

# 島根原子力発電所 2号炉 燃料プールへの重量物落下について

---

平成31年4月  
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

# 目 次

---

1. 適合のため基本方針	…………P 2
2. 燃料プールへの落下時に影響評価が必要な重量物 の評価フロー	…………P 7
3. 燃料プール周辺の設備等の抽出	…………P 8
4. 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出	…………P 10
5. 落下防止対策の要否判断	…………P 14
6. 重量物の落下に係る評価結果	…………P 15
7. 落下防止対策の具体例	…………P 16

# 1. 適合のための基本方針（1／5）

「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第十六条及び「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則」第二十六条における新規制基準での追加要求事項を以下に示す。

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施設)	備考
<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとすること。</li> <li>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。</li> <li>三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとすること。</li> </ul>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一 燃料体等を取り扱う能力を有するものであること。</li> <li>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。</li> <li>三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。</li> </ul>	変更なし
—	<p>四 取扱中に燃料体等が破損しないこと。</p> <p>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。</p>	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。	<p>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。</p>	変更なし

# 1. 適合のための基本方針（2／5）

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施設)	備考
<p>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。</p>	<p>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。</p>	変更なし
<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。           <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul> </li> </ul>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	変更なし

# 1. 適合のための基本方針（3／5）

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施設)	備考
<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>□ 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。</li> <li>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。</li> </ul>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 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。</li> <li>二 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものであること。</li> <li>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。</li> </ul>	変更なし
—	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。	変更なし
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。	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

# 1. 適合のための基本方針（4／5）

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施設)	備考
<p>4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>一 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。</li> <li>二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとすること。</li> <li>三 使用済燃料が内包する放射性物質を閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとすること。</li> </ul>	<p>六 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。）は、次に定めるところによること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 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こと。</li> <li>□ イ 使用済燃料が内包する放射性物質を閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視できること。</li> </ul>	変更なし
—	<p>ハ 使用済燃料の被覆材の著しい腐食又は変形を防止できること。</p> <p>ニ キャスク本体その他のキャスクを構成する部材は、使用される温度、放射線、荷重その他の条件に対し、適切な材料及び構造であること。</p>	変更なし
—	七 取扱者以外の物がみだりに立ち入らないようにすること。	変更なし

