

# 多核種除去設備 HIC落下時健全性評価の状況について

平成24年 12月 25日

東京電力株式会社



東京電力

## HIC落下試験の状況

### ■ HIC落下試験の状況

前回までの報告事項

- ✓ 垂直落下（3m、4.5m）について、落下試験を実施し落下後の健全性を確認（4～6ページ）。
- ✓ 実運用における最大落下高さ（4.5m）に対する裕度確認のため、裕度確認試験（6m垂直落下）を実施し、落下後の健全性を確認（7～9ページ）。

### 今回の報告事項

多核種除去設備エリア、一次保管施設エリアで想定される落下姿勢、落下高さを考慮し、落下試験条件を選出、落下試験を実施。  
（10ページ以降に記載）



東京電力

## ■ 落下試験条件（1）

ホット試験時のHICの移送に想定される以下の条件で試験を実施。

|       | 落下試験1回目                           | 落下試験2回目 |
|-------|-----------------------------------|---------|
| 試験体   | HIC                               |         |
| 試験重量  | 約3.8t<br>(容器重量：約0.3t、内容物重量：約3.5t) |         |
| 吊上げ高さ | 6m                                | 3m      |
| 落下姿勢  | 垂直自由落下                            |         |
| 落下面   | 鋼板                                |         |

## ■ 試験結果

試験の結果、落下試験1回目、2回目ともHIC破損による**内容物の漏えいが発生**。漏えいの原因としては、落下時の衝撃によりHIC胴部に周方向の大きな歪みが発生し、胴部形状不連続部を起点とした割れが発生。

従って、落下時のHIC胴部周方向の歪み抑制対策として、**補強リングの設置が必要**であると判断。

# 落下試験の実施（1）

## ■ 落下試験の概況



落下前



落下後：高さ6m



落下後：高さ3m

容器下部に大きな歪が生じ、容器本体に破損が発生

## ■ 落下試験条件（2）

補強リング付きHICでホット試験時のHICに想定される以下の条件で試験を実施。

|       | 落下試験3回目                                       | 落下試験4回目                 |
|-------|---|-------------------------|
| 試験体   | 補強リング付きHIC                                    |                         |
| 試験重量  | 約4.0t<br>(容器重量：約0.3t、補強リング：約0.2t、内容物重量：約3.5t) |                         |
| 吊上げ高さ | 3m  | 4.5m                    |
| 落下姿勢  | 垂直自由落下  |                         |
| 落下面   | 鋼板  | ゴムマット緩衝材<br>(厚さ20mm×4枚) |

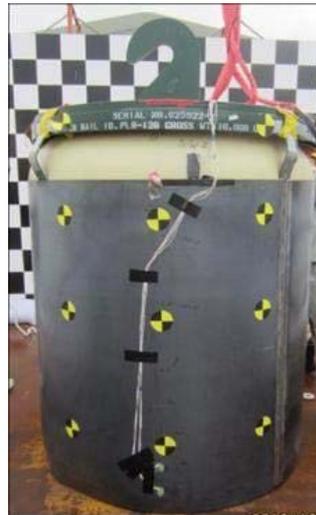
## ■ 試験結果

試験の結果、落下試験3回目、4回目とも内容物の漏えいはなく、HIC本体にも異常な損傷等がないことから、本試験条件においてHICが落下した場合には、**収容機能が維持されることを確認**。

## ■ 補強リング付きHICによる落下試験の概況（吊上げ高さ：3m）



落下前



落下後



補強リング取り外し後

容器下部に歪が発生したが、容器本体に異常な損傷がなく、**内容物の漏えいなし**

- 補強リング付きHICによる落下試験の概況（吊上げ高さ：4.5m、緩衝材あり）



落下前



落下後



補強リング取り外し後

容器下部に歪が発生したが、容器本体に異常な損傷がなく、  
内容物の漏えいなし

## 裕度確認試験の実施

- 裕度確認試験の実施目的

試験結果(吊上げ高さ4.5m)より、運用上の高さ制限4.5mを設定したが、4.5mを超える高さからの落下時の健全性を確認し、4.5mの高さ制限により十分な裕度があることを示すため、落下試験を実施。

## ■ 裕度確認試験の試験条件

ホット試験時のHICの移送に想定される落下高さに余裕を持たせ、以下の条件で試験を実施。

|       |  |
|-------|--|
| 試験体   | HIC（補強リング付き）                                   |
| 試験重量  | 約4.0t<br>(容器重量：約0.27t、補強リング：約0.2t、内容物重量：約3.5t) |
| 吊上げ高さ | <b>6m</b>                                      |
| 落下姿勢  | 垂直自由落下   |
| 落下面   | ゴムマット緩衝材（厚さ20mm×4枚）                            |

