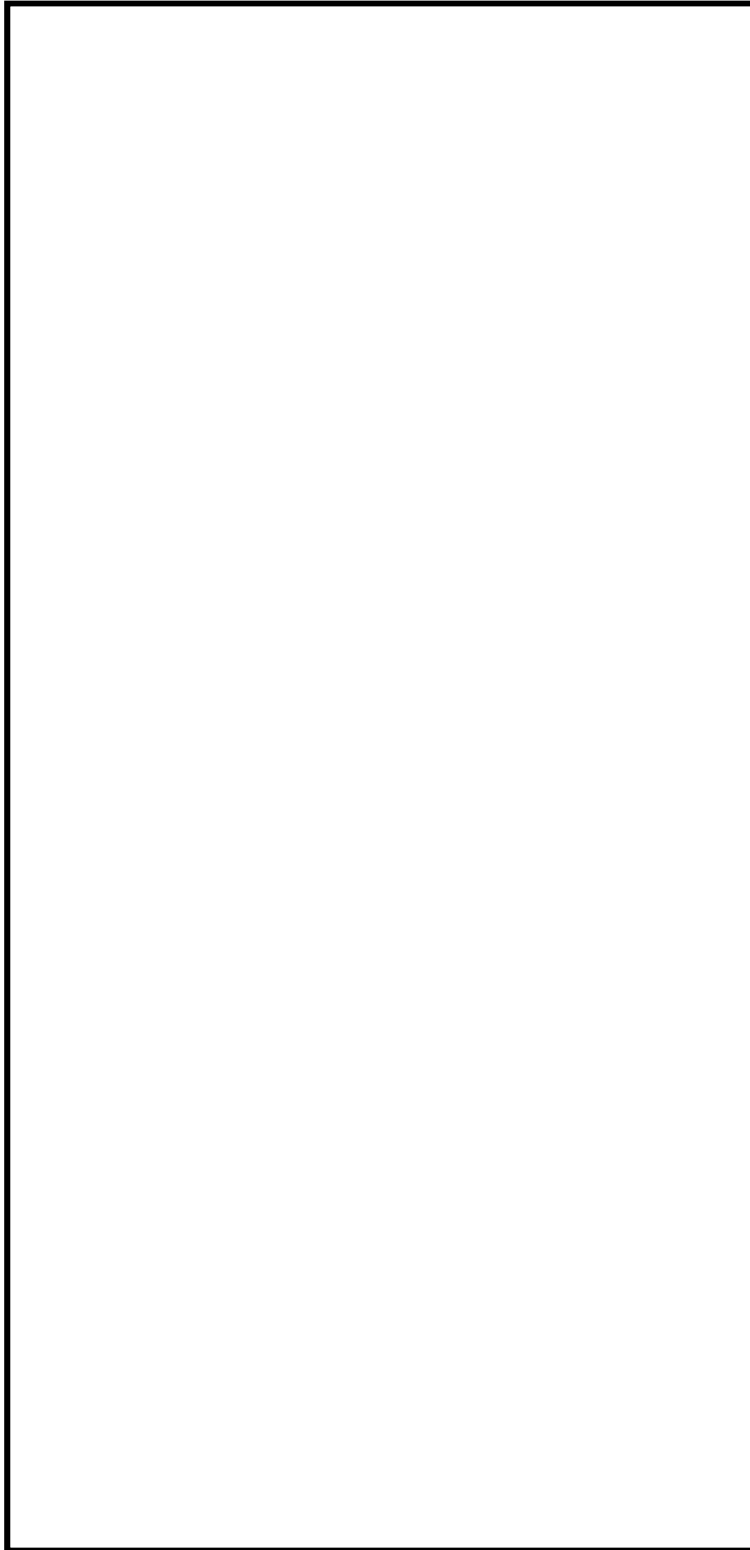
※2: 可搬型設備については、「送水車」による使用済燃料ピットへのスプレー」の準備を優先する。

※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



第1-3図 放水砲による放水時の設備構成

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第1表 SFPへの注水・放水手順における水源、送水ポンプおよびポンプ配備台数

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	燃料取替用水ポンプ	1台	2台				
	②	事故時操作所則	2次系純水ポンプ	1台	3台				
	③	SA所達※1	1,2号淡水タンク	1台	各1台				
	④	SA所達※1	2次系純水タンク	1台	1台				
	⑤	SA所達※1	1次系純水タンク	1台	2台				
	⑥	SA所達※1	海水	送水車	1台	5台※2			
放 水 手 順	①	SA所達※1	海水	送水車	1台/1SFP	3台※3	スプレイヘッド	1台/1SFP	3台※5
	②	SA所達※1	海水	大容量ポンプ (放水砲用)	2台/2SFP	3台※4	放水砲	2台/2SFP	3台※5

※1 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

※2 高浜1号炉用に2台、高浜2号炉用に2台、共用予備1台の計5台を配備

※3 高浜1号炉用に1台、高浜2号炉用に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）

※4 高浜1,2号炉共用で2台、共用予備1台の計3台を配備

※5 高浜1号炉用に1台、高浜2号炉用に1台、共用予備1台の計3台を配備

3. SFP 注水手順にて使用する設備の流量設定の考え方

各手順でのポンプ使用台数およ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. 各手順における流量設定の考え方

3.1.1. SFP 注水手順の流量設定

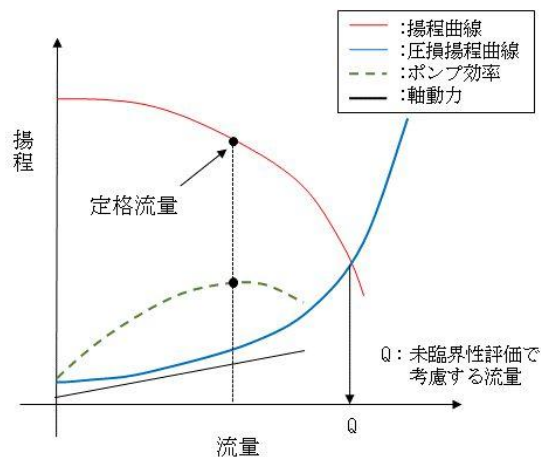
SFPへの注水に係る各手順によるSFPへの流入流量設定における各条件の具体的な考え方は以下の通りである。

(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

第2図に示す通り、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放水手順の流量設定

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通り。

(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炉に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炉向けへ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、各号炉へは大容量ポンプ（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)

なお放水砲は、故意による大型航空機の衝突による大規模な航空機燃料火災が発生した場合の消火活動においても使用する。本対応においては、直列に繋いだ大容量ポンプ（放水砲用）出口からの分岐はさせず、1台の放水砲へ接続する。

本対応は54条2項に係るSFPへの放水対応として行うものではないが、SFPへの具体的運用を記す手順と同じ手順内に記載されており、本対応により吐出された流量がSFPへ流入するという不確かさを有する。

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。

$$H = \sum f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} + \sum k \frac{v^2}{2g} \quad \dots (1)$$
$$Re = \frac{Dv}{\nu} \quad \dots (2)$$

ここで	f	: 摩擦係数(-)	Re	: レイノルズ数(-)
	L/D	: 等価直管長(-)	D	: 配管内径(m)
	v	: 流速(m/s)	v	: 流速(m/s)
	g	: 重力加速度(m/s ²)	ν	: 動粘性係数(m ² /s)
	k	: 抵抗係数(-)	ϵ	: 絶対粗度(m)

なお系統中にはエルボ、ベ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第2表の通り与えられる等価直管長にて考慮する。また抵抗計数 k は抵抗の大きさを示す無次元数でありレジューサ（拡大／縮小）部や配管出入口部の配管形状による抵抗を与える。

上式にて算出される配管等の圧損および取水源－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 C0、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最確値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、実施手順数およ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からの大量の水の漏えい時において実施する注水・放水手順の組み合わせは多種あり、最確状態を決めがたいことから、基本ケース条件においても未臨界性評価の観点から保守的に、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、水源の容量およ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

最確状態を設定する観点から、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.に示す通り、恒設設備を使用し通水実績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図に示す通り手順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3表に取水源および移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

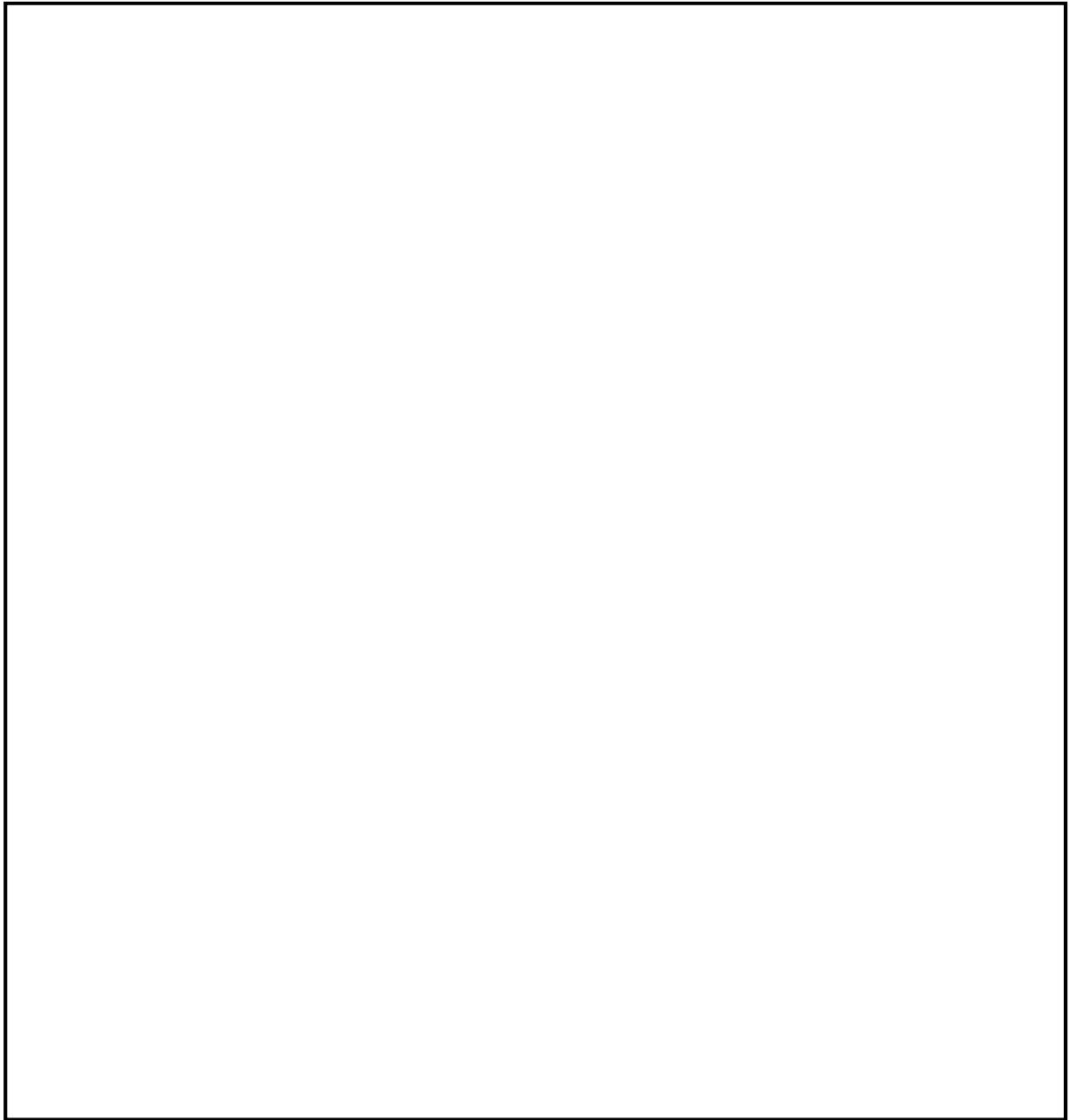
第3表 水源と移送先の静水頭差（手順①）

	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.)	-10.53 m	—

・注水時の系統構成

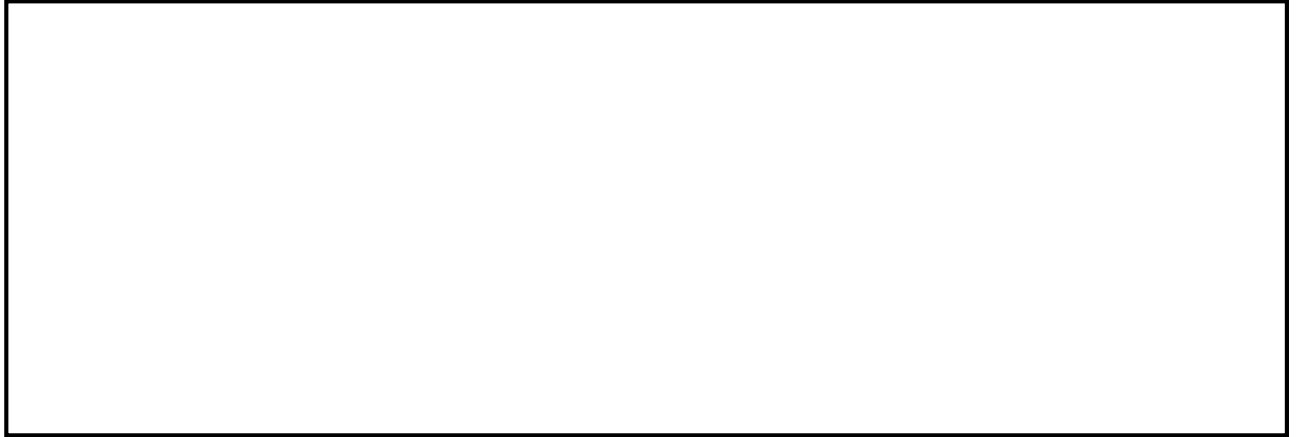
注水時の具体的手順を第3図に、手順に示される対応により構成される系統の概要を第4図に示す。手順では、赤で示す系統上のオリフィスを通して注水されることとなる。オリフィス通水時に発生する圧損は、オリフィス口径と配管内径より算出される断面積比に対し抵抗計数を算出し、ダルシーの式より求める。系統上オリフィスの概要を第5図に示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

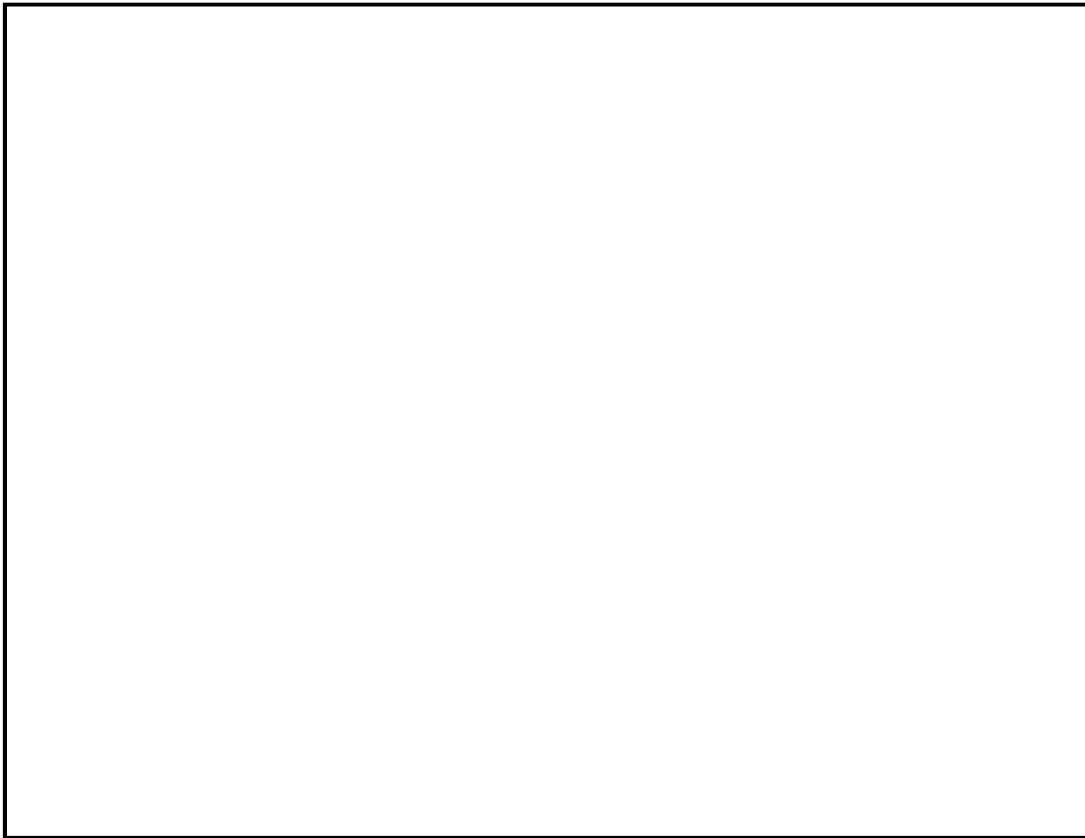


第3図 燃料取替用水ポンプを用いたSFPへの注水における具体的実施手順
(高浜発電所1号機 事故時操作所則抜粋)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第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

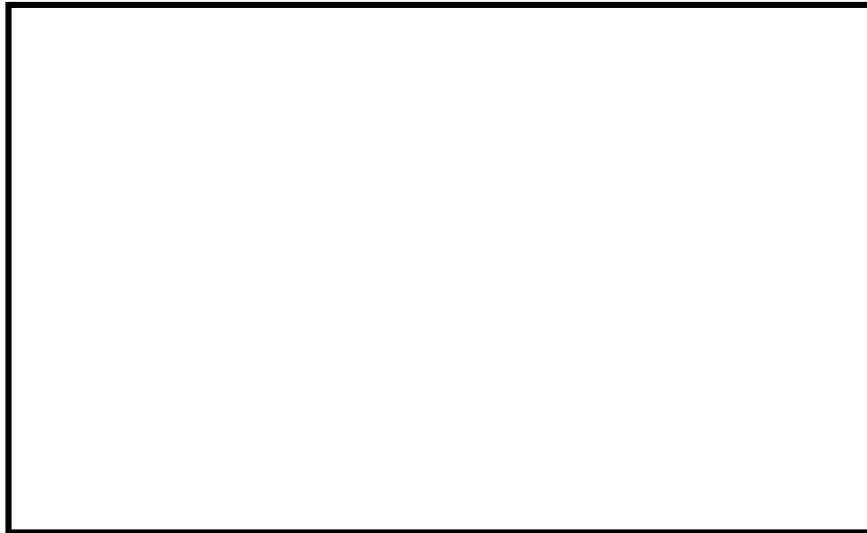


第5図 系統上オリフィスの概要

・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より求まる流量は、約 $21\text{m}^3/\text{h}$ 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。

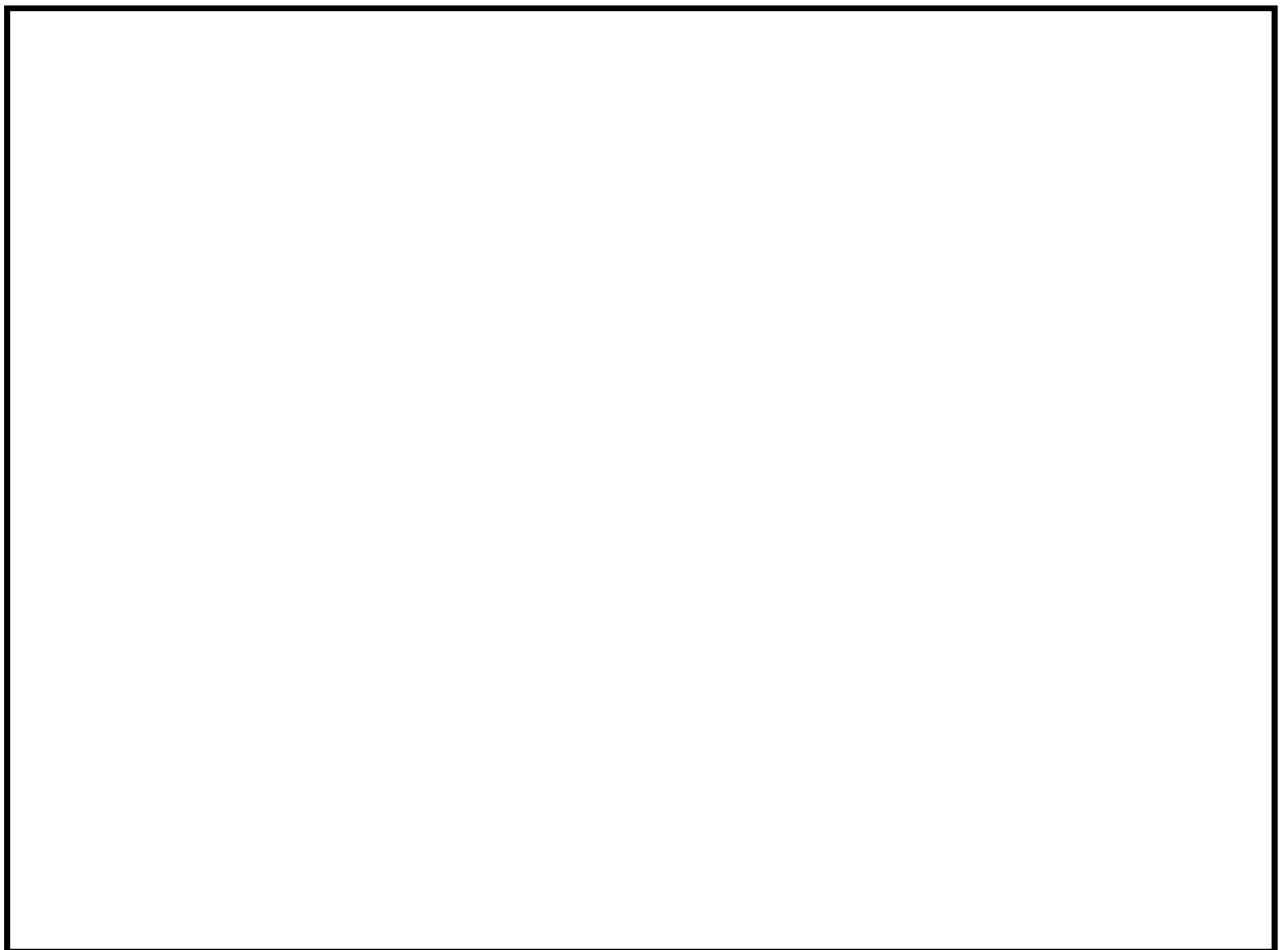
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第6図 手順①におけるポンプ揚程およ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. に示す通り恒設設備を使用し通水実績がある手順であるため、通水時の実測値として第7図に示す通り、 $5\text{m}^3/\text{h}$ 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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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. に示す通り恒設設備を使用し通水実績がある手順であるため、通水時の実測値として第8図に示す通り、22m³/h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) に示す通り、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4表に取水源および移送先（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.)	-14.27 m	—

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また圧損計算に使用した系統情報を第5表に示す。なおホース敷設長さは、高浜1号および2号炉それぞれへの敷設ルートの最短ルート（1号炉東側シャッターからの敷設ルート）の長さとした。

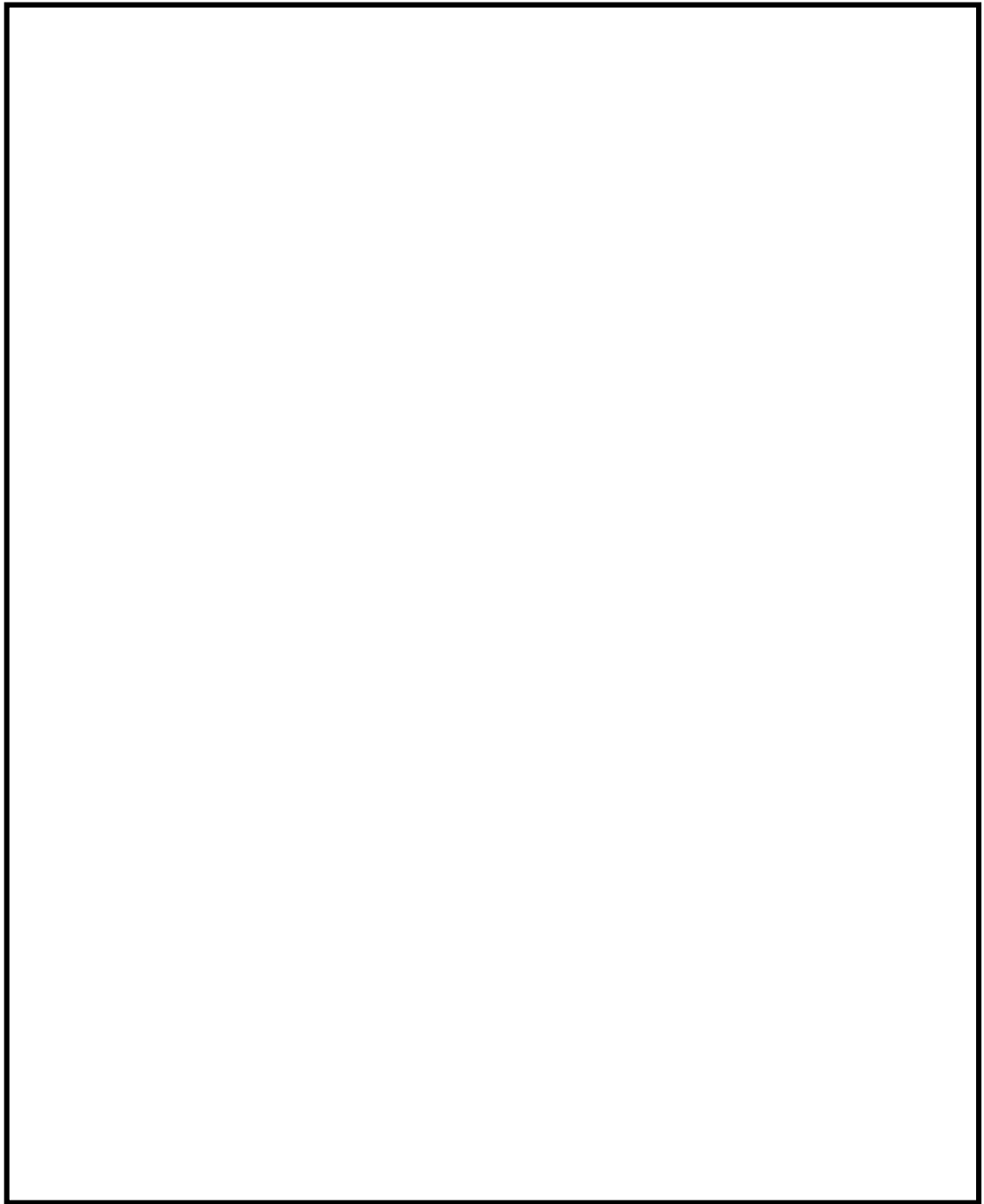
第5表 系統内配管情報

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。ポンプ設計揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量は約95m³/hである。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 9 図 消防ポンプ 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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.に示す通り、恒設設備を使用し通水実績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図に示す通り手順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6表に取水源および移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

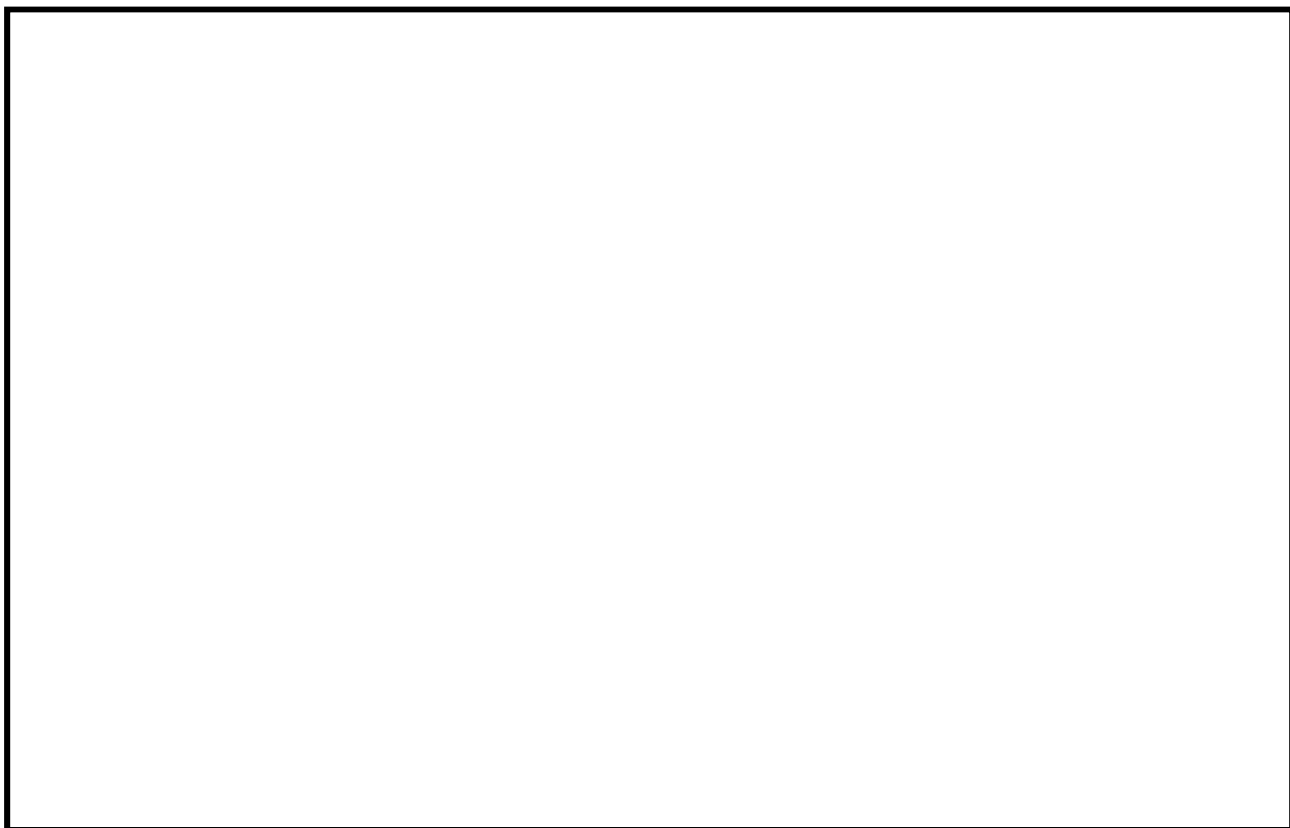
第6表 水源と移送先の静水頭差（手順⑤）

	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.)	-0.43 m	—

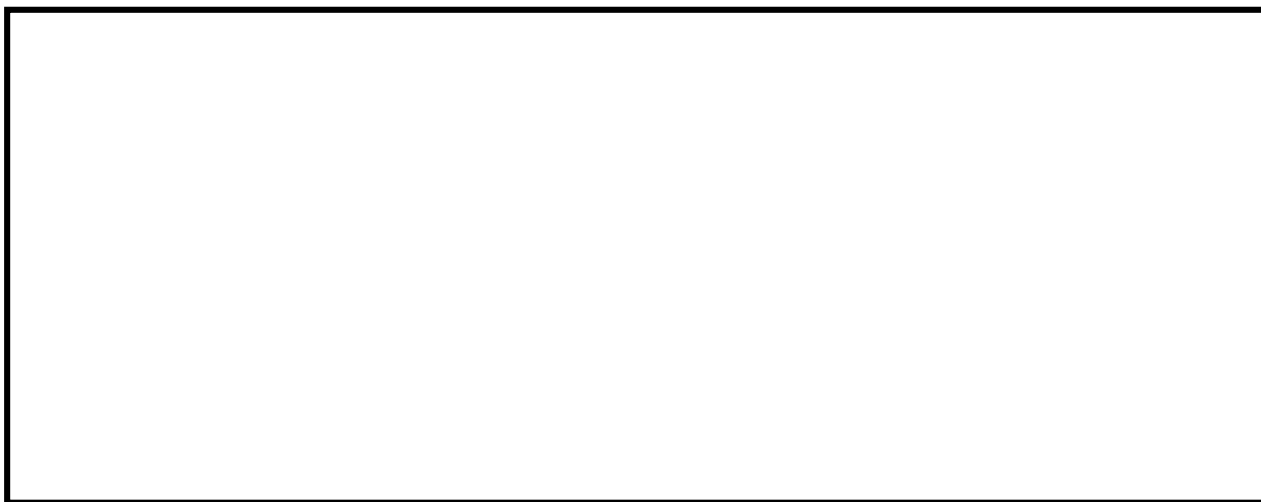
・注水時の系統構成

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図に示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第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

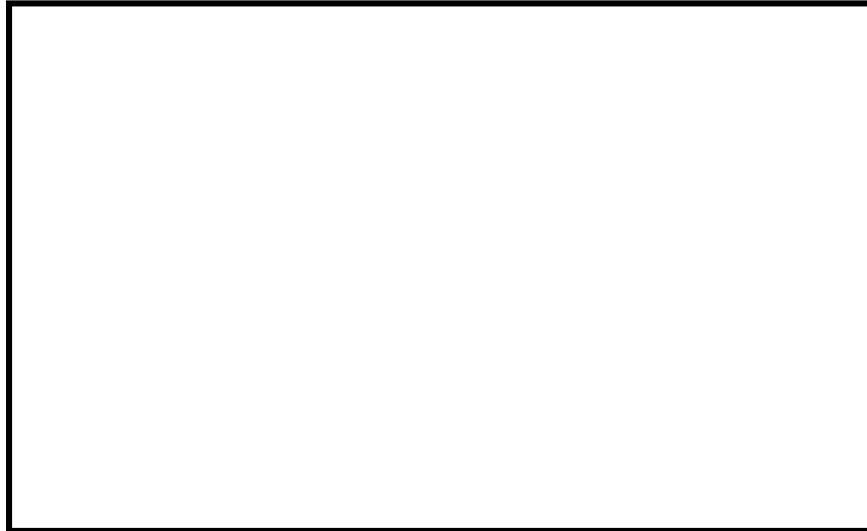


第11図 1次系純水ポンプを用いて SFP へ注水する際の系統構成概要

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

・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および性能曲線との関係

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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)に示す通り、可搬型設備を使用する手順であるため、圧損揚程曲線を策定のうえ流量を評価する。

・評価条件

第7表に取水源および移送先（SFP）のエレベーションを踏まえた静水頭差を示す。

第7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.)	28.8 m	—

計算に使用した系統情報を第8表に示す。なおホース敷設長さは、1号および2号炉それぞれへの敷設ルートの最短ルート（1号炉西側シャッターからの敷設ルート）の長さとした。

第8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。ポンプ設計揚程曲線と圧損揚程曲線が交わる流量を踏まえ、基本ケース条件としては260m³/hを使用する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

