



# リサイクル燃料備蓄センターにおける津波防護方針について (事業許可基準規則第13条に基づく確認事項)

令和元年12月23日

**RFS** リサイクル燃料貯蔵株式会社

# 1. 事業許可基準規則第13条に基づく確認

## 1.1 事業許可基準規則第13条(安全機能を有する施設)に基づく確認の目的

- 設計貯蔵期間中において、衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理
- 衝撃を受けた金属キャスクを使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するための必要な確認

【参考1】 今後の審査方針(第57回原子力規制委員会資料2より抜粋) 2019年2月6日

～金属キャスクが設置されている貯蔵建屋が仮想的大規模津波に対して損傷しないことではなく、使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(以下、「事業許可基準規則」という。)10条(津波による損傷の防止)の要求事項に立ち戻って、貯蔵建屋が損傷した場合においても基本的安全機能が損なわれるおそれがないことの説明を求めるとしたい。

具体的には、事業許可基準規則の解釈(第9条に係る別記2)において、基準地震動によって貯蔵建屋が損傷した場合に基本的安全機能が損なわれるおそれがないこととして、次の事項を満たすことを示しているので、津波によって貯蔵建屋が損傷した場合も同事項を満たすことを確認する。

- a) 金属キャスクが有する基本的安全機能が損なわれるおそれがないこと
- b) 適切な復旧手段及び復旧期間において、損傷を受けた貯蔵建屋の遮蔽機能及び除熱機能が回復可能であること
- c) 上記の復旧期間において、事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないこと

同解釈の適用に当たっては、貯蔵建屋の損傷の有無は、仮想的大規模津波に対して水深係数3を用いた波圧によって評価を求める。貯蔵建屋が損傷した場合の金属キャスクの基本的安全機能の評価については、貯蔵建屋の上部構造物の落下(受入れ区域では天井クレーンの落下等)による衝撃荷重に対して基本的安全機能が維持されること(閉じ込め機能ではバウンダリの維持等)を求め、また、復旧期間を含む1年間の公衆の実効線量が1mSvを超えないことを求める。

また、事業許可基準規則第13条(安全機能を有する施設)の解釈に基づき、衝撃を受けた金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理ができることとともに、金属キャスクを当該使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認ができることを求める。

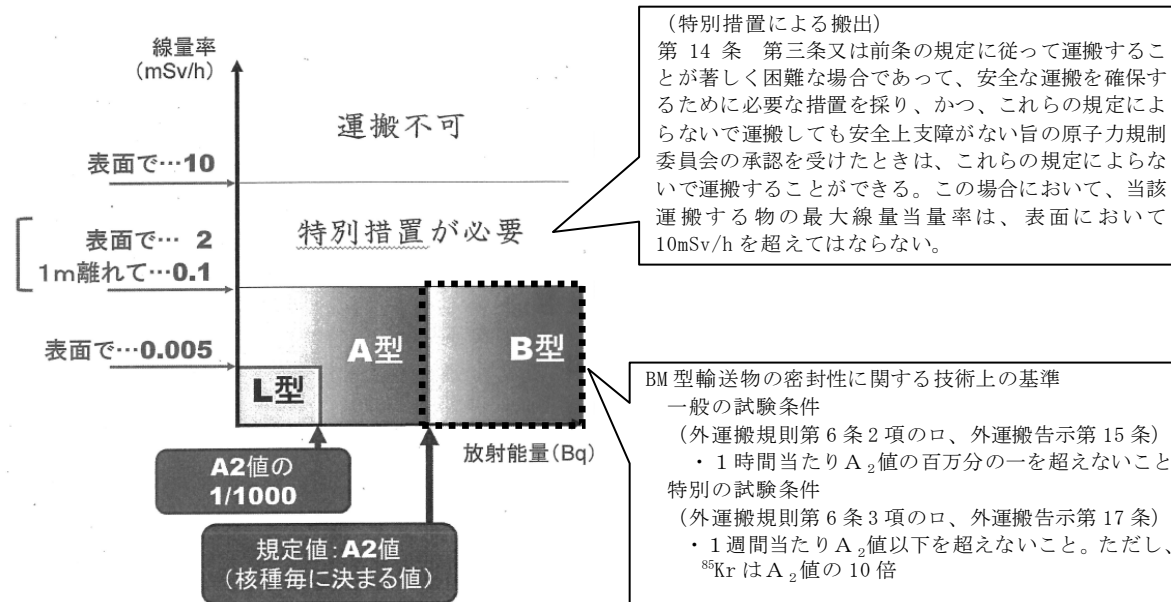
使用済燃料貯蔵施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈  
第13条(安全機能を有する施設)

