

文書番号	E51802-003-12
初版施行日	2001年8月1日
最終施行日	2020年●月●日
作成部署	運営課

記番号	要領埋事部第4号-12
公布日	2020年●月●日
公布者	埋設事業部長
公布先	埋設事業部長

## 廃棄体確認要領(案) (抜粋版)

日本原燃株式会社

埋設事業部

廃棄物取扱 主任者	保安規定第3条の8の2 第2項の3および第59条 別表20.1(10).㍑④に基づ く記録

# 目 次

## 第1章 総 則

第1節	目 的	・・・・・・・・・・・・・・・・
第2節	適用範囲	・・・・・・・・・・・・・・・・
第3節	組織および職務	・・・・・・・・・・・・・・・・
第4節	関係法令等	・・・・・・・・・・・・・・・・
第5節	関係要領類	・・・・・・・・・・・・・・・・
第6節	用語の定義	・・・・・・・・・・・・・・・・

## 第2章 廃棄体確認業務の実施

第1節	計画管理	・・・・・・・・・・・・・・・・
第2節	責任者等の指名	・・・・・・・・・・・・・・・・
第3節	電力自主検査対応	・・・・・・・・・・・・・・・・
第4節	廃棄体確認監査	・・・・・・・・・・・・・・・・
第5節	廃棄物埋設確認申請	・・・・・・・・・・・・・・・・
第6節	廃棄体確認対応	・・・・・・・・・・・・・・・・
第7節	S F等の管理	・・・・・・・・・・・・・・・・
第8節	W A Cの改正管理	・・・・・・・・・・・・・・・・

## 別図

別図1	廃棄体確認業務に係わる組織	・・・・・・・・
別図2	廃棄体確認業務に係るスケジュール	・・・・・・・・
別図3	廃棄体確認業務に係る手続きフロー	・・・・・・・・
別図4	W A Cの改正に係る手続きフロー	・・・・・・・・

## 別表

別表1	1号廃棄体に係る廃棄物受入基準	・・・・・・・・
別表2	2号廃棄体に係る廃棄物受入基準	・・・・・・・・
別表3	事業許可申請書に記載した最大放射能濃度	・・・・・・・・
別表4	各埋設施設における平均化要件	・・・・・・・・
別表5	塩素（C 1－3 6）の管理	・・・・・・・・

## 別添

別添1	低レベル放射性廃棄物搬出検査装置機能確認手順	・・・・・・・・
別添2	1号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等	・・・・・・・・
別添3	2号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等	・・・・・・・・

別添1 廃棄体搬出検査装置機能確認手順

別添2 1号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等

1. 固型化の方法
  - (1) 固型化材料
  - (2) 容器
  - (3) 一軸圧縮強度
  - (4) 配合比
  - (5) 硬さ値
  - (6) 練り混ぜ・混合
  - (7) 有害な空げき
  - (8) 技術基準適合性
2. 最大放射能濃度
3. 表面密度限度
4. 健全性を損なうおそれのある物質
5. 著しい破損
6. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示
7. 固型化後の経過期間
8. 表面線量当量率
9. 廃棄体重量

別添3 2号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等

1. 固型化の方法
  - (1) 固型化材料
  - (2) 容器
  - (3) 固型化方法
  - (4) 有害が空げき
  - (5) 技術基準適合性
2. 最大放射能濃度
3. 表面密度限度
4. 健全性を損なうおそれのある物質
5. 著しい破損
6. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示
7. 廃棄物発生後の経過期間
8. 表面線量当量率
9. 廃棄体重量

## 1 号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料 (セメント①)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・イ JIS R 5210 (1992) 若しくはJIS R 5211 (1992) に定めるセメント又はこれらと同等以上の安定性及び圧縮強さを有するセメント</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりセメントの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりセメントの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①セメントの試験成績書またはセメントメーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、セメントの製造業者、数量、証明内容 (セメントのJIS (年号) 番号または試験結果) 等から使用されたセメントがJIS R 5210 (1992) またはJIS R 5211 (1992) に定めるセメントであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたセメントが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②セメントの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたセメントが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、セメントメーカーの証明によるセメントのJIS (年号) または試験結果により使用されたセメントがJIS R 5210 (1992) またはJIS R 5211 (1992) に定めるセメントであることを確認する。</p>	

#### ■補足

1. 廃棄体の製作に使用されたセメントの品質を確認するため、当該セメントが納品されたことおよびセメントの品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

2. JIS R 5210 (1992)「ポルトランドセメント」には以下の種類がある。

- (1) 普通ポルトランドセメント
- (2) 早強ポルトランドセメント
- (3) 超早強ポルトランドセメント
- (4) 中庸熱ポルトランドセメント
- (5) 耐硫酸塩ポルトランドセメント

3. JIS R 5211 (1992)「高炉セメント」には、A種、B種、C種がある。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料 (セメント②)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・イ JIS R 5210 (1992) 若しくはJIS R 5211 (1992) に定めるセメント又はこれらと同等以上の安定性及び圧縮強さを有するセメント</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりセメントの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりセメントの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①セメントの試験成績書またはセメントメーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、セメントの製造業者、数量、証明内容 (セメントのJIS (年号) 番号または試験結果) 等から使用されたセメントがJIS R 5210 (1992) またはJIS R 5211 (1992) に定めるセメントと同等以上の安定性および圧縮強さを有するものであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたセメントが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②セメントの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたセメントが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、セメントメーカーの証明によるセメントのJIS (年号) または試験結果により使用されたセメントがJIS R 5210 (1992) またはJIS R 5211 (1992) に定めるセメントと同等以上の安定性および圧縮強さを有するものであることを確認する。</p>	

## ■補足

1. 廃棄体の製作に使用されたセメントの品質を確認するため、当該セメントが納品されたことおよびセメントの品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

2. 容器に固型化するために必要なセメントの品質がJIS R 5210 (1992) またはJIS R 5211 (1992) と同等以上であること。

これに相当するものとしては、以下のものがある。

(1) JIS R 5210 : 以下の年号に定める普通ポルトランドセメント

(1969) (1973) (1977) (1979) (1986) (1997) (2003) (2009) (2019)

(2) JIS R 5211 : 以下の年号に定めるB種、C種 高炉セメント

(1969) (1973) (1977) (1979) (1997) (2003) (2009) (2019)

JIS R 5210、5211では、セメントの化学組成、水和熱、比表面積、安定性、圧縮強さ等を定めているが、JIS R 5210、5211以外のセメント系固型化材料については、放射性廃棄物の容器への安定固化という観点からは「安定性」と「圧縮強さ」の項目について規定条件を満たしていれば十分であると考えられる。

今後改正されるJISについては改正の都度、その内容を検討し、本内容の内容を見直す。

3. セメントのJIS規格について

JIS R 5210「ポルトランドセメント」、JIS R 5211「高炉セメント」は、昭和25年に日本窯業規格を基に制定されたものである。

4. JIS R 5210 (1992) もしくはJIS R 5211 (1992) と同等以上であるセメント

(1) JISの改正における品質の変遷

JIS R 5210、JIS R 5211は、昭和25年に制定されて以来、幾度となくセメントの品質の追加および品質の規定の見直しの改正が行われているが、発電所でセメント固化が開始された昭和45年以降に使用されたセメントについては、JIS R 5210では強度、比表面積および強熱減量が、また JIS R 5211では強度のみが改正されている。

しかしながら、一般社団法人セメント協会の資料によれば、実際に製造されたセメントの強度、比表面積および強熱減量についてはほとんど変化がなく、すべて1992年の規格を満足している。

1986年のJIS R 5210の改正では、アルカリ骨材反応に対応する緊急の対策の一つとして、セメント中の全アルカリを0.6%以下としてポルトランドセメント(低アルカリ形)を附属書として規定した。

1992年のJIS R 5210の改正では、すべてのポルトランドセメントに対して、アルカリ骨材反応の対策として全アルカリ含有率0.75%以下およびコンクリート中の鉄筋の錆の発生を防止する対策として塩化物イオン含有率0.02%以下を規定した。

1997年の改正は、圧縮強さの試験法をISO規格に変更することによる圧縮強さの規格値の変更、低熱ポルトランドセメントの追加、2003年の改正は、普通ポルトランドセメントの塩化物イオン許容値を使用実態に照らし引き上げたことが大きな改正箇所であり、セメント品質についての実質的な変更箇所はない。

2009年のJIS R 5210の改正では、附属書に規定されていた低アルカリ形ポルトランドセメントの本体への規定、原材料の少量混合成分を明確に4種類規定、製造方法の規定の削除および三酸化硫黄の規格値の見直しが大きな改正箇所であり、セメントの品質の変更はない。

また、2009年のJIS R 5211の改正では、製造方法の規定の削除、原材料の少量混合成分を明確に3種類規定および従来の高炉スラグを高炉水砕スラグと改名したことが大きな改正箇所であり、セメントの品質の変更はない。

2019年のJIS R 5210およびJIS R 5211の改正では、化学成分試験のJIS規格の記載適正化、「製造業者」および「生産者」の用語を「生産者」に統一したものであり、セメントの安定性および圧縮強さに関する改正は行われていないことから、セメントの品質の変更はない。

(2)同等以上の品質を有するセメント

上記(1).に述べたようにJISの改正は行われているが、発電所での使用が開始された昭和45年以降実際に製造されたJIS R 5210およびJIS R 5211のセメントの品質は、1992年の規格と同等であるので、JIS R 5210または JIS R 5211であればいずれの製造年のものでも 1992年のJIS R 5210およびJIS R 5211と同等であると解釈できる。

5.セメントの JIS 規格 (JIS R 5210、5211) ではセメントの品質として下記項目が規定されている。

- (1)比表面積
- (2)凝結 (開始、終結時間)
- (3)安定性 (試験体を一定時間煮沸後、放冷し、ひび割れまたはそりが無いことを確認する)
- (4)圧縮強さ
- (5)水和熱
- (6)化学組成 (酸化マグネシウム、三酸化硫黄等)

このうち、「比表面積」「凝結」「化学組成」はセメントの水和反応 (硬化速度) の影響因子である。また、「水和熱」については、ダム等の大型構造物の製作の際、構造物内部に水和熱が蓄積されることを防止するために規定しているものであり、セメント廃棄体製作に際しては影響のない因子である。

セメント廃棄体としては、硬化はゆっくりとしたものであっても容器に固型化するという観点からは問題はなく、固型化状態については他の確認項目 (「配合比」および「一軸圧縮強度」) にて確認されることとなっている。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂1)  
JNES-SS-0623 (2007年3月)
- ・廃棄物埋設確認に関する検討依頼に対する回答について  
09サ計受共 - 0003 - 1 (平成22年6月29日)
- ・「セメント」のJIS改正に伴う廃棄体に係る技術上基準との適合性確認について  
H51803-19-A003 (2020年1月10日)

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料 (アスファルト①)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・ロ IS K 2207 (1990) に定める石油アスファルトで針入度が100以下のもの又はこれと同等以上の品質を有するアスファルト</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりアスファルトの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりアスファルトの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①アスファルトの試験成績書またはアスファルトメーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、アスファルトの製造業者、数量、証明内容 (アスファルトのJIS (年号) 番号または試験結果) 等から使用されたアスファルトがJIS K 2207 (1990) に定めるアスファルトであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたアスファルトが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②アスファルトの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたアスファルトが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、アスファルトメーカーの証明によるアスファルトのJIS (年号) または試験結果により使用されたアスファルトがJIS K 2207 (1990) に定めるアスファルトであることを確認する。</p>	

■補足

1. 廃棄体の製作に使用されたアスファルトの品質を確認するため、当該アスファルトが納品されたことおよび納品されたアスファルトの品質について確認する必要がある。  
なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。
2. JIS K 2207 (1990) に定める石油アスファルトで針入度が 100 以下のものには、次に掲げるものがある。
  - (1) ストレートアスファルト  
0～10、10～20、20～40、40～60、60～80、80～100
  - (2) ブローンアスファルト  
0～5、5～10、10～20、20～30、30～40
  - (3) 防水工事用アスファルト  
1種、2種、3種、4種

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料 (アスファルト②)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・ロ IS K 2207 (1990) に定める石油アスファルトで針入度が100以下のもの又はこれと同等以上の品質を有するアスファルト</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりアスファルトの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりアスファルトの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①アスファルトの試験成績書またはアスファルトの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、アスファルトの製造業者、数量、証明内容 (アスファルトのJIS (年号) 番号または試験結果) 等から使用されたアスファルトがJIS K 2207 (1990) に定めるアスファルトと同等以上の品質を有するものであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたアスファルトが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②アスファルトの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたアスファルトが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、アスファルトメーカーの証明によるアスファルトのJIS (年号) または試験結果により使用されたアスファルトがJIS K 2207 (1990) に定めるアスファルトと同等以上の品質を有するものであることを確認する。</p>	

## ■補足

1. 廃棄体の製作に使用されたアスファルトの品質を確認するため、当該アスファルトが納品されたことおよび納品されたアスファルトの品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

2. 容器に固型化するために必要なアスファルトの品質が JIS K 2207 (1990) に定める石油アスファルトで針入度が100以下のものと同等以上であること。

これに相当するものとしては以下のものがある。

(1) JIS K 2207 (1969) に定める石油アスファルトのうち、ストレートアスファルト 40～60

(2) JIS K 2207 (1980)、JIS K 2207 (1996)、JIS K 2207 (2006) に定める石油アスファルトで針入度が100以下のもの

なお、今後改正される JIS については改正の都度、および新たに使用されるアスファルト固型化材料についてはその都度、その内容を検討し、解説の内容を見直す。

3. アスファルトの JIS 規格について

JIS K 2207「石油アスファルト」は昭和31年に制定されて以来、昭和35年、昭和44年、昭和55年、平成2年、平成8年、平成18年と6回改正が行われた。

特に、昭和55年（1980年）の改正は全面的に見直しが行われ、規格項目および規格値が改正されている。

4. JIS K 2207 (1990) と同等以上であるアスファルト

JIS K 2207 の1990年の改正は、従来の比重を密度に変更し、これに伴い新たに密度試験方法を制定し、アスファルトの温度に対する容量換算の項目を設けたものであり、JIS K 2207 (1980) は、JIS K 2207 (1990) と同等の品質を有している。

JIS K 2207 (1980) は、1980年以前の JIS K 2207 (1969) と比べて次の点で異なっている。

(1) 軟化点、引火点の値

(2) 薄膜加熱の質量変化率、針入度変化率、蒸発後の針入度比、比重の項目が新設。

(3) 三塩化エタン可溶分が四塩化炭素可溶分の代わりに設置。

このうち、(3)については、アスファルト中の不純物を判定するための項目で、四塩化炭素可溶分99.5%と三塩化エタン可溶分99%は同等である。また、原子力発電所でアスファルト固化装置が稼動し始めた昭和52年から昭和55年までに使用されたJIS K 2207 (1969) のアスファルトの品質については、製造時に行われている試験で示すようにJIS K 2207 (1980) を満足しており、JIS K 2207 (1990) と同等である。

JIS K 2207の1996年の改正は、可溶分試験に用いる溶剤を溶解性や毒性の面および諸外国の規格を参考にして、三塩化エタンからトルエンに変更したものであり、三塩化エタン可溶分99%とトルエン可溶分99%は同等である。アスファルトの品質に変更はないことから、JIS K 2207 (1990) と同等である。

JIS K 2207 の2006年の改正は、JIS K 2207 (1996) の引用規格の不整合について改訂したものであり、アスファルト自体の品質に関する変更はないことから、JIS K 2207 (1990) と同等である。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)

- ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について（改訂1）  
JNES-SS-0623（2007年3月）
- 中部電力㈱浜岡原子力発電所において平成3年度以降に製作された均質・均一固化体のスケーリング  
ファクタ等の設定について（改訂1）  
JNES-SS-0621（2007年3月）

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料 (プラスチック)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・ハ スチレンに溶解した不飽和ポリエステル (以下「不飽和ポリエステル樹脂」)</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①により不飽和ポリエステル樹脂の納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②より不飽和ポリエステル樹脂の品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①不飽和ポリエステル樹脂の試験成績書または不飽和ポリエステル樹脂メーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、不飽和ポリエステル樹脂の製造業者、数量、証明内容 (不飽和ポリエステル樹脂の成分の試験結果が商品のスペックに適合していること) 等から使用された不飽和ポリエステル樹脂を確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載された不飽和ポリエステル樹脂が納品されていることを確認する。</p>	
<p>②不飽和ポリエステル樹脂の納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載された不飽和ポリエステル樹脂が納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、不飽和ポリエステル樹脂メーカーの証明による不飽和ポリエステル樹脂の成分の試験結果が商品のスペックに適合していることにより使用された不飽和ポリエステル樹脂を確認する。</p>	

## ■補足

1. 廃棄体の製作に使用された不飽和ポリエステル樹脂の品質を確認するため、当該不飽和ポリエステル樹脂が納品されたことおよび納品された不飽和ポリエステル樹脂の品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

2. 不飽和ポリエステル樹脂に相当する商品名に対応するメーカーおよび成分重量比（不飽和ポリエステル：スチレン）は以下のとおりである。

なお、三井化学㈱（旧：三井東圧化学㈱）と武田薬品工業㈱は、2001年に不飽和ポリエステル樹脂事業で合弁会社として三井武田ケミカル㈱を設立し事業継承している。さらに2003年にジャパンコンポジネット㈱に社名変更している。

商品名、メーカー名は当時のものである。「エステル-SN0-100G」、「ポリマール 301NA」については2020年3月現在、製造されていない。

商品名	メーカー名	成分重量比 (不飽和ポリエステル：スチレン)
エステル-SN0-100G	三井化学㈱ (旧：三井東圧化学㈱)	約 1：1.2
ポリマール 301NA	武田薬品工業㈱	約 1：0.6
ポリマール 301NB	武田薬品工業㈱	約 1：1.6
ポリマール 303SB	武田薬品工業㈱	約 1：1.6

なお、今後使用されるプラスチック固型化材料については、その都度その内容を検討し、不飽和ポリエステル樹脂であることを確認する。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

# 1. 固型化の方法

## (2) 容器①

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (容器)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（0.5tonの廃棄体を8段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう、JIS Z 1600（1993）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。		
確認方法		
確認すべき記録等を示す①および②または③について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①により容器の納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②より容器の品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。		
確認すべき記録等	確認内容	
① 容器の試験成績書または容器メーカーの品質に関する証明書	<p>証明者、証明年月日、容器の製造業者、数量、証明内容（容器のJIS（年号）番号または試験結果）等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p> <p>ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載された容器が納品されていることを確認する。</p>	
② 容器の納品書または納品業者の納品に関する証明書	<p>試験成績書に記載された容器が納品されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。</p> <p>ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、容器メーカーの証明による容器のJIS（年号）または試験結果により使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p>	
③ 圧出表示	<p>目視により、板厚、呼び容量、製造年月またはその略号、製造業者またはその略号（表示されている場合）、収納物または危険等級（危険物用ドラム缶使用の場合）の表示等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p>	

## ■補足

1. 廃棄体の製作に使用された容器の品質を確認するため、当該容器が納品されたことおよび納品された容器の品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

また、容器本体底部に表示されている圧出表示を確認することにより、JISに基づき当該容器本体に表示されている品質が確認できる。

2. 容器は、埋設した時に容器が壊れない（潰れない）強度が必要であり、また、埋設した時に充填物（固型化材料（混和材料を含む）と放射性廃棄物を混合させ、容器に充填されたものをいう）が漏洩しない密封性が必要である。

JIS Z 1600（1993）に定める1種 H級容器は、上記の要件を満たしている。

3. 廃棄体は、埋設の際には 8段俵積みになされ、その場合に廃棄体が受ける荷重は最大で約6.25トンであるので、廃棄体は6.25トンの荷重に耐える必要がある。

JIS Z 1600（1988）1種 H級の容器については、埋設した時を想定した荷重試験が実施されており、6.25トンの荷重に耐えられる強度を有することが確認されている。

JIS Z 1600（1993）1種 H級の材料の厚さおよび製造方法は、JIS Z 1600（1988）1種 H級と全く同じであり、強度の観点からは同等と判断されるため、JIS Z 1600（1993）に定める1種 I級の金属製容器は埋設した時に壊れない強度を有するものである。

なお、JIS Z 1600（1993）1種 H級以外の容器についても、埋設した時に容器が壊れない（潰れない）ことが試験等によって確認できれば、必要な強度を有しているものと考えられる。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

# 1. 固型化の方法

## (2) 容器②

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (容器)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（0.5tonの廃棄体を8段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう、JIS Z 1600（1993）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。		
確認方法		
確認すべき記録等を示す①および②または③について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①により容器の納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②より容器の品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。		
確認すべき記録等	確認内容	
① 容器の試験成績書または容器メーカーの品質に関する証明書	<p>証明者、証明年月日、容器の製造業者、数量、証明内容（容器のJIS（年号）番号または試験結果）等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度及び密封性を有するものであることを確認する。</p> <p>ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載された容器が納品されていることを確認する。</p>	
② 容器の納品書または納品業者の納品に関する証明書	<p>試験成績書に記載された容器が納品されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。</p> <p>ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、容器メーカーの証明による容器のJIS（年号）または試験結果により使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度及び密封性を有するものであることを確認する。</p>	
③ 圧出表示	<p>目視により、板厚、呼び容量、製造年月またはその略号、製造業者またはその略号（表示されている場合）、収納物または危険等級（危険物用ドラム缶使用の場合）の表示等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度及び密封性を有するものであることを確認する。</p>	
④ 補修廃棄体	<p>当該補修廃棄体の補修方法、補修に必要な材料等の納品書等および補修記録</p>	

## ■補足

1. 廃棄体の製作に使用された容器の品質を確認するため、当該容器が納品されたことおよび納品された容器の品質について確認する必要がある。

なお、品質および納入に関する証明書は、試験成績書および納品書がない場合も考慮して設定した。

また、容器本体底部に表示されている圧出表示を確認することにより、JISに基づき当該容器本体に表示されている品質が確認できる。

2. 容器の強度を定めているのは、埋設した時に容器が壊れない（潰れない）ことを確保するためであり、また、容器の密封性を定めているのは、埋設した時に充填物（固型化材料（混和材料を含む）と放射性廃棄物を混合させ、容器に充填されたものをいう。）が漏洩しないことを確保するためである。

なお、容器の強度は、セメント等を容器に充填することによって補強される。

JIS Z 1600（1993）に定める容器と同等以上の強度および密封性があるものとして以下のものがある。

- (1) JIS Z 1600（1974、1977）に定めるH級
- (2) JIS Z 1600（1988）に定める1種H級
- (3) JIS Z 1600（2006、2017）に定めるH級
- (4) JIS Z 1601（1967、1976、1986、1994）に定める1種 H級
- (5) JIS Z 1601（2006、2017）に定める H級

なお、今後改正される JIS については改正の都度、および新たに使用される容器についてはその都度、その内容を検討し、解説の内容を見直す。

### 3. ドラムの JIS 規格について

JIS Z 1600「鋼製オープンドラム（200L）」は昭和49年3月1日に制定され、その後この規格のベースになっているJIS Z 1601「液体用鋼製ドラム」が昭和51年3月1日および昭和61年8月1日付けで改正されたので、この改正に対応させるための見直し改正が昭和52年3月1日、昭和63年12月1日に行われた。また、平成5年、平成18年、平成29年にも改正されている。

また、JIS Z 1600の規格のベースになっているJIS Z 1601「液体用鋼製ドラム」は、先に昭和19年10月12日臨JES第692号として制定されていたものを全面的に改正したものであり、この原案を基にドラム罐工業協会（現：ドラム缶工業会）にて業界の意見を総合して作成したものを審議の上、昭和26年1月12日にJISとして制定されたものである。

その後、JIS Z 1601は昭和28年、昭和31年、昭和34年、昭和38年、昭和42年、昭和51年、昭和61年、平成6年、平成18年、平成29年と10回の改正が行われて現在に至っている。

### 4. 強度および密封性が JIS Z 1600（1993）と同等以上である容器

#### (1) 強度および密封性に関する受入基準の解釈

##### ①強度

JIS Z 1600には強度の規定はないが、ドラムの強度は材料の種類とその厚さおよび製作方法で決まる。

JIS Z 1600（1977）およびJIS Z 1601（1976）の材料の種類としては、JIS G 3131「熱間圧延軟鋼板及び鋼帯」またはJIS G 3141「冷間圧延鋼板及び鋼帯」が使用されている。

JIS Z 1601（1986）、JIS Z 1600（1988）では、JIS G 3302「亜鉛鉄板」、JIS G 3303「ぶりき及びぶりき原板」、JIS G 3313「電気亜鉛めっき鋼板及び鋼帯」、JIS G 3315「ティンフリースチール」が、JIS Z 1600（1993）および JIS Z 1601（1994）では JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」が追加されているが、これらは従来の母材以上の引張り強さを有した材料および従来の母材に亜鉛、スズ、クロムでメッキを施したものであり、材料の観点からは同等か同等以上である。

さらに、JIS G 3303および JIS G 3315については、厚さ0.6mm以下の材料に関する規定であることから、200材サイズ（1種ドラム）に使用されることはない。

ドラムに使用する材料の厚さとしては、JIS Z 1600（1993）1種ドラムの鋼板の場合はLM級（胴板1.0mm、天蓋および地板1.2mm）、M級（1.2mm）、H級（1.6mm）、ステンレスの場合はH級（1.5mm）が規定されている。

1967年以降の JIS Z 1601の1種、JIS Z 1600（1974）、（1977）および JIS Z 1600（1988）の1種の鋼板におけるH級（1.6mm）については、材料の厚さは同じであり、強度の観点からは

同等と判断される。

ドラムの強度は「胴体の溶接」ならびに「地板の巻締め又は溶接」の方法、すなわちドラムの製造方法にも関連があることから、これらが JIS Z 1600 (1993) と同じであれば同等であると解釈できる。

したがって、上述の材料を使用し、材料の厚さがドラム1種H級またはH級であり、製造方法が同等であれば同等以上であるものと解釈できる。

なお、JIS Z 1600 (2006) およびJIS Z 1601 (2006) においては、200L級ドラムの規格だけを残す改正であり、JIS Z 1600 (2017) およびJIS Z 1601 (2017) では、危険物をなくしたことによる適用法令等の引用削除、危険物用ドラムの性能として規定していた試験・検査方法および合否判定基準を削除した改正であることから、材料、材料の厚さおよび製造方法に変更はない。

補修廃棄体については、充填物が規定により適切に容器に固型化され、かつ、充填物によって容器が十分に補強されるよう適切に補修されていれば、容器の強度は、JIS Z 1600 (1993) と同等以上と解釈できる。

## ②密封性

JIS Z 1600 (1993) では、漏れおよび輸送上の安全性を損なう変形の有無を調べる試験として、非危険物用の容器においては、「呼び容量の95%以上に水を充填して縦置きにし、その上に計算式によって算出した積重ね荷重を加え、24時間放置したあと、漏れ及び変形の有無を調べる」積重ね試験が規定されており、JIS Z 1600 (2006、2017) およびJIS Z 1601 (1994、2006、2017) でも同様に規定されている。

このJIS以前のものには、「ドラム内に適当な方法でH級1.0kgf/cm<sup>2</sup> (98kPa)、M級0.7kgf/cm<sup>2</sup> (68.6kPa) の圧縮空気を送り込み、これを水中に浸すか又は石鹼水を塗布して漏れの有無を調べる」気密試験、「水を充填して縦置きにしその上に1,000kg (1種) の質量を加え24時間放置したあと、漏れ及び変形の有無を調べる。」荷重試験が規定されている。

また、JIS Z 1600 (2017) およびJIS Z 1601 (2017) は、危険物をなくしたことによる適用法令等の引用削除、危険物用ドラムの性能として規定していた試験・検査方法および合否判定基準を削除したものであり、密封性に関する改正は行われていない。

これらの試験条件は、積重ね試験と同等以上であり密封性の観点からは同等以上と判断される。

補修廃棄体については、補修板によって充填物の漏洩が防止されるよう適切に補修されていれば、容器の密封性は、JIS Z 1600 (1993) と同等以上と解釈できる。

## ③天蓋

天蓋については、構造および製造方法、形状、材料に関する規定はあるが、ドラムの強度は主として胴体部分で決まるため、天蓋に口金等を設けた改造については、強度に影響を与えないものと考えられる。

また、JIS Z 1600 (1993) における積重ね試験においても、呼び容量の95%以上に水を充填して縦置きするという試験条件となっており、天蓋の密封性については触れていない。

## (2) JIS Z 1600 (1993) と同等以上である容器

### ①JIS Z 1600 (1974、1977、2006、2017) H級および JIS Z 1600 (1988) 1種 H級の容器

JIS Z 1600 (1993) では、JIS Z 1600 (1988) と同様 JIS Z 1600 (1977) に規定されていなかったドラムの種類、細別および呼び内径が示されている。一方、平成2年11月15日付け 2安第423号にて許可された廃棄物埋設事業は、埋設する廃棄体の容器として、JIS Z 1600 (1977) に定める金属製容器またはこれと同等以上の強度および気密性を有するものとなっている。

したがって、JIS Z 1600 (1993) のドラムの種類および細別を、これに合わせる必要があり、JIS Z 1600 (1993) と同等以上である容器として、ドラムの種類、細別を1種H級に限定することとする。

JIS Z 1600 (1974、1977、2006、2017) H級および JIS Z 1600 (1988) 1種H級の材料およびその厚さならびに製造方法は JIS Z 1600 (1993) の1種H級と全く同じであり、また密封性も JIS Z 1600 (1993) と同等以上と判断できることから、JIS Z 1600 (1993) のものと同等の性能を有するものであるといえる。

②JIS Z 1601 (1967、1976、1986、1994) 1種H級および JIS Z 1601 (2006、2017) H級の容器  
JIS Z 1601 (1967、1976、1986、1994) 1種I級および JIS Z 1601 (2006、2017) の材料およびその厚さならびに製造方法は JIS Z 1600 (1993) の1種I級と全く同じであり、また密封性も JIS Z 1600 (1993) と同等以上と判断できることから、JIS Z 1600 (1993) のものと同等の性能を有するものであると言える。

なお、JIS Z 1601 の天板を取り外しできるよう（オープンドラム）に改造したものおよび口金を改造したものは、4. (1)③の解釈によりJIS Z 1600 (1993) と同じものであり、同等であると言える。

### ③補修廃棄体の容器

充填物が「1. 固型化の方法」の規定により適切に容器に固型化され、充填物によって容器が十分に補強されるよう適切に補修され、かつ、補修板によって充填物の漏洩が防止されるよう適切に補修されていれば、容器の強度および密封性は、JIS Z 1600 (1993) のものと同様以上と言える。

添付に定める補修方法については、模擬補修廃棄体等を用いた試験等が既に行われており、埋設した時に容器が壊れない（潰れない）こと、充填物が漏洩しないこと等が確認されているので、廃棄体確認の申請に係る個別の補修廃棄体の確認に当たっては、添付に定める方法にしたがい適切に補修されたことを確認すればよい。

### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ペレット・グラニユール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)
- ・中部電力(株)浜岡原子力発電所において平成3年度以降に製作された均質・均一固化体のスケーリングファクタ等の設定について（改訂1）  
JNES-SS-0621 (2007年3月)
- ・「容器」のJIS改正に関する埋設告示との適合性確認について  
H51803 - 19 - A001 (2019年9月20日)