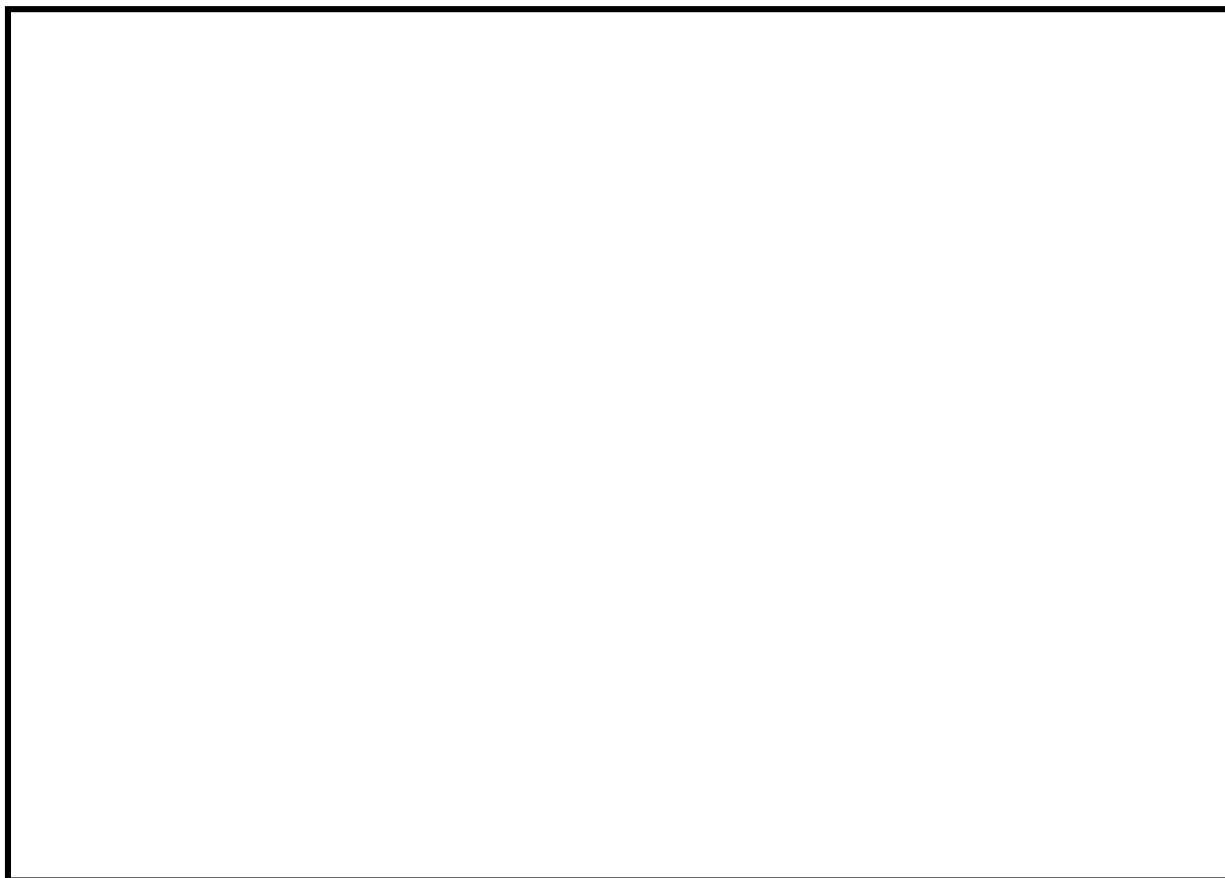


第 13 図 送水車 流量出典

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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)に示す通り、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図に示す通り 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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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)に示す通り、配備されている大容量ポンプ（放水砲用）の型式および設備構成を踏まえ設定する。

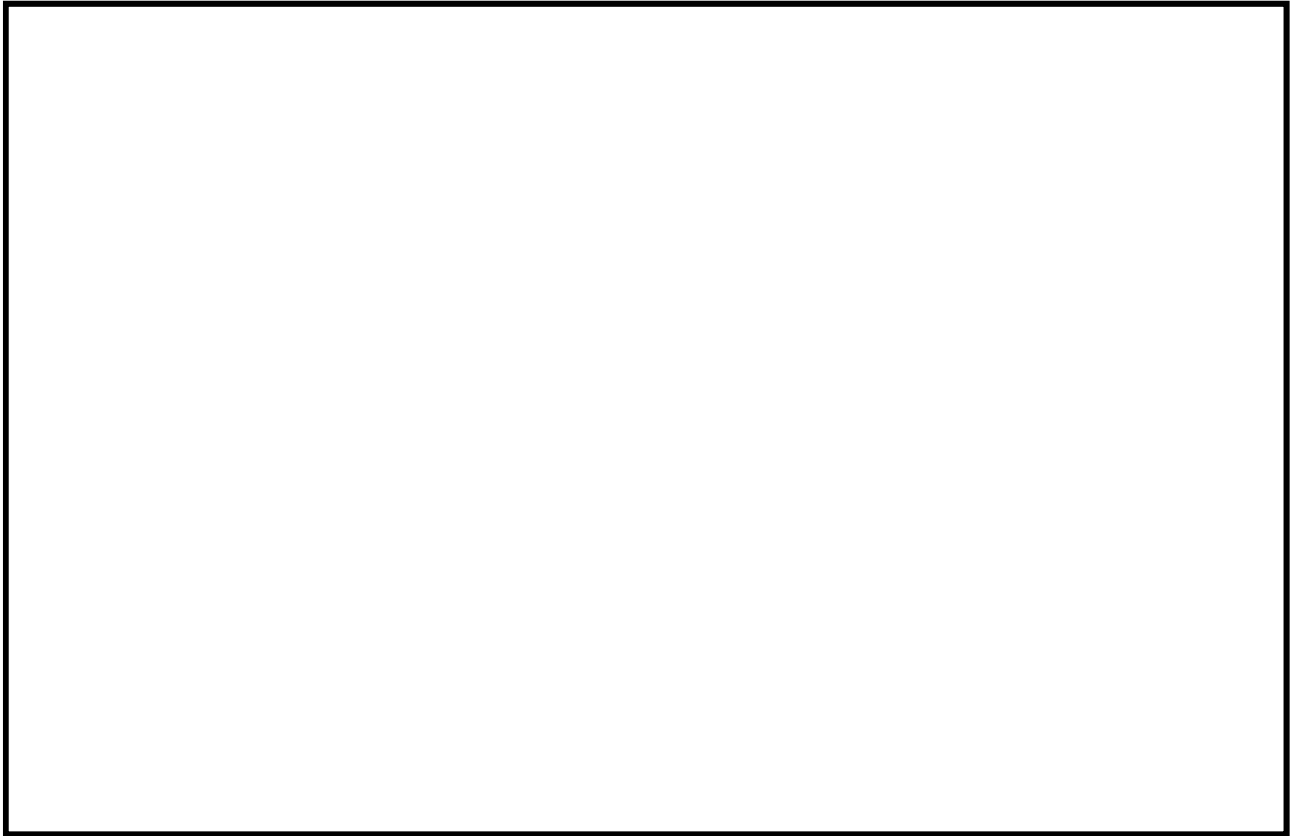
具体的には、高浜発電所に配備されている大容量ポンプ（放水砲用）の型式はそれぞれ第9表に示す3種類があり、各型式の流量最大値は第15-1～3図に示す通りそれぞれ \square m^3/h （型式：HS900）、 \square m^3/h （型式：HS900N）、 \square m^3/h （型式：HS1200）である。これらを直列に2台接続する場合の最大送水量は \square m^3/h （HS900およびHS1200を用いる場合に送水量が最大となる。送水量は、ポンプを2台直列に接続する運用であることから容量の低い方のポンプと同値になる。）となることから、放水砲からの流量は \square m^3/h を2等分した \square m^3/h となる。

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。

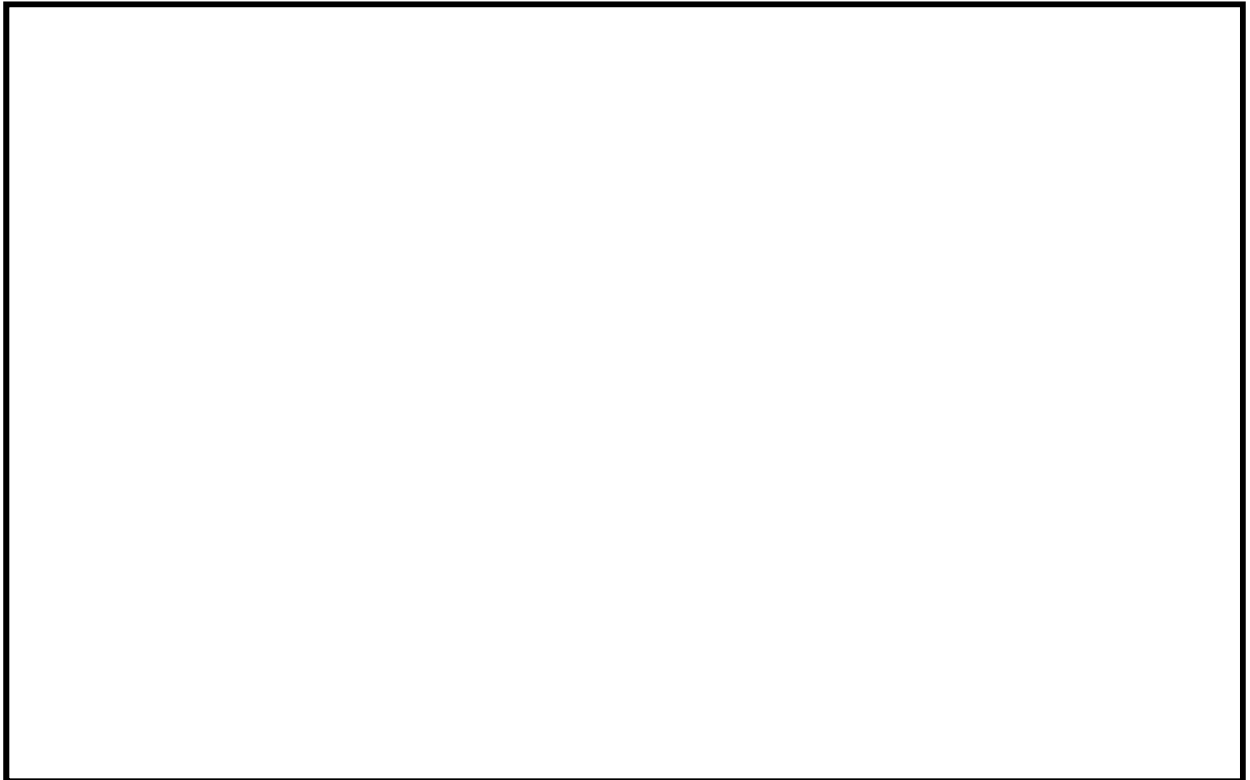
第9表 高浜1, 2号炉に配備している大容量ポンプ（放水砲用）の型式

型式	HS900 (1, 2号炉共用)	HS900N (1, 2号炉共用)	HS1200 (共用予備)
既工認記載値	\square m^3/h 以上		

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

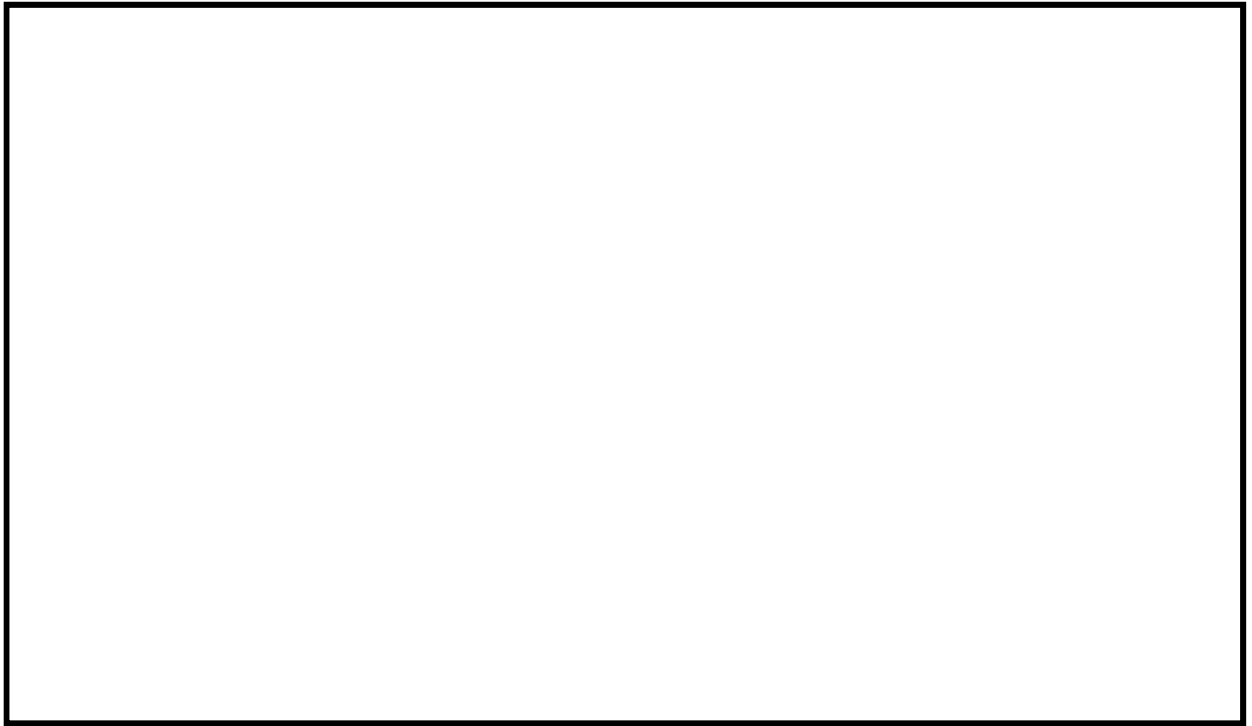


第 15-1 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900）



第 15-2 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS900N）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 15-3 図 大容量ポンプ（放水砲用） 流量出典（HS1200）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. 不確かさを考慮した条件の設定について

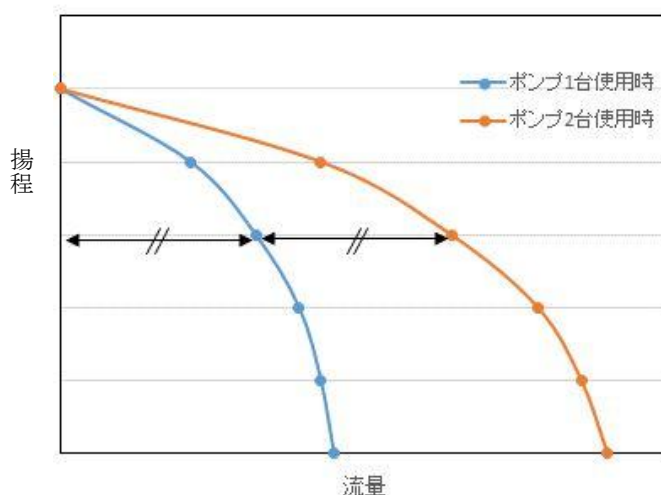
不確かさを考慮した条件の設定に際しては、重大事故等への対応に向け整備された手順に示される具体的記載事項を踏まえ、以下の考え方に基づき設定する。

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

系統内に設置されるポンプの全数とする。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図に示す通り、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台での通水実績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 台起使用時の概要）

c. 放水砲の運用

放水砲は、故意による大型航空機の衝突による大規模な航空機燃料火災が発生した場合の消火活動においても使用し、本対応では、2台直列に繋いだ大容量ポンプ（放水砲用）出口からの分岐はさせず、1台の放水砲へ接続する。よって不確かさを考慮した流量の算出においては、大規模な航空機燃料火災が発生した場合に放水砲より吐出される流量を考慮することとし、それは大容量ポンプ（放水砲用）による流量の全量となる。

上記の前提および 3.1. に示す具体的考え方にに基づき、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および大規模火災対応を考慮した放水量の増加であり、系統圧損の評価手法および水源-SFPの水頭差は変わらないことから、以降では①での系統構成およ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および1次系純水タンクからの注水流量（注水手順①および手順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, 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およ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および性能曲線との関係

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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. に示す通り恒設設備を使用し通水実績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. に示す通り恒設設備を使用し通水実績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か所）も乗じた値として、 $22\text{m}^3/\text{h} \times 2\text{台} \times 3\text{か所} = 132\text{m}^3/\text{h}$ 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）

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）

不確かさを考慮した条件は基本ケース条件と同様に、スプレイヘッドの仕様上限値である m^3/h を使用する。なおポンプの系統内設置台数は基本ケース条件から変更はない。

(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）

放水砲を、故意による大型航空機の衝突による大規模な航空機燃料火災が発生した場合の消火活動において使用する場合は、2台直列に繋いだ大容量ポンプ（放水砲用）出口からの分岐はさせず、1台の放水砲へ接続する。すなわち、大容量ポンプ（放水砲用）による流量は全てそのまま1台の放水砲より放水される。

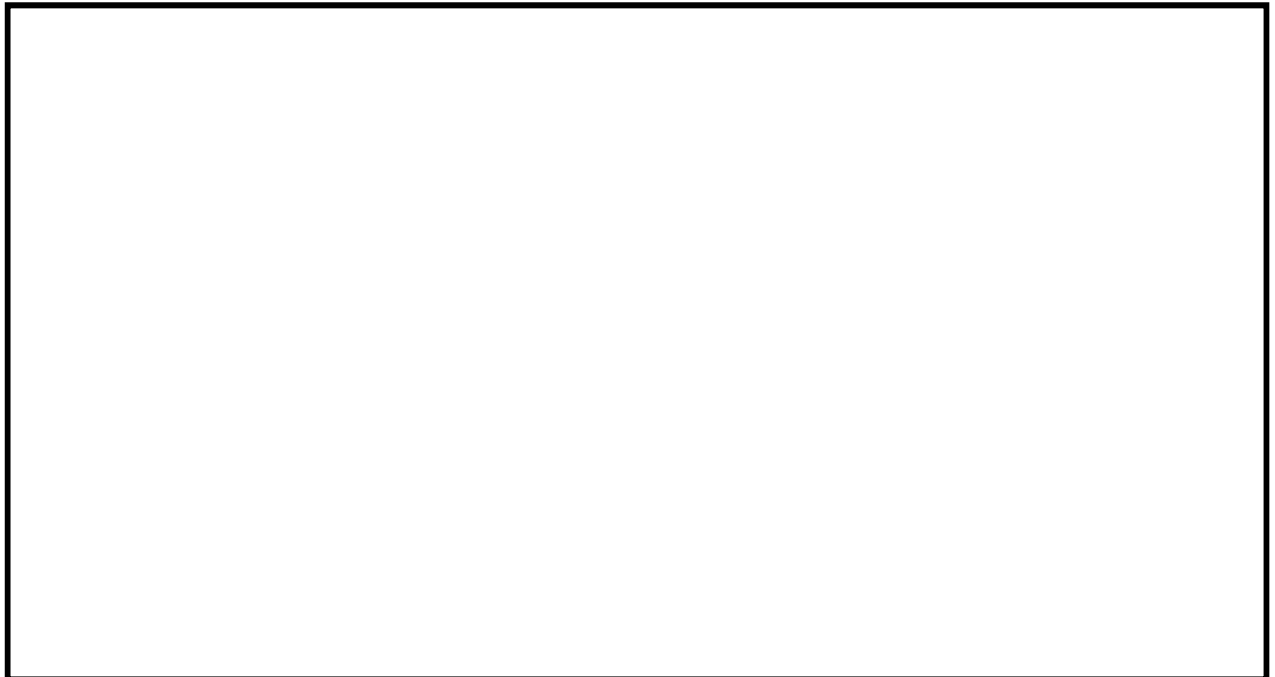
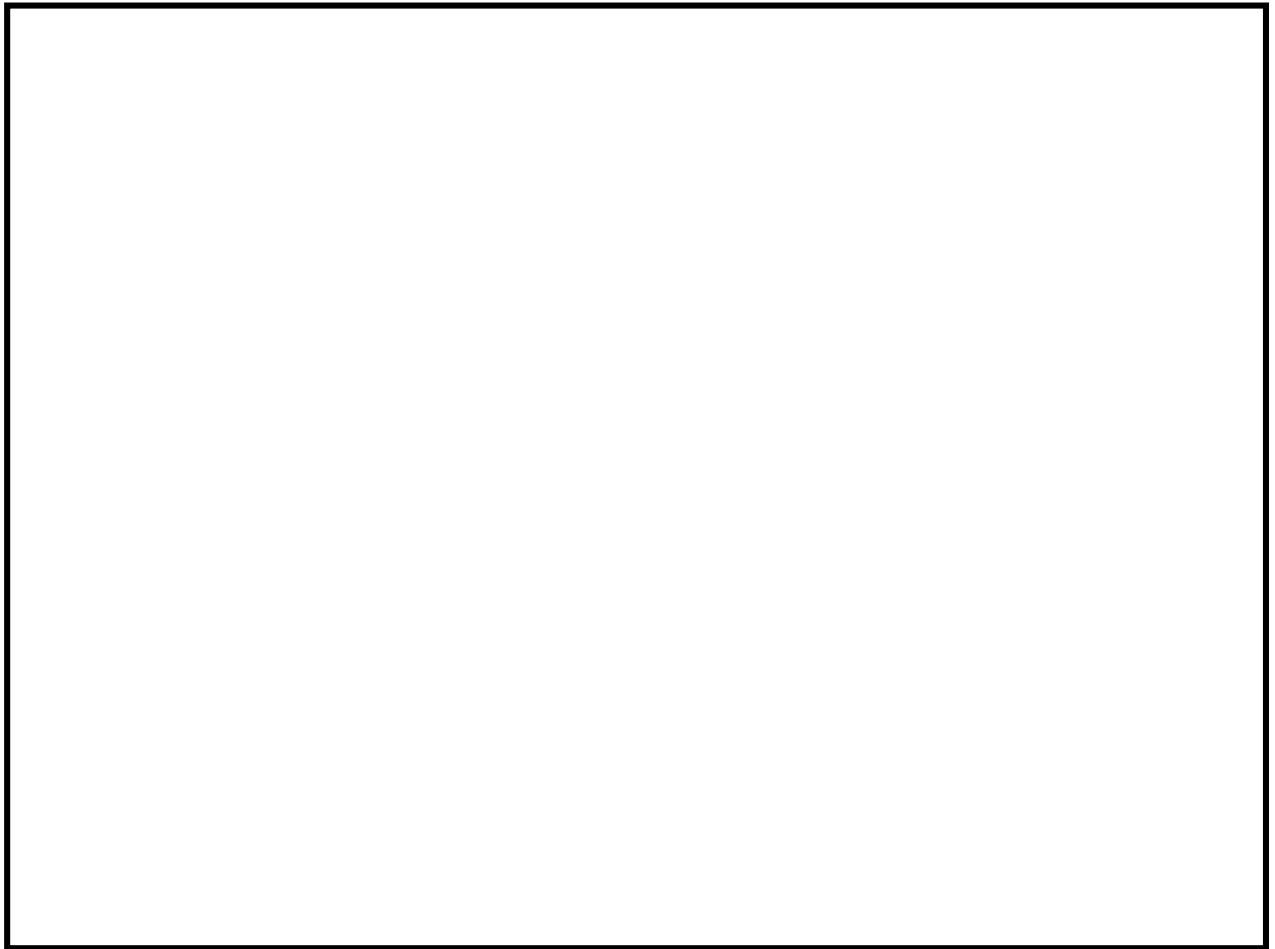
よって不確かさを考慮した条件は、大規模な航空機燃料火災が発生した場合の放水流量として m^3/h を使用する。なおポンプの系統内設置台数は基本ケース条件から変更はない。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。なお仮に全台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。

一方で、不確かさを考慮した条件には、ポンプを全数起動することを想定した値を設定する。



第19図 事故時の対応（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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、54条2項に係る対応として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人員の数および手順毎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10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およ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10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	1325m ³ ^{※1}	約63時間	約9時間
2次系純水タンク	2700m ³ ^{※2}	約25時間 ^{※4}	約9時間
1, 2号機淡水タンク	15600m ³ (3120m 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次系純水ポンプおよび消防ポンプ使用手順の流量合計を使用し計算した値。

水源		実施要員 (人数)	時間									
			SA設備準備開始					放水砲放水開始				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DB	燃料取替用水タンク	運転員等 (1名)	約40分									
	2次系純水タンク	運転員等 (1名)	約20分									
多様性	1, 2号機淡水タンク	緊急時安全対策要員 (3名)										
	2次系純水タンク (消防ポンプ)	緊急時安全対策要員 (5名)										
	1次系純水タンク	緊急時安全対策要員 (2名)										
SA	海水注水 (送水車使用)	緊急時安全対策要員 (5名)										
	海水スプレー (送水車使用)	緊急時安全対策要員 (5名)										
	海水放水 (大容量ポンプ使用)	緊急時安全対策要員 (12名)										

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, 2号炉の未臨界性評価条件となるSFPへの流入流量について、各手順の系統構成および設備配備台数等を踏まえ、基本ケース条件および不確かさを考慮した条件を評価した。3. で求めた各手順の流量評価結果を第11-1, 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およ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11-1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)	21 m ³ /h	21 m ³ /h	ポンプ揚程曲線
② 2次系純水タンク(2次系純水ポンプ)	5 m ³ /h	15 m ³ /h	実測値
③ 1,2号淡水タンク(消火ポンプ-消火栓)	22 m ³ /h	132 m ³ /h	実測値
④ 2次系純水タンク(消防ポンプ)	95 m ³ /h	95 m ³ /h	ポンプ揚程曲線
⑤ 1次系純水タンク(1次系純水ポンプ)	39 m ³ /h	42 m ³ /h	ポンプ揚程曲線
⑥ 海水(送水車)	260 m ³ /h	260 m ³ /h	ポンプ揚程曲線
合計	442 m ³ /h	565 m ³ /h	—

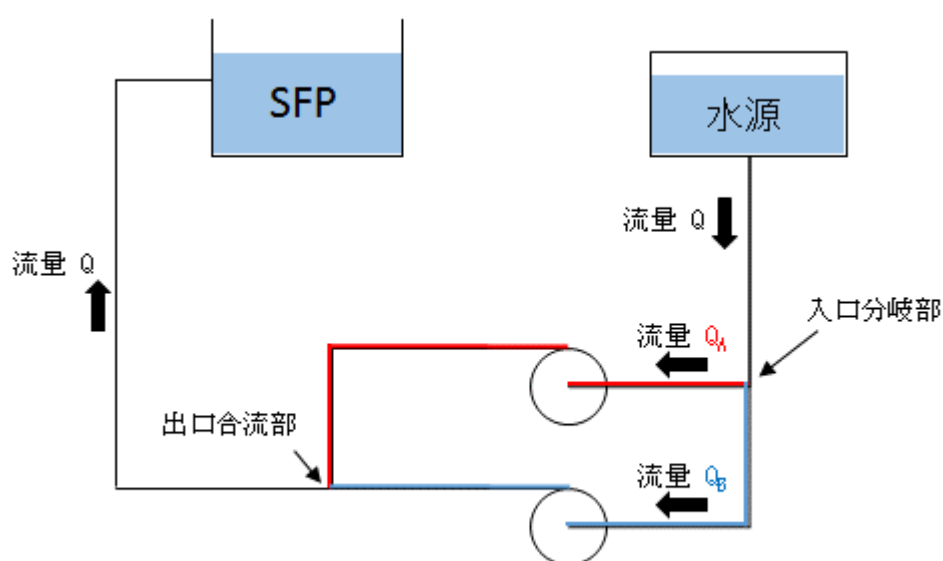
第11-2表 SFPへの放水手順の流量評価結果一覧

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	ポンプ揚程曲線
合計	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	—

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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参考図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。

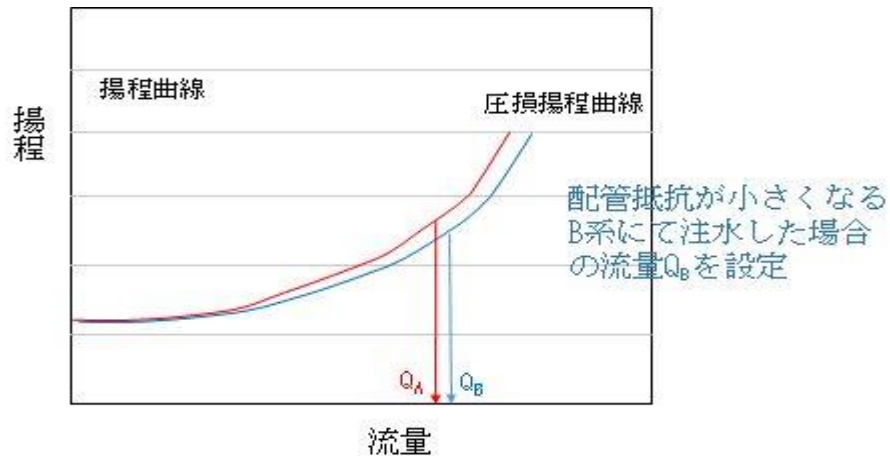


(配管抵抗はA系 > B系 とする。)

参考図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、配管径およ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。例えば参考図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参考図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。

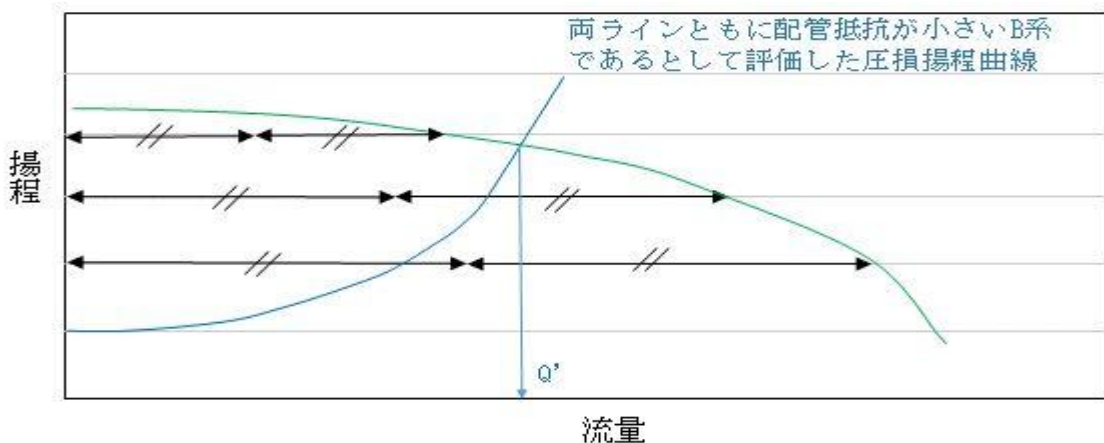


参考図2 基本ケースの流量（ポンプ起動台数は1台）の算出手法概要

【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参考図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。



参考図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

なお上述の通り、入口分岐部から各ポンプ入口まで、およ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系およびB系の等価配管長にほとんど差はなく、それ起因する圧損差は、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。

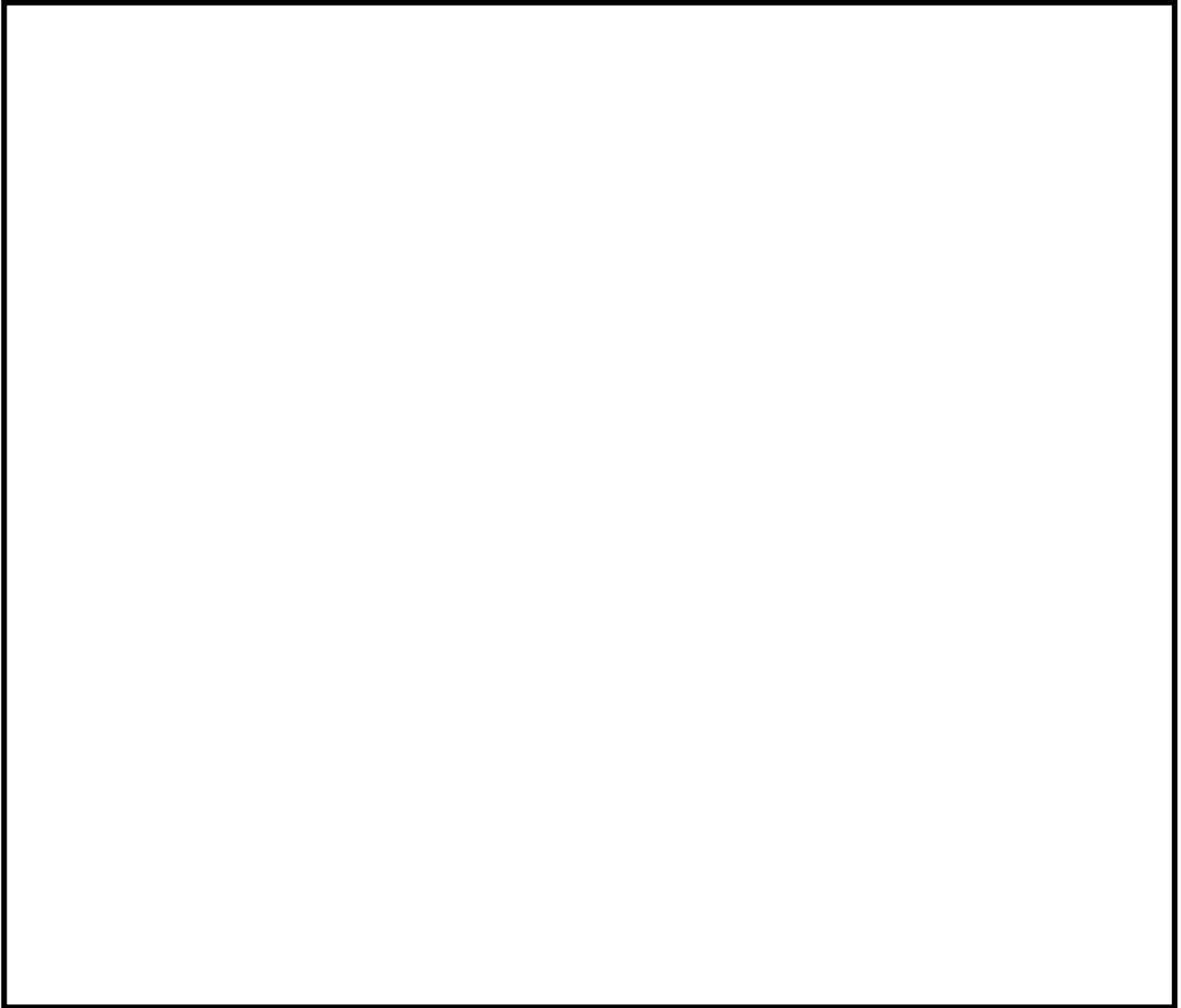
(参考2) SFPへの注水および放水手順を整備する社内標準

【燃料取替用水タンクからの注水（注水手順①）】



高浜発電所1号機 事故時操作所則（抜粋）

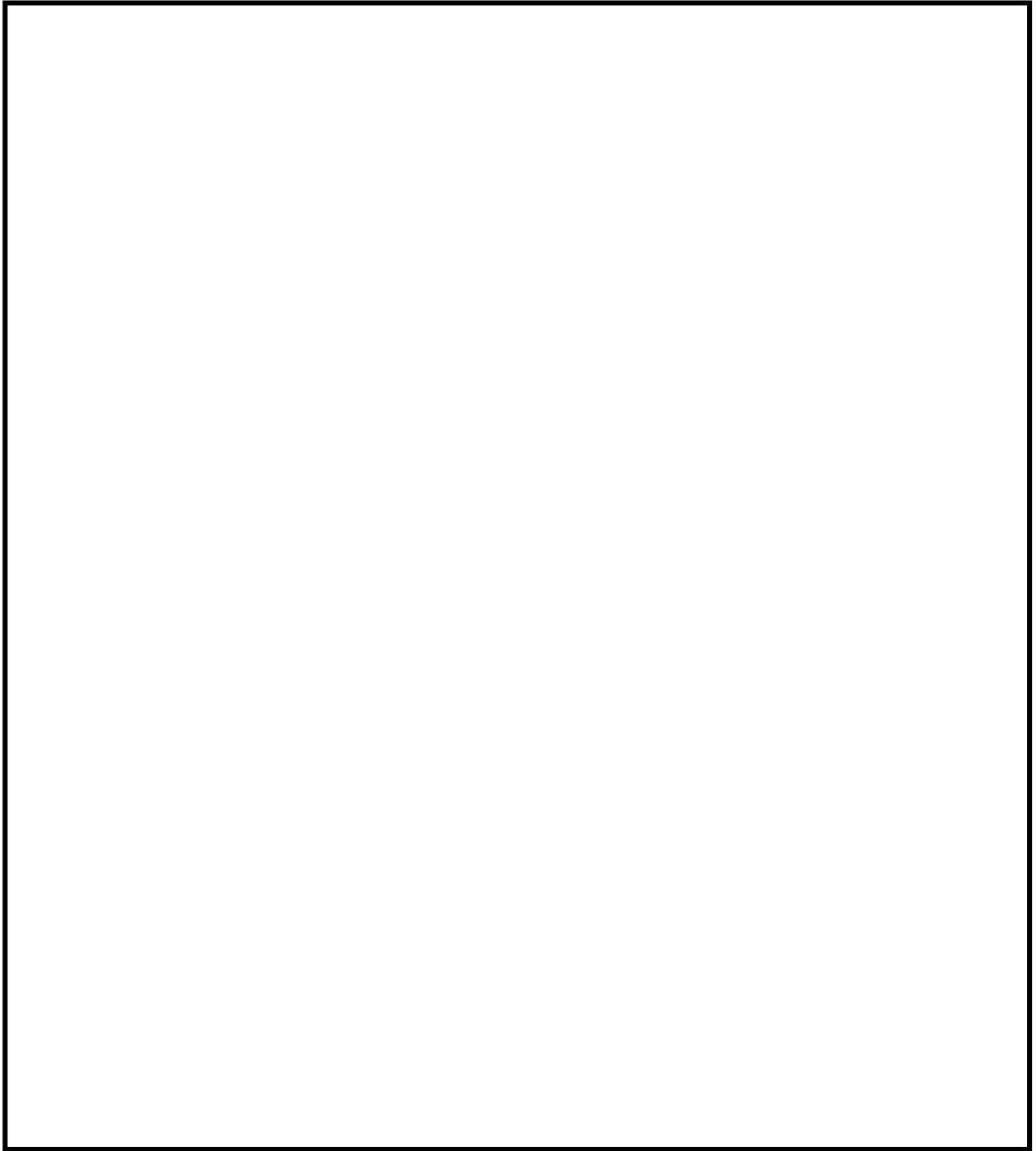
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