- 1 第1項に規定する「安全性を損なわないもの」とは、当該使用済燃料貯蔵施設以外の原子力施設との間、又は当該使用済燃料貯蔵施設内で共用するものについて、その機能、構造等から判断して、共用によって当該使用済燃料貯蔵施設の安全性に支障を来さないものをいう。
- 2 第2項に規定する「当該施設の安全機能を確認するための検査又は試験及び当該安全機能を健全に維持するための保守又は修理ができるもの」とは、以下の設計をいう。
  - 一 設計貯蔵期間を通じて、金属キャスクの基本的安全機能を確認するための検査及び試験並びに同機能を維持するために必要な保守及び修理ができるようになっていること。また、金属キャスクを当該使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために必要な確認ができるようになっていること。
  - 二 金属キャスク取扱設備(使用済燃料貯蔵施設内において金属キャスクの移送等の取扱いに供される設備のことをいう。以下同じ。)は、動作中に金属キャスクの基本的安全機能を損なうことがないように、必要な検査、修理等ができるようになっていること。

# 1. 事業許可基準規則第13条に基づく確認

## 1. 2 衝撃を受けた金属キャスクの使用済燃料貯蔵施設外への搬出

- 核燃料物質等の輸送は、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則(第4～7条、14条)」にて、最大線量当量率が要求されている。
- 通常の輸送(車両運搬確認)では、密封性(試験条件における漏えい量)が要求されている。



A<sub>2</sub>値：外運搬告示表第1参照

核燃料輸送物の定義

(放射性物質安全輸送講習会 原子力規制庁殿作成資料より)

# 1. 事業許可基準規則第13条に基づく確認

## BM型輸送物の技術上の基準の概要

|      | 通常の輸送要件                                | 一般の試験条件                               | 特別の試験条件                                |
|------|--|---------------------------------------|--|
| 未臨界性 | 臨界しない                                  | 臨界しない                                 | 臨界しない*                                 |
| 遮蔽性  | 表面で2mSv/h以下<br>(表面から1mで<br>0.1mSv/h以下) | 表面の最大線量当量<br>率が著しい増加せず                | 表面から1mで10mSv/h<br>以下                   |
| 密封性  | —                                      | 1時間あたり、 $A_2$ 値の<br>$10^{-6}$ を超えないこと | 1週間あたり、 $A_2$ 値を超<br>えないこと             |
| 除熱性  | —                                      | 表面温度が85℃以下、<br>容器の健全性を維持す<br>る温度以下    | 上記を満足する前提と<br>して、必要な部位が機<br>能を維持する温度以下 |
| その他  | 通常の温度変化や振<br>動等で、健全性を維持                | 上記を満足する前提と<br>して、容器が概ね弾性<br>範囲であること   | 上記を満足する前提と<br>して、必要な部位が破<br>断、損傷等しないこと |

\* : 乾式容器では燃料破損時の未臨界性確保のため二重の水密境界を要求

## 2. 事業許可基準規則第13条に基づく対応

### 2.1 衝撃を受けた金属キャスクの対応

- 十分な保守性を有する仮想的な大規模津波を設定。水深係数3を用いた波圧に基づき貯蔵建屋の損傷を想定し、それに伴う落下物等に対して密封機能が維持されることを静的評価で確認。
- 受入れ区域の損傷に伴う想定落下条件は、以下のとおり。

