

2021年7月15日

日本原燃(株) 埋設事業部

#### 軽量充填固化体とセメント破砕物充填固化体の耐埋設荷重について

1号廃棄体の耐埋設荷重の検討においては、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を最大とし、それを上回る強度を有する廃棄体であることを確認することとしている。

上記検討の廃棄体の強度については、容器の強度にて担保することとしている。

事業変更許可申請に伴い、新たに1号廃棄物埋設施設に「軽量充填固化体」および「セメント破砕物充填固化体」を受入・定置を行うこととしているが、廃棄体の最大重量および使用する容器に変更はない。

したがって、耐埋設荷重の検討結果に変更はないことから、他の廃棄体と同様に廃棄確認時に「1. 固型化の方法 (2) 容器」を確認すれば、必要な耐埋設荷重は担保されていることを確認できる。

#### 別添（1）

- ・日本原燃株式会社(2020年4月3日)：廃棄物埋設施設における保安規定審査基準への適合性について 第二種埋設規則第20条第1項第14号 放射性廃棄物の受入れ基準 廃棄体の耐荷重強度に関すること

廃棄物埋施設における  
保安規定審査基準への適合性について

第二種埋設規則第20条第1項第14号 放射性廃棄物の受入れ基準

廃棄体の耐荷重強度に関すること

2020年4月  
日本原燃株式会社

- ・ 6ページ目に内張り容器（廃棄物収納なし）模擬廃棄体の条件を追記。←赤字で表記
- ・ 9ページ目に載荷試験の装置概要図（廃棄体同士の接触状況がわかる図）を追加。←赤枠で囲んで表示

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設事業に係る廃棄物埋設施設における保安規定の審査基準 第二種埋設規則第20条第1項第14号
2. 第二種廃棄物埋設の事業に関する規則 第8条第2項第6号
3. 保安規定変更認可申請書で定める廃棄物受入基準案
4. 1号廃棄体の場合、容器を確認することで担保する根拠
5. 2号廃棄体の場合、固型化の方法を確認することで担保する根拠

1. 第二種廃棄物埋設事業に係る廃棄物埋設施設における保安規定の審査基準 第二種埋設規則第20条第1項第14号

第二種廃棄物埋設事業に係る廃棄物埋設施設における保安規定の審査基準
第二種埋設規則第20条第1項第14号 放射性廃棄物の受入れの基準 ○廃棄体に係る廃棄物受入基準は、少なくとも以下の事項を含むこと。 9. 廃棄体の耐荷重強度に関すること

2. 第二種廃棄物埋設の事業に関する規則 第8条第2項第6号

第二種廃棄物埋設の事業に関する規則
第8条 放射性廃棄物等の技術上の基準 第2項第6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。

3. 保安規定変更認可申請書で定める廃棄物受入基準案

別表2 1号廃棄体に係る廃棄物受入基準と埋設規則の関連付け

確認項目	受入基準	埋設規則条項
1. 固型化の方法	(省略)	
(2) 容器	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、JISZ1600 (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。	第8条第2項第6号 第8条第2項第7号

別表2の2 2号廃棄体に係る廃棄物受入基準と埋設規則の関連付け

確認項目	受入基準	埋設規則条項
1. 固型化の方法	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。	第8条第2項第2号 第8条第2項第6号 第8条第2項第7号
(1) 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。	第8条第2項第2号 第8条第2項第6号 第8条第2項第7号
(2) 容器	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。	第8条第2項第6号 第8条第2項第7号
(3) 固型化方法	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、並びに廃棄物自体の強度が低い廃棄体は、廃棄物と容器との隙間を30mm以上確保してあること。	第8条第2項第6号 第8条第2項第7号
(4) 有害な空げき	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	第8条第2項第6号 第8条第2項第7号

4. 1号廃棄体の場合、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を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。

#### 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 0.5 ton（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。

試験装置の概要を図-1に示す

##### 4. 試験結果

図-2の変位曲線から明らかなように、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。

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、容器は約 8ton の耐荷重強度を有すると判断できる。

