第 16 条：燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

＜目次＞

1. 基本方針
1.1 要求事項の整理
2. 追加要求事項に対する適合方針
2.1 使用済燃料プールへの重量物落下について
2.2 使用済燃料プールを監視する機能の確保について
3. 別添
別添 1　使用済燃料プールへの重量物落下について
別添 2　使用済燃料プール監視設備について
別添 3　運用，手順説明資料
燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
別添 4　使用済燃料プールへの重量物落下に係る対象重量物の現場確認について

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

設置許可基準規則第16条並びに技術基準規則第26条，第34条及び第47条を第1.1-1表に示す。また，第1.1-1表において，新規制基準に伴う追加要求事項を明確化する。

第1.1-1表　設置許可基準規則第16条及び技術基準規則第26条，第34条及び第47条　要求事項

設置許可基準規則 第16条 （燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	技術基準規則 第26条 （燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）	備　考
第十六条　発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）の取扱施設（安全施設に係るものに限る。）を設けなければならない。 一　燃料体等を取り扱う能力を有するものとすること。 二　燃料体等が臨界に達するおそれがないものとすること。 三　崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとすること。	第二十六条　通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）を取り扱う設備は、次に定めるところにより施設しなければならない。 一　燃料体等を取り扱う能力を有するものであること。 二　燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であること。 三　崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。	変更なし
－	四　取扱中に燃料体等が破損しないこと。 五　燃料体等を封入する容器は、取扱中における衝撃、熱その他の容器に加わる負荷に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。	変更なし
四　使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとすること。	六　前号の容器は、内部に燃料体等を入れた場合に、放射線障害を防止するため、その表面の線量当量率及びその表面から一メートルの距離における線量当量率がそれぞれ原子力規制委員会の定める線量当量率を超えないように遮蔽できるものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。	変更なし

設置許可基準規則 第16条 （燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	技術基準規則 第26条 （燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）	備　考
五　燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとすること。	七　燃料体等の取扱中に燃料体等を取り扱うための動力源がなくなった場合に、燃料体等を保持する構造を有する機器を設けることにより燃料体等の落下を防止できること。	変更なし
2　発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設（安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。）を設けなければならない。 一　燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。 イ　燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとすること。 ロ　燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとすること。 ハ　燃料体等が臨界に達するおそれがないものとすること。	2　燃料体等を貯蔵する設備は、次に定めるところにより施設しなければならない。 五　燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質が放出されることに伴い公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合、放射性物質による敷地外への影響を低減するため、燃料貯蔵設備の格納施設及び放射性物質の放出を低減する発電用原子炉施設を施設すること。 三　燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものであること。 一　燃料体等が臨界に達するおそれがない構造であること。	変更なし
二　使用済燃料の貯蔵施設（使用済燃料を工場等内に貯蔵する乾式キャスク（以下「キャスク」という。）を除く。）にあっては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。 イ　使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとすること。	四　使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽（以下「使用済燃料貯蔵槽」という。）は、次に定めるところによること。 ロ　使用済燃料その他高放射性の燃料体の放射線を遮蔽するために必要な量の水があること。	変更なし

設置許可基準規則 第16条 （燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	技術基準規則 第26条 （燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）	備　考
ロ　貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとすること。	二　崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。	
ハ　使用済燃料貯蔵槽（安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。）から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであって、使用済燃料貯蔵槽から水が漏えいした場合において水の漏えいを検知することができるものとすること。	イ　放射性物質を含む水があふれ、又は漏れない構造であること。 ハ　使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食するおそれがある場合は、これを防止すること。	
ニ　燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとすること。	ニ　燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないこと。	追加要求事項
－	七　取扱者以外の者がみだりに立ち入らないようにすること。	変更なし

設置許可基準規則 第16条 （燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	技術基準規則 第34条 （計測装置）	備　考
3　発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。 一　使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとすること。 二　外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を監視することができるものとすること。	発電用原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する装置を施設しなければならない。ただし、直接計測することが困難な場合は、当該事項を間接的に測定する装置を施設することをもって、これに代えることができる。 十四　使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位 3　第一項第十二号から第十四号までに掲げる事項を計測する装置（第一項第十二号に掲げる事項を計測する装置にあっては、燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備に属するものに限る。）にあっては、外部電源が喪失した場合においてもこれらの事項を計測することができるものでなければならない。	追加要求事項
－	4　第一項第一号及び第三号から第十五号までに掲げる事項を計測する装置にあっては、計測結果を表示し、記録し、及びこれを保存することができるものでなければならない。ただし、設計基準事故時の放射性物質の濃度及び線量当量率を計測する主要な装置以外の装置であって、断続的に試料の分析を行う装置については、運転員その他の従事者が測定結果を記録し、及びこれを保存し、その記録を確認することをもって、これに代えることができる。	追加要求事項

設置許可基準規則 第16条 （燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）	技術基準規則 第47条 （警報装置等）	備　考
（再掲） 3　発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。 一　使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとすること。	2　発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下を確実に検知し、自動的に警報する装置を施設しなければならない。ただし、発電用原子炉施設が、使用済燃料貯蔵槽の水温の著しい上昇又は使用済燃料貯蔵槽の水位の著しい低下に自動的に対処する機能を有している場合は、この限りでない。	追加要求事項

2. 追加要求事項に対する適合方針

2.1 使用済燃料プールへの重量物落下について

使用済燃料プールへ重量物が落下した場合においても，使用済燃料プールの機能が損なわれないようにするため，使用済燃料プールへの落下が想定される重量物を抽出し，抽出された重量物が基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

(1) 使用済燃料プールへの落下が想定される重量物の抽出

a. 使用済燃料プール周辺の設備等の抽出

使用済燃料プール周辺の設備等について，現場確認，図面等（建屋機器配置図，機器設計仕様書，系統設計仕様書）により抽出し，抽出した設備等を類似機器ごとに項目分類を行う。なお，抽出した機器については，現場の作業実績により抽出に漏れがないことを確認している。

b. 使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

上記 a. で抽出及び項目分類したものについて，項目ごとに使用済燃料プールとの離隔距離や設置方法などを考慮し，使用済燃料プールに落下するおそれがあるものを抽出する。

抽出された設備等の中から，落下エネルギーと気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギーを比較し，使用済燃料プールへの落下影響を検討すべき重量物を抽出する。

(2) 使用済燃料プールへの落下防止対策

a. 耐震性確保による落下防止対策

燃料取替機，原子炉建屋クレーンについて，基準地震動Ssに対して耐震評価により壊れて落下しないことを確認し，落下防止のために必要な構造強度を有していることを確認する。

また，使用済燃料プール周辺に常設している重量物は，落下防止のために必要な構造強度を有する設計とする。

b. 設備構造上の落下防止対策

クレーンの安全機能として，フック外れ止め，ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構等，設備構造上の落下防止措置が適切に講じられる設計とする。

c. 運用状況による落下防止対策

クレーン等安全規則に基づく点検，安全装置の使用，クレーンの有資格者作業等の要求事項対応による落下防止措置が適切に実施されていることを確認する。

また，燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの使用済燃料プール外への待機運用，原子炉建屋クレーンの可動範囲制限による落下防止措置及び使用済燃料プール周りの異物混入防止対策を実施する方針について保安規定にて示す。

2.2 使用済燃料プールを監視する機能の確保について

使用済燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を中央制御室において監視し，異常時に警報を発信する設計とする。また，これら計測設備については非常用所内電源から受電し，外部電源が利用できない場合においても，監視できる設計とする。

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

別添１

柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉

使用済燃料プールへの重量物落下について

目次

１．新規制基準の追加要件について
1.1　概　要

２．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

３．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出
3.1　評価フローⅠ（使用済燃料プール周辺の設備等の抽出）の考え方
3.1.1　現場確認による抽出
3.1.2　機器配置図等による抽出
3.1.3　使用済燃料プール周辺の作業実績からの抽出
3.2　評価フローⅠの抽出結果
3.2.1　現場，機器配置図等による確認及び作業実績により抽出した設備等

４．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出
4.1　評価フローⅡ（使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出）の考え方
4.1.1　設置状況による抽出
4.1.2　落下エネルギーによる抽出
4.1.3　落下防止対策の要否判断が必要となる重量物の抽出
4.2　評価フローⅡの抽出結果
4.2.1　設置状況による抽出結果
4.2.2　落下エネルギーによる抽出結果
4.2.3　落下防止対策の要否判断が必要となる重量物の抽出結果

５．落下防止対策の要否判断
5.1　評価フローⅢ（落下防止対策の要否判断）の考え方
5.2　評価フローⅢの評価
5.2.1　耐震性確保による落下防止対策
5.2.2　設備構造上の落下防止対策
5.2.3　運用状況による落下防止対策
5.3　評価フローⅢの抽出結果
5.3.1　落下防止対策を実施することにより落下評価が不要となるもの

６．重量物の評価結果

（別紙）

１．燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性について
２．使用済燃料プールと燃料取替床面上設備等との離隔概要について
３．燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの待機場所について
４．原子炉建屋クレーンのインターロックについて
５．使用済燃料プール周辺における異物混入防止エリアについて

（補足説明資料）

１．７号炉 使用済燃料プール上部ダクトの健全性評価
２．燃料取替機 主ホイスト（ワイヤロープ，グラップルヘッド，ブレーキ）の健全性評価について
３．原子炉建屋クレーン 主巻（ワイヤロープ，フック，ブレーキ）の健全性評価について
４．燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの落下防止対策
５．過去不具合事象に対する対応状況について
６．新燃料の取り扱いにおける落下防止対策
７．使用済燃料輸送容器取り扱い作業時における使用済燃料プールへの影響
８．使用済燃料輸送容器吊具による使用済燃料輸送容器の吊り方について
９．６号炉と７号炉における評価内容の差異について

１．新規制基準の追加要件について

1.1　概　要

平成 25 年 7 月 8 日に施行された新規制基準のうち，下記の規則において重量物の落下時の貯蔵施設の機能に関する規制要件が新たに追加された。

このため使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要となる重量物を抽出するとともに，新規制基準への適合状況について確認した。

なお，当該規制については，使用済燃料の貯蔵施設における機能維持が要件となっているため，柏崎刈羽 6 号及び 7 号炉使用済燃料プールのライニング健全性維持について評価した。

また，燃料集合体の落下に関する規制要件については変更されていない（安全設計審査指針 指針 49 と同じ）ため，ここでは燃料集合体以外の重量物を対象とし，燃料集合体に関しては参考として確認した。

＜重量物落下に関する規制要件が新たに追加となった規則＞

ａ．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
　　第十六条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）　第２項 第二号 ニ

ｂ．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
　　第二十六条（燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）　第２項 第四号 ニ

２．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物について，以下のフローにより網羅的に評価した。

Ⅰ．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出

使用済燃料プール周辺の設備等について，現場確認，図面等（建屋機器配置図，機器設計仕様書，系統設計仕様書）により抽出し，抽出した設備等を類似機器ごとに項目分類を行う。なお，抽出した機器については，現場の作業実績により抽出に漏れがないことを確認する。

Ⅱ．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

評価フローⅠで抽出及び項目分類したものについて，項目ごとに使用済燃料プールとの離隔距離や設置方法などを考慮し，使用済燃料プールに落下するおそれがあるものを抽出する。

抽出された設備等の中から，落下エネルギーと気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギーを比較し，使用済燃料プールへの落下影響を検討すべき重量物を抽出する。

Ⅲ．落下防止対策の要否判断

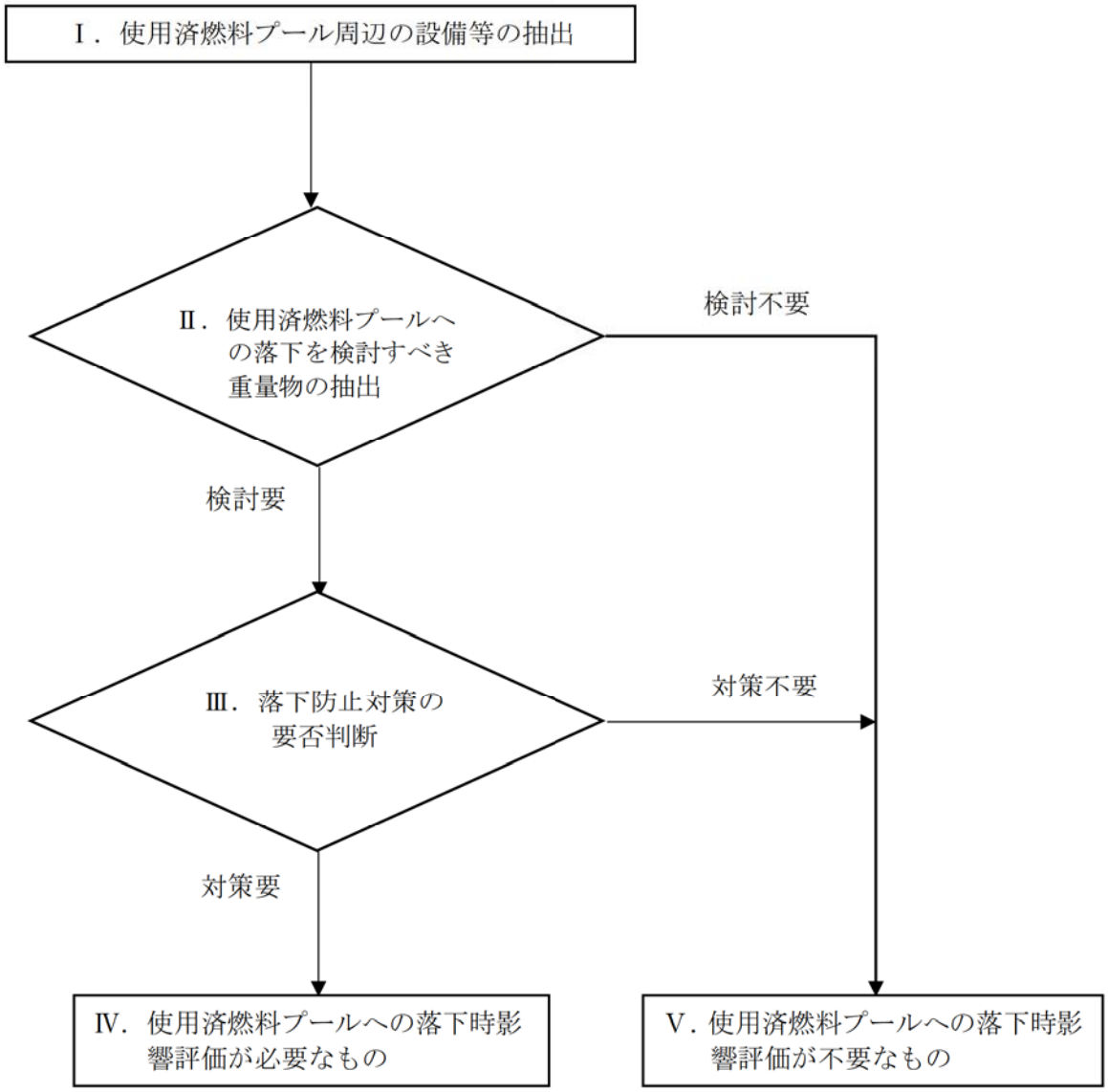
評価フローⅡで抽出した設備等に対し，耐震性，設備構造及び運用状況について，適切に対応されていることを確認する。

Ⅳ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要なもの

評価フローⅢで落下防止対策が必要とされた重量物は，落下時に使用済燃料プールの機能を損なうおそれがあることから，使用済燃料プールへの落下時影響評価を実施する。

Ⅴ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が不要なもの

評価フローⅡで検討不要，又は評価フローⅢで対策不要としたものは，使用済燃料プールの機能を損なう重量物ではないことから，落下時影響評価は不要とする。


Ⅰ．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出
Ⅱ．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出
検討不要
検討要
Ⅲ．落下防止対策の要否判断
対策不要
対策要
Ⅳ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要なもの
Ⅴ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が不要なもの

第2.1図　評価フロー

3．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出

3.1　評価フローⅠ（使用済燃料プール周辺の設備等の抽出）の考え方

3.1.1　現場確認による抽出

使用済燃料プール周辺の設備等に係る現場確認を実施し，「地震等により使用済燃料プールに落下するおそれがあるもの」について抽出する。

（抽出基準）

・使用済燃料プール周辺の設備等について，設置位置（高さ），物量，重量，固定状況等を確認し，地震等により使用済燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

3.1.2　機器配置図等※による抽出

使用済燃料プール周辺の設備等について，機器配置図や設計仕様書の図面等を用いて抽出する。

※　建屋機器配置図
機器設計仕様書（燃料取扱機器，燃料取替機　等）
系統設計仕様書（原子炉建屋クレーン，燃料取扱及びプール一般設備　等）

（抽出基準）

・使用済燃料プール周辺の内挿物等現場で確認出来ない設備等について，機器配置図等にて物量，重量，配置状況等を確認し，使用済燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

3.1.3　使用済燃料プール周辺の作業実績からの抽出

使用済燃料プール周辺の作業で，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用して取り扱う設備等について，作業実績に基づき抽出する。

（抽出基準）

・使用済燃料プール周辺の作業において，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用して取り扱う設備等。

また，使用済燃料プール周辺は，異物混入防止エリアとなっており，日常作業等における持込品については，必要最低限に制限するとともに落下防止措置を講じていることから，使用済燃料プールに落下するおそれがないため，抽出の対象外とする。

3.2　評価フローⅠの抽出結果

3.2.1　現場，機器配置図等による確認及び作業実績により抽出した設備等

現場，機器配置図等による確認及び作業実績により，以下の設備等を抽出した。抽出した設備等を分類した各項目の詳細については，第3.2.1表及び第3.2.2表に示す。

【抽出した設備等の分類項目】
- 原子炉建屋
- 燃料取替機
- 原子炉建屋クレーン
- その他クレーン類
- ＲＣＣＶ（取扱具含む）
- ＲＰＶ（取扱具含む）
- 内挿物（取扱具含む）
- プール内ラック類
- プールゲート類
- 使用済燃料輸送容器（取扱具含む）
- 電源盤類
- フェンス･ラダー類
- 装置類
- 作業機材類
- 計器･カメラ･通信機器類
- 試験･検査用機材類
- コンクリートプラグ･ハッチ類
- 空調機
- その他

使用済燃料プール周辺の主な作業としては，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用した燃料集合体等の移送作業がある。燃料取替機を使用した作業としては，原子炉圧力容器と使用済燃料プール内ラック間の内挿物等の移動，使用済燃料輸送容器への使用済燃料集合体の移動並びに原子炉冷却材再循環ポンプ（以下「再循環ポンプ」という。）等の取り扱い作業を行う。原子炉建屋クレーンを使用した作業としては，使用済燃料輸送容器の移動，プラント定期検査時の設備等の配置変更，搬入及び搬出等を行う。

（１） 柏崎刈羽６号炉

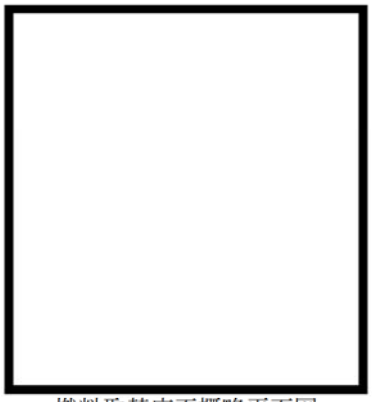
柏崎刈羽６号炉の現場状況を以下に示す。

燃料取替床面全体

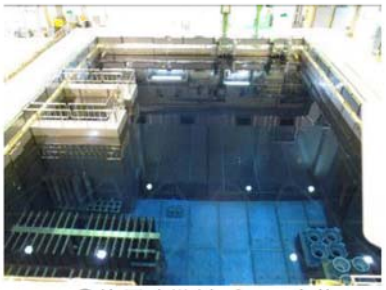
燃料取替機

使用済燃料プール上部天井

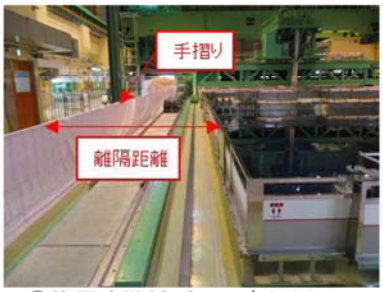
原子炉建屋クレーン



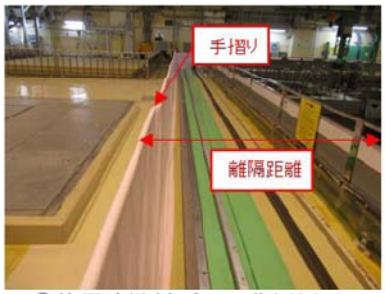
燃料取替床面概略平面図



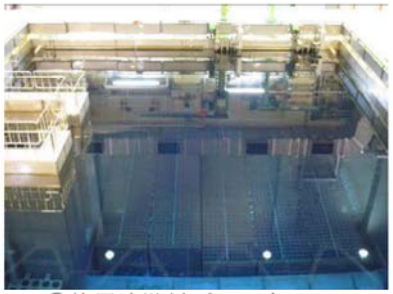
①使用済燃料プール全体



②使用済燃料プール南側側面



③使用済燃料プール北側側面



④使用済燃料プール内ラック

第 3.2.1 図　６号炉 燃料取替床　概要

（２）柏崎刈羽７号炉

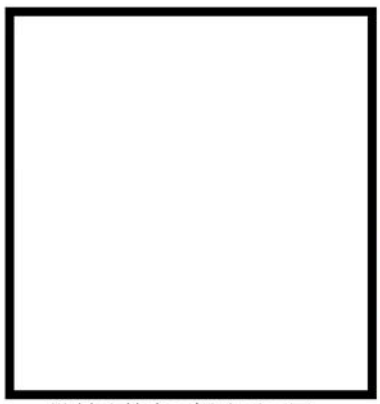
柏崎刈羽７号炉の現場状況を以下に示す。

燃料取替床面全体

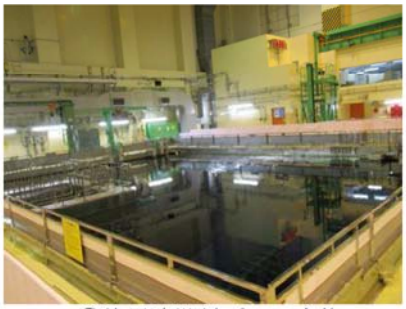
燃料取替機

使用済燃料プール上部天井

原子炉建屋クレーン

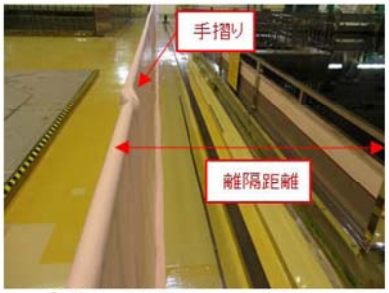


燃料取替床面概略平面図

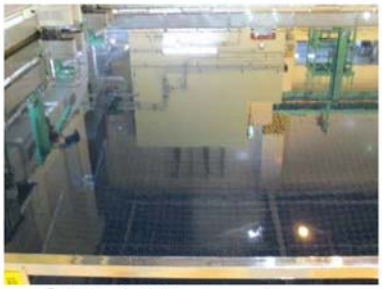


①使用済燃料プール全体

②使用済燃料プール南側側面

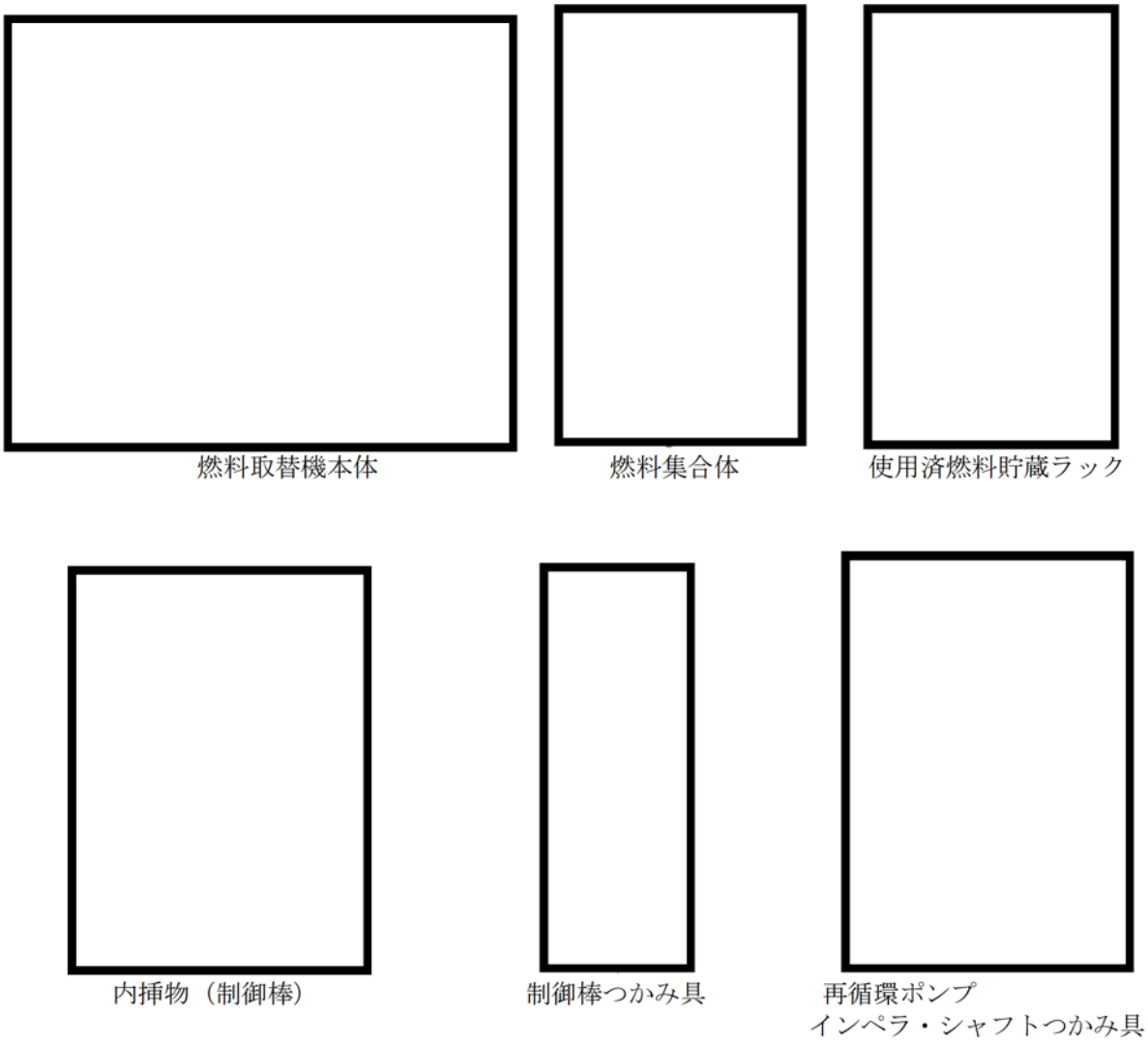


③使用済燃料プール北側側面

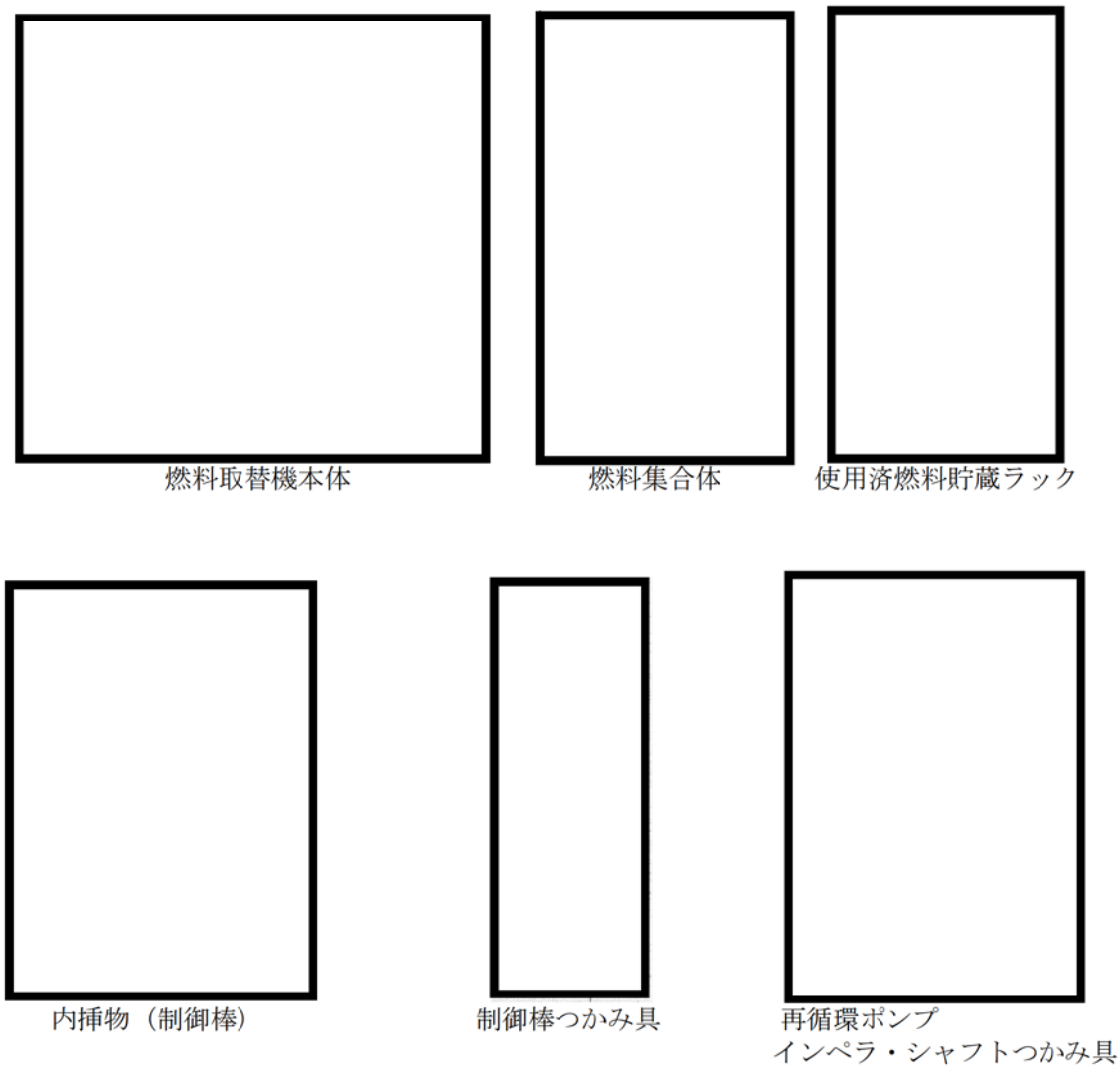


④使用済燃料プール内ラック

第 3.2.2 図　７号炉 燃料取替床　概要

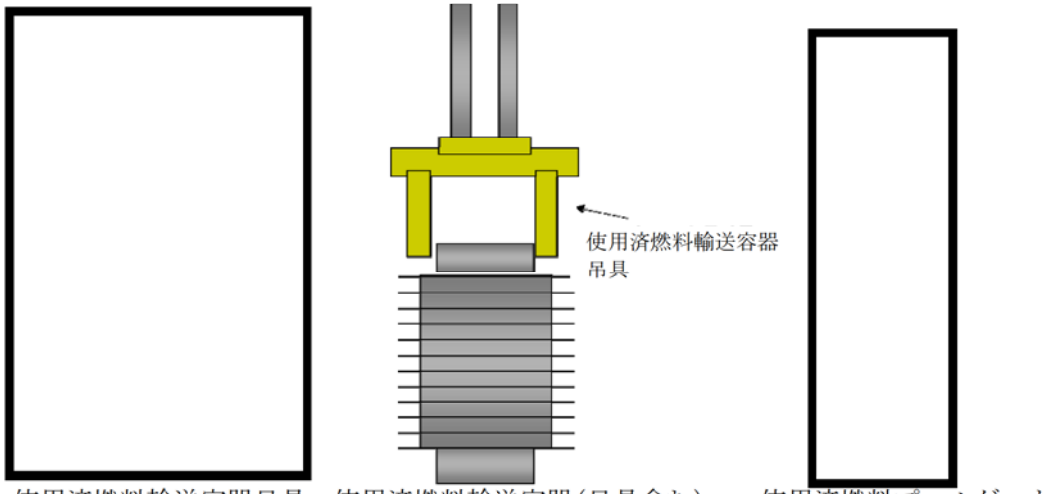


第 3.2.3 図　燃料取替機本体及び取り扱い設備（６号炉）



第 3.2.4 図　燃料取替機本体及び取り扱い設備（７号炉）

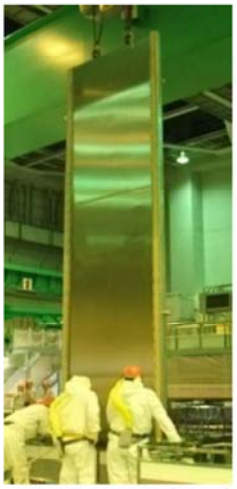
原子炉建屋クレーン



第 3.2.5 図　原子炉建屋クレーン本体及び取り扱い設備（６号炉）

原子炉建屋クレーン

使用済燃料輸送容器吊具



使用済燃料プールゲート

第 3.2.6 図　原子炉建屋クレーン本体及び取り扱い設備（７号炉）

第 3.2.1 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（６号炉）（その１）

番号	抽出項目	詳細
1	原子炉建屋	屋根トラス、耐震壁等
		照明
		クレーンランウェイガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン
4	その他クレーン類	燃料プール用ジブクレーン
		燃料コンテナ起立台
		新燃料検査台
		機器搬出入口用ジブクレーン
5	RCCV（取扱具含む）	RCCV ヘッド（ボルト含む）
		RCCV M/I 吊具
6	RPV（取扱具含む）	RPV ヘッド(＋スタッドテンショナ(RPV ヘッド自動着脱機)＋スタッドボルト)
		RPV ヘッド自動着脱機　変圧器盤
		RPV オーリング
		RPV ヘッド保温材
		圧力容器上蓋仮置除染ピット　上蓋支持台
		スタッドボルトラック
		ボルトスタンド
7	内挿物（取扱具含む）	シュラウドヘッド＋気水分離器
		シュラウドヘッドボルト
		シュラウドヘッドボルトレンチ
		蒸気乾燥器
		蒸気乾燥器・気水分離器吊具
		MS ラインプラグ
		主蒸気ラインプラグ　操作ユニット
		ガイドロッド
		ガイドロッドつかみ具
		グリッドガイド
		挿入ガイド用一時保管具
		インコア挿入ガイド
		サーベランス試験片
		上部格子板
		操作ポール＋その他プール工具
		再循環ポンプインペラ・シャフト
		再循環ポンプインペラ・シャフトつかみ具
		再循環ポンプ運搬用仮設レール
		再循環ポンプ仮置台
		再循環ポンプ検査水槽
		再循環ポンプ検査水槽用リール
		再循環ポンプ上部取扱接続ロッド
		再循環ポンプディフューザ･ストレッチチューブ
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブつかみ具
		再循環ポンプストレッチチューブネジ部保護具
		再循環ポンプディフューザウェアリング
		再循環ポンプディフューザウェアリングつかみ具

第 3.2.1 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（６号炉）（その２）

番号	抽出項目	詳細
7	内挿物（取扱具含む）	再循環ポンプ取扱具保管棚
		再循環ポンプモータ用上部プラグ
		LPRM 検出器
		LPRM／ドライチューブ移送具
		LPRM／ドライチューブ取扱具
		引抜き IHT 用錘
		挿入用 IHT
		LPRM 吊下げハンガ
		インコアストロングバック（原子炉内計装管搬出入装置）
		SRNM
		中性子源
		起動用中性子源ホルダ
		燃料集合体
		制御棒＋燃料サポート
		制御棒・燃料サポート同時つかみ具
		制御棒
		制御棒つかみ具
		燃料チャンネル着脱機
		チャンネル
		チャンネル移動つかみ具
		チャンネル取扱具
		チャンネル取扱ブーム
		チャンネルボルトレンチ
		ブレードガイド（ダブル）
		ブレードガイド（短尺）
		他号機燃料取扱グラップル（収納コンテナ含む）
8	プール内ラック類	ブレードガイド貯蔵ラック
		チャンネル貯蔵ラック
		使用済燃料貯蔵ラック
		制御棒・破損燃料貯蔵ラック
		新燃料貯蔵ラック
		使用済 LPRM 保管ラック
		制御棒貯蔵ハンガ
		再循環ポンプインペラ・シャフト保管ラック
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ保管ラック
9	プールゲート類	D/S プールゲート
		燃料プールゲート G1
		燃料プールゲート G2
		キャスクピットゲート G3
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	使用済燃料輸送容器
		使用済燃料輸送容器吊具
		転倒防止架台

第 3.2.1 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（６号炉）（その３）

番号	抽出項目	詳細
11	電源盤類	照明用トランス
		照明用分電盤
		燃料チャンネル着脱機制御盤
		燃料プール状態表示盤
		作業用電源箱
		使用済燃料貯蔵プール温度中継端子箱
		機器搬出入口ハッチカバー用制御盤
		機器搬出入口ハッチカバー用ジブクレーン　作業電源箱
		無線通信設備補助増幅器
		RPV ヘッド自動着脱機電源箱
		原子炉建屋クレーン電源現場操作箱
		燃料取替機制御室空調機現場盤
		再循環ポンプ検査水槽用制御盤
		インペラ・シャフト検査装置制御盤
12	フェンス･ラダー類	手摺り
		新燃料検査台ピット用ラダー
		D/S プール用梯子
		原子炉ウェル用梯子
13	装置類	伸縮式電動ハッチ駆動装置
		PAR
		除染装置（収納コンテナ含む）
14	作業機材類	真空清掃設備清掃用具格納箱
		原子炉建屋燃料取替床面ハッチカバー　支点用カバー収納箱
		水中テレビカメラビデオ装置
		水中テレビカメラコントローラ
		SFP　操作プラットホーム
		横向水中照明具
		広域水中照明具
		ドロップライト
		ビューイングエイド
		水中カメラ
		燃料グループ　工具棚
		潤滑油保管棚
		保管棚（A）
		保管棚（B）
		保管棚（C）
		保管棚（D）
15	計器･カメラ･通信機器類	原子炉建屋-外気差圧（北側）発信器
		エリア放射線モニタ
		原子炉建屋-外気差圧（西側）発信器
		R/A-外気差圧計
		SGTS 排気流量発信器
		ページング

第 3.2.1 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（６号炉）（その４）

番号	抽出項目	詳細
15	計器･カメラ･通信機器類	ITV カメラ
		IAEA カメラ
		燃料取替エリア排気放射線モニタ（安全系）
		光ジャンクションボックス ch3
		原子炉建屋-外気差圧（東側）発信器
		使用済燃料貯蔵プール温度計
		使用済燃料貯蔵プール水位計
		水素濃度計
		スタックドレン配管 U シール水位計
		原子炉建屋-外気差圧（南側）発信器
16	試験･検査用機材類	インペラ・シャフト検査装置
		スタッドボルト探傷装置
		スタッドボルト用試験片
		テストウェイト（180KG 用）
		テストウェイト（300KG、480KG 用）
		再循環ポンプホイスト用テストウェイト
17	コンクリートプラグ･ハッチ類	機器搬出入口ハッチカバー
		新燃料検査台ピットカバー
		燃料把握機調整ピットカバー
		キャスク洗浄ピットカバー
		D/S カナルプラグ A
		D/S カナルプラグ B
		D/S カナルプラグ C
		原子炉ウェルシールドプラグ A
		原子炉ウェルシールドプラグ B
		原子炉ウェルシールドプラグ C
		原子炉ウェルシールドプラグ D
		原子炉ウェルシールドプラグ E
		スキマサージタンク用ハッチカバーA
		スキマサージタンク用ハッチカバーB
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーA
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーB
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーC
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーD
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーE
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーF
		SFP スロットプラグ A
		SFP スロットプラグ B
		SFP スロットプラグ C
		SFP スロットプラグ D
		D/S プールカバーA
		D/S プールカバーB

第 3.2.1 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（６号炉）（その５）

番号	抽出項目	詳細
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	D/S プールカバーC
		D/S プールカバーD
		D/S プールカバーE
18	空調機	燃料取替機制御室空調機
19	その他	配管
		チェッカープレート
		非常誘導灯
		消火設備
		掲示物
		鉛ガラス
		ダクト
		トップベント
		ブローアウトパネル
		ケーブル
		放送機材
		救命用具
		定期検査用資機材

第 3.2.2 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（７号炉）（その１）

番号	抽出項目	詳細
1	原子炉建屋	屋根トラス，耐震壁等
		照明
		クレーンランウェイガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン
4	その他クレーン類	新燃料検査台
		プール用ジブクレーン
		機器搬出入口用ジブクレーン
5	RCCV(取扱具含む)	RCCV ヘッド（ボルト含む）
		RCCV M/I 吊具
6	RPV(取扱具含む)	RPV ヘッド(＋スタッドテンショナ(RPV ヘッド自動着脱機)＋スタッドボルト)
		RPV ヘッド自動着脱機制御盤
		RPV ヘッド保温材
		RPV 上蓋除染パン　上蓋支持台
		ボルトシャンク部清掃装置
		スタッドボルトラック
		RPV オーリング
		ボルト着脱装置
		油圧装置・集塵装置（RPV ヘッド自動着脱装置用）
		テンショナー予備品収納箱
		ボルトスタンド
7	内挿物（取扱具含む）	シュラウドヘッド＋気水分離器
		シュラウドヘッドボルト
		シュラウドヘッドボルトレンチ
		蒸気乾燥器
		D/S スリング
		MS ラインプラグ
		主蒸気ラインプラグ操作ユニット
		ガイドロッド（収納ケース含む）
		ガイドロッドつかみ具
		グリッドガイド
		インコア挿入ガイド
		挿入ガイド一時保管台
		上部格子板
		操作ポール
		ミラーアタッチメント
		計測器取扱具（IHT）
		中性子源
		起動用中性子源立掛具
		再循環ポンプ検査水槽
		再循環ポンプ検査水槽用作業架台
		再循環ポンプ検査水槽用仮設レール
		再循環ポンプ上部取扱装置保管用移動レール
		再循環ポンプ上部取扱装置保管用吊り天秤
		再循環ポンプ取扱装置仮置台

第 3.2.2 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（７号炉）（その２）

番号	抽出項目	詳細
7	内挿物（取扱具含む）	インペラ・シャフトクラッド除去治具
		再循環ポンプ上部共通吊具（保管箱含む）
		再循環ポンプ上部取扱接続ロッド
		再循環ポンプ上部プラグ
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブつかみ具
		再循環ポンプディフューザウェアリングつかみ具
		再循環ポンプインペラ・シャフト
		再循環ポンプインペラ・シャフトつかみ具
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ
		再循環ポンプディフューザウェアリング
		燃料集合体
		他号機燃料取扱グラップル（収納コンテナ含む）
		燃料チャンネル
		燃料チャンネル着脱機
		チャンネル移動つかみ具
		チャンネル取扱具
		チャンネル取扱ブーム
		チャンネルボルトレンチ
		制御棒
		制御棒つかみ具
		CR・FS
		CR・FS 同時つかみ具（保管架台含む）
		LPRM 切断機
		LPRM 吊下げハンガ
		SRNM
		LPRM 検出器
		LPRM ドライチューブ移送具
		インコアマニプレーター
		ブレードガイド
		インコアストロングバック（原子炉内計装管搬出入装置）
		サーベランス試験片
		再循環ポンプ取扱具保管棚
8	プール内ラック類	使用済燃料貯蔵ラック
		制御棒・破損燃料貯蔵ラック
		新燃料貯蔵ラック
		チャンネル貯蔵ラック
		制御棒貯蔵ハンガ
		使用済 LPRM 保管ラック
		ブレードガイド貯蔵ラック
		再循環ポンプインペラ・シャフト保管ラック
		再循環ポンプディフューザ･ストレッチチューブ保管ラック
9	プールゲート類	SFP ゲート（小）
		SFP ゲート（大）
		キャスクピットゲート
		DSP ゲート

第 3.2.2 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（７号炉）（その３）

番号	抽出項目	詳細
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	使用済燃料輸送容器
		使用済燃料輸送容器吊具
		転倒防止架台
11	電源盤類	機器搬出入口ハッチカバー用制御盤
		燃料チャンネル着脱機制御盤
		原子炉内 ISI 装置用制御盤
		再循環ポンプインペラ・シャフト検査台用操作盤
		ジャンクション BOX
		原子炉建屋クレーンケーブル切替箱
		原子炉建屋クレーン操作箱
		RPV ヘッド自動着脱機トランス盤
		照明用トランス
		照明用分電盤
		作業用電源箱
		原子炉建屋クレーン点検用照明電源スイッチ箱
		原子炉建屋クレーンジョイントボックス
		無線通信設備補助増幅器
12	フェンス･ラダー類	手摺り
		DSP 用梯子
		原子炉ウェル用梯子
		新燃料検査台ピット用ラダー
		SFP スロット部ブリッジ
13	装置類	伸縮式電動ハッチ駆動装置
		除染装置（収納コンテナ含む）
		DSP ゲートエアーパッキン供給装置
		PAR
14	作業機材類	清掃装置
		工具収納ラック　A
		工具収納ラック　B
		工具収納ラック　C
		工具箱（１）
		工具箱（２）
		工具箱（３）
		スリング類収納ハンガ
		長物類収納ラック　A
		長物類収納ラック　B
		ポール類収納ラック
		搬入口ハッチカバー部品収納箱
		再循環ポンプインペラ・シャフト検査台用水中 TV カメラユニット
		再循環ポンプ取扱装置用水中 TV カメラ操作ラック
		清掃油棚
		再循環ポンプ取扱機器用水中 TV カメラ
		ポータブル型気中投光式照明灯
		ビューイングエイド
		燃料チャンネル着脱機テレビカメラ

第 3.2.2 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（７号炉）（その４）

番号	抽出項目	詳細
14	作業機材類	燃料取替監視用テレビ装置 SFP 側テレビカメラ
		燃料取替監視用テレビ装置炉心側テレビカメラ
15	計器･カメラ･通信機器類	IAEA カメラ
		ITV カメラ
		ARM（エリアモニタ）
		プロセスモニタ
		ページング
		使用済燃料貯蔵プール温度計
		使用済燃料貯蔵プール水位計
		水素濃度計
		フィルタ装置出口配管 U シール水位計
		原子炉建屋-外気差圧（南側）発信器
		原子炉建屋-外気差圧（西側）発信器
		原子炉建屋-外気差圧（東側）発信器
		原子炉建屋-外気差圧（北側）発信器
		SGTS イオンチェンバ検出器
		SGTS 排気流量発信器
16	試験･検査用機材類	再循環ポンプ検査台
		シッパーキャップ（シッピング検査用）
		原子炉内　ISI 装置収納庫
17	コンクリートプラグ･ハッチ類	SFP スロットプラグ(A)
		SFP スロットプラグ(B)
		SFP スロットプラグ(C)
		SFP スロットプラグ(D)
		DS スロットプラグ（A）
		DS スロットプラグ（B）
		DS スロットプラグ（C）
		D/S プールカバー
		原子炉ウェルカバー（A）
		原子炉ウェルカバー（B）
		原子炉ウェルカバー（C）
		原子炉ウェルカバー（D）
		原子炉ウェルカバー（E）
		大物搬入口ハッチカバー
		新燃料貯蔵庫カバー
		スキマサージタンク用ハッチカバーA
		スキマサージタンク用ハッチカバーB
		新燃料検査台ピットカバー
		燃料把握機調整ピットカバー
		キャスク洗浄ピットカバー
18	空調機	燃料取替機制御室空調機

第 3.2.2 表　評価フローⅠの抽出結果（詳細）（７号炉）（その５）

番号	抽出項目	詳細
19	その他	配管
		チェッカープレート
		非常誘導灯
		消火設備
		掲示物
		鉛ガラス
		ダクト
		トップベント
		ブローアウトパネル
		ケーブル
		放送機材
		救命用具
		定期検査用資機材

4．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

4.1　評価フローⅡ（使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出）の考え方

4.1.1　設置状況による抽出

使用済燃料プールとの離隔や設置方法等を考慮して，使用済燃料プールに落下するおそれのある設備等を検討要，それ以外の設備等を検討不要として抽出する。

なお，使用済燃料プールとの離隔は，使用済燃料プールと離隔距離が確保され，かつ，手摺りにより区画された外側に設置されていることとする。

4.1.2　落下エネルギーによる抽出

4.1.1「設置状況による抽出」にて検討要となる設備等について，落下エネルギーを算出し，気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギー（約 15.5kJ※）を超える重量物となる設備等を検討要，それ以外の設備等を検討不要として抽出する。

※燃料集合体の気中落下を想定した場合でも使用済燃料プールライニングの健全性は確保されることから，燃料集合体と同等の落下エネルギーを選定の目安とした。詳細は，燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性について（別紙１）参照。