## 1. 適合のための基本方針（5／5）

### 追加要求事項

- 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。

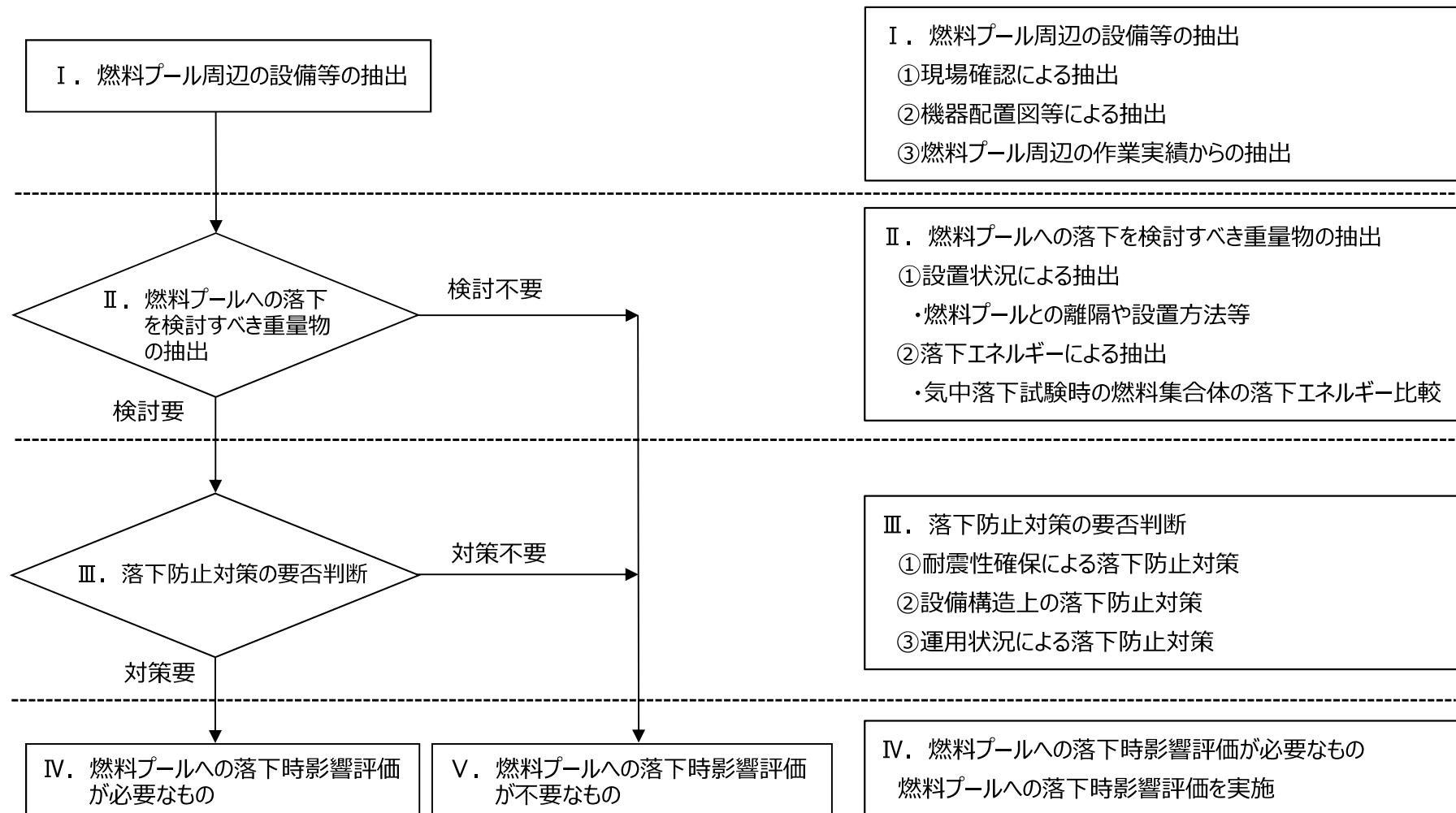


### 適合のための基本方針

- 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ため、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。
- 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、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。

## 2. 燃料プールへの落下時に影響評価が必要な重量物の評価フロー

■ 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。



### 3. 燃料プール周辺の設備等の抽出（1／2）

#### 【評価フロー I ①の考え方】

##### ①現場確認による抽出

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)

- ・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、地震等により燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

##### ②機器配置図等による抽出

燃料プール周辺の設備等について、機器配置図や機器設計仕様書、系統設計仕様書、設置変更許可申請書の図面等を用いて抽出する。

(抽出基準)

- ・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、燃料プールへの落下物となるおそれのあるもの。

##### ③燃料プール周辺の作業実績からの抽出

燃料プール周辺の作業で、燃料取替機又は原子炉建物天井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)

- ・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物天井クレーンを使用して取り扱う設備等。

なお、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、抽出の対象外とする。

### 3. 燃料プール周辺の設備等の抽出（2／2）

#### 【評価フロー I ①②③の抽出結果】

- 評価フロー I に基づき、現場、機器配置図等による確認及び作業実績から、燃料プール周辺の設備等について抽出した結果を下表に示す。

燃料プール周辺の設備等の抽出結果

No.	抽出項目	主な設備等
1	原子炉建物	屋根トラス、耐震壁等、水銀灯、蛍光灯、クレーンガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン
4	その他クレーン類	原子炉建物補助天井クレーン、新燃料検査台、チャンネル取扱ブーム
5	P C V (取扱具含む)	PCVヘッド、PCVヘッド吊具
6	R P V (取扱具含む)	RPV上蓋、RPVヘッド点検架台、スタッドボルトラック
7	内挿物 (取扱具含む)	燃料集合体、気中式LPRM切断装置用架台、蒸気乾燥器、SFPプールゲートブリッジ
8	プール内ラック類	使用済燃料貯蔵ラック、仮設CRラック、仮設CR・GTラック、仮設FSラック
9	プールゲート類	燃料プールゲート(大)、燃料プールゲート(小)、キャスク置場ゲート
10	キャスク (取扱具含む)	輸送容器(キャスク)、キャスク吊具、固体廃棄物移送容器、輸送容器蓋
11	電源盤類	チャンネル着脱装置制御盤、常用照明切替盤、天井クレーン電源盤、作業用電源盤
12	フェンス・ラダー類	燃料プール・キャスクピット廻り手摺り、工事区画用フェンス、DSP梯子
13	装置類	静的触媒式水素処理装置、原子炉補機冷却水サージタンク
14	作業機材類	CR・FS同時つかみ具、除染装置、LPRM切断機、足場材、切断機固定台
15	計器・カメラ・通信機器類	燃料貯蔵プール監視用カメラ、運転監視用テレビ装置、燃料プール水位・温度(SA)
16	試験・検査用機材類	模擬炉心、天井クレーン荷重試験ウエイト、仮置き架台(CR外観検査用)
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	原子炉エルシールドプラグ、コンクリートハッチカバー、燃料プールスロットプラグ
18	空調機	燃料取替階電気ヒータ、R/B空気冷却機
19	その他	プローアウトパネル、原子炉建物ダクト、燃料プールスプレイ系配管、ケーブル

