

地下空洞型処分施設性能確証試験における底部緩衝材施工確認試験(2)―初期性能試験結果について―

ハザマ 正会員 ○中越章雄、千々松正和、吉越一郎、山田淳夫
大成建設(株) 正会員 窪田茂、矢田勤
(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 中島貴弘、秋山吉弘、寺田賢二

1.はじめに

地下空洞型処分施設性能確証試験における底部緩衝材施工確認試験は、放射性廃棄物に関わる地下空洞型処分施設の人工バリア構成のうち、底部緩衝材を実規模大で構築し、施工性の評価や施工時の品質等の確認を行うものである。本報告は、このうち施工された底部緩衝材の初期性能確認試験についてまとめたものである。

2.試験の概要

初期性能確認試験で行った試験内容を表-1にまとめる。初期性能確認試験として、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、平板載荷試験、不飽和載荷試験(クリープ試験)、密度測定、透水試験、熱伝導率測定、膨潤圧測定を行った。室内試験用の供試体は原位置施工試験後にコアボーリングして採取したコアを整形したものをを用いた。図-1に初期性能試験のうちの原位置試験位置と室内試験用コアの採取位置を示す。

表-1 試験ケースと試験条件

分類	項目	方法	数量	コア整形寸法
基本特性(熱)	熱伝導率	QTM法	12	原位置測定
基本特性(透水性)	透水係数	JIS A 1218	21	φ 50mm×h 10mm
基本特性(強度)	一軸圧縮強度	JIS A 1216	6	φ 50mm×h 100mm
	三軸圧縮強度	JGS 0527	2	φ 50mm×h 100mm
	平板載荷試験	JGS 1521	9	原位置載荷(φ 300mm板)
	クリープ試験	JIS A 1217を参	3	φ 60mm×h 20mm
	圧密試験	JIS A 1217	9	φ 60mm×h 20mm
	膨潤圧試験	JIS A 1217を参	9	φ 60mm×h 20mm
代替特性	密度(砂置換)	JIS A 1214	6	φ 170mm×h 100mm程度
	密度(RI)	JGS 1614	15	原位置測定
	密度(コア)	JIS A 1225	480	φ 66mm×h 30mm
	含水比	JIS A 1203	480	φ 66mm×h 30mm

3.基本特性(熱特性)測定結果

初期性能確認試験のうち熱特性についてはQTM法により原位置にて熱伝導率の測定を行った。測定位置は図-1に示した12箇所、その平均は1.409W/mKであった。

4.基本特性(透水性)測定結果

透水試験は原位置から採取したコアを整形して用いた。注水開始から75~90日程度の通水で透水係数は安定した。透水試験後に測定した乾燥密度と透水係数の関係を図-2に示す。乾燥密度が大きくなると透水係数は小さくなる傾向がみられた。また、同図には既存の試験による値^{1)~5)}とその関係式も合わせて示すが、既存値とも整合している。

5.基本特性(強度)測定結果

(1) 一軸圧縮試験;一軸圧縮試験で得られた変形係数 E_{50} と試験後に測定した乾燥密度との関係を図-3に示す。同図には室内で所定の乾燥密度で圧縮成型した供試体を用いた一軸圧縮試験から得られた変形係数⁶⁾も合わせて示している。図中に示した直線は、今回の試験結果と既存値とを合わせた全データの相関直線である。今回の試験結果と良い相関を示した。
(2) 非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験;施工試験後に採取したコアは不飽和であるため、本試験では非排水とした。側圧