（落下エネルギーの算出方法）

$E = m \times g \times h$

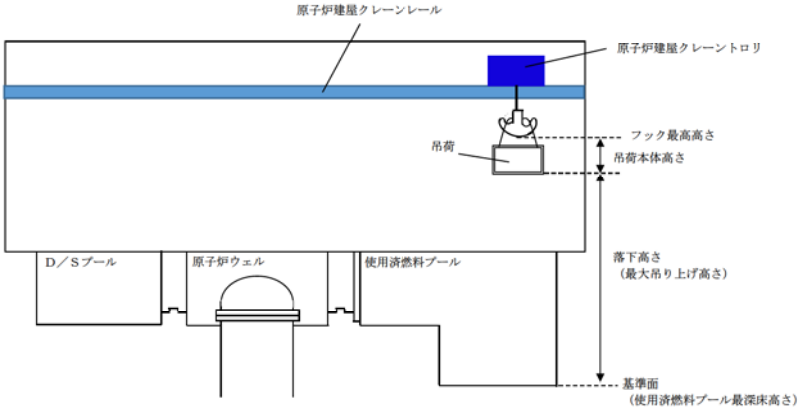
E：落下エネルギー[J]

m：質量[kg]

g：重力加速度[m/s^2]

h：落下高さ[m]

ここで，落下高さは，設備等の最大吊り上げ高さ（＝「フック最高高さ」－「使用済燃料プール最深床高さ」－「吊荷本体高さ」）とし，基準面は使用済燃料プール最深床高さとする。



第4.1.1図　落下高さ算出概要

4.1.3　落下防止対策の要否判断が必要となる重量物の抽出

4.1.1「設置状況による抽出」及び4.1.2「落下エネルギーによる抽出」によ

り検討要となる重量物について，評価フローⅢで使用済燃料プールへの落下防止対策の対応状況確認が必要となる重量物として抽出する。

4.2　評価フローⅡの抽出結果

4.2.1　設置状況による抽出結果

下記項目の設備等は，使用済燃料プールの手摺りの外側に設置され，使用済燃料プールとの離隔距離が確保されているとともに，設置方法として，転倒防止対策（電源盤類，空調機については床や壁面にボルト等にて固定又は固縛）がとられており，仮に地震等により損壊・転倒したとしても使用済燃料プールまでの離隔がとれていることから，検討不要とする（詳細は，使用済燃料プールと燃料取替床面上設備等との離隔概要について（別紙２）参照)。

＜検討不要の項目※＞

（６号炉）

・ＲＣＣＶ（取扱具含む）　　・電源盤類

・空調機

（７号炉）

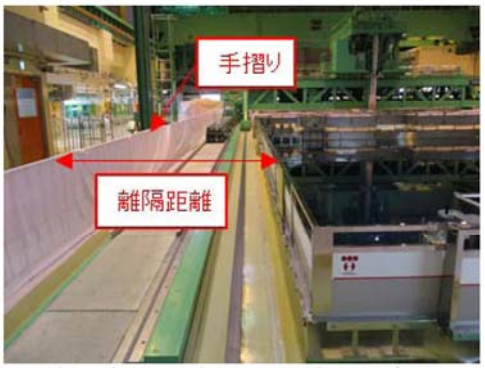
・ＲＣＣＶ（取扱具含む）　　・電源盤類

・空調機

※各項目の詳細は第 3.2.1 表及び第 3.2.2 表を参照

（６号炉の状況）

燃料取替床面上設備



使用済燃料プールとの離隔の概要

（７号炉の状況）

燃料取替床面上設備

使用済燃料プールとの離隔の概要

4.2.2　落下エネルギーによる抽出結果

下記項目の設備等は，4.1.2「落下エネルギーによる抽出」に示す方法により算出した落下エネルギーが，気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギーより小さいことから，検討不要とする。

＜検討不要の項目※＞

（6号炉）

・作業機材類
・計器・カメラ・通信機器類

（7号炉）

・作業機材類
・計器・カメラ・通信機器類

※各項目の詳細は第3.2.1表及び第3.2.2表を参照

4.2.3　落下防止対策の要否判断が必要となる重量物の抽出結果

下記項目の設備等は，4.1.1「設置状況による抽出」及び4.1.2「落下エネルギーによる抽出」により検討要の重量物とする。

これらの項目の設備等は，落下により使用済燃料プールの機能を損なうおそれがあることから，後段の評価フローⅢで使用済燃料プールへの落下防止対策の対応状況確認を実施する。

＜検討要の項目※＞

（６号炉）

- 原子炉建屋
- 原子炉建屋クレーン
- ＲＰＶ（取扱具含む）
- プール内ラック類
- 使用済燃料輸送容器（取扱具含む）
- 装置類
- コンクリートプラグ・ハッチ類
- 燃料取替機
- その他クレーン類
- 内挿物（取扱具含む）
- プールゲート類
- フェンス・ラダー類
- 試験・検査用機材類
- その他

（７号炉）

- 原子炉建屋
- 原子炉建屋クレーン
- ＲＰＶ（取扱具含む）
- プール内ラック類
- 使用済燃料輸送容器（取扱具含む）
- 装置類
- コンクリートプラグ・ハッチ類
- 燃料取替機
- その他クレーン類
- 内挿物（取扱具含む）
- プールゲート類
- フェンス・ラダー類
- 試験・検査用機材類
- その他

※各項目の詳細は第3.2.1表及び第3.2.2表を参照

５．落下防止対策の要否判断

5.1　評価フローⅢ（落下防止対策の要否判断）の考え方

評価フローⅡで検討要として抽出した重量物について，使用済燃料プールへの落下原因に応じて，落下防止対策を適切に実施する設計とする。

抽出した重量物に対する落下原因及び落下防止対策の整理について第5.1.1表に示す。

第5.1.1表　抽出した重量物に対する落下原因及び落下防止対策の整理

抽出した重量物※	該当する落下原因（a～d）及び落下防止対策（①～③）					
	a．地震による重量物の破損	b．吊荷取扱装置の故障等		c．吊荷取扱装置の誤操作		d．吊荷取扱設備の待機位置等
	①	②	③	②	③	③
原子炉建屋	○	－	－	－	－	－
燃料取替機	○	－	○	－	○	○
原子炉建屋クレーン	○	－	○	－	○	○
その他クレーン類	○	○	○	○	○	－
RPV（取扱具含む）	－	○	○	○	○	－
内挿物（取扱具含む）	○	○	○	○	○	－
プール内ラック類	○	○	○	○	○	－
プールゲート類	－	○	○	○	○	－
使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	－	○	○	○	○	○
フェンス･ラダー類	－	○	○	○	○	－
装置類	－	○	○	○	○	－
試験･検査用機材類	－	○	○	○	○	－
コンクリートプラグ･ハッチ類	－	○	○	○	○	－
その他	○	－	－	－	－	－

※項目の詳細は第3.2.1表及び第3.2.2表参照

ここで，吊荷取扱設備とは，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンであり，吊荷取扱装置とは，吊荷取扱設備に設けている安全装置等をいう。

上記の落下防止対策①～③については，具体的に以下により確認する。

① 耐震性確保による落下防止対策

燃料取替機，原子炉建屋クレーンについて，基準地震動Ssに対して耐震評価により壊れて落下しないことを確認し，落下防止のために必要な構造強度を有していることを確認する。

また，使用済燃料プール周辺に常設している重量物は，落下防止のために必要な構造強度を有する設計とする。

② 設備構造上の落下防止対策

クレーンの安全機能として，フック外れ止め，ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構等，設備構造上の落下防止措置が適切に講じられる設計とする。

③ 運用状況による落下防止対策

クレーン等安全規則に基づく点検，安全装置の使用，クレーンの有資格者作業等の要求事項対応による落下防止措置が適切に実施されていることを確認する。

また，燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの使用済燃料プール外への待機運用，原子炉建屋クレーンの可動範囲制限による落下防止措置及び使用済燃料プール周りの異物混入防止対策を実施する方針について保安規定にて示す。

5.2　評価フローⅢの評価

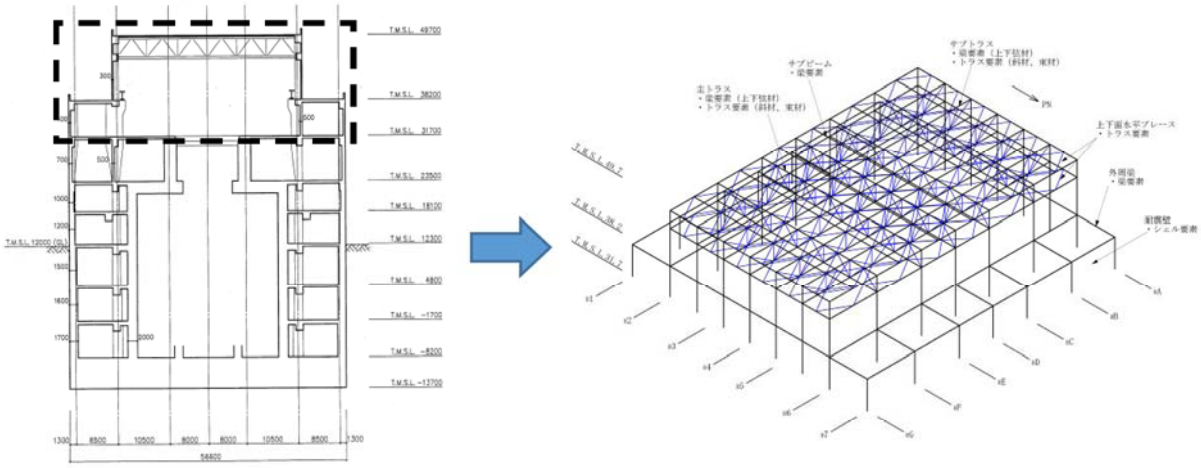
5.2.1　耐震性確保による落下防止対策

（1）原子炉建屋及び使用済燃料プール上部にある常設設備

（6号炉）

原子炉建屋については，燃料取替床面（T.M.S.L. 31.7m）より上部の鉄筋コンクリート造の壁及び鉄骨造の屋根トラス，屋根面水平ブレース等を線材，面材により立体的にモデル化した立体架構モデルを作成し，基準地震動 Ss に対する評価を行い，屋根トラスにおいて水平地震動と鉛直地震動を同時に考慮した発生応力が終局耐力を超えず，使用済燃料プールに落下しない設計とする。なお，屋根については鋼板（デッキプレート）の上に鉄筋コンクリート造の床を設けた構造となっており，地震による剥落はない。燃料取替床面より上部を構成する壁は鉄筋コンクリート造の耐震壁であり，燃料取替床面より下部の耐震壁とあわせて基準地震動 Ss に対して落下しない設計とする。

モデル化範囲



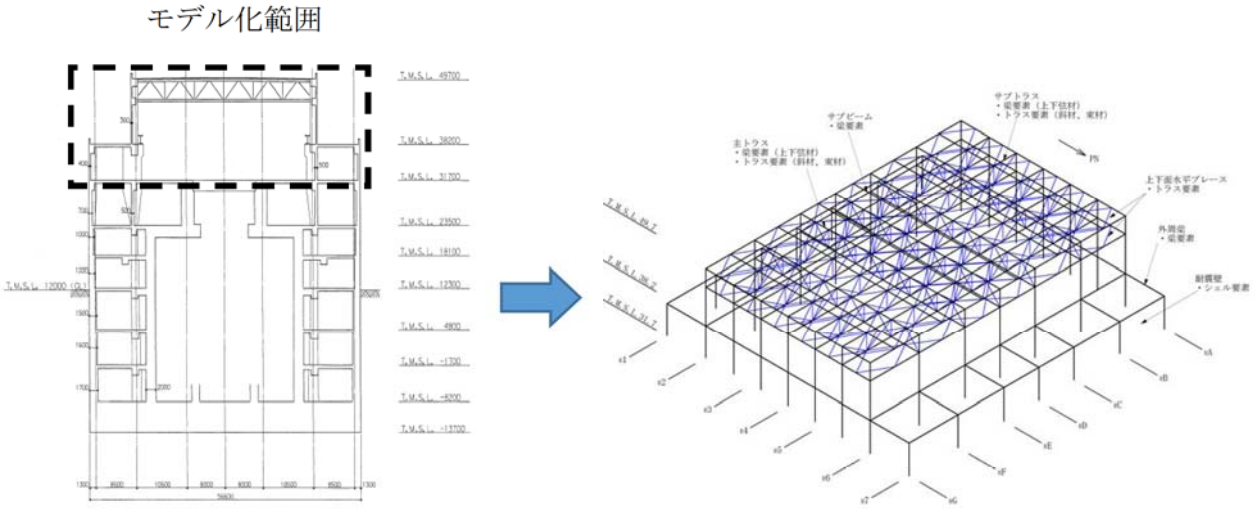
概略断面図　　6号炉　原子炉建屋屋根トラス詳細評価モデル

第 5.2.1 図　原子炉建屋屋根評価モデル

（７号炉）

原子炉建屋については，燃料取替床面（T.M.S.L. 31.7m）より上部の鉄筋コンクリート造の壁及び鉄骨造の屋根トラス，屋根面水平ブレース等を線材，面材により立体的にモデル化した立体架構モデルを作成し，基準地震動 Ss に対する評価を行い，屋根トラスにおいて水平地震動と鉛直地震動を同時に考慮した発生応力が終局耐力を超えず，使用済燃料プールに落下しない設計とする。なお，屋根については鋼板（デッキプレート）の上に鉄筋コンクリート造の床を設けた構造となっており，地震による剥落はない。燃料取替床面より上部を構成する壁は鉄筋コンクリート造の耐震壁であり，燃料取替床面より下部の耐震壁とあわせて基準地震動 Ss に対して落下しない設計とする。

また，７号炉においては使用済燃料プール上部に常設のダクトが設置されており，評価フローⅡの設置状況により必要な離隔がとられていないと判断することから，使用済燃料プールの手摺りの内側エリア直上のダクトを評価対象として，基準地震動 Ss に対し落下しない設計とする（詳細は，７号炉 使用済燃料プール上部ダクトの健全性評価（補足説明資料１）参照）。



第 5.2.2 図　原子炉建屋屋根評価モデル

（２）燃料取替機

燃料取替機は，使用済燃料プール，原子炉ウェル及びＤ／Ｓピットをまたぐ走行レール上を走行する設備であり，浮き上がりによる脱線を防止するため，脱線防止装置を設置している。走行及び横行レールの脱線防止装置は，レールの頭部を脱線防止装置にて抱き込む構造であり，燃料取替機の浮き上がりにより走行及び横行レールから脱線しない構造とする。

燃料取替機は，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

燃料取替機の吊荷例を以下に示す。

○燃料集合体
○ブレードガイド
○再循環ポンプ
○制御棒　　等

（６号炉）

燃料取替機本体及び走行レールの詳細図面を以下に示す。

燃料取替機本体

走行レール上面

走行レール断面

第 5.2.3 図　燃料取替機本体及び走行レール詳細

a．燃料取替機の落下防止対策

燃料取替機は，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，燃料取替機に対する耐震評価方法を示す。

なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

解析モデルとして燃料取替機の３次元梁モデルを作成し，スペクトルモーダル解析にて評価する。

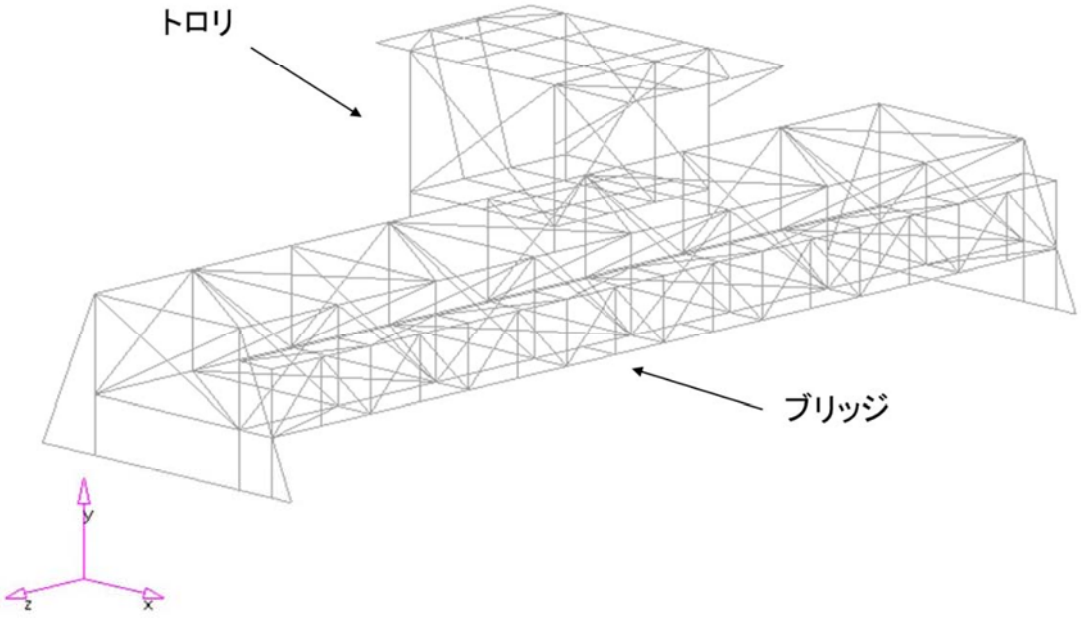
（b）評価部材

ⅰ．燃料取替機本体（構造物フレーム）

ⅱ．トロリ脱線防止ラグ

ⅲ．ブリッジ脱線防止ラグ

ⅳ．走行レール



第 5.2.4 図　燃料取替機　解析モデル（イメージ）

ⅰ．燃料取替機本体（構造物フレーム）

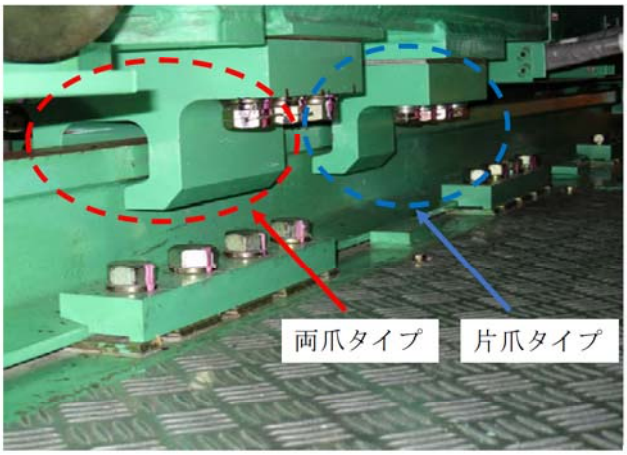
燃料取替機本体（構造物フレーム）は，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

ⅱ．トロリ脱線防止ラグ

ブリッジ上部のトロリ横行レールの頭部をトロリ脱線防止ラグ（両爪タイプ）及びトロリ脱線防止ラグ（片爪タイプ）つめ部にて両側から抱き込む構造とし，トロリが浮き上がり，横行レールから脱線しない構造としている。

これらのトロリ脱線防止ラグは，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

燃料取替機（トロリ）外観



燃料取替機（トロリ）脱線防止ラグ

トロリ脱線防止ラグ
（両爪タイプ）

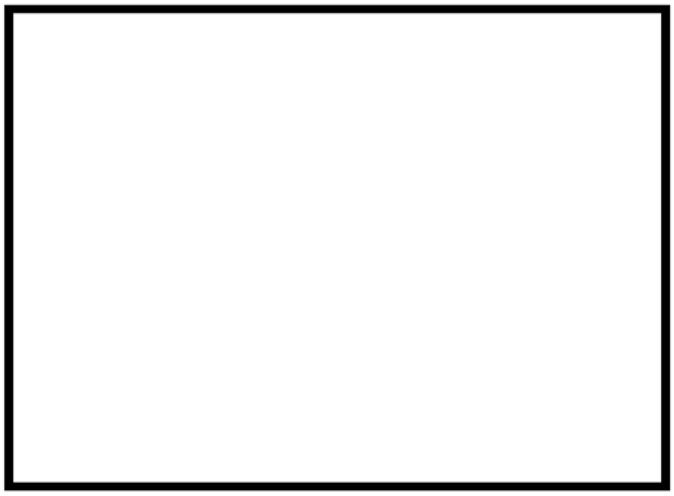
トロリ脱線防止ラグ
（片爪タイプ）

第 5.2.5 図　トロリ脱線防止ラグ詳細

ⅲ．ブリッジ脱線防止ラグ

燃料取替床面上の走行レールの頭部をブリッジ脱線防止ラグ（両爪タイプ）つめ部にて両側から抱き込む構造とし，燃料取替機が浮き上がり，走行レールから脱線しない構造とする。

ブリッジ脱線防止ラグは，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。



第 5.2.6 図　ブリッジ脱線防止ラグ詳細

ⅳ．走行レール

走行レールは燃料取替床面に設置され，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

第 5.2.7 図　走行レール

b．吊荷の落下防止対策

燃料取替機により，吊荷を取り扱う際，地震により吊荷が落下する事象として，ワイヤロープやフックの破断，ブレーキの滑りが考えられるため，ワイヤロープ，フック及びブレーキは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，ワイヤロープ，フック及びブレーキに対する耐震評価方法を示す。なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

吊荷位置（上端～下端）でワイヤロープの固有周期が変動するため，ワイヤロープの固有周期帯より，最も大きな震度を上下方向床応答スペクトルから算出し，ワイヤロープ，フック及びブレーキに作用する荷重を算出する。当該算出荷重から，各部の強度評価を行う。

（b）評価条件

・ワイヤロープ，フック及びブレーキの吊荷重は，基準地震動Ssの上下方向床応答スペクトルでの震度を用いて，ワイヤロープ長さを考慮し算出した荷重を用いる。
・ワイヤロープ，フック及びブレーキについて，許容値に対する発生荷重，発生応力及び負荷トルクの裕度を確認する。

評価については，重量物の吊荷作業にて使用する全てのホイスト（主ホイスト，補助ホイスト及び再循環ポンプ用ホイスト）について，ワイヤロープ，フック及びブレーキの評価を実施し，各部位における耐震性を確認する。

燃料取替機 主ホイスト（ワイヤロープ，グラップルヘッド，ブレーキ）の健全性評価について（補足説明資料２）に，主ホイストにおける評価例を示す。

（７号炉）

燃料取替機本体及び走行レールの詳細図面を以下に示す。

燃料取替機本体

走行レール上面

走行レール断面

第 5.2.8 図　燃料取替機本体及び走行レール詳細

a．燃料取替機の落下防止対策

燃料取替機は，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，燃料取替機に対する耐震評価方法を示す。

なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

解析モデルとして燃料取替機の３次元梁モデルを作成し，スペクトルモーダル解析にて評価する。

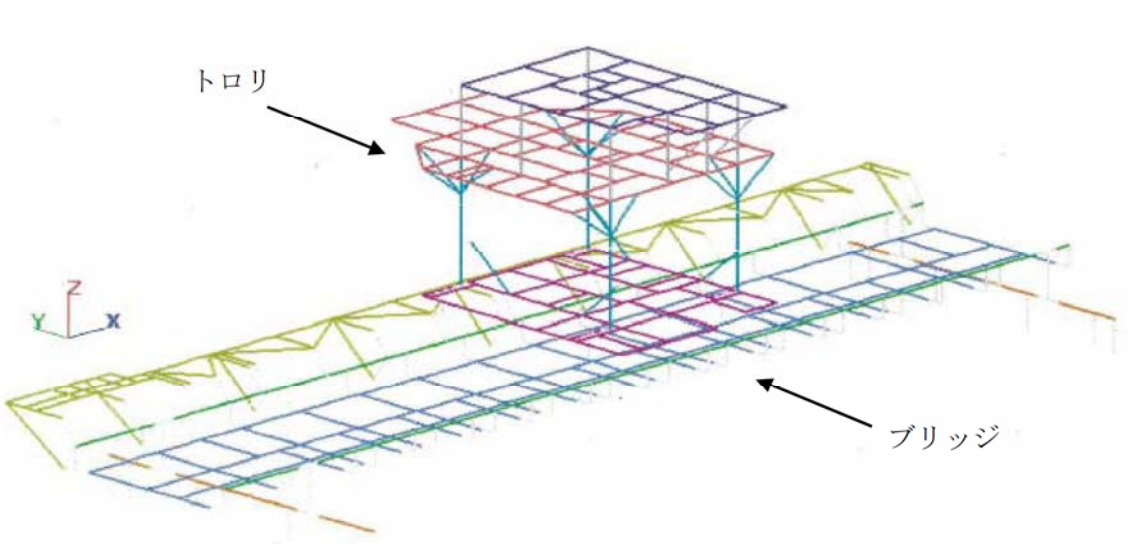
（b）評価部材

ⅰ．燃料取替機本体（構造物フレーム）

ⅱ．トロリ脱線防止ラグ

ⅲ．ブリッジ脱線防止ラグ

ⅳ．走行レール



第 5.2.9 図　燃料取替機　解析モデル（イメージ）

ⅰ．燃料取替機本体（構造物フレーム）

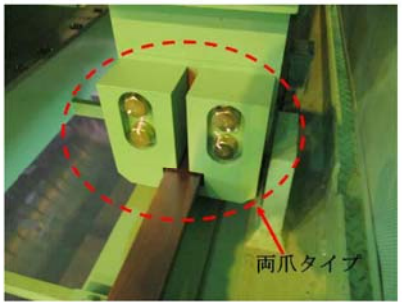
燃料取替機本体（構造物フレーム）は，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

ⅱ．トロリ脱線防止ラグ

ブリッジ上部のトロリ横行レールの頭部をトロリ脱線防止ラグ（両爪タイプ）つめ部にて両側から抱き込む構造とし，トロリが浮き上がり，横行レールから脱線しない構造とする。

トロリ脱線防止ラグは，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

燃料取替機（トロリ）外観



燃料取替機（トロリ）脱線防止ラグ

第 5.2.10 図　トロリ脱線防止ラグ詳細

iii．ブリッジ脱線防止ラグ

燃料取替床面上の走行レールの頭部をブリッジ脱線防止ラグ（両爪タイプ）つめ部にて両側から抱き込む構造とし，燃料取替機が浮き上がり，走行レールから脱線しない構造とする。

ブリッジ脱線防止ラグは，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

第 5.2.11 図　ブリッジ脱線防止ラグ詳細

iv．走行レール

走行レールは燃料取替床面に設置され，燃料取替機が想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

第 5.2.12 図　走行レール

b．吊荷の落下防止対策

燃料取替機により，吊荷を取り扱う際，地震により吊荷が落下する事象として，ワイヤロープやフックの破断，ブレーキの滑りが考えられるため，ワイヤロープ，フック及びブレーキは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，ワイヤロープ，フック及びブレーキに対する耐震評価方法を示す。なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

吊荷位置（上端～下端）でワイヤロープの固有周期が変動するため，ワイヤロープの固有周期帯より，最も大きな震度を上下方向床応答スペクトルから算出し，ワイヤロープ，フック及びブレーキに作用する荷重を算出する。当該算出荷重から，各部の強度評価を行う。

（b）評価条件

・ワイヤロープ，フック及びブレーキの吊荷重は，基準地震動Ssの上下方向床応答スペクトルでの震度を用いて，ワイヤロープ長さを考慮し算出した荷重を用いる。
・ワイヤロープ，フック及びブレーキについて，許容値に対する発生荷重，発生応力及び負荷トルクの裕度を確認する。

評価については，重量物の吊荷作業にて使用する全てのホイスト（主ホイスト，補助ホイスト及び再循環ポンプ用ホイスト）について，ワイヤロープ，フック及びブレーキの評価を実施し，各部位における耐震性を確認する。

燃料取替機 主ホイスト（ワイヤロープ，グラップルヘッド，ブレーキ）の健全性評価について（補足説明資料２）に，主ホイストにおける評価例を示す。

（3）原子炉建屋クレーン

原子炉建屋クレーンは，原子炉建屋内壁に沿って設置された走行レール上を走行するクレーンであり，浮き上がりによる脱線を防止するため，脱線防止装置を設置している。走行及び横行レールの脱線防止装置は，走行方向のランウェイガーダ及び横行方向のクレーン本体ガーダに対し，浮き上がり代を設ける構造であり，クレーンの浮き上がりにより走行及び横行レールから脱線しない構造とする。

原子炉建屋クレーンは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

原子炉建屋クレーンの吊荷例を以下に示す。

○使用済燃料輸送容器
○プールゲート
○燃料集合体　　等

（6 号炉）

原子炉建屋クレーン本体の詳細図面を以下に示す。

第 5.2.13 図　原子炉建屋クレーン本体

a．原子炉建屋クレーンの落下防止対策

原子炉建屋クレーンは，下部に設置された上位クラス施設である使用済燃料プールに対して，波及的影響を及ぼさないこととし，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

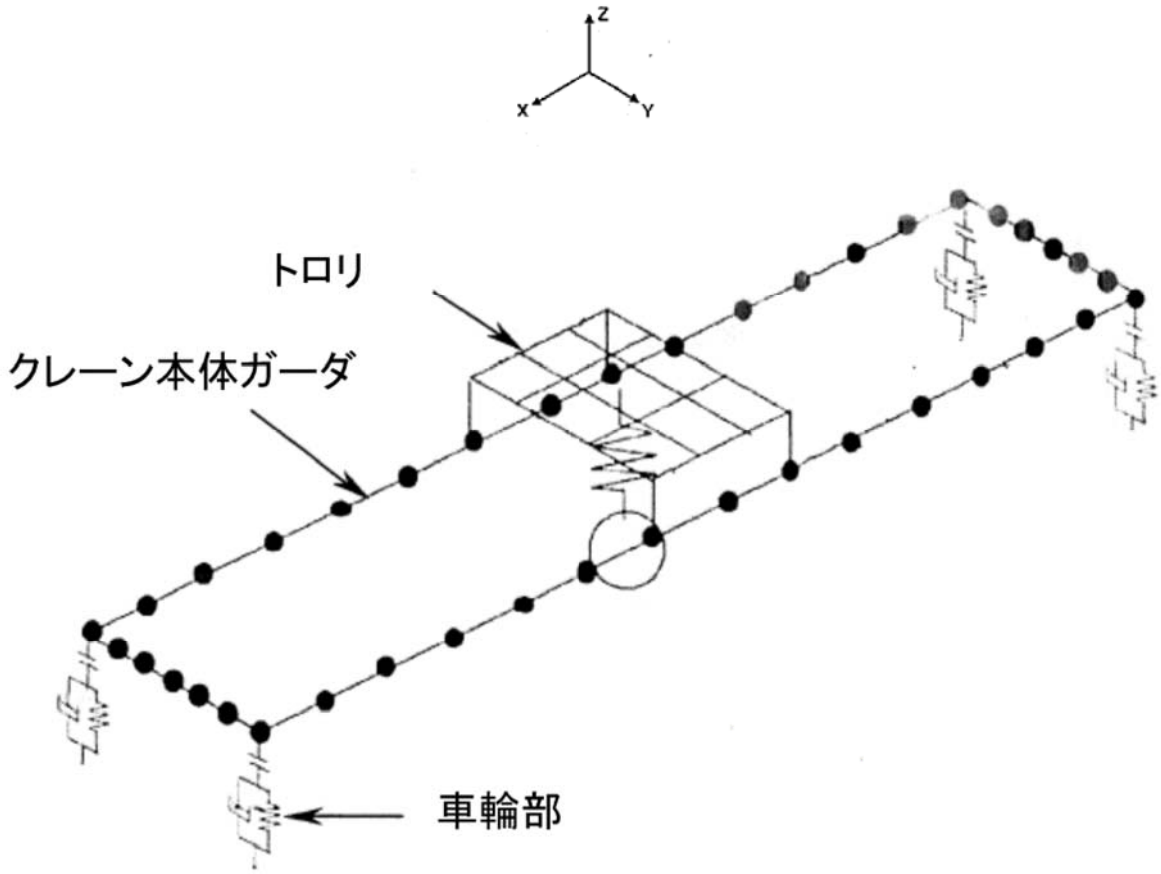
なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

解析モデルとして原子炉建屋クレーンの３次元梁モデルを作成し，時刻歴解析にて評価する。

（b）評価部材

ⅰ．クレーン本体ガーダ
ⅱ．脱線防止ラグ
ⅲ．トロリストッパ



第5.2.14図　原子炉建屋クレーン　解析モデル（イメージ）

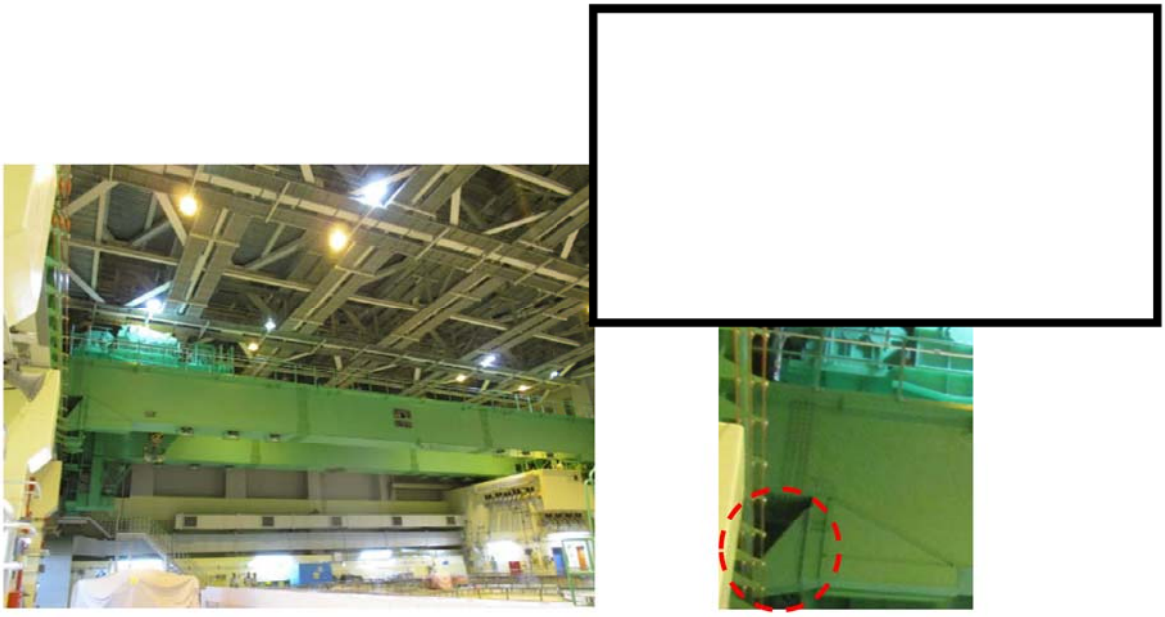
ⅰ．クレーン本体ガーダ

原子炉建屋クレーン本体ガーダは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

ⅱ．脱線防止ラグ

脱線防止ラグは，ランウェイガーダに対し浮き上がり代を設ける構造とすることで，原子炉建屋クレーンが浮き上がり，ランウェイガーダから脱落することを防止するとともに，ランウェイガーダ上の走行レールから脱線しない構造とする。

脱線防止ラグは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。



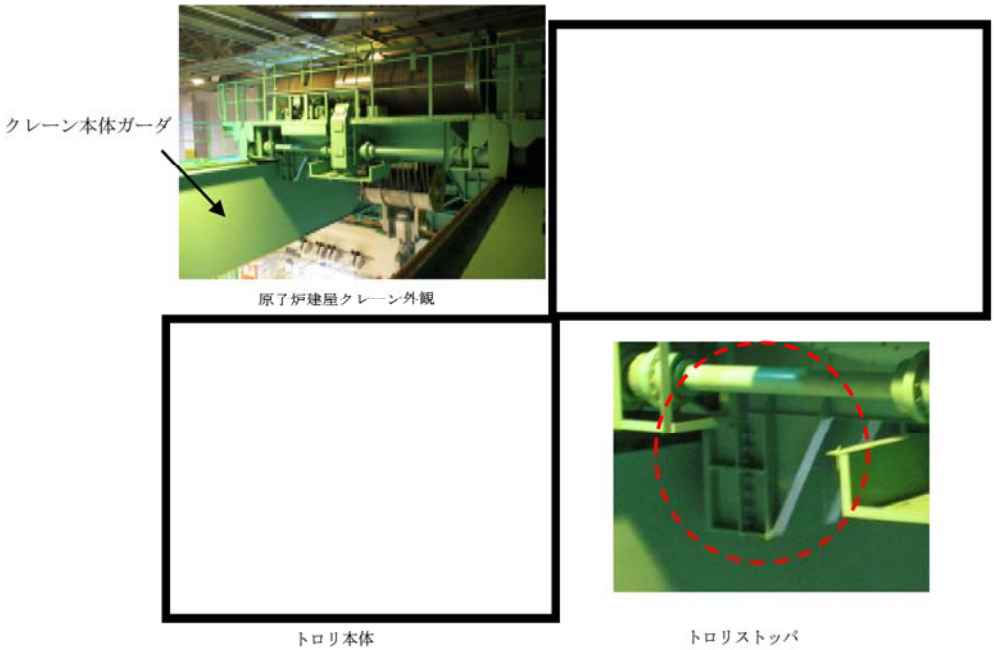
原子炉建屋クレーン外観　　脱線防止ラグ

第5.2.15図　原子炉建屋クレーン本体及び脱線防止ラグ

ⅲ．トロリストッパ

トロリストッパは，クレーン本体ガーダに対し浮き上がり代を設ける構造とすることで，トロリが浮き上がり，クレーン本体ガーダから脱落することを防止するとともに，クレーン本体ガーダ上の横行レールから脱線しない構造とする。

トロリストッパは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。



第 5.2.16 図　トロリ本体及びトロリストッパ

b．吊荷の落下防止対策

原子炉建屋クレーンにより，吊荷を取り扱う際，地震により吊荷が落下する事象として，ワイヤロープやフックの破断，ブレーキの滑りが考えられるため，ワイヤロープ，フック及びブレーキは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，ワイヤロープ，フック及びブレーキに対する耐震評価方法を示す。なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

原子炉建屋クレーン本体評価モデルをベースとし，ワイヤ部に非線形ばね要素を設定した時刻歴解析を実施し，全時刻での発生荷重の最大値から，クレーン吊具各部の強度評価を実施する。

（b）評価条件

・ワイヤロープ，フック及びブレーキの吊荷重は，時刻歴解析から算出した荷重を用いる。
・ワイヤロープ，フック及びブレーキについて，許容値に対する発生荷重，発生応力及び負荷トルクの裕度を確認する。

評価については，重量物の吊荷作業にて使用する主巻，補巻及び補助ホイストについて，ワイヤロープ，フック及びブレーキの評価を実施し，各部位における耐震性を確認する。

原子炉建屋クレーン 主巻（ワイヤロープ，フック，ブレーキ）の健全性評価について（補足説明資料３）に，主巻における評価例を示す。

（７号炉）

原子炉建屋クレーン本体の詳細図面を以下に示す。

第 5.2.17 図　原子炉建屋クレーン本体

ａ．原子炉建屋クレーンの落下防止対策

原子炉建屋クレーンは，下部に設置された上位クラス施設である使用済燃料プールに対して，波及的影響を及ぼさないこととし，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（ａ）評価方法

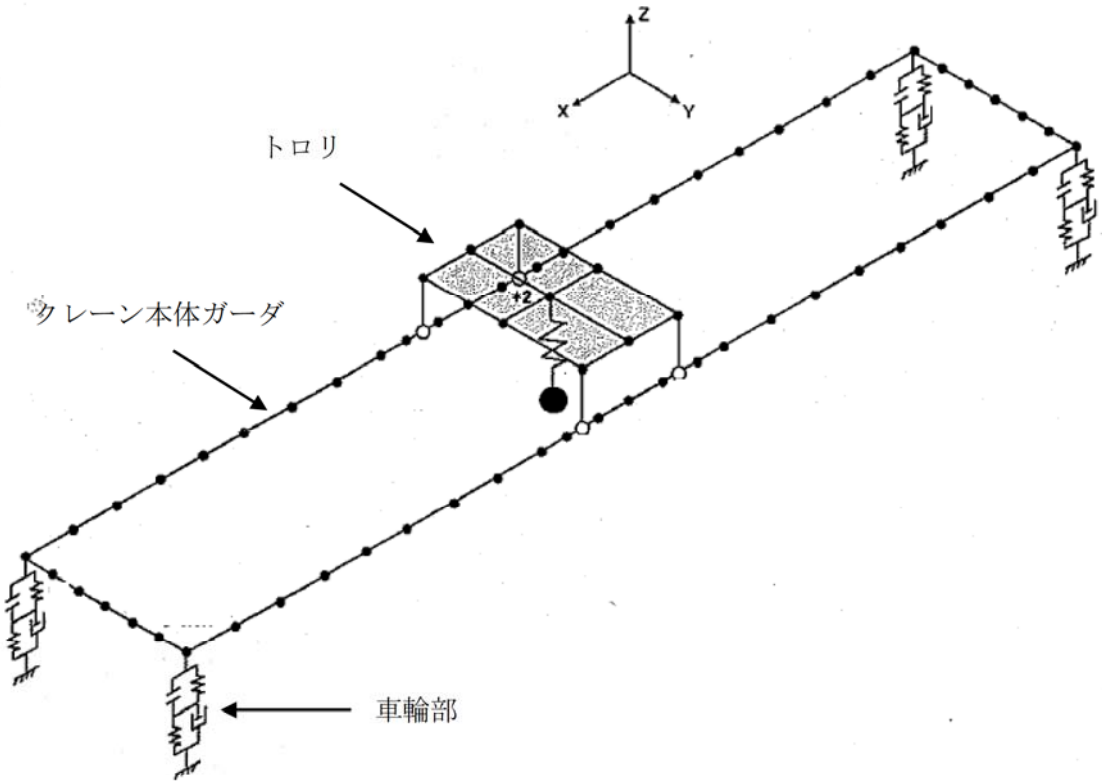
解析モデルとして原子炉建屋クレーンの３次元梁モデルを作成し，時刻歴解析にて評価する。

（ｂ）評価部材

ⅰ．クレーン本体ガーダ

ⅱ．脱線防止ラグ

ⅲ．トロリストッパ



第5.2.18図　原子炉建屋クレーン　解析モデル（イメージ）

ⅰ．クレーン本体ガーダ

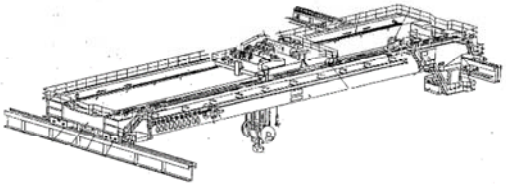
原子炉建屋クレーン本体ガーダは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

ⅱ．脱線防止ラグ

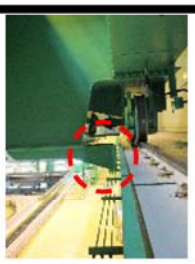
脱線防止ラグは，ランウェイガーダに対し浮き上がり代を設ける構造とすることで，原子炉建屋クレーンが浮き上がり，ランウェイガーダから脱落することを防止するとともに，ランウェイガーダ上の走行レールから脱線しない構造とする。

脱線防止ラグは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

原子炉建屋クレーン外観



原子炉建屋クレーン本体



脱線防止ラグ

第5.2.19図　原子炉建屋クレーン本体及び脱線防止ラグ

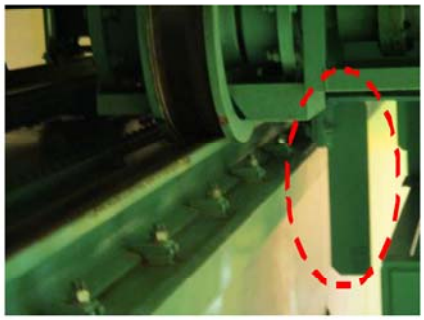
ⅲ．トロリストッパ

トロリストッパは，クレーン本体ガーダに対し浮き上がり代を設ける構造とすることで，トロリが浮上り，クレーン本体ガーダから脱落することを防止するとともに，クレーン本体ガーダ上の横行レールから脱線しない構造とする。

トロリストッパは，原子炉建屋クレーンが想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動Ssに対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

原子炉建屋クレーン外観

トロリ本体



トロリストッパ

第5.2.20図　トロリ本体及びトロリストッパ

b．吊荷の落下防止対策

原子炉建屋クレーンにより，吊荷を取り扱う際，地震により吊荷が落下する事象として，ワイヤロープやフックの破断，ブレーキの滑りが考えられるため，ワイヤロープ，フック及びブレーキは，想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても，基準地震動 Ss に対して使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

以下に，ワイヤロープ，フック及びブレーキに対する耐震評価方法を示す。なお，耐震評価結果については，工事計画認可申請にて示す。

（a）評価方法

原子炉建屋クレーン本体評価モデルをベースとし，ワイヤ部に非線形ばね要素を設定した時刻歴解析を実施し，全時刻での発生荷重の最大値から，クレーン吊具各部の強度評価を実施する。

（b）評価条件

・ワイヤロープ，フック及びブレーキの吊荷重は，時刻歴解析から算出した荷重を用いる。
・ワイヤロープ，フック及びブレーキについて，許容値に対する発生荷重，発生応力及び負荷トルクの裕度を確認する。

評価については，重量物の吊荷作業にて使用する主巻，補巻及び補助ホイストについて，ワイヤロープ，フック及びブレーキの評価を実施し，各部位における耐震性を確認する。

原子炉建屋クレーン 主巻（ワイヤロープ，フック，ブレーキ）の健全性評価について（補足説明資料３）に，主巻における評価例を示す。

5.2.2　設備構造上の落下防止対策

（1）燃料取替機

使用済燃料プール上において，燃料取替機で取り扱う吊荷の作業を行う際に，使用済燃料プールに吊荷が落下するのを防止する対策を以下に示す。

a．駆動電源の喪失対策

燃料取替機は，動力電源喪失時に自動的にブレーキがかかる設計とする。動力電源喪失により非励磁となった場合のブレーキ機能について以下に示す。

（a）動力電源喪失時のブレーキ機能について

非励磁時のブレーキ機能の概要を第 5.2.21 図及び第 5.2.22 図に示す。燃料取替機のブレーキは，動力電源喪失時においても第 5.2.21 図及び第 5.2.22 図の①，②に示すように，スプリングにより機械的にブレーキ力を維持するフェイルセーフ設計とする。

※非励磁時のブレーキ機能について
① 制御電源が落ち、マグネット（青塗り部）が非励磁となると、アーマチュア（赤塗り部）との間に吸引力が喪失する。

② ブレーキスプリング（緑塗り部）の力によりアーマチュアがインナーディスク及びアウターディスク（黄色部）を押さえつける。

第 5.2.21 図　直流電磁ブレーキの概要（6 号炉）

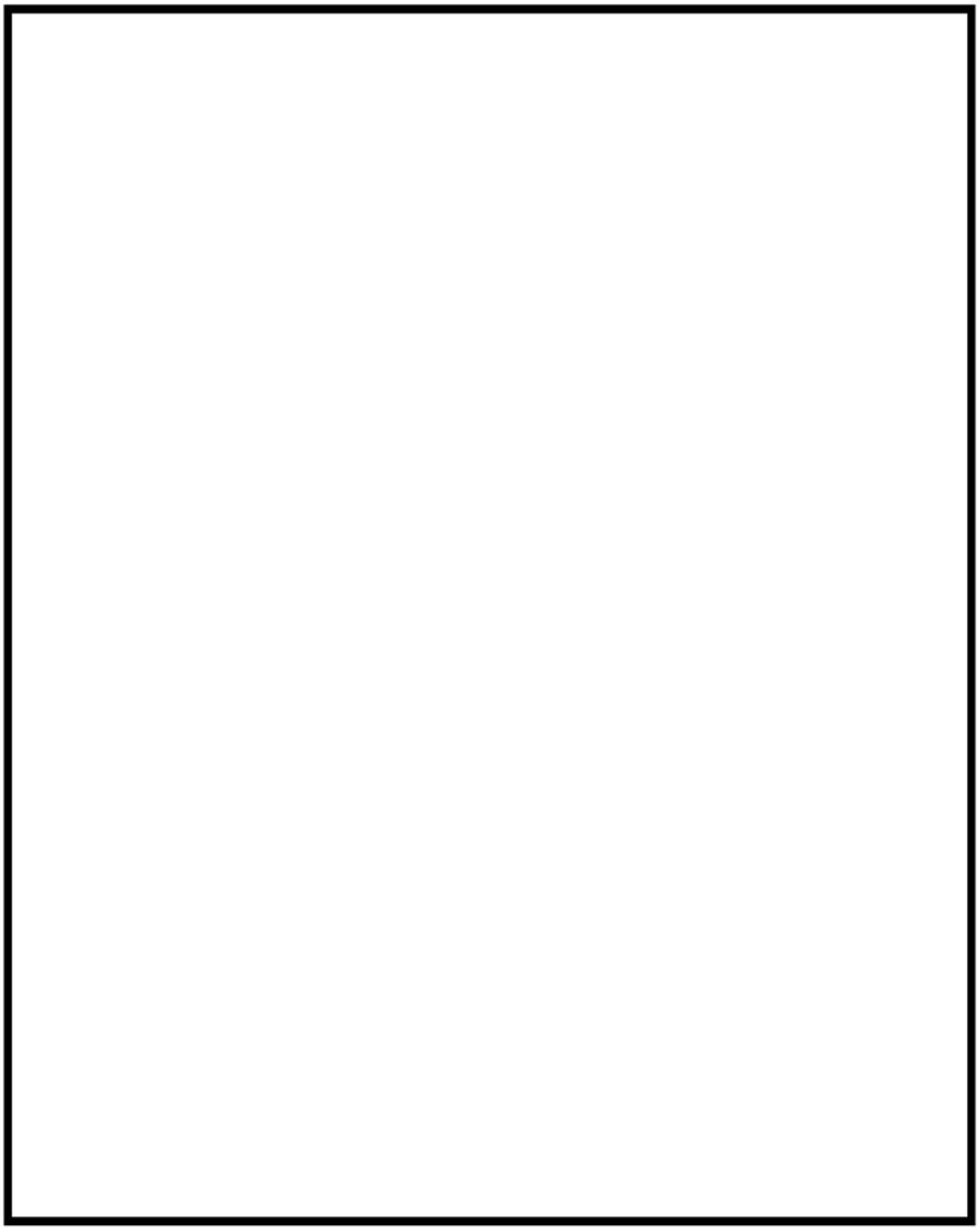
※非励磁時のブレーキ機能について
① 制御電源が落ち、マグネット（青塗り部）が非励磁となると、アーマチュア（赤塗り部）との間に吸引力が喪失する。