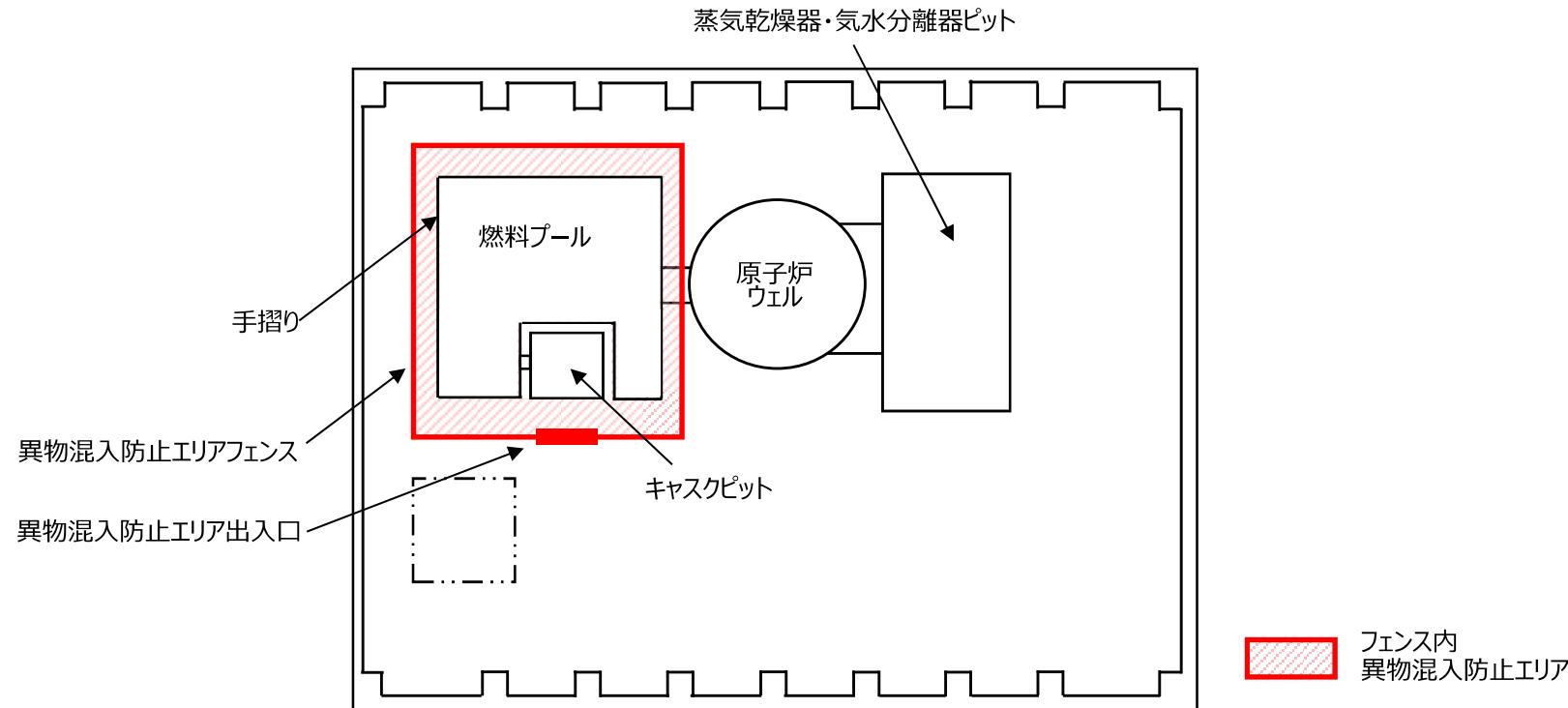
## 4. 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出（1／4）

### 【評価フロー II ①の考え方】

#### ① 設置状況による抽出

・燃料プールとの離隔や設置方法等を考慮して、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、燃料プールとの離隔は、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。



原子炉建物 4 階（燃料取替階）異物混入防止エリア設置概要図

## 4. 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出 (2/4)

### 【評価フロー II ①の抽出結果】

#### ① 設置状況による抽出にて検討要となる設備

P C V (取扱具含む) , R P V (取扱具含む) , 電源盤類, 装置類, 空調機は, 燃料プールの手摺りの外側に設置され, 燃料プールとの隔離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) がとられている。

