

地下空洞型処分施設における側部緩衝材を対象とした初期性能確認試験

(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○山田淳夫, 正会員 秋山吉弘  
東電設計(株) 正会員 石橋勝彦

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の地下空洞型処分施設の人工バリアは、核種移行抑制のために、図-1で示した地下空洞型処分施設のコンクリートピット周囲に設置される。このうち緩衝材に期待される機能は、建設・操業中の安全確保、収着、止水、拡散抑制、閉鎖後の力学的、化学的安定性の確保であり、止水が「主に期待される機能(主機能)」である。これまで、地下空洞型処分施設性能確認試験において施工確認試験および緩衝材が有すべき初期性能確認のための試験を実施しており、本論では特に後者について側部緩衝材を対象にまとめる。

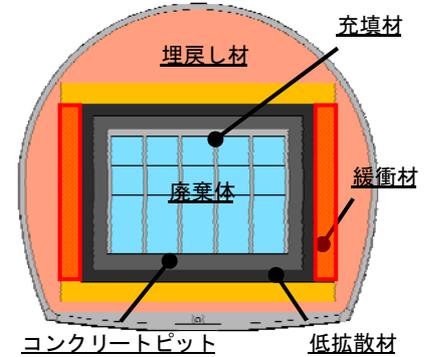


図-1 地下空洞型処分施設の概念

2. 側部緩衝材施工確認試験の概要

側部緩衝材は、部材に挟まれた幅 1m の狭小部での施工となることから、幅 1m以下の小型振動ローラを用いた振動転圧工法および吹付け工法を適用した。平成 21~24 年度の間に左右の側部緩衝材の構築を行った。これらの工法により地下空間内での原位置施工試験を行い、施工性と施工後の品質を把握し、実施工への適用性を検討した。図-1 の赤色部分が施工範囲である。初期性能確認のための試験項目を表-1 に示す。緩衝材の透水係数の目標値は  $5 \times 10^{-13} \text{m/s}$  とした<sup>1)</sup>。供試体は施工後の側部緩衝材からコアボーリングにより採取した。

表-1 試験項目一覧

期待される性能	試験項目	試験方法	供試体寸法
止水	透水試験	JIS A 1218	$\phi 60\text{mm} \times h 20\text{mm}$
止水(代替特性)	乾燥密度	JIS A 1225	$\phi 50\text{mm} \times h 100\text{mm}$ $\phi 100\text{mm} \times h 100\text{mm}$
建設・操業時の安全	一軸圧縮試験	JIS A 1216	$\phi 50\text{mm} \times h 100\text{mm}$
	三軸圧縮試験	JGS 0521	$\phi 50\text{mm} \times h 100\text{mm}$
閉鎖後の力学的安定性	膨潤圧測定	JIS A 1217を参考	$\phi 60\text{mm} \times h 20\text{mm}$

3. 試験の成果

3.1. 透水試験結果

本試験により得られた透水係数を既往のクニゲル GX での透水試験結果(近似式も含む)<sup>2)</sup>と合わせて有効粘土密度との関係で図-2<sup>3)</sup>に示す。転圧工法では既往の透水係数より低めに、吹付け工法では高めになっているが、どちらも目標値  $5 \times 10^{-13} \text{m/s}$  以下となっており、十分な止水性能を達成できたと判断できる。また、有効粘土密度と透水係数に相関性がみられ、その傾向は既往の知見と整合したため、室内試験で行った既往の知見も現場施工の検討に活用できると考えられる。

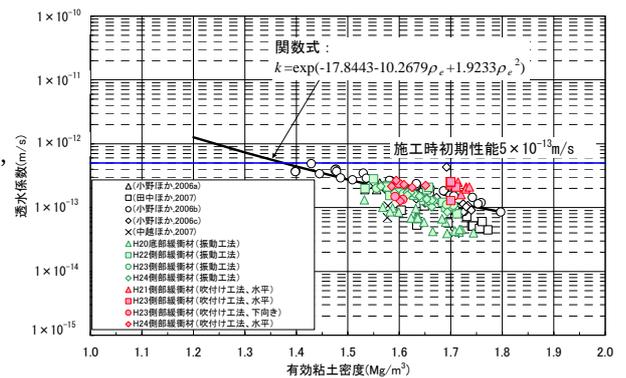


図-2 透水係数と有効粘土密度の関係

3.2 乾燥密度

図-3 に H22~H24 年度に測定したノギス法による乾燥密度(有効粘土密度)のヒストグラムを示す。平均値  $1.624 \text{Mg/m}^3$  は施工上の管理目標値  $1.5 \sim 1.7 \text{Mg/m}^3$  の中央値  $1.6 \text{Mg/m}^3$  に概ね一致した。また、最大値が若干外れたが、分布範囲は  $1.508 \text{Mg/m}^3 \sim 1.710 \text{Mg/m}^3$  であり概ね施工上の管理目標値の範囲内に収まった。図-2 に示した有効粘土密度と透水係数の関係より、所定の低透水性を有する緩衝材を構築することができたと考えられる。

### 3.3 一軸圧縮試験

試験施設において施工終了後に採取した供試体を用いて実施した一軸圧縮試験結果を既往の試験結果<sup>4)</sup>とともに図-4<sup>3)</sup>に示す。一軸圧縮強さは、乾燥密度の増加に伴い大きくなる結果となった。この関係は、既往の試験結果と整合するものであり、室内試験で行った既往の知見も現場施工の検討に活用できると考えられる。