## 1. 固型化の方法

### (3) 一軸圧縮強度（セメント固化体）

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (一軸圧縮強度)
液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。		
保安規定 別表2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・セメントを用いて放射性廃棄物を固型化する場合は、固型化された放射性廃棄物の一軸圧縮強度が1,470kPa以上であること。		
確認方法		
(1)の場合は確認すべき記録等に示す①また②、(2)の場合は確認すべき記録等に示す③にて、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
(1)インドラム／アウトドラムミキシング方式		
①超音波伝播速度の測定記録	(1)超音波伝播速度と一軸圧縮強度の相関 (2)超音波伝播速度の測定方法 (3)超音波伝播速度から(1)の相関に基づいて一軸圧縮強度を算出し、判断する。	
②セメント／水比の練り混ぜ運転記録（当面は、ペレット等固化体*、蒸発固化体、乾燥粉体固化体および柏崎刈羽原子力発電所で製作されるセメント固化体）  *：ペレット等固化体とは、ペレット固化体、ペレット・グラニュール混合固化体、ペレット固化体（重曹等添加）および洗浄廃液固化体（A、B）をいう。	(1)セメント／水比と一軸圧縮強度の相関 (2)廃棄体製作時のセメントおよび水の投入量 (3)(2)からセメント／水比を算出し、その結果と(1)の相関に基づいて一軸圧縮強度を算出し、判断する	
(2)真空注入方式		
③超音波伝播速度の測定記録	(1)超音波伝播速度と一軸圧縮強度の相関 (2)超音波伝播速度の測定方法 (3)超音波伝播速度から(1)の相関に基づいて一軸圧縮強度を算出し、判断する。	

## ■補足

1. セメント固化体の品質を保つため、その強度を定めたものであり、海洋投棄と異なり廃棄体それ自体にそれ程の荷重がかからないことから1,470kPa (15kg/cm<sup>2</sup>) 以上としたものである。

### 2. インドラム／アウトドラムミキシング方式

#### (1) 超音波伝播速度の測定記録

超音波伝播速度と動弾性係数および動弾性係数と一軸圧縮強度に相関関係が成立する。

このため、容器外部から超音波を発生させ、超音波がセメント固化体を伝わる伝播時間から超音波伝播速度を求めることにより、一軸圧縮強度が評価できる。

#### (2) セメント／水比の練り混ぜ運転記録

練り混ぜが可能な範囲で適切な配合比が設定されていれば、適切な一軸圧縮強度が得られる。

セメント／水比と一軸圧縮強度に相関関係が成立するため、廃棄体製作時におけるセメント／水比の記録を把握することにより、一軸圧縮強度が評価できる。

### 3. 真空注入方式

#### (1) 超音波伝播速度の測定記録

超音波伝播速度と動弾性係数および動弾性係数と一軸圧縮強度に相関関係が成立する。

このため、容器外部から超音波を発生させ、超音波がセメント固化体を伝わる伝播時間から超音波伝播速度を求めることにより、一軸圧縮強度が評価できる。

### 4. 一軸圧縮強度と超音波伝播速度の関係式

一軸圧縮強度と超音波伝播速度の関係式は、実廃棄体の破壊調査結果または模擬試験体（小規模試験、パイロット試験および実規模試験）の試験結果から設定している関係式を採用する。

関係式を採用するに際しては、データの回帰曲線よりも最も下側に外れたデータを基準とし安全余裕を見込み設定した。

この方式によるインドラム／アウトドラムミキシング方式の場合の関係式は以下のとおりとなる。

$$\sigma = 98 \times 10^{0.68} V^{2.80}$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)  
 $V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

なお、ペレット等固化体（ペレット固化体（重曹等添加）を除く。）および乾燥粉体固化体の一軸圧縮強度と超音波伝播速度の関係式については、以下の関係式とする。

$$\sigma = 50 \times V^4$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)  
 $V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

ペレット固化体（重曹等添加）の一軸圧縮強度と超音波伝播速度の関係式は以下のとおりとする。

$$\sigma = 80 \times V^4$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)  
 $V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

また、真空注入方式の場合の関係式は以下のとおりとなる。

$$\sigma = 98 \times 10^{0.87} V^{1.36}$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)  
 $V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

一方、一軸圧縮強度とセメント／水比の関係式は、セメント固化体、ペレット等固化体、蒸発固化体および乾燥粉体固化体の模擬試験体（小規模および実規模試験体）を製作し、取得したデータから設定した。

関係式を採用するに際しては、安全裕度を見込んでデータの回帰式から標準偏差の2倍を差引いた式を設定した。

この方法によるペレット等固化体、蒸発固化体および乾燥粉体固化体に対する関係式は以下のとおりとなる。

$$\sigma = 12.02 \times (C/W) - 4.43$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (MPa)  
C/W : セメント/水比

また、ペレット固化体(重曹等添加)の一軸圧縮強度とセメント/水比の関係式は以下のとおりとする。

$$\sigma = 2.2 \times (C/W) + 0.24$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (MPa)  
C/W : セメント/水比

柏崎刈羽原子力発電所で製作されるセメント固化体の一軸圧縮強度とセメント/濃縮廃液比の関係比の関係式は以下のとおりとする。

(濃縮廃液固化体)

$$\sigma = 46.41 \times (C/W) - 32.22$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (MPa)  
C/W : セメント/濃縮廃液比

(洗浄スラリ固化体：洗浄スラリおよび濃縮廃液を固型化した廃棄体をいう)

$$\sigma = 30.02 \times (C/W) - 26.22$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (MPa)  
C/W : セメント/ (濃縮廃液+洗浄スラリ中の水分) 比

ただし、適切な練り混ぜ・混合が行われて製作された試験体のデータに基づき設定された関係式であるため、上記の関係式は「1. (6) 練り混ぜ・混合」に関する受入基準を満足する固化体に対して適用可能である。具体的な適用範囲の例は下表のとおり。

発電所	固化体種類	C/W*
福島第一	ペレット・グラニュール混合固化体	0.58~1.56
	ペレット固化体	0.90~1.56
	洗浄廃液固化体 (A, B)	1.15~1.81
柏崎刈羽	濃縮廃液固化体	1.02~2.60
	洗浄スラリ固化体	1.00~2.70
東海第二	ペレット固化体200kg充填 (190~210kg)	0.59~0.83
	ペレット固化体150kg充填 (142.5~157.5kg)	0.67~1.00
	ペレット固化体〈重曹等添加〉190kg充填 (180~194kg)	0.76~1.19
	ペレット固化体〈重曹等添加〉142.5kg充填 (135~145.5kg)	1.25~1.79
	ペレット固化体〈重曹等添加〉95kg充填 (90~97kg)	1.41~2.13
東海	蒸発固化体	1.82~2.22
浜岡	乾燥粉体固化体	0.52~0.61

\*適切な練り混ぜ・混合が行われる条件を水/セメント比で設定した場合は、その逆数を適用可能なセメント/水比の範囲とする。この場合は、より細かく端数を算出することも可能とする。

なお、上表に掲げる値以外でも適切な練り混ぜが行えるものについては、これを排除するものではない。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂1)  
JNES-SS-0623 (2007年3月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂2)  
JNES-SS-0902 (2009年7月)
- ・中部電力(株)浜岡原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9005 (平成26年2月)
- ・東京電力柏崎刈羽原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9006 (平成26年2月)

# 1. 固型化の方法

## (4) 配合比 (アスファルト固化体)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (配合比)
液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。		
保安規定 別表2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・アスファルト又は不飽和ポリエステル樹脂を用いて放射性廃棄物を固型化する場合は、廃棄体中の固型化材料の重量が廃棄体の重量から容器の重量を差し引いた重量のそれぞれ50%以上又は30%以上となるようにすること。		
確認方法		
確認すべき記録等 に示す①および②にて、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①廃棄体の製作方法	(1) 配合の方法について (運転マニュアルおよび運転シーケンス) (2) 廃棄物等の配合割合 (3) 計量装置の性能	
②運転記録	固型化材料である「アスファルトの投入量」と「廃棄物の投入量」および「固型分濃度」を運転記録にて確認し、配合比を算出の上確認する。 算出方法の例示を以下に示す。	
(1) アスファルト重量、廃棄体重量、ドラム重量による確認 $\frac{\text{アスファルト重量}[\text{kg}]}{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}]} \geq 0.5$		
(2) アスファルト重量、廃液量、密度、固型分濃度による確認 $\frac{\text{アスファルト重量}[\text{kg}]}{\text{アスファルト重量}[\text{kg}] + \text{廃液量}[\ell] \times \text{密度}[\text{kg}/\ell] \times \text{固型分濃度}[\text{ppm}] \times 10^{-6}} \geq 0.5$		
(3) アスファルト重量、廃液量、固型分濃度による確認 $\frac{\text{アスファルト重量}[\text{kg}]}{\text{アスファルト重量}[\text{kg}] + \text{廃液量}[\ell] \times \text{固型分濃度}[\text{kg}/\ell]} \geq 0.5$		
(4) 廃棄体重量、廃液量、比重、固型分濃度による確認 $\frac{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}] - \text{廃液量}[\ell] \times \text{比重}[\text{kg}/\ell] \times \text{固型分濃度}[\text{kg}/\text{kg}]}{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}]} \geq 0.5$		

#### ■補足

アスファルト固化体の品質を保つため、各種試験結果等により、固型化できるように固型化材料と放射性廃棄物との配合割合を定めている。

アスファルト固化装置にて、固型化するに際し、アスファルトと廃棄物の投入割合は、計量装置により管理されているため、配合の方法、装置の性能、運転記録により確認できる。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (4) 配合比 (プラスチック固化体)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (配合比)
液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。		
保安規定 別表2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・アスファルト又は不飽和ポリエステル樹脂を用いて放射性廃棄物を固型化する場合は、廃棄体中の固型化材料の重量が廃棄体の重量から容器の重量を差し引いた重量のそれぞれ50%以上又は30%以上となるようにすること。		
確認方法		
確認すべき記録等を示す①および②にて、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①廃棄体の製作方法	(1) 配合の方法について (運転マニュアルおよび運転シーケンス) (2) 廃棄物等の配合割合 (3) 計量装置の性能	
②運転記録	固型化材料である「不飽和ポリエステル樹脂の投入量」と「廃棄物の投入量」を運転記録にて確認し、配合比を算出の上確認する。 算出方法の例示を以下に示す。	
(1) 不飽和ポリエステル樹脂量、密度、廃棄体重量、ドラム重量による確認 $\frac{\text{不飽和ポリエステル樹脂量}[\ell] \times \text{密度}[\text{kg} / \ell]}{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}]} \geq 0.3$ (2) 不飽和ポリエステル樹脂量、密度、廃棄物重量による確認 $\frac{\text{不飽和ポリエステル樹脂量}[\ell] \times \text{密度}[\text{kg} / \ell]}{\text{不飽和ポリエステル樹脂量}[\ell] \times \text{密度}[\text{kg} / \ell] + \text{廃棄物重量}[\text{kg}]} \geq 0.3$ (3) 廃棄体重量、ドラム重量、廃棄物重量による確認 $\frac{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}] - \text{廃棄物重量}[\text{kg}]}{\text{廃棄体重量}[\text{kg}] - \text{ドラム重量}[\text{kg}]} \geq 0.3$		

#### ■補足

プラスチック固化体の品質を保つため、各種試験結果等により、固型化できるように固型化材料と放射性廃棄物との配合割合を定めている。

プラスチック固化装置にて、固型化するに際し、不飽和ポリエステル樹脂と廃棄物の投入割合は、計量装置により管理されているため、配合の方法、装置の性能、運転記録により確認できる。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (5) 硬さ値(プラスチック固化体)

埋設規則条項	規則第8条第2項第一号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (硬さ値)
<p>液体状の放射性廃棄物又はイオン交換樹脂、焼却灰、フィルタスラッジその他の粉状若しくは粒状の放射性廃棄物若しくはこれらを成型した放射性廃棄物にあつては、容器に固型化してあること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ(7m)からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・不飽和ポリエステル樹脂を用いて放射性廃棄物を固型化する場合は、固型化された放射性廃棄物のJIS K 7215に定める方法により測定した硬さ値が25以上であること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①および②にて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①測定記録</p>	<p>(1)測定記録にて、責任者、測定年月日、測定値、測定対象廃棄物を確認する。                      (2)測定マニュアルについて確認する。                      JIS K 7215(プラスチックのデュロメーター試験法)による測定の場合はJISに基づいて測定したことを確認する。                      現場測定用の簡易型のデュロメーターで測定した場合は次の評価式を用いて測定値を算出した上で確認する。  <math display="block">HD_{23} = [HD_t + 0.01 \times (130 - HD_t) \times (t - 23)] \times 0.9</math>                     HD<sub>23</sub>: 23℃におけるHDDによる硬さ値                      HD<sub>t</sub>: t℃における簡易型の硬さ計による測定値                      T: 測定時の温度</p>	
<p>②運転記録</p>	<p>(1)固型化材料の配合比および固型化材料に対する開始剤および促進剤の添加割合の範囲が妥当であることを確認する。                      (2)運転マニュアルもしくは運転シーケンスにより運転管理が適切にされたことを確認する。                      (3)当該廃棄物については、どの固型化装置のどの配合条件等で製作されたものであるかを確認し、「固型化材料の投入量」、「廃棄物の投入量」および「開始剤及び促進剤の添加量」を運転記録により確認する。</p>	

## ■補足

1. プラスチック固化体の品質を保つため、その硬さおよび測定方法を定めたものであり、測定方法として品質管理に用いることが適しているデュロメーター硬さ試験法を採用し、また硬さ値（25）を定めることとしたものである。

### (1)測定記録

廃棄体製作時に測定した硬さ値の記録により確認する。

硬さ値が25以上についての測定は、JIS K 7215 で定められている硬さ値の試験方法においては、デュロメーターを使用することとしている。

### (2)運転記録

プラスチック固化装置にて、固型化するに際し、不飽和ポリエステル樹脂と廃棄物等を適切な投入割合にて投入し、練り混ぜられていれば、硬さ値が25以上を満足すると考えられるので運転記録により確認できる。

## 2. 簡易型のデュロメーターについて

(1)プラスチック固化体の硬さ値に関する受入基準では、プラスチック固化体の硬さ値をJIS K 7215に従って測定し、その値が25以上であることを確認することとしている。JIS K 7215 では温度・湿度等の測定条件を規定しているが、原子力発電所においてドラム缶サイズの廃棄体を JIS の条件に従って測定することは困難である。このため、発電所の環境条件で測定した値を JIS の測定条件に換算して硬さ値を判断することとする。

### (2)JIS で規定されている条件と硬さ値の関係

JIS では測定条件として相対湿度、試料表面の滑らかさ、試料温度、デュロメーターの押付け方法が規定されている。各条件が固化体の硬さ値に与える影響は以下のとおりである。

#### ①相対湿度

相対湿度と硬さ値の関係は、相対湿度50%の場合が最も高い値を示す。つまり、JIS の条件から外れた場合は、実際の硬さ値より小さい値を示す。このことにより、湿度の補正をしない値は安全側の評価になる。

#### ②試料表面の滑らかさ

プラスチック固化体は液体が反応して固体となったものである。その表面は平らであり、硬さ値に与える影響は小さく無視できる程度のものである。

#### ③試料温度

試料温度が硬さ値に与える影響は試料温度が高くなると硬さ値は低くなる傾向にある。温度補正式としては、JISで定める下記の式を適用する。

$$HD_{23} = HD_t + \beta (130 - HD_t)(t - 23) \quad [\text{HDDの場合} : \beta = 0.11]$$

#### ④デュロメーターの押付け方法

作業員により手動で簡易型のデュロメーターを試料に押付け測定した場合はJIS に規定された器具を使用して測定した場合より 1割程度（以下）大きな値を示す。このことにより、実廃棄体の硬さ値の測定を手動により行う場合は、その値を 0.9倍して評価する。

(3)測定値の換算方法

(2)により簡易型のデュロメーターで測定した場合の硬さ値は、次の式で算出された値とすることが妥当である。

$$HD_{23} = [HD_t + 0.01 \times (130 - HD_t) \times (t - 23)] \times 0.9$$

HD<sub>t</sub> : 簡易型のデュロメーターによる測定値

【測定条件と硬さ値】

検討項目	JIS測定条件	判断の検討範囲	結果および評価												
相対湿度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 50±5%</li> <li>・ JIS換算式なし</li> </ul>	23, 50, 100%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 変動幅が小さいが相対湿度50%の 때가最も硬さ値が高い。</li> <li>・ 硬さ値≥HDD25であればよい。</li> </ul>												
試験片表面の滑らかさ	試験面およびその裏面は滑らかで、かつ清浄であること。	表面粗さ (JIS B 0601) で規定 (8~27 μm)	・ 影響なし												
試料温度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 23±2 °C</li> <li>・ 換算式により温度補正</li> </ul>	0, 23, 40°C	<table border="1"> <thead> <tr> <th>°C</th> <th>実際値</th> <th>JIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>42</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>7</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	°C	実際値	JIS	0	42	44	23	25	25	40	7	5
°C	実際値	JIS													
0	42	44													
23	25	25													
40	7	5													
測定方法	水平な試料台と押付け荷重 (5kgf) の使用	JIS条件準拠とデュロメーター手持ち測定の比較 (測定角度パラメータ : 90, 85, 80度)	・ 手動測定は1割程度高い値を示す。												

■参考文献

- ・ 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・ 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正) JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 1. 固型化の方法

(6) 練り混ぜ・混合（セメント①：インドラムミキシング方式またはアウトドラムミキシング方式）

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (練り混ぜ・混合)
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・固型化にあたっては、試験等により固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均質に練り混ぜ、又はあらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均一に混合できることが確認された固型化設備及び運転条件によって固型化してあること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①および②または①および③にて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①廃棄体の製作方法	<p>(1) 廃棄物等の投入順序および量                      (2) 固型化に用いた装置の性能                          i 練り混ぜ回転数                          ii 練り混ぜ時間                          iii 攪拌装置の形状</p>	
②運転記録	<p>(1) 廃棄物または廃棄物＋水の投入量                      (2) セメントの投入量                      (3) 混和材の種類および量                      (4) 練り混ぜ回転数                      (5) 練り混ぜ時間                      (6) 廃棄体（電力固有）番号                      (7) 作業年月日                      ただし、一部マニュアル確認を含む。</p>	
③超音波伝播速度の測定記録	<p>(1) 超音波伝播速度の測定方法                      (2) 超音波伝播速度と一軸圧縮強度との相関曲線                      (3) 超音波伝播速度の測定記録                      (4) 廃棄体（電力固有）番号                      (5) 測定年月日</p>	

■補足

1. 廃棄物は固型化材料により、偏在することなく一様に固型化されなければならないことを定めることとしたものである。

(1)セメントの練り混ぜ性（①廃棄体の製作方法および②運転記録）

一般に、セメントと水は、その配合（水／セメント比）を適切に調整すれば、ミキサーにより容易に練り混ぜることができる。すなわち、セメントに対して水が不足すれば、練り混ぜは困難になり、逆にセメントに対して水が過剰になれば、練り混ぜは容易になるが強度の低下やコンクリートの場合等では骨材の分離が生じる。

また、配合の他に練り混ぜ装置、練り混ぜ時間、回転数も練り混ぜ性に影響を与える。

よって、廃棄体が適切な運転条件にしたがい、かつ、セメントと廃棄物等の投入割合が適切な範囲内であれば良好な練り混ぜが行われたこと判断できると考えられる。

(2)超音波伝播速度と練り混ぜ（①廃棄体の製作方法および③超音波伝播速度の測定記録）

モルタル等セメントを用いた固型物の一軸圧縮強度には一般に水、セメント、骨材の配合比率、これらの練り混ぜ手順、練り混ぜ状態、養生期間が影響すると言われている。

セメント固化体の一軸圧縮強度は、水/セメント比等と相関関係があることは、試験により確認されており、廃棄体の製作にあたっては、練り混ぜが可能な範囲内において、適切な一軸圧縮強度が得られるように配合比が設定されている。

なお、一軸圧縮強度は、超音波伝播速度を測定することにより決定されるため、練り混ぜの判断基準としては、超音波伝播速度が適切な値以上であればよいと判断できる。

2. 廃棄体の製作方法および超音波伝播速度の測定記録により練り混ぜ性を確認する場合

ミキシング方式のセメント固化体は、セメントと廃棄物等が練り混ぜられて、はじめて所定の強度が出現し固化する。したがって、所定の強度が得られていることが超音波伝播速度を測定した記録により確認されたセメント固化体は、使用した固化装置等廃棄体の製作方法に関する事項が確認されれば、適切な「練り混ぜ」が行われたものと判断することができる。

(1)セメント固化体の「練り混ぜ」および「一軸圧縮強度」への影響因子の比較

下表に示すとおり、練り混ぜ終了後の「一軸圧縮強度」への影響因子である養生期間以外は全て共通の因子である。

養生期間について見ると、セメント固化体は、埋設するまでに6ヶ月以上発電所において保管することとしているので、強度発現の観点からは十分な期間がある。

養生期間以外の因子については、発電所に設置された固化装置ではあらかじめ試験を行い、「練り混ぜ」や「一軸圧縮強度」に適切な条件を設定して運転を行っている。このため、「練り混ぜ」の観点から固化装置の運転モードごとに、その運転条件（廃棄物の投入順序、攪拌装置の形状、練り混ぜ時間および練り混ぜ回転数）を廃棄体の製作方法に関する書類にて確認したあと、「一軸圧縮強度」が適切な練り混ぜ状態を表す値以上であることについて、超音波伝播速度を測定した記録により確認されれば、適切な「練り混ぜ」が確認できる。

確認項目	練り混ぜ	一軸圧縮強度
影響因子	①廃棄物等の投入順序	①練り混ぜ手順 ②練り混ぜ状態
	②攪拌装置の形状	
	③練り混ぜ時間および練り混ぜ回転数	③各材料の配合 ④養生期間
	④セメントと廃棄物等の投入割合	
	—	

(2)適切な練り混ぜ状態を表す「超音波伝播速度」について

適切な練り混ぜ状態であることの確認は、前述のとおり「一軸圧縮強度」が規定値以上得られていればよい。

また、「一軸圧縮強度」と「超音波伝播速度」との間には以下の関係式が成立するため、規定値以上の一軸圧縮強度に対応する超音波伝播速度が測定した記録により確認できれば適切な練り混ぜが行われたと判断できる。

$$\sigma = 98 \times 10^{1.05} V^{2.81}$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)

$V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

なお、電力中央研究所が適切な練り混ぜが行われているとして、設定した運転条件で製作されたセメント固化体の一軸圧縮強度の値を調査し、これに対応した超音波伝播速度の基準値について検討を行った。

この結果、適切な練り混ぜが行われたセメント固化体の一軸圧縮強度の値は7,840 (kPa) (80 (kg/cm<sup>2</sup>)) 以上であると考えられ、これに対応する超音波伝播速度の値は2.0 (km/s) 以上となる。

したがって、セメント固化体について超音波伝播速度を測定し、その値が2.0 (km/s) 以上であるならば、練り混ぜ状態は良好であると判断できる。

新規に製作する廃棄体については、模擬廃棄物を用いた試験結果にて適切な練り混ぜが行われているとして設定した運転条件で製作された模擬廃棄体の一軸圧縮強度の値から、良好な練り混ぜ状態の判断の目安値を設定可能である。

ペレット等固化体および乾燥粉体固化体の場合、「一軸圧縮強度」と「超音波伝播速度」との間には以下の関係式が成立するため、規定値以上の一軸圧縮強度に対応する超音波伝播速度が測定した記録により確認できれば、適切な練り混ぜが行われたと判断できる。

$$\sigma = 460 \times V^{2.80}$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)

$V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

ペレット等固化体の場合、適切な練り混ぜが行われたセメント固化体の一軸圧縮強度の値は6,800 (kPa) 以上であると考えられ、これに対応する超音波伝播速度の値は2.6 (km/s) 以上となる。

したがって、ペレット等固化体について超音波伝播速度を測定し、その値が2.6 (km/s) 以上であるならば、練り混ぜ状態は良好であると判断できる。

また、乾燥粉体固化体の場合、適切な練り混ぜが行われたセメント固化体の一軸圧縮強度の値は4,460 (kPa) 以上であると考えられ、これに対応する超音波伝播速度の値は2.3 (km/s) 以上となる。

したがって、乾燥粉体固化体について超音波伝播速度を測定し、その値が2.3 (km/s) 以上であるならば、練り混ぜ状態は良好であると判断できる。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)
- ・ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂1)  
JNES-SS-0623 (2007年3月)
- ・中部電力(株)浜岡原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9005 (平成26年2月)
- ・東京電力柏崎刈羽原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9006 (平成26年2月)

## 1. 固型化の方法

(6) 練り混ぜ・混合 (セメント②：真空注入方式)

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (練り混ぜ・混合)
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・固型化にあたっては、試験等により固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均質に練り混ぜ、又はあらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均一に混合できることが確認された固型化設備及び運転条件によって固型化してあること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①および②または①および③にて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①廃棄体の製作方法</p>	<p>(1) ドラム缶へのバーミキュライトセメントの充填時期 (2) 廃棄物の投入時期と真空度 (3) 固型化に用いた装置の性能     i 真空度     ii 注入装置の形状</p>	
<p>②運転記録</p>	<p>(1) 廃棄物または廃棄物+水の投入量 (2) バーミキュライトセメントの投入量 (3) 混和材料およびポルトランドセメントの配合比 (4) 真空度 (5) 廃棄体 (電力固有) 番号 (6) 作業年月日 ただし、一部マニュアル確認を含む。</p>	
<p>③超音波伝播速度の測定記録</p>	<p>(1) 超音波伝播速度の測定方法 (2) 超音波伝播速度と一軸圧縮強度との相関曲線 (3) 超音波伝播速度の測定記録 (4) 廃棄体 (電力固有) 番号 (5) 測定年月日</p>	

■補足

1. 廃棄物は固型化材料により、偏在することなく一様に固型化されなければならないことを定めることとしたものである。

(1)真空注入方式の混合性（①廃棄体の製作方法および②運転記録）

真空注入方式は、あらかじめ一定量（約 4.5 袋）のバーミキュライトセメント（購入時に既にポルトランドセメントとバーミキュライトが 8：1 の重量割合で混合されたもの）を充填したドラムに真空ポンプを接続し、ドラム内が所定の真空度に達した時、廃液を注入し、固化するシステムである。

真空注入方式では、その原理から混合性は、バーミキュライトセメントの投入量および真空度と密接な関係がある。

したがって、廃棄体が適切な運転条件にしたがい、かつ、真空度が適切な範囲にあれば良好な混合が行われたと判断できるものと考えられる。

(2)超音波伝播速度と混合性（①廃棄体の製作方法および③超音波伝播速度の測定記録）

真空注入方式では、その原理から一軸圧縮強度は、バーミキュライトセメントの投入量および真空度、養生期間等と関係がある。

セメント固化体の一軸圧縮強度は、混合性と相関関係があることは試験により確認されており、廃棄体の製作にあたっては、適切な一軸圧縮強度が得られるようにバーミキュライトセメントの投入量および真空度が設定されている。

なお、一軸圧縮強度は、超音波伝播速度を測定することにより決定されるため、練り混ぜ・混合の判断基準としては、超音波伝播速度が適切な値以上であればよいと判断できる。

2. 廃棄体の製作方法および超音波伝播速度の測定記録により混合性を確認する場合

真空注入方式のセメント固化体は、廃液がバーミキュライトセメントの空隙に行き渡って、はじめて所定の強度が出現し固化する。したがって、所定の強度が得られていることが超音波伝播速度を測定した記録により確認されたセメント固化体は、使用した固化装置等廃棄体の製作方法に関する事項が確認されれば、適切な「混合」が行われたものと判断することができる。

(1)セメント固化体の「混合」および「一軸圧縮強度」への影響因子の比較

下表に示すとおり、混合終了後の「一軸圧縮強度」への影響因子である養生期間以外は全て共通の因子である。

養生期間について見ると、セメント固化体は、埋設するまでに6ヶ月以上発電所において保管することとしているので、強度発現の観点からは十分な期間がある。

養生期間以外の因子については、発電所に設置された固化装置ではあらかじめ試験を行い、「混合」や「一軸圧縮強度」に適切な条件を設定して運転を行っている。

このため、「混合」の観点から固化装置の運転モードごとに、その運転条件（廃棄物等の投入順序、注入装置の形状、バーミキュライトセメントと廃棄物等の投入割合、真空度）を廃棄体の製作方法に関する書類にて確認したあと、「一軸圧縮強度」が適切な混合状態を表す値以上であることについて超音波伝播速度を測定した記録により確認されれば、適切な「混合」が確認できる。

確認項目	練り混ぜ	一軸圧縮強度
影響因子	①廃棄物等の投入順序	①混合手順
	②注入装置の形状	②混合状態
	③真空度	③各材料の配合
	—	④養生期間

(2)適切な混合状態を表す「超音波伝播速度」について

適切な混合状態であることの確認は、前述のとおり「一軸圧縮強度」が規定値以上得られていればよい。また、「一軸圧縮強度」と「超音波伝播速度」との間には以下の関係式が成立するため、規定値以上の一軸圧縮強度に対応する超音波伝播速度が測定記録により確認できれば、適切な混合が行われたと判断できる。

$$\sigma = 98 \times 10^{1.06} V^{1.36}$$

$\sigma$  : 一軸圧縮強度 (kPa)

$V$  : 超音波伝播速度 (km/s)

なお、電力中央研究所が適切な混合が行われているとして、設定した運転条件で製作されたセメント固化体の一軸圧縮強度の値を調査し、これに対応した超音波伝播速度の基準値について検討を行った。

この結果、適切な混合が行われたセメント固化体の一軸圧縮強度の値は2,450 (kPa) (25 (kg/cm<sup>2</sup>)) 以上であると考えられ、これに対応する超音波伝播速度の値は1.8 (km/s) 以上となる。

したがって、セメント固化体について超音波伝播速度を測定し、その値が1.8 (km/s) 以上であるならば、混合状態は良好であると判断できる。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 1. 固型化の方法

### (6) 練り混ぜ・混合 (アスファルト)

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (練り混ぜ・混合)
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ (7m) からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・固型化にあたっては、試験等により固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均質に練り混ぜ、又はあらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均一に混合できることが確認された固型化設備及び運転条件によって固型化してあること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①および②にて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①廃棄体の製作方法	<p>(1) 廃棄物等の投入順序                      (2) 固型化に用いた装置の性能                          i 混合蒸発装置の形状                          ii 練り混ぜ温度                          iii 練り混ぜ回転速度                          iv 廃棄物等の供給速度</p>	
②運転記録	<p>(1) 廃棄物または廃棄物+水の投入量                      (2) アスファルトの投入量                      (3) 廃棄物等の供給速度                      (4) 練り混ぜ温度                      (5) 練り混ぜ回転速度                      (6) 廃棄体 (電力固有) 番号                      (7) 作業年月日                      ただし、一部マニュアル確認を含む。</p>	

## ■補足

1. 廃棄物は固型化材料により、偏在することなく一様に固型化されなければならないことを定めることとしたものである。

### (1) アスファルトの練り混ぜ性（①廃棄体の製作方法および②運転記録）

アスファルトの粘性を適切に維持、すなわち、練り混ぜ温度を適切に管理すれば、アスファルト中に固形分を均質に分散するように容易に練り混ぜることができる。

一方、廃棄物の供給速度または練り混ぜ回転速度も練り混ぜ性に影響を与える。

したがって、廃棄体が適切な運転条件にしたがい、かつ、アスファルトと廃棄物等の投入割合が、適切な範囲にあれば良好な練り混ぜが行われたと判断できるものと考えられる。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 1. 固型化の方法