容器のみの試験の結果により、6.25ton 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、1号廃棄体は容器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。

## 5. 2号廃棄体の場合、固型化の方法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を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することにより荷重に耐えられる強度が担保される。

### 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最大荷重は、吊り具負荷を考慮して 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以上の強度および密封性を有する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強度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されている。

試験装置の概要を図-3 に示す

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。

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。

試験は荷重部位に人為的に廃棄物を接触させない場合と、荷重部位に廃棄物を接触させた場合について実施した。

#### 4. 試験用廃棄体

試験で用いた容器の肉厚は 0.8 mm であり、M 級容器 (肉厚 1.2 mm) 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。

模擬廃棄体仕様		
容器	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 300 kg f/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. 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 5.2 mm 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。

荷重と変位量の関係を図-4 に示す。

本試験では、強度が低いと想定された、塩ビホース、ケーブル、プラスチック片、ゴム片を収納した結果、内張層なしでも十分な強度があることが確認されたため、ゴム片以外は強度が高い廃棄物に分類された。

ゴム片については、発生割合を模擬した本試験での収納量は少なく、固化後の強度も期待できないことから強度が低い廃棄物とした。強度が低い廃棄物については内張層（内籠）を設けた容器に収納することとしている。

また、ドラム缶（JIS Z 1600 1種 1.6mm 厚）の内側にモルタル（硬化後強度 230 kg f/cm<sup>2</sup>）で内張層（30mm）を設け、廃棄物を収納しない状態で試験を行った結果、約 18ton の荷重に耐えることが確認されている。

容器、固型化材料および製作方法の組合せによる試験の結果により、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、2 号廃棄体は固型化の方法を確認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。