② ブレーキスプリング（緑塗り部）の力によりアーマチュアがブレーキライニング（黄色部）をブレーキディスク（紫色部）に押しつける。

第 5.2.22 図　直流電磁ブレーキの概要（7 号炉）

（ｂ）駆動用空気喪失時のブレーキ機能について
燃料つかみ具機構の概要について第 5.2.23 図に示す。

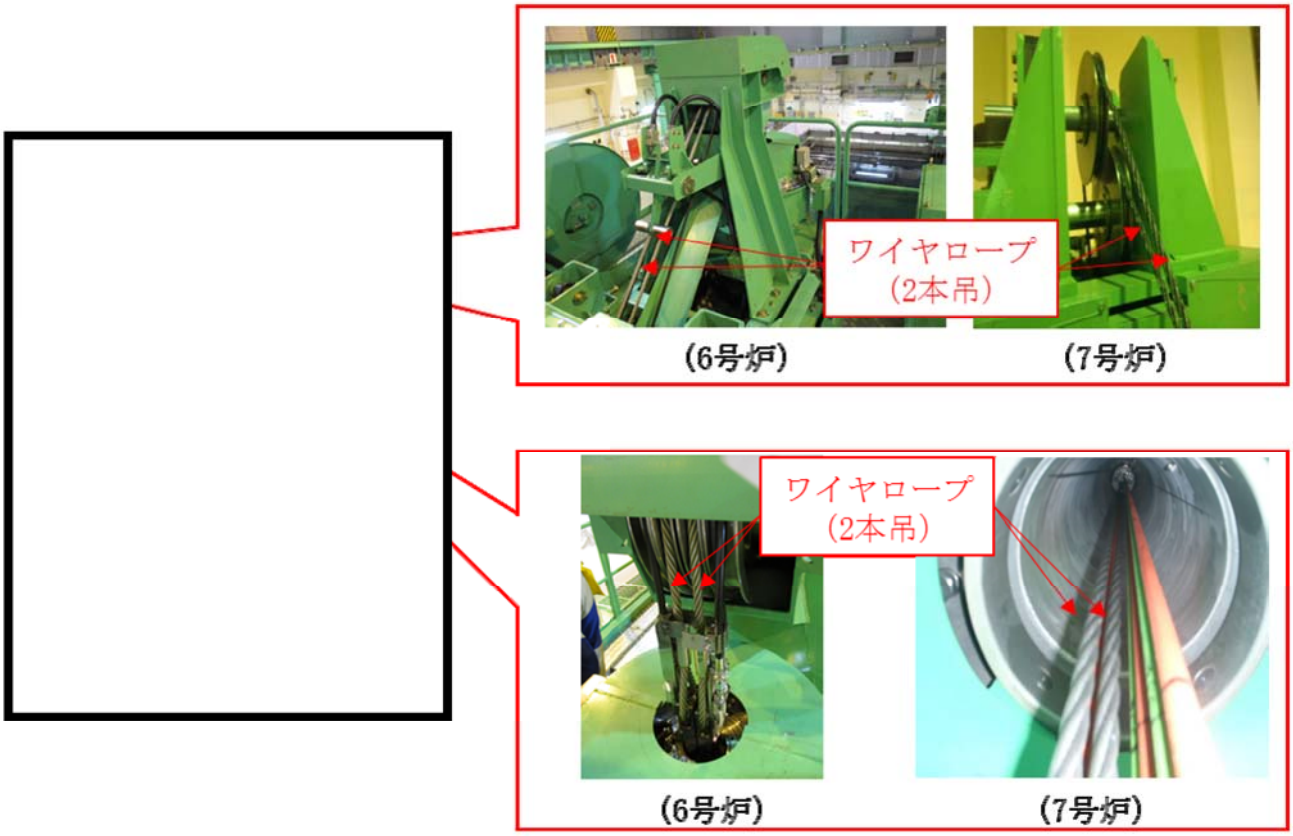
燃料つかみ具機構の駆動用空気喪失時のブレーキ機能を以下に示す。
①燃料つかみ具の操作用圧縮空気が喪失した場合でも，フックがつかみ方向に動作するようバネを内蔵するフェイルセーフ設計とする。
②燃料が吊られている状態では，メカニカルインターロック機構により，燃料集合体は外れない設計とする。
③燃料つかみ具に燃料集合体の荷重があってもフック閉信号が出ていない場合には，燃料集合体を確実につかんでいないものとして吊り上げができないようインターロックを設ける。



第 5.2.23 図　燃料つかみ具機構概要

b．ワイヤロープ２重化対策

ワイヤロープを２重化することで，仮にワイヤロープが１本切れた場合でも，残りのワイヤロープで重量物が落下せず，安全に保持できる設計とする。



第 5.2.24 図　燃料取替機ワイヤロープ２重化構造

c．速度制限

燃料取替機は，操作員からの入力指示に従い，計算機システムから駆動制御装置に運転指令を与え，一連の燃料取替え作業，再循環ポンプ取り扱い作業の一部を自動的に行える機能を有しており，この駆動を制御するための駆動制御装置及び駆動制御装置に指令を与える判断装置としての計算機システムにより，速度制限を行い，誤操作等による吊荷の振れを抑制し，吊荷の落下を防止している。

具体的には，運転員の入力指示に従い，計算機システムが安全な移送ルート，及び速度パターンを決定し，運転指令信号を出力することで，ブリッジ等を駆動し，速度制限による運転が行われる。このほか，手動による操作も可能であり，本操作時においても運転速度は制限され，誤操作等による吊荷の振れを抑制し，吊荷の落下を防止する設計とする。

各運転モードにおける運転速度を第 5.2.1 表及び第 5.2.2 表に示す。

第 5.2.1 表　運転速度（6 号炉）　　単位：m/min

運転モード	速度設定	ブリッジ	トロリ	主ホイスト	再循環ポンプ用ホイスト
自動 半自動 手動	高速 1				
	高速 2				
	低速				
	微速				

注記）①　速度設定が「高速 1」におけるブリッジ運転速度は，自動／半自動時のみを示す。

②　補助ホイストについては，ペンダントにより，高速（　　m/min），低速（　　m/min）の選択が可能。ただし，高速選択時においても起動時の 3 秒は衝撃緩和のため低速となる。

第 5.2.2 表　運転速度（7 号炉）　　単位：m/min

運転モード	速度設定	ブリッジ	トロリ	主ホイスト	再循環ポンプ用ホイスト
手動	3 ノッチ				
	1 ノッチ				
	低速				
自動･半自動	－				

注記）①　（　）内は，再循環ポンプ用ホイスト取り扱い時の運転速度を示す。

②　補助ホイストについては，ペンダントにより，高速（　　m/min），低速（　　m/min）の選択が可能。

d．過巻防止

主ホイスト，補助ホイスト及び再循環ポンプ用ホイスト巻上装置には，過度の巻上げが発生すると巻上げ動作を自動停止させるために，過巻防止装置（リミットスイッチ）を設けており，過巻による吊荷の落下を防止する設計とする。

（２）原子炉建屋クレーン

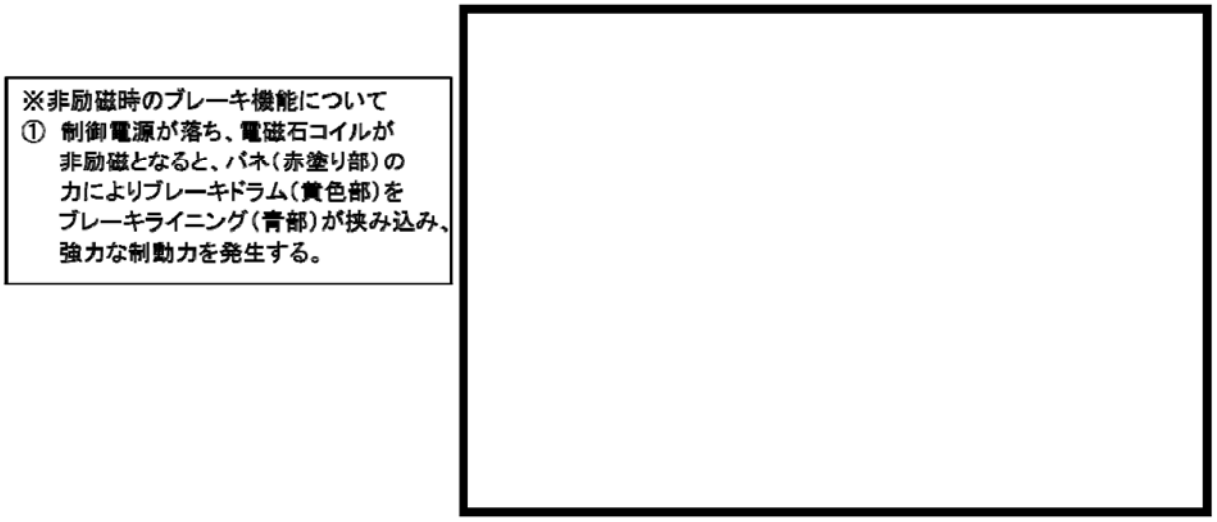
使用済燃料プール上において，原子炉建屋クレーンで取り扱う吊荷の作業を行う際に，使用済燃料プールに吊荷が落下するのを防止する対策を以下に示す。

ａ．駆動電源の喪失対策

原子炉建屋クレーンは，動力電源喪失時に自動的にブレーキがかかる設計とする。動力電源喪失により非励磁となった場合のブレーキ機能について以下に示す。

（ａ）動力電源喪失時のブレーキ機能について

非励磁時のブレーキ機能の概要を第 5.2.25 図及び第 5.2.26 図に示す。原子炉建屋クレーンのブレーキは，動力電源喪失時においても第 5.2.25 図及び第 5.2.26 図の①，②に示すように，スプリングにより機械的にブレーキ力を維持するフェイルセーフ設計とする。



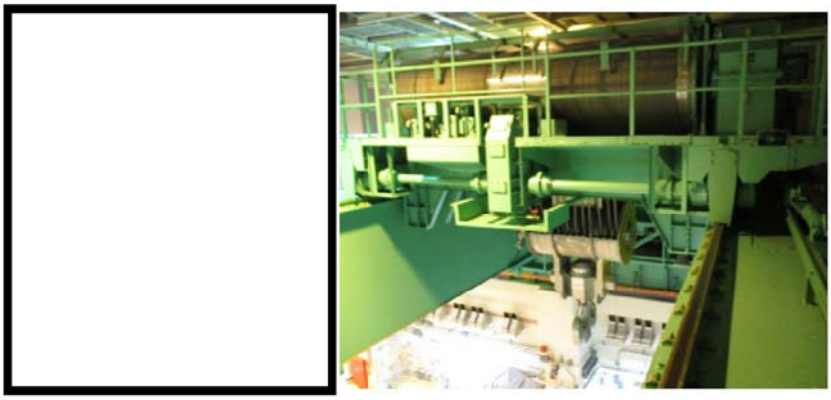
第 5.2.25 図　直流電磁ブレーキ構造の概要（６号炉）

第 5.2.26 図　直流電磁ブレーキ構造の概要（７号炉）

b．ワイヤロープ２重化対策及びフックの外れ止め金具

ワイヤロープを２重化することで，仮にワイヤロープが１本切れた場合でも，残りのワイヤロープで重量物が落下せず，安全に保持できる構造とする。

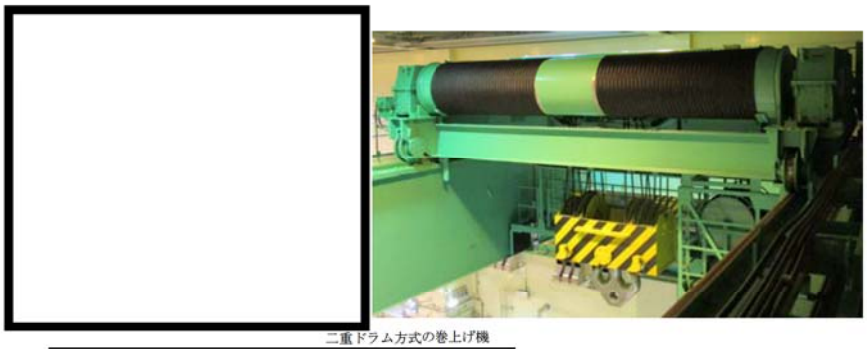
また，フックには，外れ止め金具を装備し，フックからワイヤロープが外れて重量物が落下しない設計とする。



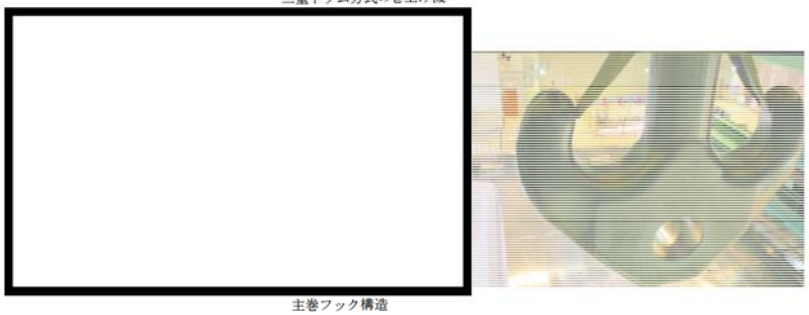
二重ドラム方式の巻上げ機

主巻フック構造

第 5.2.27 図　ワイヤロープ２重化構造及び主巻フック構造（６号炉）



二重ドラム方式の巻上げ機



主巻フック構造

第 5.2.28 図　ワイヤロープ２重化構造及び主巻フック構造（７号炉）

c．速度制限

6号炉における原子炉建屋クレーンは，運転室からの操作と無線操作による運転が可能であり，運転室で操作する場合は，ステップレスな速度制御運転が可能であり，無線操作による運転では，高速，中速，低速の3段階速度で運転が可能な設計とする。

各運転操作における運転速度を第5.2.3表に示す。

第5.2.3表　運転速度（6号炉）　単位：m/min

運転操作	運転室操作		無線操作		
	ステップレス	1速	1速	2速	3速
主巻上					
補巻上					
横　行					
走　行					
補助ホイスト巻上					
補助ホイスト横行					

注記）①　（　）内数値は，無負荷時最高速度

②　補助ホイストは運転室操作及び無線操作において，1速での運転が可能。

7号炉における原子炉建屋クレーンは，運転室からの操作とクレーンから懸垂された押ボタンスイッチによるペンダント操作が可能であり，運転室で操作する場合は，低速－高速の切替え運転が可能であり，ペンダント操作による運転では，可変抵抗器により10段階速度で運転が可能な設計とする。

各運転操作における運転速度を第5.2.4表に示す。

第5.2.4表　運転速度（7号炉）　単位：m/min

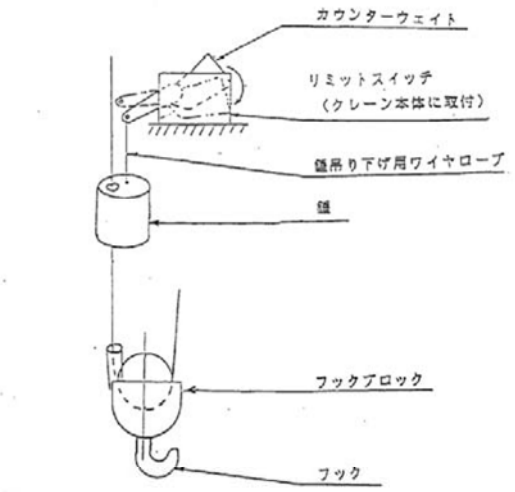
運転操作	運転室操作		ペンダント操作
	高速	低速	速度／可変抵抗器目盛
主巻上			
補巻上			
横　行			
走　行			
補助ホイスト巻上			
補助ホイスト横行			

運転室操作，無線操作又はペンダント操作における各設備操作の運転速度制限により，誤操作等による吊荷の振れを抑制し，吊荷の落下を防止している。

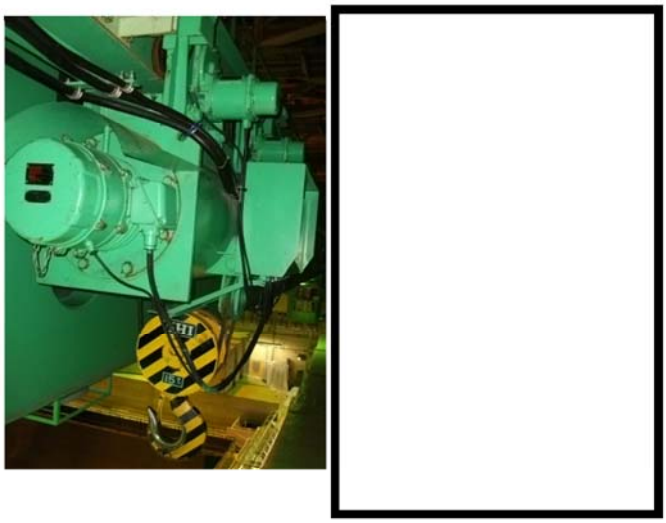
d．過巻防止

主巻上，補巻上，補助ホイスト巻上装置には，過度の巻上げが発生すると巻上げ動作を自動停止させるために，過巻防止装置（リミットスイッチ）を設けることにより，過巻による吊荷の落下を防止する設計とする。

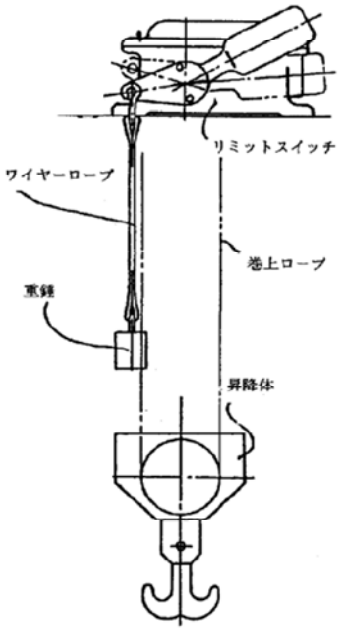
各リミットスイッチは，第5.2.29図，第5.2.30図，第5.2.31図及び第5.2.32図に示すとおりであり，リミットスイッチを機械的に動作させることで，インターロックが動作する設計とする。



第 5.2.29 図　過巻防止用リミットスイッチ（主巻，補巻上装置）（６号炉）



第 5.2.30 図　過巻防止用リミットスイッチ（補助ホイスト巻上装置）（６号炉）



第 5.2.31 図　過巻防止用リミットスイッチ（主巻，補巻上装置）（７号炉）

第 5.2.32 図　過巻防止用リミットスイッチ（補助ホイスト巻上装置）（７号炉）

5.2.3　運用状況による落下防止対策

（1）法令点検等による落下防止措置

クレーン等安全規則には，点検の実施や玉掛け作業は有資格者が実施することなどが規定されている。原子炉建屋クレーンによる使用済燃料輸送容器等重量物の移送作業においても，この規定に基づく作業前点検等を行い，クレーンや玉掛け用具の故障や不具合によって取り扱い工具などが使用済燃料プールに落下することを防止する。

また，燃料取替機においても，作業前点検等を実施することにより，原子炉建屋クレーン同様，取り扱い工具などが使用済燃料プールに落下することを防止する。

クレーン等安全規則（抜粋）

（定期自主検査）

第三十四条　事業者は，クレーンを設置した後，一年以内ごとに一回，定期に，当該クレーンについて自主検査を行なわなければならない。ただし，一年をこえる期間使用しないクレーンの当該使用しない期間においては，この限りでない。

2　事業者は，前項ただし書のクレーンについては，その使用を再び開始する際に，自主検査を行なわなければならない。

3　事業者は，前二項の自主検査においては，荷重試験を行わなければならない。ただし，次の各号のいずれかに該当するクレーンについては，この限りでない。

一　当該自主検査を行う日前二月以内に第四十条第一項の規定に基づく荷重試験を行ったクレーン又は当該自主検査を行う日後二月以内にクレーン検査証の有効期間が満了するクレーン

二　発電所，変電所等の場所で荷重試験を行うことが著しく困難なところに設置されており，かつ，所轄労働基準監督署長が荷重試験の必要がないと認めたクレーン

4　前項の荷重試験は，クレーンに定格荷重に相当する荷重の荷をつって，つり上げ，走行，旋回，トロリの横行等の作動を定格速度により行なうものとする。

第三十五条　事業者は，クレーンについて，一月以内ごとに一回，定期に，次の事項について自主検査を行なわなければならない。ただし，一月をこえる期間使用しないクレーンの当該使用しない期間においては，この限りでない。

一　巻過防止装置その他の安全装置，過負荷警報装置その他の警報装置，ブレーキ及びクラッチの異常の有無

二　ワイヤロープ及びつりチェーンの損傷の有無

三　フック，グラブバケット等のつり具の損傷の有無

四　配線，集電装置，配電盤，開閉器及びコントローラーの異常の有無

五　ケーブルクレーンにあっては，メインロープ，レールロープ及びガイロープを緊結している部分の異常の有無並びにウインチの据付けの状態

2　事業者は，前項ただし書のクレーンについては，その使用を再び開始する際に，同項各号に掲げる事項について自主検査を行なわなければならない。

（作業開始前の点検）

第三十六条　事業者は，クレーンを用いて作業を行うときは，その日の作業を開始する前に，次の事項について点検を行なわなければならない。

一　巻過防止装置，ブレーキ，クラッチ及びコントローラーの機能

二　ランウェイの上及びトロリが横行するレールの状態

三　ワイヤロープが通っている箇所の状態

（作業開始前の点検）
第二百二十条　事業者は、クレーン、移動式クレーン又はデリックの玉掛用具であるワイヤロープ、つりチェーン、繊維ロープ、繊維ベルト又はフック、シャックル、リング等の金具（以下この条において「ワイヤロープ等」という。）を用いて玉掛けの作業を行なうときは、その日の作業を開始する前に当該ワイヤロープ等の異常の有無について点検を行なわなければならない。
2　事業者は、前項の点検を行なった場合において、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならない。
（就業制限）
第二百二十一条　事業者は，令第二十条第十六号に掲げる業務※（制限荷重が一トン以上の揚貨装置の玉掛けの業務を除く。）については，次の各号のいずれかに該当する者でなければ，当該業務に就かせてはならない。
一　玉掛け技能講習を修了した者
二　職業能力開発促進法　（昭和四十四年法律第六十四号。以下「能開法」という。）第二十七条第一項 の準則訓練である普通職業訓練のうち，職業能力開発促進法施行規則（昭和四十四年労働省令第二十四号。以下「能開法規則」という。）別表第四の訓練科の欄に掲げる玉掛け科の訓練（通信の方法によって行うものを除く。）を修了した者
三　その他厚生労働大臣が定める者
※令第二十条第十六号に掲げる業務とは，つり上げ荷重が一トン以上のクレーンの玉掛けの業務が含まれる。

（２）吊荷取扱設備の待機場所等による落下防止措置

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは，通常時，使用済燃料プール上への待機配置を行わないこととし，使用済燃料プール上に落下することを防止する。

また，原子炉建屋クレーンを使用した吊荷作業時においては，可動範囲をインターロックにより制限することで，吊荷等が使用済燃料プールに落下することを防止する。

別紙３に燃料取替機及び原子炉建屋クレーンにおける待機場所について示すとともに，別紙４に原子炉建屋クレーンのインターロックについて示す。

（３）異物混入防止対策による落下防止措置

使用済燃料プール周辺は，異物混入防止エリアを設置することで，異物混入による使用済燃料プールの損傷を未然に防止する。作業員による当該エリアでの物品の持込み，持出しについては専任監視員による確認等を行い，日常作業等における持込品を制限することで，落下防止対策を図る。

また，当該エリアの出入口は，原則１箇所とし，管理レベルの向上を図る。

別紙５に，使用済燃料プール周辺における異物混入防止エリアについて示す。

5.3　評価フローⅢの抽出結果

5.3.1　落下防止対策を実施することにより落下評価が不要となるもの

評価フローⅡで検討要となった重量物について，5.2.1「耐震性確保による落下防止対策」，5.2.2「設備構造上の落下防止対策」，及び5.2.3「運用状況による落下防止対策」を実施することで，使用済燃料プールへの落下時影響評価は不要とする。

６．重量物の評価結果

（１）評価結果

使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価結果について，６号炉の整理表を第 7.1 表に，７号炉の整理表を第 7.2 表に示す。(抽出した設備等の配置，重量及び落下高さは，現場，機器配置図等の確認及び作業実績により確認した。)

（２）まとめ

今回新たに追加された重量物落下に関する規制要件への適合状況を確認するため，「２．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき，落下時影響評価が必要な重量物を抽出した。

評価フローⅠ及び評価フローⅡにおいて，使用済燃料プールへの落下により使用済燃料プールの機能を損なうおそれがある重量物として，原子炉建屋（屋根トラス，耐震壁等)，燃料取替機，原子炉建屋クレーン及び吊荷等の設備等を抽出した。

評価フローⅢにおいて，設備構造上の落下防止措置の確認及び運用状況の確認を実施し，落下防止対策が適切に実施されていることを確認した。また，耐震評価による確認として，基準地震動 Ss に対して落下防止のために必要な構造強度を有する設計とする。

７号炉の使用済燃料プール上部の原子炉区域・タービン区域換気空調系のダクトについては，耐震評価及び落下時影響評価を実施し，基準地震動 Ss に対して落下防止のために必要な構造強度を有する設計であることを確認した。

以上のことから，今回新たに追加された重量物落下に関する規制要件について，適合性を示すことが可能である。

今後，新たに使用済燃料プール周辺に設置する，又は取り扱う設備等については，「２．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき，使用済燃料プールへの落下時影響評価の要否判定を行い，評価が必要となったものに対しては落下時影響評価を行い，必要に応じて適切な落下防止対策を実施する。

第 7.1 表　使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価に関する整理表（６号炉）

評価フローⅠ		評価フローⅡ					評価フローⅢ							評価フローⅣ
番号	抽出した設備等	評価①	評価②			選定結果	評価③						選定※結果	落下時の影響評価
		配置	重量	落下高さ	落下エネルギー		a. 地震による重量物の破損	b. 吊荷取扱装置の故障等		c. 吊荷取扱装置の誤操作		d. 吊荷取扱設備の待機位置等		
							対策①	対策②	対策③	対策②	対策③	対策③		
1	原子炉建屋	×	特定不可	～約50m	－	×	○ 耐震評価	－	－	－	－	－	○	－
2	燃料取替機	×	約47000kg	約12m	約6MJ	×	○ 耐震評価	－	○ 点検	－	○ 有資格者作業	○ 使用済燃料貯蔵プール外待機	○	－
3	原子炉建屋クレーン	×	約320000kg	約20m	約63MJ	×	○ 耐震評価	－	○ 点検	－	○ 有資格者作業	○ 使用済燃料貯蔵プール外待機	○	－
4	その他クレーン類	×	約1100kg	約18m	約195kJ	×	○ 耐震評価	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
5	RCCV（取扱具含む）	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
6	RPV（取扱具含む）	×	約2920kg	約20m	約573kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
7	内挿物（取扱具含む）	×	約2150kg	約5m	約106kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
8	プール内ラック類	×	約700kg	約4m	約28kJ	×	○ 耐震評価	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
9	プールゲート類	×	約5600kg	約13m	約714kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	×	約119000kg	約15m	約18MJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	○ 可動範囲制限	○	－
11	電源盤類	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
12	フェンス・ラダー類	×	約200kg	約13m	約26kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
13	装置類	×	約2200kg	約19m	約410kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
14	作業機材類	×	約30kg	約20m	約6kJ	○	－	－	－	－	－	－	－	－
15	計器・カメラ・通信機器類	×	約110kg	約4m	約5kJ	○	－	－	－	－	－	－	－	－
16	試験・検査用機材類	×	約1500kg	約12m	約177kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	×	約10100kg	約19m	約2MJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
18	空調機	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
19	その他	×	約150kg	約12m	約18kJ	×	○ 耐震評価	－	－	－	－	－	○	－

【凡例の説明】○：次ステップの評価は不要　×：次ステップの評価が必要　－：対象外または評価不要

【評価フローⅡによる評価基準】　・評価①　：設置状況等により，使用済燃料プールへの落下が想定されない設備等は「○」，落下が想定される設備等は「×」

・評価②　：模擬燃料集合体の落下エネルギー＝15.504kJ（310kg×5.1m×9.80665m/s^2）以上の場合は「×」、未満の場合は「○」

・選定結果：評価①もしくは②が「○」であれば選定結果を「○」，落下時影響評価は「不要」。選定結果が「×」の場合，評価フローⅢによる評価を実施。

【評価フローⅢによる評価基準】　・評価③　：a.b.c.d.の落下原因に対して適切な落下防止措置が確認された場合は「○」，それ以外は「×」

・選定結果：a.b.c.d.の項目すべてが「○」であれば評価フローⅢの選定結果を「○」，落下時の影響評価は「不要」。a.b.c.d.の項目に一つでも「×」があれば選定結果を「×」，落下時の影響評価を「必要」。

※耐震評価による確認をもって，選定結果を「○」とし，落下時の影響評価を不要とする。

第 7.2 表　使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価に関する整理表（７号炉）

評価フローⅠ		評価フローⅡ					評価フローⅢ							評価フローⅣ
番号	抽出した設備等	評価①	評価②			選定結果	評価③						選定※結果	落下時の影響評価
		配置	重量	落下高さ	落下エネルギー		a. 地震による重量物の破損	b. 吊荷取扱装置の故障等		c. 吊荷取扱装置の誤操作		d. 吊荷取扱設備の待機位置等		
							対策①	対策②	対策③	対策②	対策③	対策③		
1	原子炉建屋	×	特定不可	～約50m	－	×	○ 耐震評価	－	－	－	－	－	○	－
2	燃料取替機	×	約49000kg	約12m	約6MJ	×	○ 耐震評価	－	○ 点検	－	○ 有資格者作業	○ 使用済燃料貯蔵プール外待機	○	－
3	原子炉建屋クレーン	×	約270000kg	約20m	約53MJ	×	○ 耐震評価	－	○ 点検	－	○ 有資格者作業	○ 使用済燃料貯蔵プール外待機	○	－
4	その他クレーン類	×	約1100kg	約17m	約184kJ	×	○ 耐震評価	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
5	RCCV（取扱具含む）	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
6	RPV（取扱具含む）	×	約3500kg	約16m	約550kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
7	内挿物（取扱具含む）	×	約870kg	約12m	約103kJ	×	○ 耐震評価	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
8	プール内ラック類	×	約1060kg	約5m	約52kJ	×	○ 耐震評価	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
9	プールゲート類	×	約2300kg	約13m	約294kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	×	約119000kg	約16m	約19MJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	○ 可動範囲制限	○	－
11	電源盤類	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
12	フェンス・ラダー類	×	約220kg	約20m	約44kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
13	装置類	×	約2200kg	約18m	約389kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
14	作業機材類	×	＜100kg	約12m	約12kJ	○	－	－	－	－	－	－	－	－
15	計器・カメラ・通信機器類	×	約42kg	約4m	約2kJ	○	－	－	－	－	－	－	－	－
16	試験・検査用機材類	×	約500kg	約19m	約94kJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	×	約10000kg	約19m	約2MJ	×	－	○ ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構	○ 点検	○ 速度制限，過巻防止，フック外れ止め	○ 有資格者作業	－	○	－
18	空調機	○	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
19	その他	×	約270kg	約24m	約64kJ	×	○ 耐震評価	－	－	－	－	－	○	－

【凡例の説明】○：次ステップの評価は不要　×：次ステップの評価が必要　－：対象外または評価不要

【評価フローⅡによる評価基準】
・評価①　：設置状況等により，使用済燃料プールへの落下が想定されない設備等は「○」，落下が想定される設備等は「×」
・評価②　：模擬燃料集合体の落下エネルギー＝15.504kJ（310kg×5.1m×9.80665m/s^2）以上の場合は「×」，未満の場合は「○」
・選定結果：評価①もしくは②が「○」であれば選定結果を「○」，落下時影響評価は「不要」。選定結果が「×」の場合は評価フローⅢによる評価を実施。

【評価フローⅢによる評価基準】
・評価③　：a.b.c.d.の落下原因に対して適切な落下防止措置が確認された場合は「○」，それ以外は「×」
・選定結果：a.b.c.d.の項目すべてが「○」であれば評価フローⅢの選定結果を「○」，落下時の影響評価は「不要」。a.b.c.d.の項目に一つでも「×」があれば選定結果を「×」，落下時の影響評価を「必要」。

※耐震評価による確認をもって，選定結果を「○」とし，落下時の影響評価を不要とする。

別紙１

燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性について

燃料の貯蔵設備については，「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の指針 49 に以下の記載がある。

指針 49．燃料の貯蔵設備及び取扱設備

２．使用済燃料の貯蔵設備及び取扱設備は，前項の各号に掲げる事項のほか，次の各号に掲げる事項を満足する設計であること。

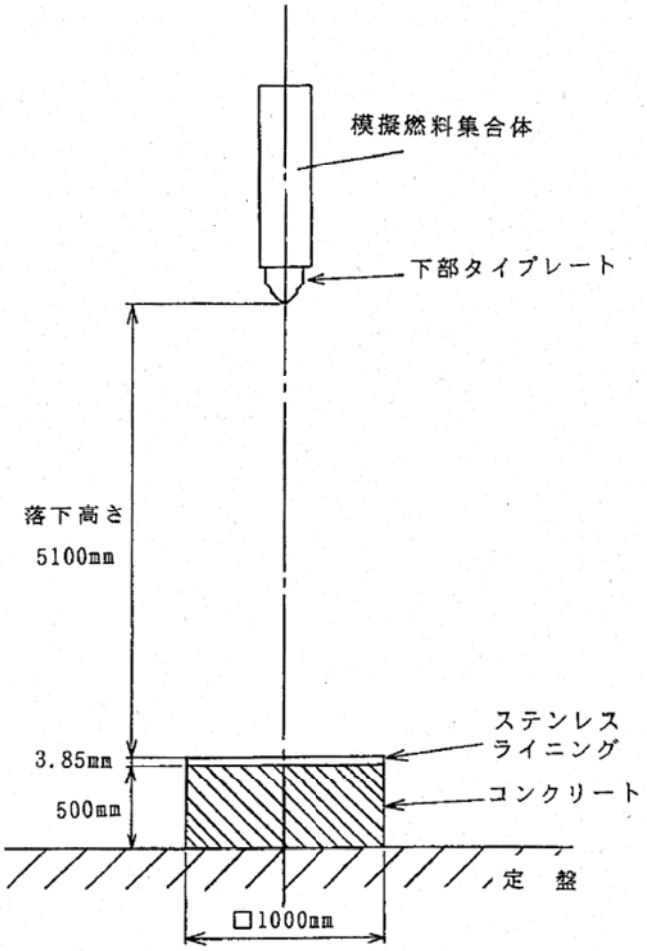
（４）貯蔵設備は，燃料集合体の取扱い中に想定される落下時においても，その安全機能が損なわれるおそれがないこと。

使用済燃料プールへの燃料集合体落下については，模擬燃料集合体を用いた気中落下試験を実施し，万一の燃料集合体の落下を想定した場合においても，ライニングが健全性を確保することを確認している※1。

試験結果としては，ライニングの最大減肉量は初期値3.85㎜に対して0.7㎜であった。また，落下試験後のライニング表面の浸透探傷試験の結果は，割れ等の有害な欠陥は認められず，燃料落下後のライニングは健全であることが確認された。

※１　「沸騰水型原子力発電所　燃料集合体落下時の燃料プールライニングの健全性について」（HLR-050）

第１図は，気中による模擬燃料集合体の落下試験の方法を示したものである。
水中の燃料集合体重量（内挿物を含む）は，本試験で使用した模擬燃料集合体の重量未満であり，燃料集合体の高さについても，本試験の落下高さ未満となっている。また，燃料集合体の落下時は，水の抵抗による減速効果が期待できることから，この試験は保守的な評価結果となっている。



第１図　模擬燃料集合体落下試験方法

第1図に示す落下試験における模擬燃料集合体重量は，燃料チャンネルボックスを含めた状態で310kgと保守的※2であり，燃料落下高さは燃料取替機による燃料移送高さを考慮し，5.1mと安全側である。

※２　柏崎刈羽６号及び７号炉にて取り扱っている燃料集合体重量（燃料チャンネルボックス含む）は，310kg未満である。

別紙２

使用済燃料プールと燃料取替床面上設備等との離隔概要について

評価フローⅡにおける「設置状況による抽出」にて「検討不要」とした各項目の設備等については，使用済燃料プールの手摺りの外側にて設置，保管及び取り扱う設備等であり，使用済燃料プールと離隔距離を確保し，使用済燃料プールへ落下するおそれはない。

また，電源盤類，空調機については，離隔距離を確保し配置されていることに加え，床や壁面にボルト等にて固定又は固縛されている設備等であることから，使用済燃料プールへ落下することはない。

第１表に，評価フローⅡにおける「設置状況による抽出」にて検討不要とした設備等の落下防止分類を示し，第１図にこれら設備等と使用済燃料プールとの配置関係を示す。

第１表　評価フローⅡにおける「設置状況による抽出」にて検討不要とした設備等の落下防止分類（６号炉の例）

抽出項目	No.	詳細	落下防止分類
RCCV（取扱具含む）	1	RCCV ヘッド（ボルト含む）	①
	2	RCCV M/I 吊具	①
電源盤類	3	照明用トランス	①，②
	4	照明用分電盤	①，②
	5	燃料チャンネル着脱機制御盤	①，②
	6	燃料プール状態表示盤	①，②
	7	作業用電源箱	①，②
	8	使用済燃料貯蔵プール温度中継端子箱	①，②
	9	機器搬出入口ハッチカバー用制御盤	①，②
	10	機器搬出入口ハッチカバー用ジブクレーン　作業電源箱	①，②
	11	無線通信設備補助増幅器	①，②
	12	RPV ヘッド自動着脱機電源箱	①，②
	13	原子炉建屋クレーン電源現場操作箱	①，②
	14	燃料取替機制御室空調機現場盤	①，②
	15	再循環ポンプ検査水槽用制御盤	①，②
	16	インペラ・シャフト検査装置制御盤	①，②
空調機	17	燃料取替機制御室空調機	①，②

【落下防止分類】

① 使用済燃料プールから離隔距離を確保した手摺り外側にて設置，保管及び取り扱い

② 床や壁面への固定又は固縛

第１図　使用済燃料プールと周辺設備の配置図（６号炉の例）

ロープによる固縛

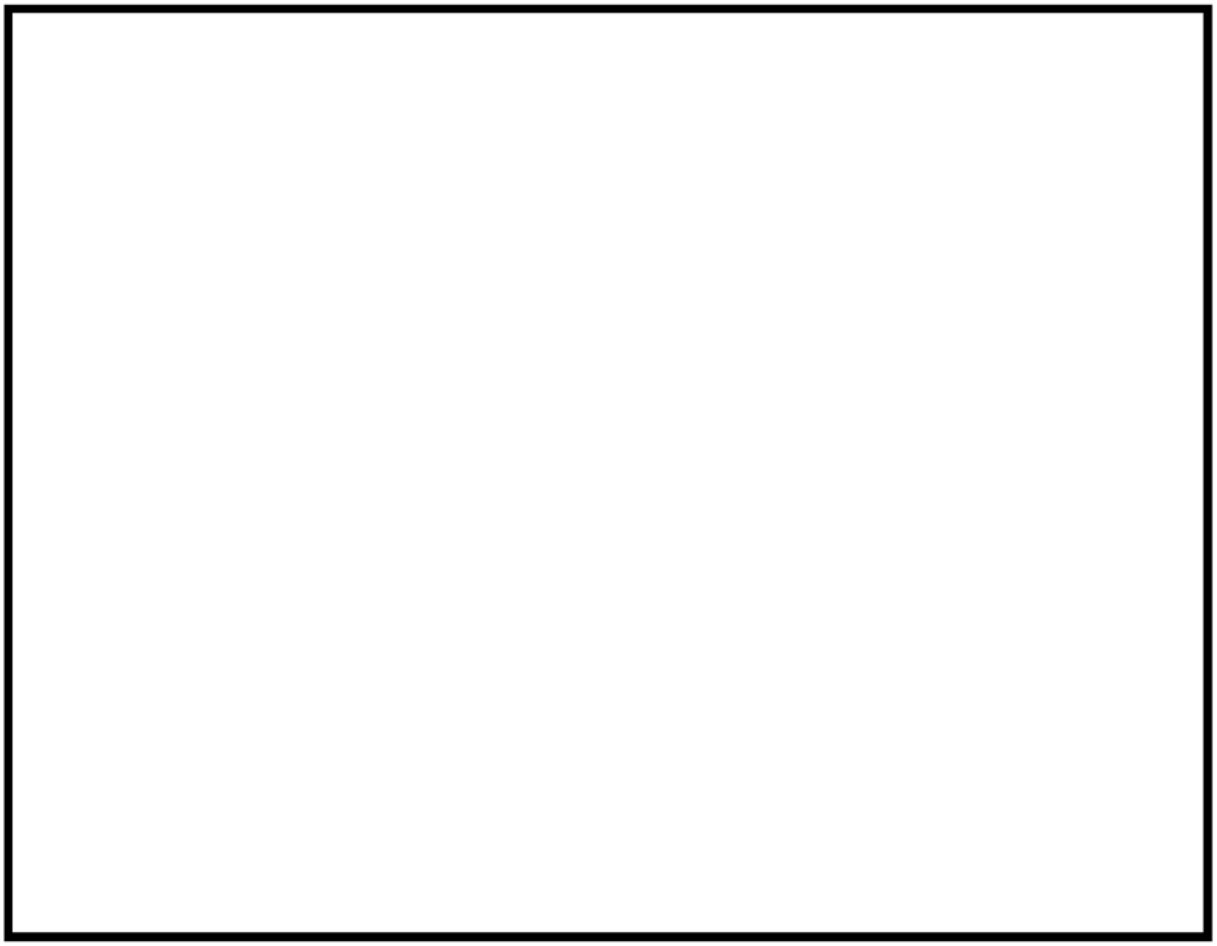
ボルトによる壁面固定

別紙３

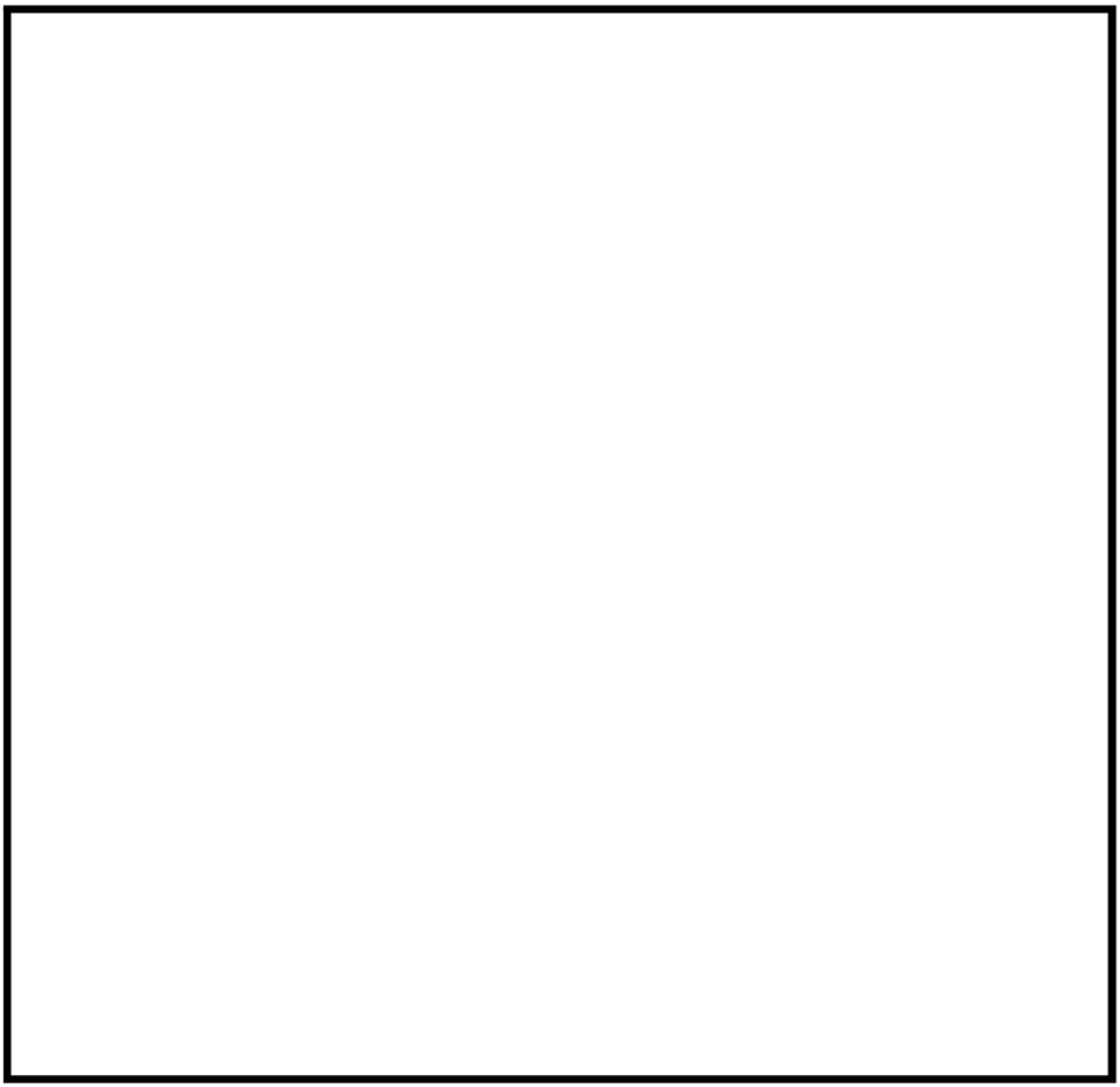
燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの待機場所について

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンは，通常時，使用済燃料プール上へ待機配置しない運用とすることで，使用済燃料プールへの落下は防止される。