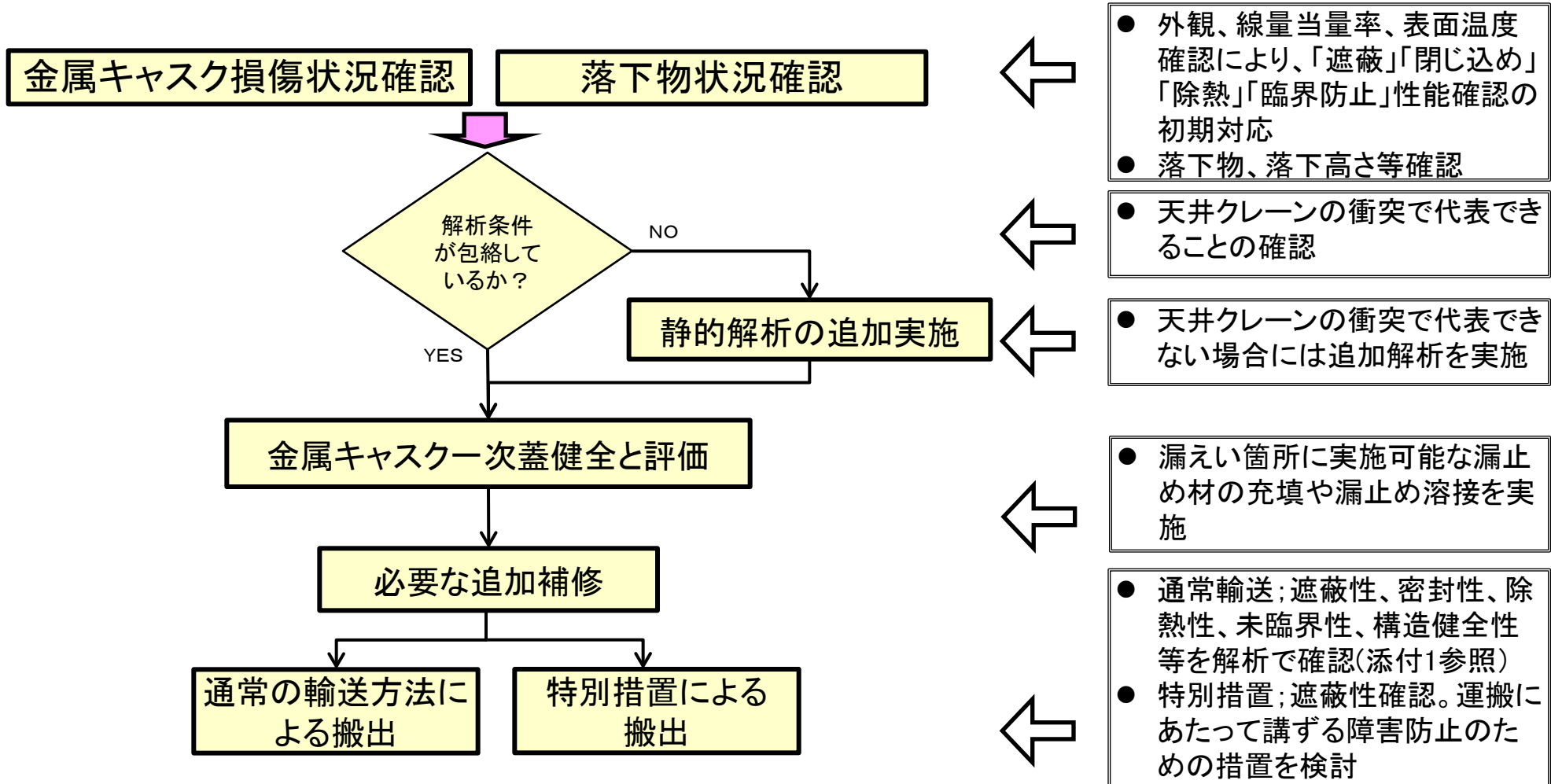
|   | 落下物     | 金属キャスク姿勢                | 緩衝体の有無   |
|---|---------|-------------------------|----------|
| ① | 天井クレーン  | 水平(たて起こし架台)             | なし       |
| ② | 天井スラブ   | 縦(移動中)                  | なし       |
| ③ | クレーンガーダ | 水平(仮置架台)<br>水平(たて起こし架台) | あり<br>なし |