以上

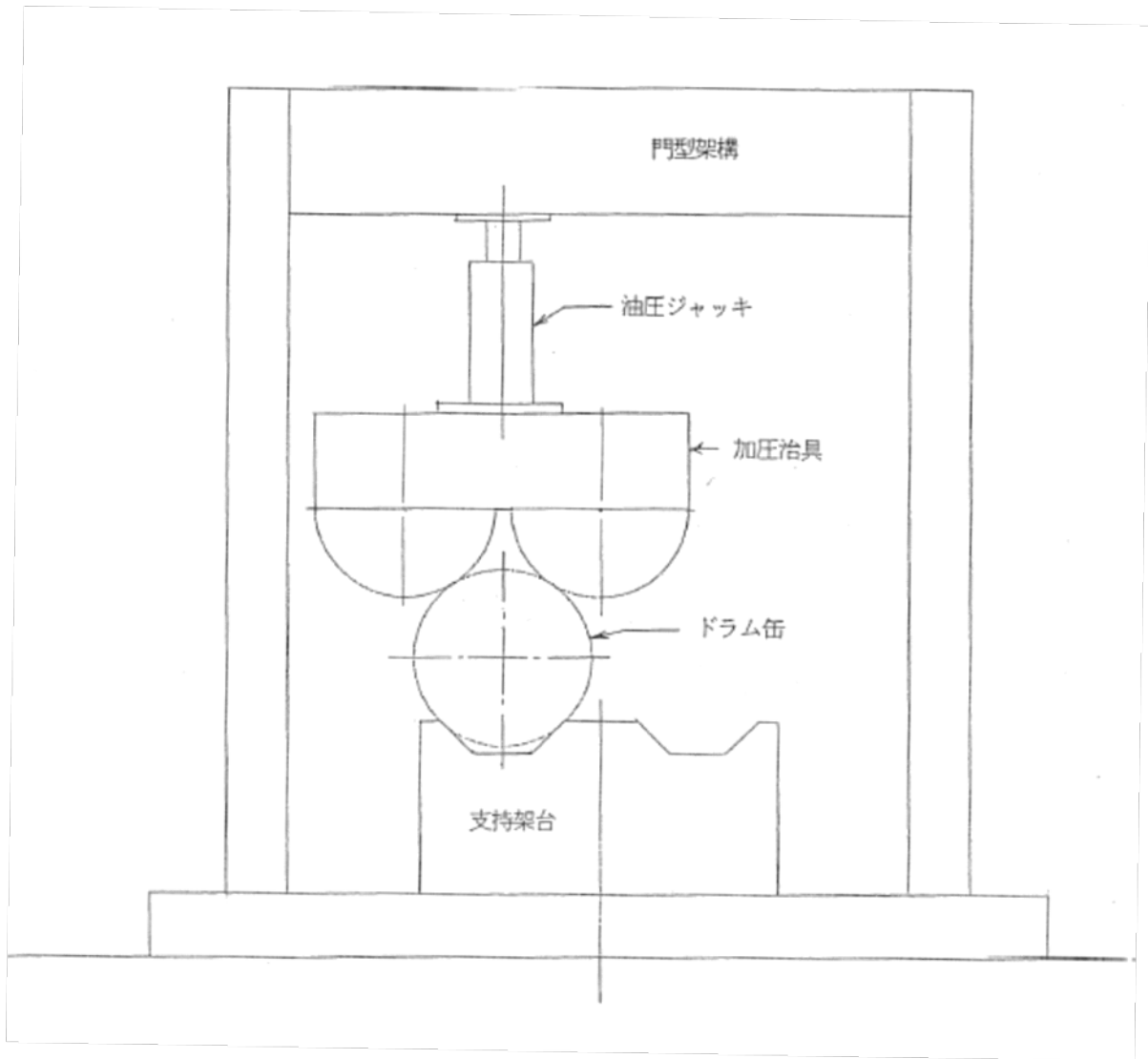


図-1 1号廃棄体 試験装置の概要



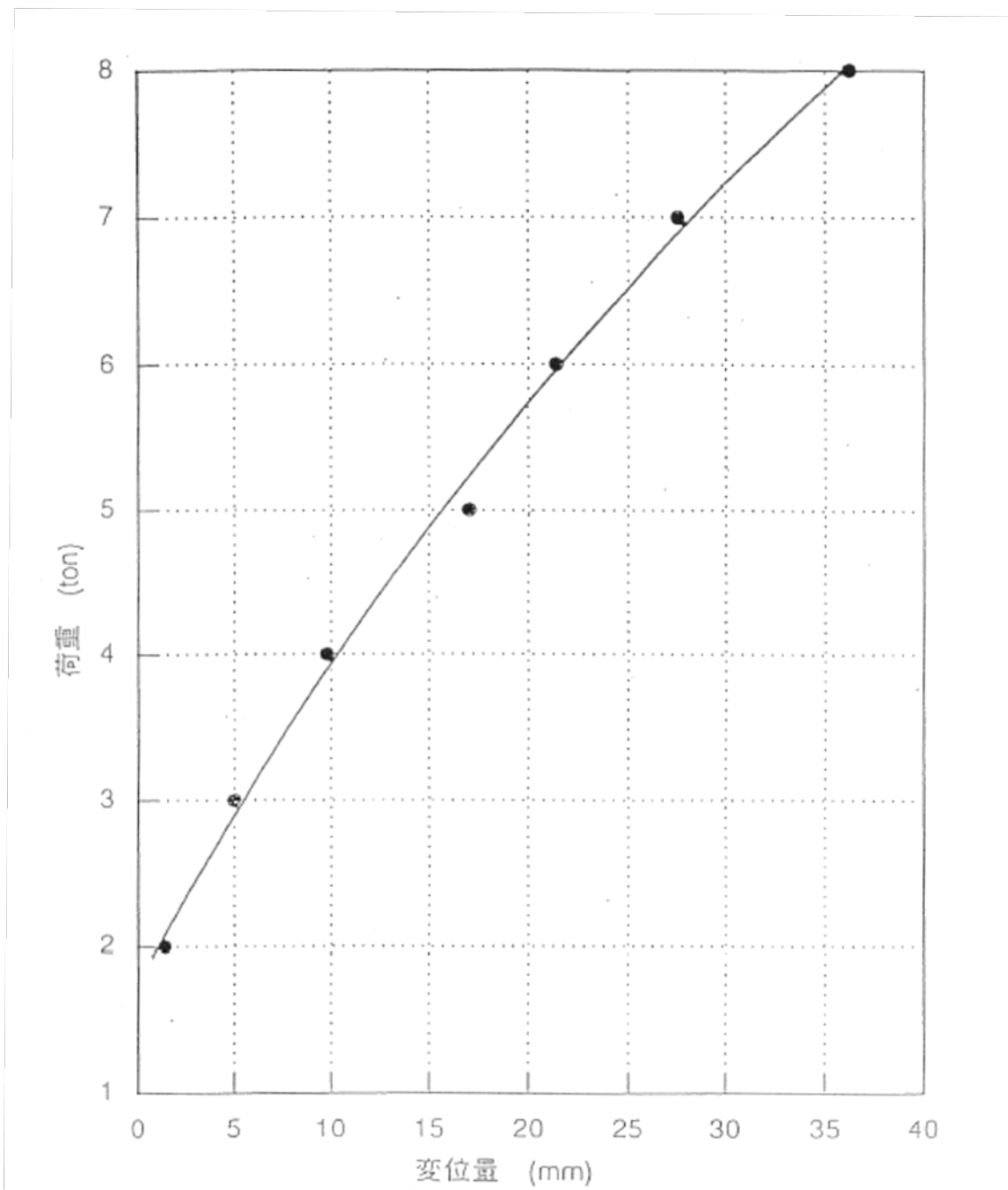


図-2 1号廃棄体 試験結果

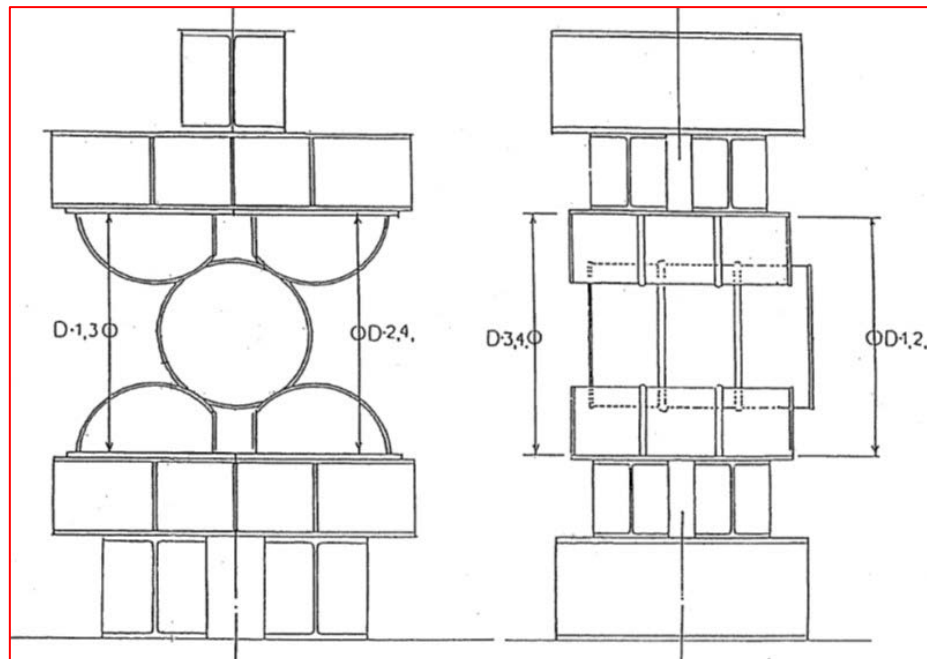