### 3.4 三軸圧縮試験

施工後のせん断特性を測定するために、UU条件で試験を実施した。拘束圧は1.0MPa、2.5MPa、4.0MPaとし、軸ひずみ速度は基本的に0.01%/minとし、一部1.0%/minで行った。表-2にこれまで得られた粘着力 $c$ と内部摩擦角 $\phi$ をまとめた。粘着力 $c$ は270~620kPa、内部摩擦角 $\phi$ は1.42~6.24°であり、粘着力が支配的となる粘性土の強度特性を示した。ひずみ速度の依存性は観測されなかった。工法の違いによる影響も少ないと考えられる。図-5<sup>3)</sup>に拘束圧と変形係数 $E_{50}$ との関係を示す。変形係数 $E_{50}$ は、最大の軸差応力の1/2となる時の応力とひずみの関係より求めた。拘束圧およびひずみ速度が大きくなると変形係数も大きくなる傾向が見られた。

### 3.5 膨潤圧測定試験

長期的な力学特性の一つとして、緩衝材の再冠水後に発生する膨潤圧を、現場から採取した供試体を対象として測定した。既往のクニゲルGXを用いた試験結果(近似式も含む)<sup>2)</sup>と共に膨潤圧と乾燥密度の関係を図-6<sup>3)</sup>に示す。膨潤圧は乾燥密度に応じて大きくなる傾向が見られ、本試験の結果は既往の試験結果と整合する値となった。そのため、室内試験で行った既往の知見も実際の施工検討の際に活用できると考えられる。

## 4. まとめ

側部緩衝材の初期性能の把握を目的として、特性試験を行った。その結果、緩衝材として有すべき性能を十分に発揮できていることが分かった。また、既往の室内試験結果は実物に近い条件から得られた供試体と比較して同等

の結果であったことより、実際の施工検討の際に活用できると考えられる。本報告は経済産業省からの委託による「平成22~24年度管理型処分技術調査等事業(地下空洞型処分施設性能確認試験)」の成果の一部である。

#### 【参考文献】

- 1) 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成17年度管理型処分技術調査等委託費地下空洞型処分施設性能確認試験報告書，2007。
- 2) 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計，品質管理および検査の考え方，2009。
- 3) 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成24年度管理型処分技術調査等委託費地下空洞型処分施設性能確認試験報告書，2013。
- 4) 千々松ほか：ベントナイトクニゲルGXの基本特性試験(その2)不飽和支持力に関する検討，土木学会第63回年次学術講演会CS05-15，2007.9

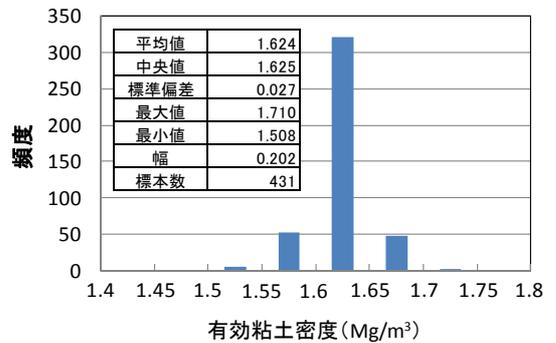


図-3 有効粘土密度の頻度

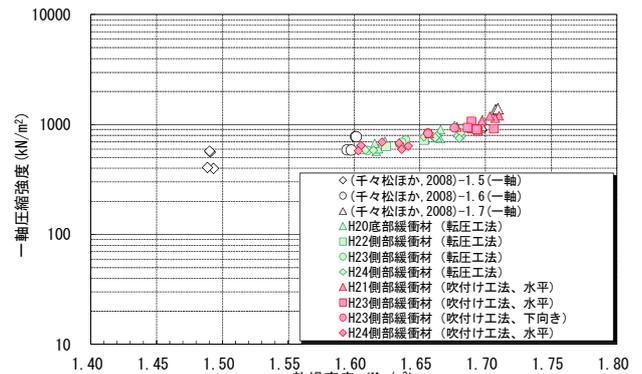


図-4 乾燥密度と一軸圧縮強度の関係

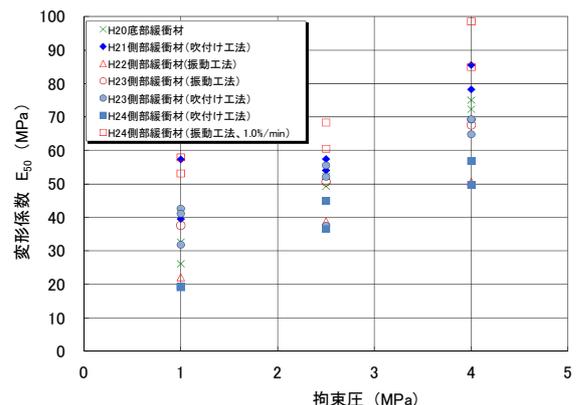


図-5 拘束圧と変形係数の関係

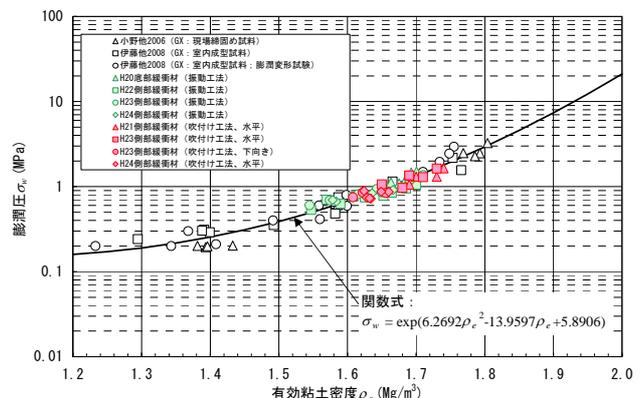


図-6 有効粘土密度と膨潤圧の関係