(6) 練り混ぜ・混合（プラスチック：インドラムミキシング方式またはアウトドラムミキシング方式）

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (練り混ぜ・混合)
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・固型化にあたっては、試験等により固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均質に練り混ぜ、又はあらかじめ均質に練り混ぜた固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料と放射性廃棄物を均一に混合できることが確認された固型化設備及び運転条件によって固型化してあること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①および②にて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①廃棄体の製作方法</p>	<p>(1) 廃棄物等の投入順序 (2) 固型化に用いた装置の性能     i 攪拌装置の形状     ii 練り混ぜ時間     iii 練り混ぜ回転数</p>	
<p>②運転記録</p>	<p>(1) 廃棄物または廃棄物+水の投入量 (2) プラスチックの投入量 (3) 練り混ぜ時間 (4) 練り混ぜ回転数 (5) 開始剤および促進剤の投入量 (6) 廃棄体（電力固有）番号 (7) 作業年月日 ただし、一部マニュアル確認を含む。</p>	

## ■補足

1. 廃棄物は固型化材料により、偏在することなく一様に固型化されなければならないことを定めることとしたものである。

### (1) プラスチックの練り混ぜ性 (①廃棄体の製作方法および②運転記録)

プラスチックと廃棄物等の投入割合については、廃棄物の種類およびプラスチックの種類に依存する。

したがって、個々のプラスチックの種類および廃棄物の種類毎にその配合比に適切な範囲を設定する必要がある、

一方、上記以外に練り混ぜ時間および回転数も練り混ぜ性に影響を与える。

したがって、適切な運転条件にしたがい、かつ、プラスチックと廃棄物等の投入割合が、適切な範囲にあれば、良好な練り混ぜが行われたと判断できるものと考えられる。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (7) 有害な空げき

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (有害な空げき)
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。</p>		
<p>・容器内に有害な空げき*が残らないようにすること。          ※上部空げきが体積で30%（固型化した廃棄物の上面から容器の蓋の下面までの長さが約25cm）を超えないこと</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①～③のいずれかにて、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①透過γ線法による測定記録</p>	<p>(1)測定方法                  (2)測定記録                  (3)廃棄体（電力固有）番号                  (4)作業年月日                  測定方法は、ドラム缶をスパイラル状に上昇させ、透過γ線の計数が急激に減少する点より固化体上部界面を求める。                  ただし、固化体の放射エネルギーが高い場合は固化体内部からのγ線の影響により測定精度が悪化するため、固化体内部からのγ線の計数を別途測定し、その変化率より固化体上部界面を求める。</p>	
<p>②超音波レベル計による測定記録</p>	<p>(1)測定方法                  (2)測定記録                  (3)廃棄体（電力固有）番号                  (4)作業年月日                  超音波が測定対象で反射して送受波器に戻る伝播時間を測定することにより、上部空隙を測定する</p>	



#### ■補足

廃棄物埋設施設に廃棄体を埋設後、陥没の惹起を防止するために定めたものである。

有害な空隙としては、均質固化体の場合には、その製作方法から廃棄体内部に空隙が残ることは考え難い。

したがって、廃棄体上部の空隙を考慮すればよい。

埋設事業許可申請書では、平均で30%（約25cm）の上部空隙を想定して安全性の評価がなされている。

したがって、有害な空隙を明確に定量化することは困難であるが、少なくとも「上部空隙が30%を超えない」ものについては、有害ではないと考えられる。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）
- ・ペレット・グラニユール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505（2005年10月）
- ・ペレット・グラニユール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について（改訂1）  
JNES-SS-0623（2007年3月）

# 1. 固型化の方法

## (8) 技術基準適合性

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	技術基準適合性
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2		
放射線障害防止のため、廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（7m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に固型化してあること。		
・上記（1）から（7）の項目を確認することによって、埋設規則第8条第2項第6号及び第7号への適合性が確認されたものであること。		
確 認 方 法		
確認すべき記録等に示す①～⑦について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①固型化材料	「1. 固型化の方法（1）固型化材料」に示したところにより確認する。	
②容器	「1. 固型化の方法（2）容器」に示したところにより確認する。	
③一軸圧縮強度	「1. 固型化の方法（3）一軸圧縮強度」に示したところにより確認する。	
④配合比	「1. 固型化の方法（4）配合比」に示したところにより確認する。	
⑤硬さ値	「1. 固型化の方法（5）硬さ値」に示したところにより確認する。	
⑥練り混ぜ・混合	「1. 固型化の方法（6）練り混ぜ・混合」に示したところにより確認する。	
⑦有害な空げき	「1. 固型化の方法（7）有害な空げき」に示したところにより確認する。	

## ■補足

1. 規則第8条第2項第六号（埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること）の技術基準適合性について

(1) 「1. 固型化の方法（2）容器」を確認することで担保する根拠

埋設が終了するまでの間において受けるおそれのある荷重は、廃棄体を俵積み方式により定置した場合に最上段の廃棄体定置完了後に最下段の廃棄体が受ける荷重が最大荷重であるため、その最大荷重を想定した容器による試験により、耐えられる強度と密封性を有することが確認されている。

したがって、試験に使用した容器と同等以上の強度および密封性を有する容器で製作された廃棄体については、容器を確認することにより荷重に耐えられる強度が担保される。

(2) 容器のみによる試験について

① 廃棄体に要求される耐埋設荷重

埋設された場合において受けるおそれのある荷重については次のように考えられる。

廃棄体の重量を0.5ton（1号廃棄体重量上限）として、8段俵積み時の最下段の廃棄体に対する最大荷重は、吊り具負荷を考慮して6.25tonである。

したがって、廃棄体は6.25ton以上の強度を有することが必要である。

② 強度（耐埋設荷重）担保の考え方

廃棄体の耐荷重強度は固化体の強度ではなく、容器の強度により担保されることが考えられる。

現状の埋設形態では、廃棄体はJIS Z 1600に定められている容器またはこれと同等以上の強度および密封性を有するものを使用している。

本容器の強度について確認し、十分な強度を有していることにより耐埋設荷重強度を担保する。

③ 試験方法

試験は門型架構中の支持架台にドラム缶（JIS Z 1600 H級 2輪体 ボルト式バンド）を乗せ、俵積みを模擬した加圧治具を介して油圧ジャッキで負荷した。

④ 荷重試験結果

荷重に対する容器変位量の増加傾向は少なくとも8tonまではほぼ直線的であり、安定した耐荷重性を示している。

8tonにおける変位量も36mmと極めて小さな値となっている。

したがって、容器は約8tonの耐荷重強度を有すると判断できる。

2. 規則第8条第2項第七号（廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと）の技術基準適合性について

(1) 技術基準に対する廃棄物受入基準の考え方について

技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」について、「極めて少ない量」と判断する基準は、事業許可申請書添付書類七において事故時の影響評価で用いている内容物の飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」とする。

この評価の結果では、事業許可を受けた最大放射能濃度で、保守的に想定される最大重量の廃棄体が落下したと想定し、前述した飛散率によって放出された放射性物質を一般公衆が吸入摂取した場合の被ばく評価を行い、著しい放射線被ばくのリスクはないことが示されていることから、基準は妥当であると考えられる。

しかし、受け入れる廃棄体を実際に落下させて飛散率を確認することは現実的ではないため、受け入れる廃棄体と同様の方法で容器に固型化することで同等の性状を有すると考えられる模擬廃棄体を用いて8mから落下させた試験において、模擬廃棄体からの漏出が $1 \times 10^{-5}$ を大きく下回る量であったことから、廃棄物受入基準のうち、「1. 固型化の方法」を確認することで当該技術基準の適合性を判断できると考える。また、落下時の衝撃が試験から大きく逸脱しないよう、想定される最大の高さについても条件として明示し、「9. 廃棄体重量」により事業許可申請において想定されている廃棄体の最大重量を超えないことも確認する。

なお、要求事項は「飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」であることから「2. 最大放射能濃度」も当該技術基準に関連する項目と位置づける。

(2) 廃棄体落下試験について

電気事業者および日本原燃は1995年に共同で充填固化体の廃棄体落下試験（以下、「落下試験」）を実施している。

落下試験に用いた実大模擬廃棄体は、埋設規則の技術基準や告示の廃棄体仕様を踏まえた「廃棄体製作マニュアル」（現在の充填固化体の標準的製作方法）に基づき製作したものである。

具体的な製作条件は以下のとおり。

【固型化材料】

- ・ JIS R 5210 (1992) 若しくは JIS R 5211 (1992) に定めるセメント

【容器】

- ・ JIS Z1600 に定める 200 リットルドラム缶（H級）
- ・ 内張厚さまたはドラム缶内壁と内籠の間隔は 30 mm を目標に製作
- ・ 内籠は鋼製網目状の容器を使用。

【固型化方法】

- ・ 十分な練り混ぜ性能を有する固型化設備による混練
- ・ モルタルの P ロートによる流下時間は約 50 秒（高性能減水を使用しているため、落下試験に注入条件は直接影響しない。）
- ・ 固型化材料等の注入速度が約 25L/min

落下試験を行う模擬廃棄体の種類は、耐衝撃強度に影響すると考えられる収納容器種類と、落下衝撃に影響すると考えられる廃棄体重量の観点から以下の5種類を選定している。

- ・ A型非圧縮物ドラム缶収納（ドラム缶収納ケース、平均的な重量のケース）
- ・ B型非圧縮物内張容器収納（内張容器収納ケース）
- ・ B型非圧縮物内籠容器収納（内籠容器収納ケース）
- ・ B型圧縮物内籠収納（重量の小さいケース）
- ・ A型溶融体ドラム缶収納（重量の大きいケース）

補足：廃棄体の型式設定

[A廃棄体]：廃棄物自体の強度が十分であり、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮、溶融）を行った廃棄物で、容器に直接収納した廃棄体

[B廃棄体]：廃棄物自体の強度が低く、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮）を行った廃棄物で、内籠又は内張容器に収納した廃棄体

落下試験は充填固化体が埋設される2号埋設施設に定置する際のクレーンによる最大吊り上げ高さ（8m）から床面に自由落下させ、廃棄体外へ漏出した内容物の量を確認した。結果は下表のとおり。この試験は漏出物の重量を測定したものであり、実際に浮遊し、従事者の放射線障害や作業環境の著しい悪化につながるような粒子の割合は、この漏出率よりもさらに小さくなるものと考えられる。

型式	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]
A	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0
B	非圧縮物	密	内張容器	461	104	$2.3 \times 10^{-7}$
B	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0
B	圧縮体	—	内籠容器	389	249	$6.4 \times 10^{-7}$
A	溶融体	—	ドラム缶	870	87	$1.0 \times 10^{-7}$

\*1：（溶出率[-]）＝（漏出物重量[kg]）／（廃棄体重量[kg]）

(3) 「1. 固型化の方法」全体を確認することで良いとする根拠

上記の落下試験の結果、漏出率は最大で $6.4 \times 10^{-7}$ であり、基準と考える飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に対し一桁以上小さい。また、収納容器種類、廃棄体重量の違いによって漏出率に特に傾向は見られず、収納廃棄物、収納状態の違いを含めても漏出率に影響する特定要因は見られないことから、落下試験における製作方法（固型化の方法）から大きく逸脱しない限りは、実際に埋設される廃棄体も同

等の結果が得られるものと考えられる。

固型化材料、容器はJIS規格に適合したものであれば、模擬廃棄体と実際の廃棄体の性能に大きな違いが出るとは考えにくい。また、廃棄物種類、収納状態に関して模擬廃棄体は実際に埋設される廃棄体を網羅した設定となっており、固型化方法については落下試験時よりも、一体となるように充填する方法（固型化材料の流動性、注入速度の管理など）が確立されているため、模擬廃棄体に比べ実際の廃棄体の方が漏えいに強いと考えられる。

廃棄体重量は2020年2月末時点での2号廃棄体の受入実績によると最大で950kgであるため落下試験の最大重量+10%程度超過しているが、重量の増加と漏出率の増加に相関関係は認められないこと、基準である飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に比べ落下試験の漏出率が一桁以上小さいことを考えると十分許容できる範囲と考える。

したがって、落下試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、飛散率 $1 \times 10^{-5}$ を超えることはなく、（廃棄体の最大吊り上げ高さの想定条件を明示した上で、）廃棄体受入基準での「1. 固型化の方法」全体を確認することにより、技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」は担保されるものとする。

また、1号廃棄体の落下による衝撃により飛散または漏えいする量が「 $1 \times 10^{-5}$ 」より少ないことについては、充填固化体の廃棄体落下衝撃試験結果を踏まえ、1号廃棄体（重量：500kg以下）取り扱い時における最大吊り上げ高さは7mであり、その高さから落下した場合の衝撃荷重は、2号廃棄体の試験と同等以下であることは明白であることから、1号廃棄体落下時における飛散率についても、申請書飛散率条件を超えないと想定される。

したがって落下衝撃試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、同様に、「1. 固型化の方法」全体を確認することにより担保されるものとする。

## ■参考図書

- ・ 充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）
  - ・ 改訂 1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・ 模擬充填固化体による載荷試験結果について  
平成11年5月  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)

## 2. 最大放射能濃度

埋設規則条項	規則第8条第2項第三号 規則第8条第2項第七号	最大放射能濃度
放射能濃度が許可申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2		
<p>次のいずれか方法により、受入れ時の放射能濃度が別表2の3に示す1号廃棄体の最大放射能濃度を超えないことを確認されたものであること。</p> <p>(1)スケーリングファクタ法  (2)平均放射能濃度法  (3)非破壊外部測定法  (4)理論計算法  (5)原廃棄物分析法</p> <p>スケーリングファクタ等については別紙のとおりとする。</p>		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①放射能濃度の測定記録	<p>以下の内容について確認する。</p> <p>(1)非破壊外部測定法による測定結果  (Co-60およびCs-137、柏崎刈羽のセメント固化体及び浜岡の乾燥粉体固化体については、Co-60)</p> <p>(2)計算結果  (スケーリングファクタ法、理論計算法、平均放射能濃度法、原廃棄物分析法を適用する核種の場合)</p> <p>(3)測定年月日  (4)整理番号  (5)測定装置の点検・校正記録</p>	

■補足

(1) 申請書等とは規則第6条において、「法第51条の2（事業の許可）第1項または法第51条の5（変更の許可及び届出）第1項の許可に係る申請書および法第62条の2（指定又は許可の条件）第1項の規定により許可の際に付された条件を記載した書類」をいい、平成2年11月15日付け2安第423号にて許可された当社の申請書等の最大放射能濃度は下表のとおりである。

保安規定 別表2の3 事業許可申請書に記載した最大放射能濃度

核種名	1号廃棄体 [Bq/ton]	核種名	1号廃棄体 [Bq/ton]
トリチウム	$3.07 \times 10^{11}$	ニオブ94	$8.51 \times 10^7$
炭素14	$8.51 \times 10^9$	テクネチウム99	$1.85 \times 10^7$
コバルト60	$2.78 \times 10^{12}$	ヨウ素129	$2.78 \times 10^5$
ニッケル59	$8.88 \times 10^9$	セシウム137	$1.04 \times 10^{11}$
ニッケル63	$1.11 \times 10^{12}$	アルファ線を放出する 放射性物質	$5.55 \times 10^8$
ストロンチウム90	$1.67 \times 10^{10}$		

(2) 廃棄体中の放射性物質の濃度は、「原子力安全委員会月報」通巻第159号「日本原燃産業(株)六ヶ所事業所における廃棄物埋設の事業に係る重要事項（廃棄体中の放射性物質濃度の具体的決定手順について）」に記載されている下表のいずれかの方法により決定する。

廃棄体中の放射能濃度の決定方法

決定方法	概要
非破壊外部測定法	廃棄体の外部から非破壊測定し、当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
スケーリングファクタ法	代表サンプルの放射化学分析値から得られるkey核種と難測定核種の相関関係と個々の廃棄体外部からの非破壊非破壊測定結果を組み合わせることで当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
理論計算法	原子炉燃焼計算等により理論的に当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
平均放射能濃度法	代表サンプルの放射化学分析値から得られる平均的な放射能濃度から当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
原廃棄物分析法	固型化処理直近プロセス廃棄物から試料を採取してこれを放射化学分析し、廃棄体中の放射能濃度を決定する方法

(3) 廃棄体中の放射性物質濃度を決定することが必要な放射性物質については、次の表の方法を用いることができる。

各放射性物質の生成機構および放射能濃度の決定方法

放射性物質の種類	生成機構	半減期(年)	決定方法	key核種
H-3	三体核分裂 ${}^2\text{H}(n, \gamma)$ ${}^{10}\text{B}(n, 2\alpha)$ ${}^{10}\text{B}(n, \alpha)$ $\text{Li}(n, n\alpha)$	$1.23 \times 10^1$	平均放射能濃度法	—
C-14	BWR/PWR: ${}^{17}\text{O}(n, \alpha)$	$5.73 \times 10^3$	PWR: スケーリングファクタ法	Co-60
	GCR: ${}^{14}\text{N}(n, p)$		BWR/GCR: 平均放射能濃度法	—
Co-60	${}^{59}\text{Co}(n, \gamma)$	$5.27 \times 10^0$	非破壊外部測定法	—
Ni-59	${}^{58}\text{Ni}(n, \gamma)$	$7.5 \times 10^4$	理論計算法	—
Ni-63	${}^{62}\text{Ni}(n, \gamma)$	$1.00 \times 10^2$	スケーリングファクタ法	Co-60
Sr-90	核分裂生成	$2.88 \times 10^1$	スケーリングファクタ法	Cs-137
Nb-94	${}^{93}\text{Nb}(n, \gamma)$	$2.0 \times 10^4$	BWR/PWR: スケーリングファクタ法	Co-60
			GCR: 平均放射能濃度法	—
Tc-99	${}^{98}\text{Mo}(n, \gamma)$ ${}^{99}\text{Mo}(\beta^-)$ 核分裂生成	$2.14 \times 10^5$	平均放射能濃度法	—
I-129	核分裂生成	$1.6 \times 10^7$	スケーリングファクタ法	Cs-137
Cs-137	核分裂生成	$3.02 \times 10^1$	非破壊外部測定法	—
全 $\alpha$	中性子多重捕獲	—	スケーリングファクタ法	Cs-137

ただし、福島第一原子力発電所のグラニュールについては、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、I-129、全 $\alpha$ に対し平均放射能濃度法を適用する。

また、柏崎刈羽原子力発電所のセメント固化体および浜岡原子力発電所の乾燥粉体固化体については、H-3、C-14、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137および全 $\alpha$ に対し原廃棄物分析法を適用する。

なお、原廃棄物分析法による核種組成比の設定については、添付2「均質・均一固化体のスケーリングファクタ等の継続使用の確認方法」のとおりとする。

#### ① スケーリングファクタ (SF) および平均放射能濃度について

スケーリングファクタおよび平均放射能濃度を別紙「放射能濃度に係るスケーリングファクタ等一覧」(以下、「別紙」という。)の別表1~7に示す。

別紙の別表1~7の値については、別に定める業務管理文書「均質・均一固化体のSF等設定状況」にて示す年度までに発生した廃棄物を固型化した廃棄体に対して適用できることとし、業務管理文書に示す年度より後に発生した廃棄体に対して適用できるかどうかについては、添付2「均質・均一固化体のスケーリングファクタ等の継続使用の確認方法」により確認する。

なお、スケーリングファクタ等の変更または新規設定が必要となった場合は、別に定める社内規定により確認および実施し、本内容を見直すものとする。

#### ② スケーリングファクタ法の適用範囲について

データのばらつきを考慮してスケーリングファクタが難測定核種の最大放射能濃度と交差する点のkey核種濃度の1/10をスクリーニングレベル (SL) とし、これを超えない範囲においてスケーリングファクタ法を適用できることとする。

スクリーニングレベルを別紙の別表8に示す。

なお、これを超える場合には当該難測定核種については直接的な方法である廃棄体破壊分析法により放射能濃度を決定できることとする。

## 放射能濃度に係るスケーリングファクタ等一覧

別表1

## スケーリングファクター一覧表

[key核種 : Co-60]

難測定核種	BWR		PWR				GCR
	従来材料プラント	低Co材料プラント	高脱塩塔捕捉率プラント		低脱塩塔捕捉率プラント		
			従来プラント	低Coプラント	従来プラント	低Coプラント	
C-14	—		<sup>1)</sup> $4.7 \times 10^{-1}$	<sup>1)</sup> $2.5 \times 10^0$	$1.3 \times 10^{-1}$	$1.3 \times 10^{-1}$	—
Ni-59	<sup>2)</sup> $\text{Ni-59}/\text{Ni-63} = 8 \times 10^{-3}$						
Ni-63	$6.2 \times 10^{-2}$	<sup>3)</sup> $2.3 \times 10^{-1}$	$9.5 \times 10^{-1}$				$1.7 \times 10^{-1}$
Nb-94	$1.5 \times 10^{-5}$	$1.7 \times 10^{-4}$	$2.7 \times 10^{-4}$				—

1) : 当該スケーリングファクタの適用開始時期および適用開始以前のスケーリングファクタは、別表2に示す。

2) : ORIGEN-2計算値

3) : 浜岡原子力発電所において平成8年度および平成9年度に発生したプラスチック固化体については、Ni-63をそれぞれ $3.7 \times 10^0$ 、 $1.9 \times 10^0$ とする。

[key核種 : Cs-137]

難測定核種	BWR			PWR	GCR
	福島第一1/2号	福島第一3/4号、敦賀1号	Cs-137低レベルプラント		
Sr-90	<sup>4)</sup> $7.2 \times 10^{-2}$	<sup>4) 5)</sup> $6.5 \times 10^{-3}$	<sup>4)</sup> $3.5 \times 10^{-1}$	$2.5 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$
I-129	$5.7 \times 10^{-7}$			$2.5 \times 10^{-8}$	$1.3 \times 10^{-7}$
全 $\alpha$	<sup>4)</sup> $8.2 \times 10^{-3}$	<sup>4) 5)</sup> $3.5 \times 10^{-4}$	<sup>4)</sup> $2.9 \times 10^{-2}$	<sup>6)</sup> $3.7 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-4}$

4) : 福島第一原子力発電所の濃縮廃液ペレット固化体（濃縮廃液ペレット固化体とグラニュールを混合した固化体のペレット側放射能濃度評価を含む。）については、Sr-90に対し $1.1 \times 10^{-1}$ を、全 $\alpha$ に対し $1.2 \times 10^{-2}$ とする。

5) : 敦賀1号において平成2年度以降に発生した廃棄体については、全 $\alpha$ を $8.7 \times 10^{-3}$ とする。また、平成16年度以降に発生した廃棄体については、Sr-90を $2.6 \times 10^{-1}$ とする。

6) : 敦賀2号において平成18年度以降に発生した廃棄体については、全 $\alpha$ を $7.5 \times 10^{-2}$ とする。

## グループ分類

グループ名	発電所名
従来材料プラント	福島第一、浜岡1/2号、島根（セメント固化体）、東海第二、敦賀1号
低Co材料プラント	女川、福島第二、島根（プラスチック固化体）、浜岡（平成11年度以降に発生したプラスチック固化体）
高脱塩塔捕捉率プラント（従来プラント）	泊1/2号、伊方3号、敦賀2号
高脱塩塔捕捉率プラント（低Coプラント）	美浜1~3号、高浜1/2号、伊方1/2号、玄海1/2号、川内1/2号
低脱塩塔捕捉率プラント（従来プラント）	高浜3/4号、大飯3/4号、玄海3/4号
低脱塩塔捕捉率プラント（低Coプラント）	大飯1/2号
Cs-137低レベルプラント	女川、福島第一5/6号、福島第二、浜岡、島根、東海第二

別表2 PWR の高脱塩塔捕捉率プラントにおける C-14 に対するスケーリングファクタの適用時期

		セメント固化体		アスファルト固化体		
		濃縮廃液		濃縮廃液		
スケーリング ファクタ		$1.3 \times 10^{-1}$	$4.7 \times 10^{-1}$	$1.3 \times 10^{-1}$	$4.7 \times 10^{-1}$	$2.5 \times 10^0$
スクリーニング レベル		$6.5 \times 10^9$	$1.8 \times 10^9$	$6.5 \times 10^9$	$1.8 \times 10^9$	$3.4 \times 10^8$
従来 プラント	泊 1/2号	—		～H9年度	H10年度～	
	伊方 3号	～H10年度	H11年度～	—		
	敦賀 2号	*		～H7年度	H8年度～	
低Co プラント	美浜 1～3号	—		～H16年度	H17～H21年度	H22年度～
	高浜 1/2号	—		～H8年度	H9～H16年度	H17年度～
	伊方 1/2号	—		～H12年度	H13～H22年度	H23年度～
	玄海 1/2号	—		～H12年度		H13年度～
	川内 1/2号	*		～H2年度	H3～H19年度	H20年度～

\* : スケーリングファクタは設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていない

— : 該当廃棄体未発生

別表3

H-3の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/t]

		セメント 固化体					アスファルト 固化体	プラスチック 固化体		
		濃縮 廃液	使用済 樹脂	スラッジ <sup>1)</sup>	濃縮 廃液 ペレット	ペレット 固化体 [重曹等添加]	蒸発 固化体	濃縮 廃液	濃縮 廃液	使用済 樹脂
BWR	女川 1号	$8.9 \times 10^6$	$3.3 \times 10^7$	—	—	—	—	—	—	—
	福島第一 1/2号	$1.1 \times 10^7$	—	—	<sup>1)</sup> $4.4 \times 10^6$	—	—	—	—	—
	福島第一 3/4号	$1.1 \times 10^7$	—	—		—	—	—	—	—
	福島第一 5/6号	$2.1 \times 10^7$	—	—		—	—	—	—	—
	福島第二 1/2号	$6.3 \times 10^6$	—	—	—	—	—	—	*	—
	浜岡 1/2号	$7.8 \times 10^6$	—	$1.6 \times 10^7$	—	—	—	—	$5.6 \times 10^5$	$2.4 \times 10^6$
	浜岡 1～3号	—	—	—	—	—	—	—	$5.6 \times 10^5$	—
	島根 1/2号	$2.2 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	$2.4 \times 10^7$	—	—	—	—	$7.1 \times 10^5$	$3.6 \times 10^6$
	東海 第二	$2.7 \times 10^7$	—	—	$4.3 \times 10^6$	$8.3 \times 10^6$	—	—	—	—
	敦賀 1号	$1.4 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$9.6 \times 10^6$	—	—
PWR	泊 1号	—	—	—	—	—	—	$8.3 \times 10^7$	—	—
	泊 1/2号	—	—	—	—	—	—	$9.2 \times 10^7$	—	—
	美浜 1～3号	$6.9 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$8.6 \times 10^7$	—	—
	高浜 1～4号	$1.1 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$8.6 \times 10^7$	—	—
	大飯 1/2号	$2.6 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$7.8 \times 10^7$	—	—
	伊方 1/2号	$2.7 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$1.7 \times 10^7$	—	—
	伊方 3号	$2.4 \times 10^8$	—	—	—	—	—	—	—	—
	玄海 1/2号	$1.4 \times 10^8$	—	—	—	—	—	$1.2 \times 10^8$	—	—
	玄海 3/4号	$2.5 \times 10^8$	—	—	—	—	—	—	—	—
	川内 1/2号	*	—	—	—	—	—	$2.1 \times 10^7$	—	—
敦賀 2号	*	—	—	—	—	—	$4.6 \times 10^7$	—	—	
GCR	東海	—	—	—	—	—	$4.0 \times 10^5$	—	—	—

\*：スケーリングファクタは設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていない

—：該当廃棄体未発生

1)：濃縮廃液ペレットの平均放射能濃度に安全裕度1.2を乗じた値。廃棄体の放射能濃度に換算するには [ペレット投入量] / [廃棄体重量] を乗じること。

別表4

C-14の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/t]

		セメント 固化体					アスファルト 固化体	プラスチック 固化体		
		濃縮 廃液	使用済 樹脂	スラッジ <sup>1)</sup>	濃縮 廃液 ペレット	ペレット 固化体 [重曹等添加]	蒸発 固化体	濃縮 廃液	濃縮 廃液	使用済 樹脂
BWR	女川 1号	$3.8 \times 10^4$	$4.8 \times 10^7$	—	—	—	—	—	—	—
	福島第一 1/2号	$1.5 \times 10^7$	—	—	<sup>1)</sup> $5.4 \times 10^8$	—	—	—	—	—
	福島第一 3/4号	$2.1 \times 10^7$	—	—	—	—	—	—	—	—
	福島第一 5/6号	$3.2 \times 10^7$	—	—	—	—	—	—	—	—
	福島第二 1/2号	$4.7 \times 10^6$	—	—	—	—	—	—	*	—
	浜岡 1/2号	$1.2 \times 10^6$	—	$2.3 \times 10^5$	—	—	—	—	$8.2 \times 10^6$	$1.5 \times 10^8$
	浜岡 1~3号	—	—	—	—	—	—	—	$8.2 \times 10^6$	—
	島根 1/2号	$1.8 \times 10^5$	$4.8 \times 10^7$	$9.4 \times 10^4$	—	—	—	—	$1.8 \times 10^6$	$3.0 \times 10^7$
	東海 第二	$7.4 \times 10^6$	—	—	$2.6 \times 10^7$	$4.9 \times 10^7$	—	—	—	—
	敦賀 1号	$4.1 \times 10^5$	—	—	—	—	—	$2.4 \times 10^6$	—	—
GCR	東海	—	—	—	—	—	$3.2 \times 10^5$	—	—	—

\*：スクレーリングファクタは設定済みであるが、平均放射能濃度は設定されていない

—：該当廃棄体未発生

1)：濃縮廃液ペレットの平均放射能濃度に安全裕度1.2を乗じた値。廃棄体の放射能濃度に換算するには [ペレット投入量] / [廃棄体重量] を乗じること。

別表5

Tc-99の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/t]

	BWR	PWR	GCR
放射能濃度	<sup>1)</sup> $1.5 \times 10^4$	$3.3 \times 10^4$	$3.0 \times 10^3$

1)：福島第一原子力発電所の濃縮廃液ペレット固化体については、<sup>2)</sup> $4.4 \times 10^3$ とする。東海第二のペレット固化体 [重曹等添加] については、 $2.6 \times 10^4$ とする。

2)：濃縮廃液ペレットの平均放射能濃度に安全裕度1.2を乗じた値。廃棄体の放射能濃度に換算するには [ペレット投入量] / [廃棄体重量] を乗じること。

別表6

Nb-94の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/t]

	BWR	PWR	GCR
放射能濃度	—	—	$2.0 \times 10^3$

別表7

福島第一原子力発電所グラニューールの平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/t]

	1) グラニューール
H-3	$2.8 \times 10^5$
C-14	$1.2 \times 10^4$
Ni-59	$3.4 \times 10^5$
Ni-63	$4.2 \times 10^7$
Sr-90	$2.1 \times 10^6$
Nb-94	$8.1 \times 10^3$
Tc-99	$5.2 \times 10^3$
I-129	$1.9 \times 10^0$
全 $\alpha$	$2.0 \times 10^6$

1)：グラニューールの平均放射能濃度に安全裕度1.2を乗じた値。廃棄体の放射能濃度に換算するには [グラニューール投入量] / [廃棄体重量] を乗じること。

別表8

スクリーニングレベル一覧表

[key核種：Co-60]

[単位：Bq/t]

難測定核種	BWR		PWR				GCR
	従来材料プラント	低Co材料プラント	高脱塩塔捕捉率プラント		低脱塩塔捕捉率プラント		
			従来プラント	低Coプラント	従来プラント	低Coプラント	
C-14	—		$1.8 \times 10^9$	$3.4 \times 10^8$	$6.5 \times 10^9$	$6.5 \times 10^9$	—
Ni-63	$1.7 \times 10^{12}$	$4.8 \times 10^{11}$	$1.1 \times 10^{11}$				$6.5 \times 10^{11}$
Nb-94	$5.6 \times 10^{11}$	$5.0 \times 10^{10}$	$3.1 \times 10^{10}$				—