- 衝撃を受けた金属キャスクについて、外観、線量当量率、表面温度確認により、「遮蔽」「閉じ込め」「除熱」「臨界防止」性能確認の初期対応を行うとともに、落下物の状況等を確認し、既に密封機能が維持可能と評価している静的解析評価条件と比較することにより、当該事象の網羅性を確認。

## 2. 事業許可基準規則第13条に基づく対応

### ケース①の対応フロー

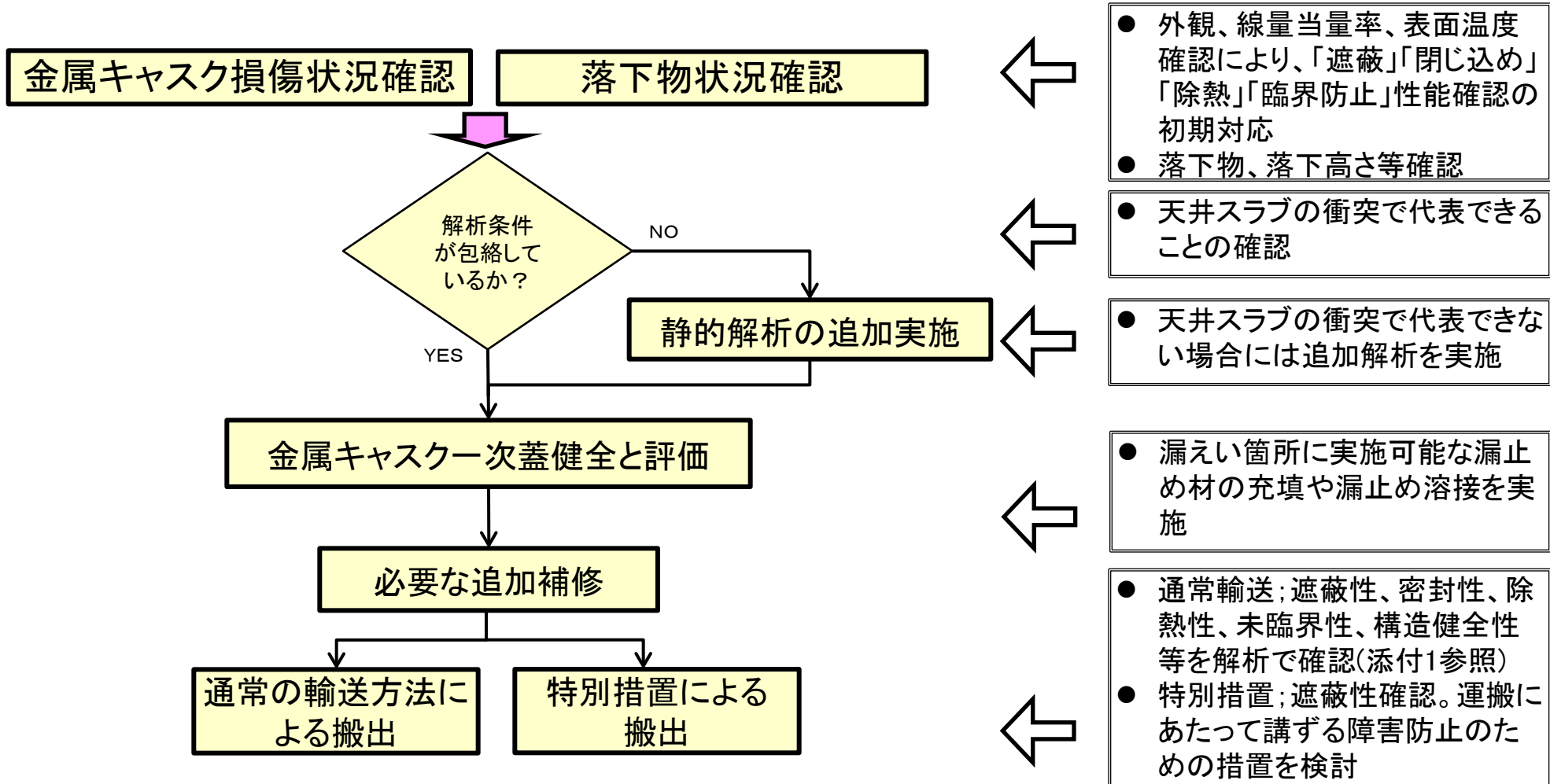
天井クレーンが、水平状態の金属キャスクに落下し、閉じ込め(密封)機能に影響のおそれ