## ■ 試験結果

試験の結果、内容物の漏えいはなく、HIC本体にも異常な損傷等がないことから、本試験条件においてHICが落下した場合には、**収容機能が維持されることを確認**。

## ■ 裕度確認試験の概況（吊上げ高さ**6m**、緩衝材あり）



落下前



落下後



補強リング取り外し後

容器下部に歪が発生したが、容器本体に異常な損傷がなく、**内容物の漏えいなし**

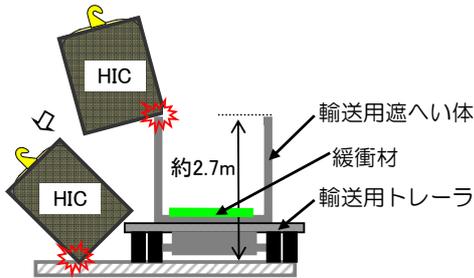
# 追加落下試験の実施

## ■落下条件の整理

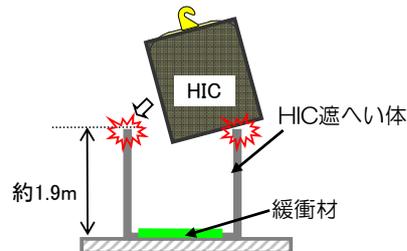
多核種除去設備エリア、一次保管施設エリアで想定される落下姿勢、落下高さを考慮し、以下を想定して落下条件を整理（詳細は15ページ以降に記載）

- ・二次衝突を考慮した斜め落下、逆さ斜め落下
- ・HIC遮へい体を想定した角部への落下
- ・HIC上への落下

等、**想定される落下事象に対する健全性評価**を実施。



想定される落下事象例①



想定される落下事象例②

## ■落下試験

事前解析結果より、発生歪み量が大きい3ケースを代表して落下試験を実施。  
(HICに底板20mm、側板10mmのステンレス製補強体を取付け)

# 追加落下試験の実施

## ■追加試験条件

|   | 試験体                            | 落下面 | 落下高さ | 落下姿勢                | 結果         |
|---|--------------------------------|-----|------|---------------------|------------|
| ① | HIC (底板20mm, 側板10mmの SUS補強体付き) | 鋼板  | 3m   | 傾斜<br>試験体底部角から落下    | ○<br>漏えい無し |
| ② | HIC (底板20mm, 側板10mmの SUS補強体付き) | 鋼板  | 3m   | 逆さ傾斜<br>試験体上部角から落下  | ×<br>漏えい有り |
| ③ | HIC (底板20mm, 側板10mmの SUS補強体付き) | 角部  | 2.6m | 垂直<br>□100mm角棒上への落下 | ×<br>漏えい有り |