1)：当該スクリーニングレベルの適用開始時期および適用開始以前のスクリーニングレベルは、別表2に示す。

2)：浜岡原子力発電所において平成8年度および平成9年度に発生したプラスチック固化体については、Ni-63をそれぞれ $3.7 \times 10^0$ 、 $1.9 \times 10^0$ とする。

[key 核種：Cs-137]

[単位：Bq/t]

難測定核種	BWR			PWR	GCR
	福島第一1/2号	福島第一3/4号、敦賀1号	Cs-137低レベルプラント		
Sr-90	$2.3 \times 10^{10}$	$2.5 \times 10^{11}$	$4.7 \times 10^9$	$6.6 \times 10^{10}$	$2.4 \times 10^{10}$
I-129	$4.8 \times 10^{10}$			$1.1 \times 10^{12}$	$2.1 \times 10^{11}$
全 $\alpha$	$6.7 \times 10^9$	$1.5 \times 10^{11}$	$1.9 \times 10^9$	$1.5 \times 10^{10}$	$3.9 \times 10^{11}$

3)：福島第一原子力発電所の濃縮廃液ペレット固化体（濃縮廃液ペレット固化体とグラニューールを混合した固化体のペレット側放射能濃度評価を含む。）については、Sr-90に対し $1.5 \times 10^{10}$ を、全 $\alpha$ に対し $4.6 \times 10^9$ とする。

4)：敦賀1号において平成2年度以降に発生した廃棄体については、全 $\alpha$ を $6.3 \times 10^9$ とする。また、平成16年度以降に発生した廃棄体については、Sr-90を $6.4 \times 10^9$ とする。

5)：敦賀2号において平成18年度以降に発生した廃棄体については、全 $\alpha$ を $7.4 \times 10^8$ とする。

## ■参考文献

- 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JNES-SS-0403 (2005年3月)
- 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0505 (2005年10月)
- ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂1)  
JNES-SS-0623 (2007年3月)
- ペレット・グラニュール固化体及びペレット固化体に係る廃棄確認方法について (改訂2)  
JNES-SS-0902 (2009年7月)
- 蒸発固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0603 (2006年4月)
- 中部電力(株)浜岡原子力発電所において平成3年度以降に製作された均質・均一固化体のスケーリングファクタ等の設定について (改訂1)  
JNES-SS-0621 (2007年3月)
- PWRにおける均質・均一固化体の放射能濃度 (C-14) のスケーリングファクタの再設定について  
JNES-SS-0706 (2007年7月)
- PWRにおける均質・均一固化体の放射能濃度 (C-14) のスケーリングファクタの再設定について (改定1)  
JNES-SS-0901 (2009年5月)
- PWRにおける均質・均一固化体のC-14のスケーリングファクタの設定変更について  
JNES-EV-2013-9007 (平成26年2月)
- 日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機均質・均一固化体のスケーリングファクタの設定変更について  
JNES-SS-0805 (2008年6月)
- 日本原子力発電(株)敦賀発電所2号機で製作される均質・均一固化体の全 $\alpha$ のスケーリングファクタの設定変更について  
JNES-EV-2013-9003 (平成26年2月)
- 中部電力(株)浜岡原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9005 (平成26年2月)
- 東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について  
JNES-EV-2013-9006 (平成26年2月)

### 3. 表面密度限度

埋設規則条項	規則第8条第2項第四号	表面密度限度
表面の放射性物質の密度が第十四条第一号ハの表面密度限度の十分の一を超えないこと。		
保安規定 別表2		
表面の放射性物質の密度が次の値を超えないこと。 (1) アルファ線を放出する放射性物質：0.4Bq/cm <sup>2</sup> (2) アルファ線を放出しない放射性物質：4Bq/cm <sup>2</sup>		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①表面密度の測定記録	以下の内容について確認する。 (1) 整理番号 (2) 測定年月日 (3) 測定結果 (4) 測定装置の点検・校正記録	

■補足

1. 核燃料物質等の工場または事業所外における運搬に関する規則等で定める表面密度限度と同一の基準とすることとしたものである。

第14条第1号ハの表面密度限度の十分の一とは、以下の値である。

アルファ線を放出する放射性物質 0.4Bq/cm<sup>2</sup>

アルファ線を放出しない放射性物質 4Bq/cm<sup>2</sup>

2. 表面密度限度の確認における測定核種について

(1) 規則第8条第2項第四号では容器の表面密度限度は以下のとおりと定められている。

- ・ α線を放出する放射性核種 0.4 Bq/cm<sup>2</sup>
- ・ α線を放出しない放射性核種 4.0 Bq/cm<sup>2</sup>

(2) 原子力発電所において実施しているスミア測定

廃棄体の管理区域からの搬出において、表面汚染密度の測定はβγ核種による汚染の確認のみとし、α核種による汚染確認は以下の理由で実施していない。

(3) 理由

廃棄体の表面が汚染する可能性として考えられるケースとしては、系統水により汚染した床等に接触した場合、空気中に浮遊している放射性物質が付着した場合および廃棄体が破損して廃棄物がドラム表面に露出した場合である。

ここで空気中に浮遊している放射性物質については、床等に漏洩した系統水から移行したものと考えられ、系統水に係っている。

しかし、系統水内でのα核種の放射性濃度が最大である原子炉水についても全αは検出限界値以下であり、これらのケースによる全αの汚染の可能性は無いと考えられる。

全α放射能濃度	Cs-137放射能濃度	全α/Cs-137
<1.64×10 <sup>-3</sup> Bq/cm <sup>3</sup>	<1.68×10 <sup>-1</sup> Bq/cm <sup>3</sup>	9.76×10 <sup>-3</sup>

(福島第一原子力発電所1号機 平成3年8月データ)

さらに、廃棄体の露出については、現在までの廃棄物破壊分析の結果、全α/Cs-137の比は全て1/10以下であることを確認している。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用について JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正) JNES-SS-0801 (2008年4月)

#### 4. 健全性を損なうおそれのある物質

埋設規則条項	規則第8条第2項第五号	健全性を損なうおそれのある物質
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであること。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないよう、以下の物質を含まないものであること。            (1) 爆発性の物質又は水と接触したときに爆発的に反応する物質            (2) 揮発性の物質            (3) 自然発火性の物質            (4) 廃棄体を著しく腐食させる物質            (5) 多量にガスを発生させる物質</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>① 廃棄体の製作方法</p>	<p>以下の内容について確認する。            (1) 廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質が混入していないこと            (2) 工程管理および出入管理</p>	

## ■補足

### 1. 健全性を損なうおそれのある物質を次のように定める。

- (1) 爆発性の物質又は水と接触した時に爆発的に反応する物質
- (2) 揮発性の物質
- (3) 自然発火性の物質
- (4) 廃棄体を著しく腐食させる物質
- (5) 多量にガスを発生させる物質

廃棄体の健全性および廃棄物埋設地の安全機能を損なうおそれのある物質として廃棄体に含むことを防止するものを定めることとしたものである。

なお、平成20年4月1日の「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」（以下、「旧告示」という。）改正以前は、廃棄体の健全性を損なうおそれのある物質として第5条に上記の5種類が定められていた。旧告示改正は廃止されたが、現在もその考え方を踏襲して確認方法を定めている。

上記の健全性を損なうおそれのある物質として具体的物質名が規定されていないため、原子力発電所内において使用される種々の物質中で健全性を損なうおそれのある物質に該当するものを特定する拠所として、「消防法（昭和23年7月24日、法律第186号）」および「危険物の規制に関する政令（昭和34年9月26日、政令第306号）」に定められている危険物と定義する。

#### (1) 爆発性の物質

第五類に区分された「自己反応性物質」で爆発性物質に該当するもの。

#### (2) 水と接触したときに爆発的に反応する物質

第三類に区分された「自然発火性物質又は禁水性物質」で水と接触したときに爆発的に反応

#### (3) 揮発性の物質

第四類に区分された「引火性液体」で揮発性物質に該当するもの。

#### (4) 自然発火性の物質

第二類、第三類に区分された「可燃性固体」、「自然発火性物質又は禁水性物質」で自然発火性物質に該当するもの。

#### (5) 廃棄体を著しく腐食させる物質

第一類、第三類および第六類に区分された「酸化性固体」、「自然発火性物質又は禁水性物質」および「酸化性液体」で廃棄体を著しく腐食させる物質に該当するもの。

#### (6) 多量にガスを発生させる物質

第二類、第三類に区分された「可燃性固体」、「自然発火物質又は禁水性物質」で多量にガスを発生させる物質に該当するもの。

### 2. 健全性を損なうおそれのある物質の含有の可能性

#### (1) 発電所構内における使用物質からの混入の可能性

BWRおよびPWR発電所内で使用される物質から廃棄体への混入の可能性としては、廃液処理系への混入が考えられる。発電所内のホットラボで使用される薬品類には、一部健全性を損なうおそれのある物質に該当するもの（BWR 使用量：約50～610kg/年、PWR 使用量：約20～120kg/年）が含まれているが、廃液処理系への排出に当たっては中和処理、蒸発処理、焼却、希釈等の廃棄処理がなされている。また、BWR 発電所の廃液処理においては、これらの処理廃液は中和処理後の多量のプロセス廃液（高電導度ドレン、発生量＝3,600～7,200m<sup>3</sup>/年）により混合希釈されるとともに、さらにその混合液に対して再度中和処理がなされている。

したがって、ホットラボで使用する健全性を損なうおそれのある物質は、そのままでは存在せず、しかも極微量であり、固化処理までの過程で適切な廃液調整がなされることから、ホットラボから混入すると想定される健全性を損なうおそれのある物質の廃棄体への影響については、無視できるものと考えられる。

なお、発電所構内において使用される軽油および潤滑油等は、健全性を損なうおそれのある物質の第四類に属しているが、廃棄物の廃液処理系とは別系統であり、管理区域外に消防法に基づき貯蔵されているため、廃棄体への混入の可能性は考えられない。

## (2) 固化処理系からの混入の可能性

原子力発電所においては、電力各社の内部規程により種々の発電所内作業（廃棄物の固化処理作業等を含む）に係る作業許可書に基づき作業員の入退出管理および物品の持込管理等がなされているとともに、廃棄物の固化処理系の設備は、堅固な構造の障壁が設けられており、廃液収集タンク等は人の立入制限、施錠等の規制がなされている。

なお、上記に示した内容の規制等については、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年12月28日、通商産業省令第77号）」にも明記されている。

したがって、廃棄物の固化処理系においては、健全性を損なうおそれのある物質の廃棄体への混入の可能性は考えられない。

### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 5. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示

### (1) 放射性廃棄物を示す標識

埋設規則条項	規則第8条第2項第八号	放射性廃棄物を示す標識
<p>容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射性廃棄物を示す標識及び当該廃棄体に関して廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された事項と照合できる整理番号が、容易に消えにくい塗料又は剥がれにくいステッカーで表示されていること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①容器外表面</p>	<p>目視により、以下の内容について確認する。                      (1) 申請書に記載された表示方法に合致する標識(JISの基準に沿った三葉マーク)が表示されていること                      (2) 標識が廃棄体円筒部に表示されていること                      (3) 標識は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること</p>	

## ■補足

1. 放射性廃棄物は、全て三葉マーク等が掲示されたドラムに収納されており、放射性廃棄物以外のものがこのドラムに収納されていることはない。

このため、以下の点を確認する。

- (1) 廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された表示方法に合致する標識が表示されていること。
- (2) 標識が廃棄体円筒部に表示されていること。
- (3) 標識は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること。
- (4) 補修廃棄体のうち補修板により標識が見えないものについては、補修板の上から標識が再度表示されていること。

## 2. 「容易に消えない方法」の解釈

標識は、廃棄体を確認する間だけでなく、埋設作業が終了するまでの間その役割を果たさなければならないが、廃棄物の取扱いは専ら屋内で行われ、屋外は輸送容器に収納されて運搬されることから、廃棄体が直接日射、降水にさらされる可能性は少ない。しかしながら、ハンドリング時の摩擦などで、標識は消えたり、剥がれたりしないようなものでなければならない。

これらの条件に耐える表示の方法として、不溶性の塗料で廃棄体の表面に記載する方法、あるいは容易に消えたり、剥離したりしないステッカーを張り付ける方法が考えられる。発電所では、ドラム購入時にペイントする方法等がとられている。

## 3. 「表面の目につきやすい箇所」の解釈

標識を付ける目的は、人の注意を引きつけ、速やかに正しく事柄を認識させることにある。

したがって、それを付ける箇所は廃棄体の置き方によって見えなくなってはならない。

廃棄体の表面は円筒部、上蓋部、底部に分けられるが、このうち上蓋部および底部は廃棄体を縦方向に置くと見ることができない。また、上蓋部は他の蓋と取り替えることができるので、標識・表示には適さない面がある。

したがって、標識を付けるのに適した箇所は円筒部と考えるべきである。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 5. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示

### (2) 整理番号

埋設規則条項	規則第8条第2項第八号	整理番号
<p>容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>放射性廃棄物を示す標識及び当該廃棄体に関して廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された事項と照合できる整理番号が、容易に消えにくい塗料又は剥がれにくいステッカーで表示されていること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等<sup>①</sup>について、当該確認内容を確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①容器外表面</p>	<p>目視により、以下の内容について確認する。                      (1) 申請書に記載された廃棄体の整理番号と合致する整理番号が表示されていること                      (2) 整理番号が廃棄体円筒部に表示されていること                      (3) 整理番号は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること</p>	

#### ■補足

廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された事項と照合できることが整理番号を表示する目的である。

このため、以下の点を確認する。

- (1) 廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された廃棄体の整理番号と合致する整理番号が表示されていること。
- (2) 整理番号が廃棄体円筒部に表示されていること。
- (3) 整理番号は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 6. 固型化後の経過期間

埋設規則条項		固型化後の経過期間
保安規定 別表2		
受入れ時までに固型化後6ヶ月以上経過していること。（本施設で発生した廃棄体はこの限りでない。）		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①運転記録	廃棄体の製作された日が、6ヶ月以上経過していることを確認する。	

■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 7. 表面線量当量率

埋設規則条項		表面線量当量率
保安規定 別表2		
10mSv/hを超えないこと。		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①表面線量当量率の測定記録	以下の内容について確認する。 (1) 整理番号 (2) 測定年月日 (2) 測定結果 (4) 測定装置の点検・校正記録	

■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 8. 廃棄体重量

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	廃棄体重量
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。</p>		
<p>保安規定 別表2</p>		
<p>0.5ton/本を超えないこと。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①廃棄体重量の測定記録</p>	<p>以下の内容について確認する。                      (1) 整理番号                      (2) 測定年月日                      (3) 測定結果                      (4) 測定装置の点検・校正記録</p>	

## ■補足

規則第8条第2項第七号（廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと）の技術基準適合性について

### (1)技術基準に対する廃棄物受入基準の考え方について

技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」について、「極めて少ない量」と判断する基準は、事業許可申請書添付書類七において事故時の影響評価で用いている内容物の飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」とする。

この評価の結果では、事業許可を受けた最大放射能濃度で、保守的に想定される最大重量の廃棄体が落下したと想定し、前述した飛散率によって放出された放射性物質を一般公衆が吸入摂取した場合の被ばく評価を行い、著しい放射線被ばくのリスクはないことが示されていることから、基準は妥当であると考えられる。

しかし、受け入れる廃棄体を実際に落下させて飛散率を確認することは現実的ではないため、受け入れる廃棄体と同様の方法で容器に固型化することで同等の性状を有すると考えられる模擬廃棄体を用いて8mから落下させた試験において、模擬廃棄体からの漏出が $1 \times 10^{-5}$ を大きく下回る量であったことから、廃棄物受入基準のうち、「1. 固型化の方法」を確認することで当該技術基準の適合性を判断できると考える。また、落下時の衝撃が試験から大きく逸脱しないよう、想定される最大の高さについても条件として明示し、「9. 廃棄体重量」により事業許可申請において想定されている廃棄体の最大重量を超えないことも確認する。

なお、要求事項は「飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」であることから「2. 最大放射能濃度」も当該技術基準に関連する項目と位置づける。

### (2)廃棄体落下試験について

電気事業者および日本原燃は1995年に共同で充填固化体の廃棄体落下試験（以下、「落下試験」）を実施している。

落下試験に用いた実大模擬廃棄体は、埋設規則の技術基準や告示の廃棄体仕様を踏まえた「廃棄体製作マニュアル」（現在の充填固化体の標準的製作方法）に基づき製作したものである。

具体的な製作条件は以下のとおり。

#### 【固型化材料】

- ・ JIS R 5210 (1992) 若しくは JIS R 5211 (1992) に定めるセメント

#### 【容器】

- ・ JIS Z1600 に定める 200 リットルドラム缶（H級）
- ・ 内張厚さまたはドラム缶内壁と内籠の間隔は 30 mm を目標に製作
- ・ 内籠は鋼製網目状の容器を使用。

#### 【固型化方法】

- ・ 十分な練り混ぜ性能を有する固型化設備による混練
- ・ モルタルの P ロートによる流下時間は約 50 秒（高性能減水を使用しているため、落下試験に注入条件は直接影響しない。）
- ・ 固型化材料等の注入速度が約 25L/min

落下試験を行う模擬廃棄体の種類は、耐衝撃強度に影響すると考えられる収納容器種類と、落下衝撃に影響すると考えられる廃棄体重量の観点から以下の5種類を選定している。

- ・ A型非圧縮物ドラム缶収納（ドラム缶収納ケース、平均的な重量のケース）
- ・ B型非圧縮物内張容器収納（内張容器収納ケース）
- ・ B型非圧縮物内籠容器収納（内籠容器収納ケース）
- ・ B型圧縮物内籠収納（重量の小さいケース）
- ・ A型溶融体ドラム缶収納（重量の大きいケース）

補足：廃棄体の型式設定

[A廃棄体]：廃棄物自体の強度が十分であり、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮、溶解）を行った廃棄物で、容器に直接収納した廃棄体

[B廃棄体]：廃棄物自体の強度が低く、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮）を行った廃棄物で、内籠又は内張容器に収納した廃棄体

落下試験は充填固化体が埋設される2号埋設施設に定置する際のクレーンによる最大吊り上げ高さ（8m）から床面に自由落下させ、廃棄体外へ漏出した内容物の量を確認した。結果は下表のとおり。この試験は漏出物の重量を測定したものであり、実際に浮遊し、従事者の放射線障害や作業環境の著しい悪化につながるような粒子の割合は、この漏出率よりもさらに小さくなるものと考えられる。

型式	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]
A	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0
B	非圧縮物	密	内張容器	461	104	$2.3 \times 10^{-7}$
B	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0
B	圧縮体	—	内籠容器	389	249	$6.4 \times 10^{-7}$
A	溶融体	—	ドラム缶	870	87	$1.0 \times 10^{-7}$

\*1：（溶出率[-]）＝（漏出物重量[kg]）／（廃棄体重量[kg]）

### (3) 「1. 固型化の方法」全体を確認することで良いとする根拠

上記の落下試験の結果、漏出率は最大で $6.4 \times 10^{-7}$ であり、基準と考える飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に対し一桁以上小さい。また、収納容器種類、廃棄体重量の違いによって漏出率に特に傾向は見られず、収納廃棄物、収納状態の違いを含めても漏出率に影響する特定要因は見られないことから、落下試験における製作方法（固型化の方法）から大きく逸脱しない限りは、実際に埋設される廃棄体も同等の結果が得られるものと考えられる。

固型化材料、容器はJIS規格に適合したものであれば、模擬廃棄体と実際の廃棄体の性能に大きな違いが出るとは考えにくい。また、廃棄物種類、収納状態に関して模擬廃棄体は実際に埋設される廃棄体を網羅した設定となっており、固型化方法については落下試験時よりも、一体となるように充填する方法（固型化材料の流動性、注入速度の管理など）が確立されているため、模擬廃棄体に比べ実際の廃棄体の方が漏えいに強いと考えられる。

廃棄体重量は2020年2月末時点での2号廃棄体の受入実績によると最大で950kgであるため落下試験の最大重量+10%程度超過しているが、重量の増加と漏出率の増加に相関関係は認められないこと、基準である飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に比べ落下試験の漏出率が一桁以上小さいことを考えると十分許容できる範囲と考える。

したがって、落下試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、飛散率 $1 \times 10^{-5}$ を超えることはなく、（廃棄体の最大吊り上げ高さの想定条件を明示した上で、）廃棄体受入基準での「1. 固型化の方法」全体を確認することにより、技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」は担保されるものとする。

また、1号廃棄体の落下による衝撃により飛散または漏えいする量が「 $1 \times 10^{-5}$ 」より少ないことについては、充填固化体の廃棄体落下衝撃試験結果を踏まえ、1号廃棄体（重量：500kg以下）取り扱い時における最大吊り上げ高さは7mであり、その高さから落下した場合の衝撃荷重は、2号廃棄体の試験と同等以下であることは明白であることから、1号廃棄体落下時における飛散率についても、申請書飛散率条件を超えないと想定される。

したがって落下衝撃試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、同様に、「1. 固型化の方法」全体を確認することにより担保されるものとする。

### ■参考図書

#### ・充填固化体の標準的な製作方法

北海道電力㈱、東北電力㈱、東京電力ホールディングス㈱、中部電力㈱、北陸電力㈱、関西電力㈱、中国電力㈱、四国電力㈱、九州電力㈱、日本原子力発電㈱

- ・技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）
  - ・改訂 1
- 平成10年3月
- 財団法人 原子力環境整備センター
- ・模擬充填固化体による載荷試験結果について
- 平成11年5月
- 北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)

## 9. 著しい破損

埋設規則条項		著しい破損
保安規定 別表2		
<p>以下の著しい破損がないこと。</p> <p>(1) 廃棄体から固型化材料等が露出している。</p> <p>(2) 廃棄体の表面の劣化が認められる。</p> <p>(3) 廃棄体の運搬上支障がある容器の変形*がある。</p> <p style="padding-left: 2em;">※廃棄体取扱い設備での取扱いができない変形</p>		
確認方法		
<p>確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。</p> <p>なお、補修廃棄体の場合は、①に加え、②～④についても、当該確認内容についても確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①容器外表面	<p>目視により、以下の内容について確認する。</p> <p>(1) 廃棄体から固型化材料等が露出していないこと。</p> <p>(2) 廃棄体の表面の劣化が認められないこと。</p> <p>(3) 廃棄体の運搬上支障がある容器の変形*がないこと。</p> <p style="padding-left: 2em;">※廃棄体取扱い設備での取扱いができない変形</p>	
②補修方法	<p>補修方法を定めた手順書が策定され、添付1「セメント固化体の容器の補修方法について」を満たしていることを確認する。</p>	
③補修に必要な材料等の納品書等	<p>補修板の納品書、接着剤の納品書および接着剤の引っ張りせん断接着強さ試験結果にて、補修に必要な材料等が添付1「セメント固化体の容器の補修方法について」のとおりであることを確認する。</p>	
④補修記録	<p>補修記録にて、補修対象廃棄体の条件および補修の手順が添付1「セメント固化体の容器の補修方法について」のとおりに行われたことを確認する。</p>	

## ■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

廃棄体には、長期間保管されているものもあるので、容器に腐食が生じている可能性がある。この場合、錆の発生、表面の劣化、内部廃棄物の露出等の順に進行するものと考えられる。

一方、廃棄体の取扱い中または運搬中に不測の事態により、廃棄体に変形等の破損が生じる場合が考えられる。

このため、以下のものに該当しないことを確認する。

(1) 廃棄体から廃棄物が漏洩または露出している。

廃棄物の露出が目視により認められる場合には、汚染が生じる可能性がある。このようなものは、著しい破損に該当する。

(2) 廃棄体の表面の劣化が認められる。

表面の劣化が目視により認められる場合には、輸送中に受ける衝撃によって容器が壊れて汚染が生じる可能性がある。このようなものは、著しい破損に該当する。

なお、劣化部を落とした上で廃棄物が漏洩または露出しないよう適切に補修され、かつ、廃棄体の運搬に支障がないように適切に補修されていれば、当該補修が施された部位は、表面の劣化に該当しない。

(3) 廃棄体の運搬上支障がある変形がある。

汚染の生じる可能性はなくとも、運搬上支障があると考えられるような変形については、著しい破損に該当すると考えられる。

補修廃棄体については、劣化部を落とした上で廃棄物が漏洩または露出しないよう適切に補修され、かつ、廃棄体の運搬に支障がないように適切に補修されていれば、著しい破損がないと解釈できる。

添付に定める補修方法については、模擬補修廃棄体等を用いた試験等が既に実施されており、廃棄物が漏洩または露出しないことおよび廃棄体の運搬に支障がないことが確認されているので、廃棄物確認の申請に係る個別の補修廃棄体の確認に当たっては、添付に定める方法にしたがい適切に補修されたことを確認すればよい。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## セメント固化体の容器の補修方法について

## 1. 目的

埋設する廃棄体（原子力発電所で発生する廃液、使用済樹脂およびスラッジを容器に固型化したもの）のうち、セメント固化体の容器について、代表的な補修方法を定めることを目的とする。

## 2. 補修対象廃棄体の条件

補修の対象とする廃棄体は、以下の条件を全て満たすこととする。

- (1) 劣化部（貫通孔、ふくれまたは著しい減肉がある部位をいう。以下同じ。）の表面積合計がドラム缶表面積の25%以下であること。ただし、ひとつの劣化部の面積は400cm<sup>2</sup>以下とし、かつ、胴体を一周していないものとする。
- (2) 天板から充填物（固型化材料（混和材料を含む。））と放射性廃棄物を混合させ、容器に充填させたものをいう。以下同じ。）の上面までの距離が15cm以下であること。
- (3) 補修板の糊代は5cm以上確保できること。ただし、胴体上部もしくは胴体下部の軸方向または地板もしくは天蓋の縁において糊代を5cm確保することができない部位は、最低0.5cmの糊代を確保できること。
- (4) 胴体上部であって充填物が充填されていない部位には、1/4周毎に健全性（劣化部のない部位）が存在すること。また、その健全性は周方向に6cm以上あること<sup>\*1</sup>。

## 3. 補修方法

## 3-1. 補修に必要な材料等

## (1) 補修板

補修板は0.15mm厚さ以上のステンレス板とする。

## (2) 接着剤

以下の補修方法において、40kg/cm<sup>2</sup>以上の引っ張りせん断接着強さを有する接着剤とする。

## 3-2. 補修の手順

- (1) ヤスリ等で研磨して劣化部を落とし、ウエス等で磨く。
- (2) 糊代に均質に接着剤を塗布し、補修板を貼り付け、ナイロンスリング等で10分以上固定する。劣化部境界から5cmの範囲を接着する。ただし、胴体上部もしくは胴体下部の軸方向または地板もしくは天蓋の縁において糊代を5cm確保することができない部位は、最低0.5cmの糊代を確保して接着する。
- (3) 固定終了後、補修板が接着していることを確認する。
- (4) 補修板により標識が見えなくなる場合には、補修板の上からペイント塗装やステッカー貼付等により再度表示する。

<sup>\*1</sup> : ドラム缶の一周は約180cmであるので、周方向に幅6cm以上の健全部が39cm以内の間隔であることとなる。

## 4. 参考文献

- (1) 「模擬補修廃棄体（セメント固化体）の載荷試験結果について」  
（原子力環境整備センター 平成10年3月）
- (2) 「均質・均一固化体（セメント固化体）の補修技術について」  
（東京電力（株）平成10年3月）
- (3) 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- (4) 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 均質・均一固化体のスクーリングファクタ等の継続使用の確認方法

## 1. はじめに

本資料は均質・均一固化体のスクーリングファクタ（以下「SF」という。）および平均放射能濃度（SFと平均放射能濃度を合わせて、以下「SF等」という。）の継続使用の可否の確認について、その具体的方法を定めるものである。

なお、柏崎刈羽原子力発電所および浜岡原子力発電所における原廃棄物分析法による核種組成比の設定については、「東京電力㈱柏崎刈羽原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について（JNES-EV-2013-9006）」（平成26年2月）および「中部電力㈱浜岡原子力発電所で製作される均質・均一固化体の廃棄確認方法について（JNES-EV-2013-9005）」（平成26年2月）によるものとする。

## 2. 確認方法

## 2. 1 濃縮廃液または均質・均一固化体の分析による確認方法

## (1) SF等変動の三要素に変更がないことの確認

SF等変動の三要素に変更がないことについて、以下の3項目を確認する。

- ①大規模な原子炉構成材料の変更が無いこと
- ②燃料損傷がないこと
- ③固型化処理装置の変更が無いこと

## (2) 代表試料の分析結果の確認

試料の採取方法、採取頻度および判断方法は次のとおりとする。

## ①試料採取方法および採取頻度

試料採取方法および採取頻度は表1の廃棄体または濃縮廃液を対象としたものとする。

表1 試料採取方法および採取頻度（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）

対象	採取方法	採取頻度
廃棄体	廃棄体から直接試料を採取する。	1体/年 (廃棄体が発生した時)
濃縮廃液	固型化処理直近のタンク等から原廃棄物（濃縮廃液、使用済樹脂等）を採取する。	1体/年 または 当該年度に発生した複数の処理バッチのコンポジット試料を1個/年

## ②放射能濃度比等の算出方法

難測定核種とkey核種の放射能濃度比（以下「核種比」という。）および廃棄体の放射能濃度の算出方法は表2のとおりとする。

表2 核種比等の算出方法（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）

1. 原廃棄物を分析する場合

(1) 原廃棄物を蒸発処理または乾燥処理する場合（アスファルトおよびプラスチック廃棄体）

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度(Bq/t)</li> <li>= 原廃棄物中のH-3濃度(Bq/t) × H-3移行率(-) × 1.2</li> </ul>
C-14(BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度(Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{原廃棄物中の難測定核種濃度(Bq/t)} \times \frac{\text{原廃棄物投入量(t)or粉体投入量(t)}}{\text{粉体化率(-)}} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14(PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{原廃棄物中の難測定核種濃度(Bq/t)}}{\text{原廃棄物中のkey核種濃度(Bq/t)}}</math></li> </ul>

(2) 上記(1)以外の場合（セメント固化体）

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度(Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{原廃棄物中のH-3濃度(Bq/t)} \times \text{原廃棄物投入量(t)} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14(BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度(Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{原廃棄物中の難測定核種濃度(Bq/t)} \times \frac{\text{原廃棄物投入量(t)or粉体投入量(t)}}{\text{粉体化率(-)}} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14(PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{原廃棄物中の難測定核種濃度(Bq/t)}}{\text{原廃棄物中のkey核種濃度(Bq/t)}}</math></li> </ul>

2. 廃棄体を破壊分析する場合

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度(Bq/t)</li> <li>= 廃棄体中の放射能濃度(Bq/t) × 1.2</li> </ul>
C-14(BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度(Bq/t)</li> <li>= 廃棄体中の放射能濃度(Bq/t) × 1.2</li> </ul>
C-14(PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{廃棄体中の難測定核種濃度(Bq/t)}}{\text{廃棄体中のkey核種濃度(Bq/t)}}</math></li> </ul>

### ③判断方法

SFが設定されている核種については核種比を従来SFと比較し、その10倍を超えなければSFの継続使用が可能と判断する。

平均放射能濃度が設定されている核種については当該核種の廃棄体中の放射能濃度を従来の平均放射能濃度と比較し、その10倍を超えなければ平均放射能濃度の継続使用が可能と判断する。

なお、Sr-90、Tc-99、I-129および全 $\alpha$ については廃棄体中の放射能濃度が極めて低く、放射化学分析では検出限界値未満となる場合がある。検出限界値から求めた核種比が従来SFの10倍を超過した場合には、Tc-99については図1、Sr-90、I-129および全 $\alpha$ については図2に基づき判断する。

