

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

日本原燃(株) 正会員 ○伊藤 裕紀、庭瀬 一仁
東電設計(株) 正会員 鈴木 康正、(株)間組 正会員 千々松正和

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分施設における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。ここでは、現場施工用として開発されたクニゲル GX¹⁾に関して、その膨潤挙動の把握を行うことを目的として試験を行ったのでその結果を報告する。

2. 試験概要

ベントナイトの膨潤圧試験は通常、完全拘束状態下で行われその時に発生する圧力の計測が行われている。しかしながら、実際の施設においては、周辺岩盤やベントナイト以外の構造物も変形することから完全拘束状態ではないことから、その時の膨潤変形挙動についての把握が必要となる。ベントナイトの膨潤変形試験としては、荷重を制御し一定の載荷圧状態での膨潤ひずみを測定し膨潤圧(=載荷圧)と膨潤ひずみ(膨潤後の乾燥密度)の関係を求める試験(荷重制御膨潤変形試験)と、ベントナイトのひずみを制御(供試体上部等に一定の隙間を設けてひずみ量を制御)し膨潤後の乾燥密度と膨潤圧の関係を求める試験(ひずみ制御膨潤変形試験)が行われている。これまでもクニゲル V1 を対象としてこれらの試験が行われており^{2), 3)}、完全拘束状態の膨潤圧試験との比較が行われている。ここでは、クニゲル GX を対象に荷重制御膨潤変形試験を行い、完全拘束状態での膨潤圧試験との比較を行うとともに、これまで実施されてきたクニゲル V1 を対象とした試験結果との比較を行なう。

3. 試験ケース

クニゲル GX を対象に膨潤圧試験および荷重制御膨潤変形試験を行った。試験ケースを表-1 に示す。供試体寸法は膨潤圧試験(完全拘束状態)が 60mm×H20mm、荷重制御膨潤変形試験が 60mm×H10mm である。写真-1 には試験に使用した荷重制御膨潤変形試験装置を示す。膨潤圧試験では初期乾燥密度および初期飽和度をパラメータ、荷重制御膨潤変形試験では初期乾燥密度および制御圧力をパラメータとして試験を実施した。なお、小野ら⁴⁾により測定されたクニゲル GX の乾燥密度 1.4, 1.6, 1.8Mg/m³ での平衡膨潤圧が、それぞれ約 200kPa, 600kPa, 2500kPa 程度であったため、今回の荷重制御膨潤変形試験の制御圧力はこれらの値を参考に設定した。

表-1 試験ケース

膨潤圧試験(φ60mm×H20mm)			荷重制御膨潤変形試験(φ60mm×H10mm)			
No.	初期乾燥密度 (Mg/m ³)	初期飽和度 (%)	No.	初期乾燥密度 (Mg/m ³)	初期含水比 (%)	制御圧力 (kPa)
1	1.3	85	1	1.4	29.0	300
2	1.4	85	2	1.4	29.0	200
3	1.4	60	3	1.4	29.0	100
4	1.4	40	4	1.6	21.0	800
5	1.5	85	5	1.6	21.0	600
6	1.6	85	6	1.6	21.0	200
7	1.6	60	7	1.6	21.0	100
8	1.6	40	8	1.8	15.0	3000
9	1.7	85	9	1.8	15.0	2500
10	1.7	50	10	1.8	15.0	2000
11	1.8	85				
12	1.8	50				



写真-1 荷重制御膨潤変形試験装置

キーワード：放射性廃棄物処分、低透水層、ベントナイト、膨潤圧、膨潤変形

連絡先：〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字野附504-22/TEL:0175-72-3305/yuuki.itou@jnfl.co.jp/伊藤裕紀

4. 試験結果

図-1には完全拘束状態での膨潤圧試験結果の一例を示す。乾燥密度が大きくなると発生する膨潤圧も大きくなっていることが分かる。また、乾燥密度が低い時は発生膨潤圧に与える初期飽和度の影響は小さいが、乾燥密度が高くなるにつれ影響は顕著となる。これは、乾燥密度が高い場合、初期飽和度の違いにより供試体製作時の成型圧が大きく異なっており、この影響を受けているものと推察される。図-2には膨潤変形試験における変形量の経時変化を示す。制御圧力が小さくなるに従い膨潤変形量も大きくなっていることが分かる。図-3にはクニゲル GX の膨潤圧試験(完全拘束状態)および膨潤変形試験の結果を示す。膨潤変形試験結果に関しては、膨潤変形後(変形が収束した時点)の乾燥密度と制御圧力でプロットしている。このようなグラフで整理すると、この両者の試験結果は良く整合していることが分かる。このことから、完全拘束状態では無い場合、すなわち、膨潤に伴い変形が生じる場合でも、変形後の乾燥密度と膨潤圧の関係は、完全拘束状態で取得されたものと同等であると言える。図-4にはクニゲル V1 の膨潤圧との比較を示す。図中の曲線はクニゲル V1 の膨潤圧のデータから得られた近似曲線である。図-4より、クニゲル GX の膨潤圧はクニゲル V1 に比べて小さいことがわかる。