#### 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

: ①により検討不要となる設備

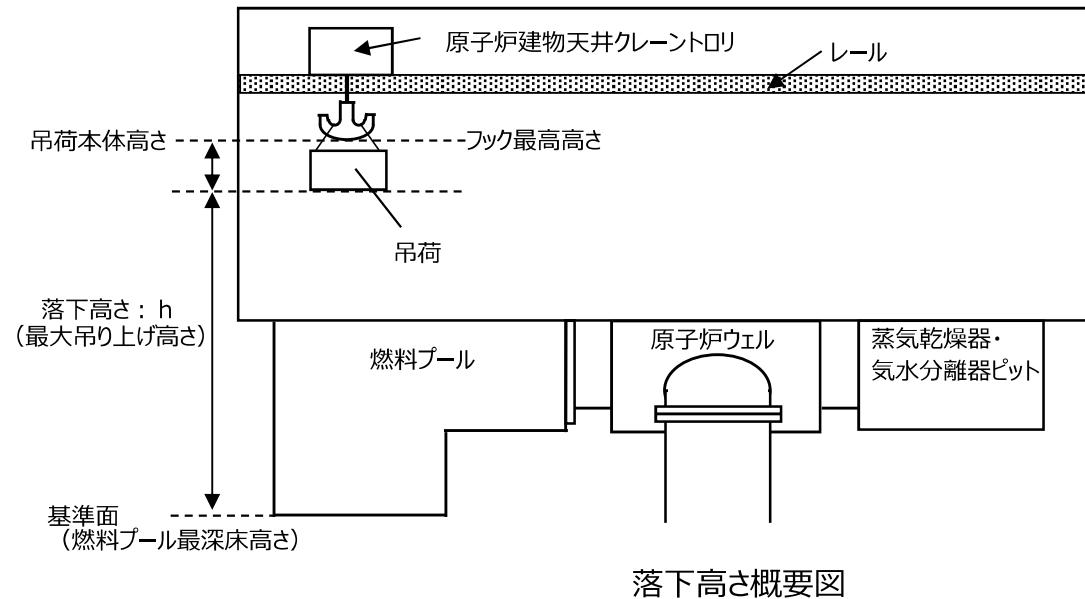
No.	抽出項目	主な設備等
1	原子炉建物	屋根トラス, 耐震壁等, 水銀灯, 蛍光灯, クレーンガーダ
2	燃料取替機	燃料取替機
3	原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン
4	その他クレーン類	原子炉建物補助天井クレーン, 新燃料検査台 チャンネル取扱ブーム
5	P C V (取扱具含む)	PCVヘッド, PCVヘッド吊具
6	R P V (取扱具含む)	RPV上蓋, RPVヘッド点検架台, スタッドボルトラック
7	内挿物 (取扱具含む)	燃料集合体, 気中式LPRM切断装置用架台, 蒸気乾燥器, SFPプールゲートブリッジ
8	プール内ラック類	使用済燃料貯蔵ラック, 仮設CRラック, 仮設CR・GTラック, 仮設FSラック
9	プールゲート類	燃料プールゲート (大), 燃料プールゲート (小), キャスク置場ゲート
10	キャスク (取扱具含む)	輸送容器 (キャスク), キャスク吊具, 固体廃棄物移送容器, 輸送容器蓋
11	電源盤類	チャンネル着脱装置制御盤, 常用照明切替盤, 天井クレーン電源盤, 作業用電源盤
12	フェンス・ラダー類	燃料プール・キャスクピット廻り手摺り, 工事区画用フェンス, DSP梯子
13	装置類	静的触媒式水素処理装置, 原子炉補機冷却水サーボタンク
14	作業機材類	CR・FS同時つかみ具, 除染装置, LPRM切断機, 足場材, 切断機固定台
15	計器・カメラ・通信機器類	燃料貯蔵プール監視用カメラ, 運転監視用テレビ装置, 燃料プール水位・温度 (S A)
16	試験・検査用機材類	模擬炉心, 天井クレーン荷重試験ウエイト, 仮置き架台 (CR外観検査用)
17	コンクリートプラグ・ハッチ類	原子炉ウエルシールドプラグ, コンクリートハッチカバー, 燃料プールスロットプラグ
18	空調機	燃料取替階電気ヒータ, R/B空気冷却機
19	その他	ブローアウトパネル, 原子炉建物ダクト, 燃料プールスプレイ系配管, ケーブル

## 4. 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出（3／4）

### 【評価フローⅡ②の考え方】

#### ② 落下エネルギーによる抽出

「設置状況による抽出」にて検討要となる設備等について、図に示すように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（重量310kg×落下高さ5.1m×重力加速度 $9.8\text{ m/s}^2 \approx 15.5\text{ kJ}$ ※）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。