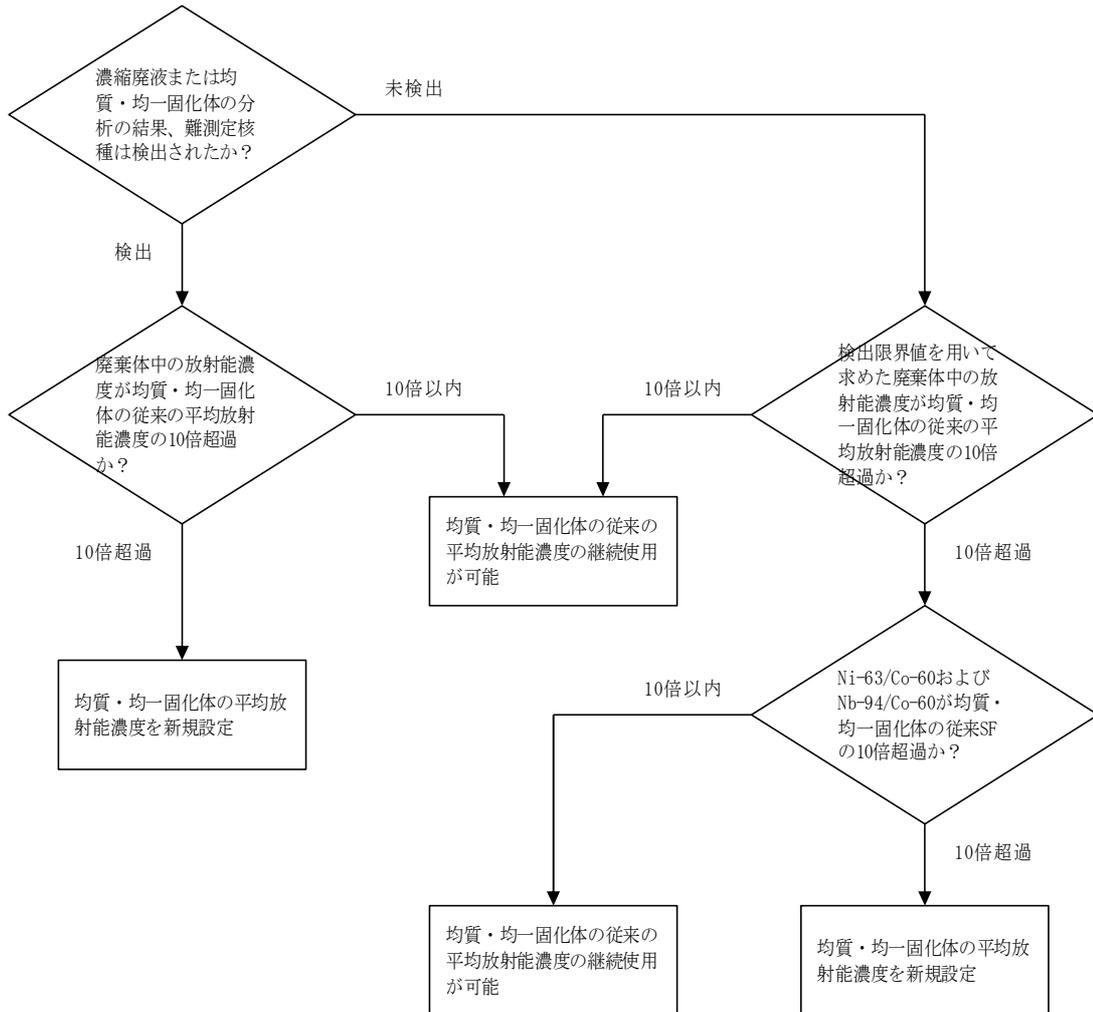
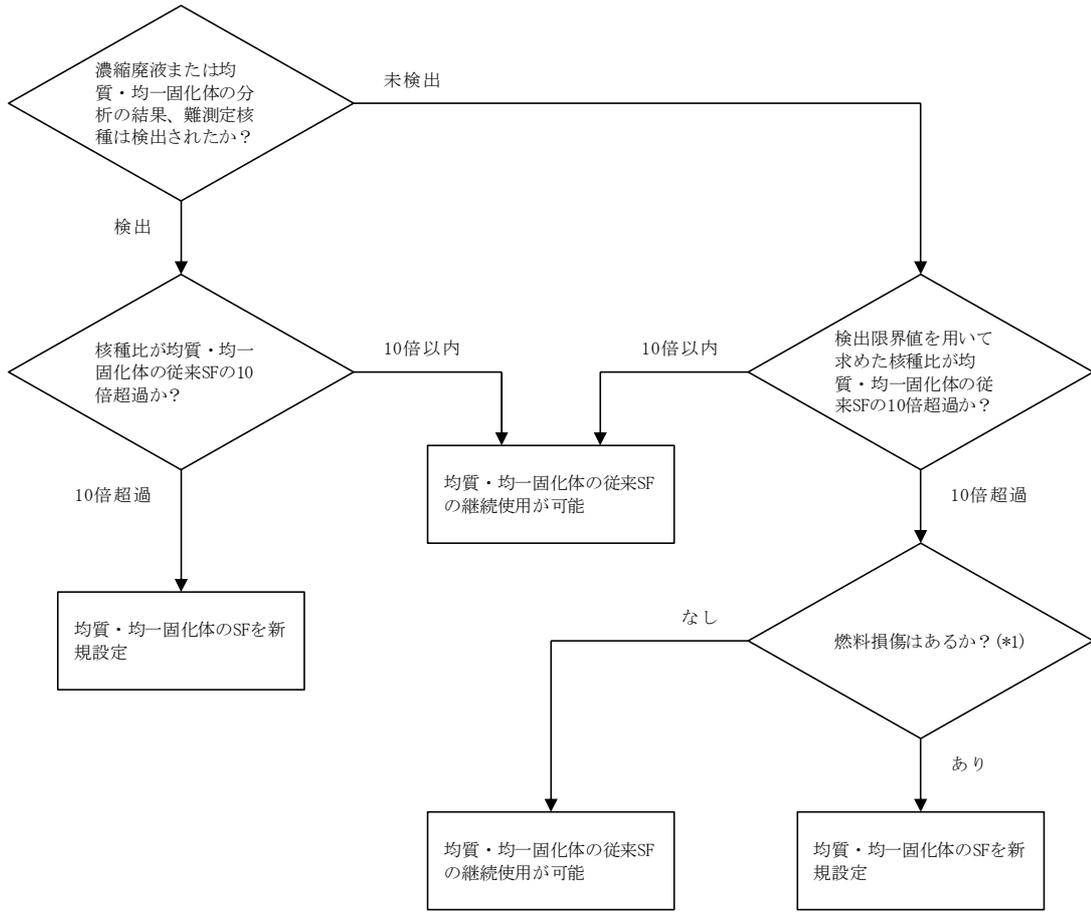


図1 Tc-99 の判断フロー



\*1：原子炉水の定期測定で求めた I-131 の放射能濃度が、均質・均一固化体のプラント区分に応じて次の値を超えないことを確認する。

- (1) BWR のうちCs-137 高レベルプラント：サイクル平均値で  $2 \times 10^2 \text{Bq/g}$  ( $2 \times 10^3 \text{Bq/g}$ の1/10)
- (2) BWR のうちCs-137 中レベルプラント：サイクル平均値で  $3 \times 10^4 \text{Bq/g}$  ( $3 \times 10^2 \text{Bq/g}$ の1/10)
- (3) BWR のうちCs-137 低レベルプラント：定期測定の最大値で  $2 \times 10^1 \text{Bq/g}$
- (4) PWR：定期測定の最大値で  $3 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$

図2 Sr-90、I-129および全αの判断フロー

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用について JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・I-129のスクーリングファクタの継続使用に係る判断方法について JENS-SS-0806 (2008年6月)

## 2号廃棄体に係る廃棄物受入基準の確認方法等

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料①

埋設規則条項	規則第8条第2項第二号 規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>固体状の放射性廃棄物（前号に掲げるものを除く。）にあつては、容器に封入し、又は固型化してあること。</p>		
<p>埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと</p>		
<p>保安規定 別表2の2</p>		
<p>放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。</p>		
<p>・ JIS R 5210（1992）若しくは JIS R 5211（1992）に定めるセメント又はこれらと同等以上の安定性及び圧縮強さを有するセメントであること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりセメントの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりセメントの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①セメントの試験成績書またはセメントメーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、セメントの製造業者、数量、証明内容（セメントのJIS（年号）番号または試験結果）等から使用されたセメントがJIS R 5210（1992）またはJIS R 5211（1992）に定めるセメントであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたセメントが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②セメントの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたセメントが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、セメントメーカーの証明によるセメントのJIS（年号）または試験結果により使用されたセメントがJIS R 5210（1992）またはJIS R 5211（1992）に定めるセメントであることを確認する。</p>	

■補足

1. JIS R 5210 (1992) もしくはJIS R 5211 (1992) に定めるセメントとしては、以下のものがある。
  - (1)JIS R 5210 (1992) に定める
    - 普通ポルトランドセメント
    - 早強ポルトランドセメント
    - 超早強ポルトランドセメント
    - 中庸熱ポルトランドセメント
    - 耐硫酸塩ポルトランドセメント
  - (2)JIS R 5211 (1992) に定める A 種、B 種、C 種高炉セメント

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

# 1. 固型化の方法

## (1) 固型化材料②

埋設規則条項	規則第8条第2項第二号 規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化材料)
<p>固体状の放射性廃棄物（前号に掲げるものを除く。）にあつては、容器に封入し、又は固型化してあること。</p>		
<p>埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと</p>		
<p>保安規定 別表2の2</p>		
<p>放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄物を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。</p>		
<p>・ JIS R 5210（1992）若しくは JIS R 5211（1992）に定めるセメント又はこれらと同等以上の安定性及び圧縮強さを有するセメントであること。</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①、②について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①によりセメントの納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②よりセメントの品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①セメントの試験成績書またはセメントメーカーの品質に関する証明書</p>	<p>証明者、証明年月日、セメントの製造業者、数量、証明内容（セメントのJIS（年号）番号または試験結果）等から使用されたセメントが JIS R 5210（1992）または JIS R 5211（1992）に定めるセメントと同等以上の安定性および圧縮強さを有するものであることを確認する。 ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載されたセメントが納品されていることを確認する。</p>	
<p>②セメントの納品書または納品業者の納品に関する証明書</p>	<p>試験成績書に記載されたセメントが納入されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。 ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、セメントメーカーの証明によるセメントのJIS（年号）または試験結果により使用されたセメントがJIS R 5210（1992）またはJIS R 5211（1992）に定めるセメントと同等以上の安定性および圧縮強さを有するものであることを確認する。</p>	

## ■補足

1. JIS R 5210 (1992) もしくはJIS R 5211 (1992) と同等以上の品質を有するセメントに相当するものとしては、以下のものがある。

(1) JIS R 5210 (1997) 、 JIS R 5210 (2003) 、 JIS R5210 (2009) およびJIS R5211 (2019) に定める

普通ポルトランドセメント  
早強ポルトランドセメント  
超早強ポルトランドセメント  
中庸熱ポルトランドセメント  
低熱ポルトランドセメント  
耐硫酸塩ポルトランドセメント

(2) JIS R 5211 (1997) 、 JIS R 5211 (2003) 、 JIS R5211 (2009) およびJIS R5211 (2019) に定めるA種、B種、C種高炉セメント

2. JIS R 5210 (1992) および JIS R 5211 (1992) の規格では、セメントの品質として下記項目を規定している。

- ①比表面積
- ②凝結（始発、終結時間）
- ③安定性（注）
- ④圧縮強さ
- ⑤水和熱
- ⑥化学組成（酸化マグネシウム、三酸化硫黄等）

（注）安定性：試験体を一定時間煮沸後、放冷し、ひび割れまたはそりが無いことを確認する。

これらのうち、『比表面積』、『凝結』および『化学組成』は、セメントの水和反応（硬化速度）に対する影響因子であり、容器に固型化するという観点からは硬化速度は影響しない。

『水和熱』については、ダム工事等のように大量にセメントを流し込む際、硬化中に内部に水和熱が蓄積されることによる影響を防止するために規定しているものであり、廃棄体のように少量しか使用しない場合は、影響のない因子である。

したがって、「同等以上の品質を有する」ことの判断は、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」による『安定性』と『圧縮強さ』が規定条件を満たしているか否かの観点から行うこととする。

また、JIS R 5210および JIS R 5211 以外のセメント系固型化材料については JIS R 5201 に基づく試験により安定性および圧縮強さが同等以上のものであることが証明されれば、「同等以上の品質を有する」と解釈できる。

3. セメントのJIS規格について

JIS R 5210「ポルトランドセメント」およびJIS R 5211「高炉セメント」は昭和25年に日本窯業規格を基に制定されたものである。

4. JIS R 5210 (1997) 、 JIS R 5211 (1997) 、 JIS R 5210 (2003) 、 JIS R 5211 (2003) 、 JIS R5210 (2009) 、 JIS R5211 (2009) およびJIS R5210 (2019) 、 JIS R5211 (2019) に定めるセメントの品質について

JIS R 5210およびJIS R 5211は、昭和25年に制定されて以来、幾度となくセメントの品質の規定の追加、見直しのための改正が行われている。

発電所にて固体状廃棄物の固化が開始される平成10年以降に使用されるセメントは、平成9年（1997年）および平成15年（2003年）に改正されたJIS R 5210またはJIS R 5211となることが考えられるが、平成4年（1992年）の改正版と比較すると、平成9年（1997年）では圧縮強さの試験法をISO規格に変更することによる圧縮強さの規格値の変更、低熱ポルトランドセメントの追加、平成15年（2003年）では普通ポルトランドセメントの塩化物イオン許容値を使用実態に照らし引き上げたことが大きな改正箇所であり、セメント品質についての実質的な変更箇所はない。

2009年のJIS R5210の改正では、附属書に規定されていた低アルカリ型ポルトランドセメントの本体への規定、原材料の少量混合成分を明確に4種類規定、製造方法の規定の削除および三酸化硫黄の

規格値の見直しが大きな改正箇所であり、セメントの品質の変更はない。また、2009年のJIS R5211の改正では、製造方法の規定の削除、原材料の少量混合成分を明確に3種類規定および従来の高炉スラグを高炉水砕スラグと改名したことが大きな改正箇所であり、セメントの品質の変更はない。

2019年のJIS R 5210およびJIS R 5211の改正では、化学成分試験のJIS規格の記載適正化、「製造業者」および「生産者」の用語を「生産者」に統一したものであり、セメントの安定性および圧縮強さに関する改正は行われていないことから、セメントの品質の変更はない。

したがって、JISの改正は行われているが、これらのセメントの品質は、1992年の規格と同等であると判断できる。

5. 今後、JIS の改訂に伴って新たなセメントが使用される場合は、その都度、その内容を検討し、本内容を見直すものとする。

#### ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・プラズマ熔融固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0405 (2005年4月)
- ・廃棄物埋設確認に関する検討依頼に対する回答について  
09サ計受共 - 0003 - 1 (平成22年6月29日)
- ・「セメント」のJIS改正に伴う廃棄体に係る技術上基準との適合性確認について  
H51803-19-A003 (2020年1月10日)

# 1. 固化化の方法

## (2) 容器①

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固化化の方法 (容器)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固化化してあること。		
・JIS Z 1600（1993）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①および②または③について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①により容器の納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②より容器の品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。		
確認すべき記録等	確認内容	
①容器の試験成績書または容器メーカーの品質に関する証明書	<p>証明者、証明年月日、容器の製造業者、数量、証明内容（容器のJIS（年号）番号または試験結果）等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p> <p>ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載された容器が納品されていることを確認する。</p>	
②容器の納品書または納品業者の納品に関する証明書	<p>試験成績書に記載された容器が納品されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。</p> <p>ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、容器メーカーの証明による容器のJIS（年号）または試験結果により使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p>	
③圧出表示	<p>目視により、板厚、呼び容量、製造年月またはその略号、製造業者またはその略号（表示されている場合）、収納物または危険等級（危険物用ドラム缶使用の場合）の表示等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器であることを確認する。</p>	

## ■補足

JIS Z 1600 (1993) に定める金属製容器には、いくつかの種類が定められているが、耐埋設荷重強度の観点から固体状廃棄物を固型化するときには使用できる1種H級またはM級の容器は、試験等が既に実施されている。

充填固化体の標準的な製作方法（以下「標準製作法」という。）によれば、耐埋設荷重強度を確保する観点から収納する廃棄物との組み合わせに応じてH級容器に内張り層や内籠を併用する場合があるので、収納された廃棄物の強度が小さい場合は、H級容器に内張り層を設ける等の措置が講じられていることを確認する必要がある。

廃棄物は、埋設時の依積みによる最大荷重を受けた場合においても、容器に固型化された固型化材料や放射性廃棄物が漏洩しないような強度と密封性を保つことが必要である。

埋設した時に受ける最大荷重を想定して、容器と収納する廃棄物との組み合わせによる試験が実施され、耐えられる強度と密封性を有することが確認されているものは、JIS Z 1600 (1993) に定める1種H級およびM級の容器（内張り層等を設ける場合は1種H級の容器）である。

## ■参考文献

- ・ 模擬充填固化体による載荷試験結果について  
平成11年5月  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）
  - ・ 改訂1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・ 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・ 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・ 「容器」のJIS改正に関する埋設告示との適合性確認について  
H51803-19-A001 (2019年9月20日)

# 1. 固化化の方法

## (2) 容器②

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固化化の方法 (容器)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固化化してあること。		
・JIS Z 1600（1993）に定める金属製容器又はこれと同等以上の強度及び密封性を有するものであること。		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①および②または③について、当該確認内容を確認すること。 ただし、①により容器の納品に関する確認が可能である場合は②による確認を要しない。また、②より容器の品質に関する確認が可能である場合は①による確認を要しない。		
確認すべき記録等	確認内容	
① 容器の試験成績書または容器メーカーの品質に関する証明書	<p>証明者、証明年月日、容器の製造業者、数量、証明内容（容器のJIS（年号）番号または試験結果）等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度および密封性を有するものであることを確認する。</p> <p>ただし、品質に関する証明書により納品に関する確認をする場合は、上記に加え、納品業者の証明による証明書に記載された容器が納品されていることを確認する。</p>	
② 容器の納品書または納品業者の納品に関する証明書	<p>試験成績書に記載された容器が納品されていることを納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、種類、数量等から確認する。</p> <p>ただし、納品に関する証明書により品質に関する確認をする場合は、上記に加え、容器メーカーの証明による容器のJIS（年号）または試験結果により使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度および密封性を有するものであることを確認する。</p>	
③ 圧出表示	<p>目視により、板厚、呼び容量、製造年月またはその略号、製造業者またはその略号（表示されている場合）、収納物または危険等級（危険物用ドラム缶使用の場合）の表示等から使用された容器がJIS Z 1600（1993）に定める金属製容器と同等以上の強度および密封性を有するものであることを確認する。</p>	

## ■補足

1. JIS Z 1600 (1993) に定める容器と同等以上の強度および密封性を有するものは以下のものがある。ただし、耐埋設荷重強度の観点から、固体状廃棄物を固型化するときには使用できる容器は、結果的に1種H級またはM級に限られている。

- ①JIS Z 1600 (1974、1977、2006、2017) に定める容器 (H級またはM級)
- ②JIS Z 1600 (1988) に定める容器 (1種H級または1種M級)
- ③JIS Z 1601 (1967、1976、1986、1994) に定める容器 (1種H級または1種M級)
- ④JIS Z 1601 (2006、2017) に定める容器 (H級またはM級)

また、収納する廃棄物との組合せに応じ、耐埋設荷重強度を確保する観点から、H級容器に内張り層や内籠を併用する場合がある。このため、収納された廃棄物の強度が低い場合は、H級容器に内張り層を設ける等の措置が講じられているか否かに注意する必要がある。

2. 上記に該当する容器であって、容器の納入後長期間経過したものや封入等に供されたものであっても容器に劣化が生じていないときは、固型化のために当該容器を用いることができる。

3. 廃棄物は、埋設時の俵積みによる最大荷重を受けた場合に、容器に固型化された固型化材料や放射性廃棄物が漏洩しないような強度と密封性を保つことが必要である。

埋設した時に受ける最大荷重を想定して容器と収納する廃棄物との組合せによる試験が実施され、耐えられる強度と密封性を有することが確認されているものは、現在のところ、JIS Z 1600 (1993) に定める1種H級およびM級の容器(内張り層等を設ける場合は1種H級の容器)である。

## 4. ドラムのJIS規格

### ①ドラムのJIS規格の変遷

JIS Z 1600 (鋼製オープンドラム (200 $\frac{1}{2}$ )) は、昭和49年3月1日に制定され、その後この規格のベースになっているJIS Z 1601 (液体用鋼製ドラム) が昭和51年3月1日および昭和61年8月1日付けで改正されたので、この改正に対応させるための見直し改正が昭和52年および昭和63年に行われている。その後、平成5年および平成18年に改正されており、「核燃料物質等の第二種廃棄物埋設に関する措置等に係る技術的細目を定める告示」で引用されているものは平成5年改正版である。

その後、JIS Z 1601 は昭和28年、昭和31年、昭和34年、昭和38年、昭和42年、昭和51年、昭和61年、平成6年、平成18年、平成29年と10回の改正が行われて現在に至っている。

### ②強度および密封性について

#### a 強度

JIS Z 1600 には強度の規定はないが、ドラムの強度は材料の種類とその厚さおよび製作方法で決まる。

JIS Z 1600 (1977) およびJIS Z 1601 (1976) の材料としては、JIS G 3131「熱間圧延軟鋼板及び鋼帯」またはJIS G 3141「冷間圧延鋼板及び鋼帯」が規定されている。

JIS Z 1601 (1986)およびJIS Z 1600 (1988) には、JIS G 3302「亜鉛鉄板」、JIS G 3303「ぶりき及びぶりき原板」、JIS G 3313「電気亜鉛めっき鋼板及び鋼帯」、JIS G 3315「ティンフリースチール」が使用され、JIS Z 1600 (1993)およびJIS Z 1601 (1994) にはJIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」が追加されているが、これらは従来の母材以上の引張強さを有した材料ならびに従来の母材に亜鉛、スズ、クロムでメッキを施した材料を使用したものであり、材料の観点からは同等以上である。

なお、JIS G 3303およびJIS G 3315 は、厚さ0.6mm以下の材料に関する規定であり、JIS Z 1600 (1993) 1種ドラムの鋼板の場合、LM級 (胴板1.0mm、天ぶたおよび地板1.2mm)、M級 (1.2mm) およびH級 (1.6mm)、ステンレスの場合、H級 (1.5mm) が規定されていることから、200リットルサイズ (1種ドラム) に使用されることはない。

1967年以降のJIS Z 1601 の1種、JIS Z 1601 (2006、2017)、JIS Z 1600 (1974、1977、2006、2017) およびJIS Z 1600 (1988) の1種の鋼板におけるM級 (1.2mm) およびH級 (1.6mm) については、JIS Z 1600 (1993) の1種M級およびH級と材料およびその厚さが同じであることから、材料の観点からは強度的に同等と判断される。

また、ドラムの強度は「胴体の溶接」および「地板の巻締め又は溶接」の方法、すなわち

ドラムの製造方法にも関連があるが、前記のJIS Z 1600 (1993) の1種M級およびH級の製作方法と同じであることから製造方法の観点からも強度的に同等であると判断される。

#### b 密封性

JIS Z 1600 (1993) では、漏れおよび輸送上の安全性を損なう変形の有無を調べる試験として、非危険物用の容器に対しては、『呼び容量の95%以上に水を充填して縦置きにし、その上に計算式によって算出した積重ね荷重を加え、24時間放置した後、漏れ及び変形の有無を調べる。』積重ね試験が規定されており、JIS Z 1600 (2006、2017) およびJIS Z 1601 (1994、2006、2017) でも同様に規定されている。

また、JIS Z 1600 (2017) およびJIS Z 1601 (2017) は、危険物をなくしたことによる適用法令等の引用削除、危険物用ドラムの性能として規定していた試験・検査方法および合否判定基準を削除したものであり、密封性に関する改正は行われていない。

JIS Z 1600 (1993) 以前のもの、JIS Z 1601 (1994) 以前のものには、『ドラム内に適当な方法でH級に対しては1.0kgf/cm<sup>2</sup>、M級に対しては0.7kgf/cm<sup>2</sup>の圧縮空気を送りこみ、これを水中に浸すか又はせっけん水を塗布して漏れの有無を調べる』気密試験、『水を充填して縦置きにし、その上に1,000kg (1種)の質量を加え24時間放置した後、漏れ及び変形の有無を調べる』荷重試験が規定されている。

これらの試験条件は、前述の積重ね試験と比べて同等以上のものであることからJIS Z 1600 (1993) 以前のもの、JIS Z 1601 (1994) 以前のものも密封性の観点からは同等以上のものであると判断される。

#### c 天ぶた

天ぶたについては、構造および製造方法、形状、材料に関する規定はあるが、ドラムの強度は主として胴体部分の強度で決まるため、天ぶたに口金等を設けていても、強度には影響を与えないものと考えられる。

密封性に関しては、JIS Z 1600 (1993) における積重ね試験において呼び容量の95%以上に水を充填して縦置きするという試験条件となっており、天ぶたの密封性については触れられていない。

このため、JIS Z 1601 の天ぶたを取り外しできるよう（オープンドラム）に改造したものおよび口金を改造したものは、密封性の観点からはJIS Z 1600 (1993) と同等であると考えることができる。

### ③JISの改訂に伴う容器

今後、JIS の改訂に伴って新たな容器が使用される場合は、その都度、その内容を検討し、本内容を見直すものとする。

#### ■参考文献

- ・模擬充填固化体による載荷試験結果について  
平成11年5月  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について (各種固体状廃棄物)  
・改訂1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- ・「容器」のJIS改正に関する埋設告示との適合性確認について  
H51803-19-A001 (2019年9月20日)

# 1. 固型化の方法

## (3) 固型化方法①（固型化材料等の練り混ぜ）

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化方法①)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。		
<p>・試験等により均質に練り混ぜられることが確認された固型化設備及び運転条件によってあらかじめ固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料が練り混ぜられてあること及び試験等により容器内の放射性廃棄物と一体となるように充てんできることが確認された方法によって固型化されてあること。</p> <p>また、ゴム片等（強度分類が不明な固体状廃棄物を含む。）を収納する廃棄体は、廃棄物と容器との隙間を30mm以上確保してあること。</p>		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①～③について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①原材料の納品書および成績書等	各原材料の規格、細骨材の粒径分布および含水率があらかじめ実施された固型化材料等の性能試験の結果に基づいて定められた範囲内に入っていることを確認する。	
②練り混ぜ機の検査表または製造業者もしくは納品業者の練り混ぜ機の性能証明書	性能証明書により均質に練り混ぜる性能を練り混ぜ機が有することを確認するとともに、試験時の原材料の投入量、練り混ぜ機の練り混ぜ方法（練り混ぜ時間、攪拌速度）を確認する。	
③固型化記録	<p>各原材料の投入量、練り混ぜ時間および練り混ぜ速度があらかじめ実施された固型化材料等の性能試験に基づいて定められた値の範囲内に入っていることを確認する。</p> <p>ただし、各原材料の投入量、練り混ぜ時間および練り混ぜ速度を上記の値に設定して運転している場合であって、固型化設備の定期検査記録により以下の(1)～(3)について確認することができるときは、練り混ぜ時間および練り混ぜ速度については当該記録の確認をもって代替することができる。</p> <p>(1)練り混ぜ機が設定値（練り混ぜ時間および練り混ぜ速度）のとおり運転されていること。</p> <p>(2)固型化設備の計量精度を校正していること。</p> <p>(3)検査を定期的実施していること。</p>	

## ■補足

この確認事項は、固型化材料等（固型化材料もしくは固型化材料および混和材料）を構成する原材料（セメント、骨材、混和材料、水）が偏在することなく一様な状態になるよう十分練り混ぜられているかを要求するものである。

この十分な練り混ぜ性能の基準としては、JIS A 1119（ミキサで練り混ぜたコンクリート中のモルタルの差及び粗骨材量の差の試験方法）がある。

なお、均質・均一固化体に対しても類似した基準があるが、これは、廃棄物が固型化材料により、偏在することなく一様に固型化されなければならないことを定めており、充填固化体の場合の固型化材料等を構成する原材料が偏在することなく一様な状態とされなければならないことを定めたものは、内容が異なっている。

## ■参考文献

- ・充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、  
関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）
  - ・改訂1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

# 1. 固型化の方法

## (3) 固型化方法②（一体となるような充てん）

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化方法②)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。		
<p>・試験等により均質に練り混ぜられることが確認された固型化設備及び運転条件によってあらかじめ固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料が練り混ぜられてあること及び試験等により容器内の放射性廃棄物と一体となるように充てんできることが確認された方法によって固型化されてあること。</p> <p>また、ゴム片等（強度分類が不明な固体状廃棄物を含む。）を収納する廃棄体は、廃棄物と容器との隙間を30mm以上確保してあること。</p>		
確認方法		
<p>確認すべき記録等に示す①～⑧について、当該確認内容を確認すること。</p> <p>ただし、③、④、⑦の確認内容に示す事項のうち、あらかじめ定められた設定値に基づき設備の運転を行っている場合は、⑧の定期検査表の確認により当該事項の確認を代替することができる。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①分別記録	標準製作法に基づき定められた手順に従って、分別作業が行われていることを確認する。	
②切断処理記録 (切断処理をしている場合)	標準製作法に基づき定められた手順に従って、切断処理が行われていることを確認する。	
③圧縮処理記録 (圧縮処理をしている場合)	標準製作法に定められた圧力により、圧縮処理が行われていることを確認する。	
④溶融処理記録 (溶融処理をしている場合)	<p>運転温度、運転時間および難溶融物の投入比率が標準製作法に基づき定められた範囲内に入っていることを確認する。</p> <p>また、プラズマ加熱方式で溶融処理する場合は、標準製作法に定められた管理措置（空隙抑制剤の添加、溶湯の排出方法、セラミック層上部の空隙除去処理）が行われていることを確認する。</p>	
⑤小型混練処理記録 (小型混練処理をしている場合)	標準製作法に基づき定められた手順に従って、小型混練処理が行われていることを確認する。	
⑥収納記録	標準製作法に基づき定められた手順に従って、収納作業が行われていることを確認する。	
⑦固型化記録等	<p>固型化材料等の流動性を直接測定している場合はその測定結果を、固型化材料等の流動性を影響因子で管理している場合は各原材料の品質、投入量、練り混ぜ後の経過時間および水の温度があらかじめ定められた範囲内にあることを確認する。</p> <p>（「1. (3) 固型化方法③（耐埋設荷重）」参照）</p>	

確認すべき記録等	確認内容
⑧設備の定期検査表	<p>以下の内容について確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 圧縮設備の圧縮圧力の校正記録 (圧縮処理している場合)</li> <li>(2) 高圧圧縮設備の圧縮圧力の校正記録 (高圧圧縮処理している場合)</li> <li>(3) 高周波溶融設備の温度計の校正記録 (高周波溶融処理している場合)</li> <li>(4) プラズマ溶融設備の温度計の校正記録 (プラズマ溶融処理している場合)</li> <li>(5) 固型化設備の注入速度</li> <li>(6) 計量装置の校正記録 (固型化材料等の流動性を影響因子で管理している場合)</li> <li>(7) 検査頻度</li> </ul>