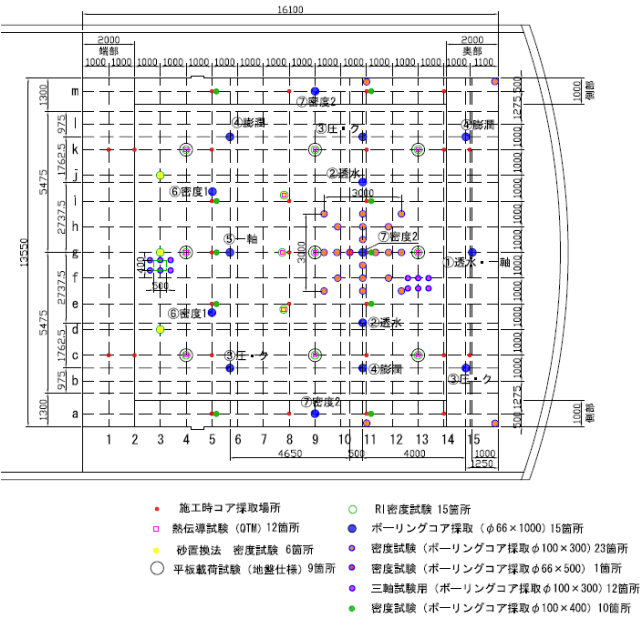


図-1 試験位置図

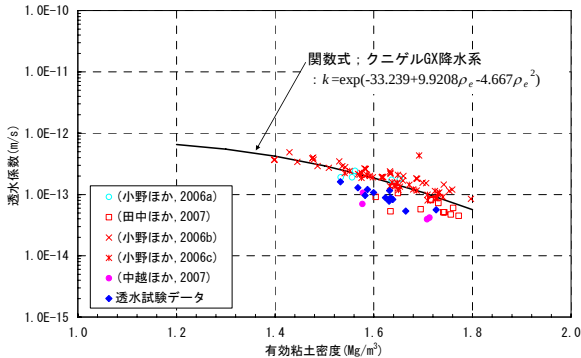


図-2 透水試験結果

キーワード: 緩衝材、力学試験、密度測定、透水試験、熱伝導率、膨潤圧
連絡先: 〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 TEL:03-3588-5793 FAX:03-3588-5755

は 1.0MPa、2.5MPa、4.0MPa とし、軸ひずみ速度は 0.01%/min とした。図-4 に本試験で得られたモールの応力円を示す。

(3) 平板載荷試験；施工後に原位置で行った平板載荷試験は 30cm 載荷板を用いて単サイクル試験で行った。反力は 0.45m³ 級のバックホーを用いた。図-3 には得られた変形係数の値を示す。一軸圧縮強度試験の結果得られた変形係数と良い整合を示している。

(4) クリープ試験；今回の試験は圧密試験装置を用いて行い、供試体は不飽和のまま定荷重を載荷した。載荷圧は 0.3MPa、0.6MPa、1.2MPa の 3 種類である。載荷に伴う変形が収束した後に下部から浸潤を開始し、それに伴う変形挙動の観察を行った。

(5) 圧密試験；圧密試験は不飽和の供試体を一旦飽和させてから行った。圧密終了は 3t 法で推定した。載荷荷重は 2.0MPa、4.0MPa で行い、段階載荷ではなく単段階載荷とした。結果を表-2 に示す。

(6) 膨潤圧測定試験；膨潤圧は小型のモールド内に設置した供試体を定体積状態となるように拘束し、浸潤させることにより荷重計にて膨潤圧を測定し、膨潤圧が一定になるまで測定を続けた。測定期間は 70 日程度である。図-5 に測定結果を既存値と合わせて示す。また、同図には既存の試験による値とその関係式も合わせて示している。供試体の乾燥密度が大きくなるにつれて平衡膨潤圧の値は大きくなり、既存値^{1), 6)}とも整合する結果が得られた。

6.代替特性（密度測定）

施工後の品質（密度）の確認方法の比較のためにノギス法、RI 法、砂置換法で乾燥密度の測定を行った。ノギス法は施工試験後にコアボーリングにより採取したコアを用いて測定した。図-6 には各計測方法により測定された乾燥密度 ρ_d と含水比 ω の関係を示す。同図には既存の試験による値とゼロ空隙曲線も合わせて示している。ノギス法と砂置換法による密度の値はほぼ同じである。含水比に関しては、ノギス法の場合はコアドリルによる採取を行ったため、コア寸法が小さくなり、実際の値よりは若干低い値が得られた。一方、RI 法による密度および含水比は、他の方法に比べ若干低い値となった。これは、施工面の不陸の影響と思われる。

5.まとめ

実規模にて原位置施工されたベントナイトに関する初期性能試験を実施した。得られたデータは既往のデータと良く整合する結果となった。なお、本報告は経済産業省からの委託による「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）」の成果の一部である。