## ■試験結果

追加試験条件①：3m落下（傾斜（底部角から落下））



ケース① 落下前



ケース① 落下後

※補強体底部角に変形が確認されたが、  
**HICからの漏えい発生無し。**

# 追加落下試験の実施

## ■追加試験結果

追加試験条件②：3m落下（逆さ傾斜（上部角から落下））



ケース② 落下前



HIC上蓋

ケース② 落下後



※落下時にHIC上蓋が脱落。

HIC上部にも破損あり

この部位に割れが発生

## ■追加試験結果

追加試験条件③：2.6m落下（□100mm角棒上への落下）



ケース③ 落下前



幅100mmの角棒

ケース③ 落下後



※形状不連続部に破損発生。

上部リング

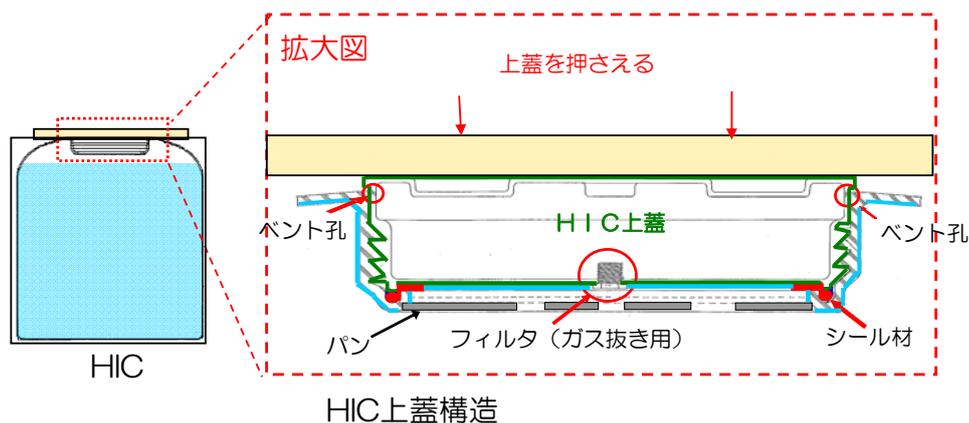
# 今後の対策方針

## ■今後の対策方針

追加試験条件②，③の試験結果を受け，以下の対策を実施。解析・落下試験等により健全性を評価する。

### （1）HIC上蓋押さえ構造の検討

追加試験条件②では，HIC落下直後に内圧によりHIC上蓋が押し出され漏えいが発生していることから，上蓋を押さえる構造を検討。



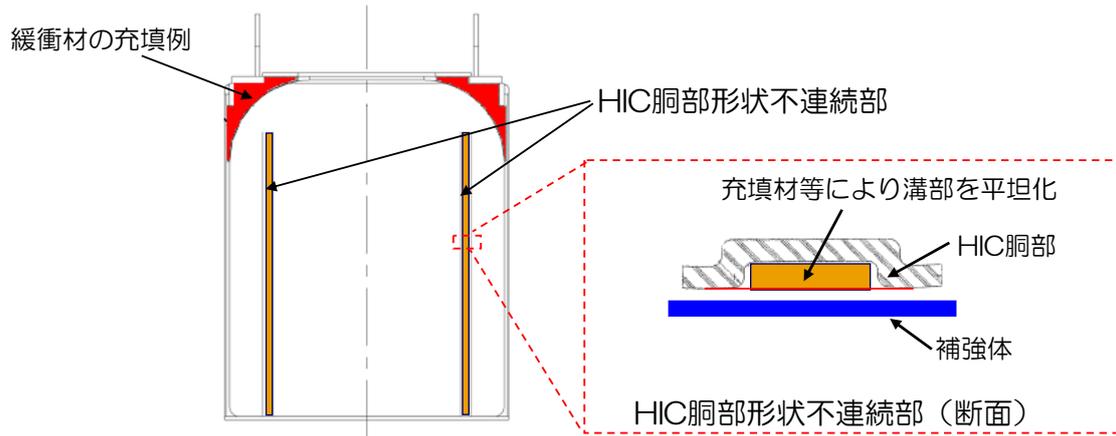
## 今後の対策方針

### (2) HICと補強体間の緩衝構造検討

追加試験条件②, ③とも, 落下時に補強体内部でHICの歪みが発生していることが推測されるため, HICと補強体の間に緩衝材等を設けることでHICの歪みを拘束する構造を検討する。

### (3) HIC形状不連続部の補強

追加試験条件③ではHIC胴部形状不連続部（吊りかご溝部）に損傷が発生していることから, 溝部を平坦な構造とする等HICを補強することを検討する。



## 今後の対応

HICの取扱いにおいて安全性と高い信頼性を確保するため、以下の対応とする

### ■安全性を確保するため

今回の落下試験における**破損理由を**解明し、**補強体を改造**。想定される落下事象を想定した健全性評価および**落下試験を実施**

その後、**補強後のHICを用いてホット試験を実施**

なお、安全性確保のため、以下の**対策を実施済み**

#### ➤落下事象に対する対策実施

- ・吊上げ、移動訓練（習熟訓練）の実施
- ・HIC吊上げ時の専任監視員の設置
- ・運用手順の整備、クレーン使用前点検の実施

#### ➤吊上げ高さ制限（インターロック）の設定

#### ➤落下漏えい時の対応手順整備および回収作業員の被ばく量想定

### ■更に安全性を高めた廃棄物輸送・保管方法とするため

**ホット試験と並行して**、更なる安全対策（金属製容器の設計）について検討し**高信頼性廃棄物輸送・保管方法にて、本格運転を実施**

# 今後の予定

## ■今後の予定

補強体を改造し、健全性評価及び落下試験を実施。  
その後、補強後のHICを用いてホット試験を実施。

| H24年12月           | H25年1月 |    |    |
|-------------------|--------|----|----|
| 下旬                | 上旬     | 中旬 | 下旬 |
| 補強体改造の検討          |        |    |    |
| 補強体改造後の健全性評価・落下試験 |        |    |    |