## 2. 事業許可基準規則第13条に基づく対応

### ケース②の対応フロー

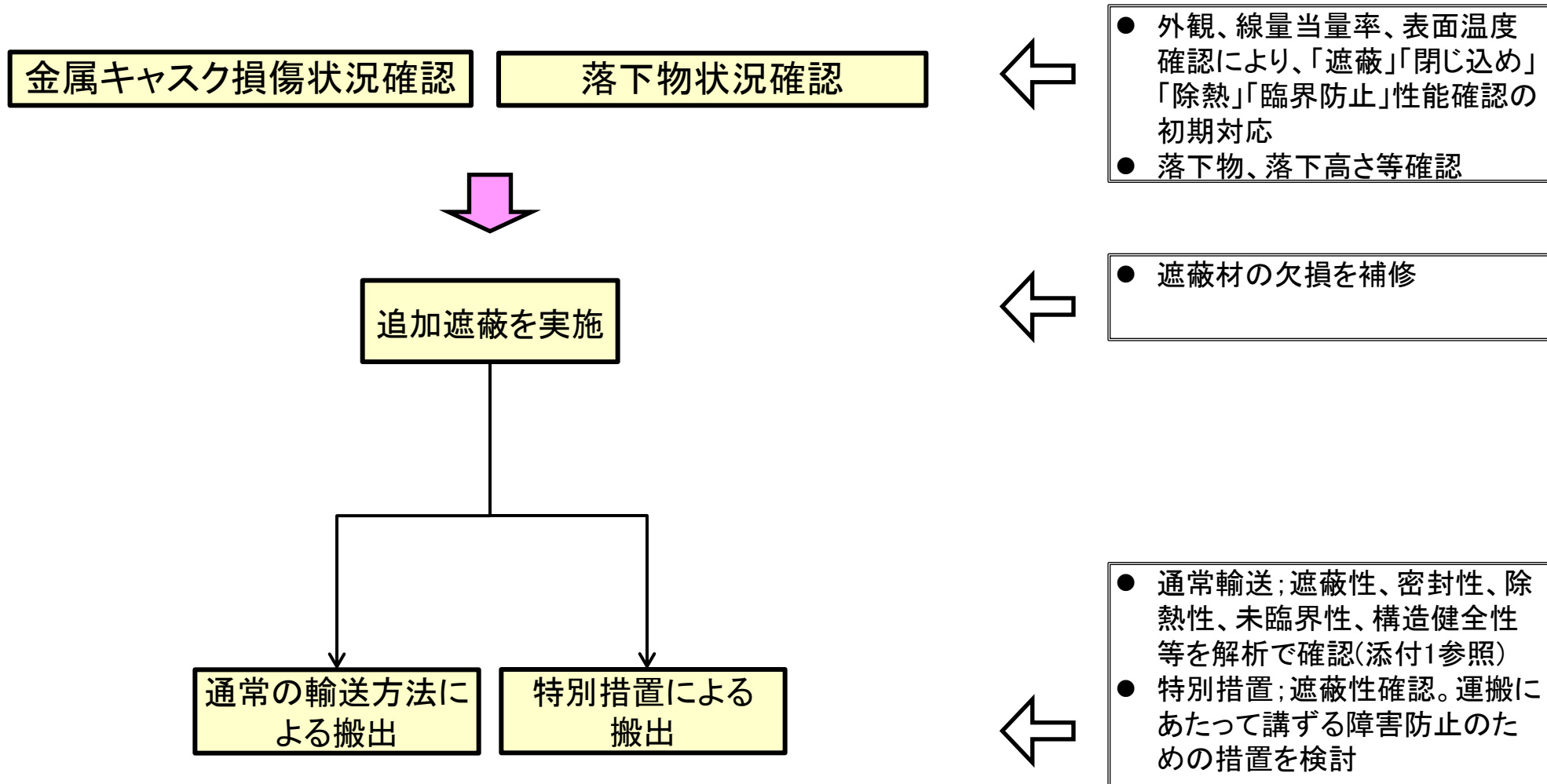
天井スラブが、縦状態の金属キャスクに落下し、密封機能に影響のおそれ



## 2. 事業許可基準規則第13条に基づく対応

### ケース③の対応フロー

クレーンガーダが、水平状態の金属キャスクに落下し、遮蔽機能に影響のおそれ






## 2. 事業許可基準規則第13条に基づく対応


### 2.2 衝撃を受けた金属キャスクの対応のまとめ

- 受入れ区域の損傷に伴う落下物により、金属キャスクの損傷状況、落下条件との比較を行い、包絡されているか否かを評価する。
- 実施可能な補修を実施し、通常の輸送方法による搬出、もしくは特別措置による搬出を実施する。

|                    | OK           | NG         |
|--------------------|--------------|------------|
| 落下条件により、解析の包絡性確認   | 包絡           | 再解析し包絡性を確認 |
| 一般の試験条件、特別の試験条件を評価 | 通常の輸送方法による搬出 | 特別措置による搬出  |

凡例:

 : 一般の試験条件と特別の試験条件を満たしている場合

 : 一般の試験条件、特別の試験条件を満たしていない場合

### 3. 基本的な安全機能の初期確認、保守・修理、及び試験・検査(遮蔽)

#### 「基本的な安全機能の初期確認」

- 金属キャスクの損壊等により遮蔽機能が損なわれていないことの確認のため、  
雰囲気線量の測定: 該当キャスク周囲の線量上昇有無の確認  
外観検査: 外筒部の変形や損傷の有無確認  
キャスク線量当量率の測定: 外観検査で異常がある箇所での線量当量率の測定を実施。

#### 「保守・修理」

- 外筒、中性子遮蔽材(レジン)の損傷の場合、敷地境界での実効線量の評価条件を満足するよう追加遮蔽を行う(添付2参照)。

#### 「搬出に必要な遮蔽機能の試験・検査」

- 必要な追加遮蔽を行った上で、通常の輸送、一般の試験条件の線量当量率(金属キャスクの表面で $2\text{mSv/h}$ 以下、表面から $1\text{m}$ で $0.1\text{mSv/h}$ 以下)を満足することを線量当量率検査( $\gamma$ 線と中性子の合計)にて確認する。
- 特別措置での輸送では、キャスク表面で $10\text{mSv/h}$ 以下を満足するように、追加遮蔽や人が近づけないような手段を講ずる。



中性子サーベイメーター(例)

### 3. 基本的な安全機能の初期確認、保守・修理、及び試験・検査(閉じ込め(密封))

#### 「基本的な安全機能の初期確認」

- 金属キャスクの損壊等により閉じ込め(密封)機能が損なわれていないことの確認のため、  
雰囲気線量の測定: 該当キャスク周囲の線量上昇無の確認  
外観検査: 蓋部の変形や損傷、架台からの落下の有無確認  
最外層の蓋の気密漏えい検査: 損傷が軽微で通常の検査ができる場合は漏えい率を測定、できない場合は「保守・修理」

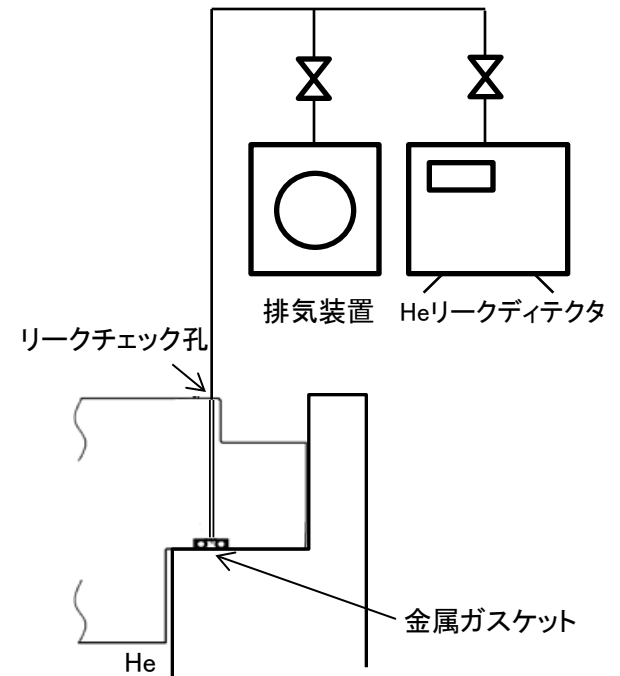
を実施。

#### 「保守・修理」

- 金属キャスクの一次蓋の密封性(敷地境界での実効線量の基準を満足)は確保される。
- 最外層の蓋に異常がある場合は、漏えい箇所に漏止め材の充填や漏止め溶接等追加補修を行う(添付3参照)。