高浜発電所 1 号機 事故時操作所則（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

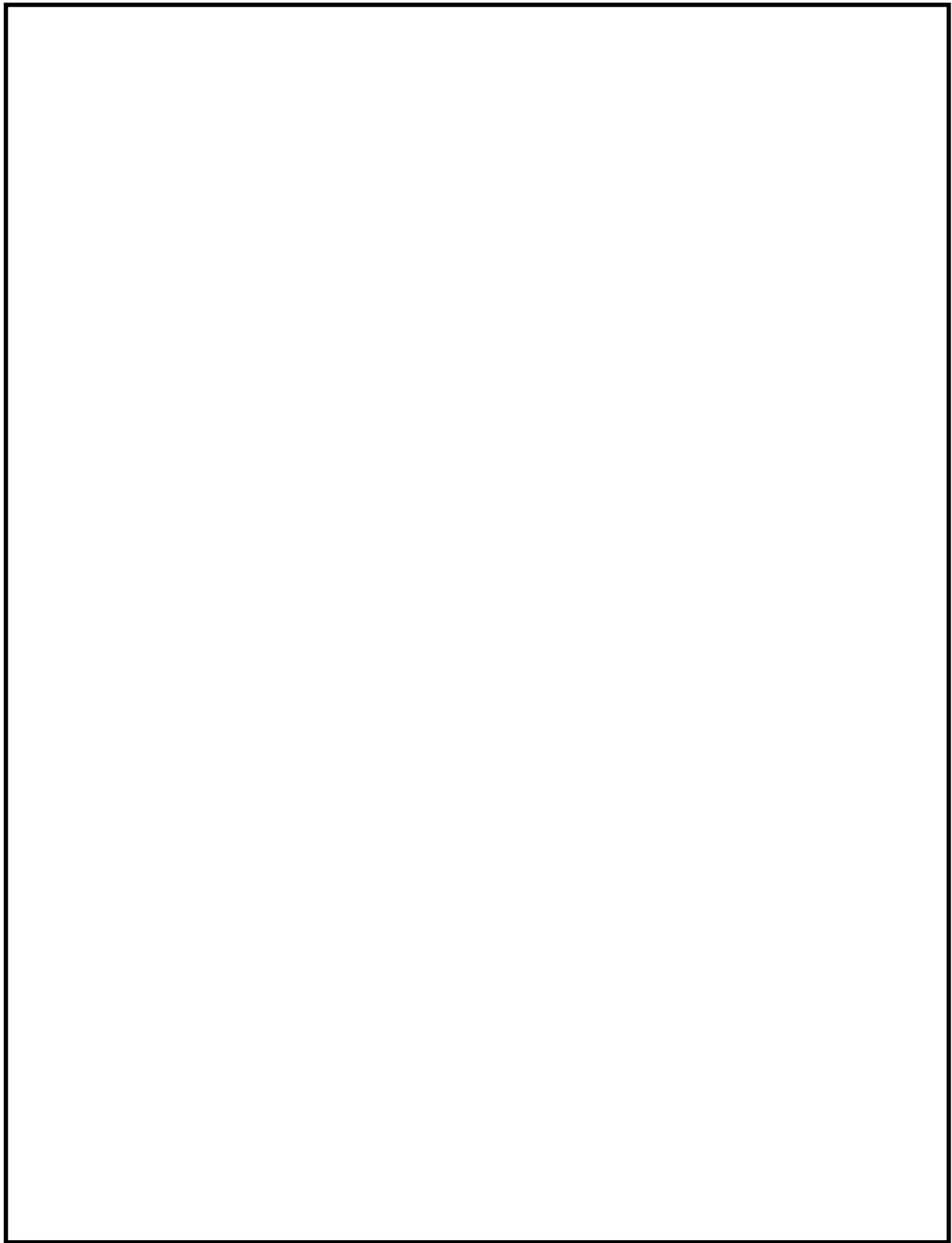
【2次系純水タンク（2次系純水ポンプ使用）からの注水（注水手順②）】



高浜発電所1号機 事故時操作所則（抜粋）

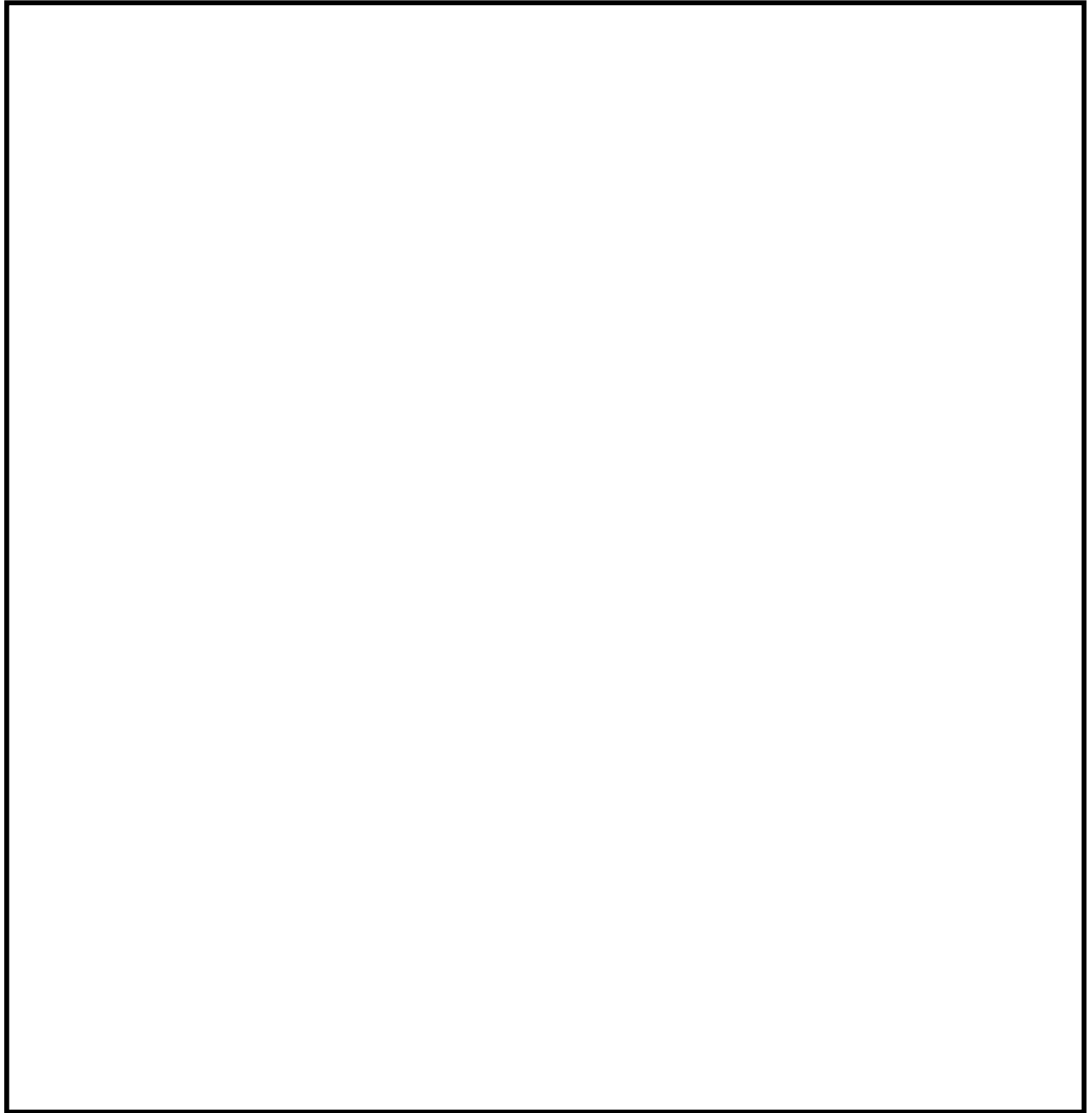
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【1,2号淡水タンクからの注水（注水手順③）】



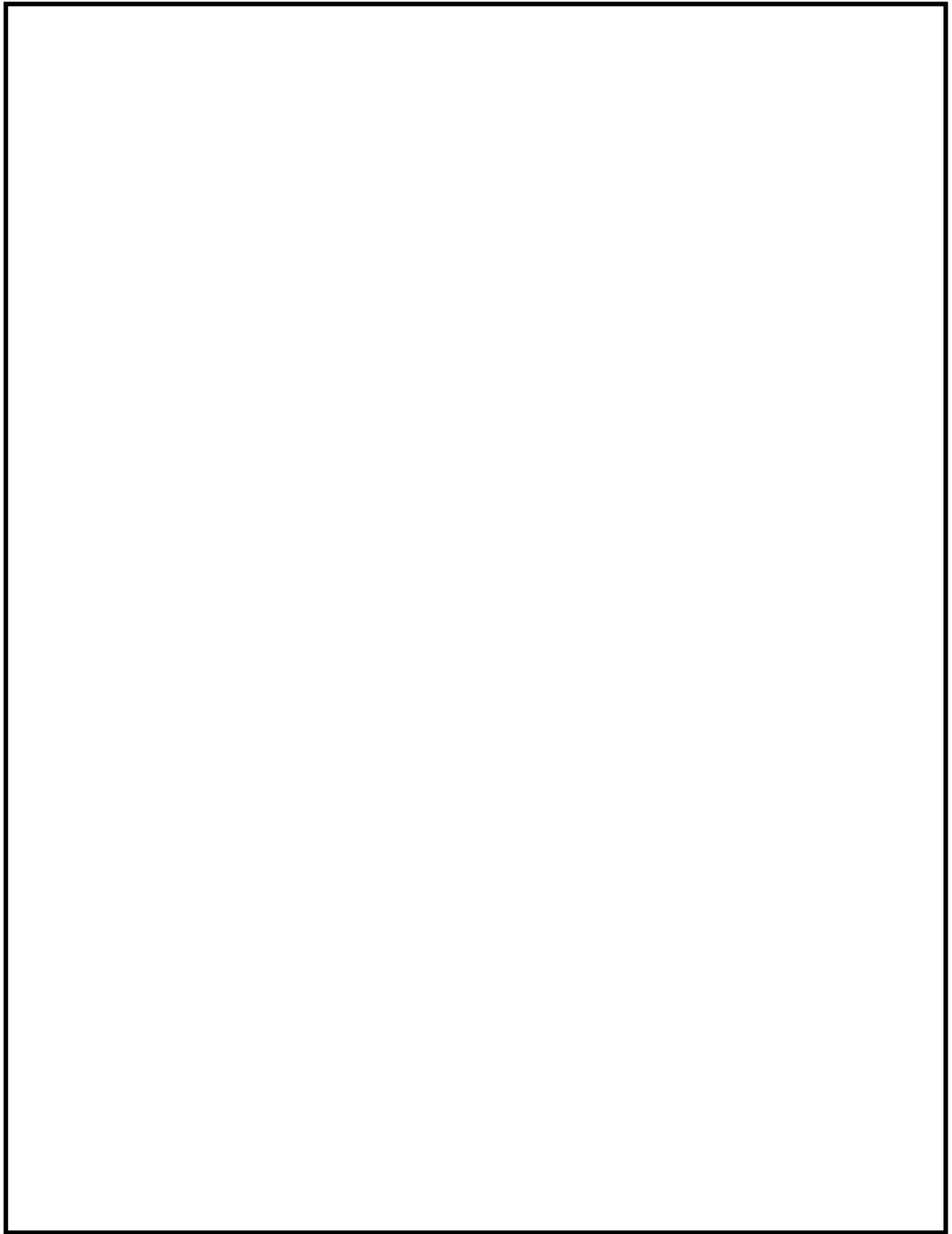
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



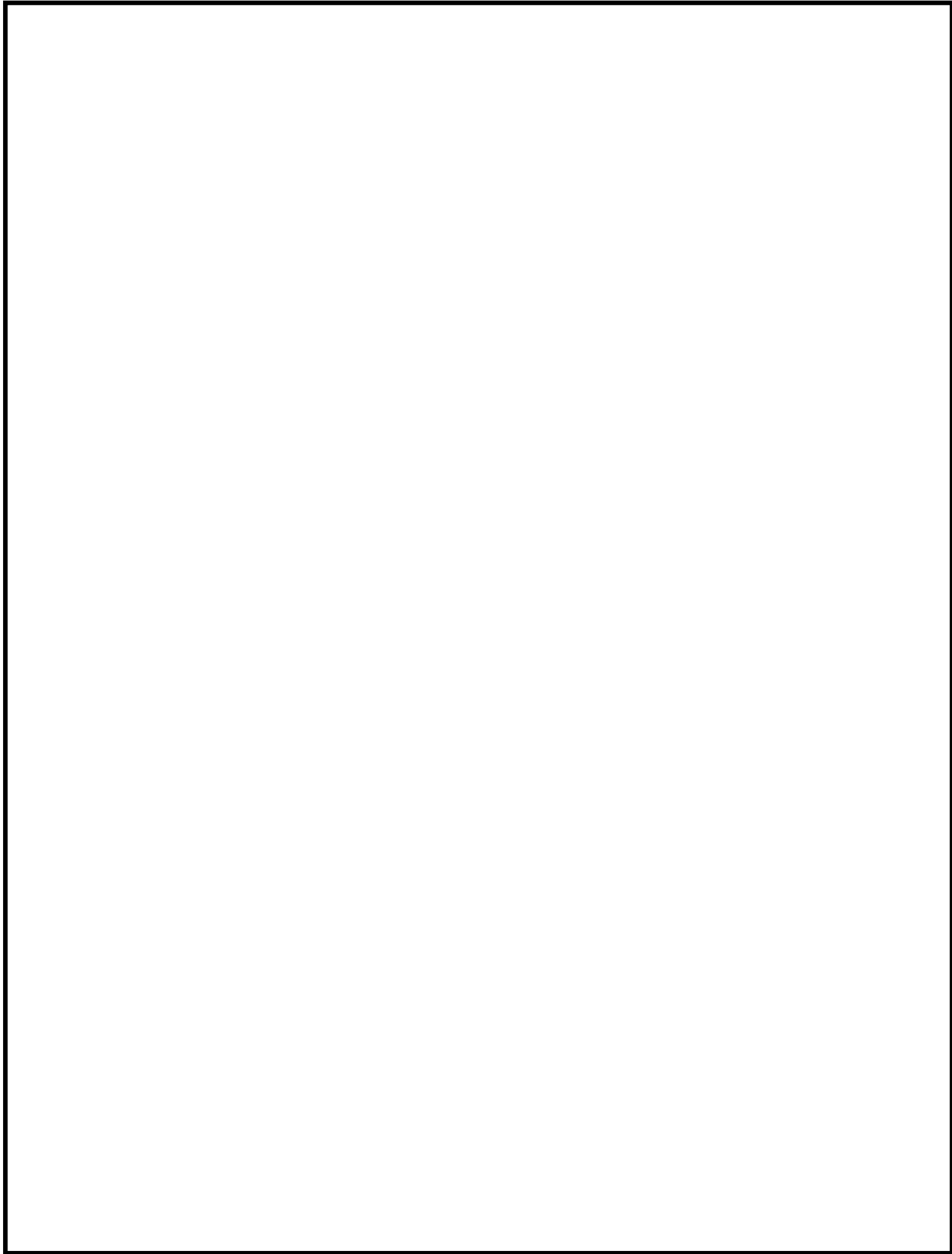
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



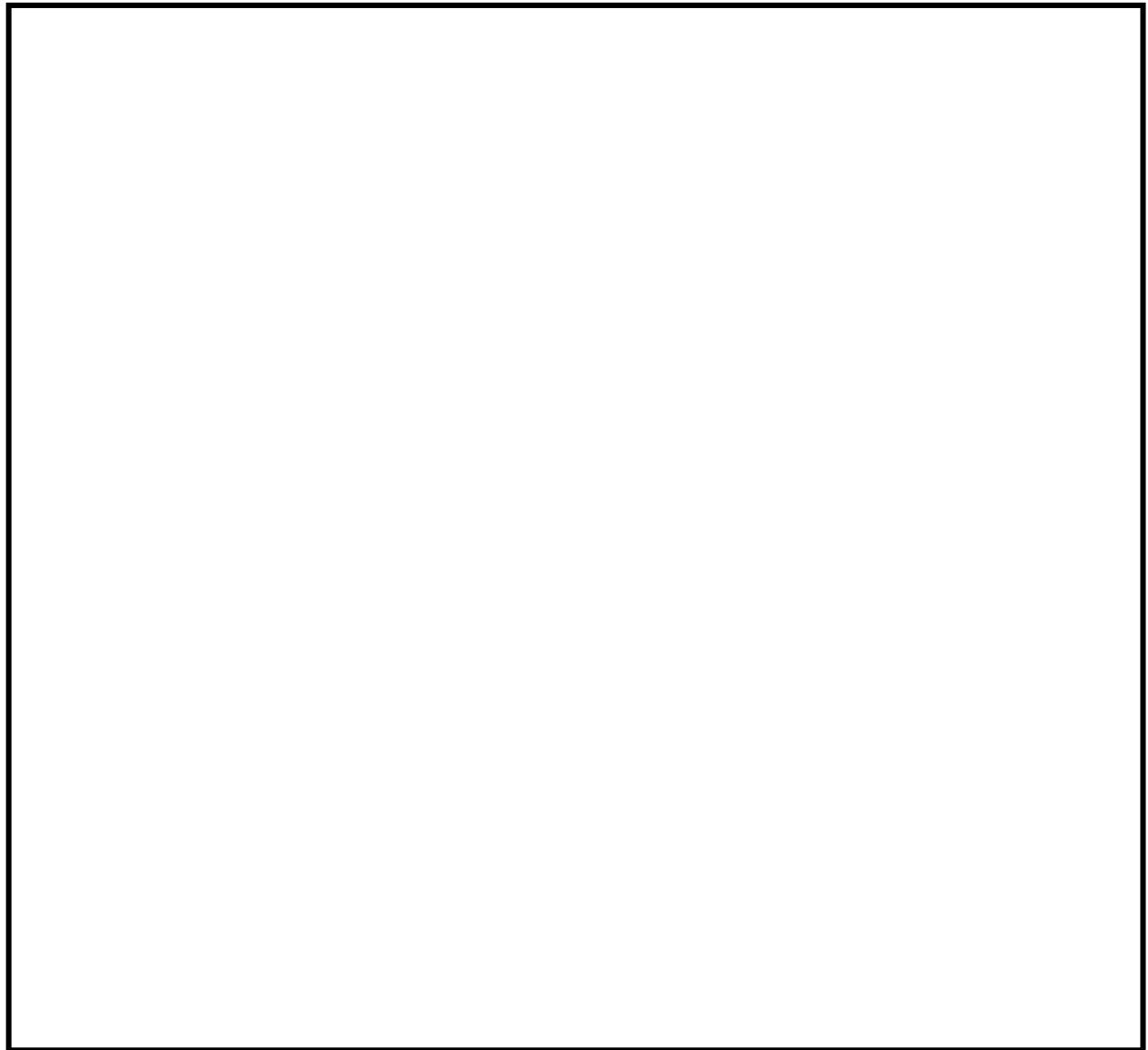
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

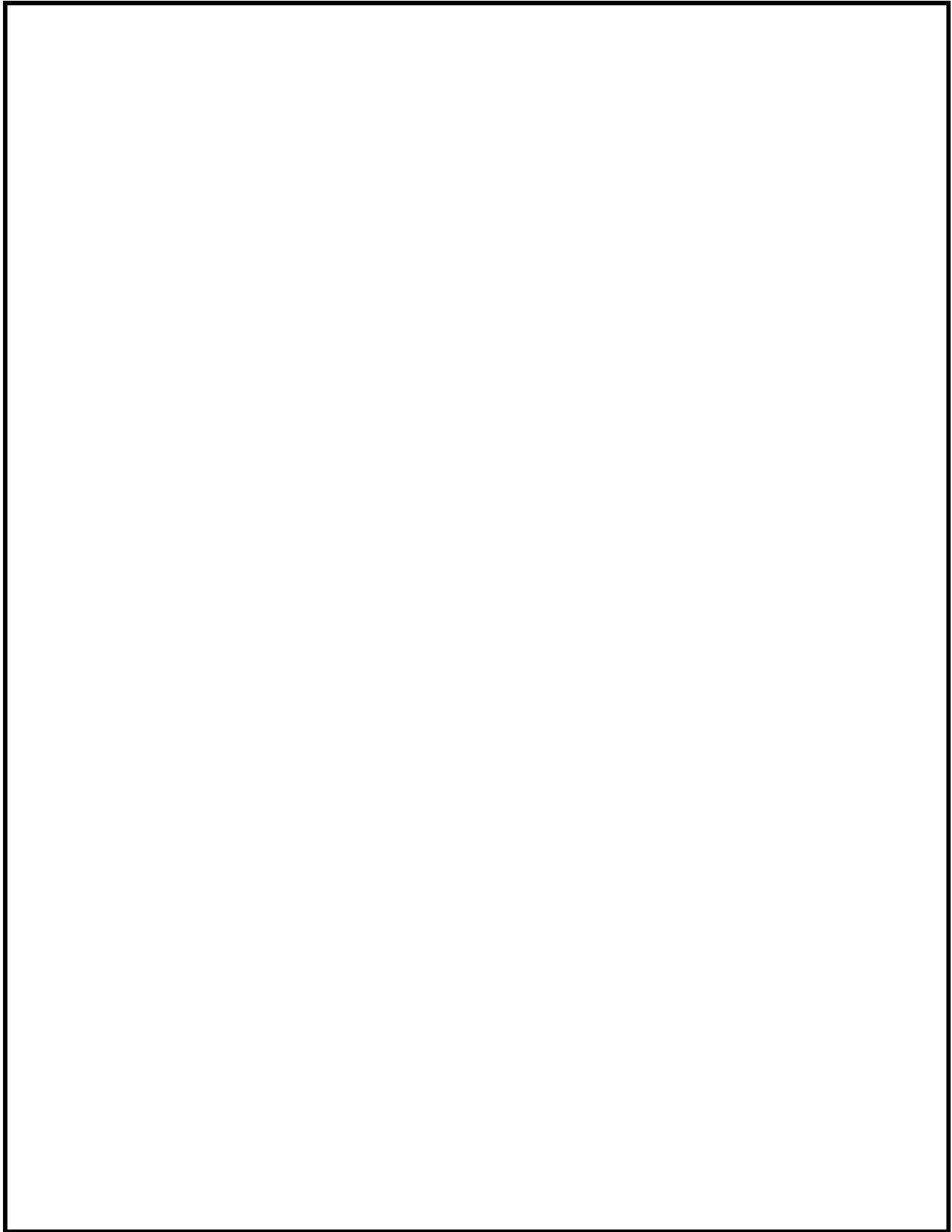
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

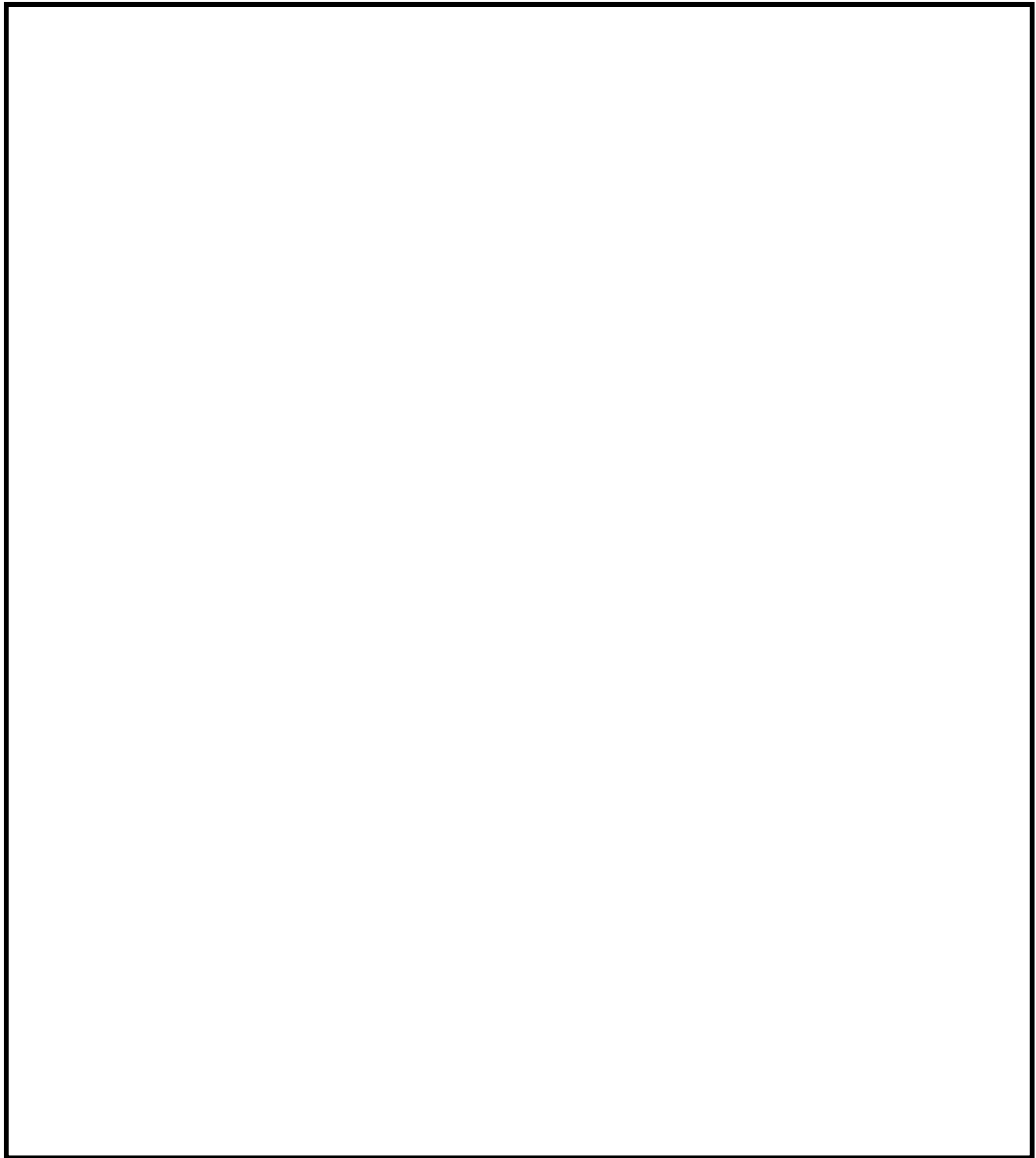
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【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）】



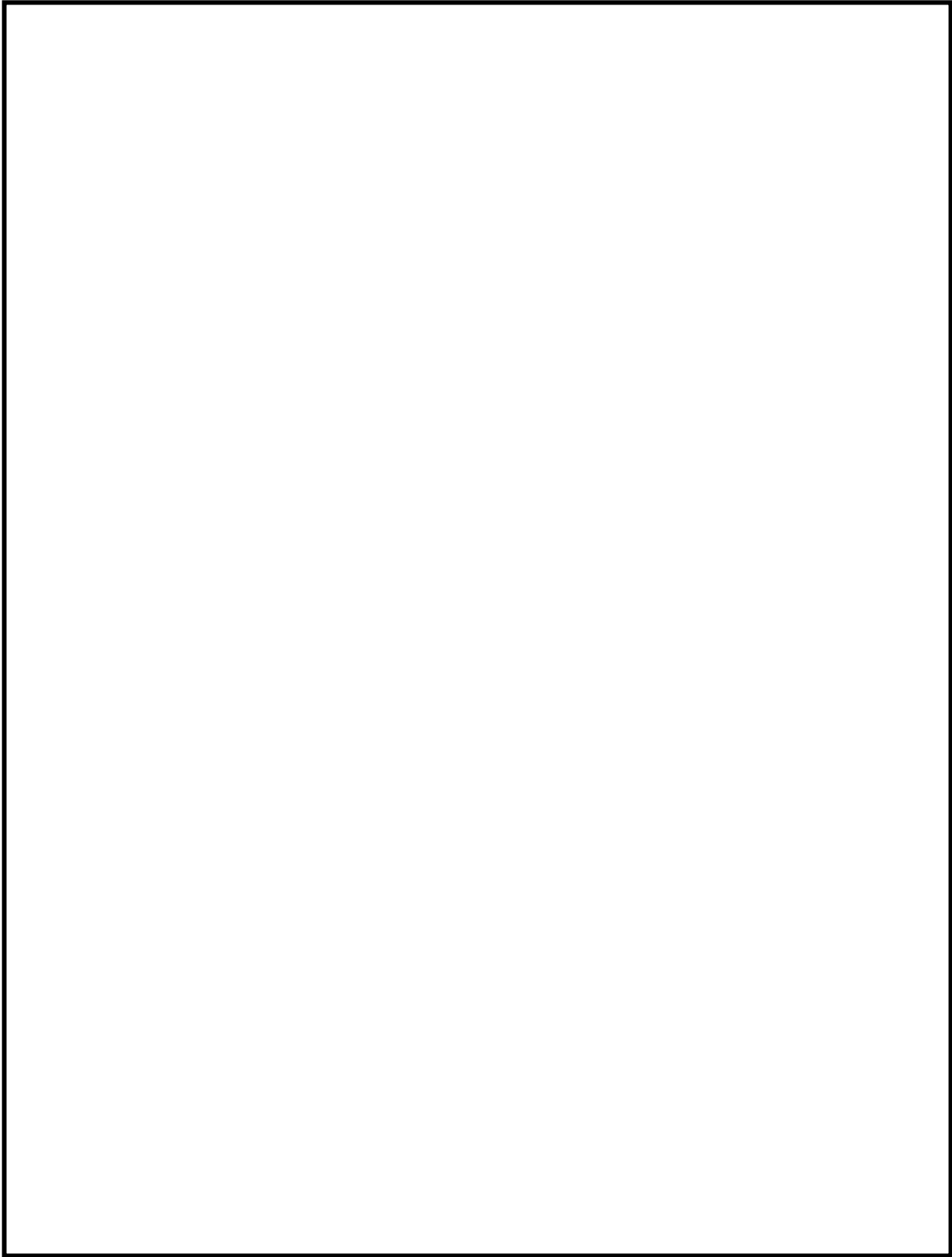
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



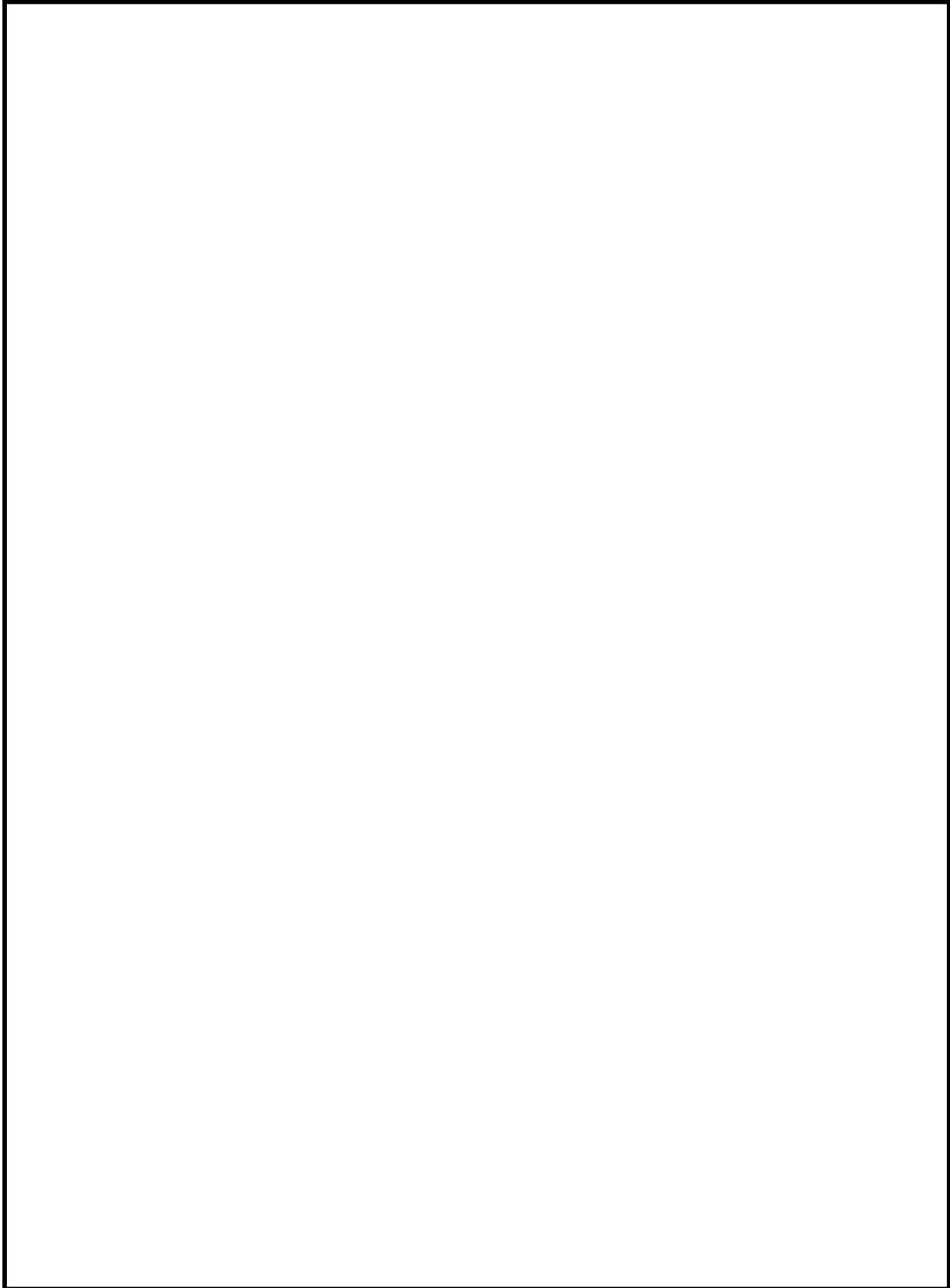
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



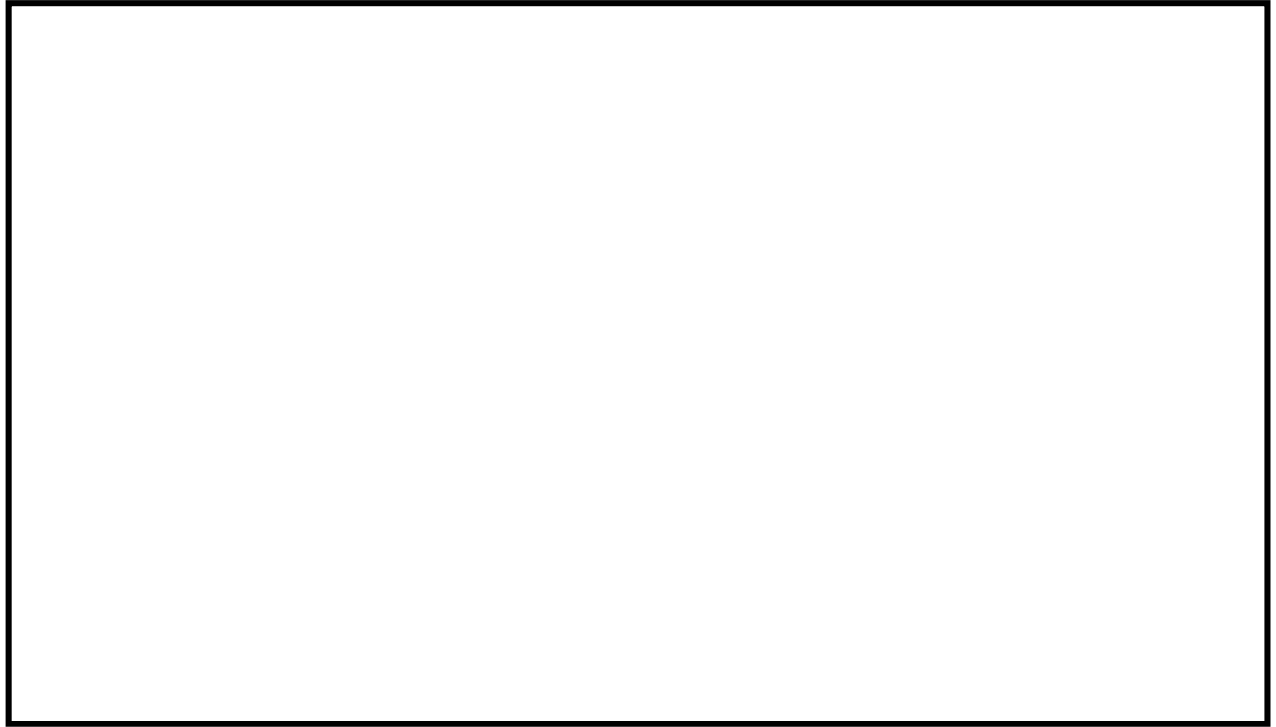
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