 工程調整中

## (参考) 追加落下試験条件の選出

### ■追加落下試験条件の選出

これまで落下試験で確認されている落下条件「垂直落下・落下面（平面）」に加え、運用上発生し得る落下条件として二次落下・角部落下・HIC上への落下を考慮し、追加落下試験条件の選出を行った。

#### 1. 二次落下

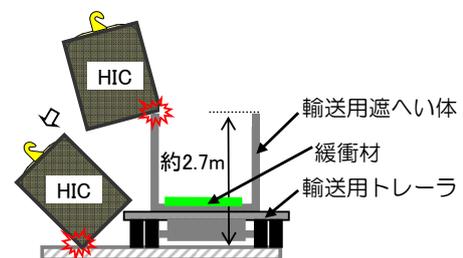
HIC遮へい体等上に落下した場合、床面への二次落下が発生する可能性を考慮

最大落下高さ：2.7m

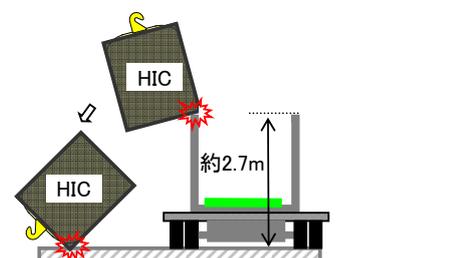
二次落下高さが最も高くなる輸送用遮へい体（高さ約2.7m）の高さから設定

落下姿勢：1. 斜め、2. 水平、3. 逆斜め

 落下時のHIC容器の変形が大きいと想定される斜め・逆斜め落下を落下試験条件として選出（追加落下試験条件①、②）



落下姿勢1（斜め落下）の概要



落下姿勢3（逆斜め落下）の概要

## (参考) 追加落下試験条件の選出

### 2. 角部落下 (HIC遮へい体等への落下)

HIC遮へい体等の側板上に落下した場合を考慮

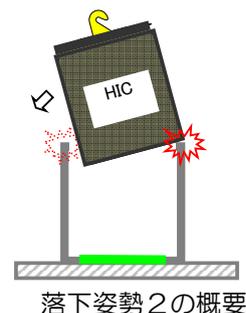
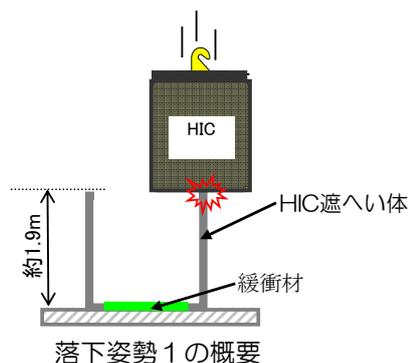
最大落下高さ：2.6m

多核種除去設備設置エリアでの最大吊上げ高さ4.5mから、HIC遮へい体側板上（高さ約1.9m）への落下条件から設定

落下姿勢：

1. HICの重心が落下面上に位置するケース
2. HIC外周がHIC遮へい体側板上へ落下後、HIC遮へい体内側へ転倒、HIC側面が二次衝突するケース

落下時のHIC容器の変形が大きいと想定される落下姿勢1を落下試験条件として選出（追加落下試験条件③）



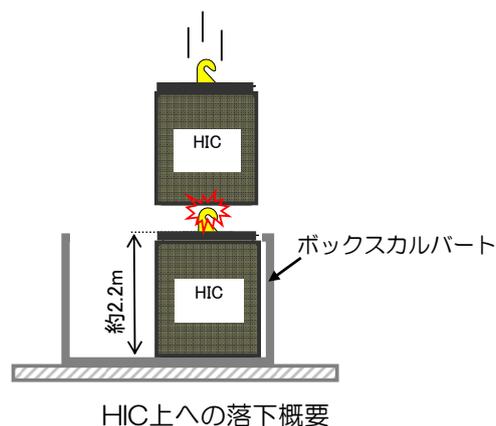
## (参考) 追加落下試験条件の選出

### 3. 収容済のHIC上への落下

HICを貯蔵する一時保管施設（第二施設）において、ボックスカルバート内に収容済のHIC上へ落下した場合を考慮

最大落下高さ：0.8m

HICを貯蔵する一時保管施設（第二施設）での最大吊上げ高さ3mから、HIC遮へい体側板上（高さ約2.2m）への落下条件から設定



落下姿勢：垂直

落下高さが低いため、**落下試験ケース③**に包絡される。  
また、二次落下が発生する場合は、**落下試験ケース①、②**に包絡される。