#### 「搬出に必要な閉じ込め(密封)機能の試験・検査」

- 必要な漏止めを行った上で、一般の試験条件の漏えい率を満足することを気密漏えい検査にて確認する。
- 特別措置での輸送では、安全な運搬を確保するため放射線障害防止の措置(オーバーパック等の拡散防止)を講ずる。



気密漏えい検査の例(Heリーク試験)

### 3. 基本的な安全機能の初期確認、保守・修理、及び試験・検査(除熱)

#### 「基本的な安全機能の初期確認」

- 金属キャスクの変形等により除熱機能が損なわれていないことの確認のため、  
外観検査: 落下物や瓦礫を撤去し、外筒部の変形や損傷の有無確認  
キャスク表面温度の測定: 表面温度を温度計で測定  
を実施。

#### 「保守・修理」

- 金属キャスクの外筒が損傷(クレーンガーダの落下)し、放熱面積が低下しても、温度上昇はわずかである(添付4参照)。
- 状況に応じて、瓦礫撤去等により、周囲に空間を設けて自然対流の促進を実施。

#### 「搬出に必要な除熱機能の試験・検査」

- 使用済燃料貯蔵施設外へ搬出するために、輸送中に人が容易に近づくことができる表面(近接防止柵を設ける場合には、当該近接防止柵の表面)が法令基準を満足するか表面温度を測定する。



可搬式温度計のイメージ

### 3. 基本的な安全機能の初期確認、保守・修理、及び試験・検査（臨界防止）

#### 「基本的な安全機能の初期確認」

- 金属キャスクの変形等により臨界機能が損なわれていないことの確認のため、  
雰囲気線量の測定：該当キャスク周囲の線量上昇有無の確認  
外観検査：外筒部の変形や損傷、架台からの落下の有無確認  
 なお、周囲の落下物や瓦礫は記録した上で、それらを撤去し、衝突しうる物が天井クレーンや天井スラブの衝突事象に包絡されることを確認を実施。

#### 「保守・修理」

- 以下の理由により、保守・修理は不要
  - ①一次蓋の閉じ込め(密封)機能が維持されていれば、水の浸入はない。
  - ②除熱機能が維持されていれば、バスケットや燃料への影響はない。
  - ③落下物による衝撃力によるバスケットや燃料への影響はない。

#### 「搬出に必要な臨界防止機能の試験・検査」

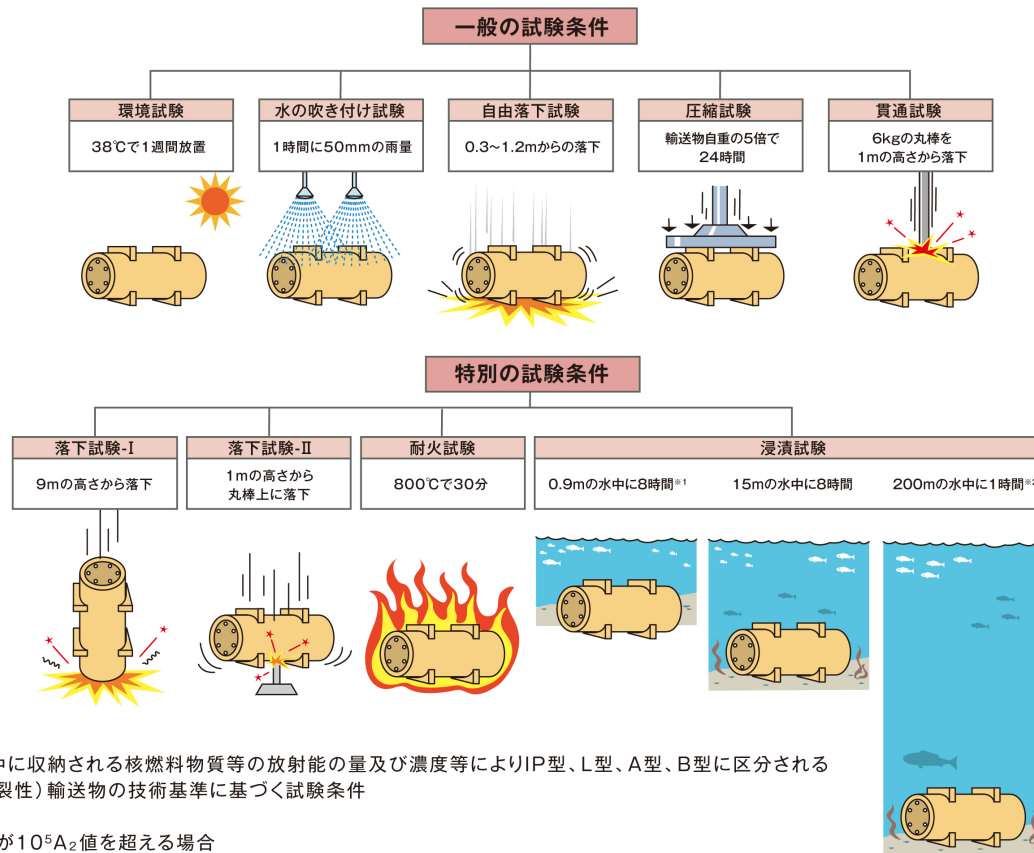
- 二重の水密性を試験で確認する。なお、冠水状態の未臨界を確保できる場合は、一重の密封性で輸送する場合もある。