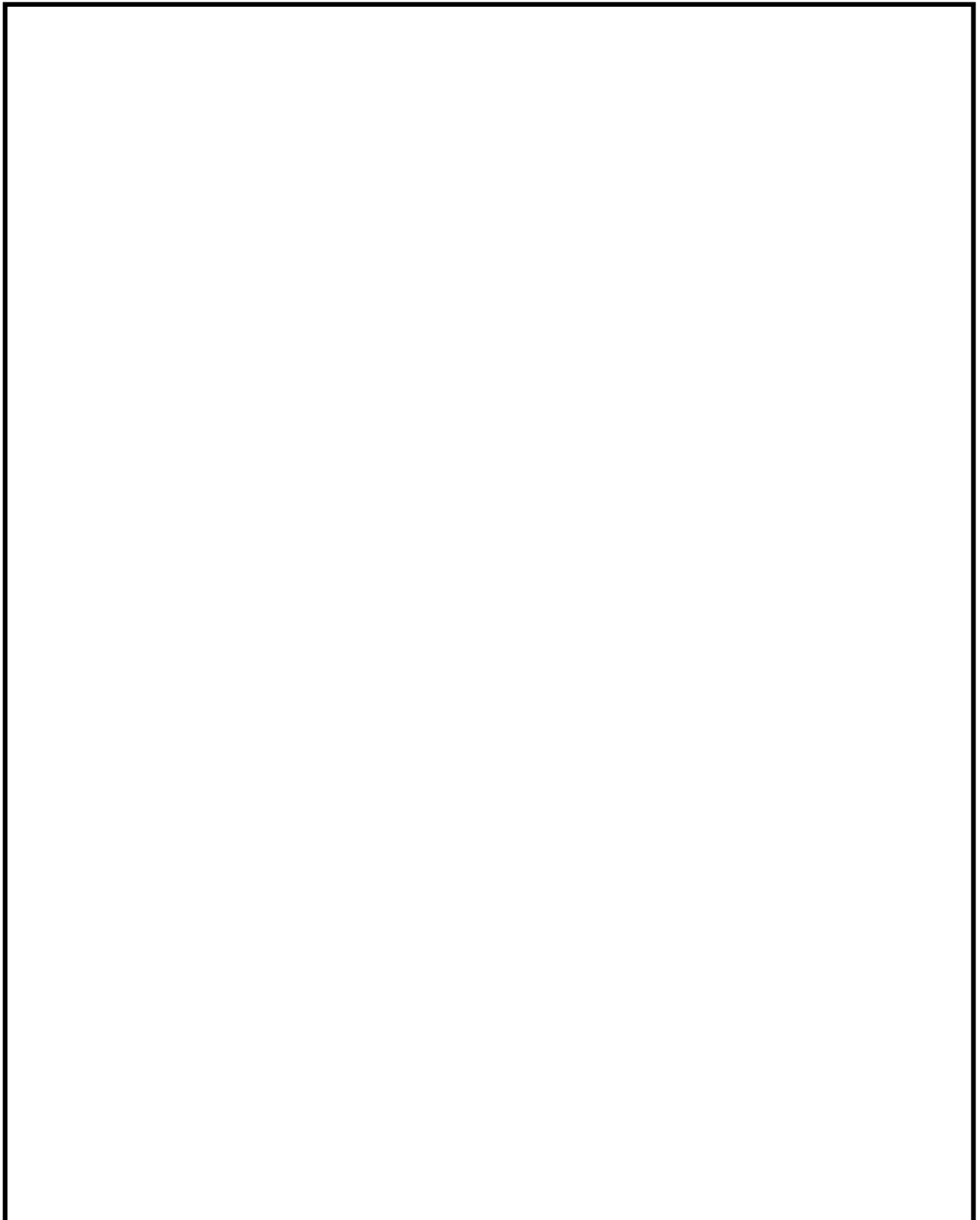
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

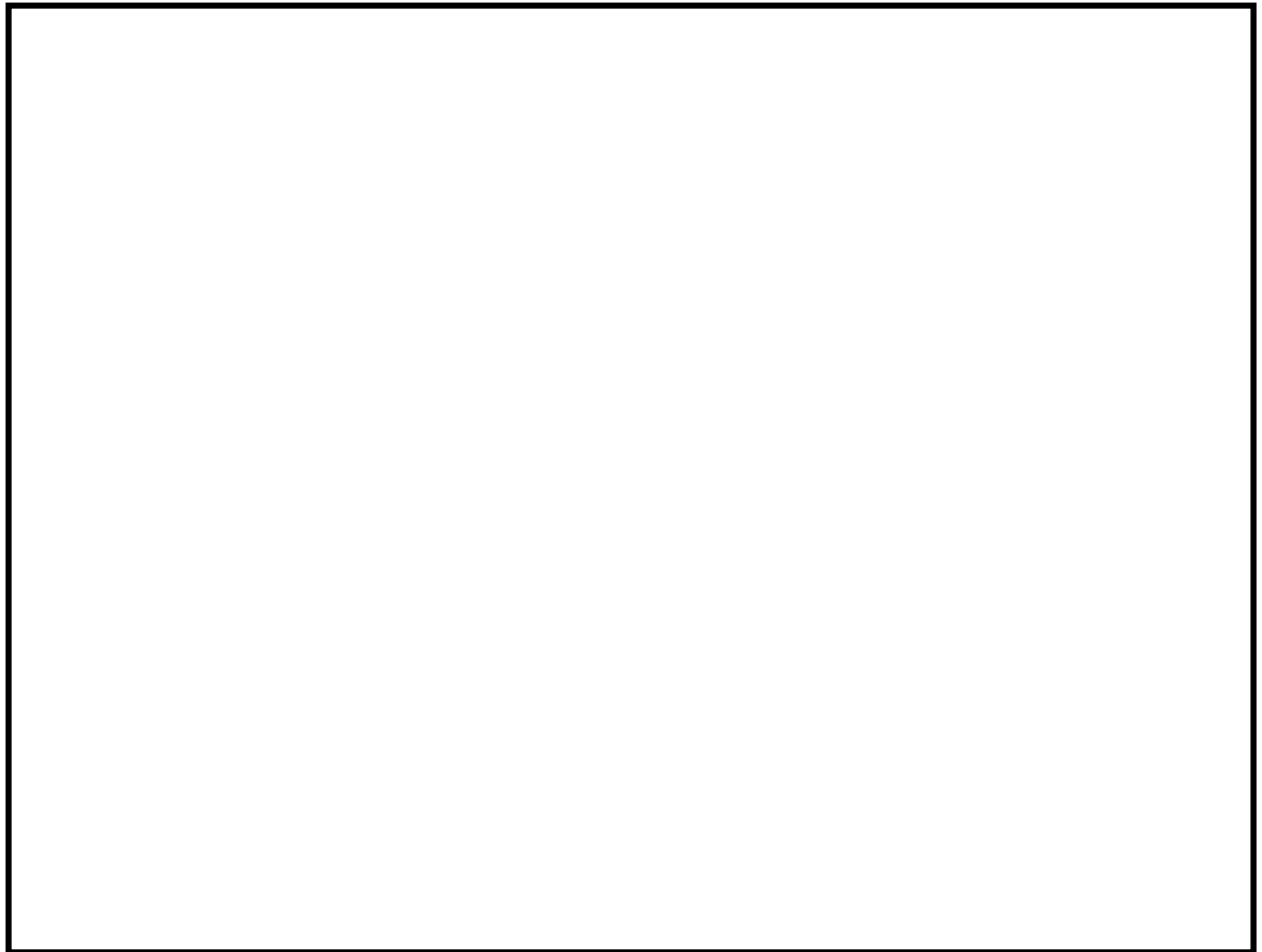
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【1次系純水タンク（1次系純水ポンプ使用）からの注水（注水手順⑤）】



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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



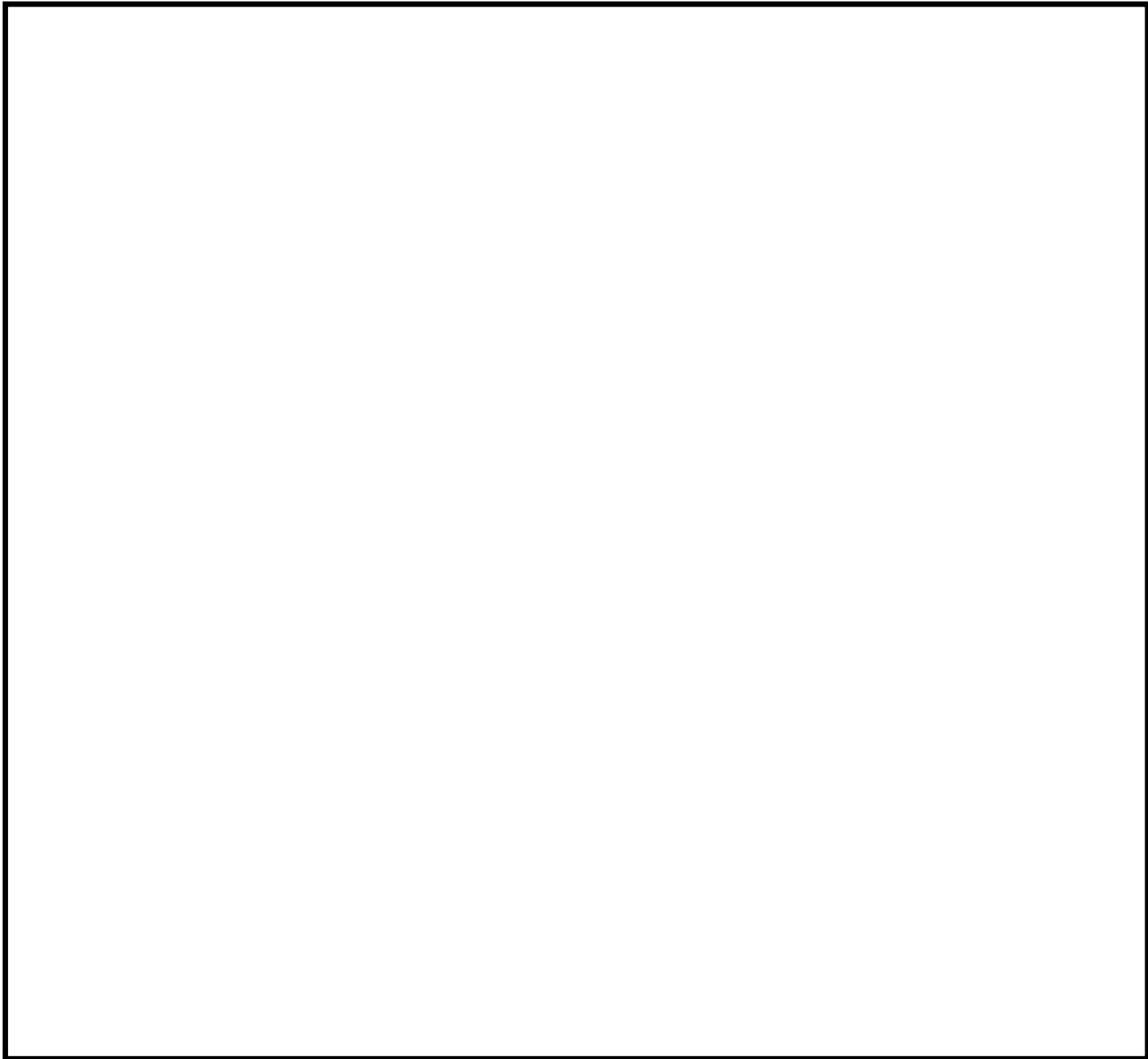
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

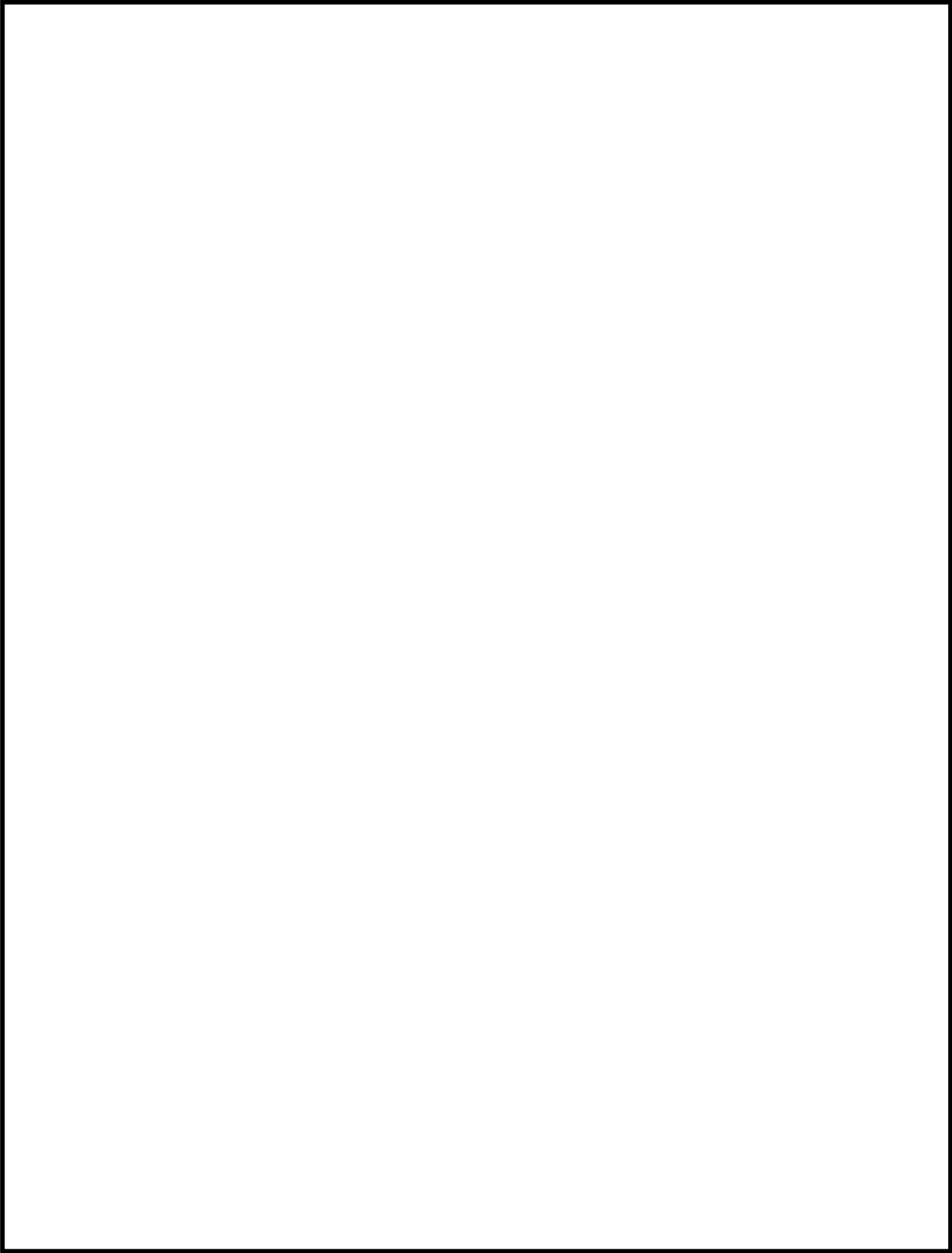
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【海水（送水車使用）からの注水（注水手順⑥）】



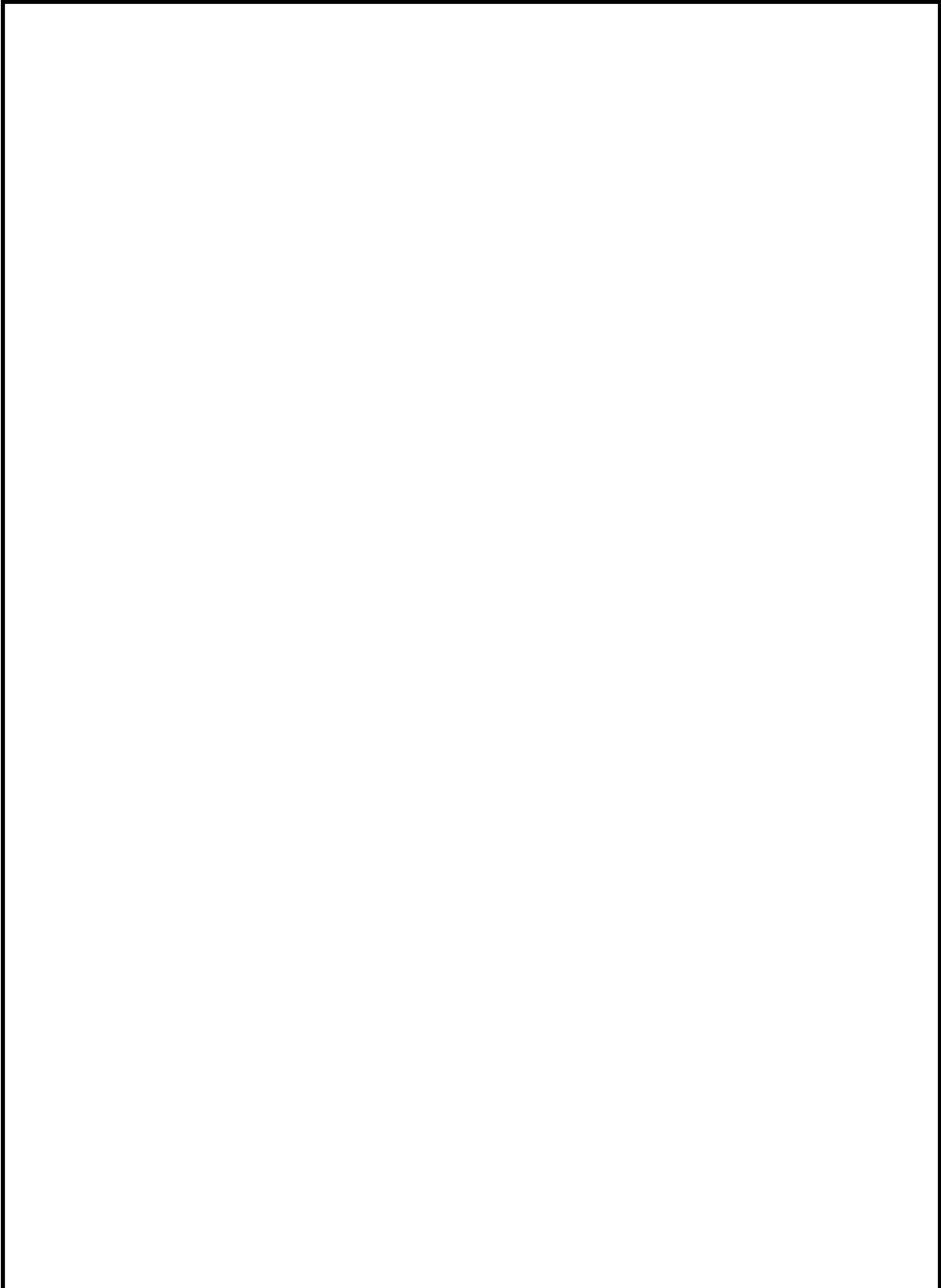
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



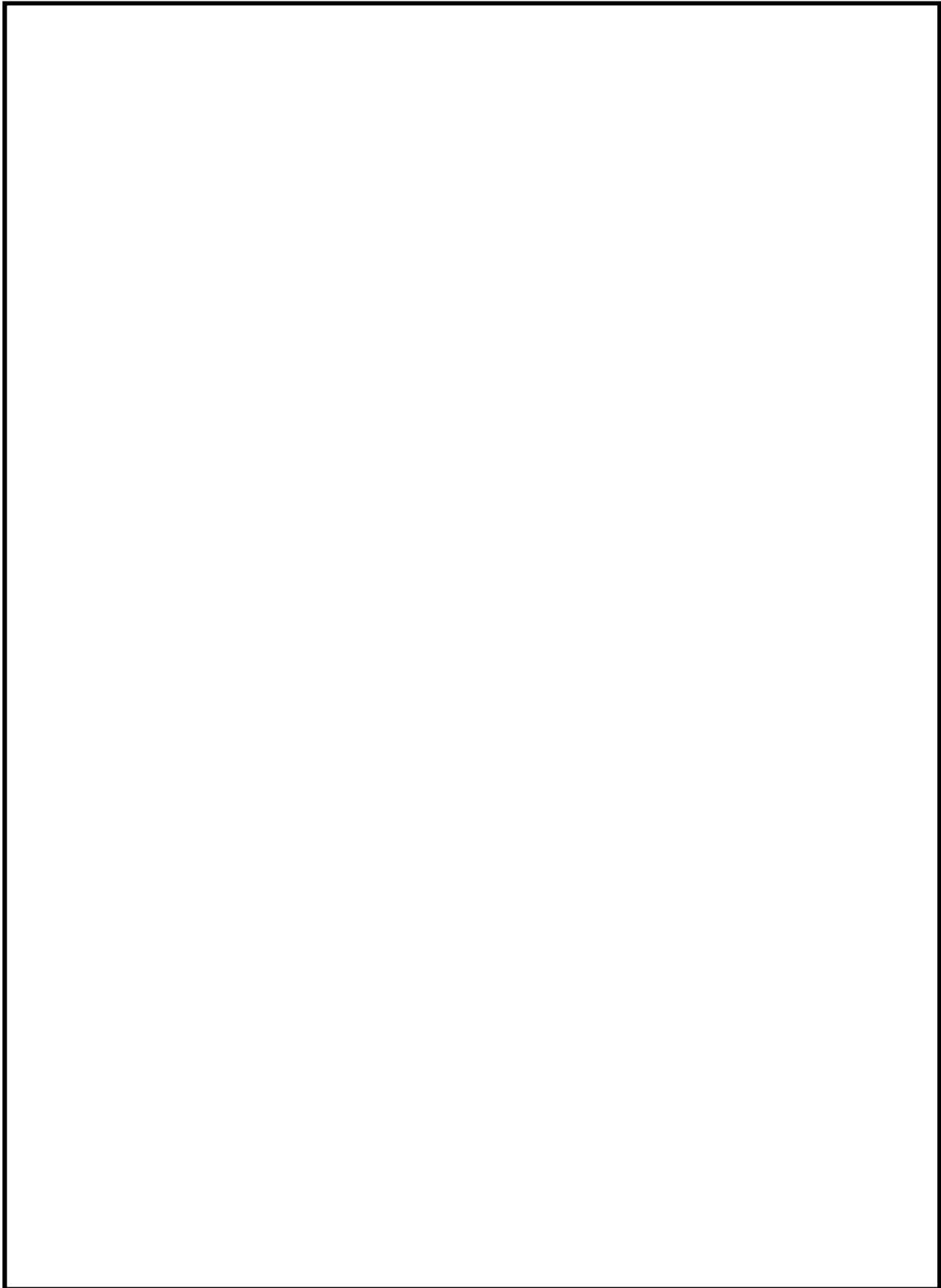
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



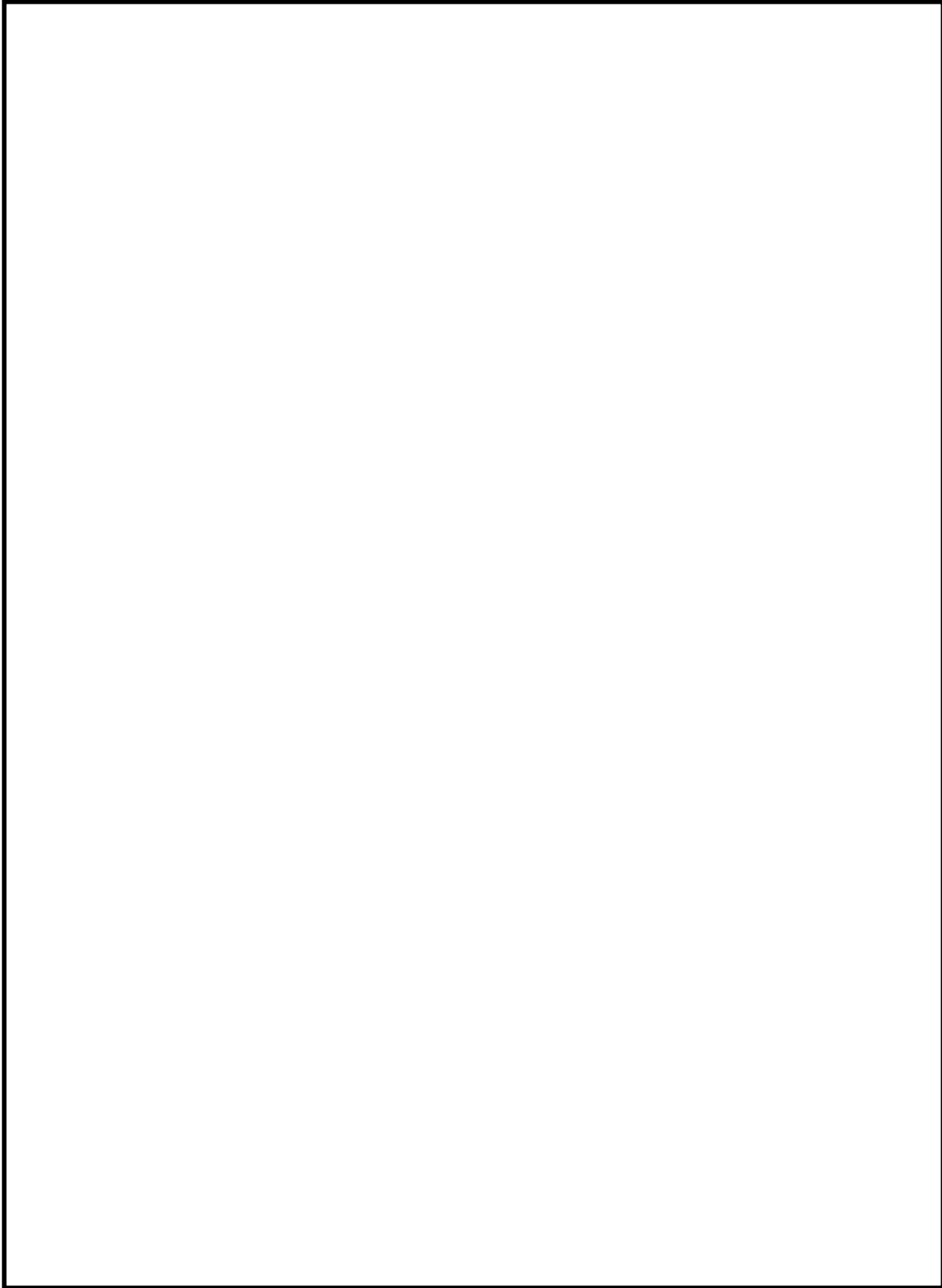
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

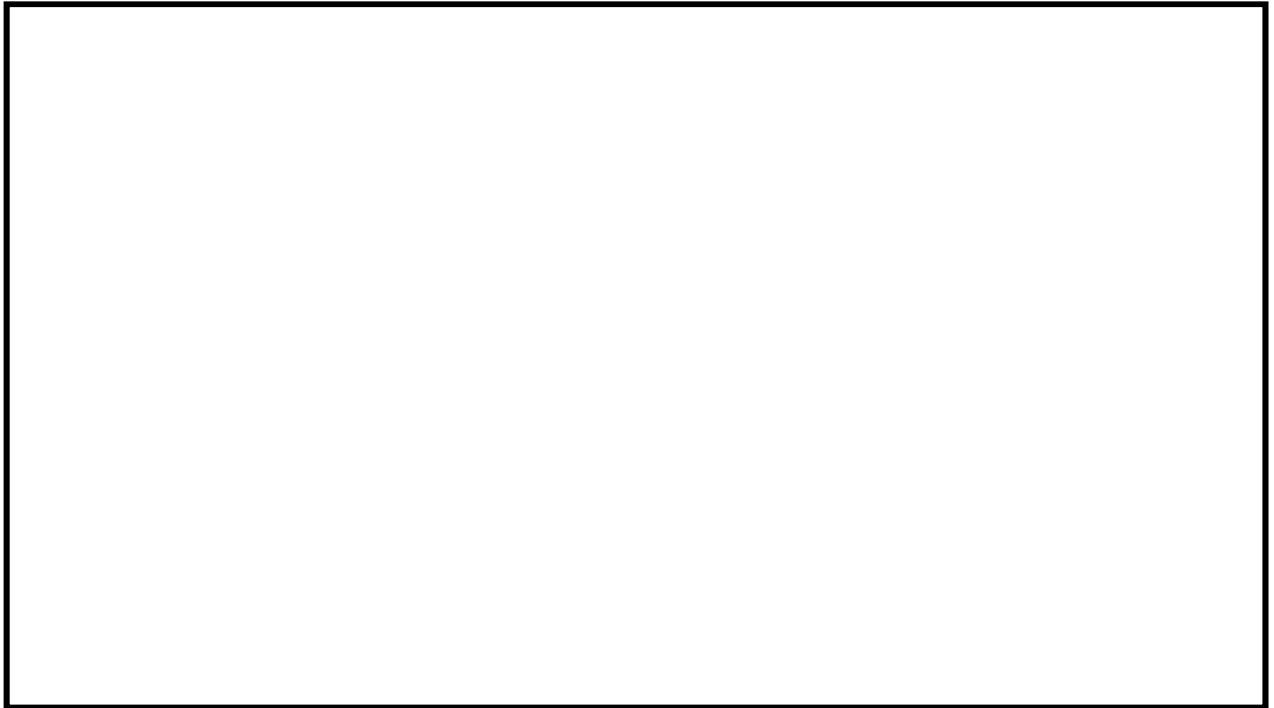
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

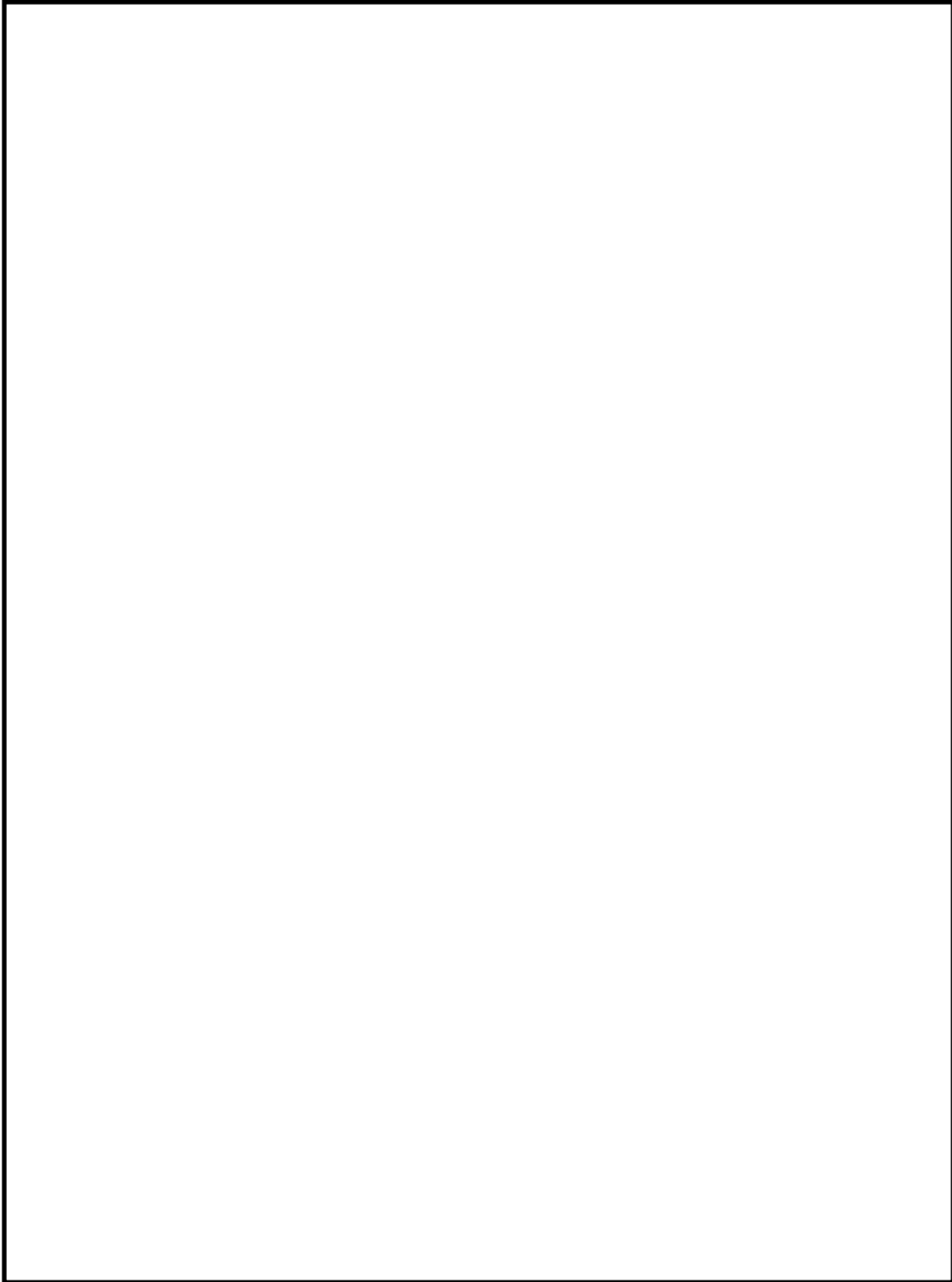
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【送水車によるスプレー手順】



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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