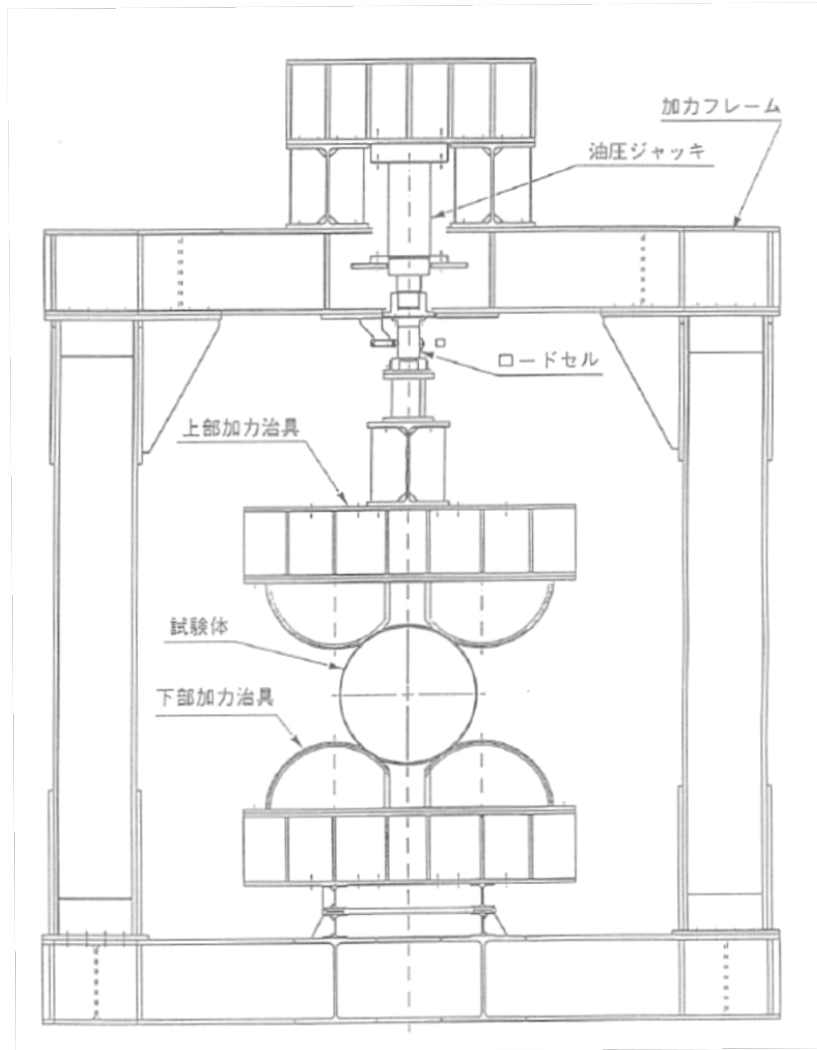
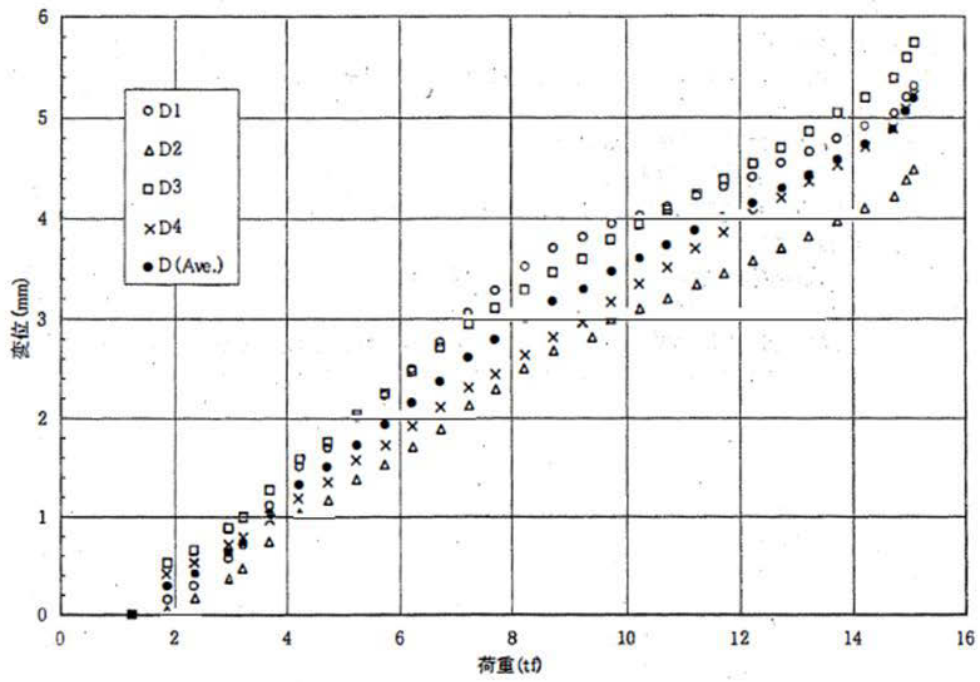
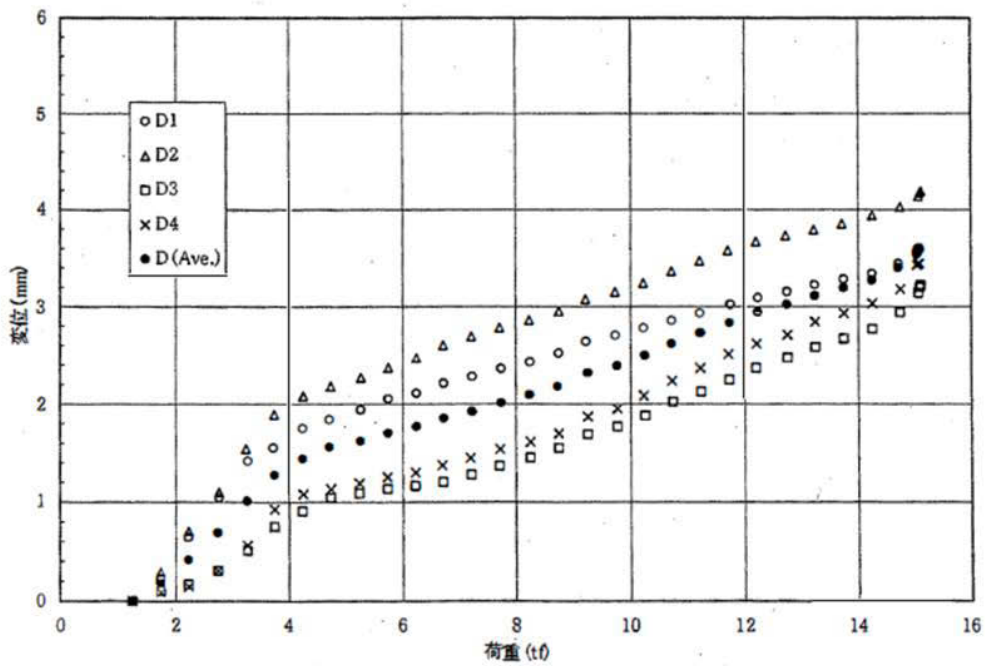


図-3 2号廃棄体 試験装置の概要



荷重に対する変位量(廃棄物を荷重部位に人為的に接触させない場合)



荷重に対する変位量(廃棄物を荷重部位に人為的に接触させた場合)

図-4 2号廃棄体 試験結果

## 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）  
北海道電力株式会社、東北電力株式会社、東京電力株式会社、  
中部電力株式会社、北陸電力株式会社、関西電力株式会社、  
中国電力株式会社、四国電力株式会社、九州電力株式会社、  
日本原子力発電株式会社
- 低レベル放射性廃棄物処分用廃棄体製作技術について（核種固体状廃棄物）  
（平成 10 年 3 月）  
財団法人原子力環境整備センター