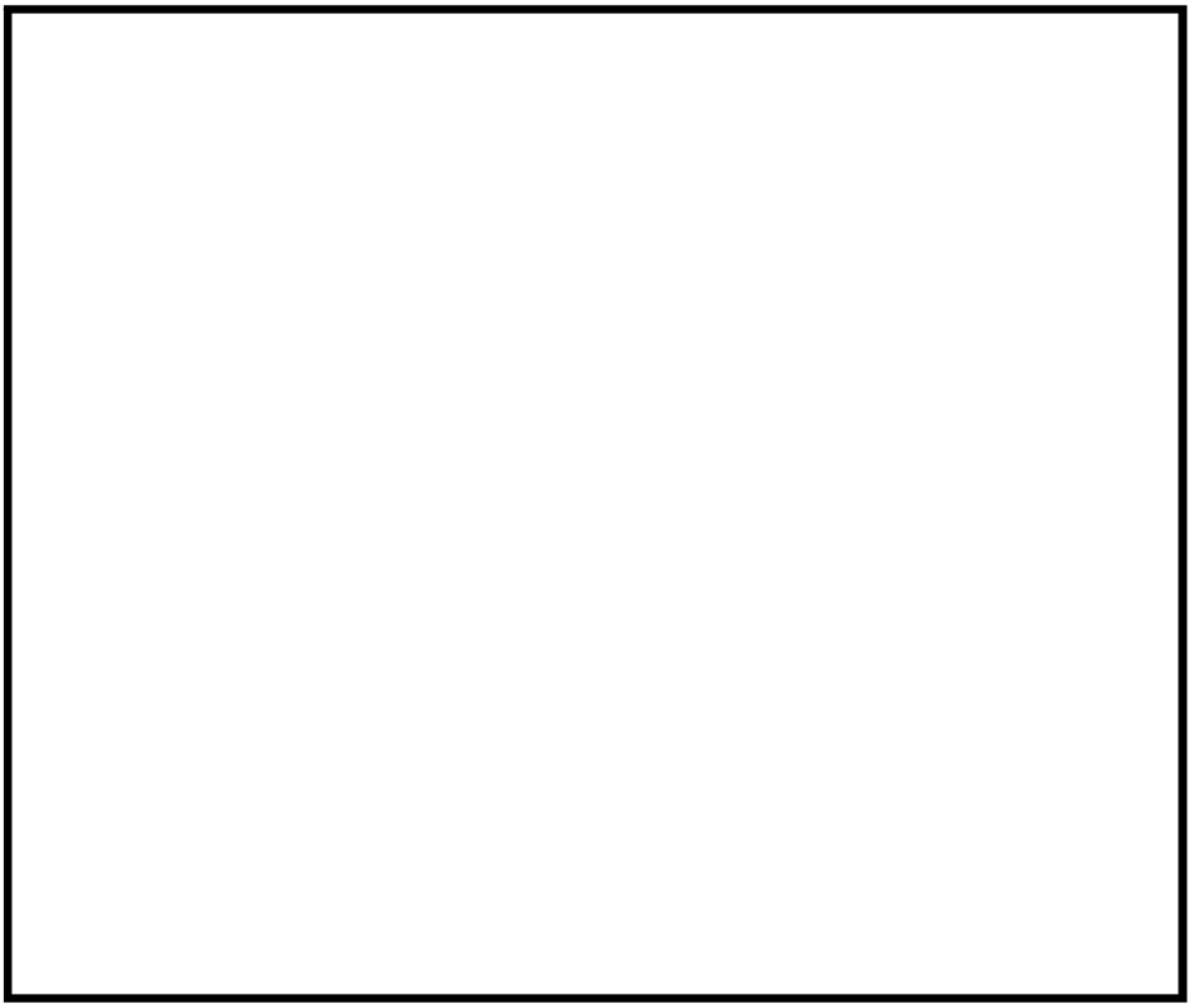
以下に，柏崎刈羽６号及び７号炉における燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの通常時待機範囲を示す。



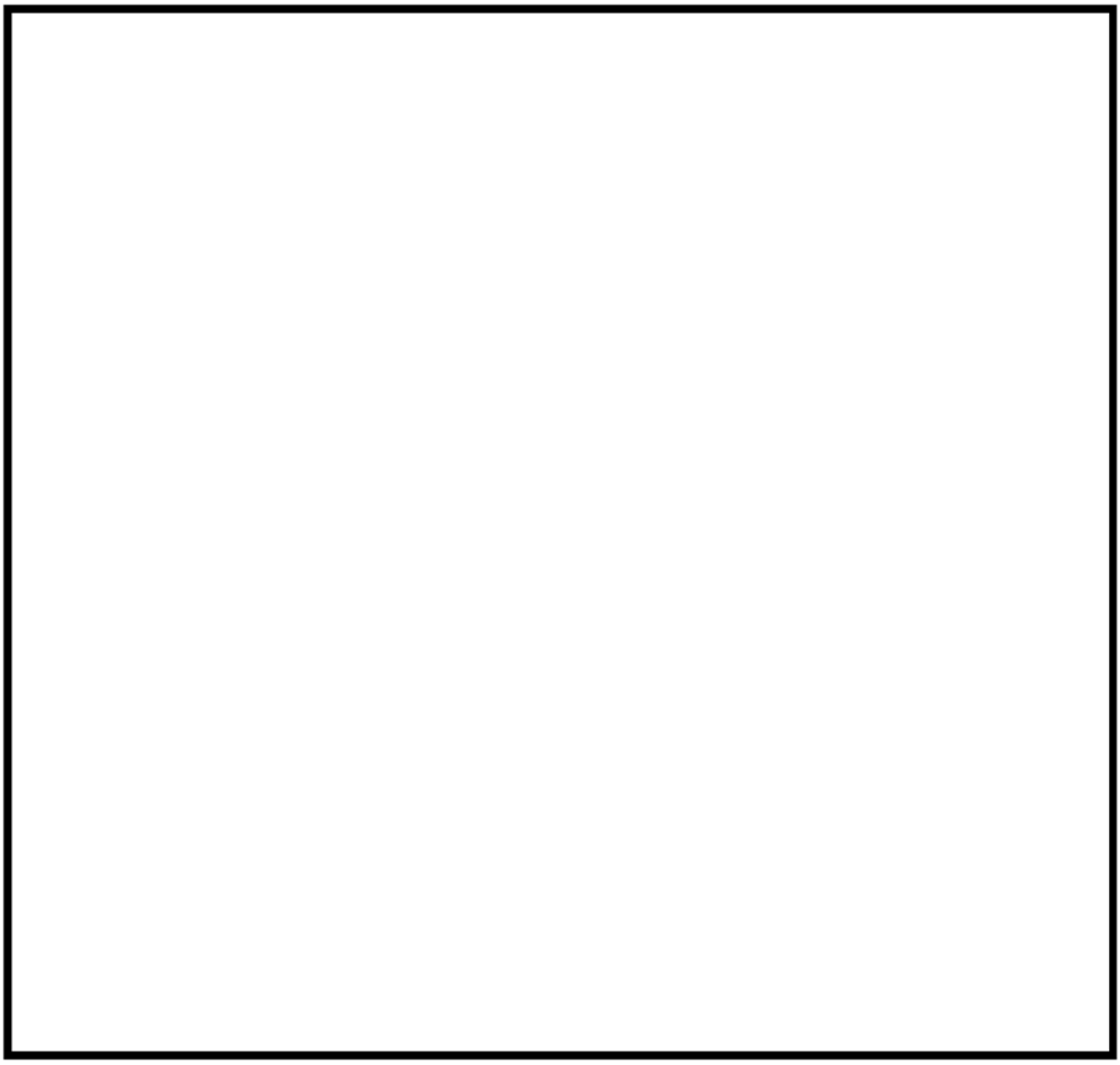
第１図　燃料取替機　待機範囲（６号炉）



第２図　燃料取替機　待機範囲（７号炉）



第３図　原子炉建屋クレーン待機範囲（６号炉）



第４図　原子炉建屋クレーン待機範囲（７号炉）

別紙４

原子炉建屋クレーンのインターロックについて

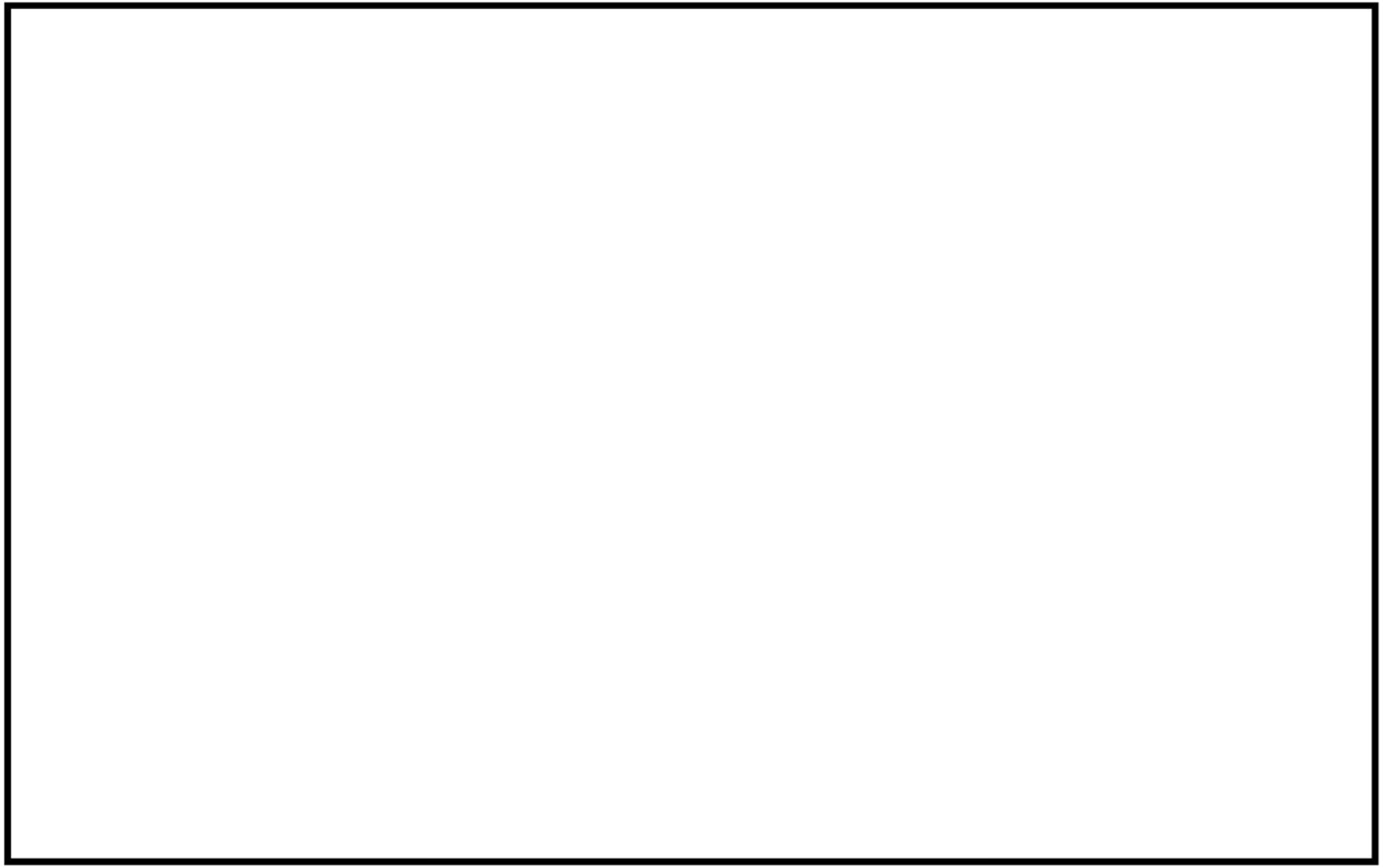
原子炉建屋クレーンは，使用済燃料プール上を重量物及び使用済燃料輸送容器が走行及び横行できないように可動範囲を制限するインターロックを設ける。

原子炉建屋クレーン走行及び横行レールは燃料取替床上部を走行及び横行できるよう敷設し，重量物及び使用済燃料輸送容器の移送を行う際には，重量物及び使用済燃料輸送容器が使用済燃料プール上を通過しないよう，レールに沿って設置されたリミットスイッチ及びインターロックによる可動範囲の制限により，使用済燃料プールへの重量物及び使用済燃料輸送容器の落下を防止する設計とする。

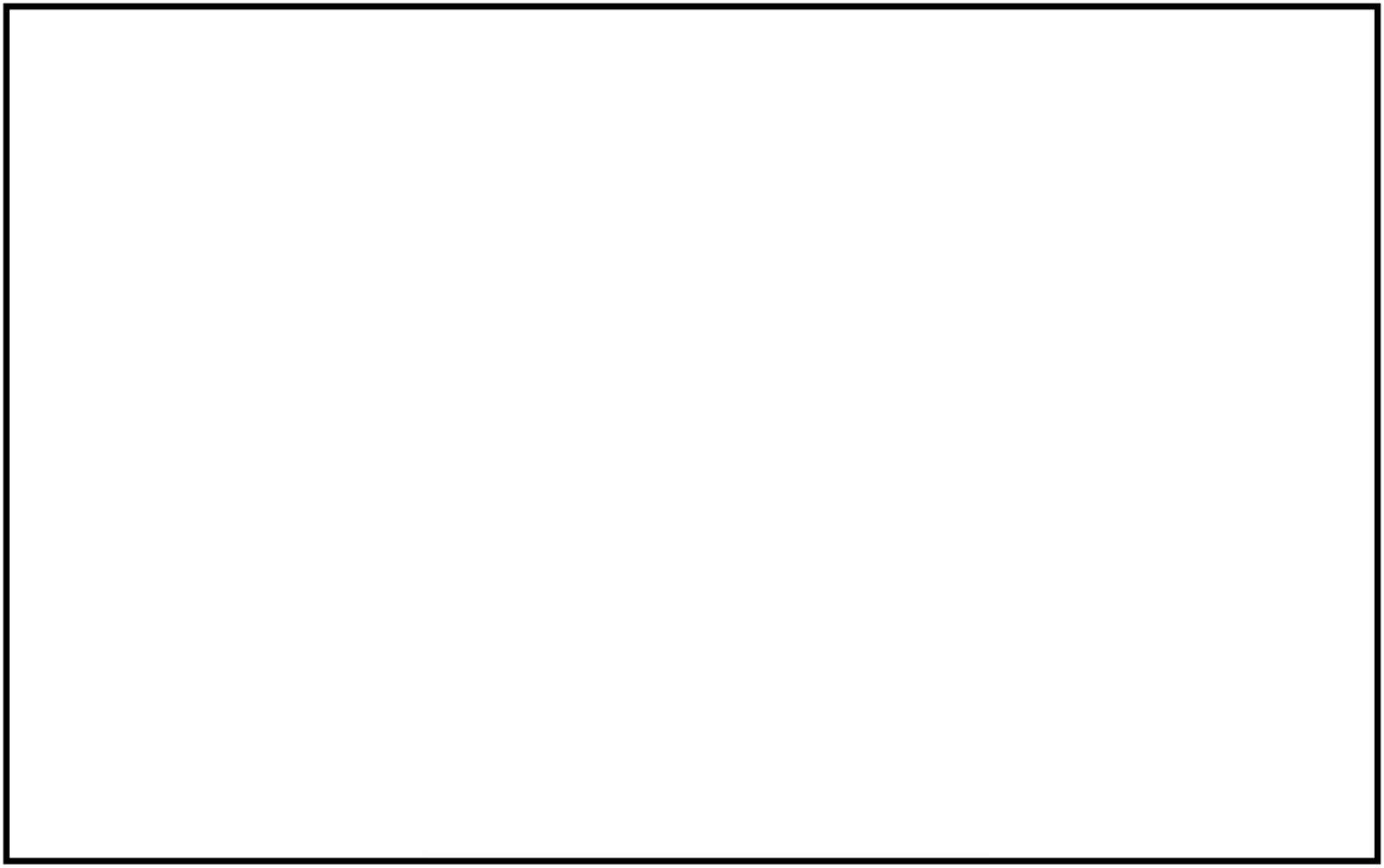
原子炉建屋クレーンの走行又は横行リミットスイッチの構造を第１図及び第２図に示す。また，原子炉建屋クレーンの重量物及び使用済燃料輸送容器移送のインターロックによる可動範囲とリミットスイッチ展開図の関係を第３～６図に示す。リミットスイッチは，原子炉建屋クレーンがレバーを機械的に動作させることで，インターロックが動作する設計とする。

第１図　原子炉建屋クレーンの走行又は横行リミットスイッチ（６号炉）

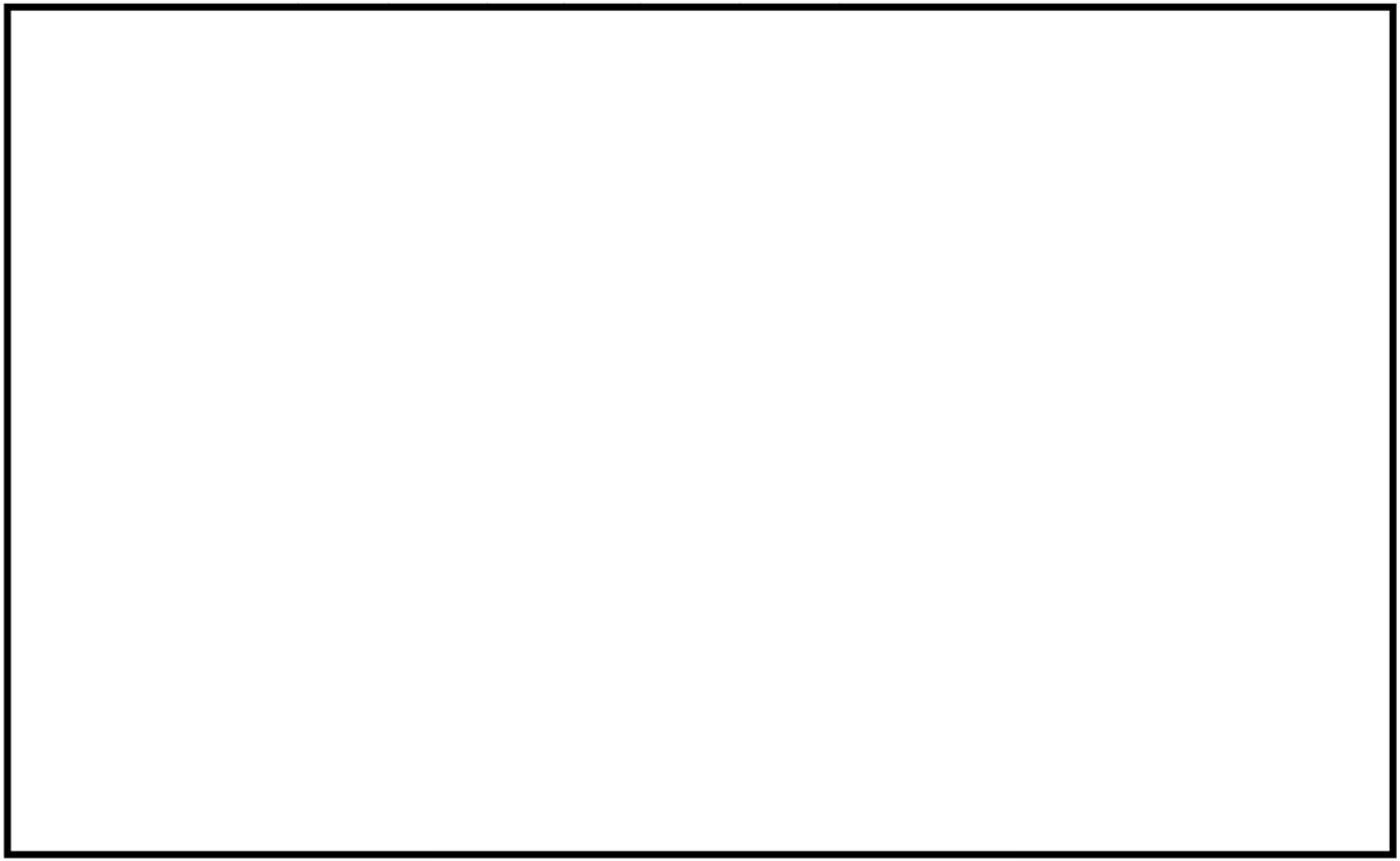
第２図　原子炉建屋クレーンの走行又は横行リミットスイッチ（７号炉）



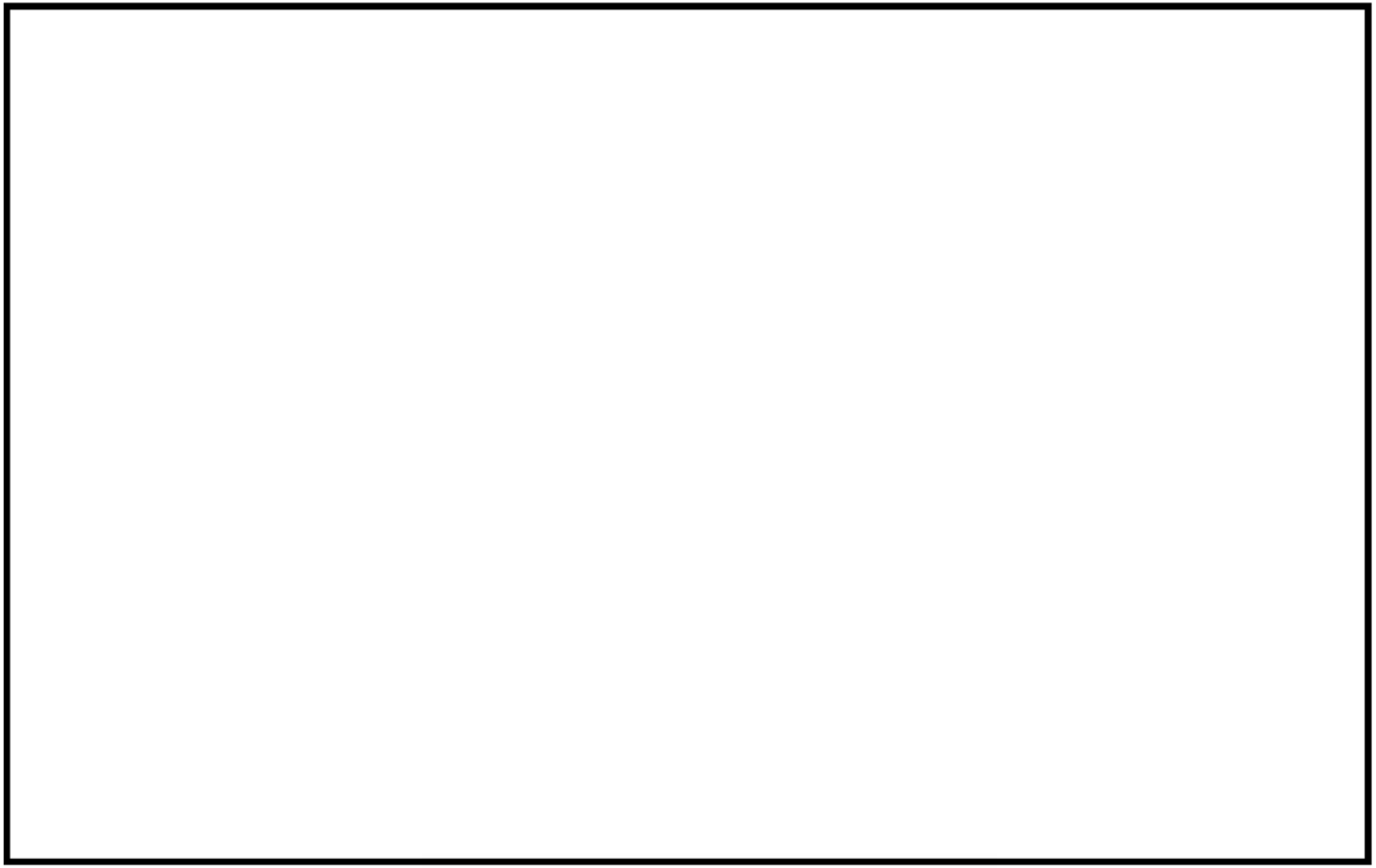
第３図　原子炉建屋クレーンのインターロックによる重量物移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図（６号炉）



第４図　原子炉建屋クレーンのインターロックによる使用済燃料輸送容器移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図（６号炉）



第５図　原子炉建屋クレーンのインターロックによる重量物移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図（７号炉）

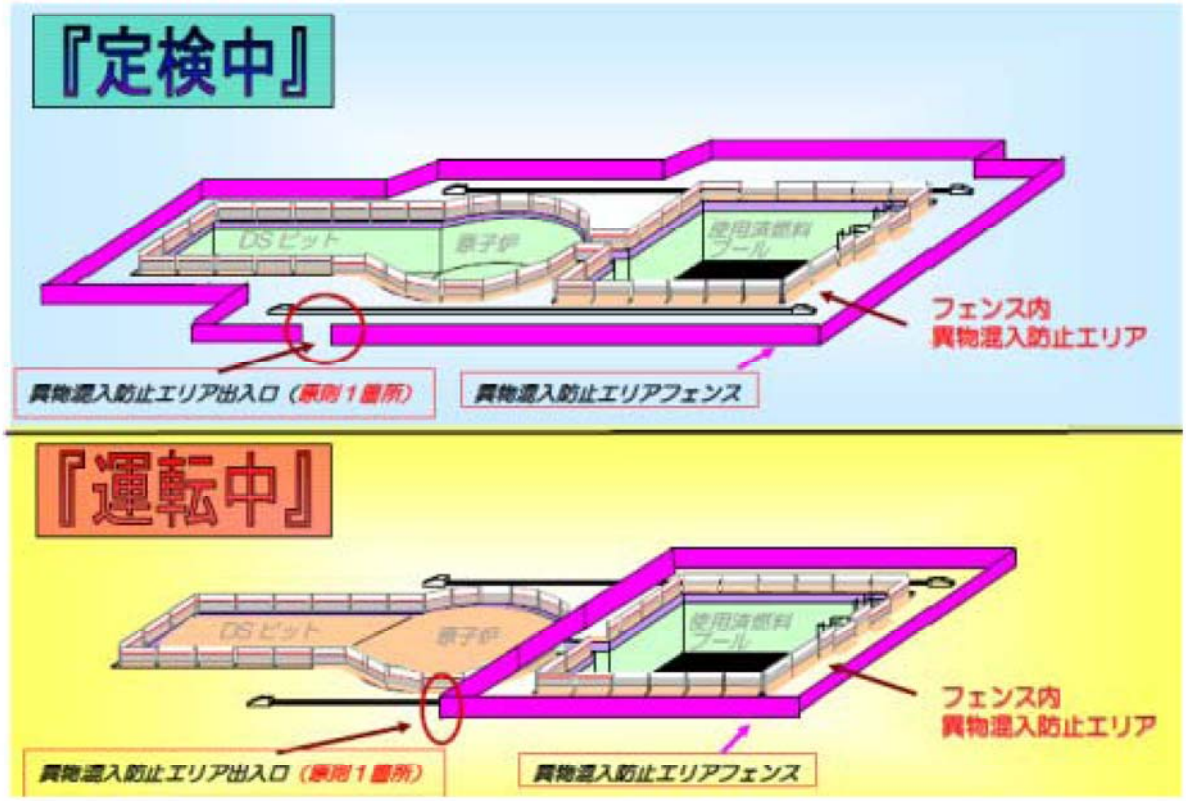


第６図　原子炉建屋クレーンのインターロックによる使用済燃料輸送容器移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図（７号炉）

別紙５

使用済燃料プール周辺における異物混入防止エリアについて

柏崎刈羽６号及び７号炉における使用済燃料プール周りは，第１図に示すとおり，定期検査中及び運転中において，使用済燃料プールと離隔距離を確保した手摺り（フェンス）により異物混入防止エリアを設定し，異物等の持ち込みを制限することで，使用済燃料プールへの異物混入による損傷を未然に防止している。



第１図　燃料取替床面　異物混入防止エリア設置概要（定期検査中・運転中）

補足説明資料１

７号炉 使用済燃料プール上部ダクトの健全性評価

１．概要

７号炉の使用済燃料プール上部には，「その他」項目のダクト（原子炉区域・タービン区域換気空調系）が設置されている。

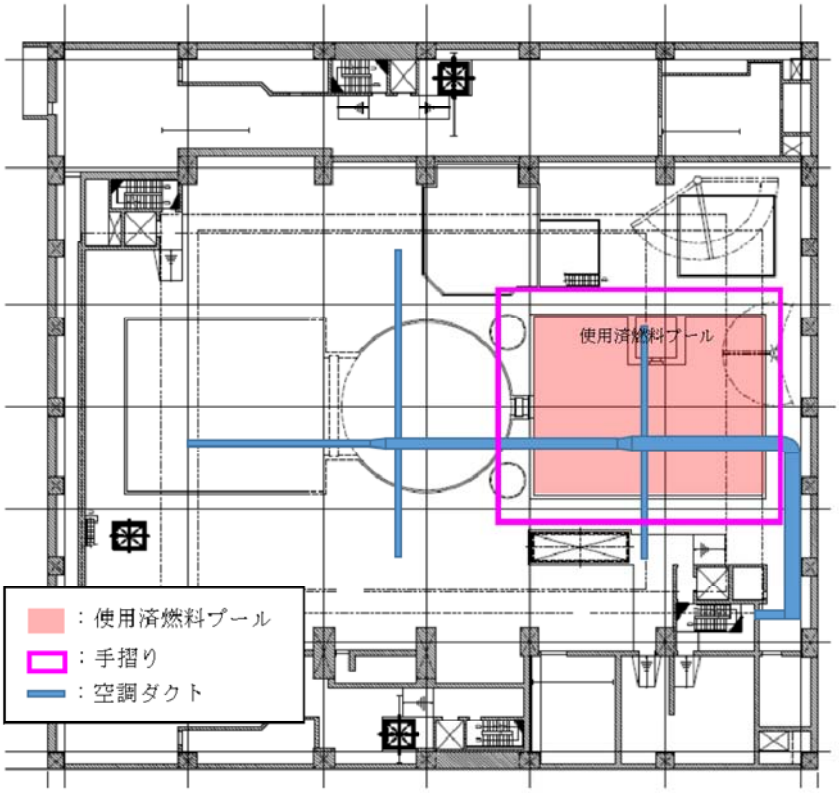
当該ダクトについては，基準地震動 Ss を用いた耐震評価を実施するとともに，仮に当該ダクトが落下した場合における，使用済燃料プールライニングの健全性への落下時影響評価を実施する。

第１図に上記ダクトの使用済燃料プール上部への設置状況を示す。

第１図　使用済燃料プール上部のダクト　設置状況（７号炉）

２．耐震評価

本評価の対象範囲は，第２図に示すとおり，使用済燃料プールから離隔距離を確保した手摺りの内側の使用済燃料プール上部のダクト，及び当該ダクトを支持するダクトサポートとし，当該ダクトに対して基準地震動 Ss を用いた耐震評価を実施する。



第２図　７号炉 燃料取替床上部　ダクト配置図

（１）評価条件

①荷重条件

評価に用いる地震動は，原子炉建屋のフロアレベルの最高レベルとなる T.M.S.L.49700（当該ダクト設置レベルは T.M.S.L.47100）とし，本地震動の水平方向と鉛直方向の発生荷重（モーメント及び反力）の組合せとして下記の動的及び静的解析のいずれか大きくなる結果を採用する。

評価対象	動的解析	静的解析
ダクト	SRSS※1	1.2ZPA※2 解析による絶対値和
ダクトサポート	SRSS※1	1.2ZPA※2 解析による絶対値和

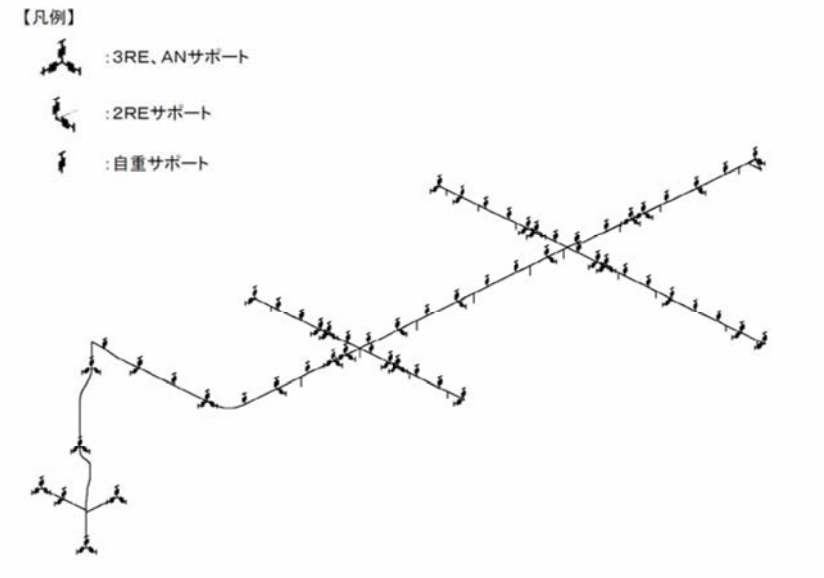
※１：SRSS＝$\sqrt{\{(\text{水平震度})^2+(\text{鉛直震度}+1.0)^2\}}$

※２：1.2ZPA＝Sa 波の 1.2 倍

②ダクト評価

ダクト評価として，第２図に示す範囲を多質点連続梁モデルとし，解析から曲げモーメントを求め，許容座屈曲げモーメントに対する評価を実施した。

ダクト及びダクトサポート解析モデルを第３図に示す。



第３図　ダクト及びダクトサポート解析モデル

評価においては，ダクトが基準地震動 Ss に対して機能維持すること（換気機能及び支持機能を維持すること）を評価した。

なお，許容座屈曲げモーメントは下記の算出式を用い，評価結果は(裕度)＝(許容座屈曲げモーメント)／(ダクトに発生する曲げモーメント（解析結果）)で示す。安全係数は設計裕度として S＝ [redacted] を用いた。

$$M = S \cdot M_T \cdot \gamma$$

$$M_T = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot t \cdot \mathrm{I}}{\sqrt{1-\upsilon^2} \cdot b^2} \cdot \sqrt{\mathrm{E} \cdot \sigma_y}$$

M　：許容座屈曲げモーメント
S　：座屈曲げモーメントの安全係数
γ　：座屈限界曲げモーメントの安全係数
M_T　：座屈限界曲げモーメント
λ　：座屈限界曲げモーメントの補正係数
π　：円周率
t　：ダクト板厚
I　：断面二次モーメント
ν　：ポアソン比
b　：ダクト幅
E　：縦弾性係数
σ_y　：降伏応力

③サポート評価

サポート評価においても，限界評価として供用状態をDs（F値＝min(1.2Sy,0.7Su)※）とし，ダクト解析による支持点反力にて解析評価を実施した。評価結果は(裕度)＝(許容応力F値)／(ダクトサポートに発生する応力（解析結果）)で示す。

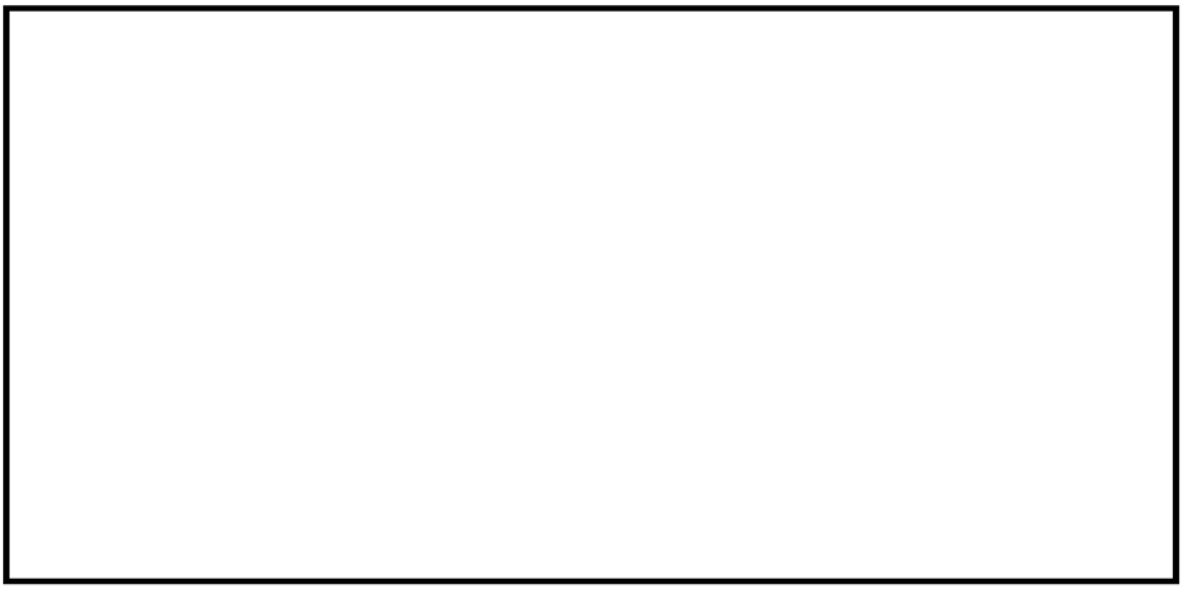
※JEAC4601-2008 原子力発電所耐震設計技術規程における，その他支持構造物に対する許容応力算出の際のF値の規定

（2）評価結果

ダクト及びダクトサポートの耐震評価の結果，発生する最大の曲げモーメント及び応力は基準地震動に対して裕度を確保しており落下することはない。評価結果を第1表に示すとともに，第4図に，ダクト及びダクトサポートに発生する最大の曲げモーメント及び応力発生箇所を示す。

第1表　ダクト及びダクトサポートに発生する最大の曲げモーメント及び応力の裕度

対象設備	裕度	判定基準
ダクト		
ダクトサポート		



第4図　ダクト及びダクトサポートにおける最大の曲げモーメント及び応力発生箇所

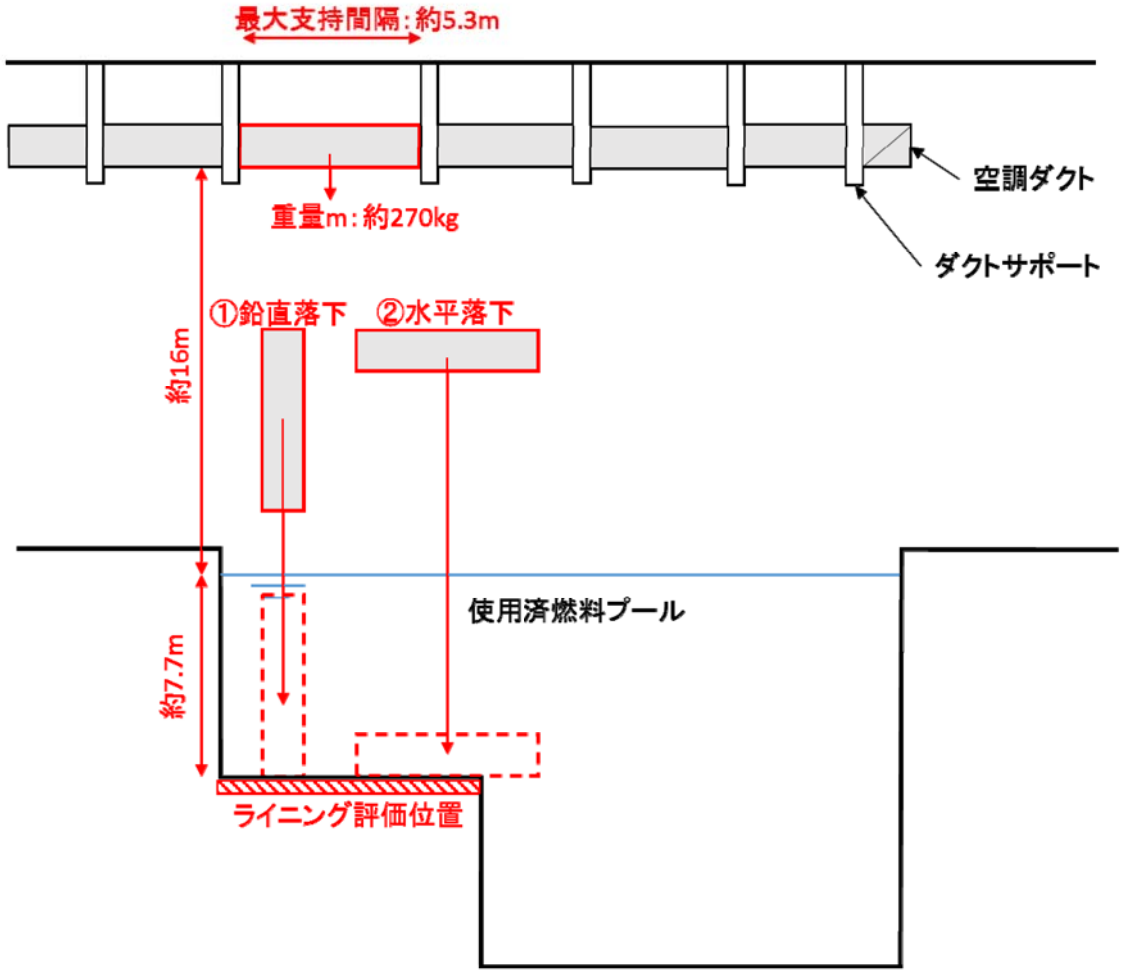
３．落下時影響評価

ダクトは中空の形状であり，表面積が広いため，水中では水の抵抗を受け易い。そのため，当該ダクトが使用済燃料プールに落下した場合，水中での浮力及び水の抵抗により落下エネルギーは消費され，使用済燃料プールライニングへの影響は軽微なものになると考えられる。

本評価では，最大支持間隔のダクトが自由落下した場合における，落下時影響評価を実施する。

ダクト落下時影響評価のイメージを第５図に，ダクト落下速度の時間変化のグラフを第６図（鉛直落下）及び第７図（水平落下）に示す。

当該ダクトが落下した場合の使用済燃料プールライニング到達時の速度エネルギーは，水の浮力と抵抗のみを考慮すると，①鉛直落下した場合，②水平落下した場合のどちらの条件においても，気中落下試験時の燃料集合体の「落下エネルギー（約 15.5kJ）」未満となることから，当該ダクトが落下した場合においても使用済燃料プールライニングの健全性は確保されるものと判断する。



第５図　ダクトの使用済燃料プールへの落下評価（イメージ）

第６図　鉛直落下した場合のダクト落下速度の時間変化

第７図　水平落下した場合のダクト落下速度の時間変化

4．まとめ

7号炉の使用済燃料プール上部ダクトに対して，耐震評価及び使用済燃料プールへの落下時影響評価を実施し，当該ダクトは基準地震動 Ss に対して落下しないことを確認したとともに，仮に落下した場合においても，使用済燃料プールライニングの健全性は確保されることを確認した。

補足説明資料２

燃料取替機 主ホイスト（ワイヤロープ，グラップルヘッド，ブレーキ）の健全性評価について

１．評価方法

吊荷位置（上端～下端）でワイヤロープの固有周期が変動するため，ワイヤロープの固有周期帯より，最も大きな震度を上下方向床応答スペクトルから算出し，各部に作用する荷重を算出する。当該算出荷重から，各部の強度評価を実施する。

２．評価条件

評価用地震動：基準地震動 Ss
方向：鉛直
吊荷重量：定格荷重
吊荷位置：上下方向床応答スペクトルとワイヤロープの固有周期を考慮した位置

３．評価結果

燃料取替機　主ホイスト（ワイヤロープ，グラップルヘッド，ブレーキ）の健全性評価結果の裕度整理表について第１表及び第２表に示す。

第１表　燃料取替機 主ホイスト各部　裕度整理表（６号炉）

設備	部位		裕度	判定基準値
燃料取替機	ワイヤロープ※1			
	グラップルヘッド	フック※1		
		シャフト※1		
	ブレーキ※1			

第２表　燃料取替機 主ホイスト各部　裕度整理表（７号炉）

設備	部位		裕度	判定基準値
燃料取替機	ワイヤロープ※1			
	グラップルヘッド	フック※1		
		シャフト※1		
	ブレーキ※1			

※1 燃料取替機のワイヤロープ及びグラップルヘッドの構造については第 5.2.23 図，ブレーキの構造については第 5.2.21 図及び第 5.2.22 図参照。
※2 本評価結果は，静的荷重によるものであり，地震動による吊荷の衝撃荷重等は考慮していない。

補足説明資料３

原子炉建屋クレーン 主巻（ワイヤロープ，フック，ブレーキ）の健全性評価について

１．評価方法

原子炉建屋クレーン本体評価モデルをベースとし，ワイヤロープ部に非線形ばね要素を設定した時刻歴解析を実施し，全時刻での発生荷重の最大値から，クレーン吊具各部の強度評価を実施する。

２．評価条件

評価用地震動：基準地震動 Ss
方向：水平、鉛直
吊荷重量：定格荷重
吊荷位置：上端
トロリ位置：ブリッジ中央

３．評価結果

原子炉建屋クレーン　主巻（ワイヤロープ，フック，ブレーキ）の健全性評価結果の裕度整理表について第１表及び第２表に示す。

第１表　原子炉建屋クレーン 主巻各部　裕度整理表（６号炉）

設備	部位	裕度	判定基準値
原子炉建屋クレーン	ワイヤロープ※1		
	フック※1		
	ブレーキ※1		

第２表　原子炉建屋クレーン 主巻各部　裕度整理表（７号炉）

設備	部位	裕度	判定基準値
原子炉建屋クレーン	ワイヤロープ※1		
	フック※1		
	ブレーキ※1		

※1 原子炉建屋クレーンのワイヤロープ及びフックの構造については第 5. 2. 27 図及び第 5. 2. 28 図，ブレーキの構造については第 5. 2. 25 図及び第 5. 2. 26 図参照。

※2 ブレーキについて，制動力を上回る負荷トルクが発生し，スリップすることが考えられるが，地震による加速度は交番加速度であり，スリップは一時的なものと考えられ，大きく落下することはない。なお，基準地震動 Ss 時における定格荷重での滑り量としては，約 [redacted] cm 程度であることを確認している。

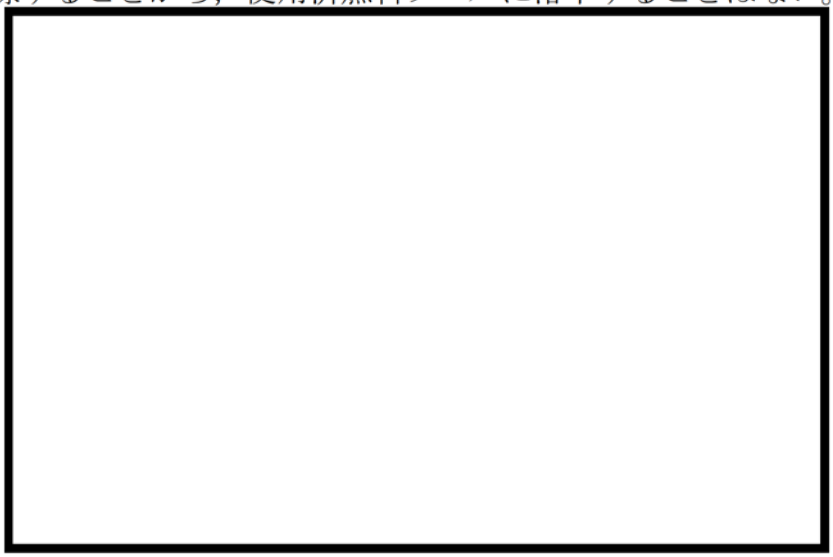
補足説明資料４

燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの落下防止対策

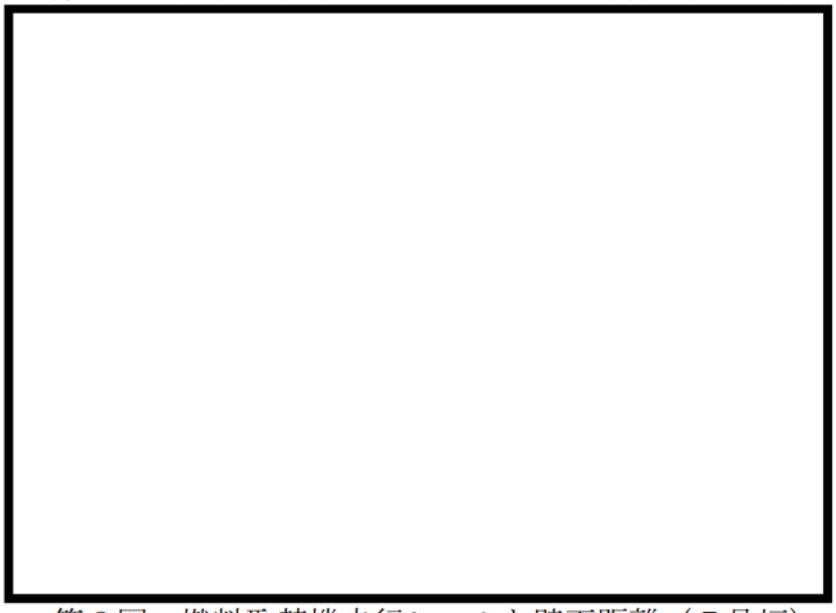
○燃料取替機

燃料取替機は，走行及び横行レールからの浮き上がりによる脱線を防止するため，脱線防止装置を設置しており，走行及び横行レールの脱線防止装置は，レールの頭部を脱線防止装置にて抱き込む構造であり，燃料取替機の浮き上がりにより走行及び横行レールから脱線しない構造とする。

なお，走行及び横行レールには，走行又は横行方向に対する脱線を防止するため，ストッパが設置されているが，地震時等に走行及び横行レール上を燃料取替機又はトロリが滑り，仮に本ストッパが損傷したとしても，走行レールについては，燃料取替機の幅より建屋壁面との離隔距離の幅の方が短いことから，燃料取替機がレールから脱線するおそれはなく，横行レールについては，燃料取替機ブリッジ上部にレールが敷設されており，トロリが脱線したとしても走行レール外側（使用済燃料プールエリア外）へ脱線することから，使用済燃料プールに落下することはない。



第１図　燃料取替機走行レールと壁面距離（６号炉）



第２図　燃料取替機走行レールと壁面距離（７号炉）

○原子炉建屋クレーン

原子炉建屋クレーンは，走行及び横行レールからの浮き上がりによる脱線を防止するため，脱線防止装置を設置しており，走行及び横行レールの脱線防止装置は，走行方向のランウェイガーダ及び横行方向のクレーン本体ガーダに対し，浮き上がり代を設ける構造とし，クレーンの浮き上がりにより走行及び横行レールから脱線しない構造とする。