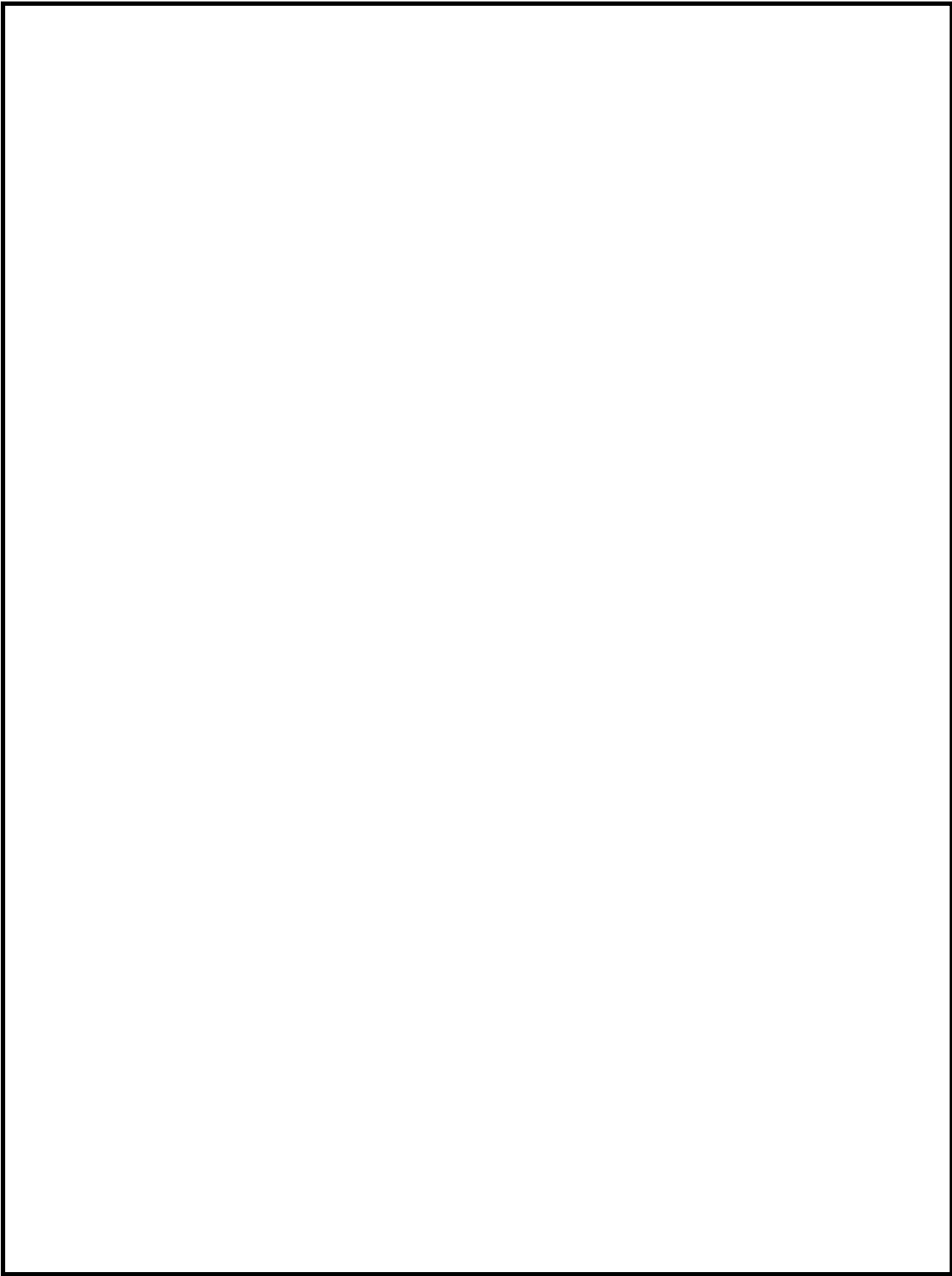


高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

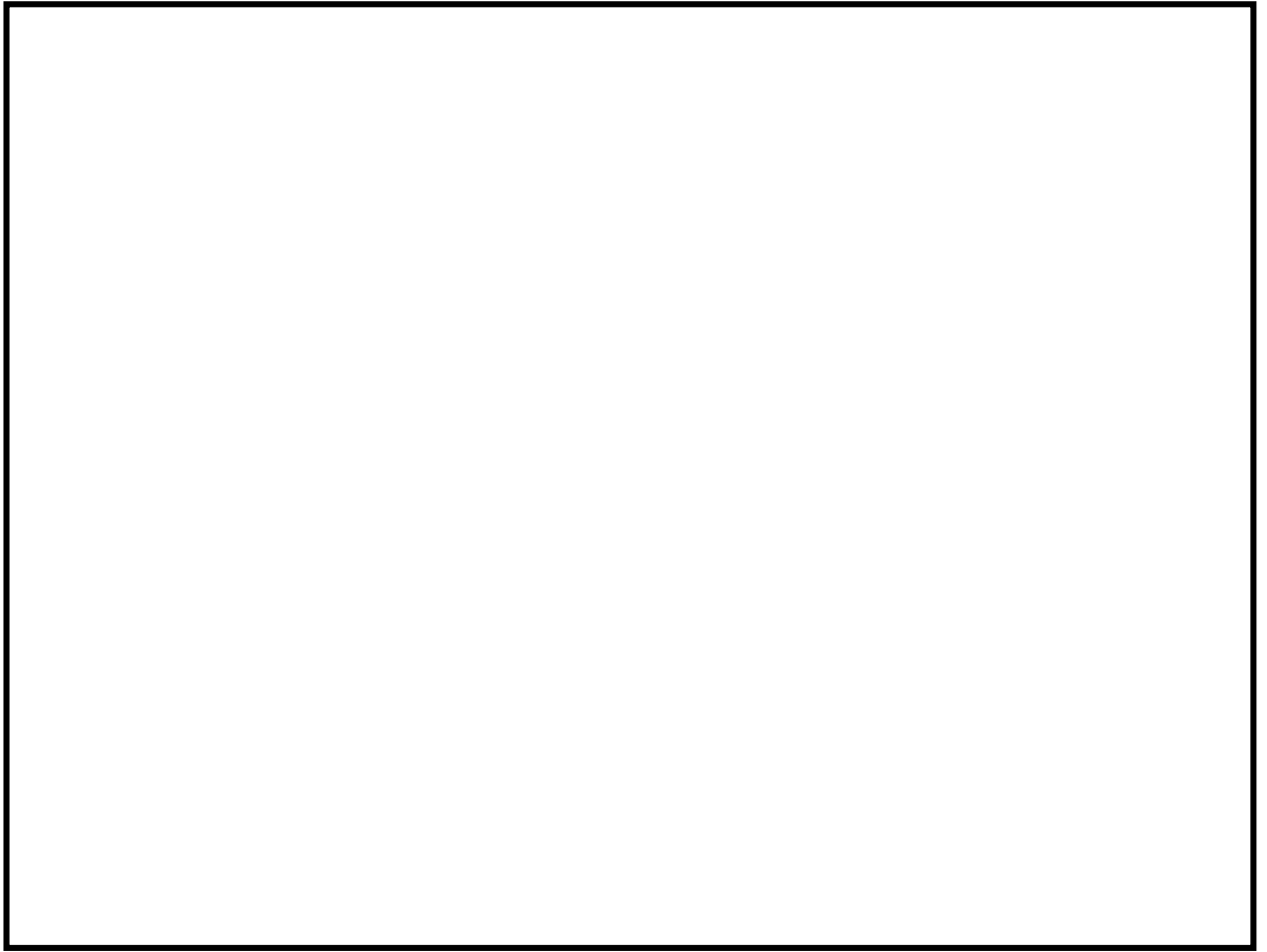
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



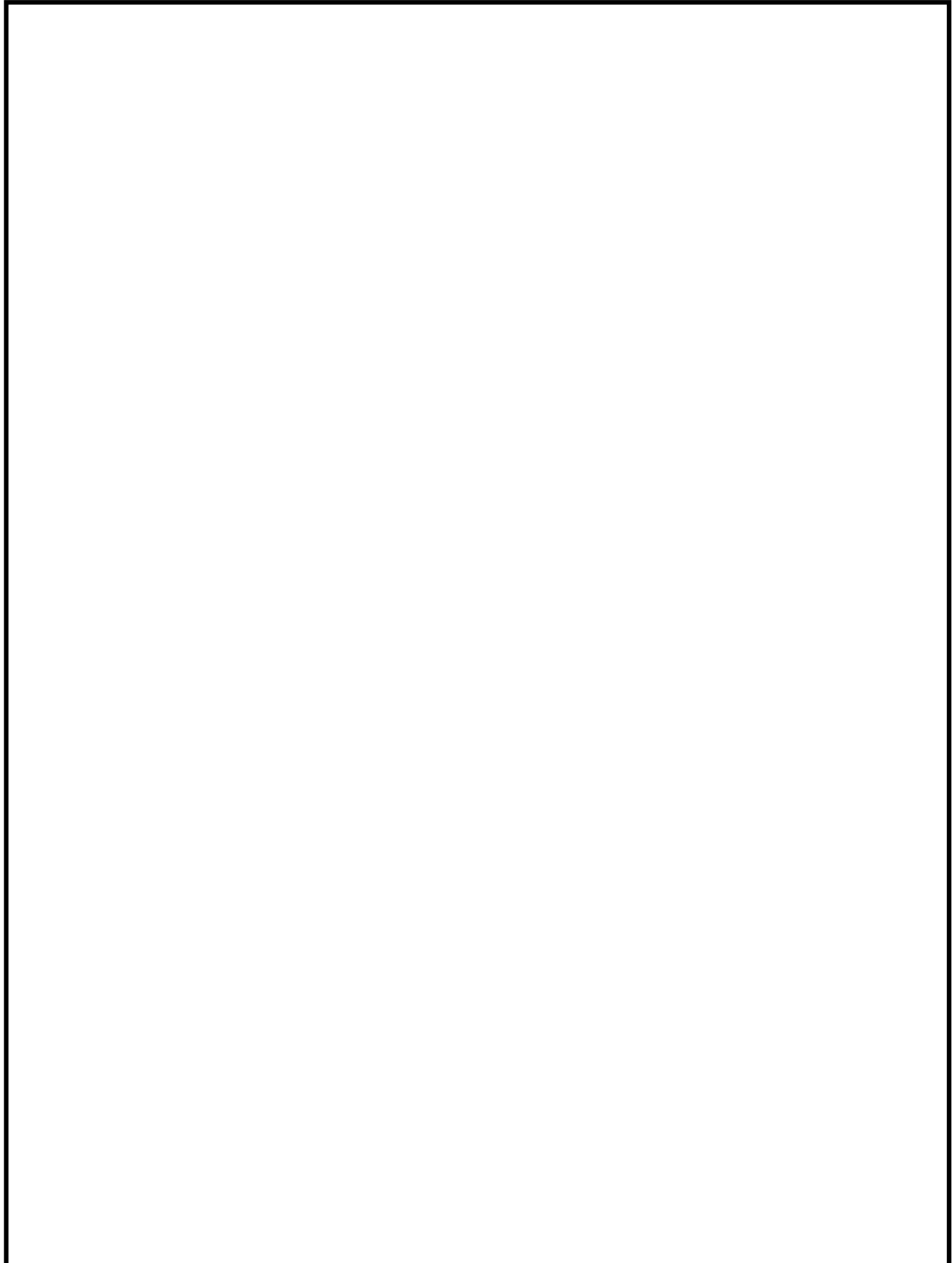
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



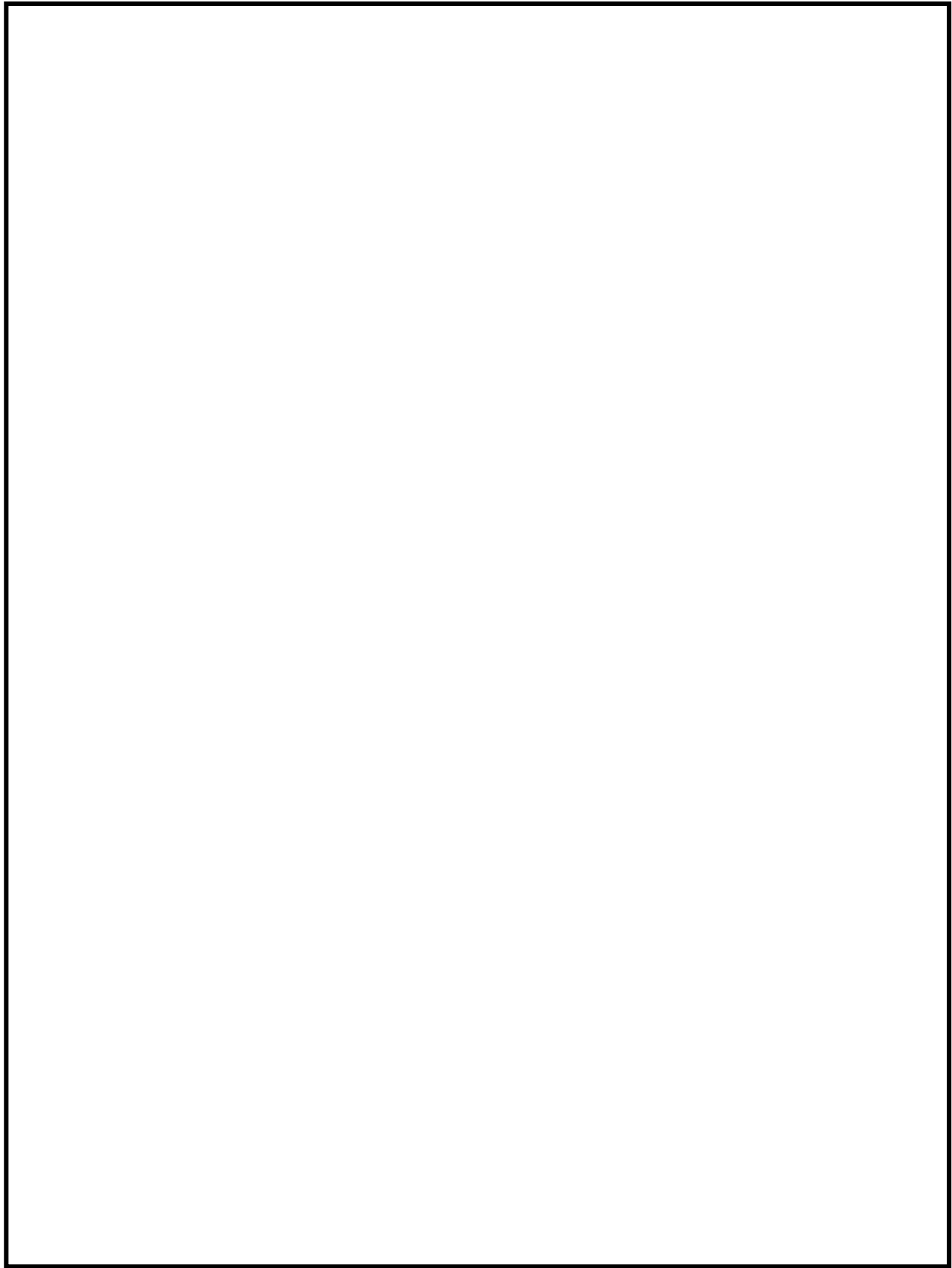
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



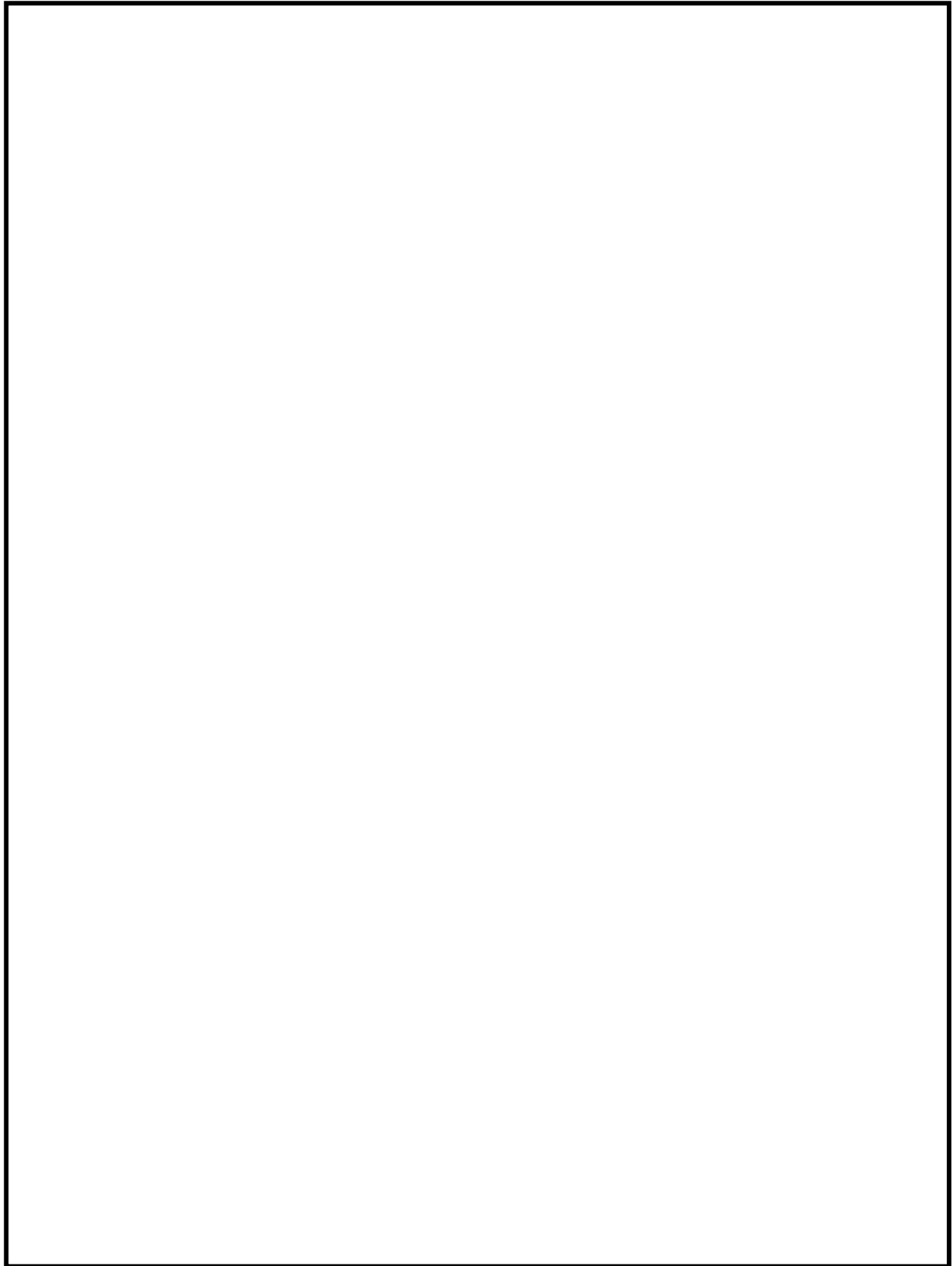
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

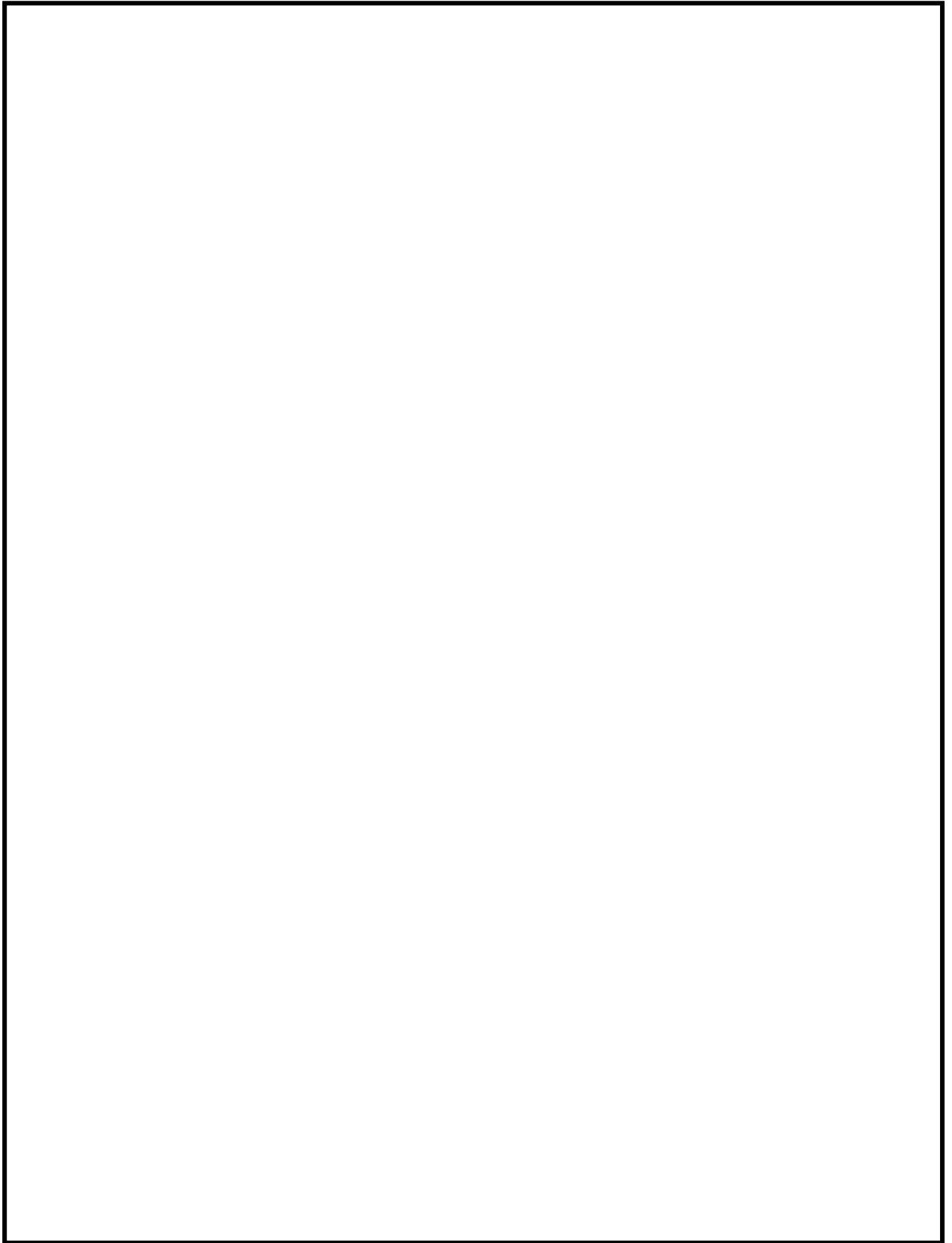
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

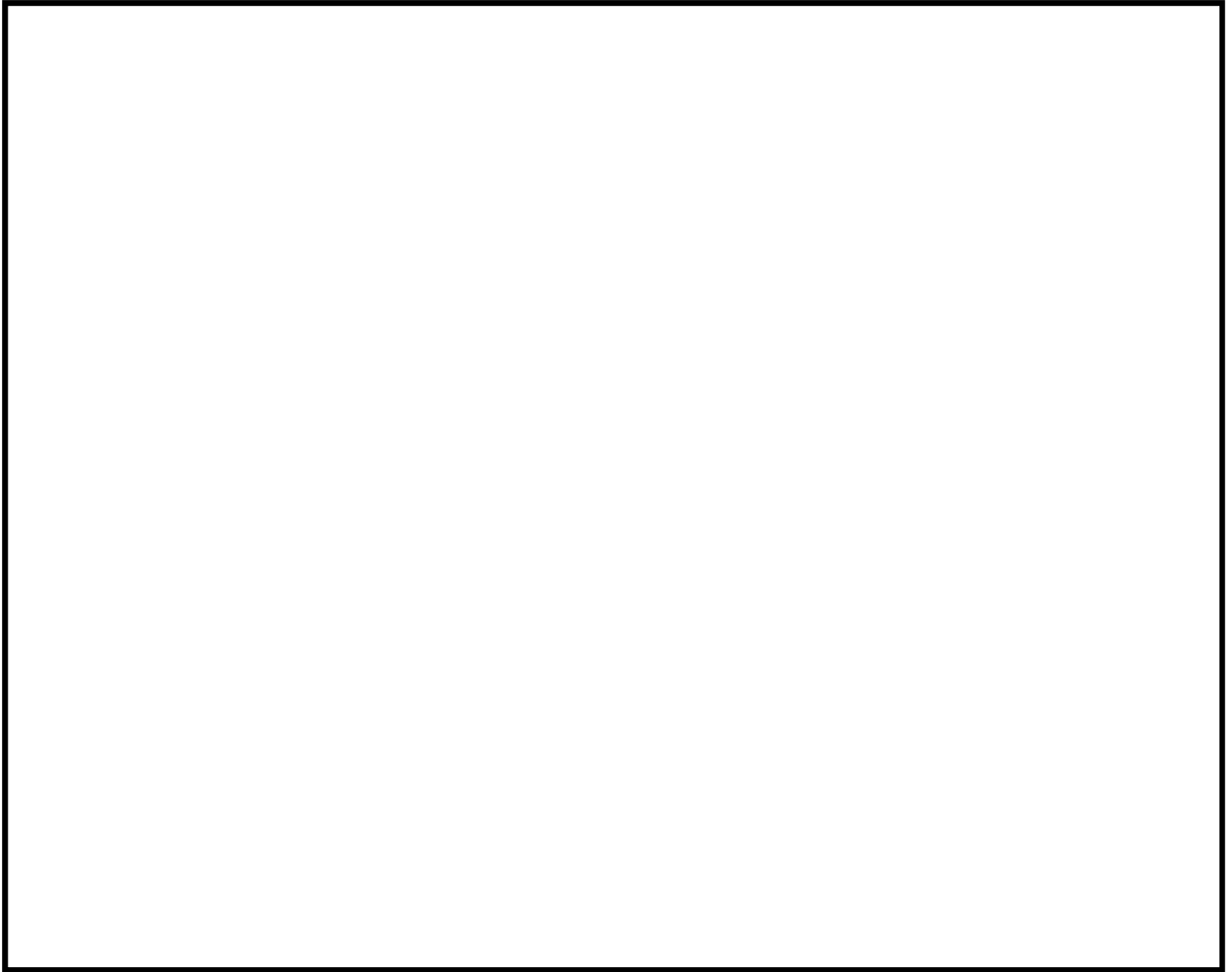
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【大容量ポンプによる放水手順】



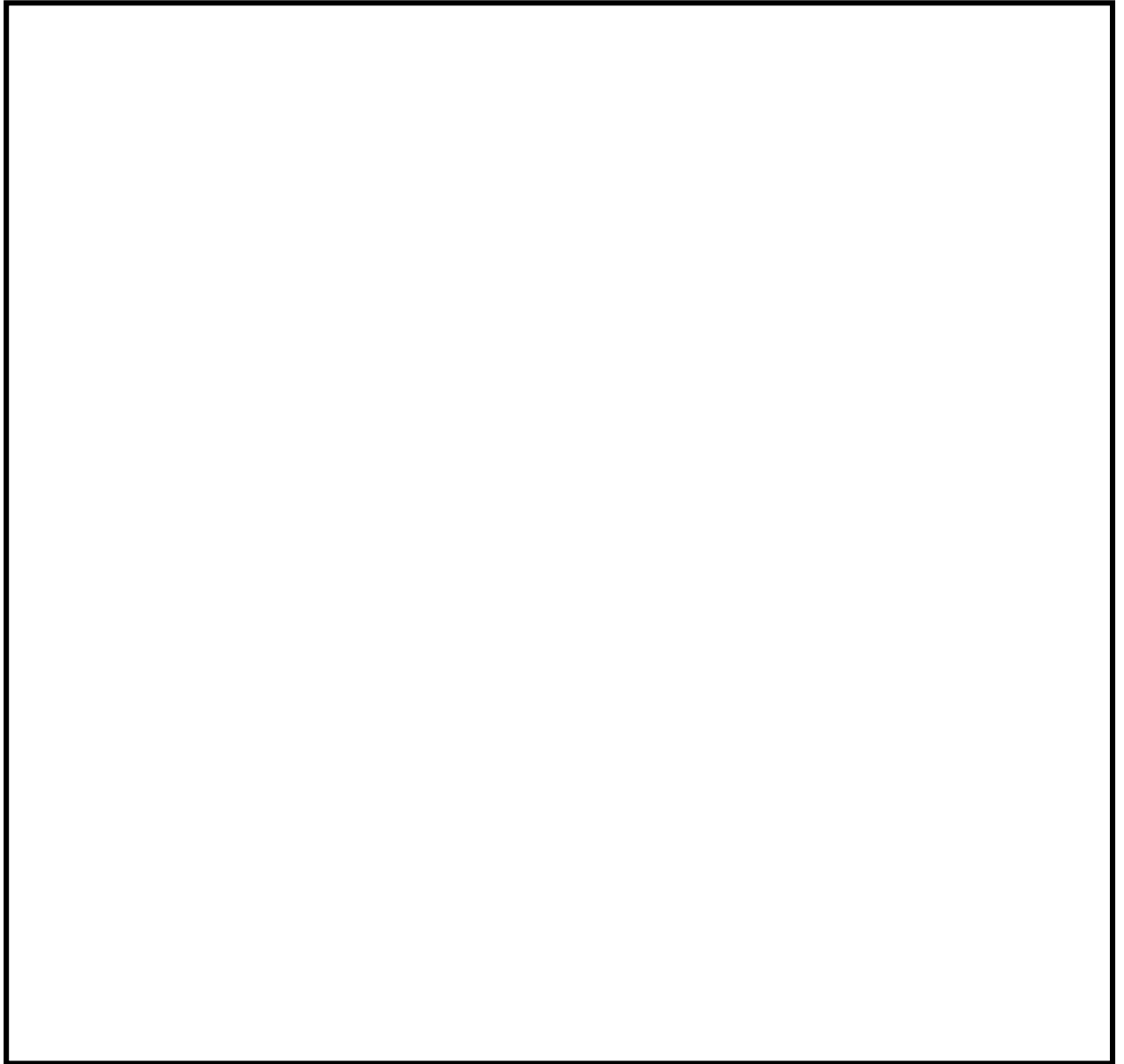
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



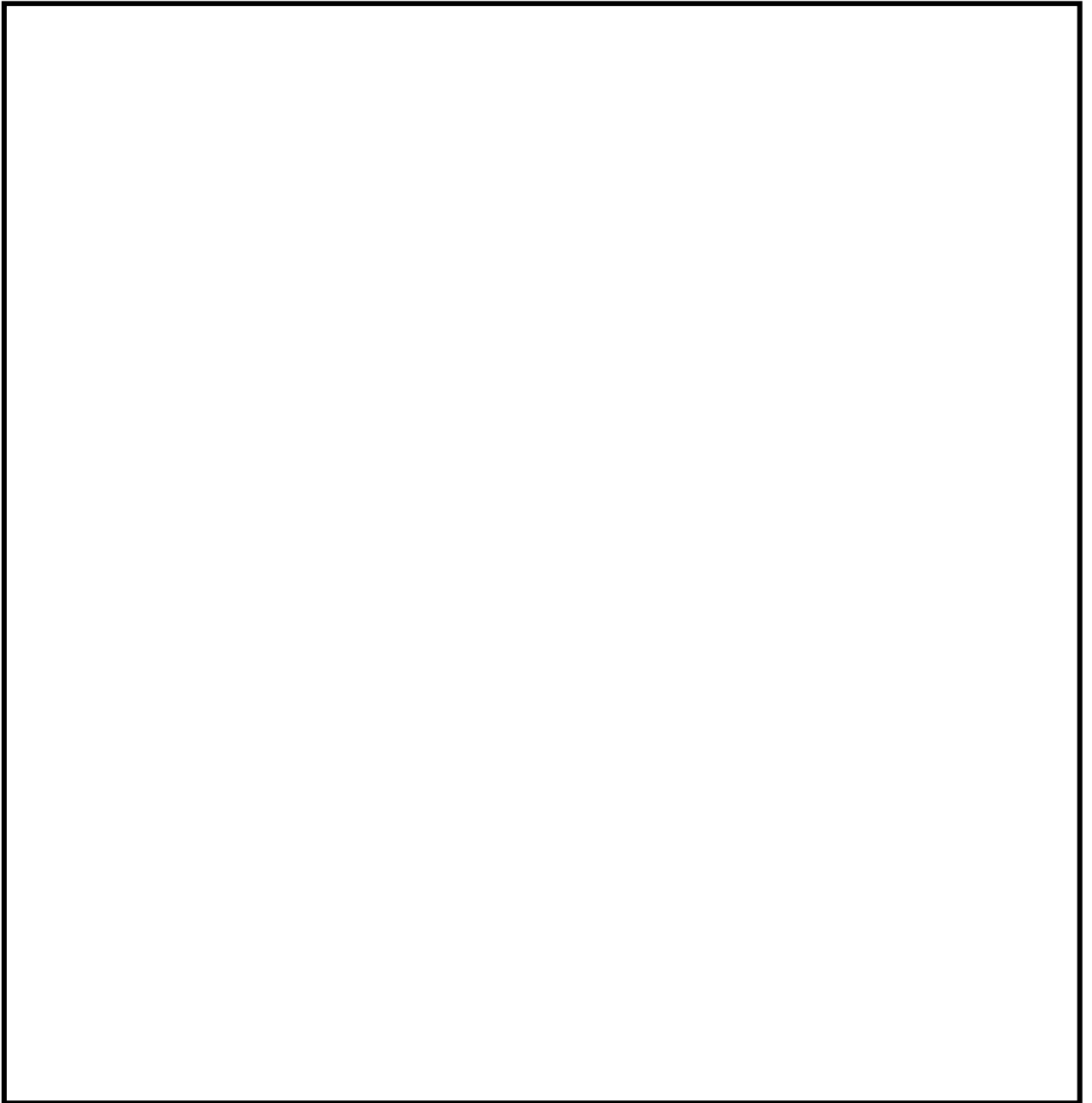
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



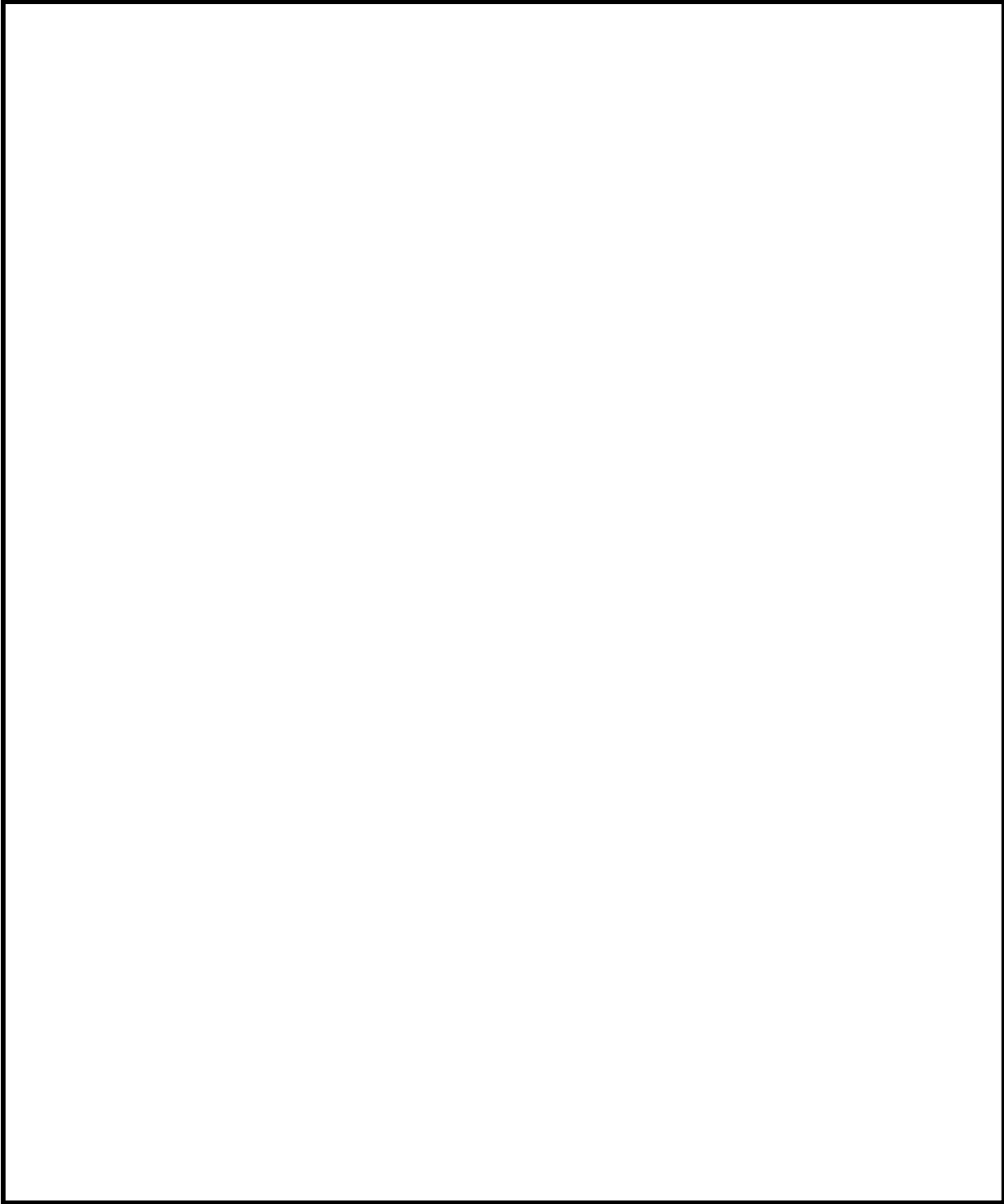
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