(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 [ $\text{m/s}^2$ ]

h : 落下高さ [m]

※ 燃料集合体の落下を想定した場合でも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。なお、島根2号炉で取扱う燃料集合体等には、重量310kgを上回るもの、または、落下高さが5.1mを上回るものもあるが、いずれも落下エネルギーは15.5kJ未満となる。

## 4. 燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出（4／4）

### 【評価フローⅡ②の抽出結果】

#### ② 落下エネルギーによる抽出にて検討要となる設備

フェンス・ラダー類、計器・カメラ・通信機器類の落下エネルギーが、空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。

燃料プールへの落下を検討すべき重量物の抽出

 : ②により対策不要となる設備

抽出項目	主な設備
原子炉建物	屋根トラス、耐震壁等、  水銀灯、蛍光灯
燃料取替機	燃料取替機
原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン
その他クレーン類	チャンネル取扱ブーム
内挿物（取扱具含む）	 燃料集合体、気中式LPRM切斷装置用架台、SFPプールゲートブリッジ
プール内ラック類	 使用済燃料貯蔵ラック、仮設CRラック、仮設CR・GTラック、仮設FSラック
プールゲート類	燃料プールゲート（大）、燃料プールゲート（小）、キャスク置場ゲート
キャスク（取扱具含む）	輸送容器（キャスク）、キャスク吊具、固体廃棄物移送容器、輸送容器蓋
フェンス・ラダー類	燃料プール・キャスクピット廻り手摺り
作業機材類	CR・FS同時つかみ具、LPRM切斷機、切斷機固定台
計器・カメラ・通信機器類	燃料プール水位・温度（S A）
試験・検査用機材類	模擬炉心
コンクリートプラグ・ハッチ類	燃料プールスロットプラグ
その他	燃料プールスプレイ系配管

# 5. 落下防止対策の要否判断

## 【評価フローⅢ①②③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、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以下に示す。

### ① 耐震性確保による落下防止対策

原子炉建物、燃料取替機、原子炉建物天井クレーンについて、基準地震動 S s に対する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、また、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であること。

### 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、フックの外れ止め、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であること。

### 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。

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
原子炉建物	○	-	-	-	-	-	-
燃料取替機	○	-	○	-	○	○	
原子炉建物天井クレーン	○	-	○	-	○	○	
その他クレーン類	○	-	-	-	-	-	-
内挿物(取扱具含む)	○	○	○	○	○	-	
プール内ラック類	-	○	○	○	○	-	
プールゲート類	○	○	○	○	○	-	
キャスク(取扱具含む)	-	○	○	○	○	○	
作業機材類	-	○	○	○	○	-	
試験・検査用機材類	-	○	○	○	○	-	
コンクリートプラグ・ハッチ類	-	○	○	○	○	-	
その他	○	-	-	-	-	-	-

注) 吊荷取扱設備とは、燃料取替機又は原子炉建物天井クレーンであり、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

## 6. 重量物の落下に係る評価結果

### 【評価結果】

- 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. 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の抽出を実施し、適切な落下防止対策が実施されることで燃料プールの機能が維持されることを確認した。
- 今後、新たに燃料プール周辺に設置する、又は取扱う設備等については、「2. 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、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。

## 7. 落下防止対策の具体例（1／8）

### 【原子炉建物】

#### ①耐震性確保による落下防止対策

原子炉建物については、原子炉建物4階（燃料取替階）の床面（EL+42.8m）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、屋根面水平プレース等を線材、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  $S_s$  に対する評価を行う。

##### ■ 屋根トラス

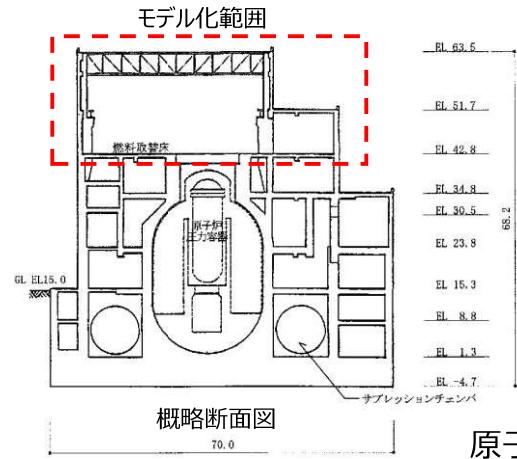
⇒水平地震動と鉛直地震動を同時に考慮した発生応力が弾性範囲を超えないこと、または弾塑性特性を適用する部材については破壊しないことを確認することで、燃料プールに落下しない設計とする。