なお，走行及び横行レールには，走行又は横行方向への脱線を防止するため，ストッパが設置されているが，地震時等に走行及び横行レール上を原子炉建屋クレーン又はトロリが滑り，仮に本ストッパが損傷したとしても，走行及び横行レールと建屋壁面との離隔距離より，原子炉建屋クレーン又はトロリが走行及び横行レールから脱線するおそれはなく，使用済燃料プールに落下することはない。

第３図　原子炉建屋クレーン走行及び横行レールと壁面距離（６号炉）

第４図　原子炉建屋クレーン走行及び横行レールと壁面距離（７号炉）

補足説明資料５

過去不具合事象に対する対応状況について

１．女川原子力発電所１号炉及び福島第二原子力発電所３号炉　原子炉建屋天井クレーン走行部損傷事象について

１．１　事象概要

女川原子力発電所１号炉の原子炉建屋天井クレーンについて，平成 23 年 9 月 12 日に東北地方太平洋沖地震後の走行確認を実施していたところ，異音が確認された。その後の詳細点検において，走行部内部の軸受が損傷していることが確認された（第１図参照）。原因調査の結果，事象の原因は以下のとおりであった。

・東北地方太平洋沖地震に伴う軸方向の地震荷重により軸受つば部が損傷した。
・損傷した軸受つば部の破片が，軸受コロに挟まれ，その後の当該クレーンの異音調査のための走行に伴い，軸受の損傷が拡大した。

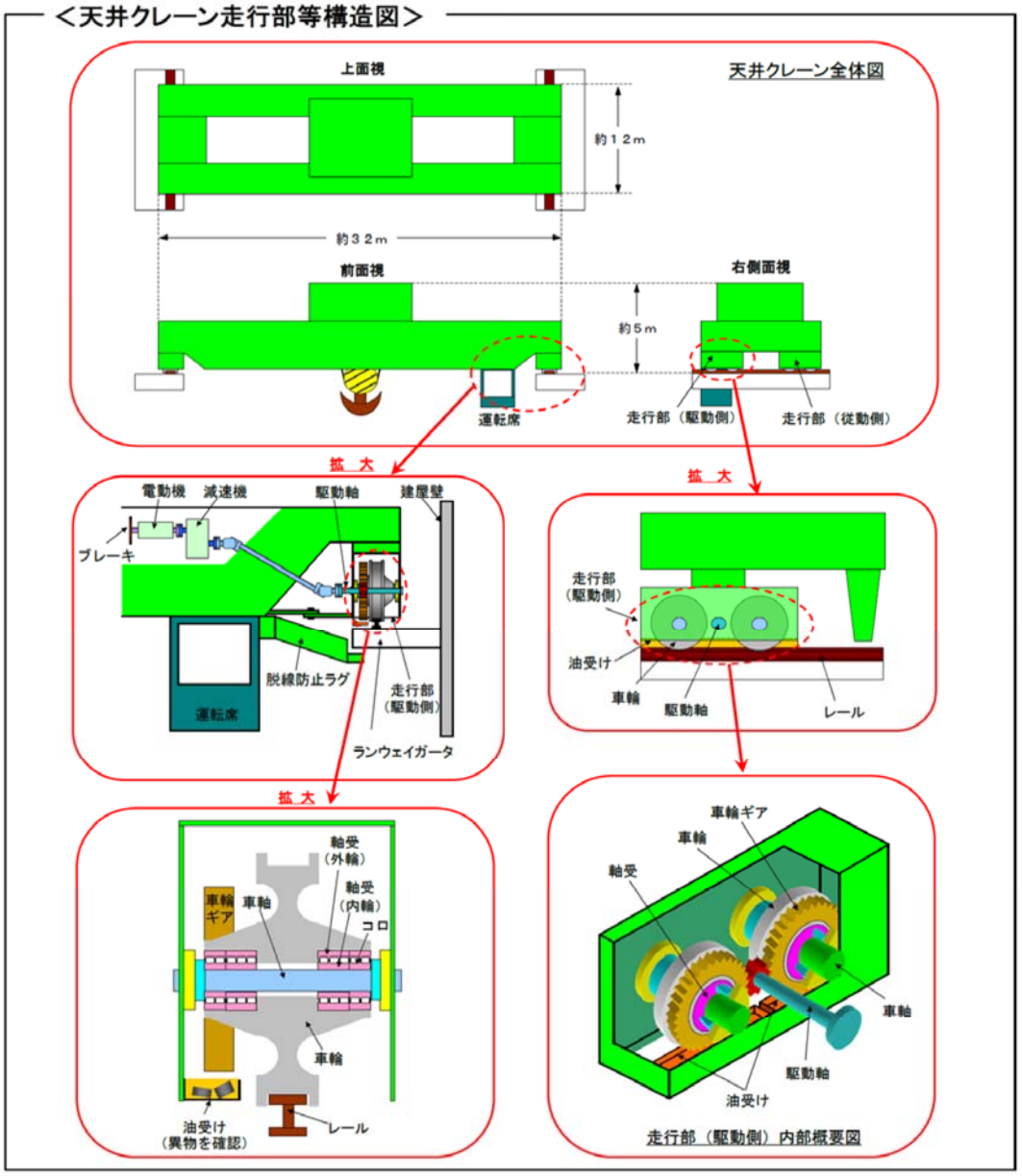
また，本事象の再発防止対策として，女川原子力発電所１号炉では，当該走行部を含む全ての走行部について，軸方向の荷重影響を受けにくい軸受を採用した新品の走行部に交換している（第２図参照）。

なお，東北地方太平洋沖地震に伴う類似の事象は福島第二原子力発電所３号炉においても確認されている（第３図参照）。

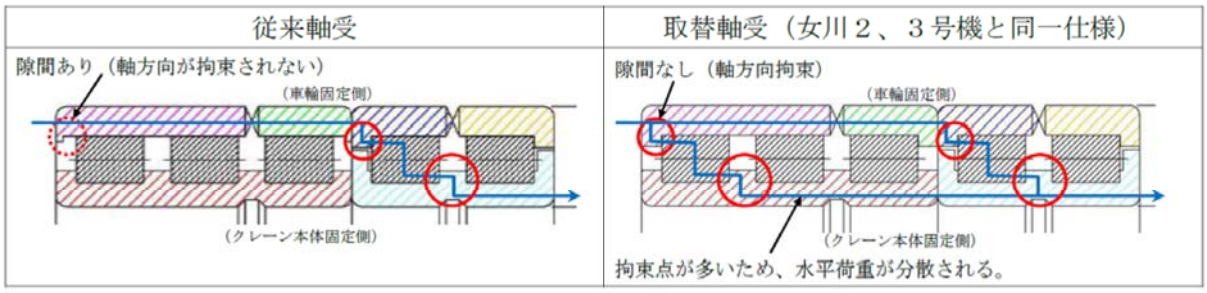
１．２　柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉への水平展開の必要性について

以下の観点から，本事象の柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉への水平展開は不要と判断している。

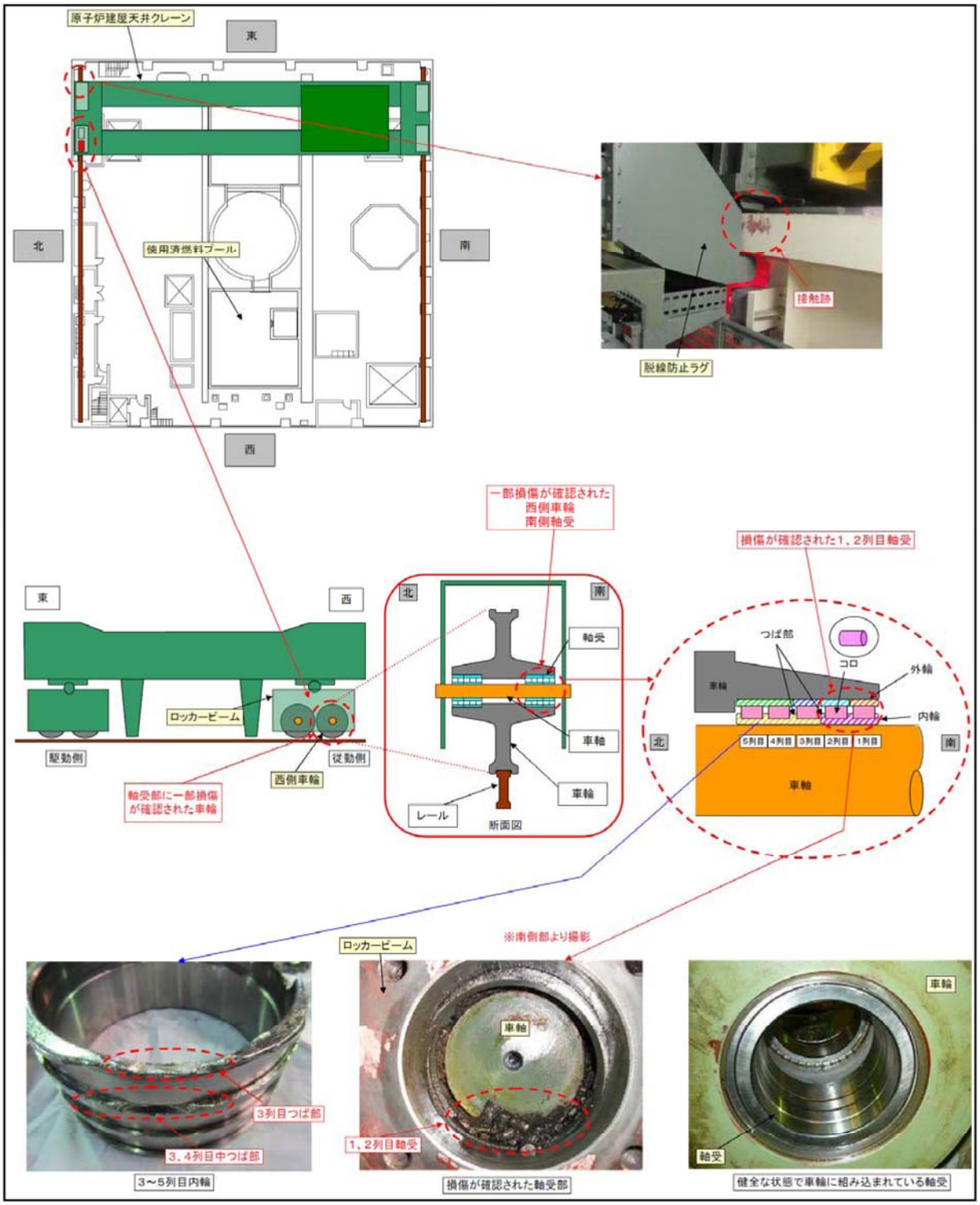
・本事象は，原子炉建屋天井クレーン走行部の軸受の一部が損傷していたものであるが，仮に全ての走行部軸受が機能喪失したとしても，柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉の原子炉建屋クレーンは脱線防止ラグがあることから，ランウェイ上から落下することはない。
・柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉の原子炉建屋クレーン走行部の軸受については，月次点検や年次点検時に行う走行確認で異常を検知することが可能であり，異常が検知された場合に当該部を交換することで復旧可能である。



第１図　女川原子力発電所１号炉　原子炉建屋天井クレーン走行部等構造図
（平成 25 年 11 月 21 日　東北電力株式会社プレス資料から抜粋）



第２図　女川原子力発電所１号炉　従来軸受と取替え軸受の比較
（平成 25 年 11 月 21 日　東北電力株式会社プレス資料から抜粋）



第３図　福島第二原子力発電所３号炉　原子炉建屋クレーンの損傷状況について
（平成 25 年 12 月 25 日　当社プレス資料から抜粋）

２．柏崎刈羽原子力発電所６号炉　原子炉建屋クレーン走行伝動用継手部の破損事象について

２．１　事象概要

柏崎刈羽原子力発電所６号炉の原子炉建屋クレーンについて，平成 19 年 7 月 24 日に新潟県中越沖地震後の設備点検を実施していたところ，走行伝動用継手（以下、ユニバーサルジョイントという。）が南側走行装置と北側走行装置の両側で破損していることを確認した（第４図参照）。原因調査の結果，事象の原因は以下のとおりであった。

・地震発生時、原子炉建屋クレーンは停止している状態であり，走行車輪はブレーキ（電動機側に設置されている）が掛かっている状態であった。
・地震動により強制的にクレーン走行方向の力が発生し，走行車輪に回転しようとする力が作用したが，電動機側の回転を阻止する力（ブレーキ）の相反する作用により，走行車輪と電動機をつなぐユニバーサルジョイントに過大なトルクが発生し，破損に至った※。

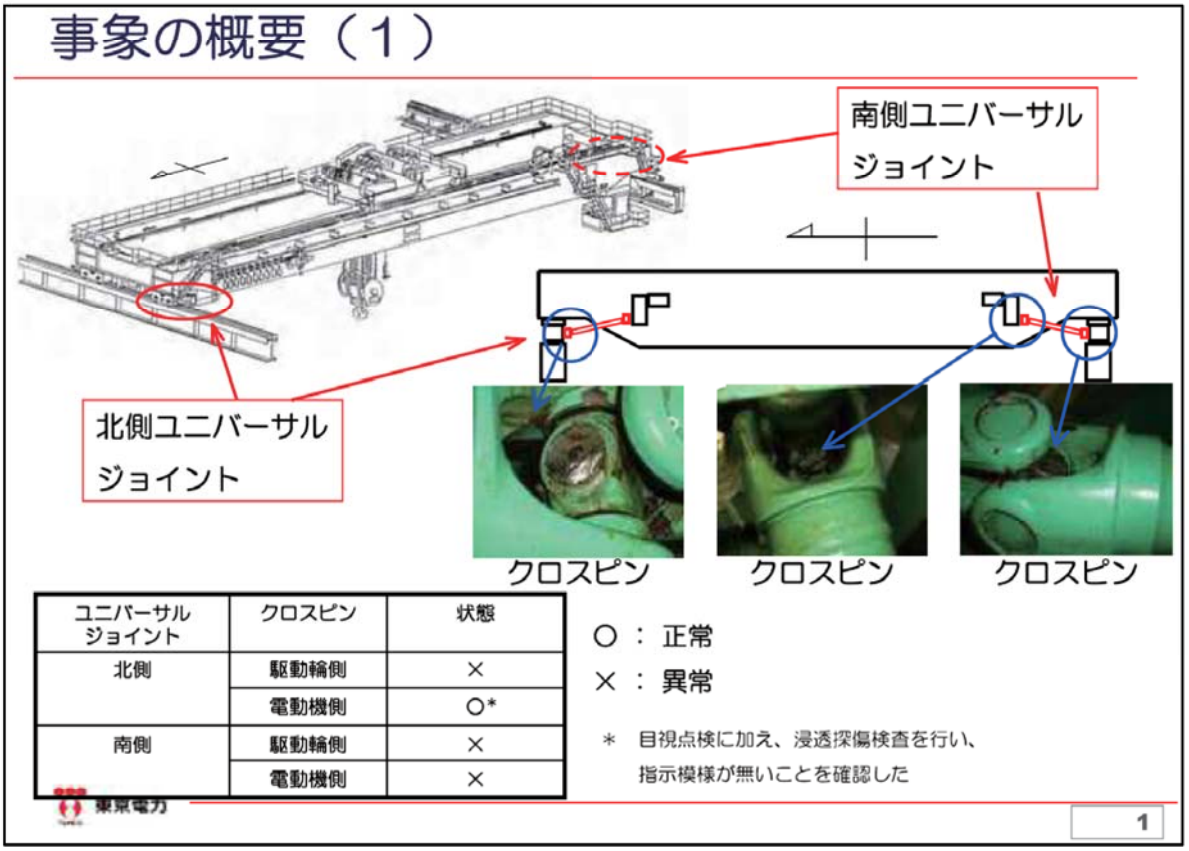
※６号炉の原子炉建屋クレーンは，摺動痕から，ブレーキが効かない状態で，約 30cm 程度移動したものと推定される。

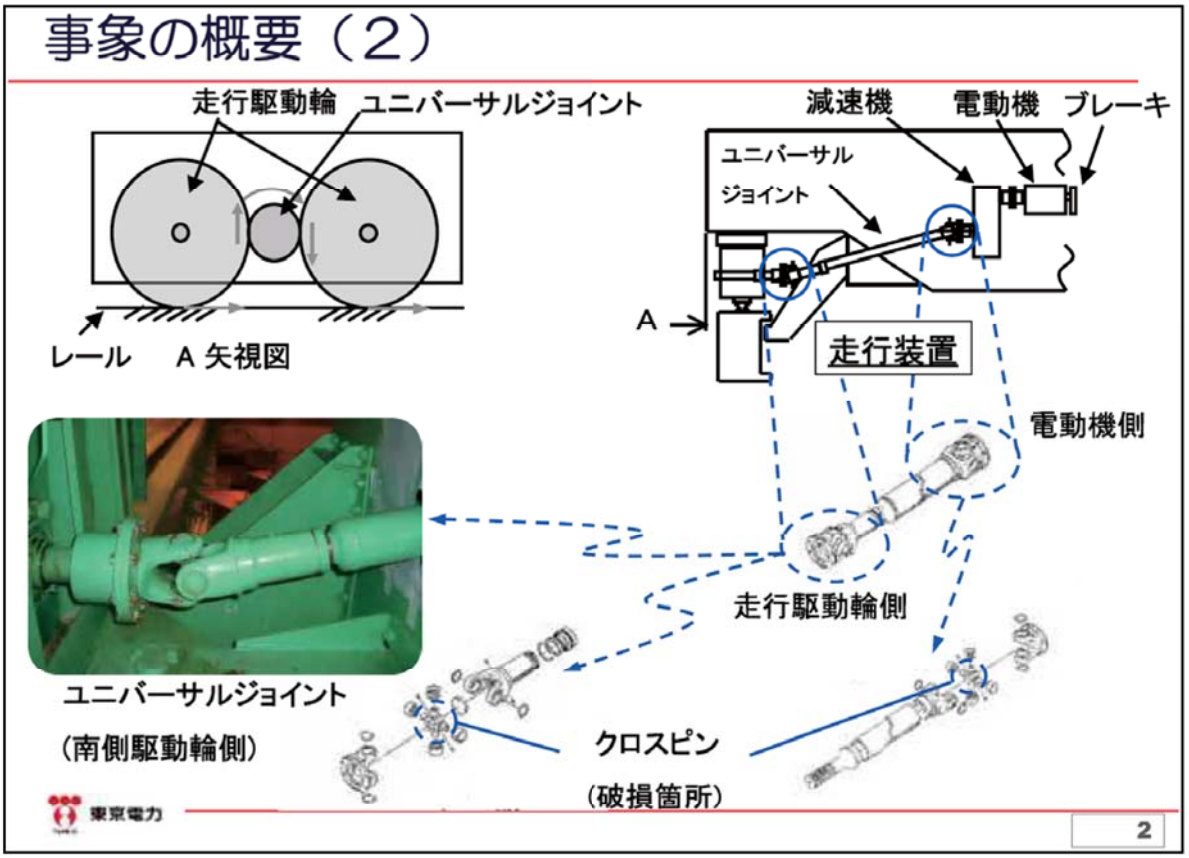
２．２　柏崎刈羽原子力発電所６号炉の再発防止対策及び７号炉への水平展開の必要性について

本事象の再発防止対策については，以下の観点から不要と考えられるものの，クレーンの早期復旧を目的に，現在ではユニバーサルジョイント一式の予備品を保有しておくこととしている。

・ユニバーサルジョイントは，原子炉建屋クレーン車輪への回転エネルギーを伝える走行機能を有するものであるが，当該部品が機能喪失した場合においても，原子炉建屋クレーンには脱線防止ラグが設置されており，脱線防止ラグが有する機能への影響はないことから，原子炉建屋クレーンはランウェイガーダ上から落下することはない。
・当該部品が損傷することで，発生応力が緩和され減速機や電動機等の重要部品の損傷が回避された側面がある。

なお，設備構造上の違いから７号炉の原子炉建屋クレーンはユニバーサルジョイントを使用していないため，上記観点も考慮し，水平展開は不要と判断している。





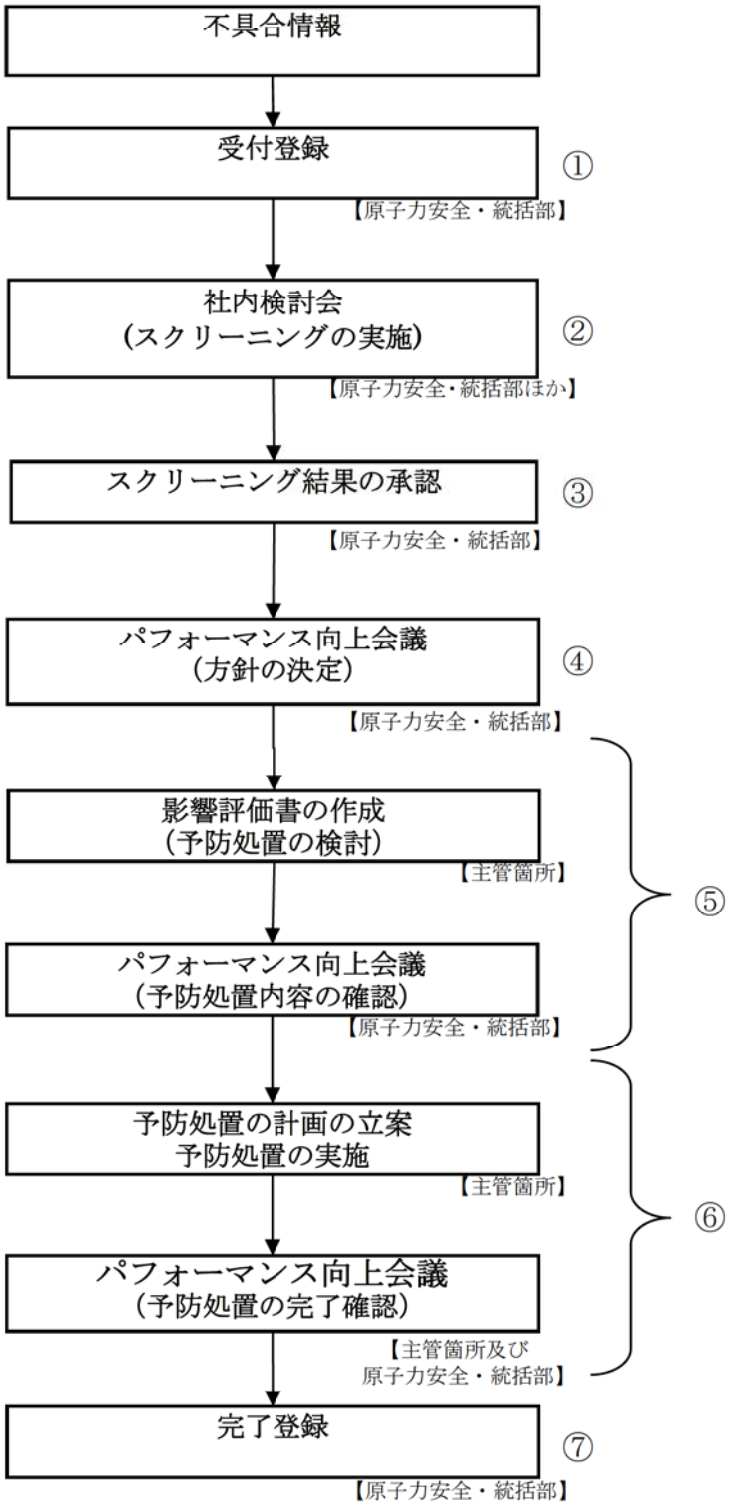
第４図　柏崎刈羽原子力発電所６号炉　原子炉建屋クレーンの損傷状況について
（平成 20 年 9 月 25 日　当社プレス資料から抜粋）

３．その他不具合事象に対する対応状況について

原子炉建屋クレーンに限らず，社外で発生した不具合事象については，海外情報を含め，WANO，原子力安全推進協会，BWR 事業者協議会等を通じて情報を収集している。入手した情報については，社内要領に従い，社内検討会にてスクリーニングを行い，対応が必要と判断された案件については，当社における現状調査や予防処置の検討を実施することとしている。不具合情報の処理フローについて第５図に示す。

処理方法の詳細については以下のとおり。（下記番号とフロー図内の番号が対応）

① 原子力安全・統括部は入手した海外情報について、データベースに登録する。
② 原子力安全・統括部は本社主管部並びに各発電所とともに登録された情報についてスクリーニングを実施する。
③ 原子力安全・統括部はスクリーニング結果についてデータベースに登録し、原子力安全・統括部長の承認を得る。
④ 原子力安全・統括部は検討要と判断された情報について、本社パフォーマンス向上会議に諮り、その後の対応方針について協議する。
⑤ 本社主管部は予防処置を検討の上、影響評価書を作成し、パフォーマンス向上会議の確認を得る。
⑥ 予防処置実施箇所は予防処置を実施し完了したものについて不適合報告書を作成し、パフォーマンス向上会議に報告する。
⑦ 原子力安全・統括部は予防処置が完了したことを確認しデータベースに完了登録する。



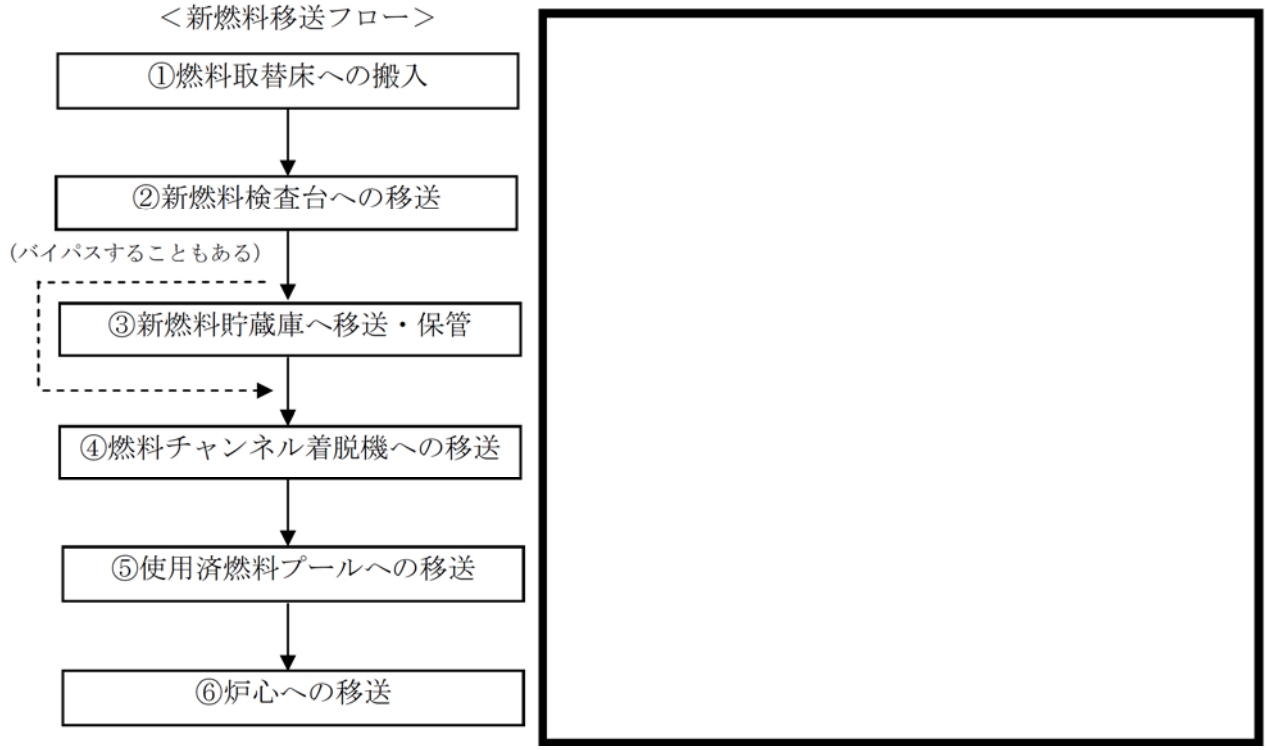
第５図　不具合情報の処理フロー

補足説明資料６

新燃料の取り扱いにおける落下防止対策

新燃料は，原子炉建屋クレーン及び燃料取替機にて取り扱い，原子炉建屋内に搬入後，検査を行い，新燃料貯蔵庫又は使用済燃料プール内へ保管され，燃料装荷の際に炉心へと移送する。

新燃料の取り扱いに係る移送フロー及び経路（例）を第１図に示す。



第１図　新燃料の取り扱いに係る経路（例）

第１図に示すとおり，原子炉建屋クレーンによる新燃料移送時においては，燃料チャンネル着脱機※に装荷する際を除き，可能な限り使用済燃料プール上を移送しない運用とすることで，新燃料の使用済燃料プールへの落下を防止する設計とする。

原子炉建屋クレーンは，動力電源喪失時においても自動的にブレーキがかかるフェイルセーフ機構を有しているとともに，フックには外れ止め金具を装備することで，新燃料の落下を防止する構造とし，速度制限，過巻防止用のリミットスイッチにより，誤操作等による新燃料の落下を防止する設計とする。

炉心への燃料装荷の際には，燃料取替機による新燃料移送作業を行うこととなるが，燃料取替機についても，動力電源喪失時等における種々のインターロックが設けられており，新燃料の落下を防止する設計とする。

※燃料チャンネル着脱機は，新燃料を原子炉建屋クレーンから燃料取替機へ受け渡す中継作業時に使用。

補足説明資料７

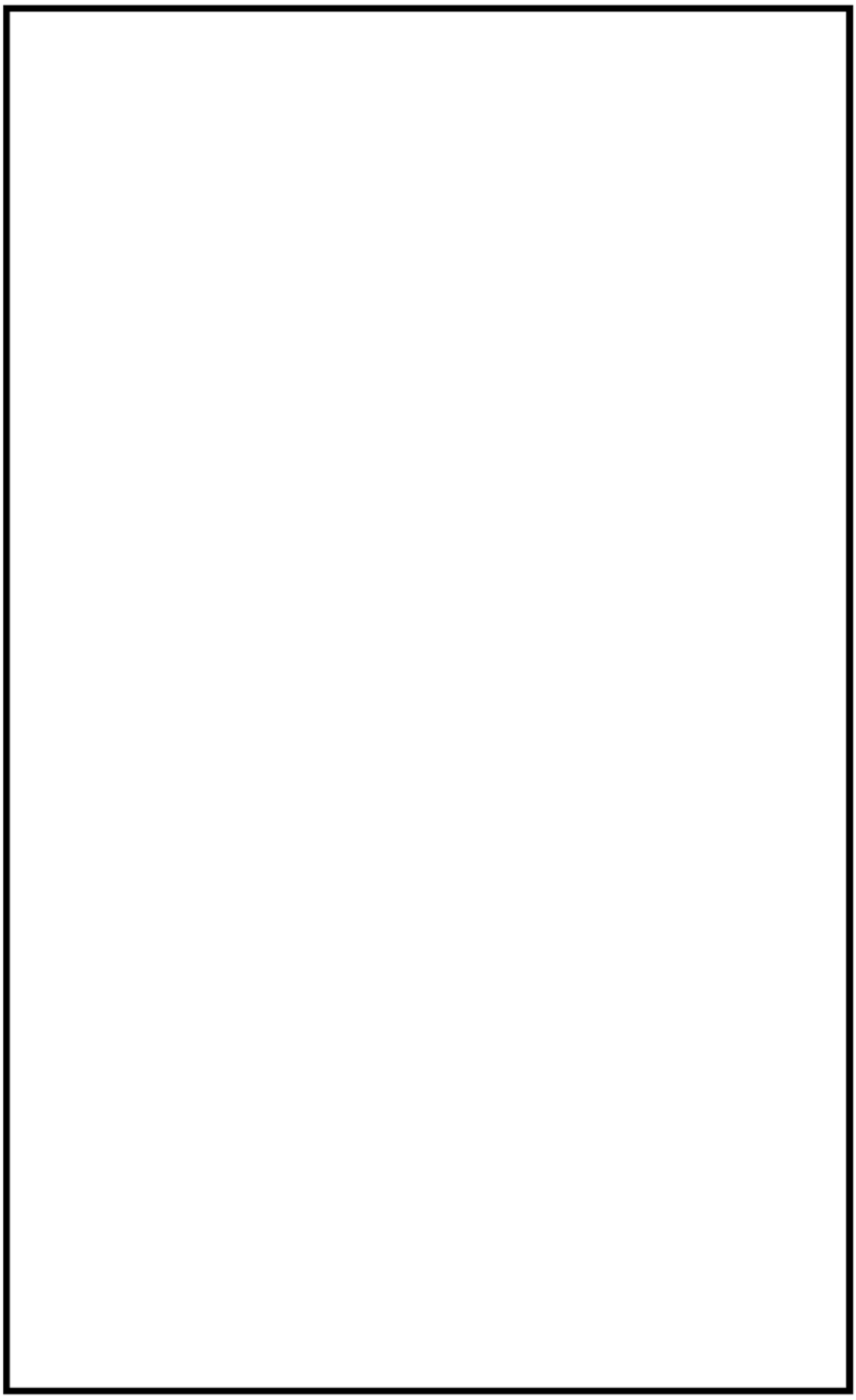
使用済燃料輸送容器取り扱い作業時における使用済燃料プールへの影響

使用済燃料輸送容器の取り扱い作業には，原子炉建屋クレーンを使用する。
作業概要を第１図に示す。

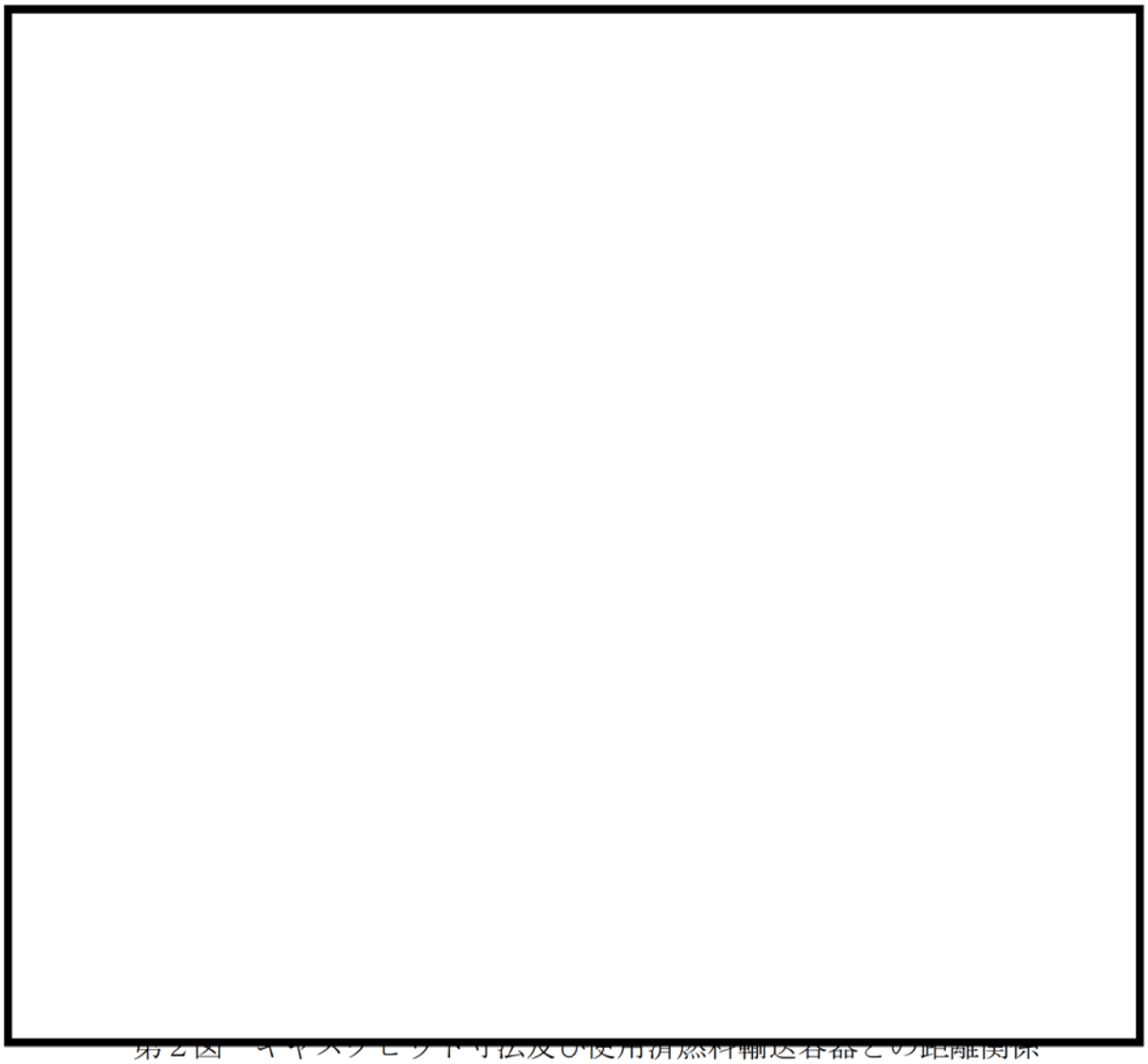
使用済燃料輸送容器の取扱い作業は，第１図に示すとおり，機器搬出入口ハッチから燃料取替床へ使用済燃料輸送容器の移送を行い，除染ピット及びキャスクピットにて燃料の装荷作業が行われる。
本作業時における原子炉建屋クレーンの運転は，使用済燃料輸送容器が使用済燃料プール上を通過することがないよう，インターロック（使用済燃料輸送容器移送モード）運転を行うことで，使用済燃料プールへの使用済燃料輸送容器の落下を防止する設計とする。
また，原子炉建屋クレーンはインターロックによる運転のほか，動力電源喪失時に自動的にブレーキがかかる機能を有し，フックには外れ止め金具を装備し，速度制限，過巻防止用のリミットスイッチも設けることから，使用済燃料輸送容器の落下を防止する設計とする。

なお，キャスクピットでの使用済燃料輸送容器取扱い時に，仮に地震等にて原子炉建屋クレーンの各ブレーキ（横行，走行，巻上下）の機能が喪失した場合，使用済燃料輸送容器は横行，走行方向及び鉛直方向に滑るおそれがあるが，第１図に示すとおり，使用済燃料輸送容器をキャスクピットにて取り扱う際には，キャスクピットを使用済燃料プールと隔離して，キャスクピット単独で水抜き等を実施するためのキャスクピットゲートが設置され，使用済燃料輸送容器が横行，走行方向に滑り※1，鉛直方向に滑った※2としても使用済燃料輸送容器は使用済燃料プールの通常水位以下に落下することはないことから，使用済燃料プール水位維持のためのライニング健全性は維持される。

※１　過去事例にて，中越沖地震時，６号炉の原子炉建屋クレーンは摺動痕から，ブレーキが効かない状態で，約 30cm 移動したものと推定され，インターロック（使用済燃料輸送容器移送モード）運転による可動範囲から，使用済燃料輸送容器取り扱い時に使用済燃料輸送容器がキャスクピット外の使用済燃料プールに落下することはない。
※２　鉛直方向ブレーキについて，制動力を上回る負荷トルクが発生した場合の滑り量は，基準地震動 Ss 時の評価結果において，約[redacted]cm であることを確認している。



第１図　使用済燃料輸送容器取り扱い作業フロー



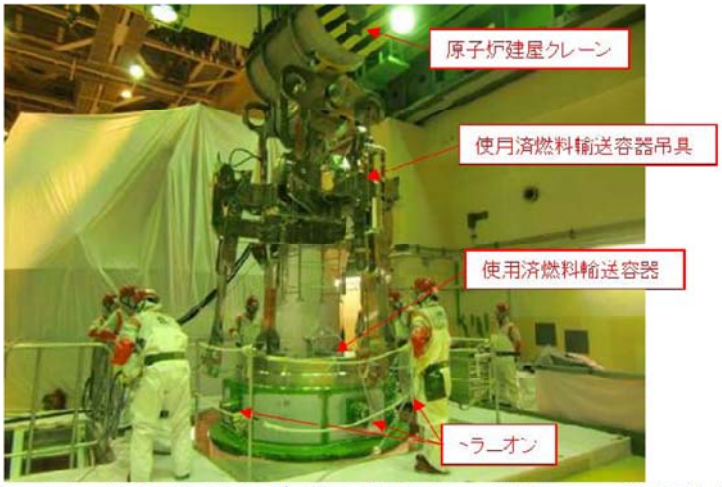
第2図　キャスクピット寸法及び使用済燃料輸送容器との距離関係

補足説明資料８

使用済燃料輸送容器吊具による使用済燃料輸送容器の吊り方について

使用済燃料輸送容器は，原子炉建屋クレーンに使用済燃料輸送容器吊具を取り付けて移送する。現場での使用状況を第１図に示す。

使用済燃料輸送容器を移送する場合，使用済燃料輸送容器は４か所の使用済燃料輸送容器トラニオンを使用済燃料輸送容器吊具で支持することとする。また，使用済燃料輸送容器吊具と原子炉建屋クレーンは，使用済燃料輸送容器吊具の支持ピンとクレーンフックで固定することに加えて，使用済燃料輸送容器吊具の安全板と原子炉建屋クレーンにおいても補助的に固定することにより，使用済燃料輸送容器吊具とクレーンフックの固定を二重化する。



第１図　使用済燃料輸送容器吊具の現場での使用状況
（７号炉の原子炉建屋クレーンを使用する場合）

第２図　使用済燃料輸送容器吊具の構造図
（６号炉の原子炉建屋クレーンを使用する場合）

補足説明資料９

６号炉と７号炉における評価内容の差異について

	評価項目	差異の内容		備考
		６号炉	７号炉	
Ⅰ．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出	現場確認による抽出	—	—	—
	機器配置図等による抽出	—	—	—
	使用済燃料プール周辺の作業実績からの抽出	—	—	—
Ⅱ．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出	設置状況による抽出結果	—	—	—
	落下エネルギーによる抽出結果	—	—	—
	落下防止対策の要否判断が必要となる重量物の抽出結果	—	—	—
Ⅲ．落下防止対策の要否判断	耐震性確保による落下防止対策（原子炉建屋）	使用済燃料プール上部にダクトなし	使用済燃料プール上部にダクトあり	７号炉の使用済燃料プール上部ダクトに対して，基準地震動 Ss を用いた耐震評価及び落下時影響評価を実施することにより，使用済燃料プールライニングの健全性が確保されることを確認
	耐震性確保による落下防止対策（燃料取替機）	—	—	—
	耐震性確保による落下防止対策（原子炉建屋クレーン）	—	—	—
	設備構造上の落下防止対策	—	—	—
	運用状況による落下防止対策	—	—	—

凡例）「－」は差異なしを示す。

別添 2

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉

使用済燃料プール監視設備について

目　次

1.　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）
1.1　概要
1.2　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）について
1.3　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の計測結果の記録及び保存について
1.4　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の電源構成について
1.5　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の設置場所について

（別紙 1）各計測装置の記録及び保存について
（別紙 2）使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）について
（別紙 3）警報設定値について

1.　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）

1.1　概要

平成 25 年 7 月 8 日に施行された新規制基準のうち,「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（以下，設置許可基準規則)」第十六条第 3 項（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）において,『使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備』の設置が要求されている。

このため，使用済燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を監視する，設計基準対象施設である使用済燃料プール監視設備について，以下のとおり基準適合性を確認した。

1.2　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）について

設置許可基準規則第十六条第 3 項にて要求されている『使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備』については，使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域)，燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタを設置している。また使用済燃料プールの水位低下，上昇及び温度上昇並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し，中央制御室に警報を発信する機能を有している。(第 1.2.1 表及び第 1.2.2 表参照)

さらに，外部電源が利用できない場合においても,『発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。)』として，使用済燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を監視する，使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域)，燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタについて，非常用所内電源設備からの電源供給により監視可能であるとともに，測定結果については，表示し，記録し，これを保存することとしている。

第 1.2.1 表　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の一覧

名称	検出器種類	測定範囲の考え方	測定範囲	警報設定値	設置場所	個数	耐震重要度分類
使用済燃料貯蔵プール水位	フロート式	水位が通常水位(6 号炉：T.M.S.L. 31395mm，7 号炉：T.M.S.L.31390mm)近傍であること。	—	6 号炉 水位低 通常水位-162mm(T.M.S.L.31233mm) 水位高 通常水位+32mm(T.M.S.L.31427mm) 7 号炉 水位低 通常水位-250mm(T.M.S.L.31140mm) 水位高 通常水位+109mm(T.M.S.L.31499mm)	原子炉建屋 4 階	6 号炉：1 7 号炉：1	C
使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出	フロート式	使用済燃料プールライナ部からの漏えいを検知できること。	—	6 号炉 ドレン止め弁(T.M.S.L.12696mm) +523mm(T.M.S.L.13219mm) 7 号炉 ドレン止め弁(T.M.S.L.12657mm) +650mm(T.M.S.L.13307mm)	原子炉建屋 1 階	6 号炉：1 7 号炉：1	B
燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度	熱電対	燃料プール冷却浄化系の系統よりプール温度は 52℃以下に維持されており，使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため，プール水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度としている。	0～100℃	6 号炉　温度高　57℃ 7 号炉　温度高　55℃	原子炉建屋 2 階	6 号炉：1 7 号炉：1	C
使用済燃料貯蔵プール温度	熱電対		0～100℃	6 号炉　温度高　57℃ 7 号炉　温度高　55℃	原子炉建屋 4 階	6 号炉：1 7 号炉：1	C
使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）	熱電対	使用済燃料プール上端近傍からプール下端まで計測できる。	水位： 6 号炉 T.M.S.L.20180　～ 31170mm 7 号炉 T.M.S.L.20180　～ 31123mm 温度：0～150℃	6 号炉 水位低　通常水位-225mm(T.M.S.L.31170mm) 温度高　57℃ 7 号炉 水位低　通常水位-267mm(T.M.S.L.31123mm) 温度高　55℃	原子炉建屋 4 階	6 号炉：1 7 号炉：1	C（Ss）※

※基準地震動 Ss による地震力に対して，機能を維持する設計とする。

第 1.2.2 表　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の一覧

名称	検出器種類	測定範囲の考え方	測定範囲	警報設定値	設置場所	個数	耐震重要度分類
燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ	半導体式	使用済燃料プールの遮蔽設計区分はＦとなり（遮蔽設計区分　Ｆ≧1mSv/h）1mSv/h 以上が計測できる設定とする。	$1\sim10^{4}$mSv/h	5.0×10^{0}mSv/h	原子炉建屋 4 階	6 号炉：2 7 号炉：2	C
燃料取替エリア排気放射線モニタ	半導体式	燃料取扱場所の放射能レベルを連続的に監視し，非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの 10 倍以上が計測できる範囲とする。	$10^{-3}\sim10$mSv/h	高高　バックグラウンドの 10 倍 高　　バックグラウンドの 5 倍	原子炉建屋 4 階	6 号炉：4 7 号炉：4	S
原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ	半導体式	原子炉区域から放出される換気空調系排気を連続的に監視し，非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの 10 倍以上が計測できる範囲とする。	$10^{-4}\sim1$mSv/h	高高　バックグラウンドの 10 倍 高　　バックグラウンドの 5 倍	6 号炉： 原子炉建屋中 4 階 7 号炉： 原子炉建屋 3 階	6 号炉：4 7 号炉：4	S

(1)　使用済燃料貯蔵プール水位

○計測目的：使用済燃料プールの通常補給レベルの監視及び基準水位レベル（6 号炉 T.M.S.L.31395mm，7 号炉 T.M.S.L.31390mm）からの水位の異常な低下及び上昇の早期監視。

○構成概略：フロート式水位検出器で検出された使用済燃料プールの水位は，所定の警報設定値に達した場合，水位低及び水位高の検出信号が，中央制御室に発信され，警報が発せられるとともに，プロセス計算機からタイプライタに出力し記録する。