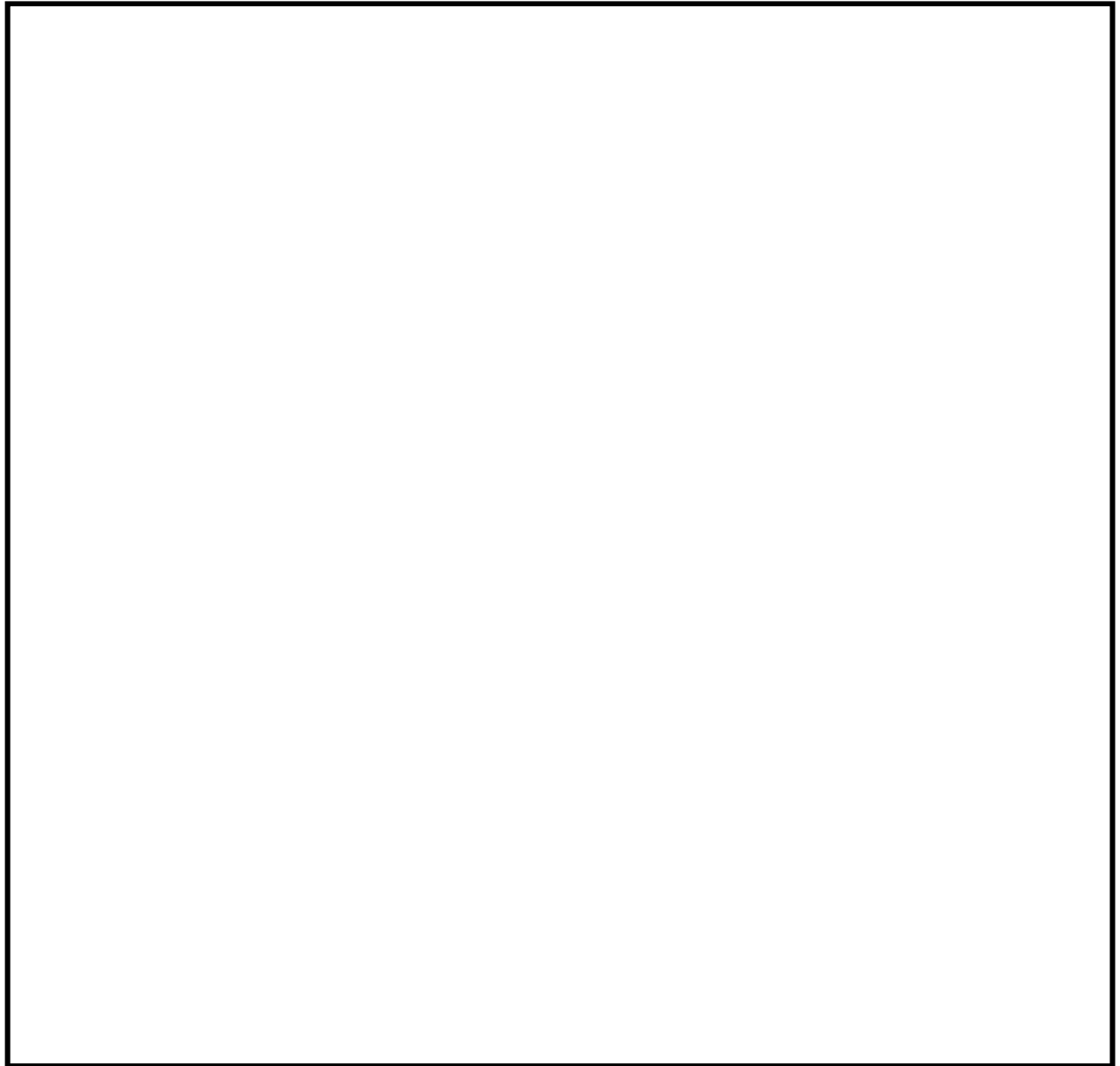
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



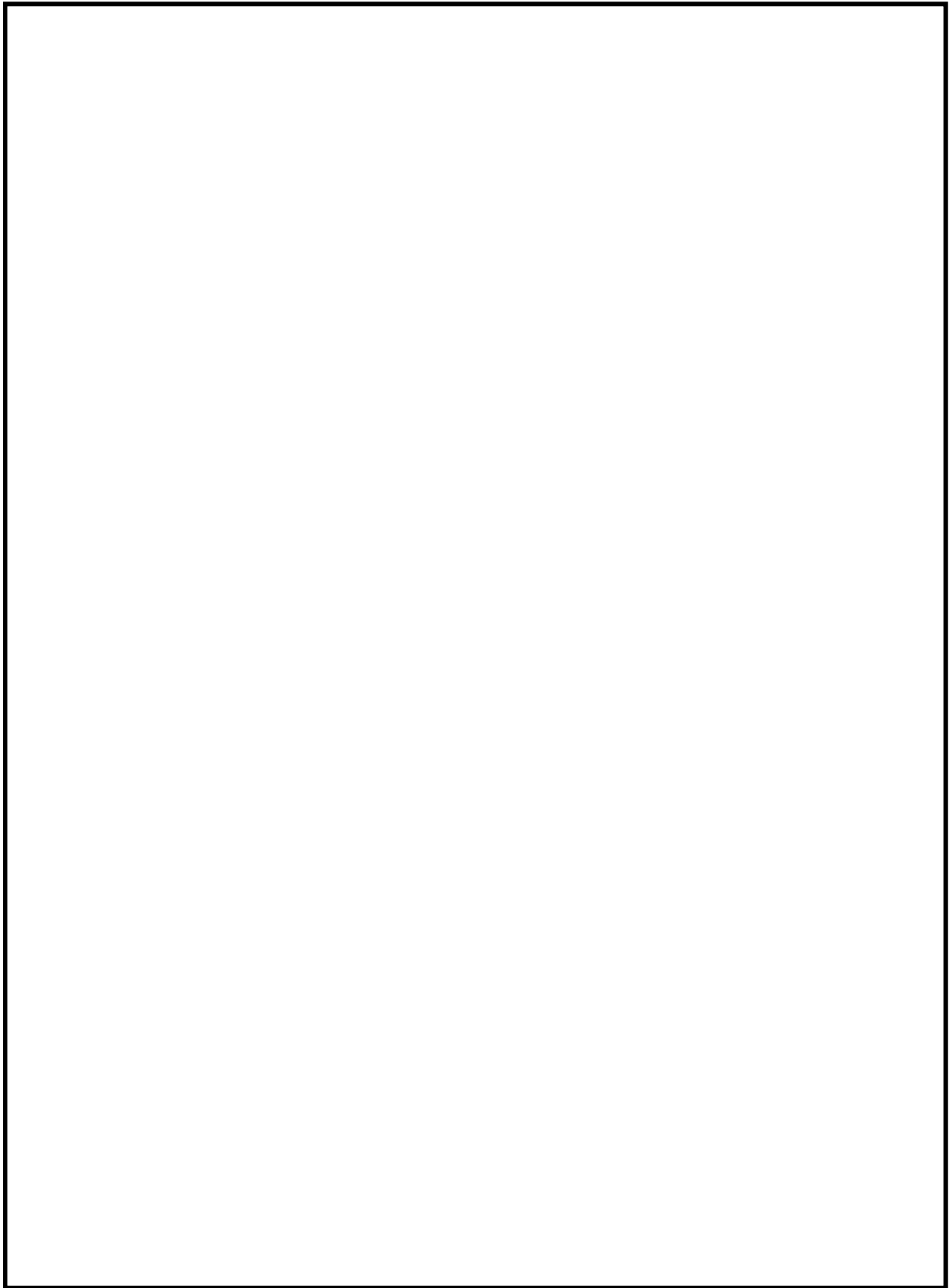
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



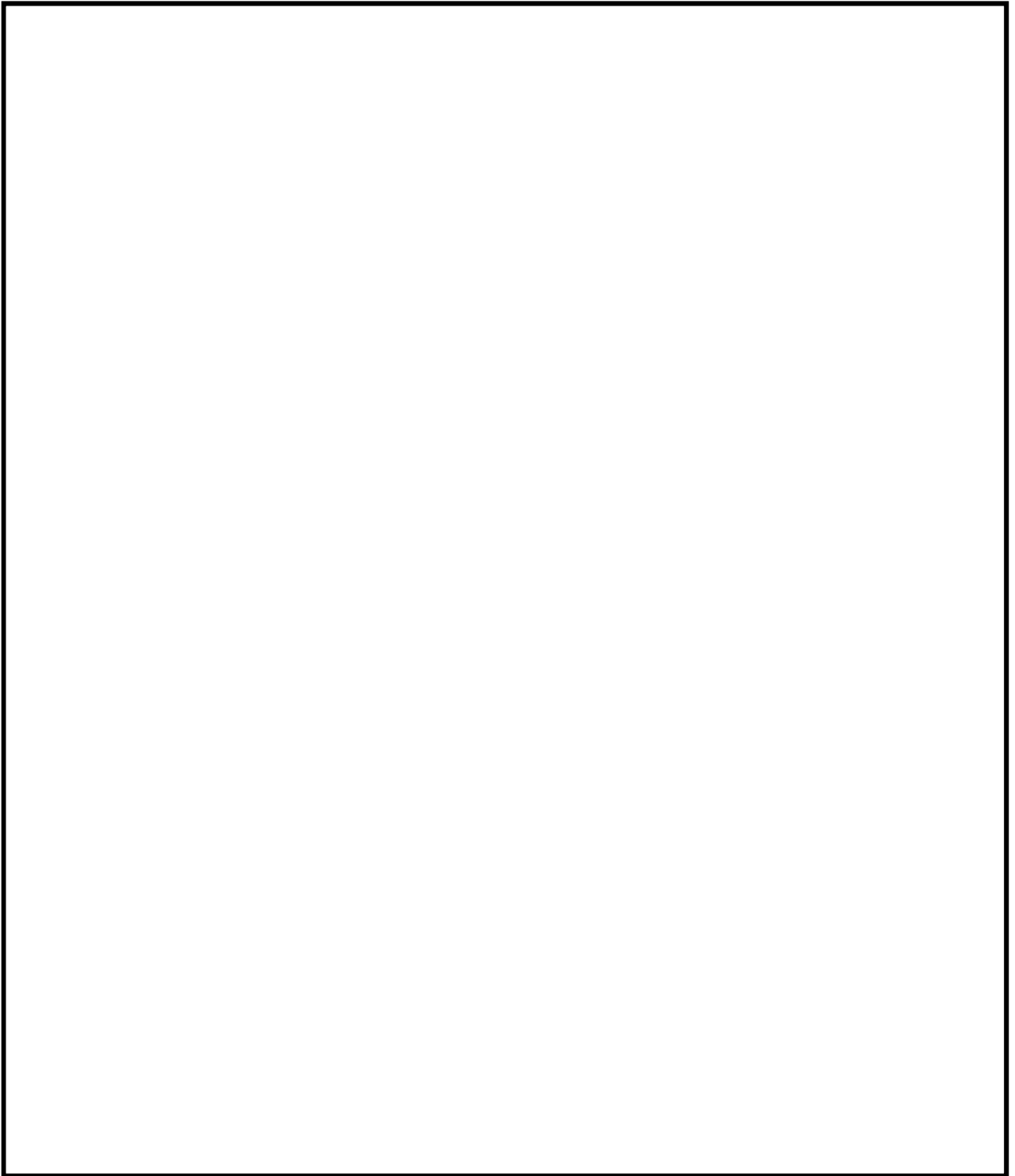
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



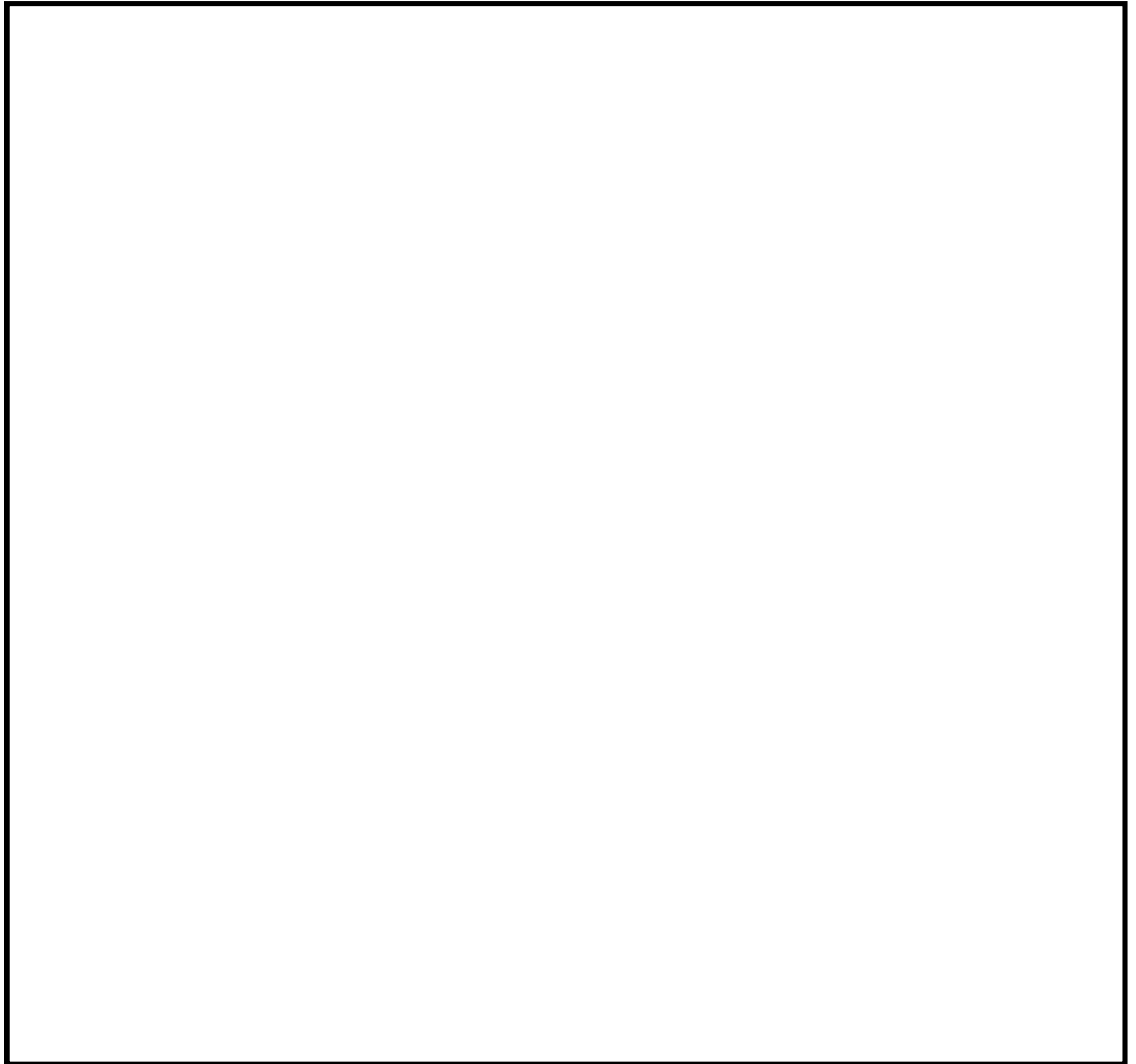
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



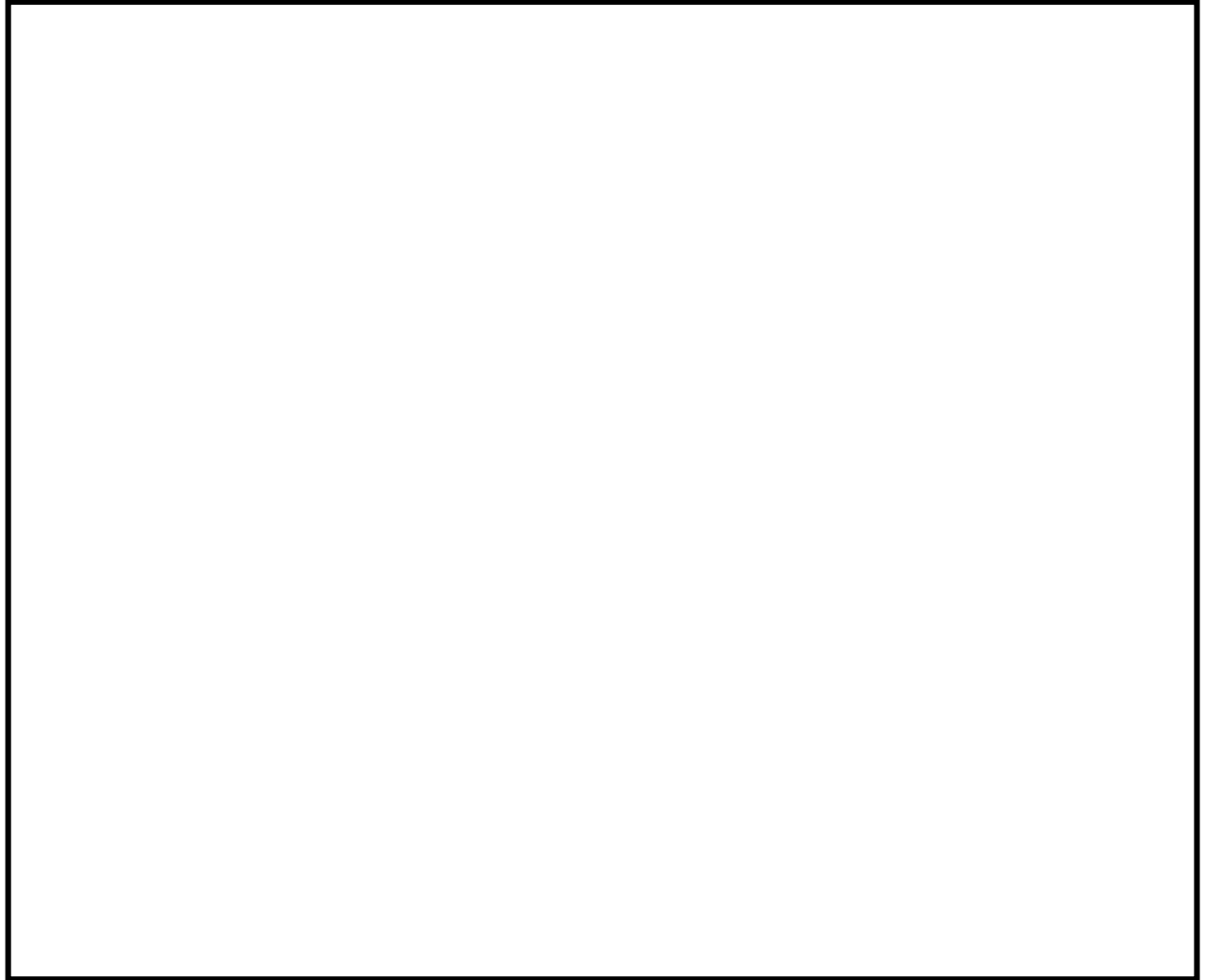
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



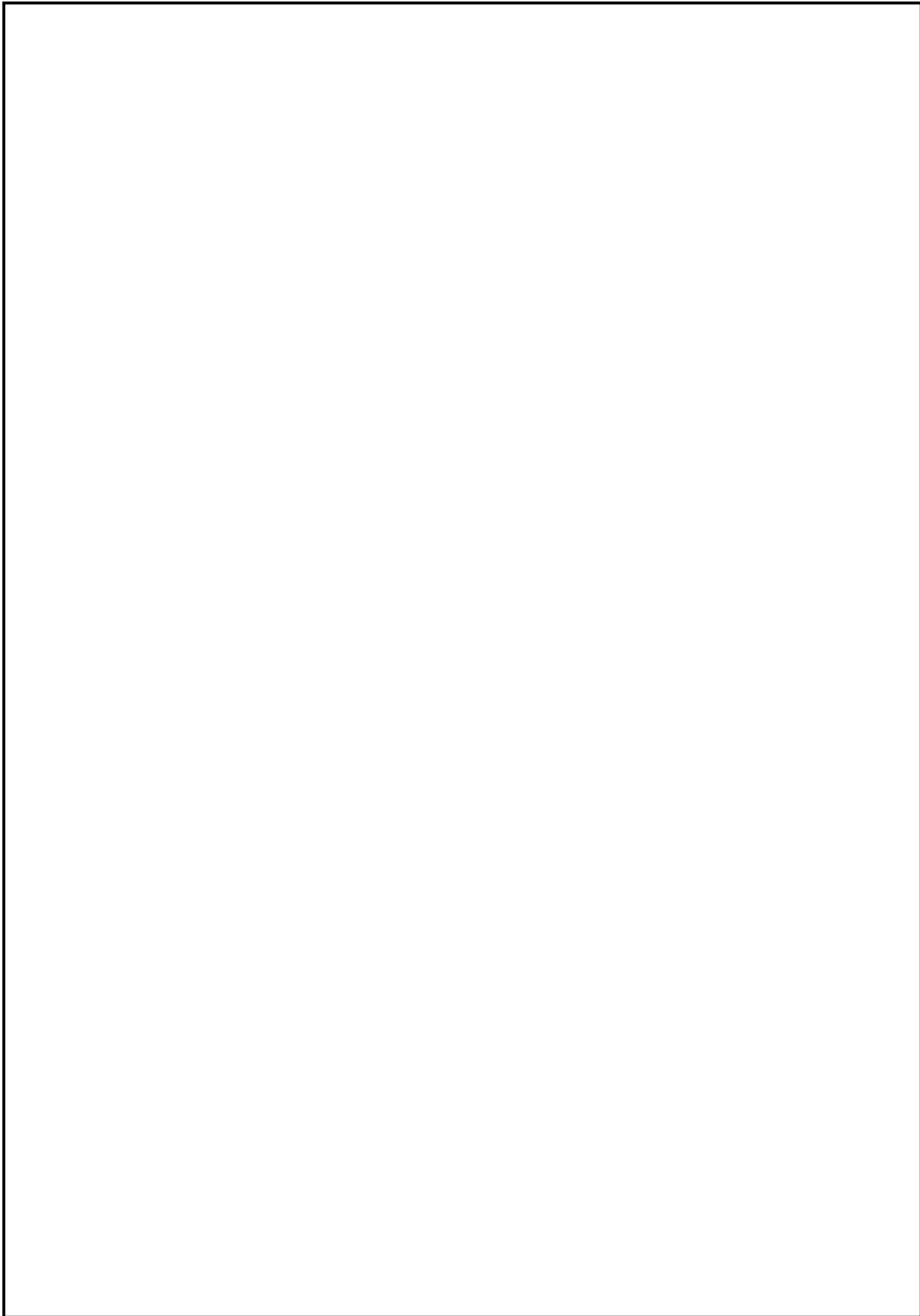
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



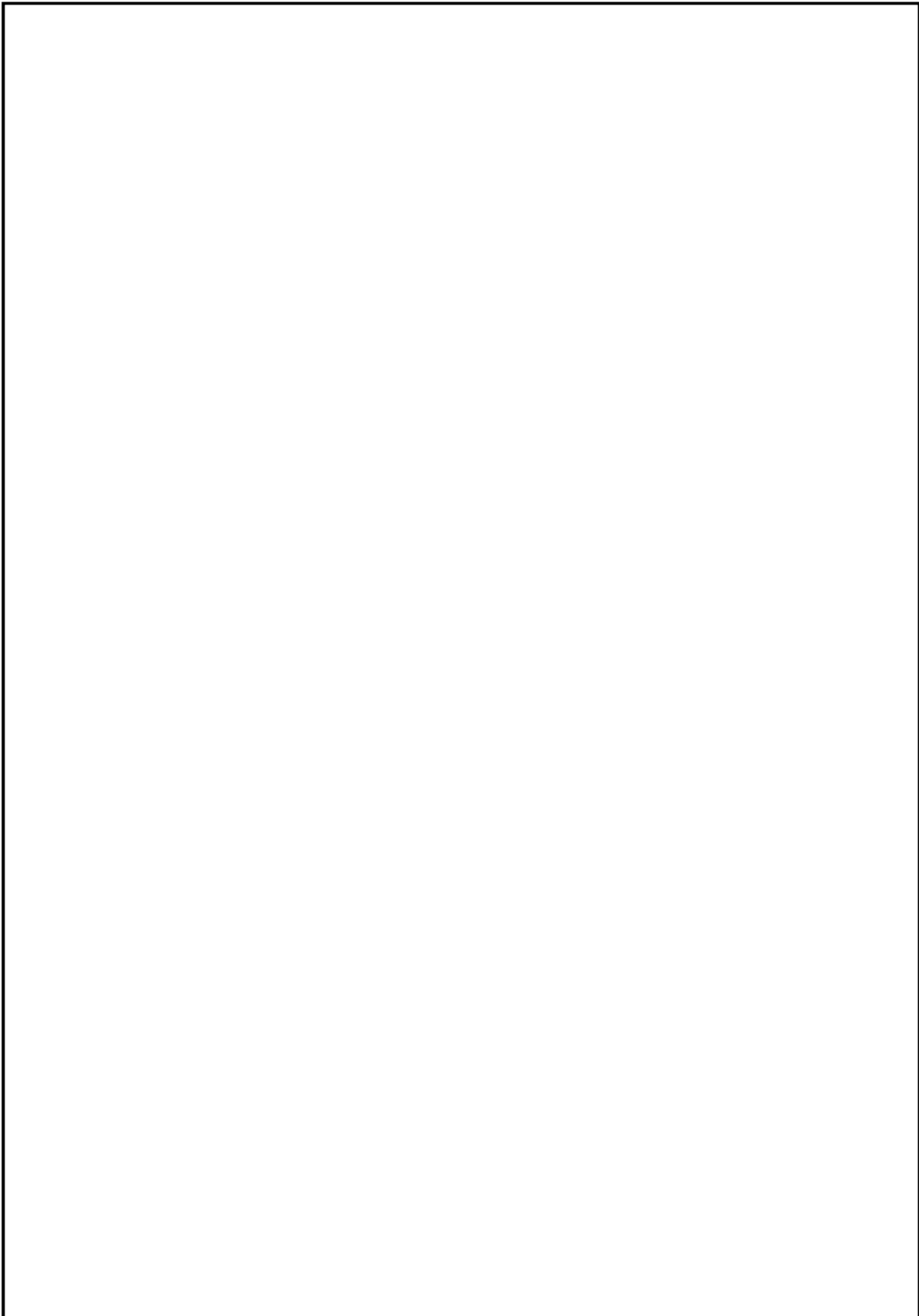
高浜発電所 重大事故等発生時における原子炉施設の保全のための活動に関する所達（抜粋）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) 解析コードの説明について

1. はじめに
2. 解析コードの概要
 - 2.1. PHOENIX-P Ver. 8
 - 2.2. SCALE Ver. 6.0
 - 2.2.1. SCALE Ver. 6.0 の概要
 - 2.2.2. SCALE Ver. 6.0 の解析手法について
 - (1) 一般事項
 - (2) 解析コードの特徴
 - (3) 断面積ライブラリの特徴
 - (4) 解析手法
 - (5) 解析フローチャート
 - (6) 検証

1. はじめに

本資料は、高浜 1, 2 号炉 設置変更許可申請（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 PHOENIX-P Ver.8

対象：使用済燃料貯蔵設備

項目 \ コード名	PHOENIX-P
開発機関	米国Westinghouse社及び三菱重工業株式会社
開発時期	1995年
使用したバージョン	Ver. 8
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	2次元多群燃料集合体輸送計算コードであり、炉心計算及び未臨界性評価に必要な核定数あるいは燃焼燃料の核種組成を算出する。核データは、ENDF/B-Vに基づく42群核定数セットを用いている。中性子スペクトル及び中性子束分布は、ノード結合法計算及び S_4 輸送計算により計算している。
検証(Verification)及び 妥当性確認(Validation)	<p>PHOENIX-P Ver.8は、モンテカルロコードを用いた使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価に必要な燃焼燃料の核種組成の計算に使用している。</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"> 本解析コードの計算機能が適正であることは、後述する妥当性確認の中で確認している。 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用い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"> PHOENIX-Pコード及び、3次元拡散計算コードANCの検証は、MDX炉心及び55Gwd/t燃料導入以前の炉心設計に適用している許認可コードであるLEOPARD/HIDRA/PANDAとのコード間比較を実施して

	<p>いる。具体的には、TCA臨界実験における燃料棒出力解析、及び48GWI/t燃料装荷炉心における4ループ実機炉心解析を実施し、両コードの解析値と測定値の差異が同等であることを確認している。このことより、PHOENIX-P/ANCコードが適切な計算結果を与えることが確認されている。詳細は、「三菱PWRの新核設計手法と信頼性」MAPI-1087改6（平成16年、三菱重工業（株））に示している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PHOENIX-Pコードは、3次元拡散計算コードANCと共に、国内商業用PWRにMOX燃料及び55GWI/t燃料導入時より取替炉心設計に適用されている。PHOENIX-P/ANCコードを用いることによってウラン炉心、MOX炉心の何れについても臨界ほう素濃度、出力分布、制御棒価値等の核設計値は実測値と良好に一致していることから、PHOENIX-Pコードは燃焼に伴う核種組成の変化を適切に評価できるコードである。詳細は、「三菱PWRの新核設計手法と信頼性」MAPI-1087改6（平成16年、三菱重工業（株））、及び「三菱PWRのPHOENIX-P/ANCによる核設計の信頼性」（平成18年、MHI-NES-1025改2）に示している。 ・ 本設置許可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。 ・ 本設置許可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。
--	---

2.2 SCALE Ver. 6.0

2.2.1 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。

	<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MX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。• 本設置許可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。• 本設置許可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。
--	--

2.2.2 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、米国およびカナダの国立研究所、産業界、および大学が構成する 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

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。

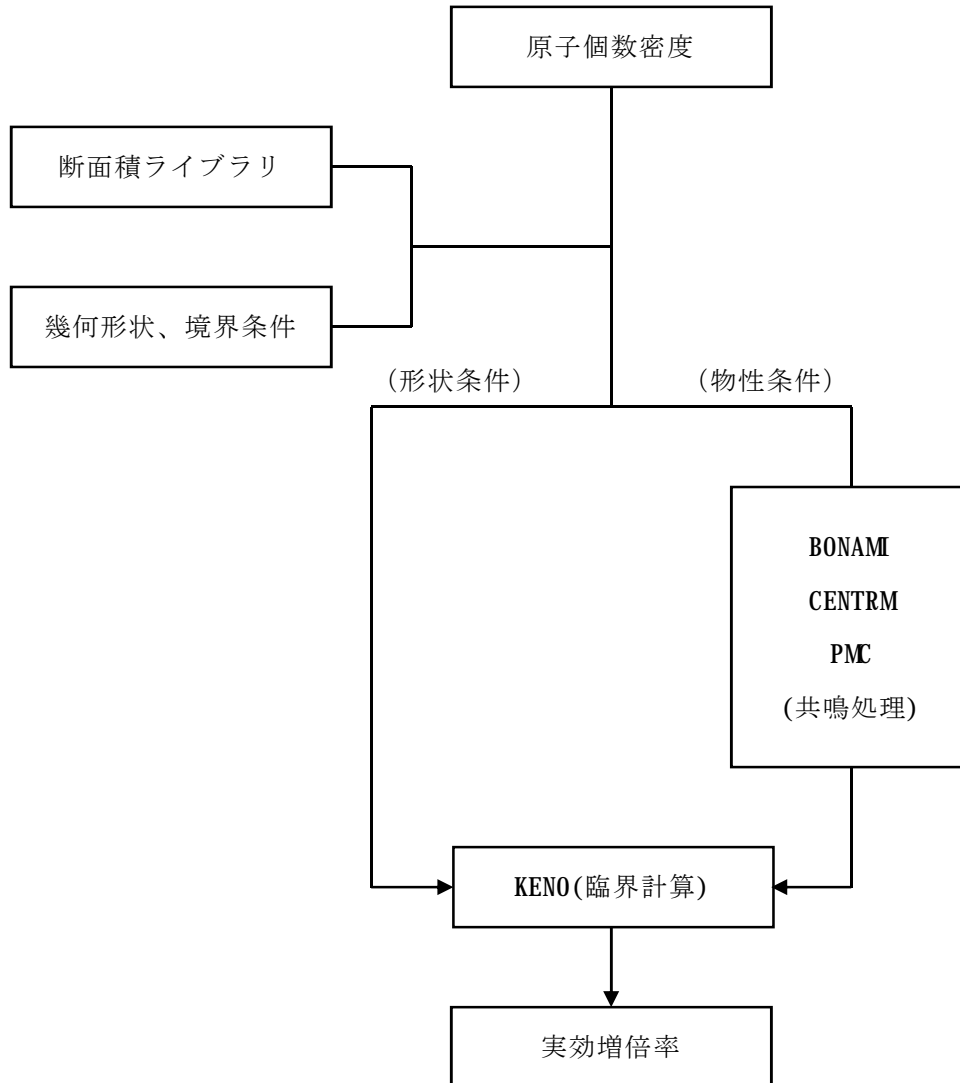
本コードでは、体系内の一つ一つの中性子の振舞いを追跡し、核分裂によって発生する中性子数 **F**、吸収されて消滅する中性子数 **A**、体系から漏れ出す中性子数 **L** を評価し、次式により実効増倍率 k_{eff} を算出する。

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

(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 コード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(「MDX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」)に加え、今回申請において追加した「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あたっては、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2-1表に、MDX燃料(FPなし)を使用した臨界実験体系を第2-2表に、またFPを含んだ体系およ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2-3表、第2-4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3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3表には記載していない。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 2-1 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	
	MX 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	4400 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		

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 2-2 表 MOX 燃料 (FP なし) を使用した臨界実験

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

項目	<p style="text-align: center;">実験体系</p>	<p style="text-align: center;">ベンチマーク 解析結果</p> <p style="text-align: center;">SCALE6.0 による 実効増倍率の平均、σ</p>
----	---	---

※ SFP に流入した水が局所に集中した体系での EALF

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 2-3 表 FP を含む体系の臨界実験

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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
EALF	eV	0.2～約7eV*	
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	
実験ケース数 解析ケース数 実験施設	-	-	
	-	-	
	-	-	
中性子吸収材			
解析ケース			

※ SFP に流入した水が局所に集中した体系での EALF

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

項目	<p style="text-align: center;">実験体系</p>	<p>ベンチマーク 解析結果</p>	<p>SCALE6.0 による 実効増倍率の平均、σ</p>
----	---	------------------------	--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表 2-4 塩素を含んだ臨界実験に対するベンチマーク結果

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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

項目		
実験体系		
ベンチマーク 解析結果	SCALE6.0による 実効増倍率の平均、 σ	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 3 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	SCALE6. 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)	MDX 燃料 (FP なし)	ウラン燃料 (FP あり)	ウラン+MDX 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ほぼ正規分布とな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 4 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 2-1 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

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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、申請評価の高浜発電所 1, 2 号炉の使用済燃料ピットにおける大量の水の漏えい時の EALF は約 0.2~約 7eV 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、および申請評価での 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。 [] ケース全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 は EALF に対し良好な計算精度を有していると判断できる。また傾向確認のために追加した [] ケースについても、同様に精度良く計算されていると言える。

したがって、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 3 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 図に示す通り、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全てのケースで 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こととなる。

また、第 5-1 表、第 5-2 表に示す通り、統計的検定により母分散およ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 SCALE6.0 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よって 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せず、第 3 表に示す [] ケースの臨界実験ベンチマークより得られた結果を考慮する。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第4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5-1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)

--

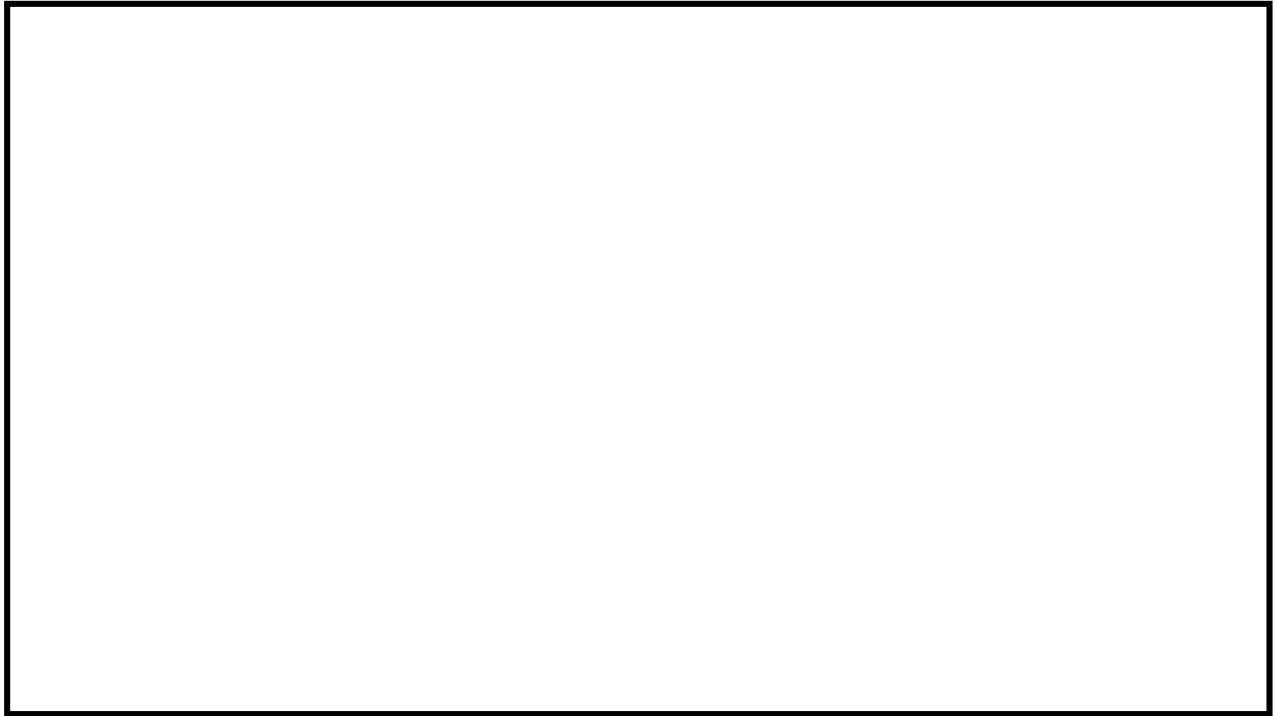
第5-2表 塩素を含む臨界実験ベンチマーク結果とそれ以外の臨界実験ベンチマーク結果に対するt検定