##### ■ 屋根

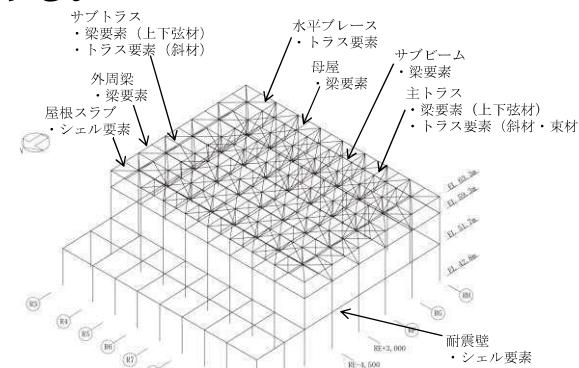
⇒鋼板（デッキプレート）の上に鉄筋コンクリート造の床を設けた構造となっており、地震による剥落はない。

##### ■ 原子炉建物4階（燃料取替階）床面より上部を構成する壁

⇒鉄筋コンクリート造の耐震壁であり、原子炉建物4階（燃料取替階）の床面より下部の耐震壁とあわせて基準地震動  $S_s$  に対して落下しない設計とする。



原子炉建物屋根評価モデル図（イメージ）

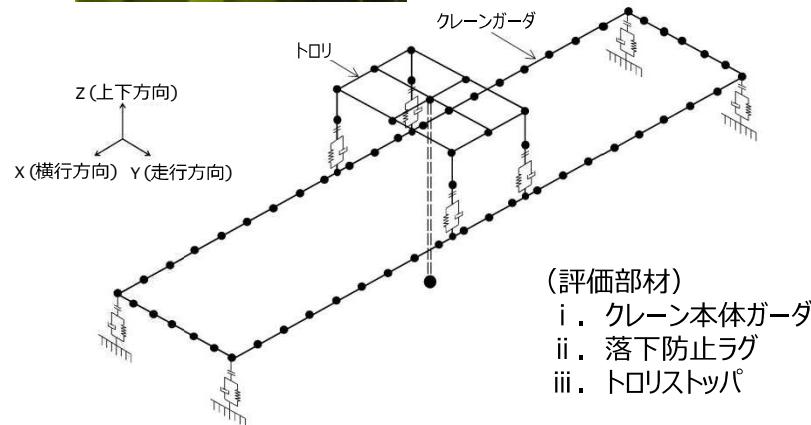


## 7. 落下防止対策の具体例（2／8）

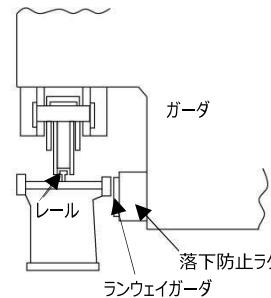
### 【原子炉建物天井クレーン】

#### ①耐震性確保による落下防止対策

- 原子炉建物天井クレーンは、落下防止ラグ、トロリストップを設置しており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 S s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。
- 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 S s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。

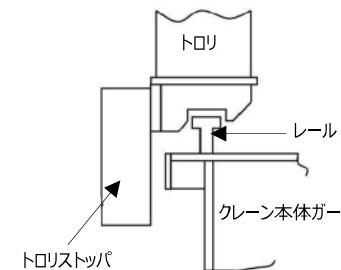


原子炉建物天井クレーン 解析モデル図（イメージ）



落下防止ラグ詳細図

落下防止ラグは、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、原子炉建物天井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。



トロリストップ詳細図

トロリストップは、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。

## 7. 落下防止対策の具体例（3／8）

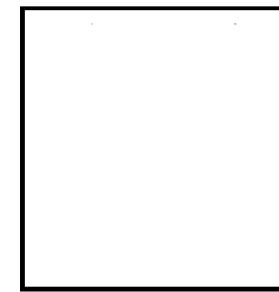
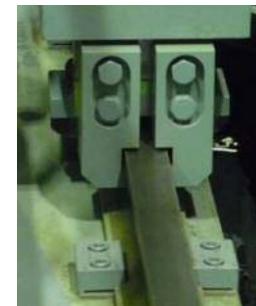
### 【燃料取替機】