【参考文献】1)小野ほか：現場締固め工法における締固め層境での透水係数測定

結果、土木学会第 61 回年次学術講演会、CS05-059、pp.323～324、2006a、2)田中ほか：地盤統計学手法により不均一性を考慮した締固めたベントナイト地盤の透水性評価、土木学会論文集 C、Vol.63、No.1、pp.207～223、2007、3)小野ほか：ベントナイト原鉱石の高速透水試験—プレス飽和法—、日本原子力学会「2006 年秋の大会」、p. 108、2006b、4)小野ほか：ベントナイト原鉱石の高速透水試験—締固め施工した供試体の乾燥飽和法—、日本原子力学会「2006 年秋の大会」、p. 109、2006c、5)中越ほか：ベントナイトブロックの隙間の密度均一化に関する検討（その 2）—透水性に関する検討—、土木学会第 62 回年次学術講演会、CS5-008、pp.175～176、2007、6)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、2008、7)伊藤ほか：ベントナイトクニゲル GX の基本特性試験（その 1）膨潤挙動に関する検討、土木学会第 63 回年次学術講演会 CS05-14、2008

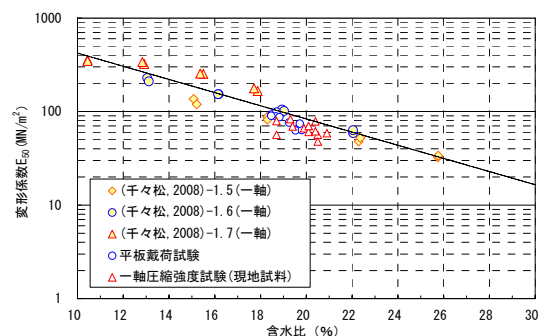


図-3 変形係数値の比較

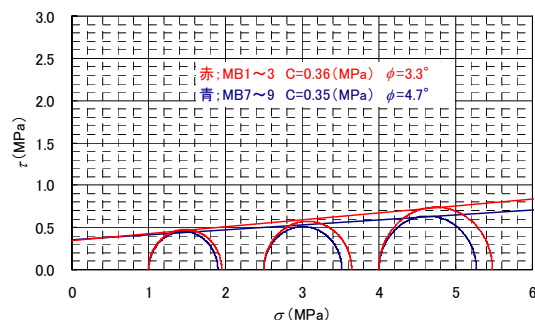


図-4 三軸圧縮試験結果

表-2 圧密試験結果

試量名	間隙比 e	ひずみ Δε (%)	体積圧縮係数 mv (m ² /kN)	圧密係数 Cv (cm ² /d)	透水係数 k (cm/sec)	t90 (min)
LA4-9	0.536	5.08	2.54E-05	0.68	1.97E-11	1707
LA5-9	0.521	4.44	2.22E-05	0.62	1.58E-11	1870
LA6-9	0.530	4.20	2.10E-05	0.65	1.54E-11	1815
LA4-2	0.433	7.37	1.84E-05	0.44	9.17E-12	2600
LA5-2	0.475	16.87	4.22E-05	0.29	1.41E-11	3527
LA6-2	0.453	6.94	1.73E-05	0.44	8.67E-12	2600

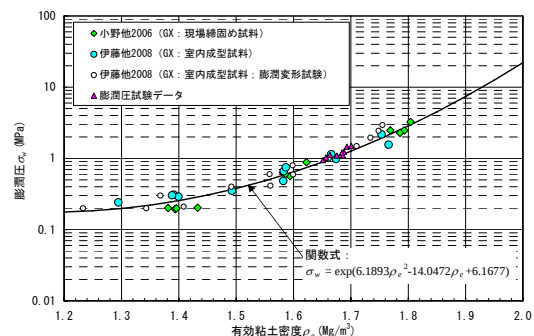


図-5 膨潤圧測定試験結果

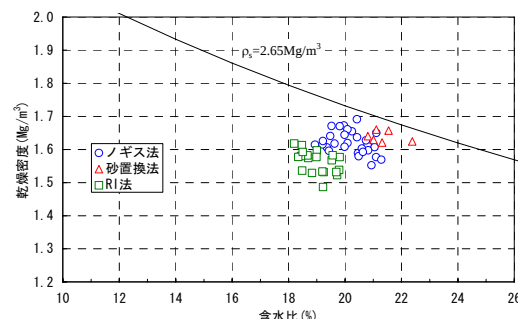


図-6 乾燥密度測定結果