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

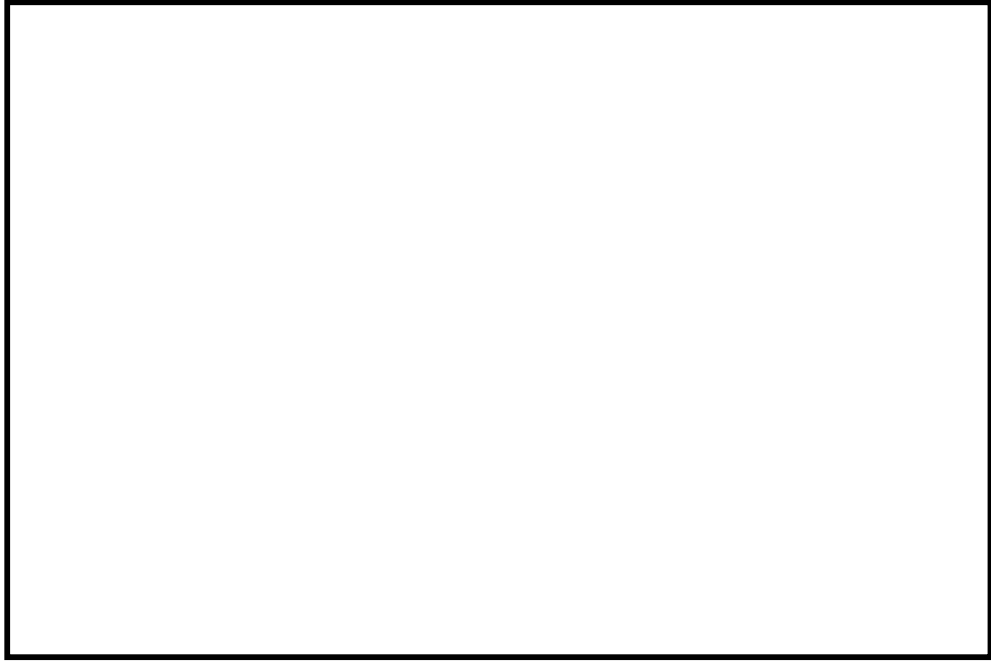
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第2図 Δk に対するヒストグラム

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第3図 選定したベンチマーク実験の EALF と C/E の関係

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

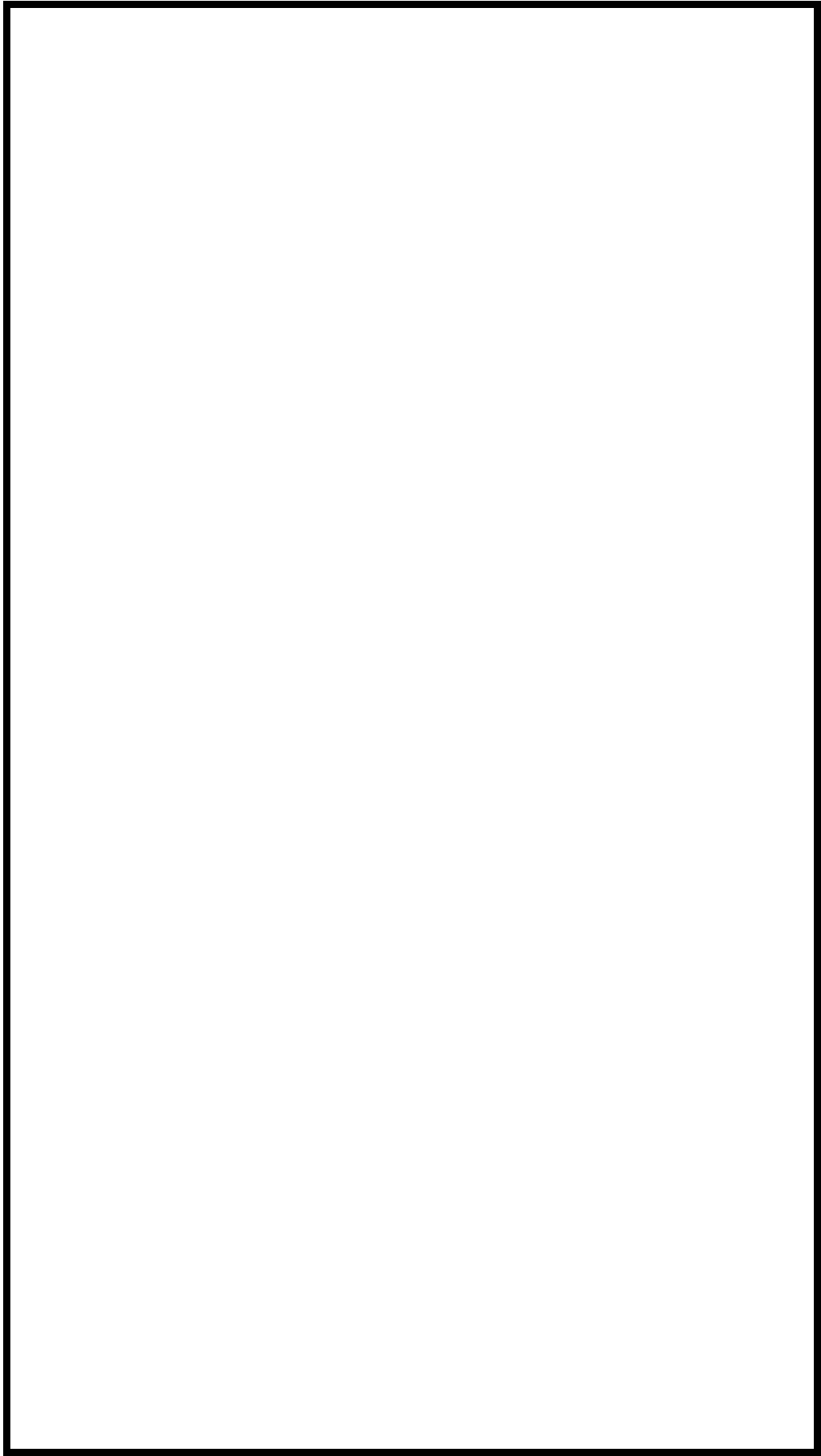
(参考1) 第4表に示す臨界実験の概要



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

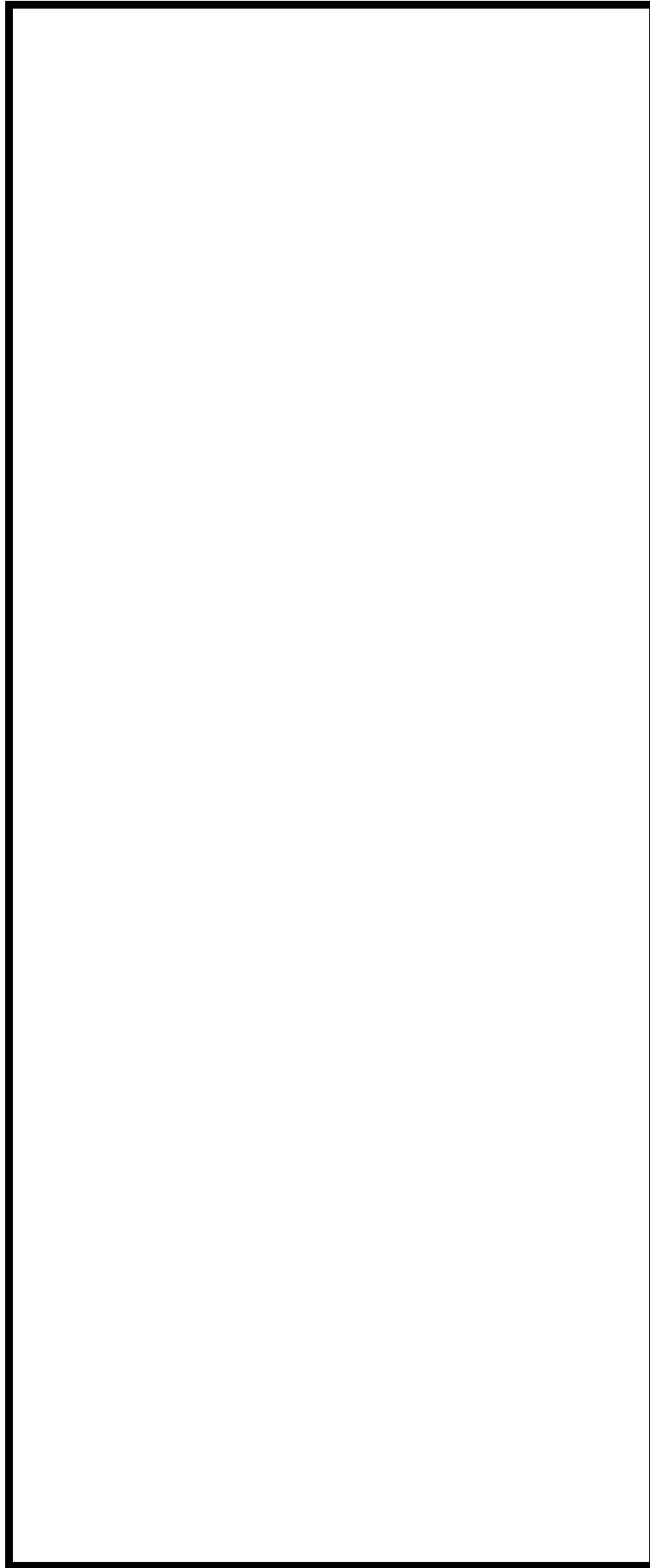
(参考2) FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析の結果

参考1表 FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析結果



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

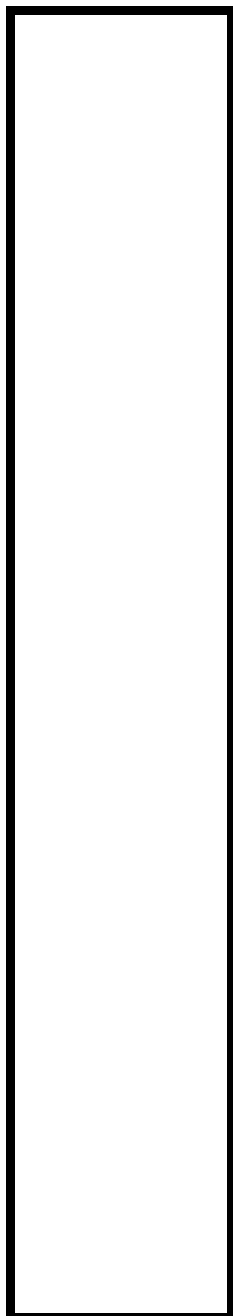
参考1表 FPを含む体系に対し実施したベンチマーク解析結果（続き）



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

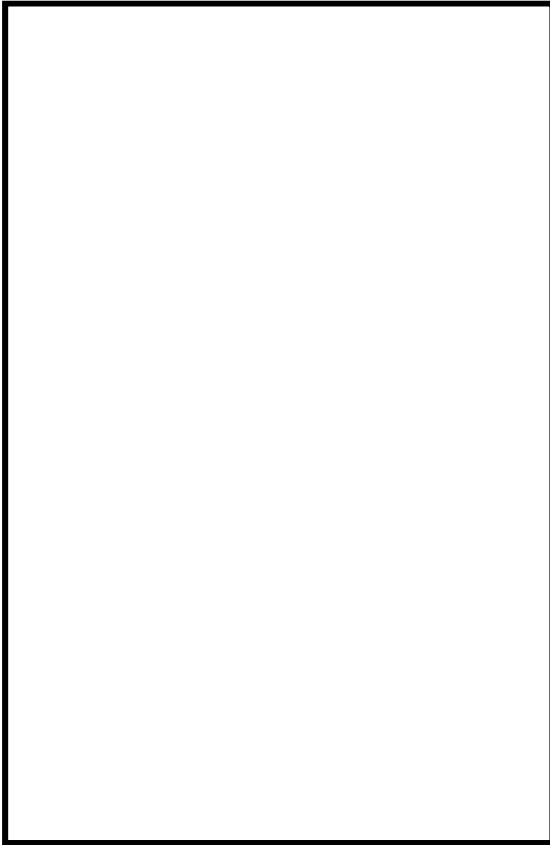
また、参考1表に示す計算結果をFP核種毎に整理したものを参考2表に、C/E評価結果を核種毎でヒストグラムに整理したものを参考図1に示す。

参考2表 FP 毎でのベンチマーク解析結果整理

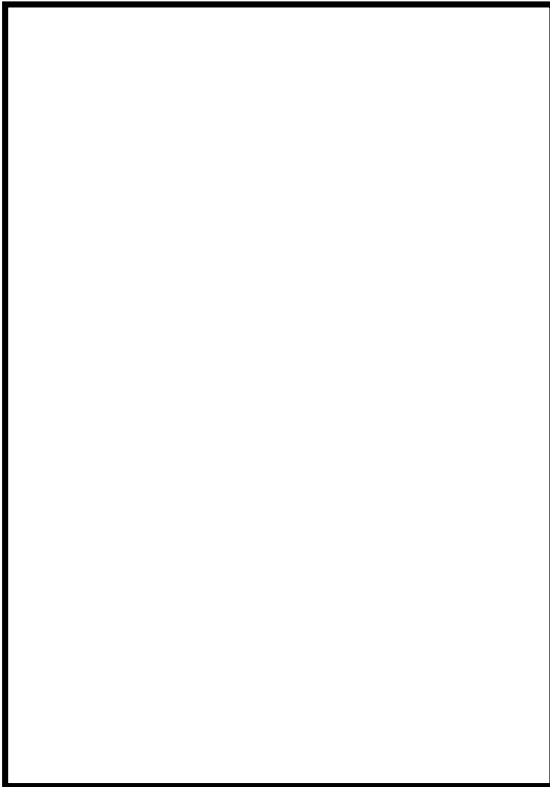


参考図1-1 C/Eの核種毎のヒストグラム

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



参考図 1-2 C/Eの核種毎のヒストグラム



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(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。

参考表 1 解析対象実験の FP 組成情報

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【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。

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

[] 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

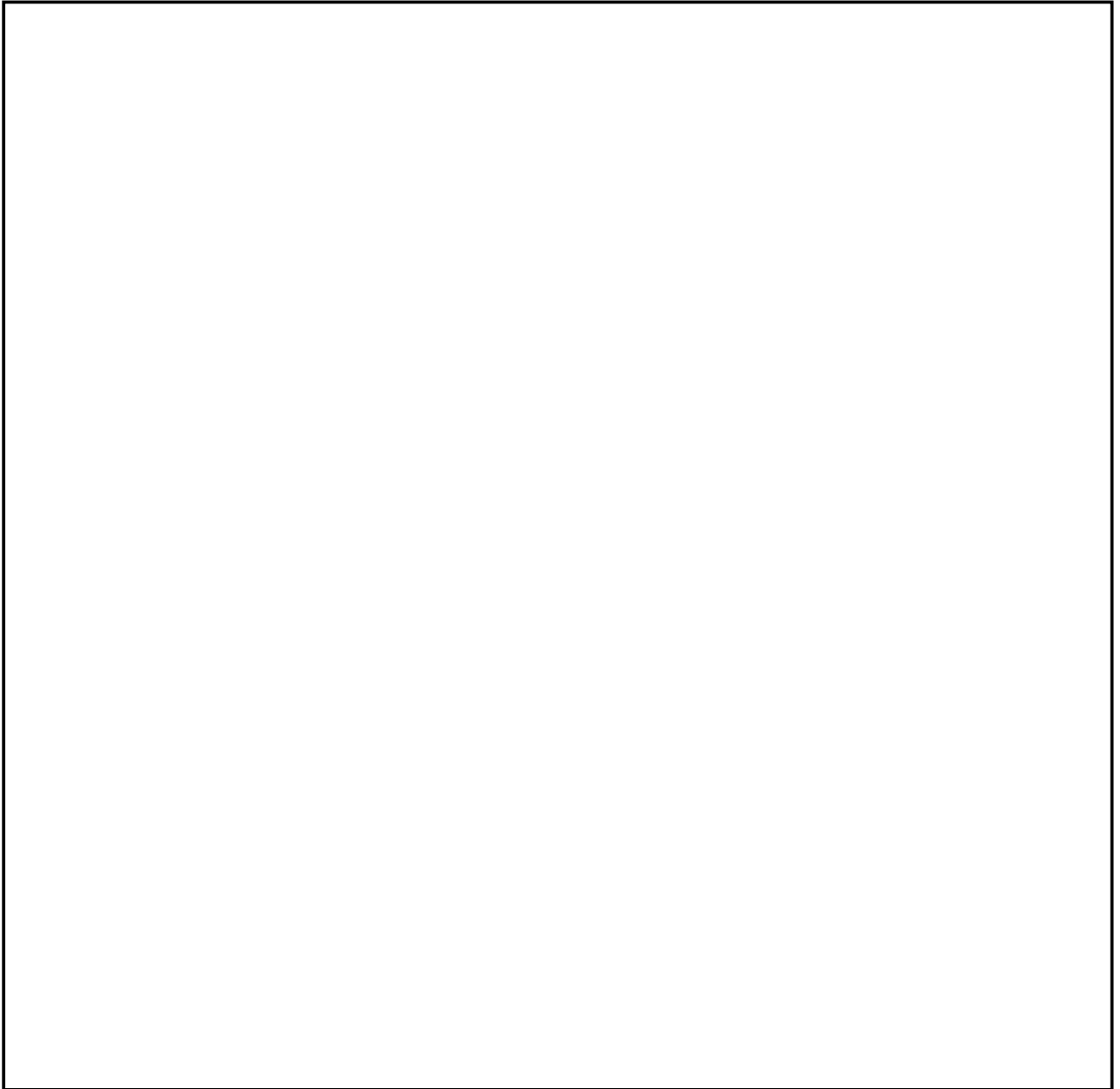
Case	keff	σ	$\Delta keff$	考慮しない核種	未臨界性評価で 考慮する核種

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考4) 計算コードの不確かさの算出方法について

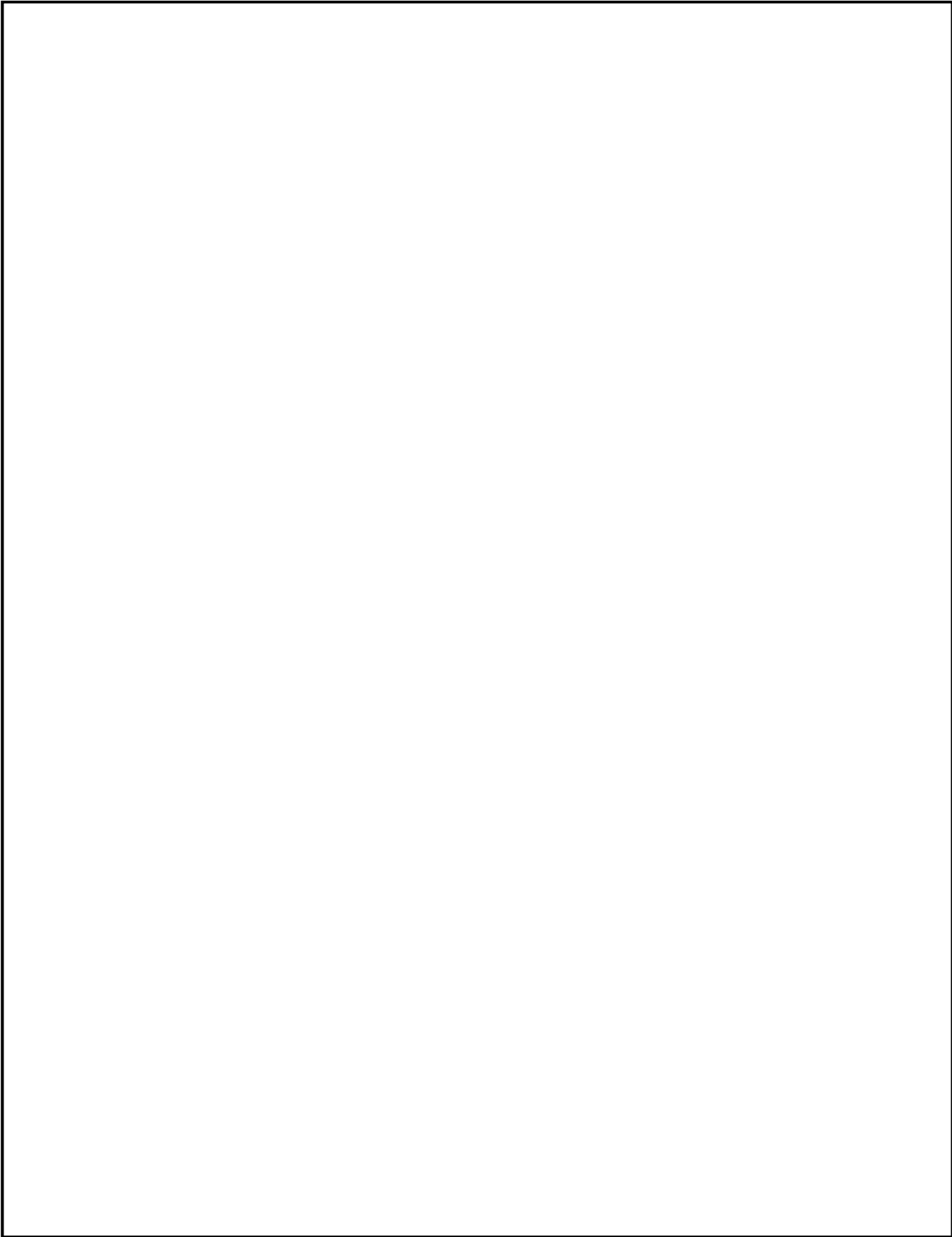


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考5) PHOENIX-Pを使用した炉物理検査結果について

PHOENIX-Pを使用した炉物理検査の結果を参考として以下に示す。なお高浜1, 2号炉においてPHOENIX-Pを使用した実炉心設計を実施した実績は無いため、高浜3, 4号炉、大飯3, 4号炉の至近の実績を示す。

炉物理検査項目		高浜3号機				
		第21サイクル	第22サイクル	第23サイクル	第24サイクル	第25サイクル
臨界ボロン濃度 (ppm)	測定値	1934	1742	1795	1840	1741
	設計値					
	差					
	判定基準	差±50ppm以下				
参考:ボロン価値 (pcm/ppm)						
参考:反応度差 (pcm)						
制御棒価値 (pcm)	測定値	5392	5356	5409	5232	5354
	設計値					
	誤差					
	判定基準	誤差±10%以下				
減速材温度係数 (pcm/°C)	測定値	-0.1	-4.6	-5.7	-6.7	-8.4
	設計値					
	差					
	判定基準	差±3.6pcm/°C以下				

炉物理検査項目		高浜4号機		
		第21サイクル	第22サイクル	第23サイクル
臨界ボロン濃度 (ppm)	測定値	1755	1888	1624
	設計値			
	差			
	判定基準	差±50ppm以下		
参考:ボロン価値 (pcm/ppm)				
参考:反応度差 (pcm)				
制御棒価値 (pcm)	測定値	5635	5005	5441
	設計値			
	誤差			
	判定基準	誤差±10%以下		
減速材温度係数 (pcm/°C)	測定値	-2.8	-1.9	-9.5
	設計値			
	差			
	判定基準	差±3.6pcm/°C以下		

炉物理検査項目		大飯3号機				
		第14サイクル	第15サイクル	第16サイクル	第17サイクル	第18サイクル
臨界ボロン濃度 (ppm)	測定値	1864	2241	2185	1893	1999
	設計値					
	差					
	判定基準	差±50ppm以下				
参考:ボロン価値 (pcm/ppm)						
参考:反応度差 (pcm)						
制御棒価値 (pcm)	測定値	4693	4616	4446	4698	4792
	設計値					
	誤差					
	判定基準	誤差±10%以下				
減速材温度係数 (pcm/°C)	測定値	-8.6	-3.5	-4.3	-10.5	-4.1
	設計値					
	差					
	判定基準	差±3.6pcm/°C以下				

炉物理検査項目		大飯4号機			
		第13サイクル	第14サイクル	第15サイクル	第16サイクル
臨界ボロン濃度 (ppm)	測定値	1952	2119	1972	1955
	設計値				
	差				
	判定基準	差±50ppm以下			
参考:ボロン価値 (pcm/ppm)					
参考:反応度差 (pcm)					
制御棒価値 (pcm)	測定値	4581	3974	4853	4646
	設計値				
	誤差				
	判定基準	誤差±10%以下			
減速材温度係数 (pcm/°C)	測定値	-7.8	-5.9	-8.7	-8.7
	設計値				
	差				
	判定基準	差±3.6pcm/°C以下			

$$\text{誤差 (\%)} = (\text{測定値} - \text{設計値}) / \text{設計値} \times 100$$

【各検査項目の説明】

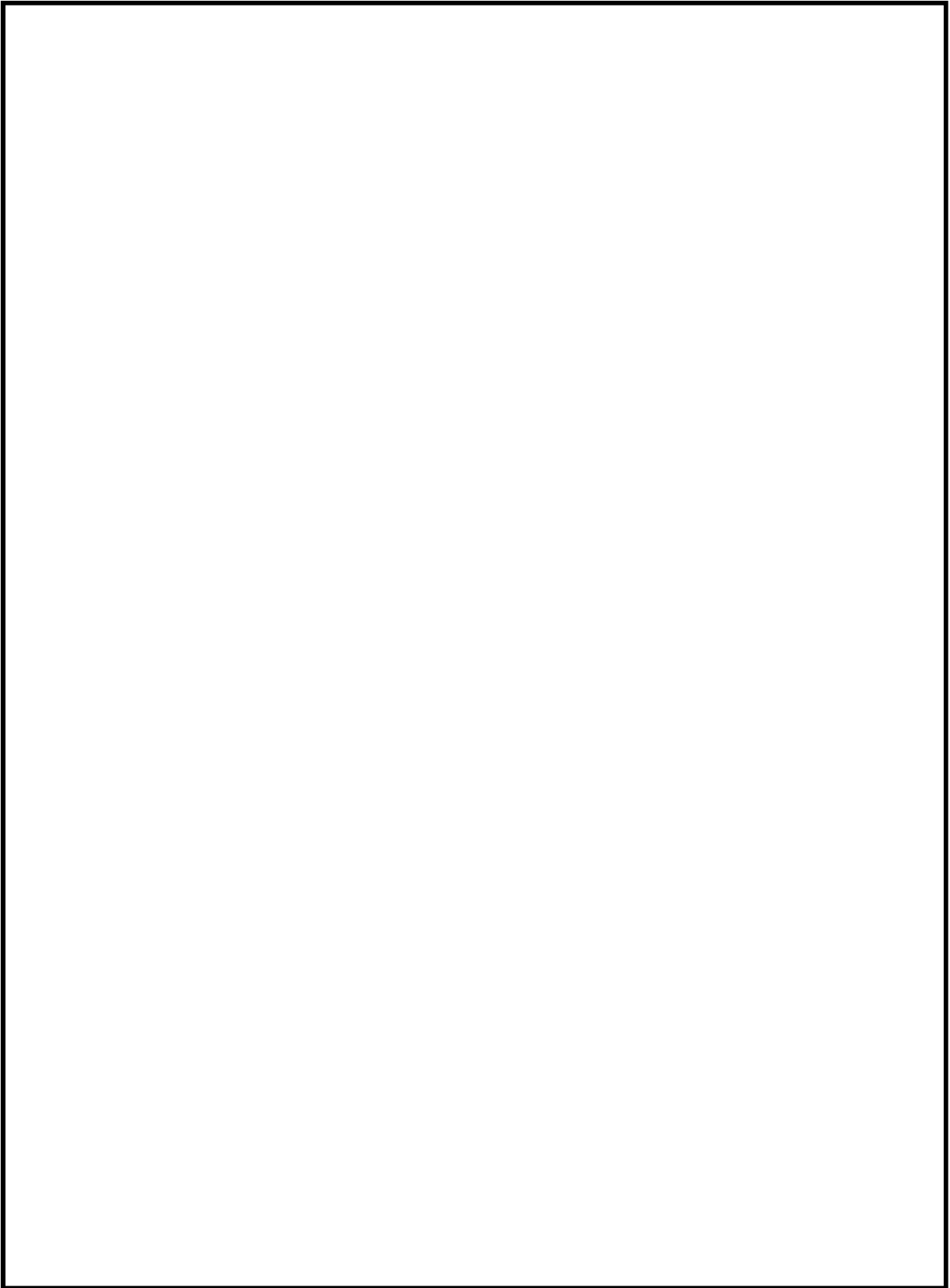
臨界ボロン濃度：制御棒全引き抜き状態での臨界ボロン濃度を測定し、設計値との差（判定基準：±50ppm以下）を確認する。

制御棒価値：全制御棒価値を測定し、設計値との誤差（判定基準：±10%以下）を確認する。

減速材温度係数：1次冷却材温度の変化と反応度の関係を測定し減速材温度係数を求め、設計値との差（判定基準：±3.6pcm/°C以下）を確認する。

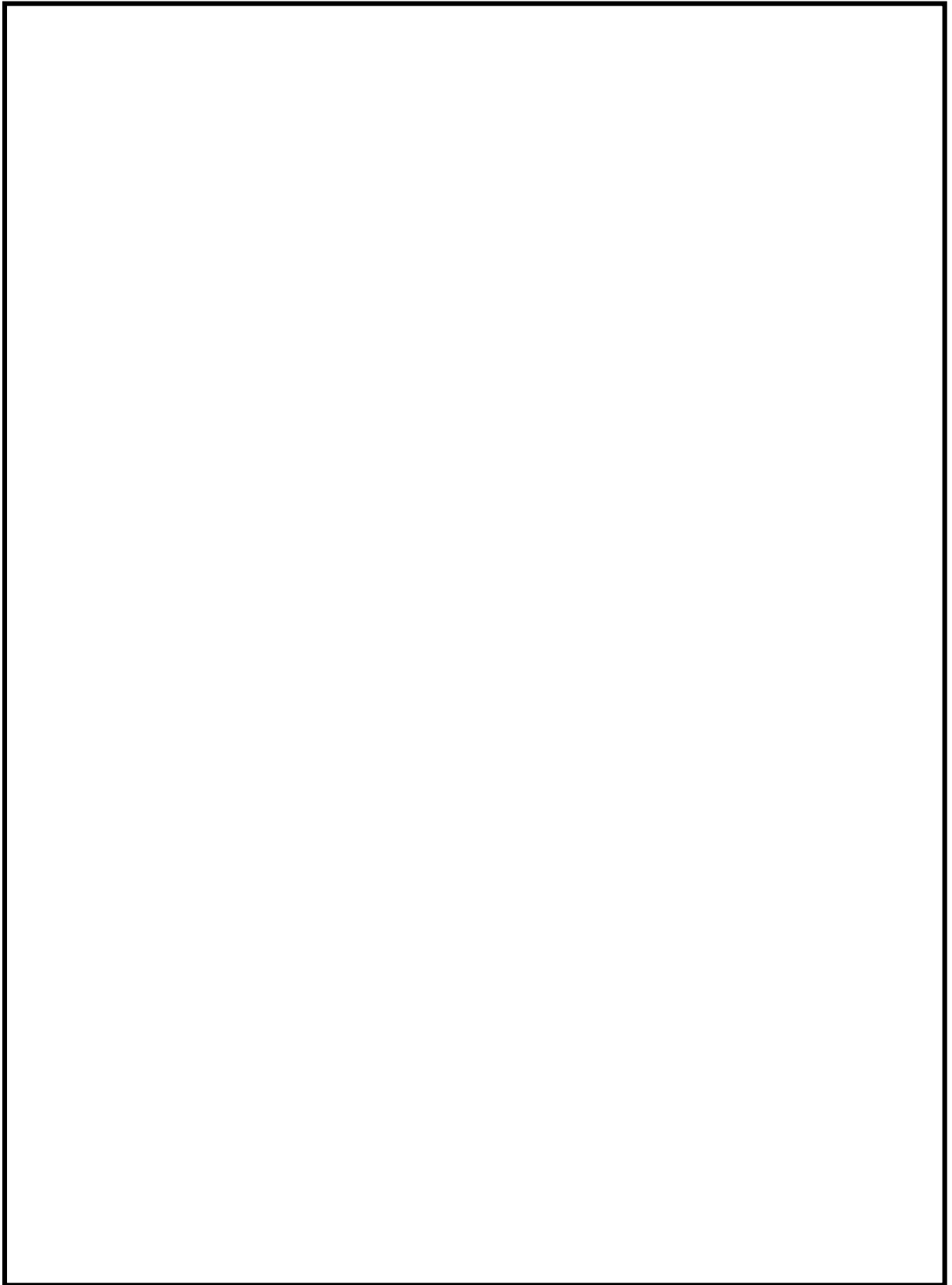
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

また、PHOENIX-P を使用し炉心設計を行った運転中の炉心管理データとして、臨界ボロン濃度の推移および設計値との差について、高浜 3，4 号炉、大飯 4 号炉の至近の実績を以下に示す。