## ■補足

1. 固型化材料等の流動性を影響因子で管理している場合とは、固型化材料等の流動性を直接管理する代わりに、固型化材料等の流動性に影響を与える因子の管理範囲を事前に実施する試験によって定め、製作時に各影響因子が管理範囲内であることを確認する方法を採用している場合である。

## 2. 廃棄体製作方法

「一体となる」とは、容器内に収納された複数の多種多様な放射性廃棄物が固型化材料等によって固型化され、放射性廃棄物が容易に外部に飛散・漏洩しないような状態となることを求めたものである。

このような状態とするには、充填固化体の製作時の前処理や固型化材料等の充填が適切に行われることが重要である。

以上の観点を踏まえて、廃棄体製作時の管理方法が標準製作法に示されている。

### (1) 圧縮圧力（高圧圧縮処理を除く）

圧縮圧力を変えて圧縮対象物の体積減少率を測定した結果、3MPa 程度の圧縮圧力により、これ以上の圧力を加えても体積減少がほとんど起こらない領域となっている。すなわち、3MPa 以上の圧縮圧力とすれば外部から更に圧力が加わっても圧縮体はこれ以上変形しないと考えられる。

### (2) 高圧圧縮処理

高圧圧縮処理では、約1,000tまたは1,500tの軸方向荷重をかけることにより、高圧圧縮体内部の空隙は低減されている。

### (3) 溶融処理

溶融処理における性能管理としては難溶融物の混合割合、運転温度、運転時間が挙げられる。次のように設定管理を行えば、製作された溶融体がほぼ均質な状態となることが試験で確認されており、廃棄物の溶融が十分に行われていると判断される。

（高周波溶融方式の場合）

- ・ 難溶融物：土砂溶融助剤＝90/10以下、  
土砂／無機廃棄物＝40/60 以下、  
セラミックフィルタ／溶融助剤＝70/30以下、  
セラミックフィルタ／無機廃棄物＝60/40以下
- ・ 運転温度（キャニスタ表面）：1450℃以上
- ・ 運転時間（廃棄物の投入が終了後）：15分以上

（プラズマ溶融方式の場合）

- ・ 土砂／無機廃棄物＝35/65 以下（塩基度 0.4 以上）  
運転温度（炉内雰囲気温度）：1500～1600℃
- ・ セラミックフィルタ／無機廃棄物＝5/95 以下（塩基度 0.7 以上）  
運転温度（炉内雰囲気温度）：1550～1600℃
- ・ 塊状アルミニウム／無機廃棄物＝10/90 以下（塩基度 0.6 以上）  
運転温度（炉内雰囲気温度）：1500～1600℃
- ・ 運転時間（廃棄物の投入が終了後）：15～120分

なお、プラズマ加熱方式では、廃棄体製作時の管理事項（空隙抑制剤の添加、溶湯の排出方法、セラミック層上層の空隙除去処理）を行うことにより、溶融固化体内部の空隙は低減されている。

### (4) 小型混練固化処理

多量の粉粒物を充填固化する場合、粉粒物を小型混練固化することで一体となるような充填が可能になる。

小型混練固化体製作時の管理項目としては、セメントの種類、原材料の混合割合、セメント／水比、粉粒物の投入量、原材料および粉粒物の投入順序、練り混ぜ時間および養生時間が考えられ、これらを所定の範囲に管理することで一定の品質の小型混練固化体が製作できると考えられる。

### (5) 注入速度

下記(6)の流動性で示す試験においては注入速度を25リットル/分としており、この速度で十分な充填性があることが示されている。すなわち、注入速度は、25リットル/分以下であれば良いと判断される。

### (6) 流動性

財団法人原子力環境整備センター、東京電力ホールディングス株式会社および四国電力株式会社の技術レポートによれば、固型化材料等の流動性がより保守的になる条件のもとでの試験の結果は、以下のとおりである。

- ①標準的な廃棄物組成となる模擬廃棄物に対して、水置換により求めた固型化前の容器内の空間に対する残存空隙量（水置換により求めた空間から固型化材料等が充填した体積を引いたもの）の比率を実大規模において測定した結果、多くの充填固化体で0~1%、高い場合でも2%となる。
- ②充填固化体内部の廃棄物間および廃棄物と容器との間に残存する空隙（以下「廃棄物間空隙」という。）が特に狭くなると想定される以下の2つの条件で製作した固化体についてその空隙量を測定すると、残存空隙量は、充填固化体内部の固型化容積（充填固化体内部のうち上部空隙を除く容積）の7%未満となる。
  - a 小口径配管のみを緻密な状態にして収納した場合（残存空隙 1~7%）
  - b 小粒径の塊状廃棄物のみを収納した場合（残存空隙 約 6%）

このように、空隙に固型化材料等が充填され難い廃棄物の形状や収納条件を採用した場合でも、製作される充填固化体1体ごとの廃棄物間空隙は小さくなることが示されている。

- ③高圧圧縮を行った模擬廃棄物に対して、水置換により求めた固型化前の容器内の空間に対する残存空隙量（水置換により求めた空間から固型化材料等が充填した体積を引いたもの）の比率を実大規模において測定した結果、難燃物では6~10%、金属類では13~15%となる。

なお、固型化材料等の流動性に関しては、「流動性の良いモルタルを充填して構造体とする一般的な工法」として、土木学会コンクリート標準示方書に記述されている「プレパックドコンクリート」を参考としている。

この示方書に定めるモルタルの流動性の目標値を参考にし、固型化材料等の流動性の確保が図られており、実際には次のような適用方法が採られている。

Pロート流下時間\*1の目標値

	上限値（流動性小）	下限値（流動性大）
高性能減水剤を使用したもの*2	50 秒*3	材料分離が生じないこと*4
上記以外	20 秒	材料分離が生じないこと*4

\*1 Pロート流下時間：土木学会基準（JSCE-F521）による試験方法

\*2 高性能AE減水剤を含む。

\*3 高強度プレパックドコンクリートの場合を参考に定義した。

\*4 （社）土木学会コンクリート標準示方書を参考にすると材料分離が生じない下限値は16秒となる。

なお、固型化材料等に細骨材を使用する場合、その粒径を上記示方書に定める標準値を参考に管理する。

### 3. 固型化材料等の流動性の確認方法

固型化材料等の流動性が1.(6)に示された値になることを確認する方法には次の2とおりがある。

- A：固型化材料等の流動性を直接管理している場合、その測定結果を製作記録にて確認する方法
- B：固型化材料等の流動性を影響因子で管理している結果を確認する方法  
(事前に実施した固型化材料等の性能試験結果に基づき設定した各項目の管理範囲内に製作時の管理結果が入っていることを確認する。)

このうち、Bで確認する管理項目は以下のとおりである。  
なお、管理範囲については事前に実施した性能試験結果により確認する。

- ・各原材料の品質：各原材料の規格、細骨材の粒径分布と含水率
- ・各原材料の投入量
- ・練り混ぜ後の経過時間
- ・原材料となる水の温度

#### ■参考文献

- ・充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、  
関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）  
・改訂1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・技術レポート 高圧圧縮廃棄体の充填性試験結果について  
平成12年7月  
東京電力(株)
- ・技術レポート 1,500トン高圧圧縮廃棄体の充填性試験結果について  
平成21年11月  
四国電力(株)
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JNES-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）
- ・プラズマ熔融固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0405（2005年4月）
- ・四国電力(株)伊方発電所の高圧圧縮廃棄体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-1003（2011年3月）
- ・原子力発電所において発生する耐火レンガ又は多量の粉粒物を含む充填固化体の廃棄確認の方法に  
ついて  
JNES-EV-2013-9004（平成26年2月）

# 1. 固型化の方法

## (3) 固型化方法③ (耐埋設荷重)

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (固型化方法③)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。		
<p>・試験等により均質に練り混ぜられることが確認された固型化設備及び運転条件によってあらかじめ固型化材料若しくは固型化材料及び混和材料が練り混ぜられてあること及び試験等により容器内の放射性廃棄物と一体となるように充てんできることが確認された方法によって固型化されてあること。</p> <p>また、ゴム片等（強度分類が不明な固体状廃棄物を含む。）を収納する廃棄体は、廃棄物と容器との隙間を30mm以上確保してあること。</p>		
確認方法		
<p>確認すべき記録等に示す①～⑧について、当該確認内容を確認すること。</p> <p>ただし、内張り容器を使用しない場合は③を、内籠を使用しない場合は④を、内張り容器を使用する場合は⑧を要しない。</p> <p>⑤～⑦のうち一体となるような充てんに関わるものは「1. (3) 固型化方法②（一体となるような充てん）」に示したところにより確認することができる。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①原材料の納品書および成績書等	「1. 固型化の方法（3）固型化方法①（固型化材料等の練り混ぜ）」に示したところにより確認する。	
②容器の納品書および成績書または圧出表示等	「1. 固型化の方法（2）容器」に示したところにより確認する。	
③内張り容器の納品書および試験成績書	内張り容器の納品書	納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、数量等から試験成績書に記載された内張り容器が納品されていることを確認する。
	内張り容器の試験成績書	(1)内張りに使用した固型化材料等の圧縮強度（または使用材料の強度）が30MPa（300kg/cm <sup>2</sup> ）以上を有することを確認する。 (2)内張りした固型化材料等（または使用材料）の厚さが30mm以上あることを確認する。
④内籠の納品書および図面等	内籠の納品書	納品業者、納品先、納品年月日、製造業者、数量等から図面等に示された内籠が納品されていることを確認する。
	内籠の図面等	内籠と容器との間に30mm以上の隙間ができる寸法であることを確認する。
⑤分別記録	廃棄物の強度に応じて適切に分別作業が実施されていることを確認する。	
⑥収納記録	廃棄物の強度に応じて適切に容器が選択された上で収納作業が実施されていることを確認する。	

確認すべき記録等	確認内容
⑦固型化記録	<p>各原材料の投入量、練り混ぜ時間、練り混ぜ速度および水の温度が⑧の固型化材料等の性能検査表に基づいてあらかじめ定められた範囲内に入っていることを確認する。</p> <p>ただし、各原材料の投入量、練り混ぜ時間および練り混ぜ速度を上記の値に設定して運転している場合であって、固型化設備の定期検査記録により以下の(1)～(3)について確認することができるときは練り混ぜ時間および練り混ぜ速度については当該記録の確認をもって代替することができる。</p> <p>(1)練り混ぜ機が設定値（練り混ぜ時間および練り混ぜ速度）のとおり運転されていること。</p> <p>(2)固型化設備の計量精度を校正していること。</p> <p>(3)検査を定期的実施していること。</p>
⑧固型化材料等の性能検査表	<p>下記条件で試験を行ったときの固型化材料等の硬化後強度が30MPa以上あることを確認する。</p> <p>(1)各原材料の品質に関する規格値</p> <p>(2)各原材料の投入量</p> <p>(3)水の温度</p> <p>(4)練り混ぜ後の経過時間</p>

■補足

埋設施設において廃棄体が受けるおそれのある最大荷重は、廃棄体を俵積み方式により定置した場合に俵積み完了後に最下段の廃棄体受ける荷重である。これに対する強度としては、標準製作法に基づいて充填固化体を製作したときの想定荷重として保守的に約10tを想定し、これに耐える強度（以下、「耐埋設荷重強度」という。）を考慮する必要がある。

この耐埋設荷重強度の確保方法は、標準製作法等によれば下記の2つの方法が考えられている。

(1) 強度が高い固体状廃棄物を固型化する場合(廃棄物強度で担保する場合)

金属類、コンクリート・ガラス類、圧縮体、高圧圧縮体、溶融体、塩ビ管、ケーブル・コード類、プラスチック片類等の強度が高い固体状廃棄物のみを固型化して充填固化体を製作する場合には、主に廃棄物自体の強度で耐埋設荷重強度を確保することが可能であり、充填固化体の強度は、廃棄物自体の強度、固型化材料等の強度、内部空隙量および上部空隙量に依存すると考えられる。

(2) 強度が低い固体状廃棄物を固型化する場合(内張り層等で担保する場合)

ゴム片等の強度が低いものを含む固体状廃棄物を固型化して充填固化体を製作する場合には、内張り層等それ自体が相当の強度を有するものを設けて耐埋設荷重強度を担保する方法が考えられ、充填固化体の強度は、主に内張り層等の強度・厚みに依存する。

なお、内張り層等としては、

- ①内張りを施した容器を用いる方法
- ②内籠を容器にセットして廃棄物を収納する方法

の2とおりが考えられる。

以上の事項を踏まえ、財団法人原子力環境整備センターの技術レポートおよび電力会社の試験報告で示されている結果から、耐埋設荷重強度の確保方策を保守的にまとめると下表のとおりになる。

	(1) 廃棄物強度で担保する場合	(2) 内張り層で担保する場合
容器	M級、H級	H級
廃棄物の強度	強度が高い固体状廃棄物であること	強度が低い固体状廃棄物を含むことが可能
固型化材料等の強度	硬化後強度が30MPa以上	同左（内籠の場合）
上部空隙量	有害な空隙がないこと	有害な空隙がないこと
内部空隙量	一体となるような充てんにより低減していること	—
内張り層の強度	—	硬化後強度が30MPa以上 (内張容器の場合)
内張り層の厚み	—	30mm以上

■参考文献

- ・ 充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）  
・ 改訂 1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・ 模擬充填固化体による載荷試験結果について  
平成11年5月  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・ 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 1. 固型化の方法

### (4) 有害な空げき

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	固型化の方法 (有害な空隙)
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・容器内に有害な空げき*が残らないようにすること。</li> <li>※上部空げきが体積で10%（充てん面から容器の蓋の下面までの長さが約8cm）を超えないこと</li> </ul>		
確 認 方 法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①養生記録	上部空隙が標準製作法に基づき定められた値を超えないことを確認する。	

## ■補足

標準製作法によれば、廃棄体の上部空隙が体積で 10% (約 8cm) 以下となるように管理することとされているので、均質・均一固化体の場合を参考にして、「上部空隙が 10%を超えないこと」を製作記録により確認することとする。

「容器内に有害な空隙が残らないこと」とする廃棄物受入基準は、廃棄物埋設施設に廃棄体を埋設後、陥没が発生することを防止するために定めたものである。

廃棄体に残ると考えられる主な空隙は固化体上部の空隙であるが、埋設事業許可申請（1号廃棄物埋設施設）では、固化体について平均で30%（約25cm）の上部空隙を想定して安全性評価がなされている。

充填固化体の場合には、「一体となるような充填」および「耐埋設荷重」の観点から製作が適切に行われていれば、埋設荷重のような外圧により廃棄体の形状が損なわれることは考えにくい。

したがって、「有害な空隙」としては、均質・均一固化体と同様に廃棄体上部の空隙を確認対象として考えることが妥当である。

## ■参考文献

- ・充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力㈱、東北電力㈱、東京電力ホールディングス㈱、中部電力㈱、北陸電力㈱、  
関西電力㈱、中国電力㈱、四国電力㈱、九州電力㈱、日本原子力発電㈱
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスクリーニングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

# 1. 固型化の方法

## (5) 技術基準適合性

埋設規則条項	規則第8条第2項第六号 規則第8条第2項第七号	技術基準適合性
埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
放射線障害防止のため、埋設の終了までの間に受けるおそれのある荷重（1tonの廃棄体を9段積みで定置する際の荷重）に耐える強度を有するよう及び廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さ（8m）からの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少なくなるよう、事業許可において廃棄を許可された放射性廃棄物を以下に定める方法により容器に封入し、又は容器に固型化してあること。		
・上記（1）から（4）の項目を確認することによって、埋設規則第8条第2項第6号及び第7号への適合性が確認されたものであること。		
確 認 方 法		
確認すべき記録等に示す①～④について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①固型化材料	「1. 固型化の方法（1）固型化材料」に示したところにより確認する。	
②容器	「1. 固型化の方法（2）容器」に示したところにより確認する。	
③固型化方法	「1. 固型化の方法（3）固型化方法」に示したところにより確認する。	
④有害な空げき	「1. 固型化の方法（4）有害な空げき」に示したところにより確認する。	

■補足

1. 規則第8条第2項第六号（埋設の終了までの間において受けるおそれのある荷重に耐える強度を有すること）の技術基準適合性について

(1) 「1. 固型化の方法」全体を確認することで良いとする根拠

埋設が終了するまでの間において受けるおそれのある荷重は、廃棄体を俵積み方式により定置した場合に最上段の廃棄体定置完了後に最下段の廃棄体が受ける荷重が最大荷重であるため、その最大荷重を想定し容器、固型化材料および製作方法の組合せによる試験により、耐えられる強度と密封性を有することが確認されている。

したがって、試験に使用した模擬廃棄体と同様に製作された廃棄体については、固型化の方法を確認をすることにより荷重に耐えられる強度が担保される。

(2) 容器、固型化材料および製作方法の組合せによる試験について

①廃棄体に要求される耐埋設荷重

埋設された場合において受けるおそれのある荷重については次のように考えられる。

廃棄体重量を1ton（2号廃棄体重量上限）として、9段俵積み時の最下段の廃棄体に対する荷重は、吊り具負荷を考慮して約12tonとなる。

したがって、廃棄体は12ton以上の強度を有することが必要である。

②強度（耐埋設荷重）担保の考え方

廃棄体の耐荷重強度は固化体の強度ではなく、容器の強度により担保されることが考えられる。

現状の埋設形態では、廃棄体はJIS Z 1600に定められている容器またはこれと同等のものを使用している。

2号廃棄体では、容器のみで強度を担保することはできず、容器と固型化材料等を含めた廃棄体全体で耐埋設荷重を担保することとする。

③試験方法

試験装置は、加圧フレーム、廃棄体を模擬した下部加力治具、上部加力治具、載荷のための油圧ジャッキ、荷重を測定するロードセルから構成した。

1.25tonから15tonまで約0.5ton単位で増加させた荷重をかけ、その変位量を測定した。また、各段階の保持時間は5分間とし、各段階で変位が安定したのを確認してから次の段階へ移行した。

④試験用廃棄体

試験で用いた容器の肉厚は0.8mmであり、M級容器（肉厚1.2mm）を保守的に模擬し、廃棄物の強度および固型化材料等の硬化後強度が保守的な条件として、以下の模擬廃棄体を製作した。

形状	JIS Z 1600 1種 0.8mm厚	
製作方法	廃棄物種類	強度の低い廃棄物（非圧縮） 塩ビホース、ケーブル、プラスチック片、ゴム片 （保守的な廃棄物として模擬した。）
	内張層	無し
	収納方法	人為的に廃棄物を緻密に収納した。 （固型化時の浮上防止対策は実施）
	上部空隙	11%（標準的な製作方法で定める10%を保守的に模擬）
固型化材料	硬化後強度 300kgf/cm <sup>2</sup> （JIS A 1108に準拠し、28日間養生したサンプル6体の平均） 標準的な製作方法で要求する最低限の強度	

⑤荷重試験結果

最終荷重である15tonを載荷しても模擬廃棄体は破壊せず、強度は保たれており、最終変位量は平均で5.2mmであった。また容器の破損は認められないため、容器の密封性も損なわれていない。

したがって、12ton以上の耐荷重強度を満足することが確認されていることから、試験に使用した模擬廃棄体と同様に製作される2号廃棄体は固型化の方法の確認をすることにより必要な耐荷重強度を有すると判断できる。

2. 規則第8条第2項第七号（廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと）の技術基準適合性について

(1) 技術基準に対する廃棄物受入基準案の考え方について

技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」について、「極めて少ない量」と判断する基準は、事業許可申請書添付書類七において事故時の影響評価で用いている内容物の飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」とする。

この評価の結果では、事業許可を受けた最大放射能濃度で、保守的に想定される最大重量の廃棄物が落下したと想定し、前述した飛散率によって放出された放射性物質を一般公衆が吸入摂取した場合の被ばく評価を行い、著しい放射線被ばくのリスクはないことが示されていることから、基準は妥当であると考えられる。

しかし、受け入れる廃棄体を実際に落下させて飛散率を確認することは現実的ではないため、受け入れる廃棄体と同様の方法で容器に固型化することで同等の性状を有すると考えられる模擬廃棄体を用いて8mから落下させた試験において、模擬廃棄体からの漏出が $1 \times 10^{-5}$ を大きく下回る量であったことから、廃棄物受入基準のうち、「1. 固型化の方法」を確認することで当該技術基準の適合性を判断できると考える。また、落下時の衝撃が試験から大きく逸脱しないよう、想定される最大の高さについても条件として明示し、「9. 廃棄体重量」により事業許可申請において想定されている廃棄体の最大重量を超えないことも確認する。

なお、要求事項は「飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」であることから「2. 最大放射能濃度」も当該技術基準に関連する項目と位置づける。

(2) 廃棄体落下試験について

電気事業者および日本原燃は1995年に共同で充填固化体の廃棄体落下試験（以下、「落下試験」）を実施している。

落下試験に用いた実大模擬廃棄体は、埋設規則の技術基準や告示の廃棄体仕様を踏まえた「廃棄体製作マニュアル」（現在の充填固化体の標準的製作方法）に基づき製作したものである。

具体的な製作条件は以下のとおり。

【固型化材料】

- ・ JIS R 5210 (1992) 若しくは JIS R 5211 (1992) に定めるセメント

【容器】

- ・ JIS Z1600 に定める 200 リットルドラム缶（H級）
- ・ 内張厚さまたはドラム缶内壁と内籠の間隔は 30 mm を目標に製作
- ・ 内籠は鋼製網目状の容器を使用。

【固型化方法】

- ・ 十分な練り混ぜ性能を有する固型化設備による混練
- ・ モルタルの P ロートによる流下時間は約 50 秒（高性能減水を使用しているため。落下試験に注入条件は直接影響しない。）
- ・ 固型化材料等の注入速度が約 25L/min

落下試験を行う模擬廃棄体の種類は、耐衝撃強度に影響すると考えられる収納容器種類と、落下衝撃に影響すると考えられる廃棄体重量の観点から以下の5種類を選定している。

- ・ A型非圧縮物ドラム缶収納（ドラム缶収納ケース、平均的な重量のケース）
- ・ B型非圧縮物内張容器収納（内張容器収納ケース）
- ・ B型非圧縮物内籠容器収納（内籠容器収納ケース）
- ・ B型圧縮物内籠収納（重量の小さいケース）
- ・ A型溶融体ドラム缶収納（重量の大きいケース）

補足：廃棄体の型式設定

[A廃棄体]：廃棄物自体の強度が十分であり、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮、溶融）を行った廃棄物で、容器に直接収納した廃棄体

[B廃棄体]：廃棄物自体の強度が低く、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮）を行った廃棄物で、内籠又は内張容器に収納した廃棄体

落下試験は充填固化体が埋設される2号埋設施設に定置する際のクレーンによる最大吊り上げ高さ（8m）から床面に自由落下させ、廃棄体外へ漏出した内容物の量を確認した。結果は下表のとおり。この試験は漏出物の重量を測定したものであり、実際に浮遊し、従事者の放射線障害や作業環境の著しい悪化につながるような粒子の割合は、この漏出率よりもさらに小さくなるものと考えられる。

型式	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]
A	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0
B	非圧縮物	密	内張容器	461	104	$2.3 \times 10^{-7}$
B	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0
B	圧縮体	—	内籠容器	389	249	$6.4 \times 10^{-7}$
A	熔融体	—	ドラム缶	870	87	$1.0 \times 10^{-7}$

\*1：（漏出率[-]）＝（漏出物重量[kg]）／（廃棄体重量[kg]）

### (3) 「1. 固型化の方法」全体を確認することで良いとする根拠

上記の落下試験の結果、漏出率は最大で $6.4 \times 10^{-7}$ であり、基準と考える飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に対し一桁以上小さい。また、収納容器種類、廃棄体重量の違いによって漏出率に特に傾向は見られず、収納廃棄物、収納状態の違いを含めても漏出率に影響する特定要因は見られないことから、落下試験における製作方法（固型化の方法）から大きく逸脱しない限りは、実際に埋設される廃棄体も同等の結果が得られるものと考えられる。

固型化材料、容器はJIS規格に適合したものであれば、模擬廃棄体と実際の廃棄体の性能に大きな違いが出るとは考えにくい。また、廃棄物種類、収納状態に関して模擬廃棄体は実際に埋設される廃棄体を網羅した設定となっており、固型化方法については落下試験時よりも、一体となるように充填する方法（固型化材料の流動性、注入速度の管理など）が確立されているため、模擬廃棄体に比べ実際の廃棄体の方が漏えいに強いと考えられる。

廃棄体重量は2020年2月末時点での2号廃棄体の受入実績によると最大で950kgであるため落下試験の最大重量+10%程度超過しているが、重量の増加と漏出率の増加に相関関係は認められないこと、基準である飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に比べ落下試験の漏出率が一桁以上小さいことを考えると十分許容できる範囲と考える。

したがって落下試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、飛散率 $1 \times 10^{-5}$ を超えることはなく、（廃棄体の最大吊り上げ高さの想定条件を明示した上で、）廃棄体受入基準での「1. 固型化の方法」全体を確認することにより、技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」は担保されるものとする。

#### (参考図書)

- ・ 充填固化体の標準的な製作方法
  - 北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）
  - ・ 改訂 1
  - 平成10年3月
  - 財団法人 原子力環境整備センター
- ・ 模擬充填固化体による載荷試験結果について
  - 平成11年5月
  - 北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)

## 2. 最大放射能濃度

埋設規則条項	規則第8条第2項第三号 規則第8条第2項第七号	最大放射能濃度
放射能濃度が許可申請書等に記載した最大放射能濃度を超えないこと。		
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと		
保安規定 別表2の2		
<p>次のいずれかの方法により、受入れ時の放射能濃度が別表2の3に示す2号廃棄体の最大放射能濃度を超えないことを確認されたものであること。</p> <p>(1) スケーリングファクタ法  (2) 平均放射能濃度法  (3) 非破壊外部測定法  (4) 理論計算法  (5) 原廃棄物分析法</p> <p>スケーリングファクタ等については別紙のとおりとする。</p>		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①～③について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①貯蔵場所からの取出し記録	廃棄物の発生時期と発生した原子炉名（原子炉名はスケーリングファクタを定める上で必要な場合）	
②溶融処理記録（溶融処理している場合）	<p>運転温度および運転時間が標準製作法に基づきあらかじめ定められた範囲内にあることを確認するとともに、加熱溶融方式を確認する。</p> <p>ただし、標準製作法に基づきあらかじめ定められた設定値により溶融設備の運転を行っていることが明らかな場合は、運転時間の設定の確認により運転時間の確認を、温度計の校正記録の確認により運転温度の確認を代替することができる。</p>	
③放射能濃度の測定記録	<p>以下の内容について確認する。</p> <p>(1) 非破壊外部測定法による測定結果  （Co-60およびCs-137の場合）</p> <p>(2) 計算結果  （スケーリングファクタ法、理論計算法、平均放射能濃度法、原廃棄物分析法を適用する核種の場合）</p> <p>(3) 測定年月日  (4) 整理番号  (5) 測定装置の点検・校正記録</p>	

■補足

(1) 申請書等とは、規則第6条第1項第1号中の「法第51条の2（事業の許可）第1項または法第51条の5（変更の許可及び届出）第1項の許可に係る申請書および法第62条の2（指定又は許可の条件）第1項の規定により許可の際に付された条件を記載した書類」をいい、平成10年10月8日付け10安（廃規）第49号にて許可された当社の申請書等の最大放射能濃度は下表のとおりである。

保安規定 別表2の3 事業許可申請書に記載した最大放射能濃度

核種名	2号廃棄体 [Bq/ton]	核種名	2号廃棄体 [Bq/ton]
トリチウム	$1.22 \times 10^{12}$	ニオブ94	$3.33 \times 10^8$
炭素14	$3.37 \times 10^{10}$	テクネチウム99	$7.40 \times 10^7$
コバルト60	$1.11 \times 10^{13}$	ヨウ素129	$1.11 \times 10^6$
ニッケル59	$8.88 \times 10^9$	セシウム137	$4.07 \times 10^{11}$
ニッケル63	$1.11 \times 10^{12}$	アルファ線を放出する 放射性物質	$5.55 \times 10^8$
ストロンチウム90	$6.66 \times 10^{10}$		

(2) 廃棄体中の放射性物質の濃度は、「充填固化体の廃棄確認の実施について」（平成11年9月、平成12年8月一部改正）に添付の「廃棄体（充填固化体）中の放射能濃度の決定手順について」（以下、「決定手順」という。）に記載されている下表のいずれかの方法により決定する。

廃棄体中の放射能濃度の決定方法

決定方法	概要
非破壊外部測定法	廃棄体の外部から非破壊測定し、当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
スケーリングファクタ法	代表サンプルの放射化学分析値から得られるkey核種と難測定核種の相関関係と個々の廃棄体外部からの非破壊非破壊測定結果を組み合わせることで当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
理論計算法	原子炉燃焼計算等により理論的に当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
平均放射能濃度法	代表サンプルの放射化学分析値から得られる平均的な放射能濃度から当該廃棄体中の放射能濃度を決定する方法
原廃棄物分析法	固化処理直近プロセス廃棄物から試料を採取してこれを放射化学分析し、廃棄体中の放射能濃度を決定する方法

(3) 廃棄体中の放射性物質濃度を決定することが必要な放射性物質については、下表の方法を用いることができる。

各放射性物質の生成機構および放射能濃度の決定方法

放射性物質の種類	生成機構	半減期(年)	決定方法	key核種
H-3	三体核分裂 $^2\text{H}(n, \gamma)$ $^{10}\text{B}(n, 2\alpha)$ $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ $\text{Li}(n, n\alpha)$	$1.23 \times 10^1$	平均放射能濃度法	—
C-14	BWR/PWR: $^{17}\text{O}(n, \alpha)$ GCR: $^{14}\text{N}(n, p)$	$5.73 \times 10^3$	スケーリングファクタ法	Co-60
Co-60	$^{59}\text{Co}(n, \gamma)$	$5.27 \times 10^0$	非破壊外部測定法	—
Ni-59	$^{58}\text{Ni}(n, \gamma)$	$7.5 \times 10^4$	理論計算法	—
Ni-63	$^{62}\text{Ni}(n, \gamma)$	$1.00 \times 10^2$	スケーリングファクタ法	Co-60
Sr-90	核分裂生成	$2.88 \times 10^1$	スケーリングファクタ法	Cs-137
Nb-94	$^{93}\text{Nb}(n, \gamma)$	$2.0 \times 10^4$	BWR/PWR: スケーリングファクタ法	Co-60
			GCR: 平均放射能濃度法	—
Tc-99	$^{98}\text{Mo}(n, \gamma)$ $^{99}\text{Mo}(\beta^-)$ 核分裂生成	$2.14 \times 10^5$	BWR/PWR: スケーリングファクタ法	Co-60
			GCR: 平均放射能濃度法	—
I-129	核分裂生成	$1.6 \times 10^7$	スケーリングファクタ法	Cs-137
Cs-137	核分裂生成	$3.02 \times 10^1$	非破壊外部測定法	—
全 $\alpha$	中性子多重捕獲	—	スケーリングファクタ法	Cs-137

① スケーリングファクタ (SF) および平均放射能濃度について

各難測定核種のスケーリングファクタおよび平均放射能濃度を別紙「放射能濃度に係るスケーリングファクタ等一覧」(以下、「別紙」という。)の別表1~別表3に示す。

また、溶融体を収納した廃棄体(以下、「溶融固化体」という。)に対しては、別紙の別表4に示す残存率を適用する。

別紙の別表1~4の値については、別に定める業務管理文書「充填固化体のSF等設定状況」にて示す年度までに発生した廃棄物を固型化した廃棄体に対して適用できることとし、業務管理文書に示す年度より後に発生した廃棄体に対して適用できるかどうかについては、添付「充填固化体のスケーリングファクタ等の継続使用の確認方法」により確認する。