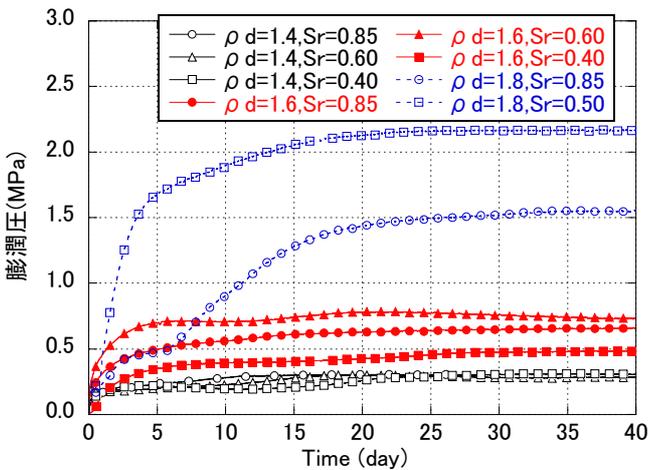


図-1 膨潤圧の経時変化の一例

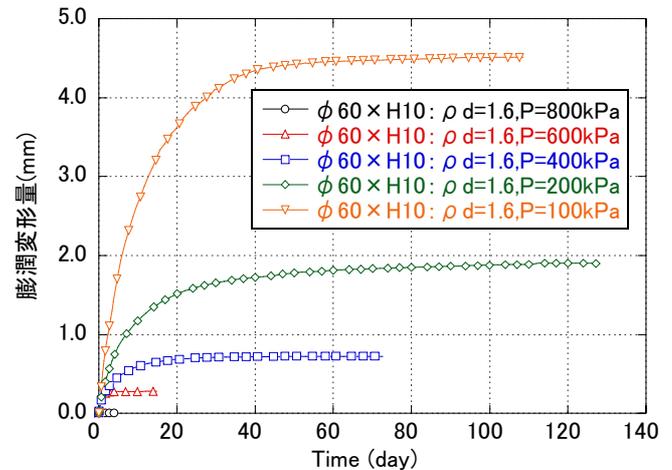


図-2 膨潤変形量の経時変化の一例

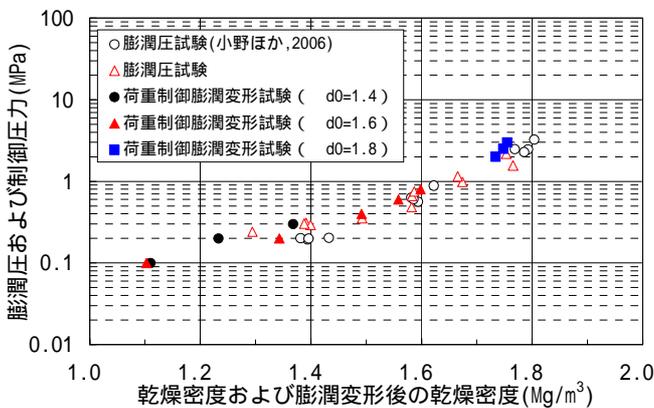


図-3 膨潤圧試験および膨潤変形試験結果の比較

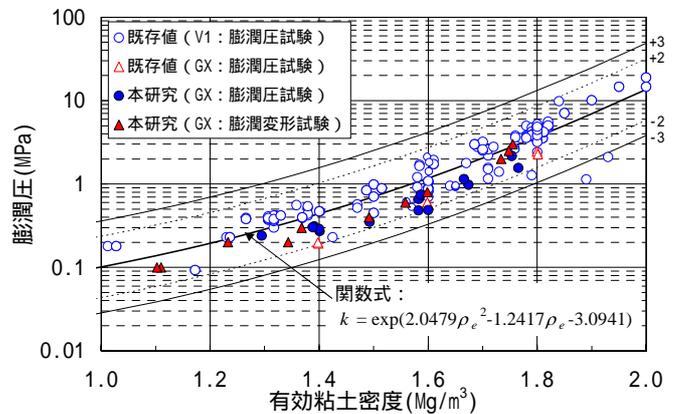


図-4 既存値(クニゲル V1) との比較

5. まとめ

以上の結果をまとめると以下の通りである。①クニゲル GX の膨潤圧はクニゲル V1 に比べて低い。②乾燥密度が高くなると初期飽和度の影響が顕著になるが乾燥密度が 1.6Mg/m³ 程度以下であればその影響は小さい。③通常の膨潤圧と乾燥密度の関係と比較して、膨潤変形試験から得られる制御圧力(拘束圧)と膨潤変形後の乾燥密度の関係はほぼ一致した。完全拘束状態では無い場合、すなわち、膨潤に伴い変形が生じる場合でも、変形後の乾燥密度と膨潤圧の関係は、完全拘束状態で取得されたものと同等である。

【参考文献】1)伊藤ら:ベントナイト層の現場施工用材料の開発,土木学会第 62 回年次学術講演会講演概要集,CS5-001,2007,2)鈴木・藤田:緩衝材の膨潤特性,JNC TN8400 99-038,1999,3)Komine and Ogata:New equations for swelling characteristics of bentonite-based buffer materials,Canadian Geotechnical Journal,Vol. 40,No. 2,pp. 460-475,2003,4)小野ら: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 回年次学術講演会講演概要集,CS05-059,2006