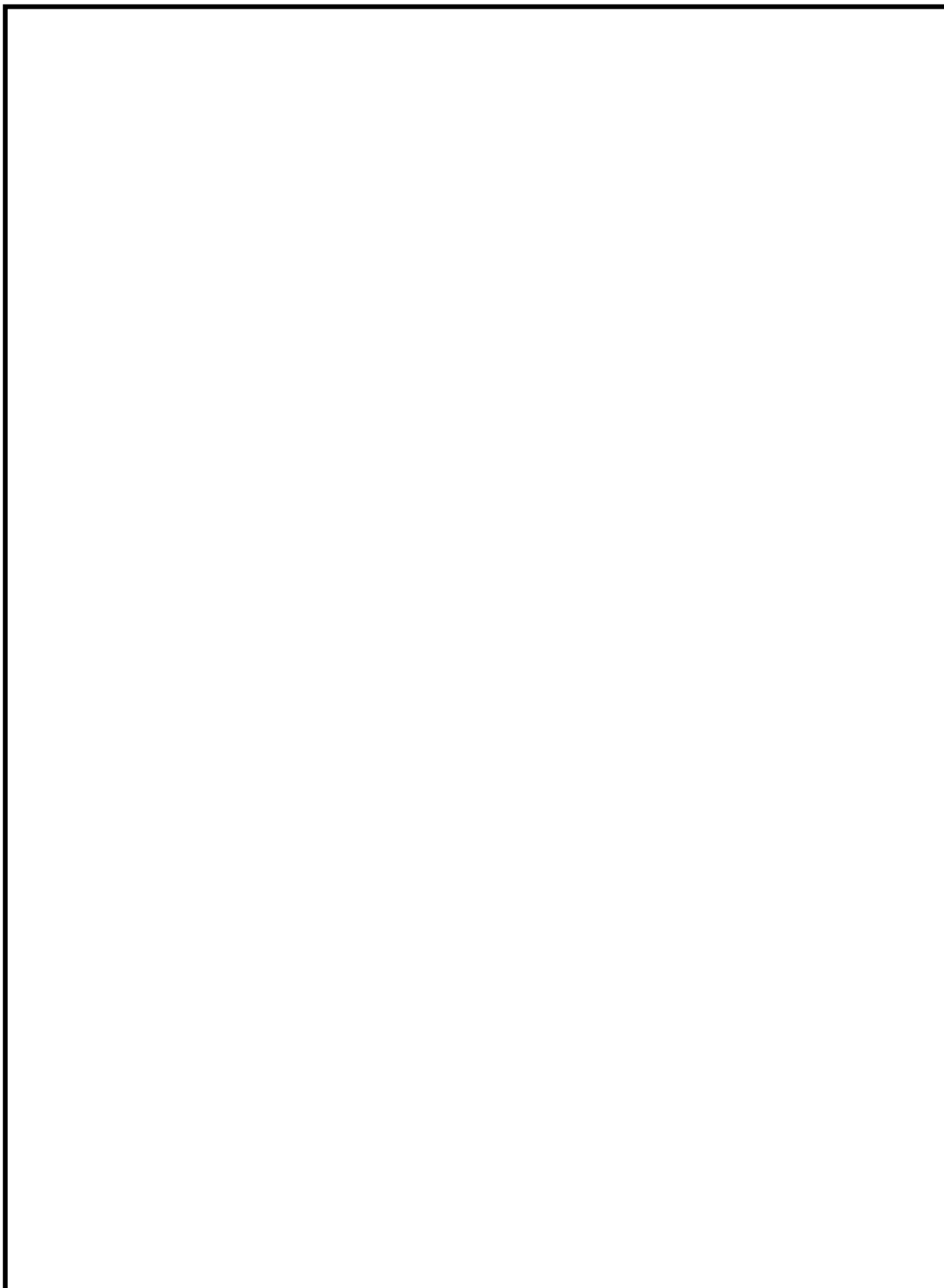
高浜 3 号機 第 24 サイクル運転時の臨界ボロン濃度推移

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



高浜4号機 第2・3サイクル運転時の臨界ボロン濃度推移

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



大飯4号機 第10サイクル運転時の臨界ボロン濃度推移

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

さらに、PHOENIX-P を使用し炉心設計を行った各運転サイクルにおける炉心燃焼度の推移について、次に示す。

高浜発電所3号機 第24サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度 (MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
1	MT3M02	Gd入り燃料	33621.6	46645.7	13024.1
2	KAHB73	Gd入り燃料	31953.4	46470.1	14516.7
3	KAHB77	Gd入り燃料	31795.1	46406.0	14610.9
4	KAHB84	Gd入り燃料	31629.2	46295.0	14665.8
5	KAHB72	Gd入り燃料	31620.9	46229.2	14608.3
6	KAHC03	Gd入り燃料	31079.9	44937.8	13857.9
7	KAHC04	Gd入り燃料	30826.4	44519.7	13693.3
8	KAHC05	Gd入り燃料	30741.2	44561.7	13820.5
9	KAHC06	Gd入り燃料	30884.2	44865.0	13980.8
10	KEKA96	通常ウラン燃料	21120.8	37358.3	16237.5
11	KEKA95	Gd入り燃料	21248.2	37560.7	16312.5
12	KEKA94	Gd入り燃料	21319.3	37454.2	16134.9
13	KEKA90	Gd入り燃料	21344.2	37689.8	16345.6
14	KEKA89	Gd入り燃料	21070.5	37383.6	16313.1
15	KEKA88	Gd入り燃料	21148.5	37288.8	16140.3
16	KEKA85	Gd入り燃料	20958.1	37207.7	16249.6
17	KEKA91	Gd入り燃料	20866.9	37247.5	16380.6
18	KGKT01	MOX燃料	27779.5	42206.6	14427.1
19	KGKT07	MOX燃料	27904.2	42196.7	14292.5
20	KGKT06	MOX燃料	27335.3	41953.8	14618.5
21	KGKT05	MOX燃料	27780.3	42183.8	14403.5
22	KGKT04	MOX燃料	27701.7	42116.5	14414.8
23	KGKT03	MOX燃料	27469.8	41979.8	14510.0
24	KGKT02	MOX燃料	27474.7	42033.1	14558.4
25	KGKT08	MOX燃料	27639.8	42191.5	14551.7
26	KBJD28	通常ウラン燃料	18483.9	34218.1	15734.2
27	KBJD39	通常ウラン燃料	16332.6	33586.2	17253.6
28	KBJD38	通常ウラン燃料	16680.0	34464.2	17784.2
29	KBJD37	通常ウラン燃料	16693.3	34235.5	17542.2
30	KBJD36	通常ウラン燃料	16658.0	34055.1	17397.1
31	KBJD34	通常ウラン燃料	16102.4	33986.8	17884.4
32	KBJD33	通常ウラン燃料	16699.6	34153.2	17453.6
33	KBJD32	通常ウラン燃料	18340.6	34622.3	16281.7
34	KBJD31	通常ウラン燃料	16642.3	34343.3	17701.0
35	KBJD30	通常ウラン燃料	18434.0	34887.8	16453.8
36	KBJD29	通常ウラン燃料	18561.5	34992.0	16430.5
37	KBJD35	通常ウラン燃料	16477.5	34057.9	17580.4
38	KEKB23	Gd入り燃料	20631.2	37363.5	16732.3
39	KEKB22	Gd入り燃料	20593.4	37322.1	16728.7
40	KEKB21	Gd入り燃料	20560.3	37506.1	16945.8
41	KEKB20	Gd入り燃料	20831.1	37793.7	16962.6
42	KEKB19	Gd入り燃料	20755.8	36921.2	16165.4
43	KEKB18	Gd入り燃料	20443.8	37534.9	17091.1
44	KEKB14	Gd入り燃料	20912.0	37821.6	16909.6
45	KEKB05	Gd入り燃料	20437.6	36606.8	16169.2
46	KEKA98	Gd入り燃料	20852.6	37525.1	16672.5
47	KEKA99	Gd入り燃料	20965.5	37473.7	16508.2
48	KEKB01	Gd入り燃料	20934.4	37915.3	16980.9
49	KEKB02	Gd入り燃料	20687.7	37549.9	16862.2
50	KEKB25	Gd入り燃料	20776.5	37743.0	16966.5
51	KEKB03	Gd入り燃料	20333.3	37117.0	16783.7
52	KEKB04	Gd入り燃料	20651.8	37652.9	17001.1
53	KEKB17	Gd入り燃料	21129.5	37706.6	16577.1
54	KEKB06	Gd入り燃料	20407.6	36308.3	15900.7
55	KEKB07	Gd入り燃料	20644.9	37672.3	17027.4
56	KEKB08	Gd入り燃料	20439.5	37074.3	16634.8
57	KEKB09	Gd入り燃料	20545.4	37555.5	17010.1
58	KEKB10	Gd入り燃料	20725.1	37686.6	16961.5
59	KEKB24	Gd入り燃料	20721.1	37898.9	17177.8
60	KEKB12	Gd入り燃料	20396.3	37473.5	17077.2
61	KEKB13	Gd入り燃料	20741.3	37635.1	16893.8
62	KEKB11	Gd入り燃料	20828.7	37394.0	16565.3
63	KEKB15	Gd入り燃料	20817.3	37724.0	16906.7
64	KEKB16	Gd入り燃料	20519.1	37591.5	17072.4
65	KEKA97	Gd入り燃料	20507.5	36545.1	16037.6
66	KEKB78	Gd入り燃料	20128.1	36845.4	16717.3
67	KEKB81	Gd入り燃料	20163.4	36596.3	16432.9
68	KEKB80	Gd入り燃料	19830.5	36711.5	16881.0
69	KEKB79	Gd入り燃料	20210.2	37075.3	16865.1
70	KGKT28	MOX燃料	10608.2	20224.2	9616.0
71	KGKT27	MOX燃料	10446.7	20163.3	9716.6
72	KGKT26	MOX燃料	10056.1	27160.7	17104.6
73	KGKT25	MOX燃料	9822.7	26873.0	17050.3
74	KGKT24	MOX燃料	10085.6	27286.5	17200.9
75	KGKT23	MOX燃料	10344.0	19716.4	9372.4
76	KGKT22	MOX燃料	10132.8	26991.5	16858.7
77	KGKT21	MOX燃料	10104.0	27256.8	17152.8
78	KGKT20	MOX燃料	10158.0	27022.4	16864.4
79	KGKT19	MOX燃料	10333.2	20066.9	9733.7
80	KGKT17	MOX燃料	10110.2	27210.7	17100.5

高浜発電所3号機 第24サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度 (MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
81	KGKT16	MOX燃料	10685.0	20405.7	9720.7
82	KGKT15	MOX燃料	10355.7	19996.2	9640.5
83	KGKT14	MOX燃料	10460.9	19794.4	9333.5
84	KGKT13	MOX燃料	10109.6	27366.8	17257.2
85	KGKT18	MOX燃料	10275.7	19855.3	9579.6
86	KEKB66	通常ウラン燃料	12316.9	26785.2	14468.3
87	KEKB67	通常ウラン燃料	12512.0	27033.7	14521.7
88	KEKB68	通常ウラン燃料	12615.9	27053.3	14437.4
89	KEKB69	通常ウラン燃料	12330.9	26870.7	14539.8
90	KEKB72	通常ウラン燃料	0.0	14072.3	14072.3
91	KEKB70	通常ウラン燃料	0.0	14220.9	14220.9
92	KEKB71	通常ウラン燃料	0.0	14154.2	14154.2
93	KEKB73	通常ウラン燃料	0.0	14567.6	14567.6
94	KEKB74	通常ウラン燃料	0.0	14000.3	14000.3
95	KEKB75	通常ウラン燃料	0.0	14598.7	14598.7
96	KEKB76	通常ウラン燃料	0.0	14164.9	14164.9
97	KEKB77	通常ウラン燃料	0.0	14689.5	14689.5
98	KEKB86	Gd入り燃料	0.0	16986.3	16986.3
99	KEKB85	Gd入り燃料	0.0	18965.2	18965.2
100	KEKB84	Gd入り燃料	0.0	17097.5	17097.5
101	KEKB82	Gd入り燃料	0.0	16942.4	16942.4
102	KEKB93	Gd入り燃料	0.0	16919.6	16919.6
103	KEKB92	Gd入り燃料	0.0	19054.7	19054.7
104	KEKB91	Gd入り燃料	0.0	17130.8	17130.8
105	KEKB83	Gd入り燃料	0.0	19058.7	19058.7
106	KEKB87	Gd入り燃料	0.0	16372.4	16372.4
107	KEKB88	Gd入り燃料	0.0	17058.9	17058.9
108	KEKB89	Gd入り燃料	0.0	17223.9	17223.9
109	KEKB90	Gd入り燃料	0.0	19156.3	19156.3
110	KAHF08	Gd入り燃料	18339.6	35316.3	16976.7
111	KAHF07	Gd入り燃料	18074.4	34799.9	16725.5
112	KAHF06	Gd入り燃料	18132.8	34906.8	16774.0
113	KAHF04	Gd入り燃料	18156.7	35113.1	16956.4
114	KAHF05	Gd入り燃料	18522.3	35336.3	16814.0
115	KAHF03	Gd入り燃料	18226.1	35143.3	16917.2
116	KAHF02	Gd入り燃料	18257.1	35091.0	16833.9
117	KAHF01	Gd入り燃料	18184.5	35004.6	16820.1
118	KAHF13	Gd入り燃料	0.0	19127.2	19127.2
119	KAHF09	Gd入り燃料	0.0	19244.3	19244.3
120	KAHF10	Gd入り燃料	0.0	19132.0	19132.0
121	KAHF11	Gd入り燃料	0.0	19381.1	19381.1
122	KAHF12	Gd入り燃料	0.0	19345.3	19345.3
123	KAHF14	Gd入り燃料	0.0	19204.1	19204.1
124	KAHF15	Gd入り燃料	0.0	19476.4	19476.4
125	KAHF16	Gd入り燃料	0.0	19253.6	19253.6
126	KAHF17	通常ウラン燃料	0.0	8796.0	8796.0
127	KAHF24	通常ウラン燃料	0.0	8401.5	8401.5
128	KAHF23	通常ウラン燃料	0.0	8658.7	8658.7
129	KAHF22	通常ウラン燃料	0.0	8416.3	8416.3
130	KAHF18	通常ウラン燃料	0.0	8909.4	8909.4
131	KAHF19	通常ウラン燃料	0.0	8391.9	8391.9
132	KAHF20	通常ウラン燃料	0.0	8821.3	8821.3
133	KAHF21	通常ウラン燃料	0.0	8634.7	8634.7
134	KAHF31	MOX燃料	0.0	19353.5	19353.5
135	KAHF30	Gd入り燃料	0.0	18884.3	18884.3
136	KAHF29	Gd入り燃料	0.0	19152.1	19152.1
137	KAHF28	Gd入り燃料	0.0	18918.0	18918.0
138	KAHF26	Gd入り燃料	0.0	19024.1	19024.1
139	KAHF25	Gd入り燃料	0.0	19262.1	19262.1
140	KAHF27	Gd入り燃料	0.0	19243.3	19243.3
141	KAHF32	Gd入り燃料	0.0	19373.7	19373.7
142	KEKC14	通常ウラン燃料	0.0	12955.3	12955.3
143	KEKC13	通常ウラン燃料	0.0	12700.6	12700.6
144	KEKC12	通常ウラン燃料	0.0	13164.2	13164.2
145	KEKC11	通常ウラン燃料	0.0	12977.3	12977.3
146	KEKC10	通常ウラン燃料	0.0	13003.3	13003.3
147	KEKC09	通常ウラン燃料	0.0	12934.9	12934.9
148	KEKC08	通常ウラン燃料	0.0	12962.3	12962.3
149	KEKC07	通常ウラン燃料	0.0	13194.6	13194.6
150	KGKT30	MOX燃料	0.0	10202.7	10202.7
151	KGKT29	MOX燃料	0.0	9784.6	9784.6
152	KGKT31	MOX燃料	0.0	9784.1	9784.1
153	KGKT32	MOX燃料	0.0	10332.4	10332.4
154	KAHF33	Gd入り燃料	0.0	17818.3	17818.3
155	KAHF34	Gd入り燃料	0.0	17779.8	17779.8
156	KAHF35	Gd入り燃料	0.0	17948.8	17948.8
157	KAHF36	Gd入り燃料	0.0	17904.7	17904.7
-	平均	-	12097.4	27630.9	15533.5

高浜発電所4号機 第23サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度(MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
1	KEKB42	通常	0.0	8875.4	8875.4
2	KEKB43	通常	0.0	8559.7	8559.7
3	KEKB44	通常	0.0	8702.9	8702.9
4	KEKB45	通常	0.0	8957.6	8957.6
5	KEKB94	通常	0.0	7973.7	7973.7
6	KEKB95	通常	0.0	7612.0	7612.0
7	KEKB96	通常	0.0	9209.6	9209.6
8	KEKB97	通常	0.0	7761.4	7761.4
9	KEKB98	通常	0.0	7833.5	7833.5
10	KEKB99	通常	0.0	8860.7	8860.7
11	KEKC01	通常	0.0	7751.5	7751.5
12	KEKC02	通常	0.0	7709.4	7709.4
13	KEKC03	通常	0.0	8039.2	8039.2
14	KEKC04	通常	0.0	8886.1	8886.1
15	KEKC05	通常	0.0	7607.0	7607.0
16	KEKC06	通常	0.0	8833.7	8833.7
17	KEKC67	通常	0.0	6892.2	6892.2
18	KEKC68	通常	0.0	7012.9	7012.9
19	KEKC69	通常	0.0	8583.6	8583.6
20	KEKC70	通常	0.0	6901.3	6901.3
21	KEKC71	通常	0.0	6878.8	6878.8
22	KEKC72	通常	0.0	7046.6	7046.6
23	KEKC73	通常	0.0	6873.7	6873.7
24	KEKC74	通常	0.0	8631.2	8631.2
25	KEKC75	通常	0.0	8597.6	8597.6
26	KEKC76	通常	0.0	6901.1	6901.1
27	KEKC77	通常	0.0	6862.3	6862.3
28	KEKC78	通常	0.0	8773.4	8773.4
29	KGKT41	Mox	8636.8	18460.0	9823.2
30	KGKT47	Mox	8656.5	18655.8	9999.3
31	KGKT45	Mox	8668.7	18668.6	9999.9
32	KGKT33	Mox	8756.5	18706.6	9950.1
33	KGKT35	Mox	8785.9	18744.5	9958.6
34	KGKT43	Mox	8845.3	20228.3	11383.0
35	KGKT39	Mox	8870.5	18734.0	9863.5
36	KGKT44	Mox	8893.2	20226.1	11332.9
37	KGKT38	Mox	8911.4	18830.0	9918.6
38	KGKT46	Mox	8951.9	18771.5	9819.6
39	KGKT37	Mox	8972.1	20287.2	11315.1
40	KGKT40	Mox	8976.7	20457.4	11480.7
41	KGKT48	Mox	9030.8	20054.5	11023.7
42	KGKT36	Mox	9043.6	20243.6	11200.0
43	KGKT42	Mox	9051.7	20334.9	11283.2
44	KGKT44	Mox	9134.1	20466.3	11332.2
45	KBJD48	通常	11261.3	21941.8	10680.5
46	KBJD50	通常	11298.5	21701.9	10403.4
47	KBJD49	通常	11462.6	21891.9	10429.3
48	KBJD51	通常	11538.9	21819.3	10280.4
49	KEKB36	通常	13769.0	22727.2	8958.2
50	KEKB41	通常	13776.8	22982.1	9205.3
51	KEKB35	通常	13860.6	22965.6	9105.0
52	KEKB38	通常	13861.8	23013.0	9151.2
53	KEKB40	通常	13909.7	22826.8	8917.1
54	KEKB37	通常	13965.9	23108.2	9142.3
55	KEKB34	通常	14018.1	23389.0	9370.9
56	KEKB39	通常	14025.6	22847.1	8821.5
57	KEKC48	Gd	14819.5	25462.6	10643.1
58	KEKC60	Gd	14925.2	25420.0	10494.8
59	KEKC47	Gd	15061.6	25262.3	10564.7
60	KEKC45	Gd	15075.5	25764.5	10689.0
61	KEKC62	Gd	15080.1	25591.0	10510.9
62	KEKC43	Gd	15080.7	25659.6	10578.9
63	KEKC49	Gd	15094.3	25840.3	10746.0
64	KEKB63	Gd	15107.6	25873.6	10766.0
65	KEKC52	Gd	15169.5	25918.2	10748.7
66	KEKB65	Gd	15248.3	25775.9	10527.6
67	KEKB62	Gd	15287.7	26052.4	10764.7
68	KEKB64	Gd	15435.5	26194.1	10758.6
69	KEKC50	Gd	17073.0	27875.7	10802.7
70	KEKC65	Gd	17117.8	27758.7	10640.9
71	KEKC64	Gd	17256.8	27871.7	10614.9
72	KEKC66	Gd	17258.8	27776.1	10517.3
73	KEKC59	Gd	17268.7	27954.3	10685.6
74	KEKC44	Gd	17295.9	27967.8	10671.9
75	KEKC56	Gd	17308.2	27898.8	10590.6
76	KEKC51	Gd	17366.1	28075.1	10709.0
77	KEKC55	Gd	17400.7	28030.5	10629.8
78	KEKC53	Gd	17475.6	28184.8	10709.2
79	KEKC61	Gd	17528.2	28165.0	10636.8
80	KEKC54	Gd	17531.2	28125.0	10593.8

高浜発電所4号機 第23サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度(MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
81	KEKC63	Gd	17542.9	27998.1	10455.2
82	KEKC46	Gd	17557.6	28330.4	10772.8
83	KEKC57	Gd	17558.5	28123.6	10565.1
84	KEKC58	Gd	17779.8	28514.4	10734.6
85	KBJD42	通常	22877.9	32480.3	9602.4
86	KBJD40	通常	22989.7	32416.9	9427.2
87	KBJD45	通常	23118.9	32833.1	9714.2
88	KBJD41	通常	23180.4	32893.6	9713.2
89	KBJD44	通常	23238.8	32887.1	9648.3
90	KBJD43	通常	23276.7	32719.1	9442.4
91	KBJD47	通常	23309.7	32891.0	9581.3
92	KBJD46	通常	23321.8	32914.2	9592.4
93	KBJC55	通常	24335.0	33958.3	9623.3
94	KBJC61	通常	24438.6	33907.7	9469.1
95	KBJC59	通常	24516.1	34043.5	9527.4
96	KBJC66	通常	24618.8	34216.6	9597.8
97	KBJC65	通常	24653.8	34070.9	9417.1
98	KBJC52	通常	24708.3	34058.8	9350.5
99	KBJC62	通常	24799.4	34159.2	9359.8
100	KBJC68	通常	24895.2	34203.1	9307.9
101	KGKT10	Mox	24515.7	35087.0	10571.3
102	KGKT12	Mox	24647.6	35077.7	10430.1
103	KGKT11	Mox	24716.5	35299.3	10582.8
104	KGKT09	Mox	24923.5	35480.0	10556.5
105	KEKB55	Gd	24699.5	29179.4	4479.9
106	KEKB48	Gd	24760.6	29348.6	4588.0
107	KEKB53	Gd	24925.9	29630.5	4704.6
108	KEKB60	Gd	24929.1	29536.1	4607.0
109	KEKB59	Gd	24960.9	29476.8	4515.9
110	KEKB58	Gd	25008.4	29546.1	4537.7
111	KEKB50	Gd	25023.1	29652.4	4629.3
112	KEKB46	Gd	25084.3	29531.8	4447.5
113	KEKB29	通常	26445.4	36045.4	9600.0
114	KEKB32	通常	26675.0	36003.9	9328.9
115	KEKB27	通常	26716.8	36350.9	9634.1
116	KEKB26	通常	26720.8	36063.4	9342.6
117	KEKB31	通常	26814.9	36503.9	9689.0
118	KEKB30	通常	26881.1	36226.8	9345.7
119	KEKB28	通常	26920.1	36108.9	9188.8
120	KEKB33	通常	27178.7	36879.1	9700.4
121	KAHD56	通常	27744.4	36901.4	9157.0
122	KAHD54	通常	27830.2	36144.0	8313.8
123	KAHD59	通常	27931.7	36170.6	8238.9
124	KAHD53	通常	27974.4	37052.3	9077.9
125	KAHD55	通常	28008.0	37217.3	9209.3
126	KAHD58	通常	28013.2	36149.7	8136.5
127	KAHD52	通常	28048.6	37217.5	9168.9
128	KAHD57	通常	28172.0	36335.0	8163.0
129	KEKB49	Gd	29031.7	38293.0	9261.3
130	KEKB57	Gd	29103.6	38220.3	9116.7
131	KEKB47	Gd	29151.6	38288.0	9136.4
132	KEKB56	Gd	29301.6	38527.0	9225.4
133	KEKB52	Gd	29320.3	38301.8	8981.5
134	KEKB61	Gd	29410.7	38457.9	9047.2
135	KEKB54	Gd	29422.8	38588.0	9165.2
136	KEKB51	Gd	29475.3	38609.7	9134.4
137	KAHD32	通常	30489.8	38840.3	8350.5
138	KAHD43	通常	30592.9	39231.5	8638.6
139	KAHD45	通常	30777.4	39224.5	8447.1
140	KAHD42	通常	30803.5	39264.0	8460.5
141	KAHD33	通常	30805.1	39100.7	8295.6
142	KAHD48	通常	30843.7	39130.0	8286.3
143	KAHD41	通常	30845.6	39253.0	8407.4
144	KAHD46	通常	30867.0	39284.3	8417.3
145	KBJC60	通常	31530.0	40604.6	9074.6
146	KBJC69	通常	31641.9	40351.5	8709.6
147	KBJC53	通常	31680.8	40852.9	9172.1
148	KBJC56	通常	31739.7	40866.6	9126.9
149	KBJC85	Gd	34129.6	42868.0	8738.4
150	KBJC92	Gd	34203.0	43039.9	8836.9
151	KBJC86	Gd	34258.8	42994.4	8748.6
152	KBJC94	Gd	34250.2	42892.2	8642.0
153	KBJC88	Gd	34259.6	43047.6	8788.0
154	KBJC77	Gd	34375.4	43134.9	8759.5
155	KBJC81	Gd	34388.6	43176.5	8787.9
156	KBJC93	Gd	34401.9	43042.6	8640.7
157	NT4Q04	Gd	34858.1	43668.7	8810.6
-	平均	-	17790.7	26943.1	9152.4

高浜4号機 第23サイクル炉心燃焼度推移

大飯発電所4号機 第10サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度 (MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
1	KAHA33	通常	0.0	14884.1	14884.1
2	KAHA34	通常	0.0	14696.5	14696.5
3	KAHA35	通常	0.0	14697.6	14697.6
4	KAHA36	通常	0.0	14805.1	14805.1
5	KAHA37	通常	0.0	14668.6	14668.6
6	KAHA38	通常	0.0	14756.5	14756.5
7	KAHA39	通常	0.0	14794.7	14794.7
8	KAHA40	通常	0.0	14685.0	14685.0
9	KBJA13	Gd	0.0	19294.9	19294.9
10	KBJA14	Gd	0.0	19366.3	19366.3
11	KBJA15	Gd	0.0	19416.9	19416.9
12	KBJA16	Gd	0.0	19297.1	19297.1
13	KBJB50	Gd	0.0	19627.5	19627.5
14	KBJB51	Gd	0.0	19645.8	19645.8
15	KBJB52	Gd	0.0	19429.6	19429.6
16	KBJB53	Gd	0.0	19569.8	19569.8
17	KCHC01	Gd	0.0	18723.9	18723.9
18	KCHC02	Gd	0.0	18959.4	18959.4
19	KCHC03	Gd	0.0	18440.4	18440.4
20	KCHC04	Gd	0.0	19197.5	19197.5
21	KCHC05	Gd	0.0	19140.7	19140.7
22	KCHC06	Gd	0.0	19899.5	19899.5
23	KCHC07	Gd	0.0	19053.7	19053.7
24	KCHC08	Gd	0.0	18726.4	18726.4
25	KCHC09	Gd	0.0	20104.3	20104.3
26	KCHC10	Gd	0.0	18906.5	18906.5
27	KCHC11	Gd	0.0	19118.3	19118.3
28	KCHC12	Gd	0.0	19970.2	19970.2
29	KCHC13	Gd	0.0	20029.3	20029.3
30	KCHC14	Gd	0.0	19995.2	19995.2
31	KCHC15	Gd	0.0	19178.1	19178.1
32	KCHC16	Gd	0.0	18913.3	18913.3
33	KCHC17	Gd	0.0	20278.2	20278.2
34	KCHC18	Gd	0.0	20287.2	20287.2
35	KCHC19	Gd	0.0	20064.2	20064.2
36	KCHC20	Gd	0.0	18735.9	18735.9
37	KCHC29	Gd	0.0	18815.0	18815.0
38	KCHC30	Gd	0.0	19939.0	19939.0
39	KCHC31	Gd	0.0	20242.2	20242.2
40	KCHC32	Gd	0.0	18464.4	18464.4
41	KCHC33	Gd	0.0	20085.4	20085.4
42	KCHC34	Gd	0.0	18666.4	18666.4
43	KCHC35	Gd	0.0	19876.0	19876.0
44	KCHC36	Gd	0.0	18944.6	18944.6
45	KDJC01	通常	0.0	16087.0	16087.0
46	KDJC02	通常	0.0	15136.3	15136.3
47	KDJC03	通常	0.0	15120.0	15120.0
48	KDJC04	通常	0.0	14599.2	14599.2
49	KDJC05	通常	0.0	14886.0	14886.0
50	KDJC06	通常	0.0	15083.7	15083.7
51	KDJC07	通常	0.0	16249.1	16249.1
52	KDJC08	通常	0.0	14644.1	14644.1
53	KDJC09	通常	0.0	15188.6	15188.6
54	KDJC10	通常	0.0	14731.2	14731.2
55	KDJC11	通常	0.0	15003.1	15003.1
56	KDJC12	通常	0.0	14795.3	14795.3
57	KDJC13	通常	0.0	14821.2	14821.2
58	KDJC14	通常	0.0	14664.2	14664.2
59	KDJC15	通常	0.0	14646.9	14646.9
60	KDJC16	通常	0.0	15122.8	15122.8
61	KDJC17	通常	0.0	16205.0	16205.0
62	KDJC18	通常	0.0	14516.4	14516.4
63	KDJC19	通常	0.0	16243.9	16243.9
64	KDJC20	通常	0.0	15109.3	15109.3
65	KDJC21	通常	0.0	15020.5	15020.5
66	KDJC22	通常	0.0	15061.6	15061.6
67	KDJC23	通常	0.0	14805.0	14805.0
68	KDJC24	通常	0.0	15288.1	15288.1
69	KAHA32	通常	13233.6	29204.2	15970.6
70	KAHA29	通常	13296.0	29141.1	15845.1
71	KAHA08	通常	13496.9	29472.5	15975.6
72	KAHA13	通常	13498.5	29511.7	16013.2
73	KAHA06	通常	13568.5	29397.4	15828.9
74	KAHA31	通常	13815.9	29425.3	15609.4
75	KAHA23	通常	13871.4	29490.1	15618.7
76	KAHA30	通常	13944.3	32052.7	18108.4
77	KAHA20	通常	13948.8	29768.3	15819.5
78	KAHA22	通常	14001.5	31927.2	17925.7
79	KAHA02	通常	14007.3	32222.0	18214.7
80	KAHA05	通常	14190.2	32074.0	17883.8
81	KAHA18	通常	14202.8	32000.0	17797.2
82	KAHA10	通常	14215.7	32155.8	17940.1
83	KAHA21	通常	14260.1	32246.0	17985.9
84	KAHA24	通常	14283.9	32195.0	17911.9
85	KAHA12	通常	14848.6	33736.6	18888.0
86	KAHA19	通常	14856.6	33793.6	18937.0
87	KAHA28	通常	14926.3	33596.1	18669.8
88	KAHA04	通常	15041.5	33613.1	18571.6
89	KAHA25	通常	15256.7	33806.2	18549.5
90	KAHA11	通常	15270.2	33763.2	18493.0
91	KAHA07	通常	15285.6	33496.2	18210.6
92	KAHA15	通常	15341.8	33829.6	18487.8
93	KAHA09	通常	15342.6	33506.1	18163.5
94	KAHA27	通常	15393.9	33781.8	18387.9
95	KAHA03	通常	15460.3	33993.8	18533.5
96	KAHA01	通常	15483.2	33939.9	18456.7
97	KAHA17	通常	15632.5	33784.1	18151.6
98	KAHA26	通常	15648.9	33852.9	18204.0
99	KAHA16	通常	15752.3	33905.3	18153.0
100	KAHA14	通常	15756.9	33851.4	18094.5

大飯発電所4号機 第10サイクル炉心燃焼度推移

燃料番号	燃料種別	燃焼度 (MWd/t)			
		サイクル初期	サイクル末期	差	
101	KAHA46	Gd	16812.1	35115.2	18303.1
102	KAHA51	Gd	17073.1	35341.9	18268.8
103	KAHA68	Gd	17113.0	35468.7	18355.7
104	KAHA54	Gd	17124.6	35466.1	18341.5
105	KAHA63	Gd	17176.6	35455.6	18279.0
106	KAHA48	Gd	17235.8	35572.2	18336.4
107	KAHA62	Gd	17345.3	35488.6	18143.3
108	KAHA59	Gd	17493.3	35669.7	18176.4
109	KAHA65	Gd	17897.5	35044.6	17057.1
110	KAHA64	Gd	18068.6	35261.2	17192.6
111	KAHA66	Gd	18076.5	35023.2	16946.7
112	KAHA52	Gd	18194.5	35313.7	17119.2
113	KAHA61	Gd	18205.4	35257.4	17052.0
114	KAHA50	Gd	18205.9	35099.1	16893.2
115	KAHA47	Gd	18243.2	35166.6	16923.4
116	KAHA60	Gd	18395.4	35372.1	16976.7
117	KAHA56	Gd	18676.1	35103.4	16427.3
118	KAHA44	Gd	18794.1	35395.1	16601.0
119	KAHA58	Gd	18817.8	35059.3	16241.5
120	KAHA49	Gd	18872.9	36751.0	17878.1
121	KAHA42	Gd	18986.1	35469.0	16482.9
122	NO4J43	Gd	19034.7	37289.1	18254.4
123	NO4J44	Gd	19084.9	37497.9	18413.0
124	KAHA45	Gd	19161.0	36900.2	17739.2
125	KBJA10	Gd	19210.2	27957.9	8747.7
126	NO4J42	Gd	19218.3	37770.3	18552.0
127	KAHA43	Gd	19219.6	37061.4	17841.8
128	KBJA08	Gd	19239.2	37804.0	18564.8
129	KAHA53	Gd	19277.9	36985.5	17707.6
130	KBJA01	Gd	19284.6	37647.5	18362.9
131	KAHA41	Gd	19289.9	37069.7	17779.8
132	KBJA02	Gd	19317.9	28121.1	8803.2
133	KAHA67	Gd	19318.6	36936.2	17617.6
134	KAHA55	Gd	19325.3	36909.8	17584.5
135	KBJA07	Gd	19327.6	27881.8	8554.2
136	KBJA03	Gd	19331.9	28157.0	8825.1
137	NO4J41	Gd	19348.5	37794.5	18446.0
138	KBJA04	Gd	19394.9	28142.2	8747.3
139	KBJA09	Gd	19400.2	28100.8	8700.6
140	KBJA06	Gd	19413.1	37686.1	18273.0
141	KBJA05	Gd	19471.9	37977.8	18505.9
142	KBJA11	Gd	19474.5	28111.7	8637.2
143	KBJA12	Gd	19558.3	28123.6	8565.3
144	KAHA57	Gd	19587.2	37175.2	17588.0
145	NO4I20	Gd	27878.0	43966.5	16088.5
146	NO4I30	Gd	27922.3	44015.9	16093.6
147	NO4I29	Gd	27984.6	44021.1	16036.5
148	NO4I21	Gd	27992.4	43961.7	15969.3
149	NO4I27	Gd	28021.9	44062.0	16040.1
150	NO4I10	Gd	28050.4	44113.3	16062.9
151	NO4I32	Gd	28081.1	44149.8	16068.7
152	NO4I12	Gd	28189.8	44183.4	15993.6
153	NO4I14	Gd	28977.8	44751.2	15773.4
154	NO4I26	Gd	29160.5	45009.9	15849.4
155	NO4I23	Gd	29201.6	45218.9	16017.3
156	NO4I19	Gd	29206.2	45198.2	15992.0
157	NO4J45	通常	30026.4	44727.2	14700.8
158	NO4J47	通常	30154.9	44906.2	14751.3
159	NO4J46	通常	30451.5	45034.8	14583.3
160	NO4J51	通常	30553.7	45209.4	14655.7
161	MO4I73	通常	30557.0	44848.1	14291.1
162	MO4I78	通常	30559.3	44995.4	14436.1
163	MO4I75	通常	30565.3	44739.3	14174.0
164	MO4I77	通常	30605.9	44852.1	14246.2
165	NO4J50	通常	30626.1	45158.4	14532.3
166	NO4J52	通常	30645.8	45043.1	14397.3
167	MO4I74	通常	30647.8	44749.7	14101.9
168	MO4I79	通常	30649.0	44861.2	14212.2
169	MO4I80	通常	30653.6	44986.5	14332.9
170	NO4J48	通常	30679.6	45244.4	14564.8
171	MO4I76	通常	30733.3	44848.5	14115.2
172	NO4J49	通常	30742.9	45372.0	14629.1
173	MO4I60	通常	32903.3	46168.8	13265.5
174	MO4I59	通常	32965.7	46122.6	13156.9
175	MO4I56	通常	33092.3	46244.8	13152.5
176	MO4I57	通常	33104.5	46351.8	13247.3
177	MO4F43	通常	33516.8	43045.0	9528.2
178	MO4I70	通常	33649.8	46232.2	12582.4
179	MO4I51	通常	33765.0	46081.7	12316.7
180	MO4I53	通常	33809.0	46222.0	12413.0
181	MO4I62	通常	33848.4	46247.4	12399.0
182	NO4G13	Gd	34922.9	46421.5	11498.6
183	NO4G10	Gd	35008.6	46218.3	11209.7
184	NO4G22	Gd	35054.9	46385.8	11309.9
185	NO4G19	Gd	35450.7	46753.4	11302.7
186	NO4H26	Gd	36043.2	42267.9	6224.7
187	NO4H34	Gd	36070.6	42302.0	6231.4
188	NO4H33	Gd	36131.6	42373.1	6241.5
189	NO4H37	Gd	36224.8	42503.5	6278.7
190	NO4H25	Gd	36226.7	42411.5	6184.8
191	NO4H38	Gd	36381.2	42630.1	6248.9
192	NO4H35	Gd	36407.5	42605.0	6197.5
193	NO4H39	Gd	36510.6	42707.3	6196.7
-	平均	-	14761.3		