○警報設定：

水位高：使用済燃料プール水位の異常な上昇によって運転操作床面へプール水が溢れるのを事前に検知する設定値を設ける。

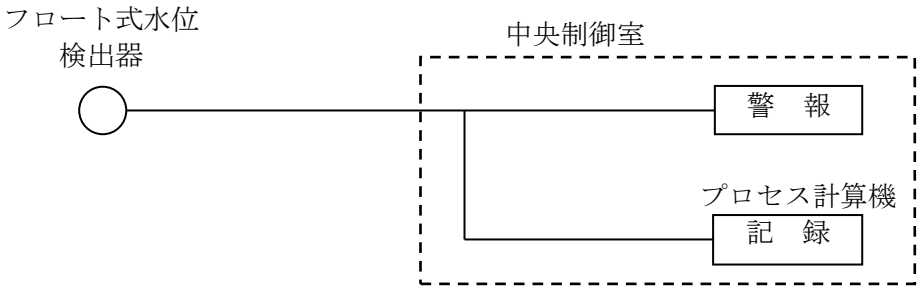
6 号炉：通常水位　+32mm（T.M.S.L.31427mm）

7 号炉：通常水位 +109mm（T.M.S.L.31499mm）

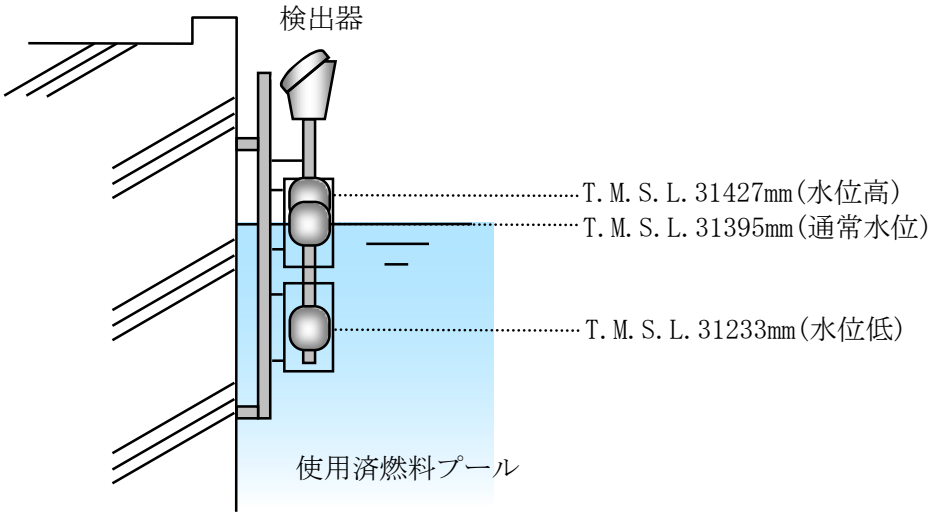
水位低：燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位低下を考慮し，想定していない異常な水位低下を早期に検知するため燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位より下に設定値を設ける。

6 号炉：通常水位 -162mm（T.M.S.L.31233mm）

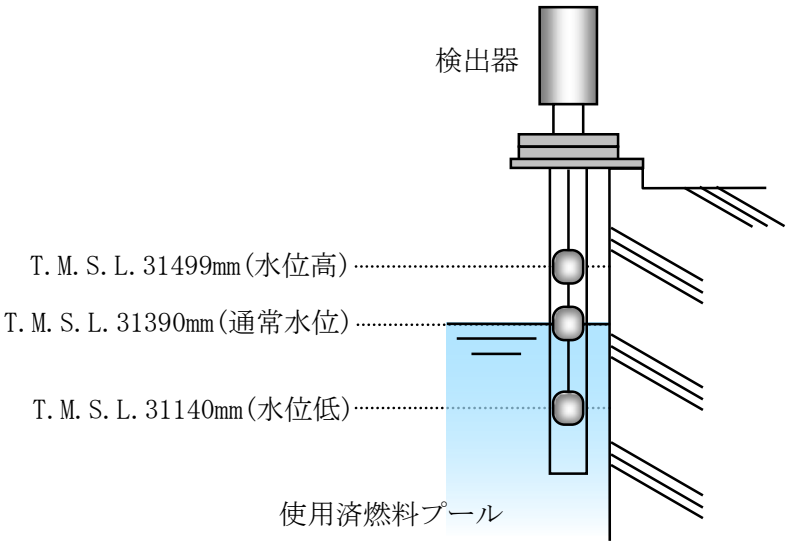
7 号炉：通常水位 -250mm（T.M.S.L.31140mm）



第 1.2.1 図　使用済燃料貯蔵プール水位の概略構成図



第 1.2.2 図　使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定値（6 号炉）



第 1.2.3 図　使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定値（7 号炉）

（設備仕様）

個　　数　：6 号炉　1 個
　　7 号炉　1 個
設 置 場 所　：原子炉建屋 4 階
警報設定値　：6 号炉
　　水位高:通常水位 ＋32mm（T.M.S.L.31427mm）
　　水位低:通常水位 -162mm（T.M.S.L.31233mm）

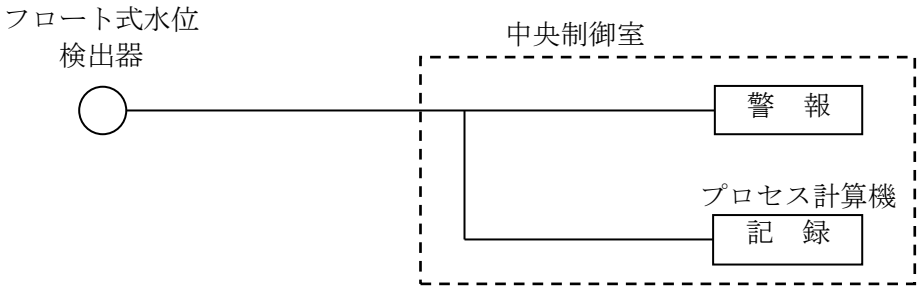
　　7 号炉
　　水位高:通常水位＋109mm（T.M.S.L.31499mm）
　　水位低:通常水位 -250mm（T.M.S.L.31140mm）
一 括 警 報　：FPC（A）
個 別 警 報　：燃料プール水位低，燃料プール水位高

(2)　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出

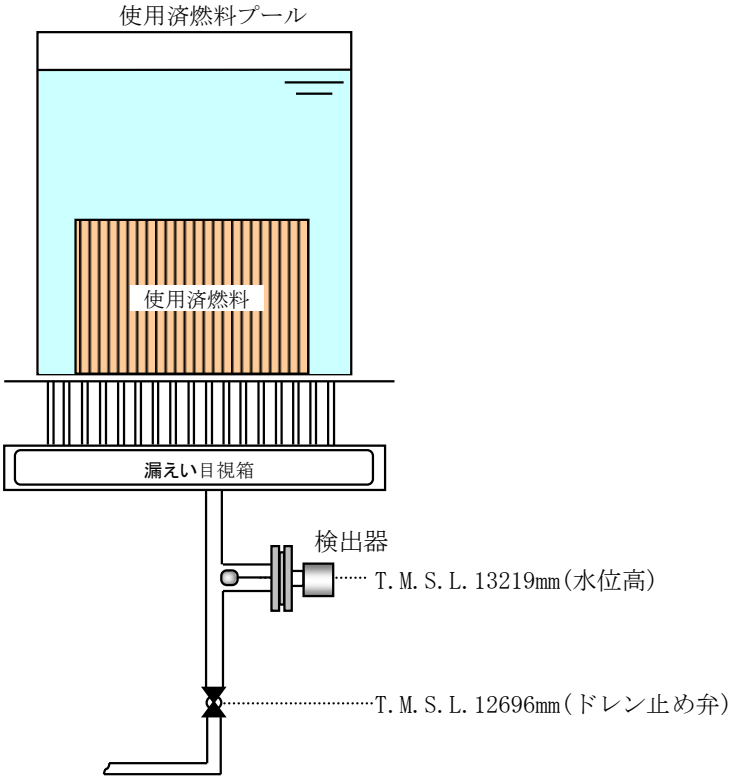
○計測目的：使用済燃料プールライナからの漏えいの早期監視。
使用済燃料プールライナから漏えいがある場合，漏えいしたプール水は使用済燃料プールライナドレン漏えい検出系配管を通じドレン溜にたまる。このドレン水位を検出することで使用済燃料プールライナからの漏えいを監視する。

○構成概略：使用済燃料プールライナドレン漏えい検出系配管を通じドレン溜にたまった漏えい水をフロート式水位検出器で検出し，使用済燃料プールライナからの漏えい量が，所定の警報設定値に達した場合，漏えい水検出信号を中央制御室に発し，警報が発せられるとともに，プロセス計算機からタイプライタに出力し記録を行う。

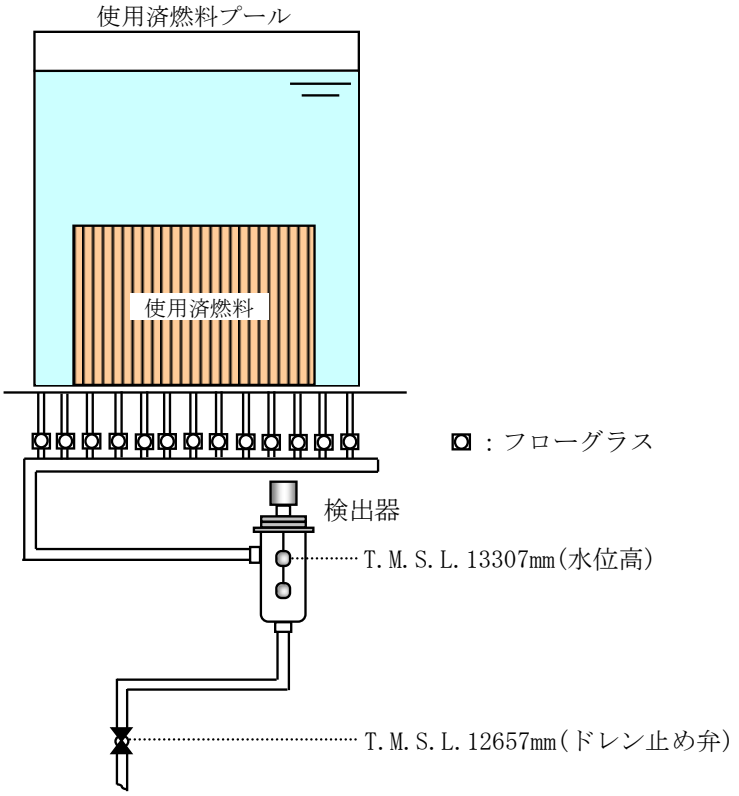
○警報設定：使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出は，漏えい水検出器の下流側に設けたドレン止め弁からの水位により早期に漏えいを検出する。
６号炉はドレン止め弁(T.M.S.L.12696mm)より
+523mm(T.M.S.L.13219mm)，
７号炉はドレン止め弁(T.M.S.L.12657mm)より
+650mm(T.M.S.L.13307mm)としている。



第 1.2.4 図　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の概略構成図



第 1.2.5 図　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定値（6 号炉）



第 1.2.6 図　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定値（7 号炉）

（設備仕様）

個　　数	：	6号炉　1個 7号炉　1個
設置場所	：	原子炉建屋1階
警報設定値	：	6号炉 ドレン止め弁(T.M.S.L.12696mm)より +523mm(T.M.S.L.13219mm) 7号炉 ドレン止め弁(T.M.S.L.12657mm)より +650mm(T.M.S.L.13307mm)
一括警報	：	FPC（A）
個別警報	：	燃料プールライナドレン漏えい大

(3)　使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度

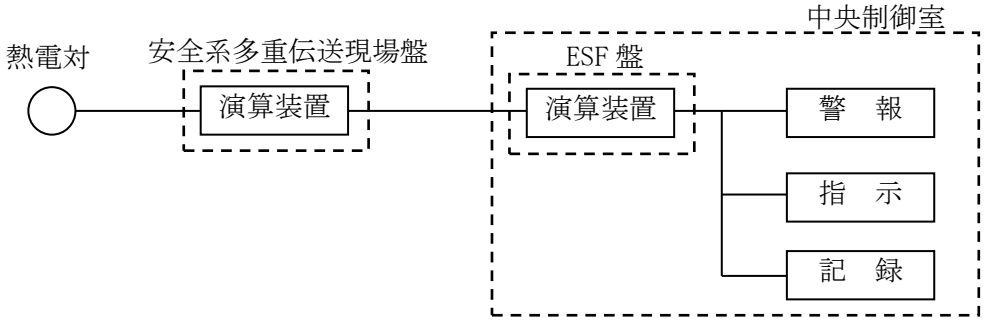
○計測目的：使用済燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握。

○構成概略：6 号炉使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度は，使用済燃料プールの水温を熱電対により検出し，熱電対からの起電力を，安全系多重伝送盤内の演算装置を経由し，ESF 盤内の演算装置において温度信号に変換する処理を行った後，中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，温度高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。

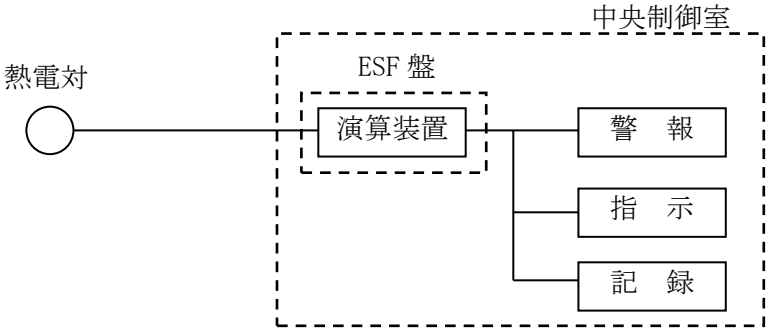
7 号炉使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度は，使用済燃料プールの水温を熱電対により検出し，熱電対からの起電力を，ESF 盤内の演算装置において温度信号に変換する処理を行った後，中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，温度高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。

○計測範囲：冷却水の過熱状態を監視できるよう，0～100℃の温度計測を可能としている。

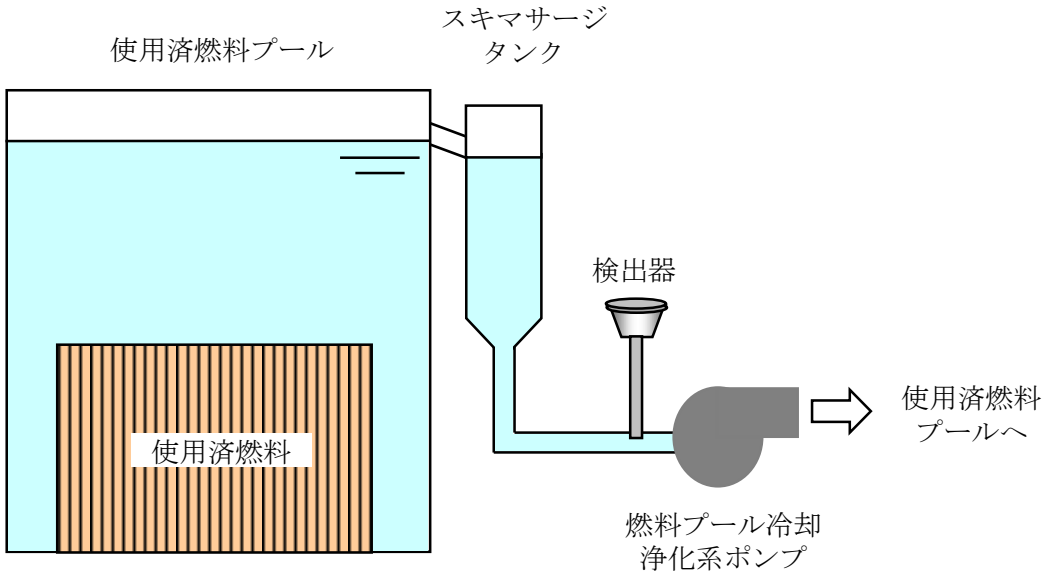
○警報設定：使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の設定値は，燃料プール冷却浄化系の系統よりプール温度は 52℃以下に維持されており，使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため，プール水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度（6 号炉：57℃，7 号炉：55℃）としている。



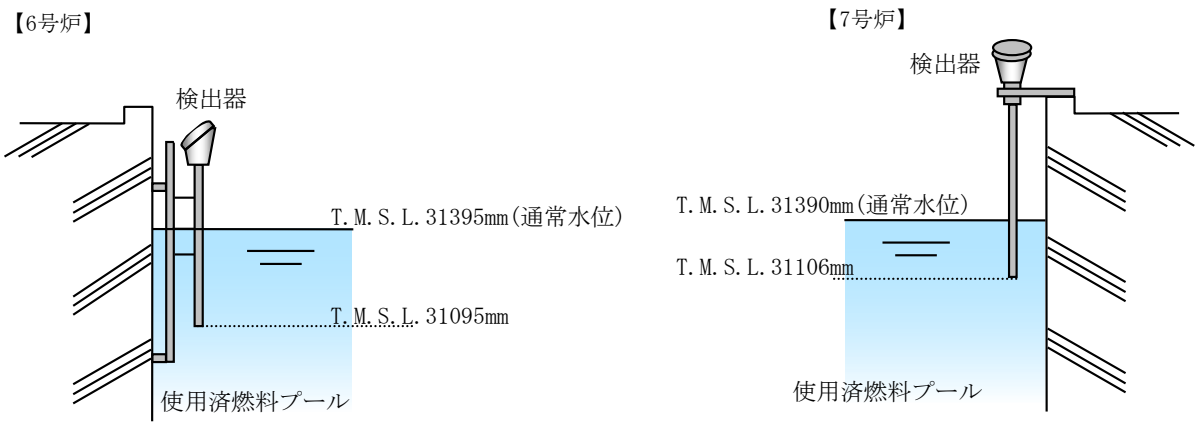
第 1.2.7 図　6 号炉使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の概略構成図



第1.2.8図　7号炉使用済燃料貯蔵プール温度及び燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の概略構成図



第 1.2.9 図　燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度の設置図



第 1.2.10 図　使用済燃料貯蔵プール温度の設置図

（設備仕様）

計測範囲	：	0～100℃
個数	：	6 号炉　2 個 7 号炉　2 個
設置場所	：	原子炉建屋 2 階（燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度） 原子炉建屋 4 階（使用済燃料貯蔵プール温度）
警報設定値	：	6 号炉　温度高　57℃ 7 号炉　温度高　55℃
一括警報	：	FPC（A）
個別警報	：	FPC ポンプ入口温度高 使用済燃料貯蔵プール水温度高

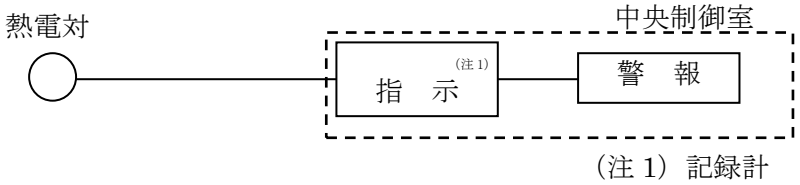
(4)　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）

○計測目的（水位）：使用済燃料プール水位の異常な低下の監視。

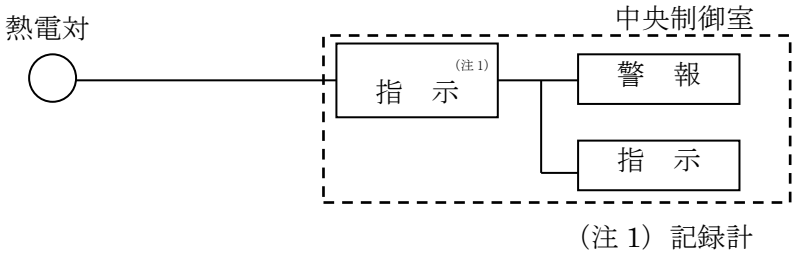
○計測目的（温度）：使用済燃料プール温度の異常な上昇の監視及び冷却状況の把握。

○構成概略：使用済燃料貯蔵プール温度（SA 広域）の検出信号は，熱電対からの起電力を，中央制御室の指示部にて温度信号に変換する処理を行った後，使用済燃料貯蔵プール温度（SA 広域）を中央制御室に指示し，記録する。また，所定の警報設定値に達した場合に警報が発せられる。

使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）は，T.M.S.L.20180mm から 15 箇所に設置した液相及び気相の熱電対からの起電力を，中央制御室の指示部にて水位信号へ変換する処理を行った後，使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）を中央制御室に指示し，記録する。気相と液相の差温度を確認することにより間接的に水位を監視することができる。また，所定の警報設定値に達した場合に警報が発せられる。



第 1.2.11 図　使用済燃料貯蔵プール温度（SA 広域）



第 1.2.12 図　使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）

○計測範囲（水位）：使用済燃料プール上端近傍からプール下端まで計測を可能としている。

なお，基準地震動 Ss によるスロッシングを考慮した溢水時（通常水位から約 2.9m 低下）においても計測可能な範囲としている。

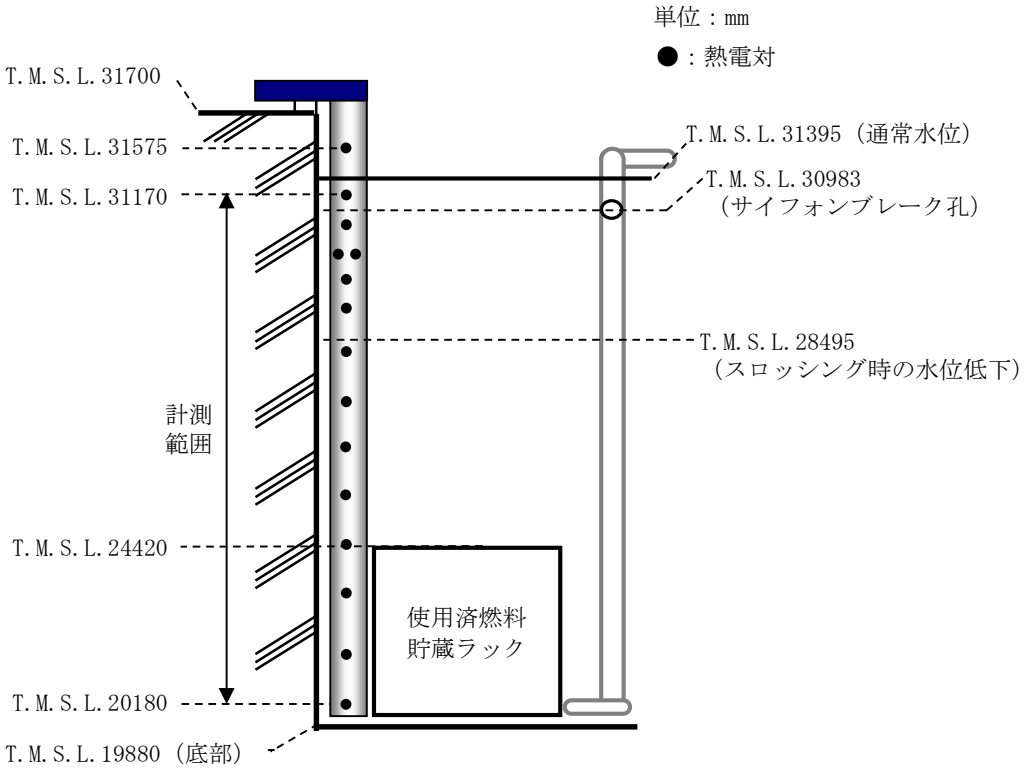
○計測範囲（温度）：冷却水の過熱状態を監視できるよう，0～150℃の温度計測を可能としている。

○警報設定（水位）：水位低：使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）の設定値は，燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位低下を考慮し，想定していない異常な水位低下を早期に検知するため燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合の水位より下に設定値を設ける。

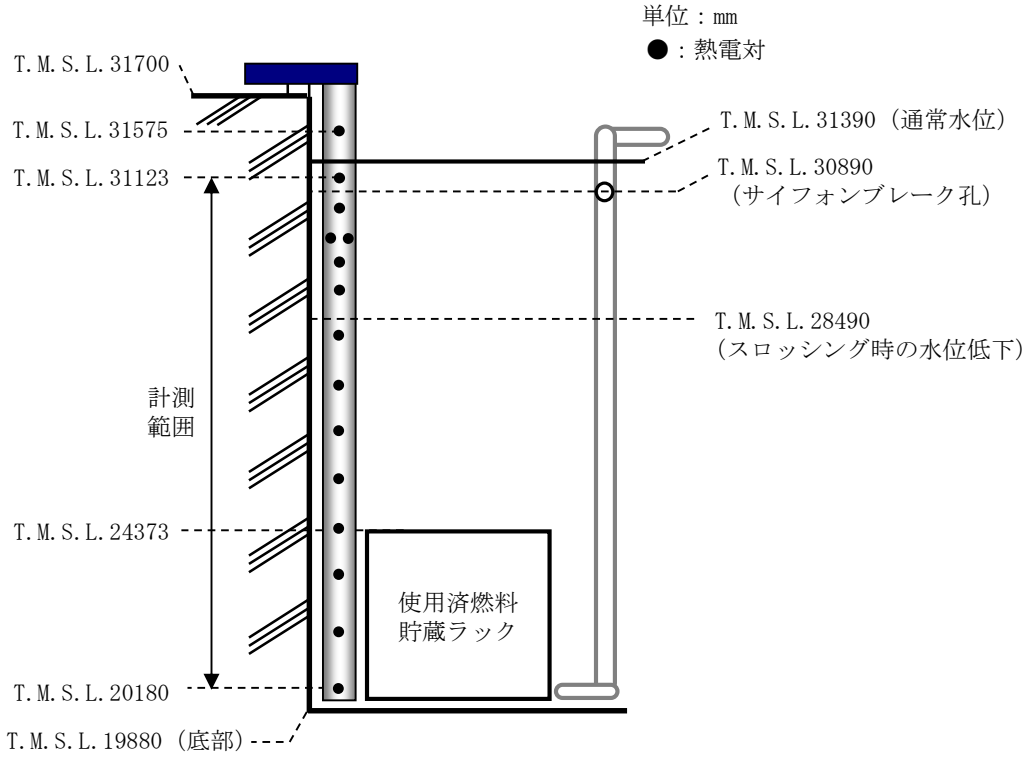
6 号炉：通常水位-225mm（T.M.S.L.31170mm）

7 号炉：通常水位-267mm（T.M.S.L.31123mm）

○警報設定（温度）：使用済燃料貯蔵プール温度（SA 広域）の設定値は，燃料プール冷却浄化系の系統よりプール温度は 52℃以下に維持されており，使用済燃料プールの水が通常温度より高くなったことを検出するため，プール水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度（6 号炉：57℃，7 号炉：55℃）としている。



第 1.2.13 図　6 号炉使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）



第 1.2.14 図　7 号炉使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）

（設備仕様）

計 測 範 囲 ： 【水位】
6 号炉：T.M.S.L.20180 ～ 31170mm
7 号炉：T.M.S.L.20180 ～ 31123mm
【温度】
6 号及び 7 号炉：0～150℃

個 数 ： 6 号炉 1 個（検出点 14 箇所）
7 号炉 1 個（検出点 14 箇所）

設 置 場 所 ： 原子炉建屋 4 階

警報設定値 ： 6 号炉
水位低 ：通常水位 -225mm（T.M.S.L.31170mm）
温度高 ：57℃（T.M.S.L.29920mm）

7 号炉
水位低 ：通常水位 -267mm（T.M.S.L.31123mm）
温度高 ：55℃（T.M.S.L.29873mm）

個 別 警 報 ： SFP（広域）水位低，SFP（広域）温度高

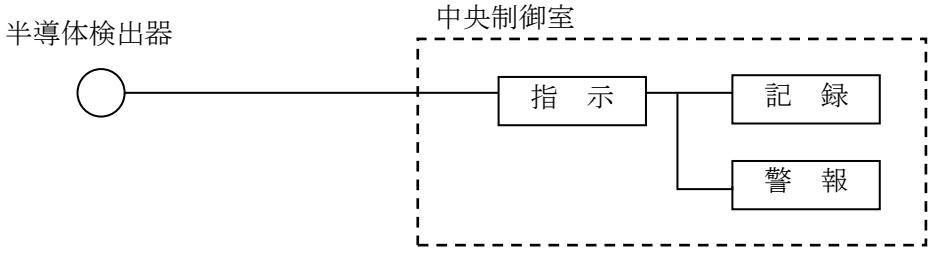
(5)　燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ

○計測目的：通常時及び燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時において燃料取扱場所の放射線量について変動する可能性のある範囲を測定し監視する。

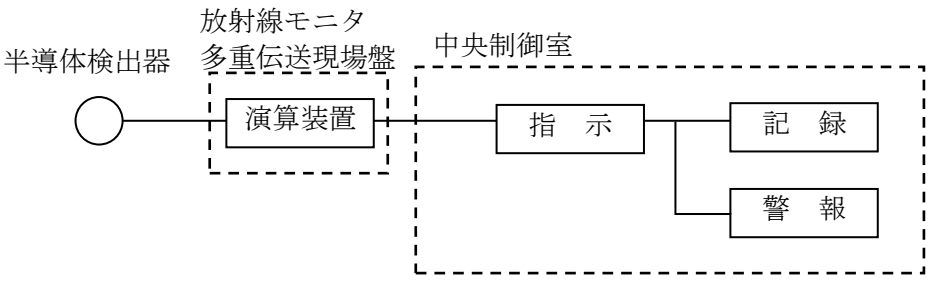
○構成概略：6 号炉燃料貯蔵プールエリア放射線モニタは放射線量率を，半導体検出器を用いてパルス信号として検出する。検出したパルス信号を中央制御室の指示部にて放射線量率信号へ変換する処理を行った後，放射線量率は中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，放射線レベル高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。
7 号炉燃料貯蔵プールエリア放射線モニタは放射線量率を，半導体検出器を用いてパルス信号として検出する。検出したパルス信号を放射線モニタ多重伝送現場盤内の演算装置において放射線量率信号へ変換する処理を行った後，放射線量率は中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，放射線レベル高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。

○計測範囲：燃料貯蔵プールエリア放射線モニタの計測範囲の計測下限値は，使用済燃料プールの遮蔽設計区分はＦとなり（遮蔽設計区分　Ｆ≧1mSv/h）1mSv/h 以上が計測できる設定とする。検出器は 4 デカードまでの測定が可能であり，当該エリアモニタの計測範囲は，1～10^4mSv/h の放射線量率を計測可能とする。

○警報設定：事故等による放射線レベルの上昇を検知するため，警報設定値は，5mSv/h としている。



第 1.2.15 図　6 号炉燃料貯蔵プールエリア放射線モニタの概略構成図



第 1.2.16 図　7 号炉燃料貯蔵プールエリア放射線モニタの概略構成図

（設備仕様）

計測範囲	：	1～10^{4}mSv/h
個数	：	6号炉　2個
		7号炉　2個
設置場所	：	原子炉建屋4階
警報設定値	：	5.0×10^{0}mSv/h
一括警報	：	放射線モニタ高／高高
個別警報	：	原子炉建屋放射線レベル高

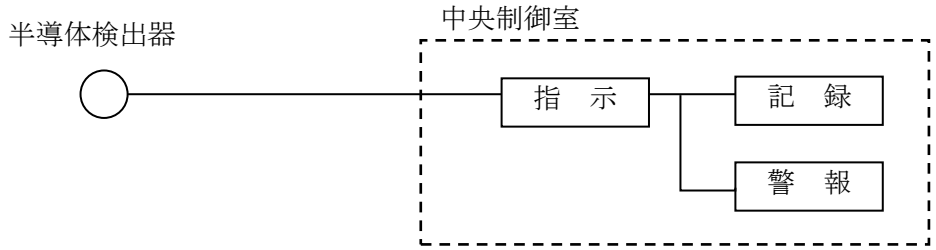
(6)　燃料取替エリア排気放射線モニタ

○計測目的：燃料取扱場所での燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時により放出される核分裂生成物を検出し，原子炉建屋の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系に切り替えるため，燃料取替エリア排気の放射線量を監視する。

○構成概略：使用済燃料プールエリアの放射線量率を，半導体検出器を用いてパルス信号として検出する。検出したパルス信号を中央制御室の指示部にて放射線量率信号へ変換する処理を行った後，放射線量率は中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，放射線レベル高又は高高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。また高高信号で非常用ガス処理系を起動する。

○計測範囲：燃料取扱場所の放射能レベルを連続的に監視し，異常な放射能上昇を検知した場合に，原子炉建屋の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの 10 倍以上が計測できる範囲とする。

○警報設定：事故等による放射線レベルの上昇を検知するため，警報設定値は，バックグラウンドの 5 倍及び 10 倍としている。



第 1.2.17 図　燃料取替エリア排気放射線モニタ

（設備仕様）

計　測　範　囲	：	10^{-3}～10mSv/h
個　　数	：	6 号炉　4 個
		7 号炉　4 個
設　置　場　所	：	原子炉建屋 4 階
警 報 設 定 値	：	高高　バックグラウンドの 10 倍
		高　　バックグラウンドの 5 倍
一　括　警　報	：	高高　燃取床放射能高高
		高　　放射線モニタ高/高高
個　別　警　報	：	高高　燃料取替エリア排気放射能高高
		高　　燃料取替エリア排気放射能高

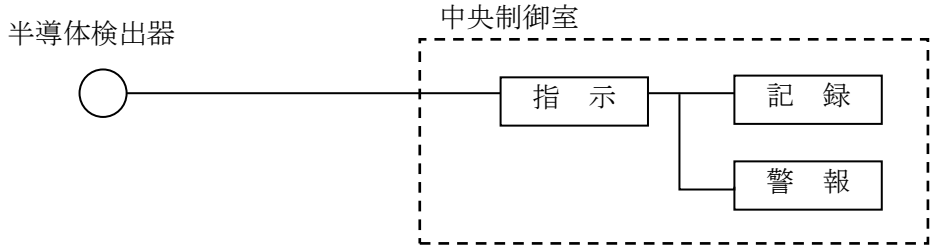
(7)　原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ

○計測目的：燃料取扱場所での燃料取扱事故（燃料集合体の落下）時により放出される核分裂生成物を検出し，原子炉建屋の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系に切り替えるため，原子炉区域換気空調系排気の放射線量を監視する。

○構成概略：原子炉区域換気空調系の放射線量率を，半導体検出器を用いてパルス信号として検出する。検出したパルス信号を中央制御室の指示部にて放射線量率信号へ変換する処理を行った後，放射線量率は中央制御室に指示及び記録されるとともに，所定の警報設定値に達した場合，放射線レベル高又は高高の検出信号が発信され，中央制御室に警報が発せられる。また，高高信号で非常用ガス処理系を起動する。

○計測範囲：原子炉区域から放出される換気空調系排気を連続的に監視し，異常な放射能上昇を検知した場合に，原子炉建屋の通常換気空調系を停止するとともに，非常用ガス処理系を起動する設定値であるバックグラウンドの 10 倍以上が計測できる範囲とする。

○警報設定：事故等による放射線レベルの上昇を検知するため，警報設定値は，バックグラウンドの 5 倍及び 10 倍としている。



第 1.2.18 図　原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ

（設備仕様）

計測範囲	：	10^{-4}～1mSv/h
個数	：	6 号炉　4 個
		7 号炉　4 個
設置場所	：	6 号炉　原子炉建屋中 4 階
		7 号炉　原子炉建屋 3 階
警報設定値	：	高高　バックグラウンドの 10 倍
		高　　バックグラウンドの 5 倍
一括警報	：	高高　R/B 放射能高高
		高　　放射線モニタ高/高高
個別警報	：	高高　原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ高高
		高　　原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ高

1.3　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の計測結果の記録及び保存について

「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」第三十四条において使用済燃料プールの温度，水位及び燃料取扱場所の放射線量について，「表示，記録，保存」が追加要求されており，柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定　第11 章記録及び報告　第 120 条に定める保安に関する記録及び社内マニュアルに基づき保存期間等を定めて保管することとしている。

第 1.3.1 表　使用済燃料プール監視設備の記録保管期間

要求項目	計測装置	記録方法	保存期間
十二　管理区域内において人が常時立ち入る場所その他放射線管理を特に必要とする場所（燃料取扱場所その他の放射線業務従事者に対する放射線障害の防止のための措置を必要とする場所をいう。）の線量当量率	燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ	記録紙	10 年
	原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ 燃料取替エリア排気放射線モニタ	記録紙	5 年
十四　使用済燃料その他の高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位	使用済燃料貯蔵プール水位	日常点検表	5 年
	使用済燃料貯蔵プール温度	日常点検表	5 年

1.4　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の電源構成について

外部電源が利用できない場合においても使用済燃料プールの水位，温度及び燃料取扱場所の放射線量を監視することが要求されていることから使用済燃料プール監視設備は，非常用所内電源設備より受電し，外部電源が喪失した場合においても計測できるようにしている。（第十六条 第3項）

第1.4.1図　計測装置の電源構成概略図（6号炉）

（略語）

MCC：モータ・コントロール・センタ

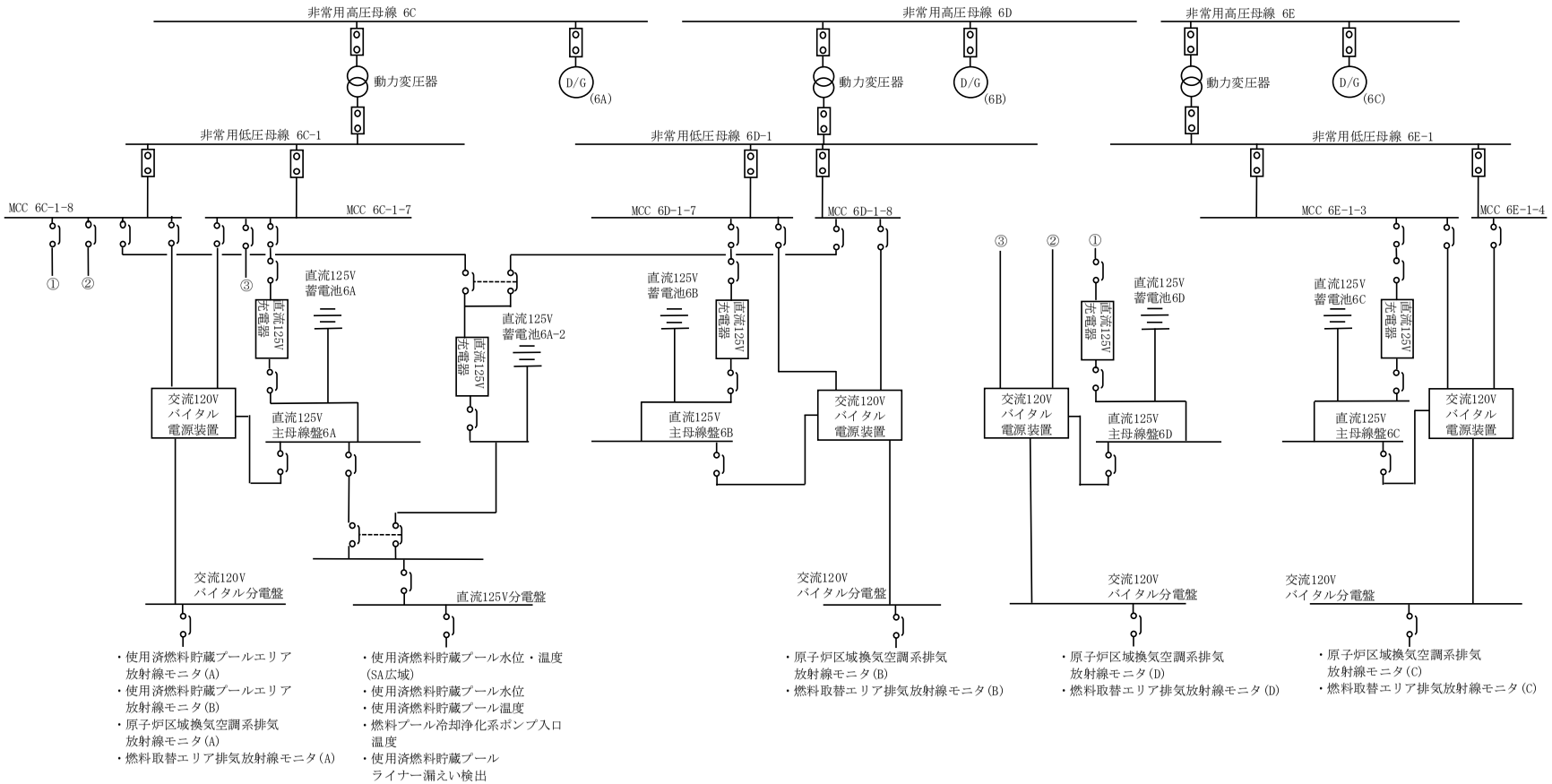
【凡例】

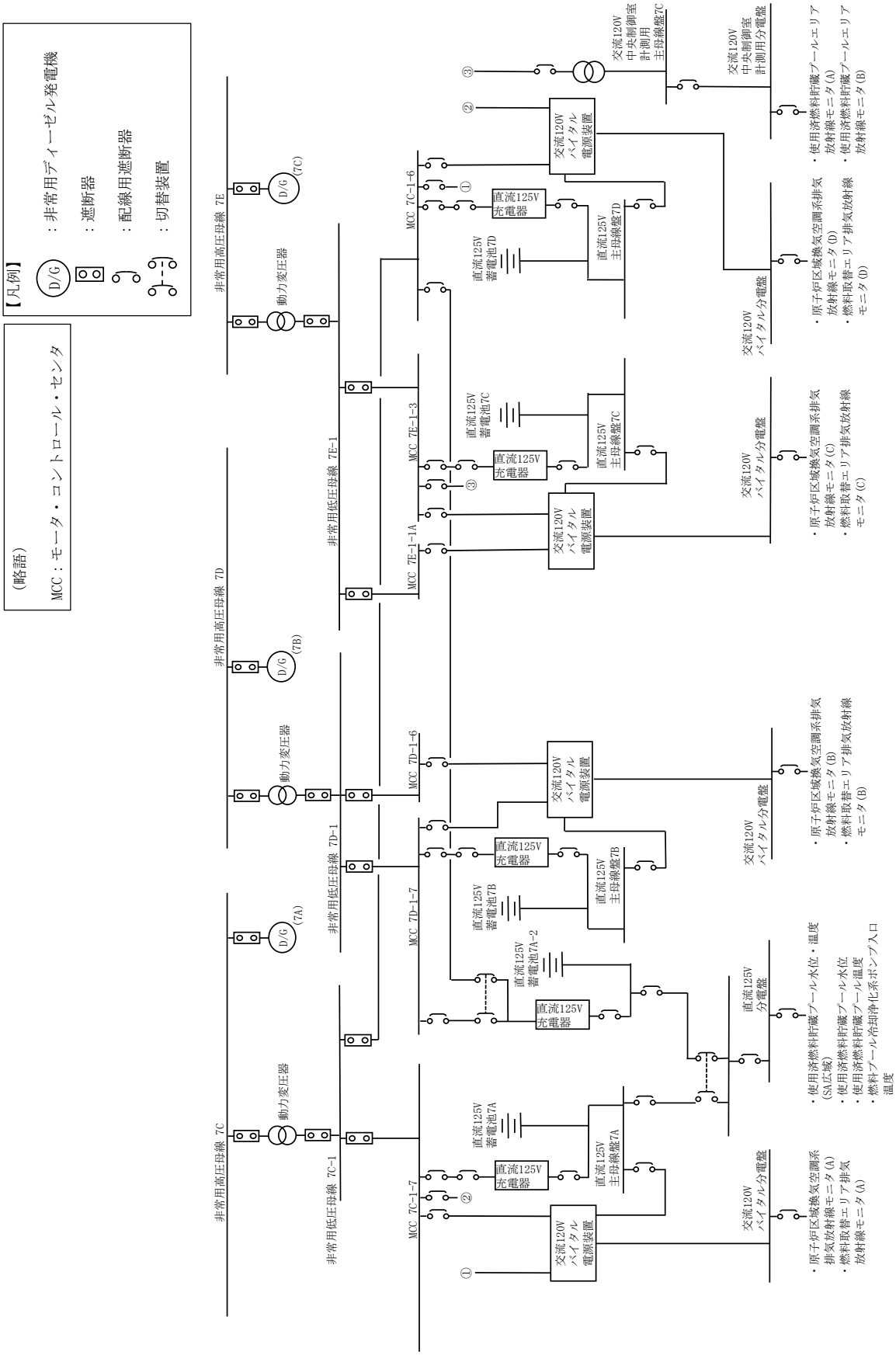
D/G　：非常用ディーゼル発電機

：遮断器

：配線用遮断器

：切替装置





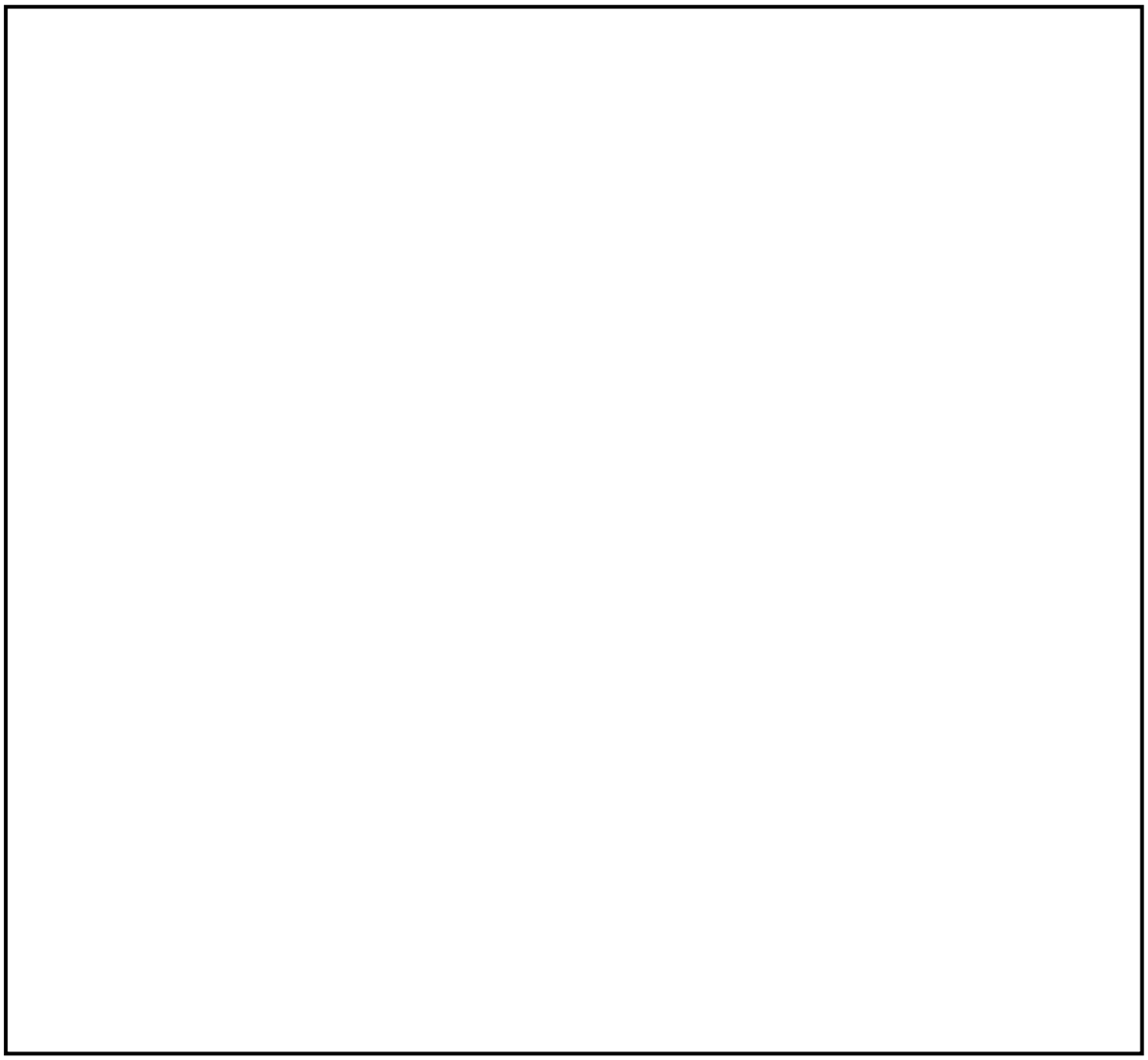
第 1.4.2 図　計測装置の電源構成概略図（7 号炉）

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

1.5　使用済燃料プール監視設備（設計基準対象施設）の設置場所について

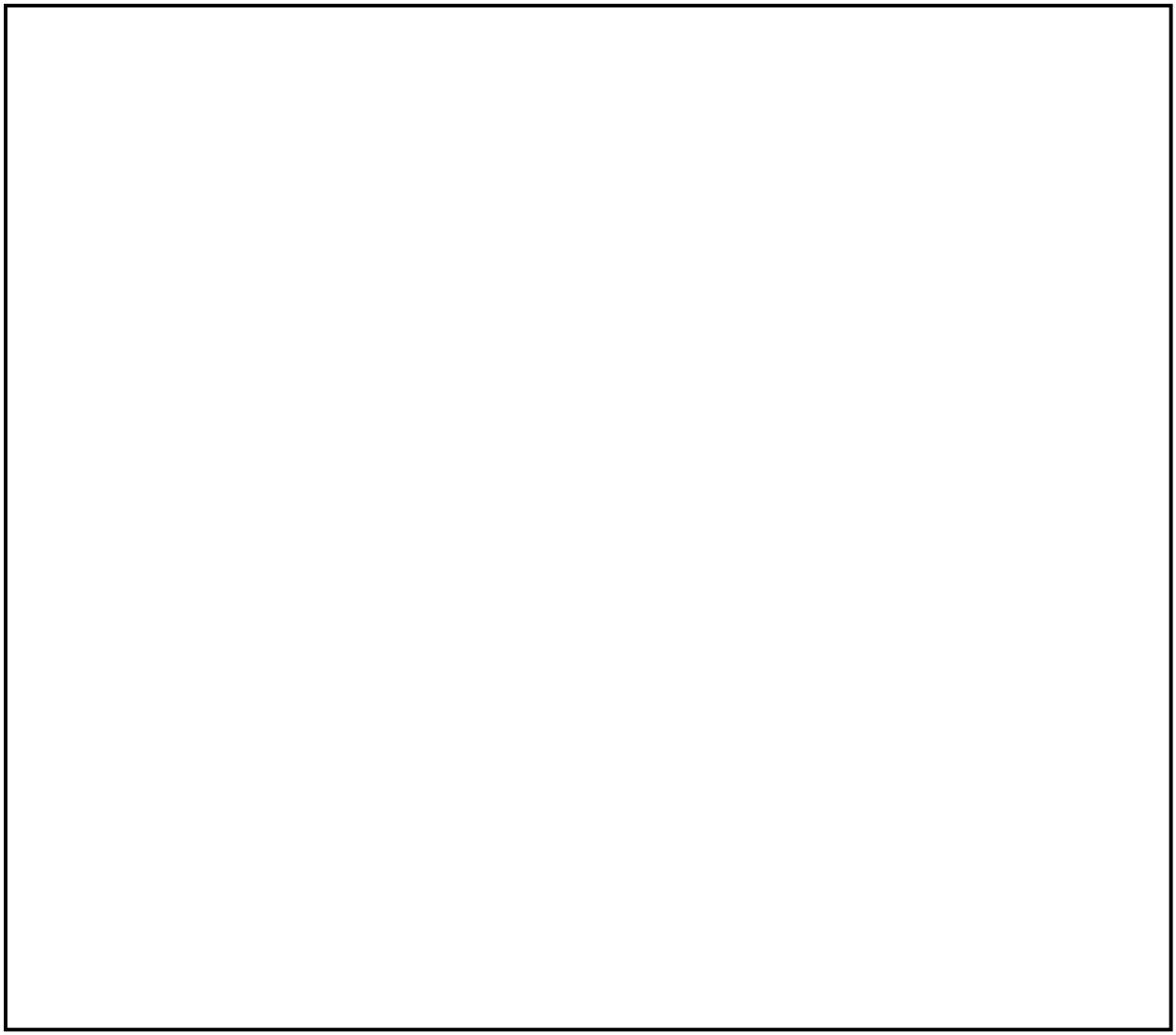
(1)　6 号炉の使用済燃料プール監視設備

第 1.5.1 図に 6 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所を示す。



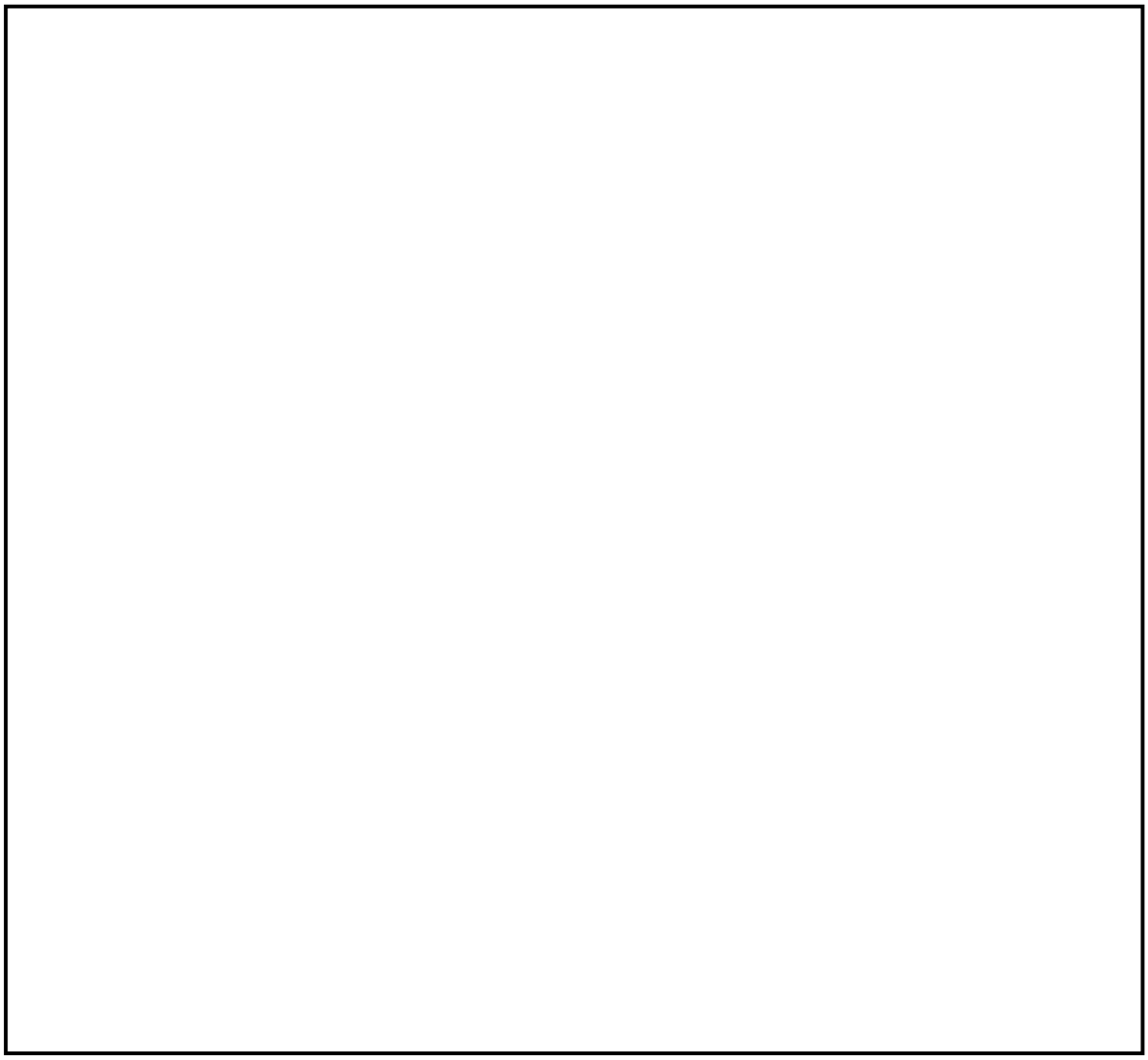
第 1.5.1 図　6 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(1/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