#### ①耐震性確保による落下防止対策

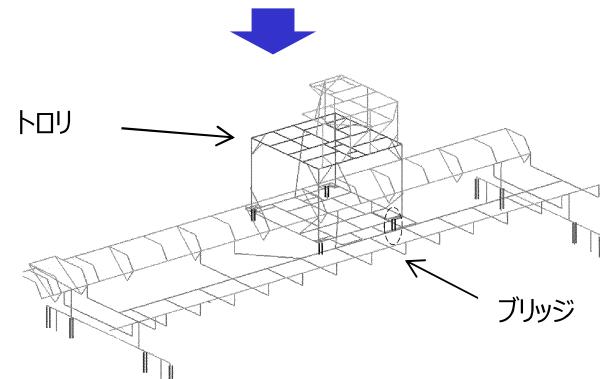
- 燃料取替機は、トロリ脱線防止ラグ、ブリッジ脱線防止ラグを設置しており、想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても、基準地震動 S s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。
- 吊荷を取り扱う際、地震により吊荷が落下する事象として、ワイヤロープやフックの破断、ブレーキの滑りが考えられるため、ワイヤロープ、フック及びブレーキは、想定される最大重量の吊荷を吊った状態においても、基準地震動 S s に対して燃料プールへの落下を防止する設計とする。



- (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
  - v. その他



ガーダ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している。



燃料取替機 解析モデル図（イメージ）



トロリ脱線防止ラグ詳細図



ブリッジ脱線防止ラグ詳細図

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。

## 7. 落下防止対策の具体例（4／8）

【原子炉建物天井クレーンに吊られる重量物】

### ②設備構造上の落下防止対策

#### ■ 駆動用電源の喪失対策

- ・原子炉建物天井クレーンは、動力電源喪失時に自動的にブレーキがかかり、吊荷が落下するのを防止する設計とする。

#### ■ ワイヤロープ二重化対策

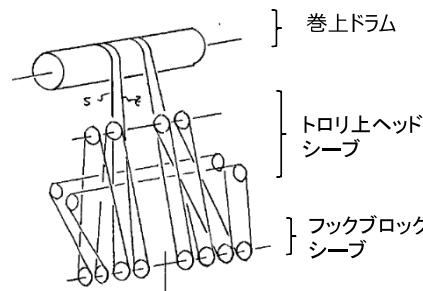
- ・主巻については、ワイヤロープを二重化することで、仮にワイヤロープが1本切れた場合でも、残りのワイヤロープで重量物が落下せず、安全に保持できる構造とする。また、フックには、外れ止め金具を装備し、フックからワイヤロープが外れて重量物が落下しない設計とする。

#### ■ 速度制限

- ・原子炉建物天井クレーンは、運転室操作における各設備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。

#### ■ 過巻防止

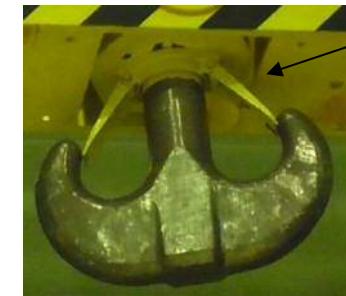
- ・主巻上、補巻上、ホイスト巻上装置には、過度の巻き上げが発生すると巻き上げ動作を自動停止させるために、過巻防止装置（リミットスイッチ）を設けることにより、過巻による吊荷の落下を防止する設計とする。



二重ドラム方式の巻上げ機構構造



主巻のワイヤロープ二重化構造及び主巻フック構造



主巻フック構造

## 7. 落下防止対策の具体例（5／8）

### 【燃料取替機に吊られる重量物】

#### ②設備構造上の落下防止対策

##### ■ 駆動電源、駆動用空気の喪失時の落下防止機能

- ・燃料取替機は、駆動用電源喪失時に自動的にブレーキがかかる設計とする。又、燃料つかみ具の駆動用空気が喪失した場合にも、吊荷が落下するのを防止する設計とする。

##### ■ ワイヤロープ二重化対策

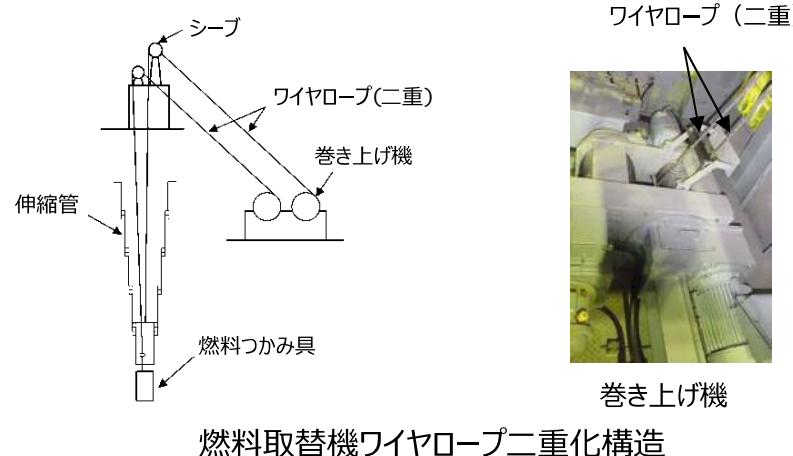
- ・ワイヤロープを二重化することで、仮にワイヤロープが1本切れた場合でも、残りのワイヤロープで重量物が落下せず、安全に保持できる構造とする。

