緩衝材部材としてのベントナイトの圧密・せん断特性--地下空洞型処分施設性能確証試験--

(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター(原環センター) 正会員 ○中島貴弘 ハザマ 正会員 千々松正和,同 山田淳夫,同 足立有史 原環センター 正会員 秋山吉弘

<u>1.はじめに</u>

低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分施設における緩衝 材(低透水層)の候補材料としてベントナイトが考えられ ており,その基本特性の把握を行うことが必要とされてい る.緩衝材には種々の外力が作用することが想定されてい る.この外力に対する緩衝材部材の力学挙動を明らかにす ることは,余裕深度処分施設に対する安全性を適切に評価 する上で非常に重要となる.

本報告では、緩衝材部材の力学挙動のうち圧密特性およ

びせん断特性に着目し、飽和直後からの中長期的安定性を解析的に評価するために必要な表-1 に示すパラメータ を取得するために、これまでに実施した施工確認試験¹⁾により施工された緩衝材部材試料を対象として実施した圧 密試験および三軸圧縮試験の結果について報告する.

2.試験の概要

本試験ケースと試験条件を表 -2 に示す. 試料は底部緩衝材施工 部材から採取したものと, 比較の ために室内にて圧縮成型したも のを用いた. ベントナイトはクニ ゲル GX (最大粒径 10mm)を用 いた. ベントナイトは, その圧密 挙動においては, 吸水膨張挙動や 粘土骨格の粘性圧縮の影響によ

			表-2	試験	ケース	と試験	条件			
	試験仕様	ケース名	試料	供試体寸法		初期乾燥	初期含水	正应正力		せん断速
試験				直径	高さ	密度	比	广播庄力		度
				mm	mm	Mg/m ³	%	MPa		%/分
圧密試験	段階載荷 による圧 密	SC-01	現地採取	60	20	1.674	16.9	8段階載 荷 8段階除 荷	0.9~6.0	-
		SC-02	現地採取			1.743	15.6		1.2~6.0	
		SC-03	室内成型			1.598	21.3		0.6~6.0	
	長期圧密	LC-01	現地採取			1.800	13.5	2.7		_
		LC-02	現地採取			1.737	13.4	2	.3	
		LC-03	室内成型			1.591	21.3	1.7		
三軸圧縮 試験	圧密非排 水	TC-01	現地採取	50	100	1.635	20.3	2.0		
						1.623	20.3	4.0 2.0		0.01
		TC-02	室内成型			1.601	20.8			
						1.601	20.8	4	.0	

り,非線形性を示す.そこで,圧密試験においては,この非線形性の圧密挙動を詳細に把握するため,段階載荷 による圧密試験および長期圧密試験を実施した.三軸圧縮試験においては,飽和直後からの挙動予測のパラメー タを求めることを目的として,圧密非排水試験(*CU*)とし

た.これらの試験方法は、クニゲルGXの室内成形試料に対して実施された既往知見²⁾に準じた.

<u>3.試験結果</u>

(1)段階載荷による圧密試験(SC-01~03)

図-1 に *e-logP* 曲線を示し,表-3 に得られた圧縮指数 *Cc* と膨潤指数 *Cs* の一覧表を示す.載荷過程の直線勾配より 圧縮指数 *Cc* を,載荷 8 段階目と各除荷段階間の 2 点を結 んだ割線勾配より膨潤指数 *Cs* を求めた.載荷過程では, ほぼ直線とみなせる結果であり,一般的な粘土の練返し試



キーワード 余裕深度処分,緩衝材部材,ベントナイト,圧密試験,三軸圧縮試験 連絡先:〒104-0052東京都中央区月島1-15-7 TEL:03-3534-4536 FAX:03-3534-4567 e-mail:t-nakajima@rwmc.or.jp

表-1 解析的検討に必要となるパラメータと試 験方法

パラメータ	試験方法				
圧縮指数Cc	の 弊載者による工変計験				
膨潤指数Cs	支管表で、ションは支援				
二次圧密係数α	長期圧密試験				
限界状態パラメータM	圧密非排水三軸圧縮試験(U)				
圧縮指数:	載荷過程の応力―間隙比曲線における傾き				
膨潤指数:	除荷時・再載荷時の応力—間隙比曲線における傾き				
二次圧密係数:	沈下量一経過時間関係曲線(片対数表記)における二次圧密 領域での傾き				

限界状態パラメータ: CU 試験の応力履歴における破壊線の勾配

料に対する試験例と同様に,明瞭な圧密降伏応力 pc は確認できなかった.また,除荷過程では,除荷の段 階が進むにつれて勾配が急になる非線形挙動を示した.

(2)長期圧密試験(LC-01~03)

図-2に沈下量の経時変化を示す.全体的に1000時間



での勾配を二次圧密係数として採用した.

(3) 圧密非排水三軸圧縮試驗((CU)

図-3に主応力差と平均主応力の関係における有効応力経路を示す.図中には限界状態点をo印で示す.この限界状態点から最小二乗法により原点を通る直線を求め,その勾配から限界状態パラメータMを求めた.

<u>4.取得パラメータの評価</u>

表-4に得られた各パラメータの値と既往知 見²⁾におけるクニゲル GX に対する各パラメ ータの値を示す. 圧縮指数 Cc および膨潤指数 Cs については,現地採取試料と室内成型試料と で同様な結果が得られた.二次圧密係数 a は, 現地採取試料の方が室内成型試料と比較して 0.5 倍程度の値を示した.この原因としては, 表-4 取得パラメーター覧

図-3



供試体の初期乾燥密度の差異があげられる.限界状態パラメータ*M*については,現地採取試料が既往知見も含めた室内成型試料と比較して値が小さくなる傾向となった.これは,平均密度が同等な両試料において,現地採取 試料では,締固め施工時の撒出し厚さが室内成型供試体の成型層厚よりも大きいため,供試体内部で密度差が生 じたことが影響したと考えられる.

本報告は,経済産業省からの委託である「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証試験)」 の成果の一部である.

<参考文献>

- 1) 吉越ほか: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(1)-施工試験結果について-、土木学会第 64回年次学術講演会講演概要集、CS5-018、pp.169-170、2009.9
- 2) 山田ほか: ベントナイトクニゲル GX の基本特性試験(その4)静的力学特性に関する検討、土木学会第64回年次学術講 演会講演概要集、CS5-052、pp.237-38、2009.9

表-3 圧縮指数と膨潤指数一覧表

			SC	-01	SC.	-02	SC-03	
		段階差	応力差	指数	応力差	指数	応力差	指数
圧縮指数	Сс	載1_載8	4605.9	0.18	4308.7	0.13	4893.4	0.21
膨潤指数	Cs	載8_除1	797.7	0.02	695.9	0.01	640.8	0.02
		載8_除2	1489.6	0.02	1397.0	0.02	1589.1	0.02
		載8_除3	2179.8	0.04	1999.4	0.02	2285.2	0.03
		載8_除4	2909.9	0.05	2600.1	0.03	2988.2	0.04
		載8_除5	3515.1	0.06	3095.2	0.04	3599.6	0.05
		載8_除6	4000.7	0.07	3590.3	0.05	4192.1	0.06
		載8_除7	4423.8	0.08	3998.8	0.06	4689.6	0.08
		截8 险8	4624.9	0.09	4293 1	0.07	4886 5	0.09





有効応力経路(上:TC-01、下:TC-02)