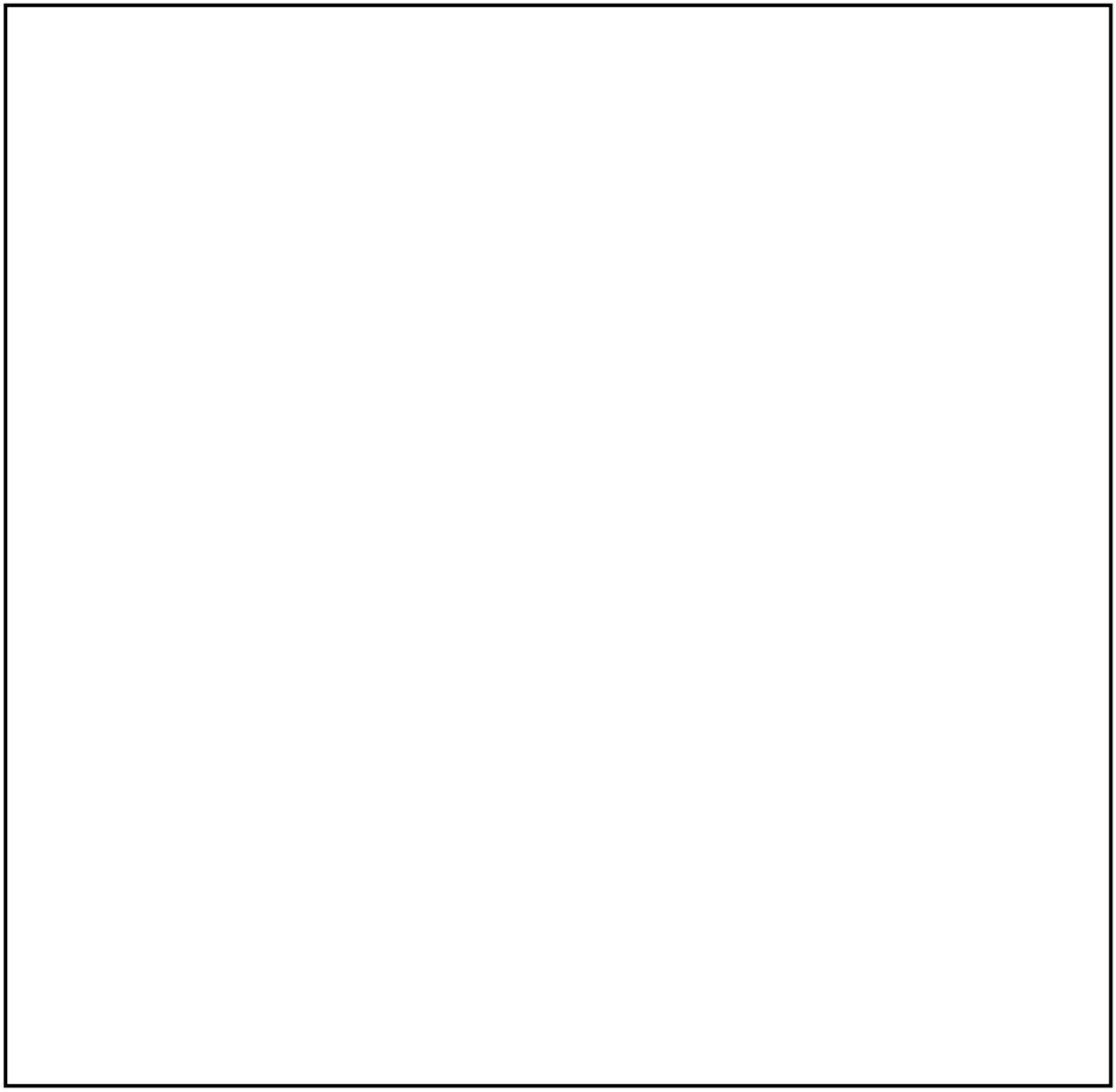
第 1.5.1 図　6 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(2/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 1.5.1 図　6 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(3/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

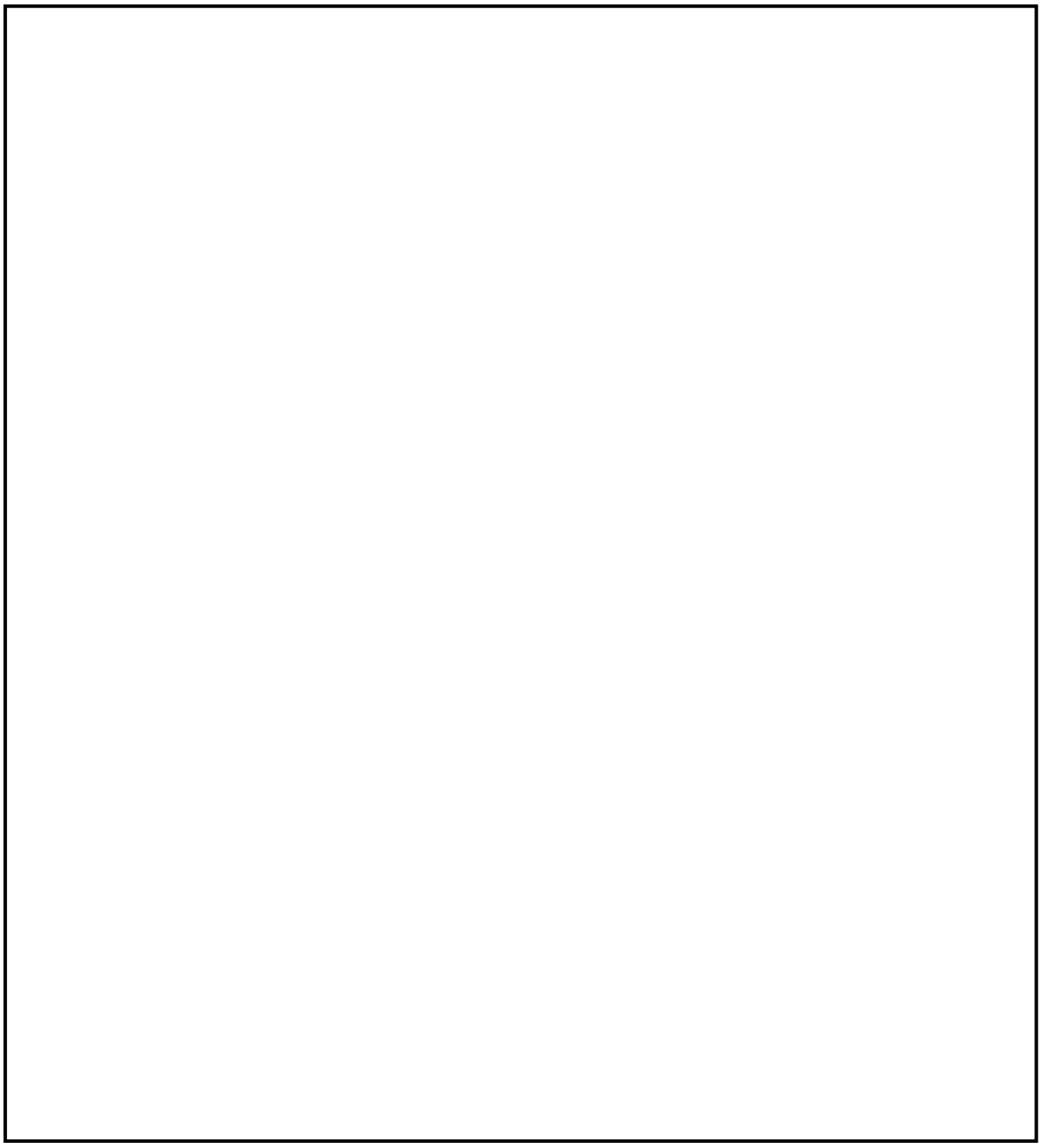


第 1.5.1 図　6 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(4/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

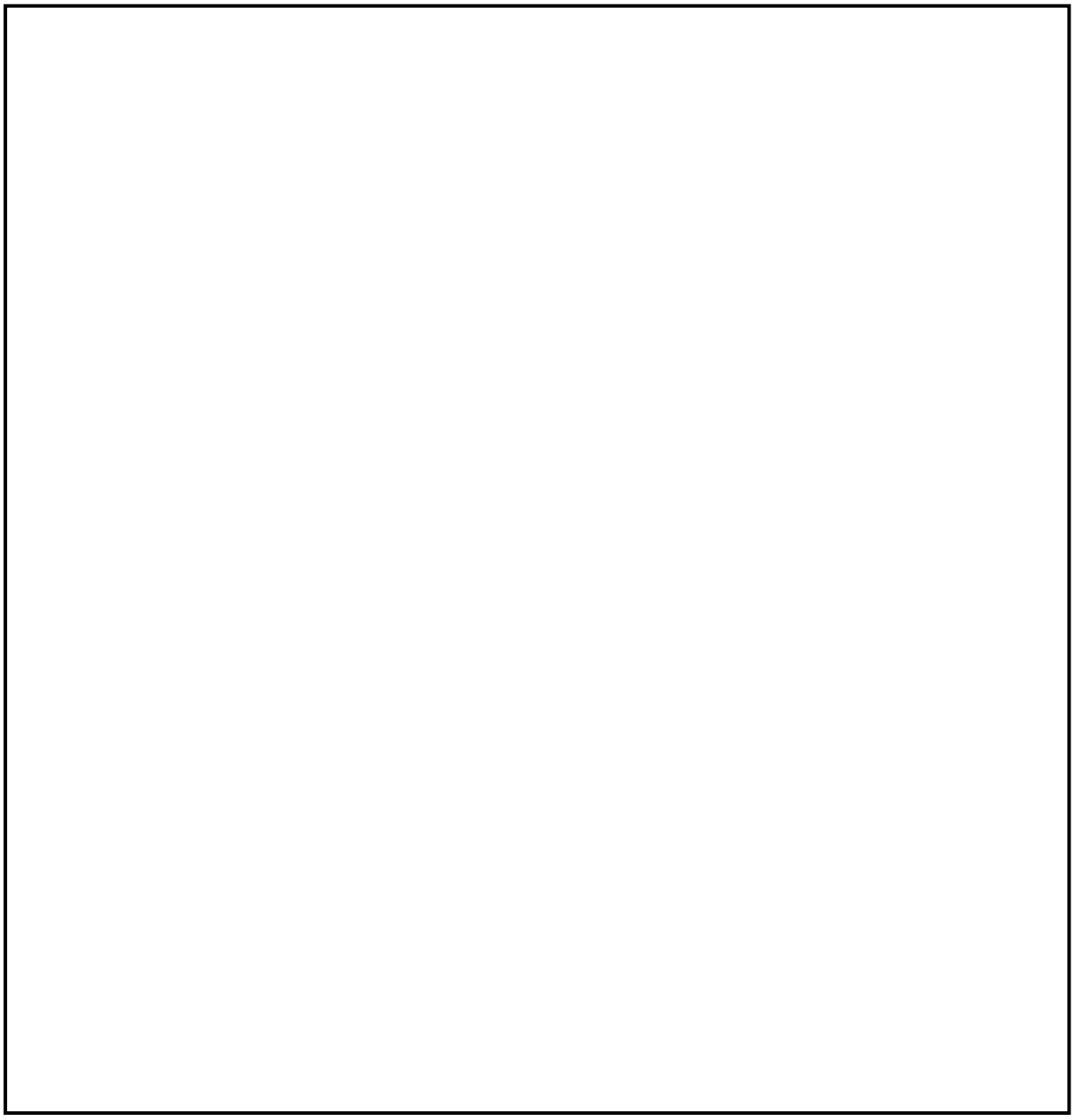
(2)　7 号炉の使用済燃料プール監視設備

第 1.5.2 図に 7 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所を示す。



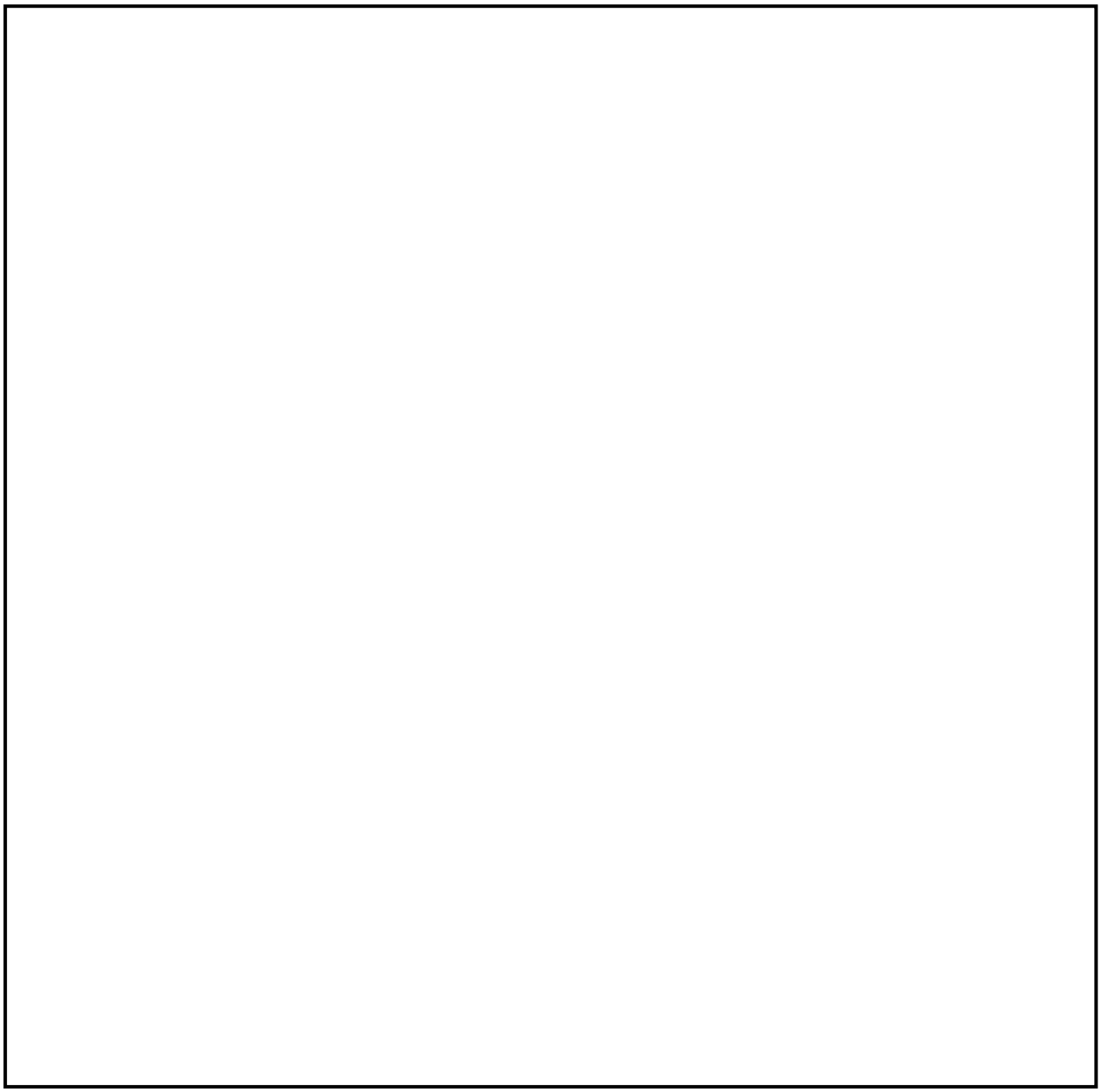
第 1.5.2 図　7 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(1/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



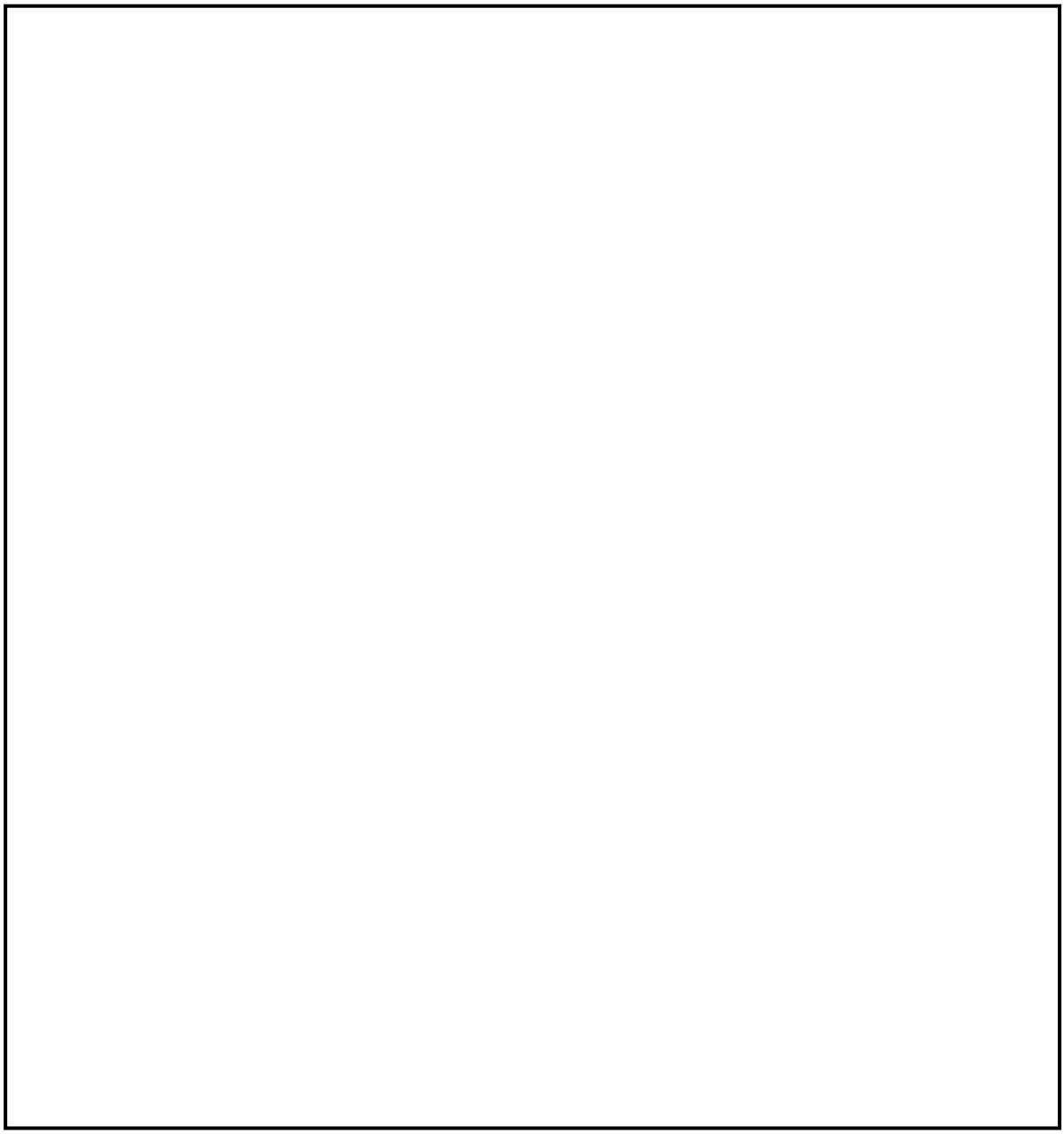
第 1.5.2 図　7 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(2/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 1.5.2 図　7 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(3/4)

枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 1.5.2 図　7 号炉使用済燃料プール監視設備の設置場所(4/4)

別紙１

各計測装置の記録及び保存について

「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」第三十四条において使用済燃料プールの温度，水位及び線量当量率について，「表示，記録，保存」が追加要求されており，柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定　第 11 章記録及び報告　第120条に定める保安に関する記録及び社内マニュアルに基づき保存期間等を定めて保管することとしている。

要求項目	計測装置	記録方法	保存期間
一　炉心における中性子束密度	起動領域モニタ	記録紙	10 年
	平均出力領域モニタ	記録紙	10 年
三　制御棒の位置及び液体制御材を使用する場合にあっては、その濃度	制御棒位置	運転日誌	１年
四　一次冷却剤に関する次の事項			
イ　放射性物質及び不純物の濃度	原子炉水導電率	運転日誌	１年
ロ　原子炉圧力容器の入口及び出口における圧力、温度及び流量	主蒸気圧力	運転日誌	10 年
	主蒸気流量	運転日誌	10 年
	主蒸気温度	運転日誌	10 年
	給水圧力	運転日誌	10 年
	給水流量	運転日誌	10 年
	給水温度	運転日誌	10 年
五　原子炉圧力容器（加熱器がある場合は、加熱器）内及び蒸気発生器内の水位	原子炉水位（停止域）	運転日誌	※１
	原子炉水位（燃料域）	運転日誌	※１
	原子炉水位（広帯域）	運転日誌	※１
	原子炉水位（狭帯域）	運転日誌	※１
六　原子炉格納容器内の圧力、温度、可燃性ガスの濃度、放射性物質の濃度及び線量当量率	格納容器内圧力	日常点検表	５年
	格納容器内温度	運転日誌	※１
	格納容器内酸素ガス濃度	運転日誌	※１
	格納容器内線量等量率	日常点検表	５年
	格納容器内放射性物質濃度	運転日誌	※１
七　主蒸気管中及び空気抽出器その他の蒸気タービン	主蒸気管放射線モニタ	日常点検表	５年

要求項目	計測装置	記録方法	保存期間
又は復水器に接続する設備であって放射性物質を内包する設備の排ガス中の放射性物質の濃度	空気抽出器排ガス放射線モニタ	記録紙	※1
八　蒸気発生器の出口における二次冷却材の圧力、温度及び流量並びに二次冷却材中の放射性物質の濃度	PWR に対する要求		
九　排気筒の出口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度	主排気筒放射線モニタ	気体廃棄物管理月報	10 年
	SGTS 系放射線モニタ	気体廃棄物管理月報	10 年
十　排水口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度	液体プロセス放射線モニタ	放射性液体廃棄物管理月報	10 年
十一　放射性物質により汚染する可能性がある管理区域（管理区域のうち、その場所における外部放射線に係わる線量のみが実用炉規則第二条第二項第四号に規定する線量を超えるおそれがある場合を除いた場所をいう。以下同じ。）内に開口部がある排水路の出口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度	対象なし		
十二　管理区域内において人が常時立ち入る場所その他放射線管理を特に必要とする場所（燃料取扱場所その他の放射線業務従事者に対する放射線障害の防止のための措置を必要とする場所をいう。）の線量当量率	R/B　4F 北西側エリア	記録紙	10 年
	燃料貯蔵プールエリア(A)	記録紙	10 年
	燃料貯蔵プールエリア(B)	記録紙	10 年
	原子炉区域(A)	記録紙	10 年
	原子炉区域(B)	記録紙	10 年
	R/B　4F　南東側	記録紙	10 年
	MSIV/SRV ラッピング室	記録紙	10 年
	R/B　3F　南東側エリア	記録紙	10 年
	R/B　2F　北西側エリア	記録紙	10 年

要求項目	計測装置	記録方法	保存期間
	R/B　2F　南東側エリア	記録紙	10 年
	R/B　1F　北西側エリア	記録紙	10 年
	R/B　機器搬出入口	記録紙	10 年
	R/B　1F　南東側エリア	記録紙	10 年
	原子炉冷却材浄化系操作エリア	記録紙	10 年
	炉水サンプリング室	記録紙	10 年
	計装ラック室(A)	記録紙	10 年
	計装ラック室(D)	記録紙	10 年
	R/B　B1F 南東側エリア	記録紙	10 年
	TIP 駆動装置室	記録紙	10 年
	ＴＩＰ装置室	記録紙	10 年
	CRD/RIP 補修室	記録紙	10 年
	R/B　B2F 南東側エリア	記録紙	10 年
	CRD 水圧制御ユニットエリア(A)	記録紙	10 年
	CRD 水圧制御ユニットエリア(B)	記録紙	10 年
	R/B　B3F 南東側エリア	記録紙	10 年
十三　周辺監視区域に隣接する地域における空間線量率及び放射性物質の濃度	モニタリングポスト	モニタリングポスト月報	5 年
十四　使用済燃料その他の高放射性の燃料体を貯蔵する水槽の水温及び水位	使用済燃料貯蔵プール温度	日常点検表	5 年
	使用済燃料貯蔵プール水位	日常点検表	5 年
十五　敷地内における風向及び風速	風向・風速計	気象記録チャート	10 年

※1：永久（原子炉施設を解体又は廃棄した後 5 年が経過するまでの期間）

別紙 2

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）について

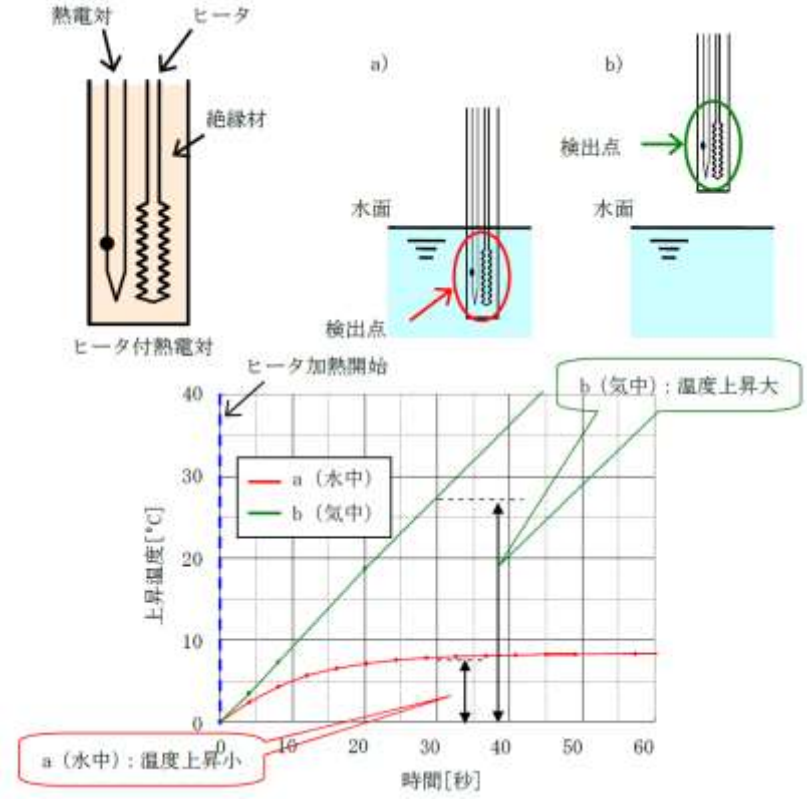
1.　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の計測性能

(1)　検出原理

使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）は，金属シースとヒータ線・熱電対の間に絶縁材を充てん封入したヒータ付熱電対を使用した水位計である。ヒータ付熱電対の検出点が気中にあるときにヒータを加熱すると，熱電対が検出する温度はヒータ加熱時間にほぼ比例して上昇する。一方，検出点が水中にあるときにヒータを加熱すると，熱電対が検出する温度はヒータ加熱開始後，数十秒で飽和する（第 1 図）。これは気中と水中とで熱伝達率が異なっているためである。この特性を利用して，ヒータ加熱開始前後の熱電対の温度変化から検出点が水中にあるか気中にあるかを判定する。検出点をプールの深さ方向に複数並べることによって検出点の配置間隔でプール水位を計測することができる。

ヒータ加温開始後 30 秒以上で水中／気中を判定することが可能だが，確実に水中／気中を判定するため，ヒータ加温時間は 60 秒としている。

また，ヒータ付熱電対は，ヒータを加熱しない状態では，通常の熱電対と同様に温度を計測することが可能である。



第 1 図　熱電対（ヒータ付）による水位検出原理

(2)　事故時の計測性能の信頼性について

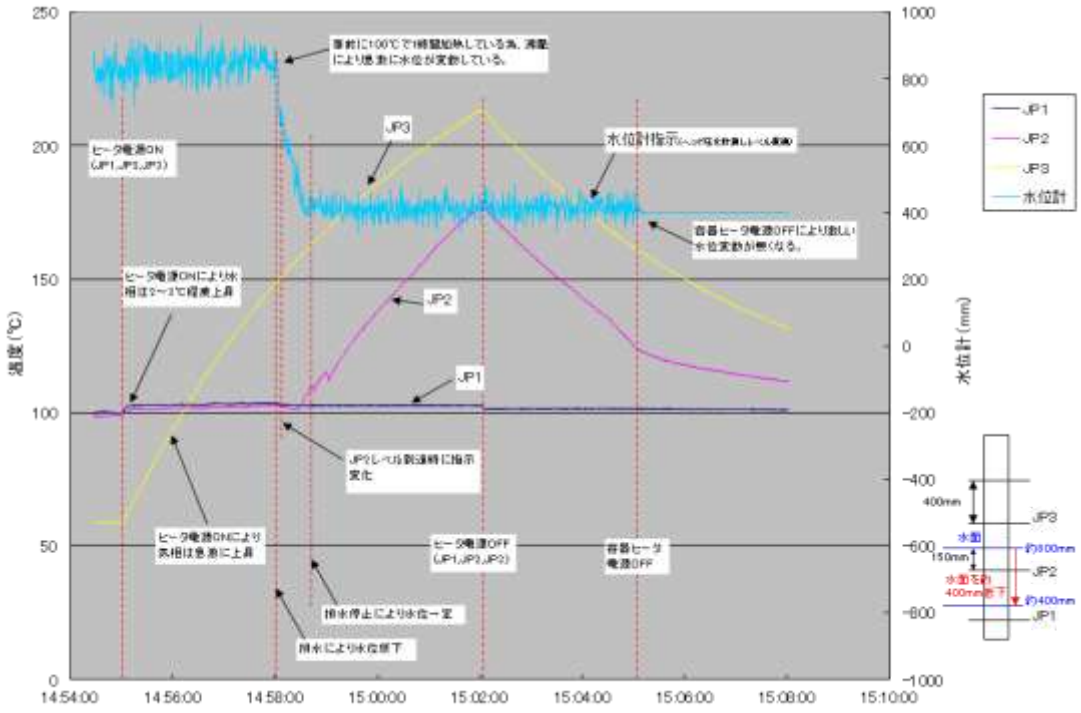
使用済燃料プールの重大事故等時において，プール水温の上昇に伴う沸騰による水位低下が想定される。その場合は，気相部分の熱電対が蒸気に覆われることが想定されるため，そのような状態を模擬した試験を実施している。

試験容器内に水位計を設置し，水温を 100℃まで加熱（沸騰状態）した状態から水位を低下させた試験を実施している。

ヒータ付熱電対の応答性について，水位を低下させて JP2（真ん中の温度計）温度計の挙動を確認した。

JP2 温度計が水面下（水中）の場合は温度上昇すること無く水温を測定しているが，検出器が水面以上（気中）となった場合はヒータによる加熱で温度が顕著に上昇し始めることが確認されており，検出点をヒータで加熱することにより水中／気中の判定は可能であると言える。なお，ヒータ ON による水位判定は約 60 秒であり，その後ヒータ OFF することで，水中にある熱電対の指示値は，ヒータ ON 前の水温に約 60 秒で復帰する。

（第2図　「高温状態の試験結果」参照。）



第 2 図　高温状態の試験結果

(3)　温度計及び水位計としての機能維持について

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）は，熱電対による温度にて水温及び水位を測定する二つの機能を持つ。

温度計に関しては液相にある 14 箇所の温度を測定することで多重性を持つ設計とする。また，ヒータ付きの熱電対であるが全ての熱電対に対して同時にヒータを使用しないことで使用済燃料プールの温度については連続して測定が可能である。

水位計に関しては，気相と液相の差温度を確認することにより水位を監視す

ることができる。また，ヒータで加熱することによって熱電対の温度上昇によって熱電対が気相又は液相にあるのか判定が可能である。

ヒータ加熱によって水温測定が不可とならないように，各熱電対に対して順番に一定時間ヒータ ON／OFF を繰り返して実施することで，同時に水位・温度計測が可能な設計とする（14 個の熱電対を上から交互に 2 グループに分けて，1 分間ヒータ ON を繰り返して約 7 分で 1 周させる計画)。

なお，第五十四条第 1 項で要求される想定事故（第 37 条解釈 3-1(a)想定事故 1（冷却機能又は注水機能喪失により水温が上昇し，蒸発により水位が低下する事故）及び(b)想定事故 2（サイフォン現象等により使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し水位が低下する事故)）における水位の低下速度は第 1 表のとおりと想定しており，上記の計測間隔（ヒータ ON）で水位をとらえることは問題ないと考える。

第 1 表　想定事故時における使用済燃料プールの水位低下速度

	水位低下速度	7 分間での水位低下
想定事故 1	約 0.08m/h	約 10mm
想定事故 2	約 0.29m/h	約 34mm
想定事故 2 (配管全周破断を想定)	約 3.5m/h	約 409mm

※水位低下速度及び 7 分間での水位低下は燃料有効長冠水部以上の水位での値を示す。

2.　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の設定点について

(1)　目的

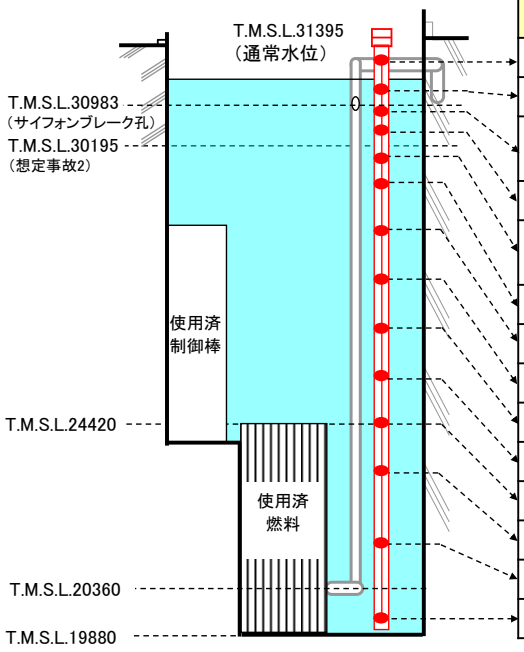
使用済燃料プールの水位低下が発生した場合に，使用済燃料貯蔵プール水位（SA 広域）において使用済燃料プール底部まで複数の温度計（熱電対）にて使用済燃料プールの水位を検知する。

使用済燃料プールの検出点としては以下の目的を把握できるように検出点を設ける設計とする。

・使用済燃料プールの水位低下を早期に検知すること
・使用済燃料プールの水位低下時にサイフォンブレーク孔が有効に機能しているか把握すること
・使用済燃料プールの水位低下時に代替注水設備が有効に機能しているか把握すること
・使用済燃料の露出有無（燃料損傷の可能性）を把握すること
・使用済燃料プール底部付近の水位検知の有無を把握すること

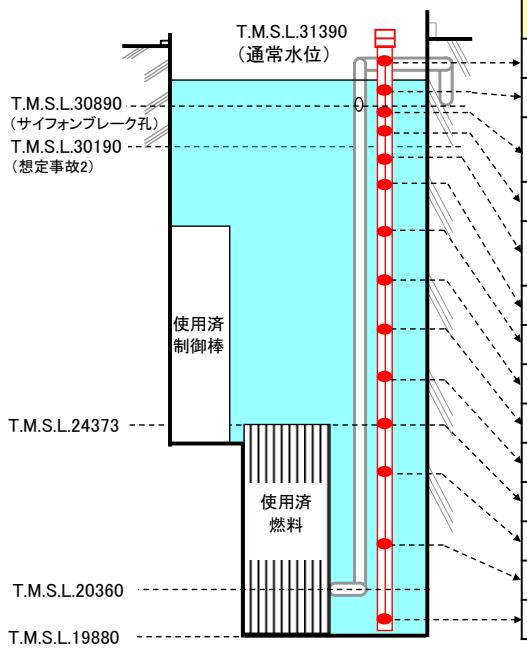
(2)　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の設定点について

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の各設定点は，検出点の単一故障や水位低下・上昇傾向を把握可能とするため，下図のとおり設定する。



検出点 TMSL	検知目的
31575	水中にある検出器とのリファレンス用
31170	プール水位低下を早期検知
30920	サイフォンブレーク孔が有効に効いていれば，この水位まで早期低下しないため，計測可能とする
30420	上記検出点のバックアップ
29920	サイフォンブレークが停止し，13時間以内に注水が有効に実施されていればこの水位まで早期低下しないため，計測可能とする。
29420	上記検出点のバックアップ
28420	水位低下・上昇の傾向管理
27420	同上
26420	原子力災害対策指針　全面緊急事態の判断基準のレベル
25420	使用済燃料の露出有無の確認（燃料が損傷する可能性を把握）
24420	同上
23420	同上
21420	同上
20180	プール底部付近の水位有無を把握

第 1 図　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の水位設定点（6 号炉）



検出点 TMSL	検知目的
31575	水中にある検出器とのリファレンス用
31123	プール水位低下を早期検知
30873	サイフォンブレーク孔が有効に効いていれば，この水位まで早期低下しないため，計測可能とする
30373	上記検出点のバックアップ
29873	サイフォンブレークが停止し，13時間以内に注水が有効に実施されていればこの水位まで早期低下しないため，計測可能とする。
29373	上記検出点のバックアップ
28373	水位低下・上昇の傾向管理
27373	同上
26373	原子力災害対策指針　全面緊急事態の判断基準のレベル
25373	使用済燃料の露出有無の確認（燃料が損傷する可能性を把握）
24373	同上
23373	同上
21373	同上
20180	プール底部付近の水位有無を把握

第 2 図　使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）の水位設定点（7 号炉）

なお，水位低の警報設定値は，使用済燃料貯蔵プール水位（フロート式）の警報設定値と併せて水位低下を早期検知する目的から，6 号炉：通常水位 -225mm（T.M.S.L.31170mm），7 号炉：通常水位 -267mm（T.M.S.L.31123mm）の設定点としている。

また，温度高の警報設定値は，使用済燃料貯蔵プール温度と同様の警報設定値 6 号炉：57℃，7 号炉：55℃としている。

別紙 3

警報設定値について

1.　使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定値について

(1)　警報設定範囲及び警報設定値

使用済燃料貯蔵プール水位の水位高及び水位低の警報設定範囲は下記の考えに基づき設定している。

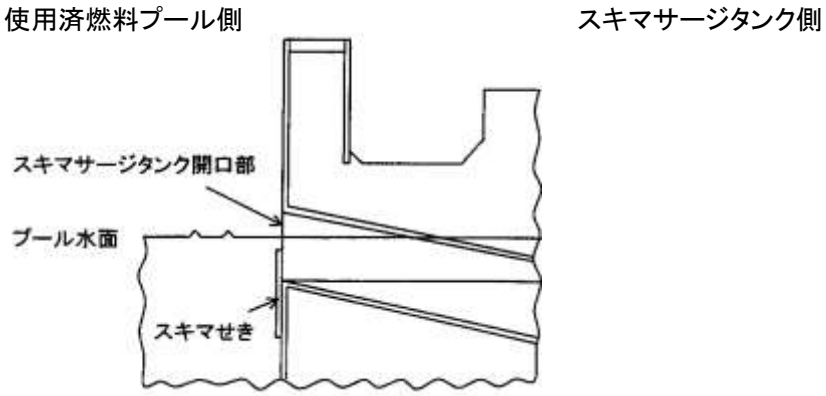
（水位高）使用済燃料プール水位の異常上昇により運転操作床面へプール水が溢れることを事前に検知するため，通常水位（6 号炉 T.M.S.L.31395mm，7 号炉 T.M.S.L.31390mm）～T.M.S.L.31700mm(運転操作床面)の間で設定をする。

（水位低）通常水位はスキマせきのせき板上部より高い位置にあるが，燃料プール冷却浄化系ポンプが停止した場合プール水位は，せき板の位置によりスキマサージタンク開口部下端（6 号炉 T.M.S.L.31243mm，7 号炉 T.M.S.L.31240mm）になる可能性がある。そこから水位が更に低下した場合は，想定していない異常な水位低下になることから，燃料プール冷却浄化系ポンプ停止時のプール水位の位置より下に設定をする。

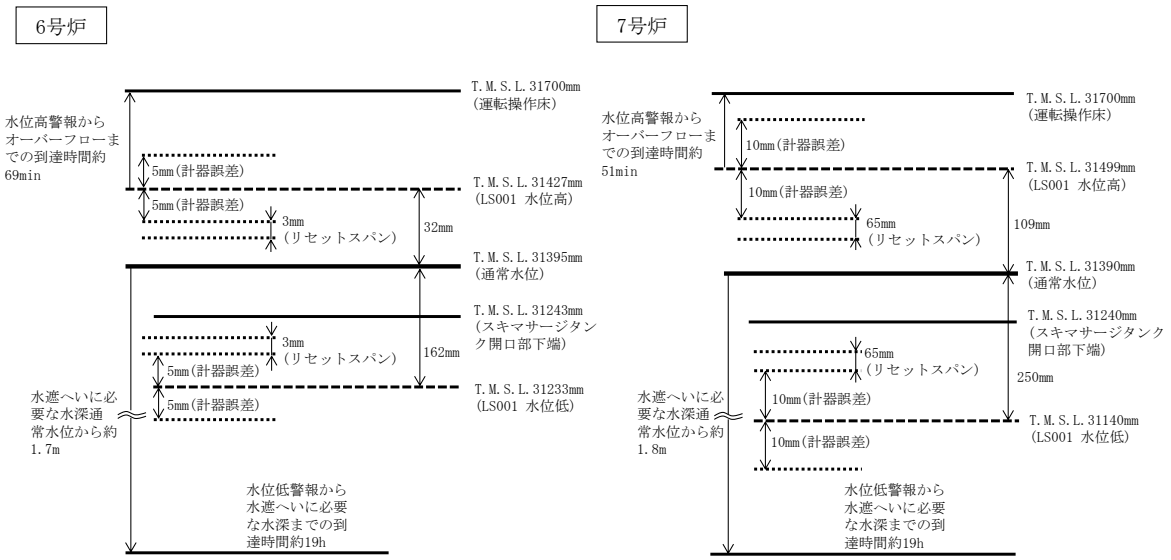
上記警報設定範囲を考慮し，使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定値を第 1 表に示す。また第 2 図に使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定範囲概要図を示す。なお，計器誤差を考慮し，警報設定値をプラントごとに設定している。

第 1 表　使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定値

警報	警報設定値
水位低	6 号炉：通常水位-162mm(T.M.S.L.31233mm) 7 号炉：通常水位-250mm(T.M.S.L.31140mm)
水位高	6 号炉：通常水位+32mm(T.M.S.L.31427mm) 7 号炉：通常水位+109mm(T.M.S.L.31499mm)



第 1 図　使用済燃料プールとスキマサージタンク間の概要図



第 2 図　使用済燃料貯蔵プール水位の警報設定範囲概要図

(2)　運転操作における警報設定値の評価

以下の諸条件（有効性評価で使用）を用いて評価した。

・プール保有水量：6 号炉　約 2085m^3，7 号炉　約 2093m^3
・プール断面積：6 号炉　約 232m^2，7 号炉　約 233m^2
・使用済燃料プールの冷却系の機能喪失後，プール水温上昇速度：約 5℃/h
・使用済燃料プールの冷却系の機能喪失後，プール水位低下速度：約 0.08m/h