なお、スケーリングファクタ等の変更または新規設定が必要となった場合は、別に定める社内規定により確認および実施し、本内容を見直すものとする。

② スケーリングファクタ法の適用範囲について

データのばらつきを考慮してスケーリングファクタが難測定核種の最大放射能濃度と交差する点のkey核種濃度の1/10をスクリーニングレベル(SL)とし、これを超えない範囲においてスケーリングファクタ法を適用できることとする。

各難測定核種のスクリーニングレベルを別紙の別表5に、また溶融固化体の場合のスクリーニングレベルを別紙の別表6および別表7に示す。

なお、スクリーニングレベルを超える場合には、当該難測定核種についてより直接的な方法で最大放射能濃度を超えないことを確認することとする。

## 放射能濃度に係るスケーリングファクタ等一覧

別表1

スクーリングファクター一覧表

[key核種：Co-60]

難測定核種	BWR		PWR	GCR
	従来材料 プラント	低Co材料 プラント		
C-14	<sup>1)</sup> $4.2 \times 10^{-2}$		$2.2 \times 10^{-1}$	$3.0 \times 10^{-1}$
Ni-59	<sup>2)</sup> $\text{Ni-59}/\text{Ni-63} = 8.0 \times 10^{-3}$			
Ni-63	$8.7 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-1}$	$6.7 \times 10^{-1}$	$1.2 \times 10^0$
Nb-94	$3.6 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-4}$	—
Tc-99	$4.7 \times 10^{-6}$		$1.5 \times 10^{-6}$	—

- 1)：敦賀1号でプラズマ加熱方式により使用済樹脂を一括処理する場合、C-14を $3.7 \times 10^{-1}$ とする。  
 2)：ORIGEN-2計算値

[key核種：Cs-137]

難測定核種	BWR			PWR	GCR
	福島第一 1/2号	敦賀 1号	その他 プラント		
Sr-90	<sup>3)</sup> $7.7 \times 10^{-1}$	$2.7 \times 10^{-1}$	<sup>3)</sup> $1.3 \times 10^0$	$6.3 \times 10^{-1}$	$2.1 \times 10^0$
I-129	<sup>4)</sup> $1.2 \times 10^{-5}$			$3.1 \times 10^{-6}$	$2.9 \times 10^{-6}$
全 $\alpha$	<sup>3)</sup> $2.0 \times 10^0$	$1.1 \times 10^0$	<sup>3)</sup> $2.0 \times 10^{-1}$	$4.1 \times 10^{-1}$	$8.2 \times 10^{-2}$

- 3)：福島第一の廃棄物集中処理建屋の廃棄体については、Sr-90と全 $\alpha$ をそれぞれ $1.3 \times 10^0$ 、 $2.0 \times 10^0$ とする。  
 4)：敦賀1号でプラズマ加熱方式により使用済樹脂を一括処理する場合、I-129を $1.7 \times 10^{-3}$ とする。

## グループ分類

グループ名	発電所名
従来材料プラント	福島第一（廃棄物集中処理建屋含む）、浜岡1/2号、東海第二、敦賀1号、島根1号
低Co材料プラント	女川、福島第二、浜岡3/4号、島根2号、志賀1/2号、柏崎刈羽1~5号
その他プラント	女川、福島第一3~6号、福島第二、浜岡、島根、東海第二、志賀1/2号、柏崎刈羽1~5号

別表2

H-3の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/本]

難測定核種	BWR	PWR	GCR
H-3	$2.7 \times 10^6$	$2.3 \times 10^7$	$5.3 \times 10^8$

別表3

Nb-94、Tc-99の平均放射能濃度一覧表

[単位：Bq/本]

難測定核種	BWR	PWR	GCR
Nb-94	—	—	$8.9 \times 10^4$
Tc-99	—	—	$7.8 \times 10^4$

別表4

## 溶融固化体の残存率

核種	残存率 (%)	
	高周波誘導加熱方式	プラズマ加熱方式
H-3	0	
C-14	0.01	
Co-60	97	98
Ni-59/Ni-63	100	
Sr-90	100	
Nb-94	100	
Tc-99	100	
I-129	0.2	
Cs-137	<sup>1)</sup> 50	<sup>2)</sup> 45
全α	100	

1) : 東海発電所および東海第二発電所については、セラミック層体積比率4%以上10%未満の溶融固化体のCs残存率を15%とする。

2) : 敦賀発電所でプラズマ加熱方式により溶融処理し投入無機物重量が100~170kgの場合は、Cs残存率を35%とする。

別表5

## スクリーニングレベル一覧表 (溶融固化体以外の場合)

[単位 : Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR		PWR	GCR
		従来材料プラント	低Co材料プラント		
C-14	Co-60	$8.0 \times 10^{10}$		$1.5 \times 10^{10}$	$1.1 \times 10^{10}$
Ni-63	Co-60	$1.2 \times 10^{12}$	$4.8 \times 10^{11}$	$1.6 \times 10^{11}$	$9.2 \times 10^{10}$
Nb-94	Co-60	$9.2 \times 10^{11}$	$1.2 \times 10^{11}$	$3.3 \times 10^{10}$	—
Tc-99	Co-60	$1.5 \times 10^{12}$		$4.9 \times 10^{12}$	—

[単位 : Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR			PWR	GCR
		福島第一1/2号	敦賀1号	その他プラント		
Sr-90	Cs-137	$8.6 \times 10^9$	$2.4 \times 10^{10}$	$5.1 \times 10^9$	$1.0 \times 10^{10}$	$3.1 \times 10^9$
I-129	Cs-137	$9.2 \times 10^9$			$3.5 \times 10^{10}$	$3.8 \times 10^{10}$
全α	Cs-137	$2.7 \times 10^7$	$5.0 \times 10^7$	$2.7 \times 10^8$	$1.3 \times 10^8$	$6.7 \times 10^8$

別表6 スクリーニングレベル一覧表（溶融固化体の場合）

<高周波誘導加熱方式>

[単位：Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR		PWR	GCR
		従来材料プラント	低Co材料プラント		
C-14	Co-60	7.7×10 <sup>14</sup>		1.4×10 <sup>14</sup>	1.0×10 <sup>14</sup>
Ni-63	Co-60	1.2×10 <sup>12</sup>	4.6×10 <sup>11</sup>	1.6×10 <sup>11</sup>	8.9×10 <sup>10</sup>
Nb-94	Co-60	8.9×10 <sup>11</sup>	1.2×10 <sup>11</sup>	3.2×10 <sup>10</sup>	—
Tc-99	Co-60	1.5×10 <sup>12</sup>		4.7×10 <sup>12</sup>	—

[単位：Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR			PWR	GCR
		福島第一1/2号	敦賀1号	その他プラント		
Sr-90	Cs-137	4.3×10 <sup>9</sup>	1.2×10 <sup>10</sup>	2.5×10 <sup>9</sup>	5.2×10 <sup>9</sup>	1.5×10 <sup>9</sup>
I-129	Cs-137	2.3×10 <sup>12</sup>			8.9×10 <sup>12</sup>	9.5×10 <sup>12</sup>
全α	Cs-137	1.3×10 <sup>7</sup>	2.5×10 <sup>7</sup>	1.3×10 <sup>8</sup>	6.7×10 <sup>7</sup>	3.3×10 <sup>8</sup>

<プラズマ加熱方式>

[単位：Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR		PWR
		従来材料プラント	低Co材料プラント	
C-14	Co-60	1)7.8×10 <sup>14</sup>		1.5×10 <sup>14</sup>
Ni-63	Co-60	1.2×10 <sup>12</sup>	4.7×10 <sup>11</sup>	1.6×10 <sup>11</sup>
Nb-94	Co-60	9.0×10 <sup>11</sup>	1.2×10 <sup>11</sup>	3.2×10 <sup>10</sup>
Tc-99	Co-60	1.5×10 <sup>12</sup>		4.8×10 <sup>12</sup>

1)：敦賀1号で使用済樹脂を一括処理する場合、C-14を8.9×10<sup>13</sup>とする。

[単位：Bq/t]

難測定核種	Key核種	BWR			PWR
		福島第一1/2号	敦賀1号	その他プラント	
Sr-90	Cs-137	3.8×10 <sup>9</sup>	1.1×10 <sup>10</sup>	2.3×10 <sup>9</sup>	4.7×10 <sup>9</sup>
I-129	Cs-137	2.0×10 <sup>12</sup>			8.0×10 <sup>12</sup>
全α	Cs-137	1.2×10 <sup>7</sup>	2.2×10 <sup>7</sup>	1.2×10 <sup>8</sup>	6.0×10 <sup>7</sup>

敦賀発電所で溶融処理する場合、投入無機物量および使用済樹脂の有無に応じて、それぞれ下表のとおりとする。

(投入無機物量が170kgを超え、かつ使用済樹脂を処理しない場合は上表を適用する。)

[単位：Bq/t]

投入無機物量	敦賀1号			敦賀2号
	170kg超	100~170kg	100~170kg	100~170kg
使用済樹脂の処理	有	有	無	無
Sr-90	1.1×10 <sup>10</sup>	8.6×10 <sup>9</sup>	8.6×10 <sup>9</sup>	3.7×10 <sup>9</sup>
I-129	1.4×10 <sup>10</sup>	1.1×10 <sup>10</sup>	1.6×10 <sup>12</sup>	6.2×10 <sup>12</sup>
全α	2.2×10 <sup>7</sup>	1.7×10 <sup>7</sup>	1.7×10 <sup>7</sup>	4.7×10 <sup>7</sup>

## ■参考文献

- 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- 均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)
- プラズマ溶融固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0405 (2005年4月)
- 日本原子力発電(株)東海発電所の充填固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0613 (2006年8月)
- 東京電力(株)福島第二原子力発電所における平成10年度以降に係る発生した充填固化体SF等の継続使用について－固体状廃棄物サンプリング方式－  
JNES-SS-0711 (2008年2月)
- 東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃棄物集中処理建屋の固化状廃棄物に係る充填固化体に対するスクーリングファクタ等の設定について  
JNES-SS-0712 (2008年2月)
- 中部電力(株)浜岡原子力発電所における平成10年度以降に係る発生した充填固化体SF等の継続使用について－原子炉水サンプリング方式－  
JNES-SS-0713 (2008年2月)
- 中国電力(株)島根原子力発電所2号機の充填固化体のSF等の平成10年度以降の継続使用について  
JNES-SS-1002 (2011年3月)
- 北陸電力(株)志賀原子力発電所の充填固化体に対するSF等の設定について  
JNES-SS-0704 (2007年6月)
- 平成16年度以降に発生した北陸電力(株)志賀原子力発電所1号機の充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用の妥当性評価について  
JNES-EV-2012-9001 (平成24年8月)
- 東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所1～5号機の充填固化体のスクーリングファクタ等の新規設定について  
JNES-EV-2012-9002 (平成24年8月)
- 日本原子力発電(株)東海発電所及び東海第二発電所で製作される溶融固化体のセシウム残存率の設定について  
JENS-EV-2012-9004 (平成25年2月)
- 平成18年度から平成20年度に発生した東京電力(株)福島第二原子力発電所の充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用の妥当性評価について  
JNES-EV-2012-9005 (平成25年3月)
- 平成10年度から平成16年度に発生した中国電力(株)島根原子力発電所1号機の充填固化体に対するスクーリングファクタ等の継続使用の妥当性評価について  
JNES-EV-2012-9006 (平成25年3月)

### 3. 表面密度限度

埋設規則条項	規則第8条第2項第四号	表面密度限度
表面の放射性物質の密度が第十四条第一号ハの表面密度限度の十分の一を超えないこと。		
保安規定 別表2の2		
表面の放射性物質の密度が次の値を超えないこと。 (1) アルファ線を放出する放射性物質：0.4Bq/cm <sup>2</sup> (2) アルファ線を放出しない放射性物質：4Bq/cm <sup>2</sup>		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認すること。		
確認すべき記録等	確認内容	
①表面密度の測定記録	以下の内容について確認する。 (1) 整理番号 (2) 測定年月日 (3) 測定結果 (4) 測定装置の点検・校正記録	

## ■補足

1. 規則第十四条第一号ハの表面密度限度の十分の一とは、以下の値である。

アルファ線を放出する放射性物質：0.4Bq/cm<sup>2</sup>

アルファ線を放出しない放射性物質：4Bq/cm<sup>2</sup>

2. 表面密度限度の確認における測定核種について

(1) 原子力発電所において実施しているスミヤ測定

廃棄体の管理区域からの搬出において、表面汚染密度の測定はβγ核種による汚染の確認のみとし、α核種による汚染確認は以下の理由で実施されていない。

廃棄体の表面が汚染する可能性として考えられるケースとしては、

- 1) 系統水により汚染した床等に接触した場合、
- 2) 空気中に浮遊している放射性物質が付着した場合、
- 3) 固体状廃棄物の汚染が廃棄体容器の表面に移行する場合

がある。

上記2)の空気中に浮遊している放射性物質については、床等に漏洩した系統水から移行したものと考えられ、上記1)と2)のケースとも系統水に起因するものである。

系統水の代表としての濃縮廃液<sup>\*1</sup>についての放射化学分析結果では、全α/全βγ<sup>\*2</sup>の濃度比は1/1500程度（原子炉設置者の調査による）であって1/10よりもかなり小さく、全α核種の汚染が全βγ核種の汚染の1/10を超えて生じる可能性は考えられない。

上記3)の固体状廃棄物の汚染が廃棄体容器の表面に移行することについては、固体状廃棄物の分析結果により、全α/全βγの比は全て1/10以下であることが確認されている。

\*1 系統水中のα核種、Co-60およびCs-137は不揮発性核種であり、全αとCo-60およびCs-137の放射能濃度比は系統水全般で同程度であり、分析データを多数有する濃縮廃液は系統水の代表例と考えられる。

\*2 全βγ濃度はCo-60とCs-137の分析値の和として、全αの分析値と比較した。仮に、これ以外のβγ核種の寄与があつたとしても、全α/全βγの濃度比が更に開くことになり、問題となることはない。

## ■参考文献

- ・放射線を放出する同位元素の数量等を定める件（平成十二年科学技術庁告示第五号）  
最終改正 平成二五年三月二九日 文部科学省告示第五八号（第八条）
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

#### 4. 健全性を損なうおそれのある物質

埋設規則条項	規則第8条第2項第五号	健全性を損なうおそれのある物質
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないものであること。</p>		
<p>保安規定 別表2の2</p>		
<p>廃棄物埋設地に定置するまでの間に、廃棄体に含まれる物質により健全性を損なうおそれがないよう、以下の物質を含まないものであること。            (1) 爆発性の物質又は水と接触したときに爆発的に反応する物質            (2) 揮発性の物質            (3) 自然発火性の物質            (4) 廃棄体を著しく腐食させる物質            (5) 多量にガスを発生させる物質            (6) その他これまでの知見を踏まえた有害物質</p>		
<p>確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①～②について、当該確認内容を確認すること。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
①分別記録	<p>標準製作法に基づき定められた手順に従って分別作業が行われていることを確認する。</p>	
②収納記録	<p>所内ボイラ、焼却炉および熔融炉の耐火煉瓦ならびにセラミックフィルタを直接充填する場合は、標準製作法に基づき定められた手順に従って製作されたことを確認する。            ※平成25年9月以前に製作された耐火煉瓦およびセラミックフィルタを含む充填固化体については、その腐食メカニズムを考慮すると短期間で貫通孔が生じるとは考えにくいので、著しい破損がないことを確認した上で埋設する。</p>	

## ■補足

1. 健全性を損なうおそれのある物質を次のように定める。

- ①爆発性の物質又は水と接触したときに爆発的に反応する物質
- ②揮発性の物質
- ③自然発火性の物質
- ④廃棄体を著しく腐食させる物質
- ⑤多量にガスを発生させる物質
- ⑥その他これまでの知見を踏まえた有害物質

標準製作法によると放射性廃棄物を分別する際には、健全性を損なうおそれのある物質等が混入しないように分別作業を実施することとされている。

なお、熔融処理された廃棄物のみを含む廃棄体は、処理温度からして上記物質の残留は考えられないので、当該廃棄体について本確認を省略することができる。

また、廃棄物埋設事業変更許可申請書の添付書類には、「焼却可能な可燃物は除去し、アルミニウム製品は除去又は鉄と熔融処理し、鉛製品は除去する。（添付書類6-6抜粋）」との記載があるので、これらの処理について、分別記録により確認するとともに、熔融処理記録により運転温度、運転時間および塊状アルミニウムと鉄系金属類の投入比率が標準製作法に基づいて定められた範囲内であることを確認すること。

プラズマ加熱方式の場合には、アルミニウム製品は無機廃棄物と熔融処理する。これらの処理について、分別記録により確認するとともに、熔融処理記録により運転温度、運転時間および塊状アルミニウムと無機廃棄物の投入比率が標準製作法に基づいて定められた範囲内であることを確認する。

なお、運転温度および運転時間については[1. 固化の方法 (4) 一体となるような充てん]の確認で代替することができる。

上記①～⑤に該当する物質に係る具体的物質名は規定されていないため、「消防法（昭和23年7月24日、法律第186号）」および「危険物の規制に関する政令（昭和34年9月26日、政令第306号）」に定められている危険物について、健全性を損なうおそれのある物質と見なすこととする。

また、上記⑥に該当する物質については、これまでの知見を踏まえ、標準製作法において廃棄体へ直接充填しないよう除去対象物として取り扱っているものとする。

### (1) 爆発性の物質

第五類に区分された「自己反応性物質」で爆発性物質に該当するもの。

### (2) 水と接触したときに爆発的に反応する物質

第三類に区分された「自然発火性物質又は禁水性物質」で水と接触したときに爆発的に反応する物質に該当するもの。

### (3) 揮発性の物質

第四類に区分された「引火性液体」で揮発性物質に該当するもの。

### (4) 自然発火性の物質

第二類もしくは第三類に区分された「可燃性固体」または「自然発火性物質又は禁水性物質」で自然発火性物質に該当するもの。

### (5) 廃棄体を著しく腐食させる物質

第一類、第三類もしくは第六類に区分された「酸化性固体」、「自然発火性物質又は禁水性物質」または「酸化性液体」で廃棄体を著しく腐食させる物質に該当するもの。

ただし、中和等の処理がなされているものを除く。

### (6) 多量にガスを発生させる物質

第二類もしくは第三類に区分された「可燃性固体」または「自然発火性物質又は禁水性物質」で多量にガスを発生させる物質に該当するもの。

### (7) その他これまでの知見を踏まえた有害物質

硫黄分が付着した所内ボイラで使用された耐火煉瓦を直接充填固化した廃棄体において、容器に貫通孔が発見された例があったことから、標準製作法では所内ボイラの耐火煉瓦は、当面の間、直接充填しないよう除去対象物としてきた。また、所内ボイラの耐火煉瓦の類似品である焼却炉・熔融炉の耐火煉瓦およびセラミックフィルタも念のため、当面は直接充填しないよう除去対象物としてきた。

しかしながら、これらの廃棄物を直接充填する際は標準製作法に定める内かごまたは内張りを設置することで腐食を防止できることが確認された。

なお、平成25年9月以前に製作された耐火煉瓦およびセラミックフィルタを含む充填固化体については、その腐食メカニズムを考慮すると短期間で貫通孔が生じるとは考えにくいので、著しい破損がないことを確認した上で埋設することが適切と考えられる。

## 2. 原子力発電所における管理状況

原子力発電所においては、上記に該当する物質のうち、化学分析で使用する薬品の一部と、機器潤滑剤等で使用する油類とが使用されている。

しかし、これらについては、下記の処理を施すことにより、固体状廃棄物中に健全性を損なうおそれのある物質が混入することがないように処理することとされている。

- ・化学分析で使用されている薬品の一部については、中和、蒸発等の処理を施した後に廃棄物処理設備で処理する。
- ・軽油、潤滑油等の油類については、管理区域内に必要量以上の持ち込みを制限しており、使用した油類については、焼却処理している。PT缶等に含まれる有機溶剤等については、使用後は蓋開けあるいは穴開け処理をして残留する有機溶剤（揮発性物質）を自然蒸発させた後に廃棄する。
- ・分別作業において液状物質が認められた場合は、残留している液状物質は拭き取り、缶類等の液状物質は排出することとする。

実廃棄物の処理状況については、技術レポートに発電所で発生した 154 本のドラム缶を開缶し、実廃棄物の調査を行った結果が示されている。

これによると、廃棄体の健全性に影響を与えるおそれのある多量の油類や多量の有機溶剤が実廃棄物に含まれていることはなく、上記の管理状況を裏付けている。

以上より、固体状廃棄物に上記物質を含む可能性は低いと考えられるが、標準製作法によると、放射性廃棄物を分別し、健全性を損なうおそれのある物質が混入しないよう万全を期することとしている。

さらにこの作業は、実務経験等に基づき選任された管理責任者により分別作業の管理が行われていることおよび定期的に教育・訓練を受けて選任された作業員により分別作業を実施することとされている。

なお、熔融処理の場合は、処理温度からして油類や有機溶剤が残留するおそれは考えられない。

## 3. 廃棄物埋設事業変更許可申請書の添付書類に記載された物質

標題の物質について、標準製作法では、基本的に次のように除去または処理することとされている。

	熔融処理以外の方法	熔融処理の場合
可燃物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木、紙、布、革、天然ゴムで構成される製品で次のものを除去すること。</li> <li>・当該物質のみでできているもの</li> <li>・大半が当該物質でできているもの</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所定の条件で熔融処理すること</li> </ul>
アルミ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アルミニウム製品で次のものを除去すること</li> <li>・一片が手のひらサイズ（15cm）程度以上で次のもの</li> <li>・アルミのみでできているもの</li> <li>・大半がアルミでできているもの</li> <li>・HEPAフィルタおよびアルミ製電動工具を除去すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高周波誘導加熱方式の場合： 塊状アルミニウム（アルミ製電動工具等）を鉄系金属類と混合し、アルミニウム・鉄合金が安定に形成されるような適切な混合比率として、所定の条件で熔融処理すること</li> <li>・プラズマ熔融加熱方式の場合： 塊状アルミニウム（アルミ製電動工具等）を無機廃棄物と混合し、均質な熔融体が形成されるような適切な混合比率として、所定の条件で熔融処理すること</li> </ul>
鉛	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛毛マット、遮蔽鉛に準じる鉛製品を除去すること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛毛マット、遮蔽鉛に準ずる鉛製品を除去すること</li> </ul>

## ■参考文献

- ・充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、  
関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）  
・改訂1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）
- ・プラズマ熔融固化体に係る廃棄確認方法について  
JNES-SS-0405（2005年4月）
- ・原子力発電所において発生する耐火レンガ又は多量の粉粒物を含む充填固化体の廃棄確認の方法に  
ついて  
JNES-EV-2013-9004（平成26年2月）

## 5. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示

### (1) 放射性廃棄物を示す標識

埋設規則条項	規則第8条第2項第八号	放射性廃棄物を示す標識
<p>容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。</p>		
<p style="text-align: center;">保安規定 別表2の2</p>		
<p>放射性廃棄物を示す標識及び当該廃棄体に関して廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された事項と照合できる整理番号が、容易に消えにくい塗料又は剥がれにくいステッカーで表示されていること。</p>		
<p style="text-align: center;">確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等<sup>①</sup>について、当該確認内容を確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①容器外表面</p>	<p>目視により、以下の内容について確認する。                      (1) 申請書に記載された表示方法に合致する標識(JISの基準に沿った三葉マーク)が表示されていること                      (2) 標識が廃棄体円筒部に表示されていること                      (3) 標識は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること</p>	

## ■補足

### 「容易に消えない方法」

標識は、廃棄体を確認する間だけでなく、埋設作業が終了するまでの間その役割を果たさなければならないが、廃棄体の取扱いは専ら屋内で行われ、屋外では輸送容器に収納されて運搬されることから、廃棄体が直接日射、降水にさらされる可能性は少ない。

しかしながら、ハンドリング時の摩擦などで、標識が消えたり、剥がれたりすることがないものでなければならない。

これらの条件に耐えることができる表示の方法として、不溶性の塗料で廃棄体の表面に記載する方法、あるいは容易に剥離しないステッカーを貼り付ける方法が考えられる。

原子力発電所では、ドラム購入時にペイントする方法等がとられている。

### 「表面の目につきやすい箇所」

標識を付ける目的は、人の注意を引きつけ、速やかに正しく事柄を認識させることにある。

したがって、標識を付ける箇所は廃棄体の置き方によって見えなくならないように措置する必要がある。

廃棄体の表面は円筒部、上蓋部、底部に分けられるが、このうち上蓋部および底部は廃棄体を縦方向に置くと見ることは困難である。また、上蓋部は他の蓋と取り替えることができるので、標識の表示場所としては不適當である。

したがって、標識を付けるのに適した箇所は円筒部と考えるべきである。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 5. 放射性廃棄物を示す標識、整理番号の表示

### (2) 整理番号

埋設規則条項	規則第8条第2項第八号	整理番号
<p>容易に消えない方法により、廃棄体の表面の目につきやすい箇所に、放射性廃棄物を示す標識を付け、及び当該廃棄体に関して前条第一項の申請書に記載された事項と照合できるような整理番号の表示その他の措置が講じられていること。</p>		
<p style="text-align: center;">保安規定 別表2の2</p>		
<p>放射性廃棄物を示す標識及び当該廃棄体に関して廃棄物埋設確認申請書（廃棄体用）に記載された事項と照合できる整理番号が、容易に消えにくい塗料又は剥がれにくいステッカーで表示されていること。</p>		
<p style="text-align: center;">確認方法</p>		
<p>確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。</p>		
確認すべき記録等	確認内容	
<p>①容器外表面</p>	<p>目視により、以下の内容について確認する。                      (1) 申請書に記載された廃棄体の整理番号と合致する整理番号が表示されていること                      (2) 整理番号が廃棄体円筒部に表示されていること                      (3) 整理番号は容易に消えにくい塗料または剥がれにくいステッカーで表示されていること</p>	

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 6. 廃棄物発生後の経過期間

埋設規則条項		廃棄物発生後の経過期間
保安規定 別表2の2		
受入れ時まで発生後6ヶ月以上経過していること。（本施設で発生した廃棄体はこの限りでない。）		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①貯蔵場所からの取り出し記録 (放射性廃棄物の保管廃棄の記録に基づいて作成したもの)	発生した日から埋設予定日までに6ヶ月以上経過していることを確認する。	

■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 7. 表面線量当量率

埋設規則条項		表面線量当量率
保安規定 別表2の2		
10mSv/hを超えないこと。		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①表面線量当量率の測定記録	以下の内容について確認する。 (1) 整理番号 (2) 測定年月日 (3) 測定結果 (4) 測定装置の点検・校正記録	

■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について (一部改正)  
JNES-SS-0801 (2008年4月)

## 8. 廃棄体重量

埋設規則条項	規則第8条第2項第七号	廃棄体重量
廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと。		
保安規定 別表2の2		
1ton/本を超えないこと。		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①廃棄体重量の測定記録	以下の内容について確認する。 (1) 整理番号 (2) 測定年月日 (3) 測定結果 (4) 測定装置の点検・校正記録	

## ■補足

規則第8条第2項第七号（廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと）の技術基準適合性について

### (1) 技術基準に対する廃棄物受入基準の考え方について

技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」について、「極めて少ない量」と判断する基準は、事業許可申請書添付書類七において事故時の影響評価で用いている内容物の飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」とする。

この評価の結果では、事業許可を受けた最大放射能濃度で、保守的に想定される最大重量の廃棄体が落下したと想定し、前述した飛散率によって放出された放射性物質を一般公衆が吸入摂取した場合の被ばく評価を行い、著しい放射線被ばくのリスクはないことが示されていることから、基準は妥当であると考えられる。

しかし、受け入れる廃棄体を実際に落下させて飛散率を確認することは現実的ではないため、受け入れる廃棄体と同様の方法で容器に固型化することで同等の性状を有すると考えられる模擬廃棄体を用いて8mから落下させた試験において、模擬廃棄体からの漏出が $1 \times 10^{-5}$ を大きく下回る量であったことから、廃棄物受入基準のうち、「1. 固型化の方法」を確認することで当該技術基準の適合性を判断できると考える。また、落下時の衝撃が試験から大きく逸脱しないよう、想定される最大の高さについても条件として明示し、「9. 廃棄体重量」により事業許可申請において想定されている廃棄体の最大重量を超えないことも確認する。

なお、要求事項は「飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」であることから「2. 最大放射能濃度」も当該技術基準に関連する項目と位置づける。

### (2) 廃棄体落下試験について

電気事業者および日本原燃は1995年に共同で充填固化体の廃棄体落下試験（以下、「落下試験」）を実施している。

落下試験に用いた実大模擬廃棄体は、埋設規則の技術基準や告示の廃棄体仕様を踏まえた「廃棄体製作マニュアル」（現在の充填固化体の標準的製作方法）に基づき製作したものである。

具体的な製作条件は以下のとおり。

#### 【固型化材料】

- ・ JIS R 5210 (1992) 若しくは JIS R 5211 (1992) に定めるセメント

#### 【容器】

- ・ JIS Z1600 に定める 200 リットルドラム缶（H級）
- ・ 内張厚さまたはドラム缶内壁と内籠の間隔は 30 mm を目標に製作
- ・ 内籠は鋼製網目状の容器を使用。

#### 【固型化方法】

- ・ 十分な練り混ぜ性能を有する固型化設備による混練
- ・ モルタルの P ロートによる流下時間は約 50 秒（高性能減水を使用しているため。落下試験に注入条件は直接影響しない。）
- ・ 固型化材料等の注入速度が約 25L/min

落下試験を行う模擬廃棄体の種類は、耐衝撃強度に影響すると考えられる収納容器種類と、落下衝撃に影響すると考えられる廃棄体重量の観点から以下の5種類を選定している。

- ・ A型非圧縮物ドラム缶収納（ドラム缶収納ケース、平均的な重量のケース）
- ・ B型非圧縮物内張容器収納（内張容器収納ケース）
- ・ B型非圧縮物内籠容器収納（内籠容器収納ケース）
- ・ B型圧縮物内籠収納（重量の小さいケース）
- ・ A型溶融体ドラム缶収納（重量の大きいケース）

補足：廃棄体の型式設定

[A廃棄体]：廃棄物自体の強度が十分であり、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮、溶解）を行った廃棄物で、容器に直接収納した廃棄体

[B廃棄体]：廃棄物自体の強度が低く、内部空隙を有する場合は前処理（切断、圧縮）を行った廃棄物で、内籠又は内張容器に収納した廃棄体

落下試験は充填固化体が埋設される2号埋設施設に定置する際のクレーンによる最大吊り上げ高さ（8m）から床面に自由落下させ、廃棄体外へ漏出した内容物の量を確認した。結果は下表のとおり。この試験は漏出物の重量を測定したものであり、実際に浮遊し、従事者の放射線障害や作業環境の著しい悪化につながるような粒子の割合は、この漏出率よりもさらに小さくなるものと考えられる。

型式	収納廃棄物	収納状態	収納容器	廃棄体重量 [kg]	漏出物重量 [mg]	漏出率*1 [-]
A	非圧縮物	普通	ドラム缶	583	0	0
B	非圧縮物	密	内張容器	461	104	$2.3 \times 10^{-7}$
B	非圧縮物	密	内籠容器	477	0	0
B	圧縮体	—	内籠容器	389	249	$6.4 \times 10^{-7}$
A	溶融体	—	ドラム缶	870	87	$1.0 \times 10^{-7}$