中性子サーベイメーター(例)

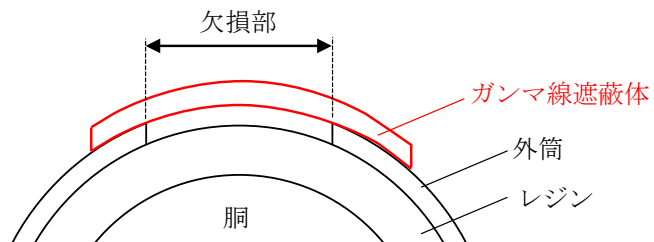
# 添付1 核燃料物質等の試験基準

## 輸送容器の安全性

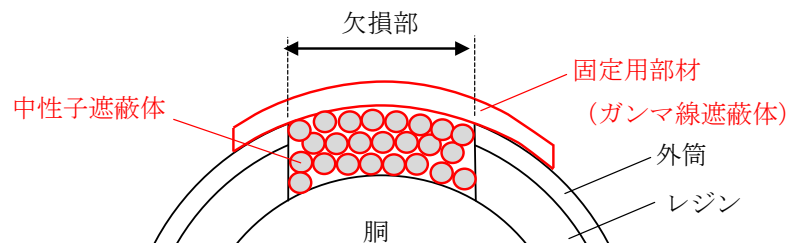


電事連図面集より

## 添付2 追加遮蔽の例



ガンマ線遮蔽体（例）（外筒表面に設置）

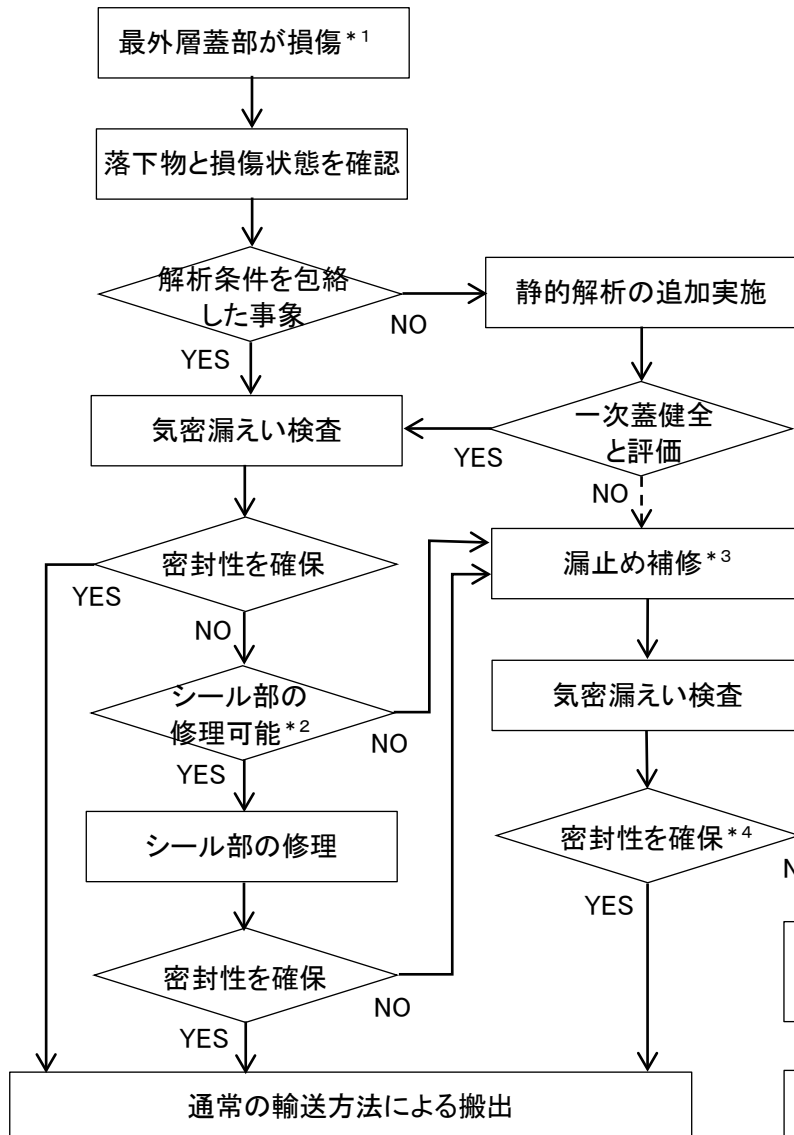


中性子遮蔽体（例）（中性子遮蔽材の粉体、ブロックを設置）

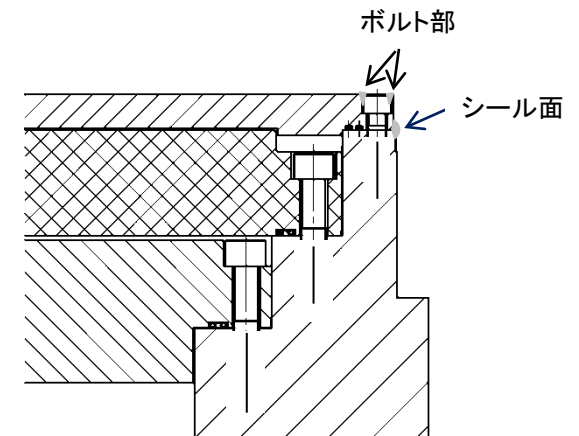


中性子遮蔽材の一例  
（ポリエチレン系）

# 添付3 閉じ込め(密封)機能の補修フロー



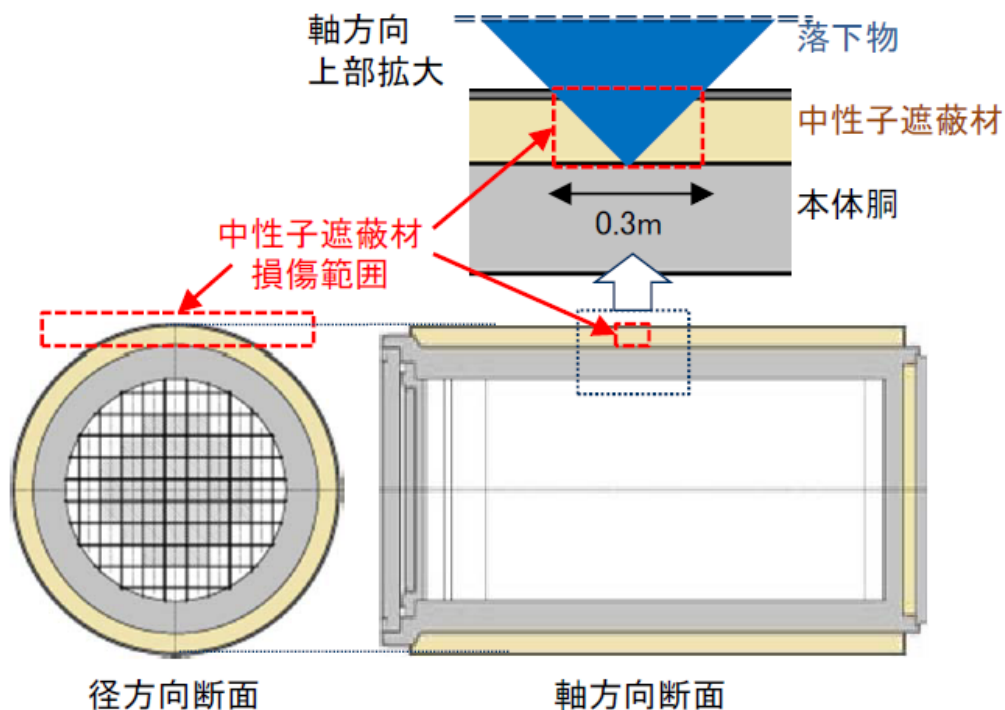
- \*1: 想定される落下物では一次蓋の密封性は確保と評価
- \*2: フランジ部修理のほか二次蓋、三次蓋、ボルト、ガスケットの交換も考慮
- \*3: 漏止め材の充填(ベロメタルなど)や漏止め溶接
- \*4: 輸送時の振動や落下衝撃においても、維持されること
- \*5: 漏えいガスの拡散防止のため、ガスバリアシート等で覆う



漏えい箇所に漏止め材の充填や漏止め溶接を行う(三次蓋装着時の場合)

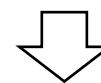


# 添付4 遮蔽材損傷に伴う放熱面の減少の影響

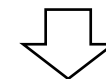


金属キャスクの中性子遮蔽材損傷の仮定

損傷によって減少する外筒の表面積は約1%



外筒温度が約 110°C、周囲温度約 45°C(貯蔵時の評価条件)とした場合に総発熱量、熱伝達率を一定とすると、  
放熱面積1%減少により、外筒温度の上昇は約 0.7°Cと試算



キャスクの外筒損傷による温度上昇は1°C程度であり、除熱機能に影響はない