水位低警報設定値は 6 号炉で通常水位-162mm（T.M.S.L.31233mm），7 号炉で-250mm（T.M.S.L.31140mm）となっており，必要な水遮蔽（1mSv/h の場合）は通常水位から 6 号炉で約 1.7m，7 号炉で約 1.8m である。仮に使用済燃料プール水の蒸発（水位低下速度：約 0.08m/h）を想定した場合，水位低警報発生から必要となる水遮蔽（水位）が失われるまでの時間は 6 号炉，7 号炉ともに約 19 時間となり，使用済燃料プールへの補給操作に余裕*を持った設計としている。

水位高警報設定値は 6 号炉で通常水位+32mm(T.M.S.L.31427mm)，7 号炉で通常水位+109mm(T.M.S.L.31499mm)であり，仮に復水補給水系（約 55m^3/h）により使用済燃料プールへ補給し続けてしまった場合，水位高警報発生から運転操作床面へプール水がオーバーフローするまでに，6 号炉で約 69 分，7 号炉で約 51 分であり，警報発生から補給停止操作をする上で余裕*を持った設計としている。

＊運転員の手動操作の時間的余裕（10 分）＋補給開始又は補給停止操作終了（約 5 分）を考慮しても余裕を持った設計としている。

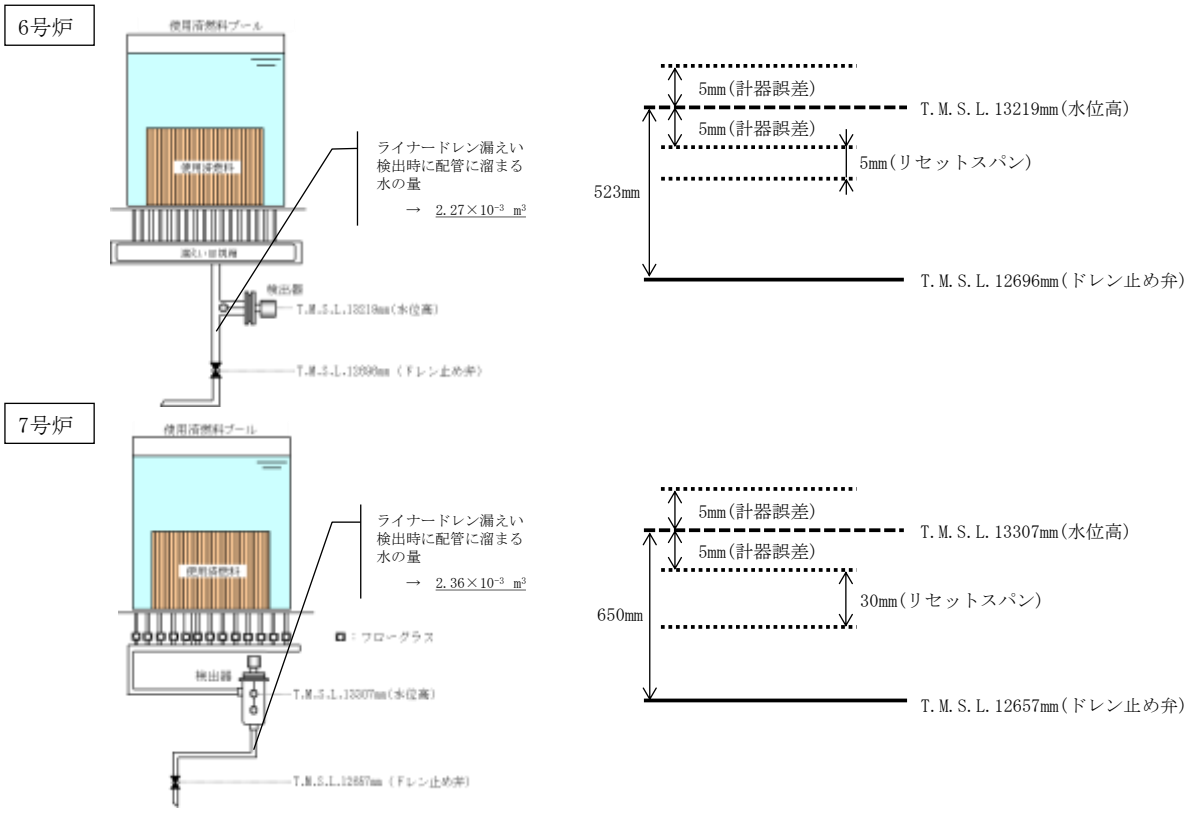
2．使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定値について

(1)　警報設定範囲及び警報設定値

使用済燃料プールライナからの微小漏えいを監視するために，計器の設置スペースを考慮し警報を設定する。第 2 表に使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定値を，第 3 図に使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定概略図を示す。

第 2 表　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定値

警報	警報設定値
水位高	6 号炉：ドレン止め弁+523mm(T.M.S.L.13219mm) 7 号炉：ドレン止め弁+650mm(T.M.S.L.13307mm)



第 3 図　使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の警報設定概略図

(2)　運転操作における警報設定値の評価

使用済燃料貯蔵プールライナ漏えい検出の水位高警報設定値は 6 号炉でドレン止め弁+523mm(T.M.S.L.13219mm)，7 号炉でドレン止め弁+650mm(T.M.S.L.13307mm)であり，警報設定値までのドレン配管の容積は，6 号炉約 $2.27\times10^{-3}m^3$，7 号炉約 $2.36\times10^{-3}m^3$ である。この容量は使用済燃料プールの容積(6 号炉約 $2085m^3$，7 号炉約 $2093m^3$) に対して十分小さな値であり，プールライナ漏えいの早期検出において余裕*を持った設計としている。

＊仮に $3.00\times10^{-3}m^3$ の水がドレン配管に溜まった場合，プールの水位低下は約 0.013mm 程度であり，必要な水遮蔽（1mSv/h の場合）は通常水位から約 1.7m であることから，余裕を持った設計としている。

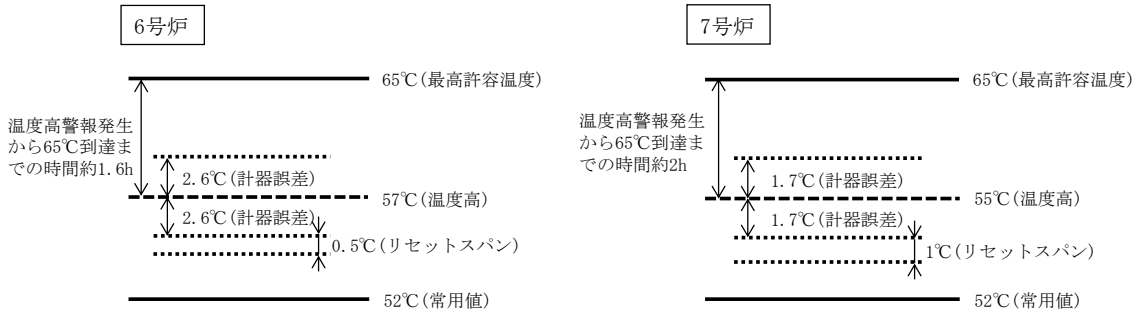
3.　使用済燃料貯蔵プール温度の警報設定値について

(1)　警報設定範囲及び警報設定値

使用済燃料プール水が通常温度よりも高くなったことを検出するため，通常時の使用済燃料プール水温度の上限値 52℃より高く，プール水の最高許容温度（65℃）に余裕を見た温度の間で設定する。第 3 表に使用済燃料貯蔵プール温度の警報設定値を，第 4 図に使用済燃料貯蔵プール温度の警報設定概要図を示す。

第 3 表　使用済燃料貯蔵プール温度の警報設定値

警報	警報設定値
温度高	6 号炉：57℃ 7 号炉：55℃



第 4 図　使用済燃料貯蔵プール温度の警報設定概要図

(2)　運転操作における警報設定値の評価

有効性評価における使用済燃料プールの冷却系の機能喪失後の温度上昇は約 5℃/h であり，6 号炉の温度高警報設定値 57℃から最高許容温度 65℃に達するまでの時間は約 1.6 時間，7 号炉の温度高警報設定値 55℃から最高許容温度 65℃に達するまでの時間は約 2 時間であり，余裕*を持った設計としている。

＊運転員の手動操作の時間的余裕（10 分）＋残留熱除去系の最大熱負荷モード切替え（約 145 分）に対して，使用済燃料プールの冷却系の機能喪失時の初期水温：約 40℃から警報設定値 57℃に達するまでに約 3.4 時間以上あり，更に警報発生から最高許容温度 65℃に達するまで約 1.6 時間であることを考慮すると，その間に残留熱除去系の最大熱負荷モードへ切り替えることは可能であり，余裕を持った設計としている。

別添３

柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉

運用，手順説明資料
燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

16条　燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

設置許可基準規則　第16条　第2項第二号二
燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとすること。

使用済燃料の貯蔵施設

燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとすること

添付六，八への反映事項
（設計・手順に関する事項）

現場及び機器配置図等の確認，作業実績より使用済燃料プール周辺の設備等を抽出

①
日常作業等において必要最低限に制限し，落下防止措置を実施しているもの

②
使用済燃料プールとの離隔や固縛等の措置を行っている設備等（例：分電盤等）

③
①，②以外

抽出設備等の落下エネルギーによる評価（落下時における使用済燃料プールの損傷有無）

落下エネルギーが15.5kJ未満の設備等

落下エネルギーが15.5kJ以上の設備等

工・保

評価OK※1

評価OK※2

評価OK※3

○落下エネルギー15.5kJ以上の設備等に対する対策①
【耐震評価により必要な強度を有していることの確認】
基準地震動Ssに対する耐震評価を実施し，落下防止のために必要な構造強度を有していることを確認する※4。
工
評価OK

○落下エネルギー15.5kJ以上の設備等に対する対策②
【設備構造上の落下防止措置の確認】
燃料取替機又は原子炉建屋クレーンの安全機能として，フック外れ止め，ワイヤロープ二重化，フェイルセーフ機構等，設備構造上の落下防止措置を確認する。
工
評価OK

○落下エネルギー15.5kJ以上の設備等に対する対策③
【運用状況による落下防止措置の確認】
クレーン等安全規則に基づく点検，安全装置の使用，有資格者作業等の要求事項による落下防止措置とその適切性について確認する。また，燃料取替機及び原子炉建屋クレーンの使用済燃料プール外への待機運用，原子炉建屋クレーンの可動範囲制限による落下防止措置及び使用済燃料プール周りの異物混入防止対策の適切性について確認する。
保
評価OK

○上記にて評価ＮＧのもの
落下時の影響評価を実施する。
評価OK

※1　使用済燃料プール周辺は，異物混入防止エリア設置区域であり，持込品については必要最低限に制限し，落下防止措置を講じていることから評価OKとする。

※2　使用済燃料プールまでの離隔やボルト固定等による転倒防止が図られていることから評価OKとする。

※3　燃料集合体の気中落下試験時の落下エネルギーと比較し，設備等の落下エネルギーが小さいものについては，使用済燃料プールライニングに損傷を与えないことが確認されている。

※4　原子炉建屋，燃料取替機，原子炉建屋クレーンの耐震評価による確認結果は，後段の工事計画認可申請にて示す。

【後段規制との対応】
工：工事計画認可申請（基本設計方針，添付書類）
保：保安規程（運用，手順に係る事項，下位文書含む）
核：核防規定（下位文書含む）

【添付六，八への反映事項】
□：添付六，八に反映

第１表　運用，手順に係る対策等（設計基準）

設置許可基準規則対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第16条 燃料体等の取扱 施設及び貯蔵施設	燃料取替機における対策	運用・手順	・使用済燃料プール周辺に設置する設備，取り扱う吊荷等については，あらかじめ定めた評価フローに基づき評価を行い，使用済燃料プールに影響を及ぼす落下物となる可能性が考えられる場合は落下防止措置を実施する。 ・日常作業等において使用済燃料プール周辺に持ち込む物品については，必要最低限に制限するとともに落下防止措置を実施する。
		体制	－
		保守・点検	・使用済燃料プールの健全性を維持するため，重量物落下防止に係る設備等については，保守計画に基づき適切に保守管理，点検を実施するとともに必要に応じて補修を行う。
		教育・訓練	－
	原子炉建屋クレーンにおける対策	運用・手順	・使用済燃料プール周辺に設置する設備，取り扱う吊荷等については，あらかじめ定めた評価フローに基づき評価を行い，使用済燃料プールに影響を及ぼす落下物となる可能性が考えられる場合は落下防止措置を実施する。 ・日常作業等において使用済燃料プール周辺に持ち込む物品については，必要最低限に制限するとともに落下防止措置を実施する。
		体制	－
		保守・点検	・使用済燃料プールの健全性を維持するため，重量物落下防止に係る設備等については，保守計画に基づき適切に保守管理，点検を実施するとともに必要に応じて補修を行う。 ・クレーン等安全規則に基づき，定期点検及び作業前点検を実施するとともに，クレーンの運転，玉掛けは有資格者が実施する。
		教育・訓練	－

16条　燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

設置許可基準規則　第16条　第3項第一号
使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し，それを原子炉制御室に伝え，又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し，並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとすること。
設置許可基準規則　第16条　第3項第二号
外部電源が利用できない場合においても温度，水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を監視することができるものとすること。

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
（使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ）

使用済燃料プールの水位及び水温並びに燃料取扱い場所の放射線量の異常を検知し，中央制御室での監視及び警報発信が可能であること。

異常の検知

使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの設置。

工

警報発信

中央制御室の警報発信回路。

工

外部電源が利用できない場合において，使用済燃料プールの水位，温度及び放射線量の監視が可能であること。

使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの非常用所内電源からの給電。

工

使用済燃料プールの水位，温度及び放射線量の計測結果を表示し，記録し，及び保存することができること。

使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの記録及び保存。

工・保

【後段規制との対応】
工：工認（基本設計方針，添付書類）
保：保安規定（運用，手順に係る事項，下位文書含む）
核：核防規定（下位文書含む）

【添付六，八への反映事項】
：添付六，八に反映
：当該条文に該当しない（他条文での反映事項他）

第２表　運用，手順に係る対策等（設計基準）

設置許可基準規則対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	・使用済燃料貯蔵プール水位 ・使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出 ・燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度 ・使用済燃料貯蔵プール温度 ・使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域） ・燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ ・燃料取替エリア排気放射線モニタ ・原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ ・中央制御室の警報発信回路	運用・手順	－
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	－
	使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの非常用所内電源からの給電	運用・手順	－
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	－
	使用済燃料貯蔵プール水位，使用済燃料貯蔵プールライナ漏洩検出，燃料プール冷却浄化系ポンプ入口温度，使用済燃料貯蔵プール温度，使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域），燃料貯蔵プールエリア放射線モニタ，燃料取替エリア排気放射線モニタ，原子炉区域換気空調系排気放射線モニタの記録及び保存	運用・手順	－
		体制	－
		保守・点検	－
		教育・訓練	－

以　上

別添４

柏崎刈羽原子力発電所６号及び７号炉

使用済燃料プールへの重量物落下に係る
対象重量物の現場確認について

１．基準要求

【第16条】　設置許可基準規則第16条（燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設）及び技術基準規則第26条（燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備）にて，燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないことを要求されている。

当該基準を満足するにあたっては，燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれない設計とするとともに，燃料取替機及び原子炉建屋クレーンはワイヤロープ二重化等落下防止対策を行う設計としている。

また，使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要となる重量物を抽出する必要があることから，使用済燃料プール周辺の設備等について現場確認を行うこととする。

２．確認項目及び内容

上記基準要求を満足するに当たっては，使用済燃料プール周辺の設備等が地震時等に使用済燃料プールへの重量物とならないか調査する必要があり，現場確認及び機器配置図等を用いた机上検討に基づき設備等を抽出するとともに，使用済燃料プール周辺の作業で，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用して取り扱う設備等について，作業実績に基づき抽出を行った。

抽出された設備等を添付資料１に示す。

（１）現場確認による抽出

使用済燃料プール周辺の設備等に係る現場確認を実施し，「地震等により使用済燃料プールに落下するおそれがあるもの」について抽出した。

具体的には，使用済燃料プール周辺の設備等について，設置位置（高さ），物量，重量，固定状況等を確認し，地震等により使用済燃料プールへの落下物となるおそれのあるものを抽出した。

（２）機器配置図等※による抽出

使用済燃料プール周辺の設備等について，機器配置図等にて抽出した。

※　建屋機器配置図

機器設計仕様書（燃料取扱機器，燃料取替機　等）

系統設計仕様書（原子炉建屋クレーン，燃料取扱及びプール一般設備　等）

具体的には，内挿物等現場で確認出来ない設備等について，機器配置図等にて物量，重量，配置状況等を確認し，使用済燃料プールへの落下物となるおそれのあるものを抽出した。

（３）使用済燃料プール周辺の作業実績からの抽出

使用済燃料プール周辺の作業で，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用して取り扱う設備等について，作業実績に基づき抽出した。

なお，使用済燃料プール周辺は，異物混入防止エリアとなっており，日常作業等における持込品については，必要最低限に制限するとともに落下防止措置を講じていることから，使用済燃料プールに落下するおそれがないため，抽出の対象外とした。

３．抽出物に対する評価

現場，機器配置図等による確認及び作業実績により抽出した設備等については，設置状況や落下エネルギーによる評価及び落下防止対策の状況により使用済燃料プールへの落下時影響評価を実施する。

４．今後の対応

今後，新たに使用済燃料プール周辺に設置する，または取り扱う設備等については，添付資料２「使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー」に基づき，使用済燃料プールへの落下時影響評価の要否判定を行うとともに，評価が必要となった設備等に対しては落下時影響評価を行い，必要に応じて適切な落下防止対策を実施する。

添付資料１

現場確認等における抽出物の詳細

使用済燃料プール周辺の設備等について，現場及び機器配置図等による確認を行うとともに，使用済燃料プール周辺の作業で，燃料取替機又は原子炉建屋クレーンを使用して取り扱う設備等について，作業実績に基づき網羅的に抽出を行った。

詳細について，６号炉については第１表に，７号炉については第２表に整理する。

第１表　現場確認等における抽出物の詳細（６号炉）（その１）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	代表重量物※2
1	原子炉建屋	屋根トラス，耐震壁等	×	×	×	○（特定不可，～約50m）
		照明	×	○	○	
		クレーンランウェイガーダ	○	－	○	
2	燃料取替機	燃料取替機	×	×	×	○（約47000kg，約12m）
3	原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン	×	×	×	○（約320000kg，約20m）
4	その他クレーン類	燃料プール用ジブクレーン	×	×	×	○（約1100kg，約18m）
		燃料コンテナ起立台	○	－	○	
		新燃料検査台	○	－	○	
		機器搬出入口用ジブクレーン	○	－	○	
5	RCCV（取扱具含む）	RCCVヘッド（ボルト含む）	○	－	○	○
		RCCV M/I 吊具	○	－	○	
6	RPV（取扱具含む）	RPVヘッド（＋スタッドテンショナ（RPVヘッド自動着脱機）＋スタッドボルト）	○	－	○	
		RPVヘッド自動着脱機　変圧器盤	○	－	○	
		RPVオーリング	×	×	×	
		RPVヘッド保温材	○	－	○	
		圧力容器上蓋仮置除染ピット　上蓋支持台	○	－	○	
		スタッドボルトラック	×	×	×	○（約2920kg，約20m）
		ボルトスタンド	×	×	×	
7	内挿物（取扱具含む）	シュラウドヘッド＋気水分離器	○	－	○	
		シュラウドヘッドボルト	×	×	×	
		シュラウドヘッドボルトレンチ	×	○	○	
		蒸気乾燥器	○	－	○	
		蒸気乾燥器・気水分離器吊具	○	－	○	
		MSラインプラグ	○	－	○	
		主蒸気ラインプラグ　操作ユニット	×	×	×	
		ガイドロッド	×	○	○	
		ガイドロッドつかみ具	×	○	○	
		グリッドガイド	×	○	○	
		挿入ガイド用一時保管具	×	×	×	
		インコア挿入ガイド	×	×	×	
		サーベランス試験片	×	○	○	
		上部格子板	○	－	○	
		操作ポール＋その他プール工具	×	○	○	
		再循環ポンプインペラ・シャフト	×	×	×	
		再循環ポンプインペラ・シャフトつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプ運搬用仮設レール	×	×	×	
		再循環ポンプ仮置台	×	×	×	○（約2150kg，約5m）
		再循環ポンプ検査水槽	○	－	○	
		再循環ポンプ検査水槽用リール	○	－	○	
		再循環ポンプ上部取扱接続ロッド	×	○	○	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプストレッチチューブネジ部保護具	○	－	○	
		再循環ポンプディフューザウェアリング	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザウェアリングつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプ取扱具保管棚	○	－	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第１表　現場確認等における抽出物の詳細（６号炉）（その２）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	代表重量物※2
7	内挿物（取扱具含む）	再循環ポンプモータ用上部プラグ	×	×	×	
		LPRM検出器	×	○	○	
		LPRM／ドライチューブ移送具	×	○	○	
		LPRM／ドライチューブ取扱具	×	×	×	
		引抜きIHT用錘	×	×	×	
		挿入用IHT	×	○	○	
		LPRM吊下げハンガ	×	○	○	
		インコアストロングパック（原子炉内計装管搬出入装置）	×	×	×	
		SRNM	×	○	○	
		中性子源	×	×	×	
		起動用中性子源ホルダ	×	○	○	
		燃料集合体	×	○	○	
		制御棒＋燃料サポート	×	×	×	
		制御棒・燃料サポート同時つかみ具	×	×	×	
		制御棒	×	○	○	
		制御棒つかみ具	×	○	○	
		燃料チャンネル着脱機	×	○	○	
		チャンネル	×	○	○	
		チャンネル移動つかみ具	×	○	○	
		チャンネル取扱具	×	○	○	
		チャンネル取扱ブーム	×	×	×	
		チャンネルボルトレンチ	×	○	○	
		ブレードガイド（ダブル）	×	○	○	
		ブレードガイド（短尺）	×	○	○	
		他号機燃料取扱グラップル（収納コンテナ含む）	×	×	×	
8	プール内ラック類	ブレードガイド貯蔵ラック	×	○	○	
		チャンネル貯蔵ラック	×	×	×	○ （約700kg，約4m）
		使用済燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		制御棒・破損燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		新燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		使用済LPRM保管ラック	×	○	○	
		制御棒貯蔵ハンガ	×	○	○	
		再循環ポンプインペラ・シャフト保管ラック	×	○	○	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ保管ラック	×	○	○	
9	プールゲート類	D/Sプールゲート	○	－	○	
		燃料プールゲートG1	×	×	×	○ （約5600kg，約13m）
		燃料プールゲートG2	×	×	×	
		キャスクピットゲートG3	×	×	×	
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	使用済燃料輸送容器	×	×	×	○ （約119000kg，約15m）
		使用済燃料輸送容器吊具	×	×	×	
		転倒防止架台	×	×	×	
11	電源盤類	照明用トランス	○	－	○	○
		照明用分電盤	○	－	○	
		燃料チャンネル着脱機制御盤	○	－	○	
		燃料プール状態表示盤	○	－	○	
		作業用電源箱	○	－	○	
		使用済燃料貯蔵プール温度中継端子箱	○	－	○	
		機器搬出入口ハッチカバー用制御盤	○	－	○	
		機器搬出入口ハッチカバー用ジブクレーン　作業電源箱	○	－	○	
		無線通信設備補助増幅器	○	－	○	
		RPVヘッド自動着脱機電源箱	○	－	○	
		原子炉建屋クレーン電源現場操作箱	○	－	○	
		燃料取替機制御室空調機現場盤	○	－	○	
		再循環ポンプ検査水槽用制御盤	○	－	○	
		インペラ・シャフト検査装置制御盤	○	－	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第１表　現場確認等における抽出物の詳細（６号炉）（その３）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			代表重量物※2
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	
12	フェンス・ラダー類	手摺り	×	○	○	
		新燃料検査台ピット用ラダー	×	×	×	
		D/Sプール用梯子	×	×	×	
		原子炉ウェル用梯子	×	×	×	○ （約200kg，約13m）
13	装置類	伸縮式電動ハッチ駆動装置	○	－	○	
		PAR	○	－	○	
		除染装置（収納コンテナ含む）	×	×	×	○ （約2200kg，約19m）
14	作業機材類	真空清掃設備清掃用具格納箱	○	－	○	
		原子炉建屋燃料取替床面ハッチカバー　支点用カバー収納箱	○	－	○	
		水中テレビカメラビデオ装置	○	－	○	
		水中テレビカメラコントローラ	○	－	○	
		SFP　操作プラットホーム	×	○	○	○ （約30kg，約20m）
		横向水中照明具	×	○	○	
		広域水中照明具	×	○	○	
		ドロップライト	×	○	○	
		ビューイングエイド	×	○	○	
		水中カメラ	×	○	○	
		燃料グループ　工具棚	○	－	○	
		潤滑油保管棚	○	－	○	
		保管棚（A）	○	－	○	
		保管棚（B）	○	－	○	
		保管棚（C）	○	－	○	
		保管棚（D）	○	－	○	
15	計器・カメラ・通信機器類	原子炉建屋-外気差圧（北側）発信器	○	－	○	
		エリア放射線モニタ	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（西側）発信器	○	－	○	
		R/A-外気差圧計	○	－	○	
		SGTS排気流量発信器	○	－	○	
		ページング	○	－	○	
		ITVカメラ	○	－	○	
		IAEAカメラ	○	－	○	
		燃料取替エリア排気放射線モニタ（安全系）	○	－	○	
		光ジャンクションボックスch3	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（東側）発信器	○	－	○	
		使用済燃料貯蔵プール温度計	×	○	○	○ （約110kg，約4m）
		使用済燃料貯蔵プール水位計	×	○	○	
		水素濃度計	○	－	○	
		スタックドレン配管Uシール水位計	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（南側）発信器	○	－	○	
16	試験・検査用機材類	インペラ・シャフト検査装置	×	○	○	
		スタッドボルト探傷装置	×	○	○	
		スタッドボルト用試験片	×	×	×	
		テストウェイト（180KG用）	×	×	×	
		テストウェイト（300KG、480KG用）	×	×	×	
		再循環ポンプホイスト用テストウェイト	×	×	×	○ （約1500kg，約12m）

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第１表　現場確認等における抽出物の詳細（６号炉）（その４）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	代表重量物※2
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	機器搬出入口ハッチカバー	○	－	○	
		新燃料検査台ピットカバー	×	×	×	
		燃料把握機調整ピットカバー	×	×	×	
		キャスク洗浄ピットカバー	×	×	×	
		D/Sカナルプラグ A	○	－	○	
		D/Sカナルプラグ B	○	－	○	
		D/Sカナルプラグ C	○	－	○	
		ウェルシールドプラグ A	○	－	○	
		ウェルシールドプラグ B	○	－	○	
		ウェルシールドプラグ C	○	－	○	
		ウェルシールドプラグ D	○	－	○	
		ウェルシールドプラグ E	○	－	○	
		スキマサージタンク用ハッチカバーA	×	×	×	
		スキマサージタンク用ハッチカバーB	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーA	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーB	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーC	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーD	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーE	×	×	×	
		新燃料貯蔵庫ハッチカバーF	×	×	×	
		SFPスロットプラグ A	×	×	×	
		SFPスロットプラグ B	×	×	×	○ （約10100kg，約19m）
		SFPスロットプラグ C	×	×	×	
		SFPスロットプラグ D	×	×	×	
		D/Sプールカバー A	×	×	×	
		D/Sプールカバー B	×	×	×	
		D/Sプールカバー C	×	×	×	
		D/Sプールカバー D	×	×	×	
		D/Sプールカバー E	×	×	×	
18	空調機	燃料取替機制御室空調機	○	－	○	○
19	その他	配管	×	×	×	○ （約150kg，約12m）
		チェッカープレート	○	－	○	
		非常誘導灯	○	－	○	
		消火設備	○	－	○	
		掲示物	○	－	○	
		鉛ガラス	○	－	○	
		ダクト	○	－	○	
		トップベント	○	－	○	
		ブローアウトパネル	○	－	○	
		ケーブル	×	○	○	
		放送機材	○	－	○	
		救命用具	×	○	○	
		定期検査用資機材	×	○	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第２表　現場確認等における抽出物の詳細（７号炉）（その１）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			代表重量物※2
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	
1	原子炉建屋	屋根トラス，耐震壁等	×	×	×	○ （特定不可，～約50m）
		照明	×	○	○	
		クレーンランウェイガーダ	○	－	○	
2	燃料取替機	燃料取替機	×	×	×	○ （約49000kg，約12m）
3	原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン	×	×	×	○ （約270000kg，約20m）
4	その他クレーン類	新燃料検査台	○	－	○	
		プール用ジブクレーン	×	×	×	○ （約1100kg，約17m）
		機器搬出入口用ジブクレーン	○	－	○	
5	RCCV（取扱具含む）	RCCVヘッド（ボルト含む）	○	－	○	○
		RCCV M/I吊具	○	－	○	
6	RPV（取扱具含む）	RPVヘッド（＋スタッドテンショナ（RPVヘッド自動着脱機）＋スタッドボルト）	○	－	○	
		RPVヘッド自動着脱機制御盤	×	×	×	
		RPVヘッド保温材	○	－	○	
		RPV上蓋除染パン　上蓋支持台	○	－	○	
		ボルトシャンク部清掃装置	×	×	×	
		スタッドボルトラック	×	×	×	○ （約3500kg，約16m）
		RPVオーリング	×	×	×	
		ボルト着脱装置	×	×	×	
		油圧装置・集塵装置（RPVヘッド自動着脱装置用）	○	－	○	
		テンショナー予備品収納箱	○	－	○	
		ボルトスタンド	×	×	×	
7	内挿物（取扱具含む）	シュラウドヘッド＋気水分離器	○	－	○	
		シュラウドヘッドボルト	×	×	×	
		シュラウドヘッドボルトレンチ	×	○	○	
		蒸気乾燥器	○	－	○	
		D/Sスリング	○	－	○	
		MSラインプラグ	○	－	○	
		主蒸気ラインプラグ操作ユニット	×	×	×	
		ガイドロッド（収納ケース含む）	×	×	×	
		ガイドロッドつかみ具	×	○	○	
		グリッドガイド	×	○	○	
		インコア挿入ガイド	×	○	○	
		挿入ガイド一時保管台	×	○	○	
		上部格子板	○	－	○	
		操作ポール	×	○	○	
		ミラーアタッチメント	×	○	○	
		計測器取扱具（ＩＨＴ）	×	○	○	
		中性子源	×	×	×	
		起動用中性子源立掛具	×	×	×	
		再循環ポンプ検査水槽	○	－	○	
		再循環ポンプ検査水槽用作業架台	○	－	○	
		再循環ポンプ検査水槽用仮設レール	×	○	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第２表　現場確認等における抽出物の詳細（７号炉）（その２）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	代表重量物※2
7	内挿物（取扱具含む）	再循環ポンプ上部取扱装置保管用移動レール	×	×	×	
		再循環ポンプ上部取扱装置保管用吊り天秤	○	－	○	
		再循環ポンプ取扱装置仮置台	×	×	×	
		インペラ・シャフトクラッド除去治具	×	×	×	
		再循環ポンプ上部共通吊具（保管箱含む）	×	×	×	
		再循環ポンプ上部取扱接続ロッド	×	○	○	
		再循環ポンプ上部プラグ	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザウェアリングつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプインペラ・シャフト	×	×	×	
		再循環ポンプインペラ・シャフトつかみ具	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ	×	×	×	
		再循環ポンプディフューザウェアリング	×	○	○	
		燃料集合体	×	○	○	
		他号機燃料取扱グラップル（収納コンテナ含む）	×	×	×	
		燃料チャンネル	×	○	○	
		燃料チャンネル着脱機	×	○	○	
		チャンネル移動つかみ具	×	○	○	
		チャンネル取扱具	×	○	○	
		チャンネル取扱ブーム	×	×	×	○ （約870kg，約12m）
		チャンネルボルトレンチ	×	○	○	
		制御棒	×	○	○	
		制御棒つかみ具	×	○	○	
		CR・FS	×	×	×	
		CR・FS同時つかみ具（保管架台含む）	×	×	×	
		LPRM切断機	×	○	○	
		LPRM吊下げハンガ	×	○	○	
		SRNM	×	○	○	
		LPRM検出器	×	○	○	
		LPRMドライチューブ移送具	×	○	○	
		インコアマニプレーター	×	○	○	
		ブレードガイド	×	×	×	
		インコアストロングバック（原子炉内計装管搬出入装置）	×	×	×	
		サーベランス試験片	×	○	○	
		再循環ポンプ取扱具保管棚	○	－	○	
8	プール内ラック類	使用済燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		制御棒・破損燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		新燃料貯蔵ラック	×	○	○	
		チャンネル貯蔵ラック	×	×	×	○ （約1060kg，約5m）
		制御棒貯蔵ハンガ	×	○	○	
		使用済LPRM保管ラック	×	○	○	
		ブレードガイド貯蔵ラック	×	○	○	
		再循環ポンプインペラ・シャフト保管ラック	×	○	○	
		再循環ポンプディフューザ・ストレッチチューブ保管ラック	×	○	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第２表　現場確認等における抽出物の詳細（７号炉）（その３）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			代表重量物※2
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	
9	ゲート類	SFPゲート（小）	×	×	×	
		SFPゲート（大）	×	×	×	○ （約2300kg，約13m）
		キャスクピットゲート	×	×	×	
		DSPゲート	○	－	○	
10	使用済燃料輸送容器（取扱具含む）	使用済燃料輸送容器	×	×	×	○ （約119000kg，約16m）
		使用済燃料輸送容器吊具	×	×	×	
		転倒防止架台	×	×	×	
11	電源盤類	機器搬出入口ハッチカバー用制御盤	○	－	○	○
		燃料チャンネル着脱機制御盤	○	－	○	
		原子炉内ISI装置用制御盤	○	－	○	
		再循環ポンプインペラ・シャフト検査台用操作盤	○	－	○	
		ジャンクションBOX	○	－	○	
		原子炉建屋クレーンケーブル切替箱	○	－	○	
		原子炉建屋クレーン操作箱	○	－	○	
		RPVヘッド自動着脱機トランス盤	○	－	○	
		照明用トランス	○	－	○	
		照明用分電盤	○	－	○	
		作業用電源箱	○	－	○	
		原子炉建屋クレーン点検用照明電源スイッチ箱	○	－	○	
		原子炉建屋クレーンジョイントボックス	○	－	○	
		無線通信設備補助増幅器	○	－	○	
12	フェンス・ラダー類	手摺り	×	○	○	
		DSP用梯子	×	×	×	
		原子炉ウェル用梯子	×	×	×	
		新燃料検査台ピット用ラダー	×	○	○	
		SFPスロット部ブリッジ	×	×	×	○ （約220kg，約20m）
13	装置類	伸縮式電動ハッチ駆動装置	○	－	○	
		除染装置（収納コンテナ含む）	×	×	×	○ （約2200kg，約18m）
		DSPゲートエアーパッキン供給装置	×	○	○	
		PAR	○	－	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第２表　現場確認等における抽出物の詳細（７号炉）（その４）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	代表重量物※2
14	作業機材類	清掃装置	○	－	○	
		工具収納ラック　A	○	－	○	
		工具収納ラック　B	○	－	○	
		工具収納ラック　C	○	－	○	
		工具箱（１）	○	－	○	
		工具箱（２）	○	－	○	
		工具箱（３）	○	－	○	
		スリング類収納ハンガ	○	－	○	
		長物類収納ラック　A	○	－	○	
		長物類収納ラック　B	○	－	○	
		ポール類収納ラック	○	－	○	
		搬入口ハッチカバー部品収納箱	○	－	○	
		再循環ポンプインペラ・シャフト検査台用水中TVカメラユニット	×	○	○	
		再循環ポンプ取扱装置用水中TVカメラ操作ラック	×	○	○	
		清掃油棚	○	－	○	
		再循環ポンプ取扱機器用水中TVカメラ	×	○	○	
		ポータブル型気中投光式照明灯	×	○	○	
		ビューイングエイド	×	○	○	
		燃料チャンネル着脱機テレビカメラ	×	○	○	○ （＜100kg，約12m）
		燃料取替監視用テレビ装置SFP側テレビカメラ	×	○	○	
		燃料取替監視用テレビ装置炉心側テレビカメラ	○	－	○	
15	計器・カメラ・通信機器類	IAEAカメラ	○	－	○	
		ITVカメラ	○	－	○	
		ARM（エリアモニタ）	○	－	○	
		プロセスモニタ	○	－	○	
		ページング	○	－	○	
		使用済燃料貯蔵プール温度計	×	○	○	○ （約42kg，約4m）
		使用済燃料貯蔵プール水位計	×	○	○	
		水素濃度計	○	－	○	
		フィルタ装置出口配管Uシール水位計	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（南側）発信器	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（西側）発信器	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（東側）発信器	○	－	○	
		原子炉建屋-外気差圧（北側）発信器	○	－	○	
		SGTSイオンチェンバ検出器	○	－	○	
		SGTS排気流量発信器	○	－	○	
16	試験・検査用機材類	再循環ポンプ検査台	×	○	○	
		シッパーキャップ（シッピング検査用）	×	×	×	
		原子炉内　ISI装置収納庫	×	×	×	○ （約500kg，約19m）

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

第２表　現場確認等における抽出物の詳細（７号炉）（その５）

評価フローⅠ			評価フローⅡ			代表重量物※2
			評価①	評価②		
番号	抽出物	詳細	配置※1	落下エネルギー ○：15.5kJ未満 ×：15.5kJ以上 －：評価不要	選定結果	
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	SFPスロットプラグ(A)	×	×	×	
		SFPスロットプラグ(B)	×	×	×	○ （約10000kg，約19m）
		SFPスロットプラグ(C)	×	×	×	
		SFPスロットプラグ(D)	×	×	×	
		DSスロットプラグ（A）	○	－	○	
		DSスロットプラグ（B）	○	－	○	
		DSスロットプラグ（C）	○	－	○	
		D/Sプールカバー	×	×	×	
		原子炉ウェルカバー（A）	○	－	○	
		原子炉ウェルカバー（B）	○	－	○	
		原子炉ウェルカバー（C）	○	－	○	
		原子炉ウェルカバー（D）	○	－	○	
		原子炉ウェルカバー（E）	○	－	○	
		大物搬入口ハッチカバー	○	－	○	
		新燃料貯蔵庫カバー	×	×	×	
		スキマサージタンク用ハッチカバーA	×	×	×	
		スキマサージタンク用ハッチカバーB	×	×	×	
		新燃料検査台ピットカバー	×	×	×	
		燃料把握機調整ピットカバー	×	×	×	
		キャスク洗浄ピットカバー	×	×	×	
18	空調機	燃料取替機制御室空調機	○	－	○	○
19	その他	配管	×	×	×	
		チェッカープレート	○	－	○	
		非常誘導灯	○	－	○	
		消火設備	○	－	○	
		掲示物	○	－	○	
		鉛ガラス	○	－	○	
		ダクト	×	×	×	○ （約270kg，約24m）
		トップベント	○	－	○	
		ブローアウトパネル	○	－	○	
		ケーブル	×	○	○	
		放送機材	○	－	○	
		救命用具	×	○	○	
		定期検査用資機材	×	○	○	

※1　使用済燃料プールとの離隔距離の確保または燃料取替床面，建屋壁面への固定設備等に該当する場合は「○」，該当しない場合は「×」
※2　評価フローⅡにおける評価①で「×」となった設備等のうち，評価②で落下エネルギーが最大となるものを代表重量物として選定

凡例
代表重量物

使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物について，以下のフローにより網羅的に評価した。

Ⅰ．使用済燃料プール周辺の設備等の抽出

使用済燃料プール周辺の設備等について，現場確認，図面等（建屋機器配置図，機器設計仕様書，系統設計仕様書）により抽出し，抽出した設備等を類似機器ごとに項目分類を行う。なお，抽出した機器については，現場の作業実績により抽出に漏れがないことを確認する。

Ⅱ．使用済燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

評価フローⅠで抽出及び項目分類したものについて，項目ごとに使用済燃料プールとの離隔距離や設置方法などを考慮し，使用済燃料プールに落下するおそれがあるものを抽出する。

抽出された設備等の中から，落下エネルギーと気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギー※を比較し，使用済燃料プールへの落下影響を検討すべき重量物を抽出する。

※燃料集合体の気中落下を想定した場合でも使用済燃料プールライニングの健全性は確保されることから，燃料集合体と同等の落下エネルギーを選定の目安とした。詳細は，燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性について（添付資料３）参照。

Ⅲ．落下防止対策の要否判断

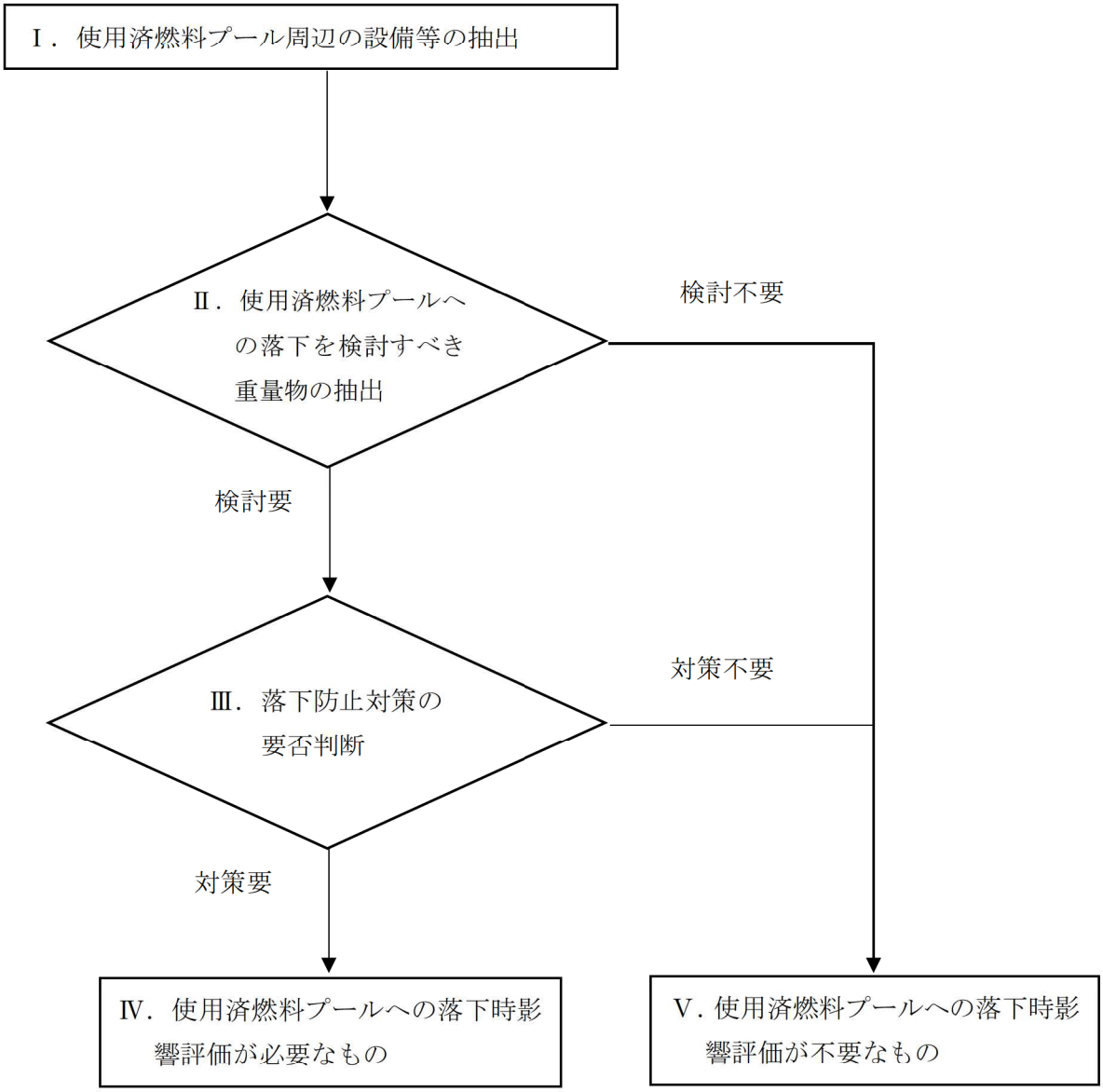
評価フローⅡで抽出した設備等に対し，耐震性，設備構造及び運用状況について，適切に対応されていることを確認する。

Ⅳ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要なもの

評価フローⅢで落下防止対策が必要とされた重量物は，落下時に使用済燃料プールの機能を損なうおそれがあることから，使用済燃料プールへの落下時影響評価を実施する。

Ⅴ．使用済燃料プールへの落下時影響評価が不要なもの

評価フローⅡで検討不要，又は評価フローⅢで対策不要としたものは，使用済燃料プールの機能を損なう重量物ではないことから，落下時影響評価は不要とする。



第１図　使用済燃料プールへの落下時影響評価が必要な重量物の評価フロー

添付資料３

燃料集合体落下時の使用済燃料プールライニングの健全性について

燃料の貯蔵設備については，「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」の指針 49 に以下の記載がある。

指針 49．燃料の貯蔵設備及び取扱設備

２．使用済燃料の貯蔵設備及び取扱設備は，前項の各号に掲げる事項のほか，次の各号に掲げる事項を満足する設計であること。

（４）貯蔵設備は，燃料集合体の取扱い中に想定される落下時においても，その安全機能が損なわれるおそれがないこと。

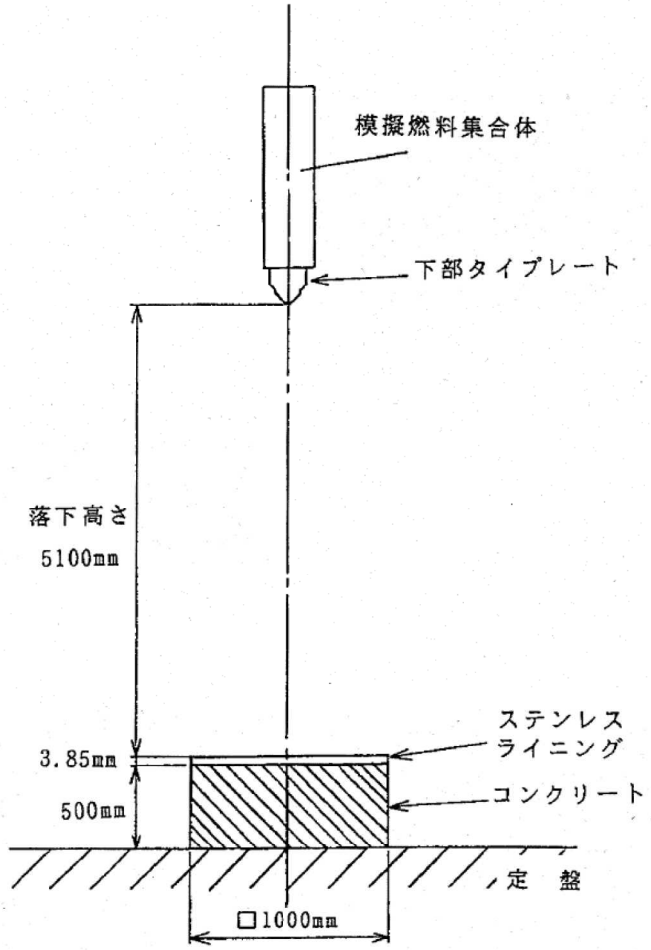
使用済燃料プールへの燃料集合体落下については，模擬燃料集合体を用いた気中落下試験を実施し，万一の燃料集合体の落下を想定した場合においても，ライニングが健全性を確保することを確認している※1。

試験結果としては，ライニングの最大減肉量は初期値3.85mmに対して0.7mmであった。また，落下試験後のライニング表面の浸透探傷試験の結果は，割れ等の有害な欠陥は認められず，燃料落下後のライニングは健全であることが確認された。

※１　「沸騰水型原子力発電所　燃料集合体落下時の燃料プールライニングの健全性について」（HLR-050）

第１図は，気中による模擬燃料集合体の落下試験の方法を示したものである。

水中の燃料集合体重量（内挿物を含む）は，本試験で使用した模擬燃料集合体の重量未満であり，燃料集合体の高さについても，本試験の落下高さ未満となっている。また，燃料集合体の落下時は，水の抵抗による減速効果が期待できることから，この試験は保守的な評価結果となっている。



第１図　模擬燃料集合体落下試験方法

第1図に示す落下試験における模擬燃料集合体重量は，燃料チャンネルボックスを含めた状態で310kgと保守的※2であり，燃料落下高さは燃料取替機による燃料移送高さを考慮し，5.1mと安全側である。

※２　柏崎刈羽６号及び７号炉にて取り扱っている燃料集合体重量（燃料チャンネルボックス含む）は，310kg未満である。