\*1：（溶出率[-]）＝（漏出物重量[kg]）／（廃棄体重量[kg]）

### (3) 「1. 固型化の方法」全体を確認することで良いとする根拠

上記の落下試験の結果、漏出率は最大で $6.4 \times 10^{-7}$ であり、基準と考える飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に対し一桁以上小さい。また、収納容器種類、廃棄体重量の違いによって漏出率に特に傾向は見られず、収納廃棄物、収納状態の違いを含めても漏出率に影響する特定要因は見られないことから、落下試験における製作方法（固型化の方法）から大きく逸脱しない限りは、実際に埋設される廃棄体も同等の結果が得られるものと考えられる。

固型化材料、容器はJIS規格に適合したものであれば、模擬廃棄体と実際の廃棄体の性能に大きな違いが出るとは考えにくい。また、廃棄物種類、収納状態に関して模擬廃棄体は実際に埋設される廃棄体を網羅した設定となっており、固型化方法については落下試験時よりも、一体となるように充填する方法（固型化材料の流動性、注入速度の管理など）が確立されているため、模擬廃棄体に比べ実際の廃棄体の方が漏えいに強いと考えられる。

廃棄体重量は2020年2月末時点での2号廃棄体の受入実績によると最大で950kgであるため落下試験の最大重量+10%程度超過しているが、重量の増加と漏出率の増加に相関関係は認められないこと、基準である飛散率「 $1 \times 10^{-5}$ 」に比べ落下試験の漏出率が一桁以上小さいことを考えると十分許容できる範囲と考える。

したがって落下試験に使用した廃棄体と同様に製作された廃棄体については、飛散率 $1 \times 10^{-5}$ を超えることはなく、（廃棄体の最大吊り上げ高さの想定条件を明示した上で、）廃棄体受入基準での「1. 固型化の方法」全体を確認することにより、技術基準が要求する「廃棄物埋設地に定置するまでの間に想定される最大の高さからの落下による衝撃により飛散又は漏えいする放射性物質の量が極めて少ないこと」は担保されるものとする。

### ■参考図書

- ・ 充填固化体の標準的な製作方法  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)
- ・ 技術レポート 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（各種固体状廃棄物）  
・ 改訂 1  
平成10年3月  
財団法人 原子力環境整備センター
- ・ 模擬充填固化体による載荷試験結果について  
平成11年5月  
北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)

## 9. 著しい破損

埋設規則条項		著しい破損
保安規定 別表2の2		
以下の著しい破損がないこと。 (1) 廃棄体から固型化材料等が露出している。 (2) 廃棄体の表面の劣化が認められる。 (3) 廃棄体の運搬上支障がある容器の変形*がある。 ※廃棄体取扱い設備での取扱いができない変形		
確認方法		
確認すべき記録等に示す①について、当該確認内容を確認する。		
確認すべき記録等	確認内容	
①容器外表面	目視により、以下の内容について確認する。 (1) 廃棄体から固型化材料等が露出していないこと。 (2) 廃棄体の表面の劣化が認められないこと。 (3) 廃棄体の運搬上支障がある容器の変形*がないこと。 ※廃棄体取扱い設備での取扱いができない変形	

## ■補足

埋設規則の技術上の基準として挙げられていないが、埋設施設で扱う廃棄体として必要な仕様であるため、自主的に廃棄物受入基準として定めたものである。

廃棄体は、埋設施設における取扱い作業中および埋設作業時において、安全に取り扱えるとともに、収納する廃棄物が外部に飛散・漏洩しないことが必要である。

しかし、その保管期間によっては容器の腐食の発生や廃棄体の取扱い中または運搬中の不測の事態による変形等の発生の可能性が考えられる。

このため、廃棄体は、以下に該当していないことが必要である。

### ①表面の劣化

表面に劣化部（貫通孔、ふくれまたは著しい減肉がある部位をいう。）が目視により認められる場合

輸送中に受ける衝撃によって容器が破損し汚染が生じる可能性があるため、このようなものは、著しい破損に相当するものとする。

なお、取扱作業等への支障が考えられないような発生初期段階の容器表面の錆は、著しい破損に相当しない。

### ②固化化材料等の露出

固化化材料等の露出が目視により認められる場合

放射性物質による汚染が発生する可能性がある。

### ③容器の変形

収納する廃棄物が外部に飛散、漏洩する可能性はなくとも、運搬上支障があると考えられるような変形が目視により認められる場合

取扱作業等に支障が発生する可能性がある。

## ■参考文献

- ・平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403（2005年3月）
- ・均質・均一固化体及び充填固化体の廃棄のための確認方法について（一部改正）  
JNES-SS-0801（2008年4月）

## 充填固化体のスケーリングファクタ等の継続使用の確認方法

### 1. はじめに

本資料は充填固化体のスケーリングファクタ（以下「SF」という。）および平均放射能濃度（SFと平均放射能濃度を合わせて以下「SF等」という。）の継続使用の可否の確認について、その具体的方法を定めるものである。

なお、浜岡原子力発電所における原子炉水での継続使用の可否の確認については、「中部電力(株)浜岡原子力発電所における平成10年度以降に発生した充填固化体SF等の継続使用について－原子炉水サンプリング方式－（JNES-SS-0713）」（2008年2月）によるものとする。

### 2. 確認方法

#### 2. 1. 濃縮廃液または均質・均一固化体の分析による確認方法

##### (1) SF等変動の三要素に変更がないことの確認

SF等変動の三要素に変更がないことについて、以下の3項目を確認する。

- ①大規模な原子炉構成材料の変更が無いこと
- ②燃料損傷がないこと
- ③固型化処理装置の変更が無いこと

##### (2) 代表試料の分析結果の確認

試料の採取方法、採取頻度および判断方法は次のとおりとする。

##### ①試料採取方法および採取頻度

試料採取方法および採取頻度は表1の廃棄体または濃縮廃液を対象としたものとする。

表1 試料採取方法および採取頻度（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）

対象	採取方法	採取頻度
廃棄体	廃棄体から直接試料を採取する。	1体/年 (廃棄体が発生した時)
濃縮廃液	固型化処理直近のタンク等から濃縮廃液を採取する。	1体/年 または 当該年度に発生した複数の処理バッチのコンポジット試料を1個/年

##### ②放射能濃度比等の算出方法

難測定核種とkey核種の放射能濃度比（以下「核種比」という。）および廃棄体の放射能濃度の算出方法は表2のとおりとする。

表2 核種比等の算出方法（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）

1. 液体廃棄物を分析する場合

(1) 液体廃棄物を蒸発処理または乾燥処理する場合（アスファルトおよびプラスチック廃棄体）

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度 (Bq/t)</li> <li>= 液体廃棄物中のH-3濃度 (Bq/t) × H-3移行率(-) × 1.2</li> </ul>
C-14 (BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度 (Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)} \times \frac{\text{液体廃棄物投入量(t) or 粉体投入量(t)}}{\text{粉体化率(-)}} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14 (PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)}}{\text{液体廃棄物中のkey核種濃度 (Bq/t)}}</math></li> </ul>

(2) 上記(1)以外の場合（セメント固化体）

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度 (Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中のH-3濃度 (Bq/t)} \times \text{液体廃棄物投入量(t)} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14 (BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度 (Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)} \times \frac{\text{液体廃棄物投入量(t) or 粉体投入量(t)}}{\text{粉体化率(-)}} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14 (PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)}}{\text{液体廃棄物中のkey核種濃度 (Bq/t)}}</math></li> </ul>

2. 廃棄体を破壊分析する場合

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度 (Bq/t)</li> <li>= 液体廃棄物中のH-3濃度 (Bq/t) × H-3移行率(-) × 1.2</li> </ul>
C-14 (BWR) Tc-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中の難測定核種濃度 (Bq/t)</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)} \times \frac{\text{液体廃棄物投入量(t) or 粉体投入量(t)}}{\text{粉体化率(-)}} \times 1.2}{\text{固化体重量(t)}}</math></li> </ul>
C-14 (PWR) Ni-63 Sr-90 Nb-94 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{液体廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)}}{\text{液体廃棄物中のkey核種濃度 (Bq/t)}}</math></li> </ul>

### ③判断方法

SFが設定されている核種については、核種比を均質・均一固化体に対して設定されている従来SFと比較し、その10倍を超えなければSFの継続使用が可能と判断する。

平均放射能濃度が設定されている核種については、当該核種の廃棄体中の放射能濃度を均質・均一固化体に対して設定されている従来の平均放射能濃度と比較し、その10倍を超えなければ平均放射能濃度の継続使用が可能と判断する。

なお、充填固化体のSF等継続使用の特殊性を踏まえて考慮すべき事項は以下のとおりとする。

#### i) H-3

充填固化体のH-3の平均放射能濃度は含水率の高い廃棄物を容器に稠密に詰めた状態を想定して十分保守的な値が設定されているため、H-3の放射能濃度は参考値として把握することとし、従来の平均放射能濃度の10倍を超過した場合は、SFの新規設定が必要となる。

#### ii) C-14 (BWR)

濃縮廃液または均質・均一固化体の分析により求めた廃棄体中の放射能濃度を均質・均一固化体に対して設定されている従来の平均放射能濃度と比較し、その10倍を超えなければ充填固化体のC-14のSFが継続使用可能と判断する。

なお、充填固化体のC-14のSFは保守的にC-14/Co-60比が原子炉系に比べて約2桁高いタービン系の廃棄物の分析結果から設定されているため、C-14の放射能濃度は参考値として把握することとし、従来の平均放射能濃度の10倍を超過した場合は、SFの新規設定が必要となる。

#### iii) Tc-99

濃縮廃液または均質・均一固化体の分析により求めた廃棄体中の放射能濃度を均質・均一固化体に対して設定されている従来の平均放射能濃度と比較し、その10倍を超えなければ充填固化体のTc-99のSFが継続使用可能と判断する。

#### iv) 検出限界値から算出した値による判断

Tc-99、Sr-90、I-129および全 $\alpha$ は濃縮廃液中の放射能濃度が低く検出困難な核種である。

検出限界値を用いて求めた核種比等が従来SF等の10倍を超過した場合には、Tc-99については図1および図3、Sr-90、I-129および全 $\alpha$ については図2および図4に基づき判断する。

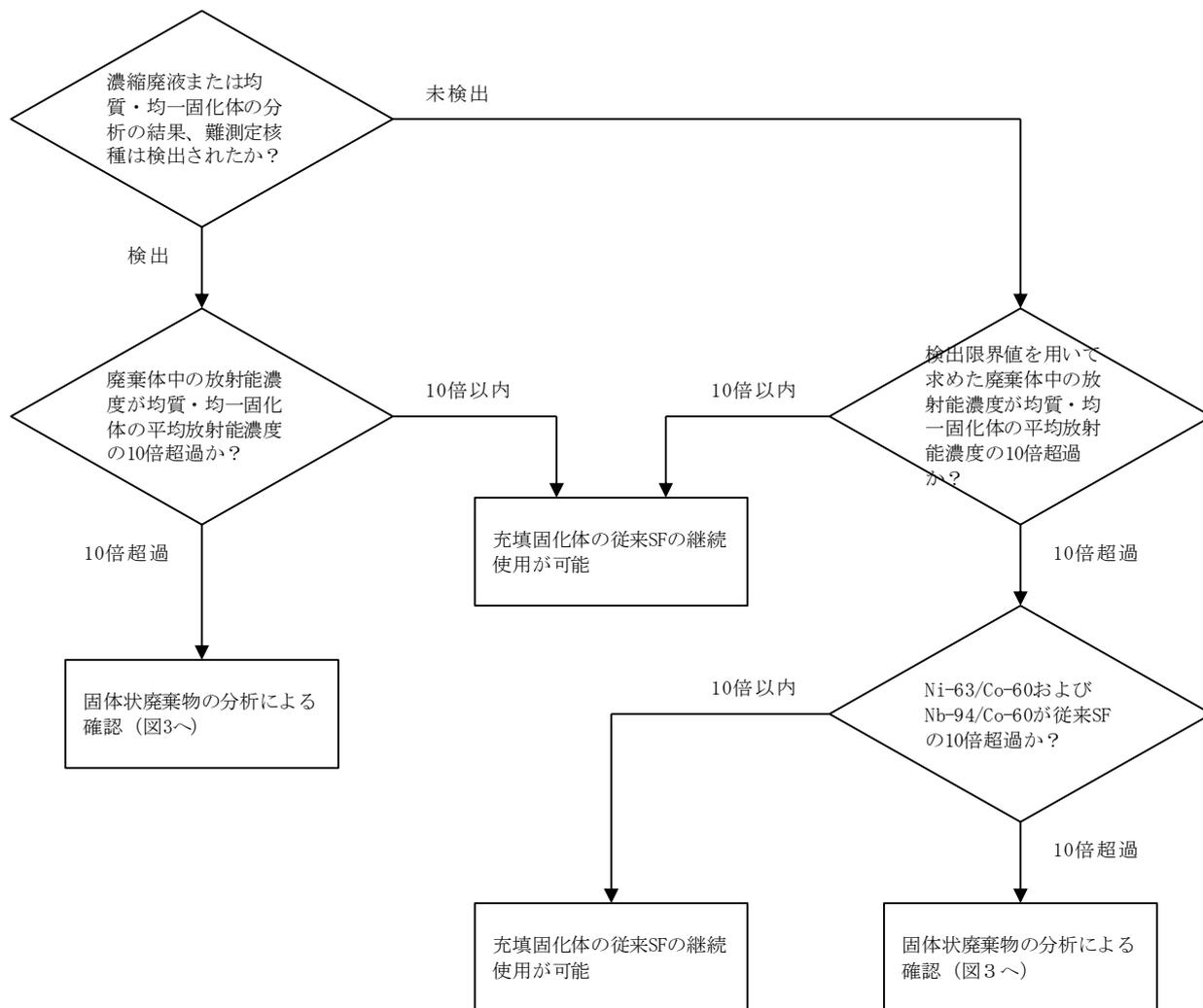
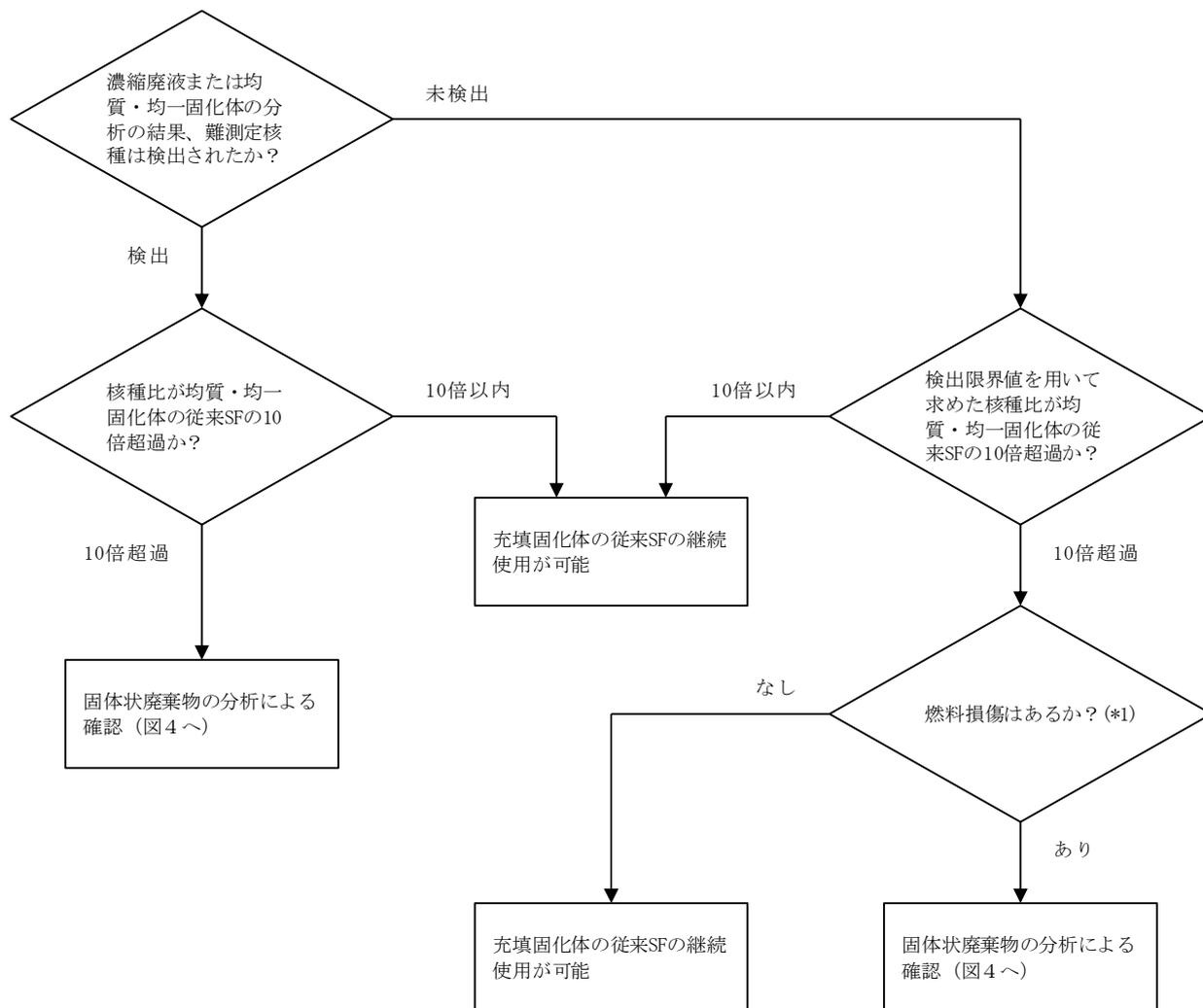


図1 Tc-99 の判断フロー（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）



\*1：原子炉水の定期測定で求めたI-131の放射能濃度が、均質・均一固化体のプラント区分に応じて次の値を超えないことを確認する。

- ①BWRのうちCs-137高レベルプラント：サイクル平均値で $2 \times 10^2 \text{Bq/g}$  ( $2 \times 10^3 \text{Bq/g}$ の1/10)
- ②BWRのうちCs-137中レベルプラント：サイクル平均値で $3 \times 10^1 \text{Bq/g}$  ( $3 \times 10^2 \text{Bq/g}$ の1/10)
- ③BWRのうちCs-137低レベルプラント：定期測定の最大値で $2 \times 10^1 \text{Bq/g}$
- ④PWR：定期測定の最大値で $3 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$

図2 Sr-90、I-129および全αの判断フロー（濃縮廃液または均質・均一固化体の分析の場合）

2. 2. 固体状廃棄物の分析による確認方法

(1) SF等変動の三要素に変更がないことの確認

固体状廃棄物の分析により確認する場合は「固型化处理装置の変更」は対象外であるため、SF等変動の三要素に変更がないことについて、以下の2項目を確認する。

- ①大規模な原子炉構成材料の変更がないこと
- ②燃料損傷がないこと

(2) 代表試料の分析結果の確認

試料の採取方法、採取頻度および判断方法は次のとおりとする。

①試料採取方法および採取頻度

試料採取方法および採取頻度は表3のとおりとする。

表3 試料採取方法および採取頻度（固体状廃棄物の分析の場合）

対象	採取方法	採取頻度
固体状 廃棄物	原子炉水に直接汚染*1された固体状 廃棄物から試料を採取する。	数個*2/年 または 数個*2/運転サイクル*3

\*1：少なくとも1年以上、BWRでは原子炉水系、PWRでは一次系に直接接触していたものとする。

\*2：当面は3個以上とし、試料採取数は実績を踏まえて見直す。

ただし、中国電力(株)島根原子力発電所1号機の制御棒駆動系のフィルタおよびジェットポンプ計装ノズル、2号機の制御棒駆動系のシールリングおよびフィルタならびに北陸電力(株)志賀原子力発電所1号機の試料採取系の金属フィルタの分析については、既に代表性が確認されているため、1個/年または1個/運転サイクルとする。

\*3：年間を通じて原子炉を運転したため定期検査が発生せず、代表性のある固体状廃棄物が発生しない場合には、運転サイクル毎の確認とする。

②放射能濃度比等の算出方法

核種比および廃棄体の放射能濃度の算出方法は表4のとおりとする。

表4 核種比等の算出方法（固体状廃棄物の分析の場合）

1. 溶融固化体以外の場合

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度 (Bq/t)</li> <li>= 固体状廃棄物中のH-3濃度 (Bq/t) × 固体状廃棄物投入量 (t/本)</li> </ul>
C-14 Ni-63 Sr-90 Nb-94 Tc-99 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{固体状廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)}}{\text{固体状廃棄物のkey核種濃度 (Bq/t)}}</math></li> </ul>

2. 溶融固化体の場合

対象核種	算出方法
H-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄体中のH-3放射能濃度 (Bq/t)</li> <li>= 固体状廃棄物中のH-3濃度 (Bq/t) × 固体状廃棄物投入量 (t/本) × 残存率 (-)</li> </ul>
C-14 Ni-63 Sr-90 Nb-94 Tc-99 I-129 全α	<ul style="list-style-type: none"> <li>核種比</li> <li>= <math>\frac{\text{固体状廃棄物中の難測定核種濃度 (Bq/t)}}{\text{固体状廃棄物のkey核種濃度 (Bq/t)}}</math></li> </ul>

③判断方法

SFが設定されている核種については、核種比を充填固化体に対して設定されている従来SFと比較し、その10倍を超えなければSFの継続使用が可能と判断する。

H-3 については、廃棄体中の放射能濃度を充填固化体に対して設定されている従来の平均放射能濃度と比較し、その10倍を超えなければ平均放射能濃度の継続使用が可能と判断する。

なお、充填固化体のSF等継続使用の特殊性を踏まえて考慮すべき事項は以下のとおりとする。

i) C-14

C-14 のSFの継続使用の確認においては、原子炉系の固体状廃棄物を採取した場合には原子炉系のSFと、タービン系の固体状廃棄物を採取した場合にはタービン系のSFと比較する。

ii) 検出限界値から算出した値による判断

Tc-99 は固体状廃棄物中の放射能濃度が低く検出困難な核種である。検出限界値を用いて求めた核種比が従来SFの10倍を超過した場合には、図3に基づき判断する。

Sr-90、I-129および全αならびにこれらの key 核種である Cs-137 は固体状廃棄物中の放射能濃度が低く検出困難な核種である。固体状廃棄物の分析の結果 Cs-137 が検出されない場合は、図4に基づき判断する。

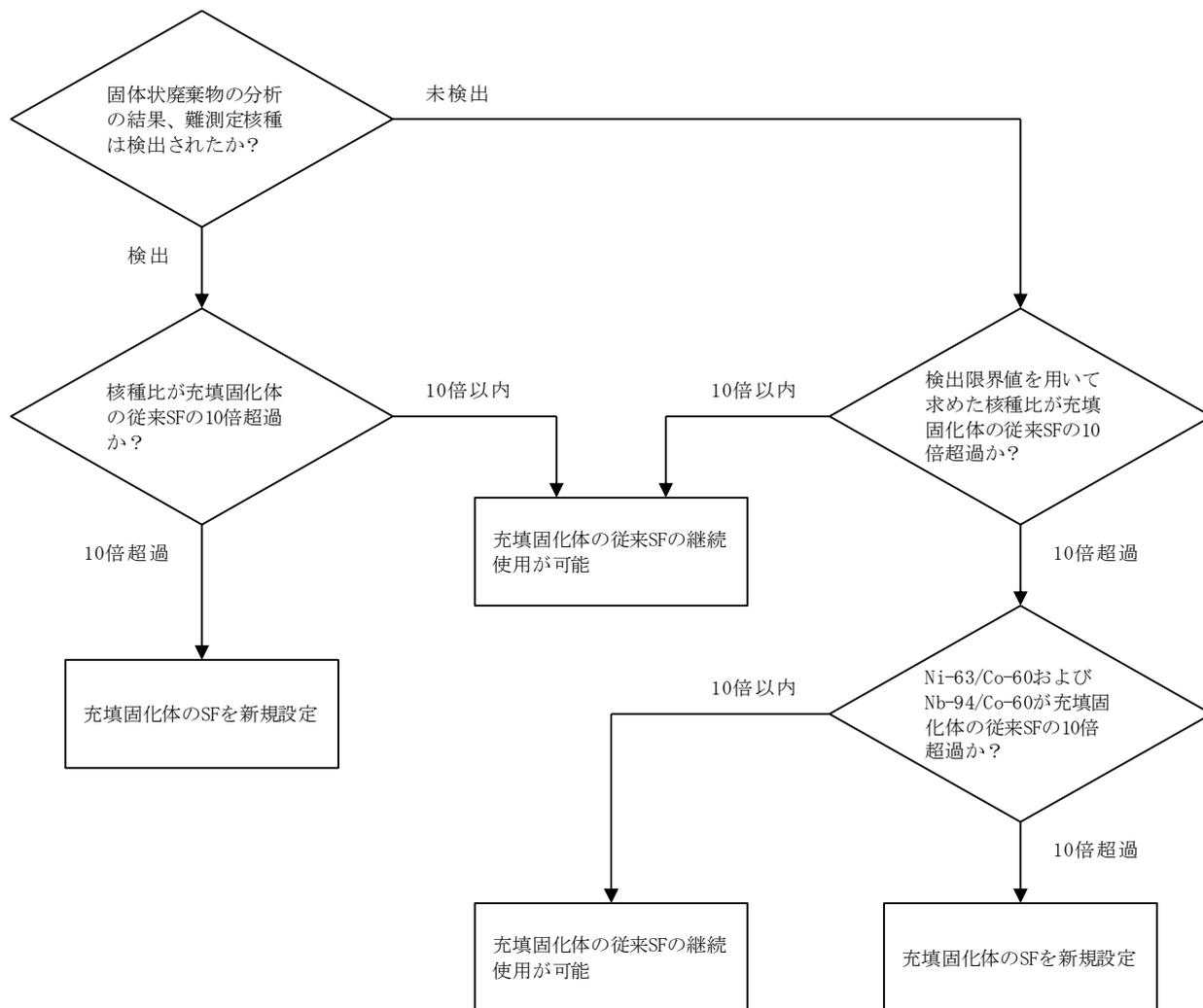
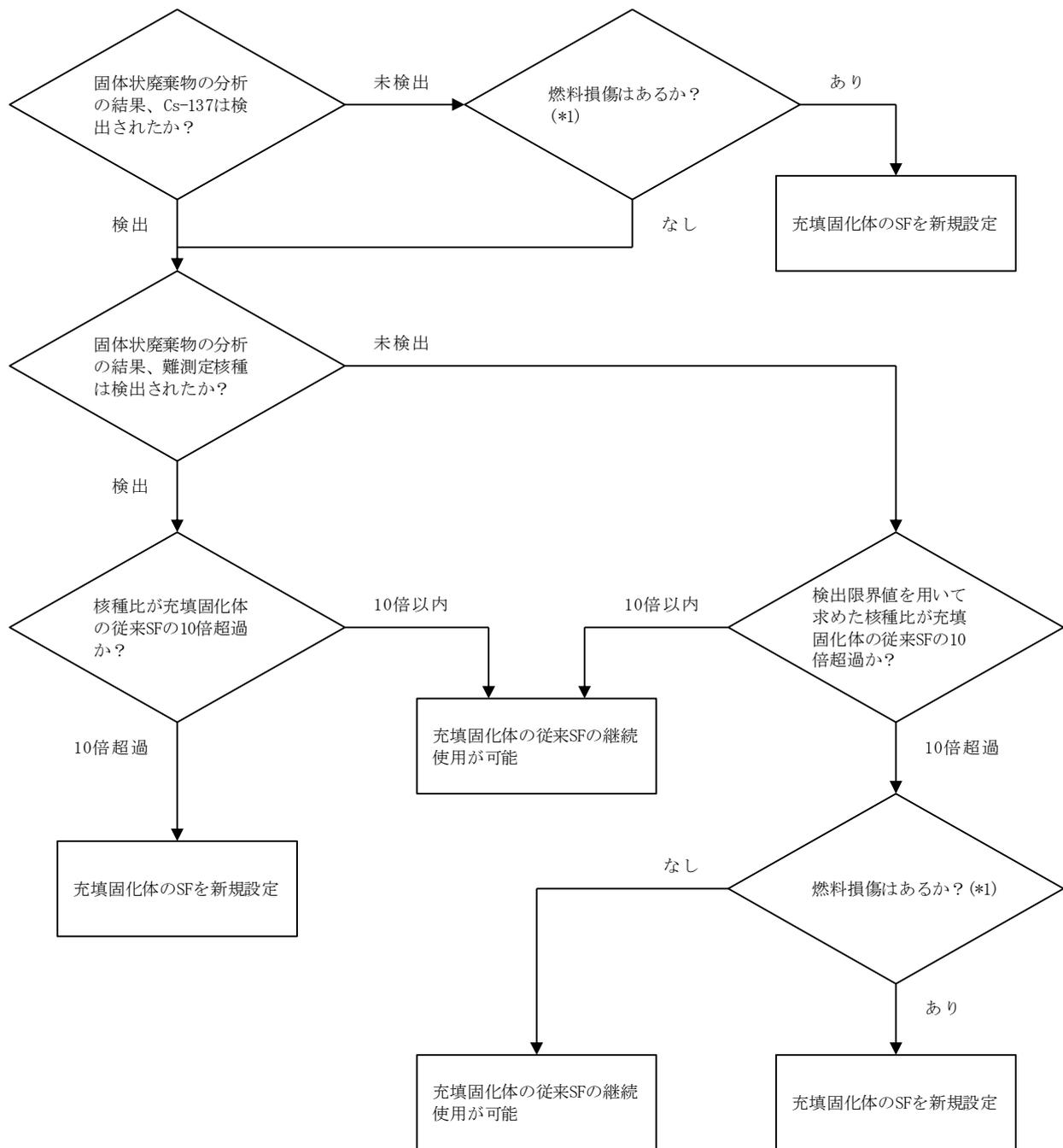


図3 Tc-99 の判断フロー（固体状廃棄物の分析の場合）



\*1：原子炉水の定期測定で求めたI-131の放射能濃度が、均質・均一固化体のプラント区分に応じて次の値を超えないことを確認する。

- ①BWRのうちCs-137高レベルプラント：サイクル平均値で $2 \times 10^2 \text{Bq/g}$  ( $2 \times 10^3 \text{Bq/g}$ の1/10)
- ②BWRのうちCs-137中レベルプラント：サイクル平均値で $3 \times 10^1 \text{Bq/g}$  ( $3 \times 10^2 \text{Bq/g}$ の1/10)
- ③BWRのうちCs-137低レベルプラント：定期測定の最大値で $2 \times 10^1 \text{Bq/g}$
- ④PWR：定期測定の最大値で $3 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$

図4 Sr-90、I-129および全αの判断フロー（固体状廃棄物の分析の場合）

■参考文献

- 平成10年度以降に発生する充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用について  
JENS-SS-0403 (2005年3月)
- I-129のスケーリングファクタの継続使用に係る判断方法について  
JENS-SS-0806 (2008年6月)
- 固体状廃棄物の分析による充填固化体のスケーリングファクタ等の継続使用の確認方法について  
JNES-RE-2013-2028 (平成26年2月)
- 中国電力(株)島根原子力発電所2号機<sup>1</sup>の充填固化体のSF等の平成10年度以降の継続使用について  
JENS-SS-1002 (2011年3月)
- 平成16年度以降に発生した北陸電力(株)志賀原子力発電所1号機<sup>2</sup>の充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用の妥当性評価について  
JNES-EV-2012-9001 (平成24年8月)
- 平成10年度から平成16年度に発生した中国電力(株)島根原子力発電所1号機<sup>3</sup>の充填固化体に対するスケーリングファクタ等の継続使用の妥当性評価について  
JNES-EV-2012-9006 (平成25年3月)