##### ■ 速度制限

- ・燃料取替機は、一連の燃料取替え作業の一部を自動的に行える機能を有しており、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。

##### ■ 過巻防止

- ・燃料把握機、補助ホイスト及び回転ジブクレーン巻上装置には、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。



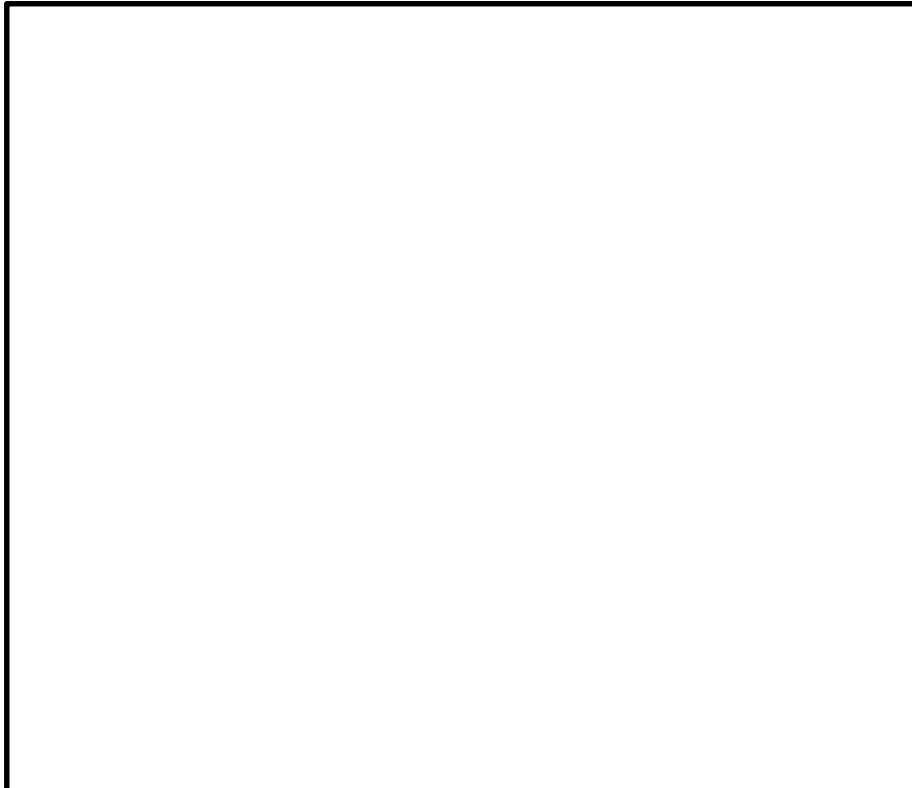
## 7. 落下防止対策の具体例（6／8）

### 【原子炉建物天井クレーン】

#### ③運用状況による落下防止対策

##### ■ 原子炉建物天井クレーンのインターロックによる落下防止措置

・原子炉建物天井クレーンを使用した吊荷作業時においては、可動範囲をリミットスイッチ及びインターロックにより制限することで、吊荷等が燃料プールに落下することを防止する。



原子炉建物天井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



原子炉建物天井クレーンのインターロックによる  
キャスク移送時可動範囲とリミットスイッチ展開図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 7. 落下防止対策の具体例（7／8）

### 【原子炉建物天井クレーン】

#### ③運用状況による落下防止対策

##### ■ 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。原子炉建物天井クレーンによるキャスク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燃料プールへ落下することを防止する。

・原子炉建物天井クレーンについても、作業前点検等を実施することにより、取り扱い工具などが燃料プールへ落下することを防止する。

##### ■ 吊荷取扱設備の待機場所等による落下防止措置

・原子炉建物天井クレーンは、通常時、燃料プール上での待機配置を行わないこととし、燃料プール上に落下することを防止する。



原子炉建物天井クレーン待機範囲図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 7. 落下防止対策の具体例（8／8）

### 【燃料取替機】

#### ③運用状況による落下防止対策

##### ■ 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。原子炉建物天井クレーンによるキャスク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燃料プールへ落下することを防止する。

・燃料取替機についても、作業前点検等を実施することにより、取り扱い工具などが燃料プールへ落下することを防止する。

##### ■ 吊荷取扱設備の待機場所等による落下防止措置

・燃料取替機は、通常時、燃料プール上での待機配置を行わないこととし、燃料プール上に落下することを防止する。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

燃料取替機待機範囲図