

メチレンブルー吸着量や液性限界・塑性限界の観点からの最大粒径 10mm と 2mm の粒状ベントナイトの膨潤圧特性に関する考察

茨城大学 正会員 ○小峯秀雄

1. 背景・目的

地下深度 50～100m 程度に「余裕深度処分」(図 1 参照)の施設建設が計画されている¹⁾。余裕深度処分における緩衝材は、現場締固め施工に適した最大粒径 10mm の粒状ベントナイトが使用される予定である。また、より効果的な締固めと施工後の乾燥密度のばらつきを低減させることを目的に、粒状ベントナイトの含水比を $21 \pm 2\%$ に調整することが考えられている²⁾。余裕深度処分の施設設計および品質管理において、緩衝材に用いられる粒状ベントナイトの膨潤特性の把握が求められている。これに資するため、参考文献 3)において、最大粒径 10mm と 2mm に粒度調整された粒状ベントナイトの膨潤圧特性を実験的に調査したところ、最大粒径の影響は小さいことが明らかになった。本研究では、メチレンブルー吸着量や液性限界・塑性限界の観点から、参考文献 3)の実験結果を解釈することを目的とする。

2. 既往の研究結果³⁾の概要

粒状のベントナイト GX (クニミネ工業製・クニゲル GX, 土粒子の密度 $\rho_s=2.65\text{Mg/m}^3$, 粒度分布: 図 2 参照)の膨潤特性に関する研究では、各機関が保有する実験装置に適用可能な供試体の直径・高さに関する制約条件から、直径 60mm, 高さ 10～20mm の供試体を用いた膨潤圧特性に関する研究⁴⁾・⁵⁾や直径 200mm, 高さ 50mm の供試体を用いた膨潤変形特性に関する研究⁶⁾がある。また、最大粒径 10mm の粒状ベントナイトに対して調査している場合⁴⁾と最大粒径 2mm に粒度調整した粒状ベントナイトに対して調査している場合⁵⁾があり、供試体寸法や最大粒径が統一されてなく、膨潤特性データに及ぼすこれらの影響が不明確な状況で、数多くのデータが混在している。このような背景から、著者らは、参考文献 3)において、最大粒径 10mm と 2mm の粒状ベントナイト GX の膨潤圧特性を数種類の供試体寸法で実験的に調査し、その膨潤圧特性に及ぼす最大粒径と供試体寸法の影響について調査した。図 3, 4 に示す実験装置を使用し、図 5 に示す実験結果を得た。この結果から、

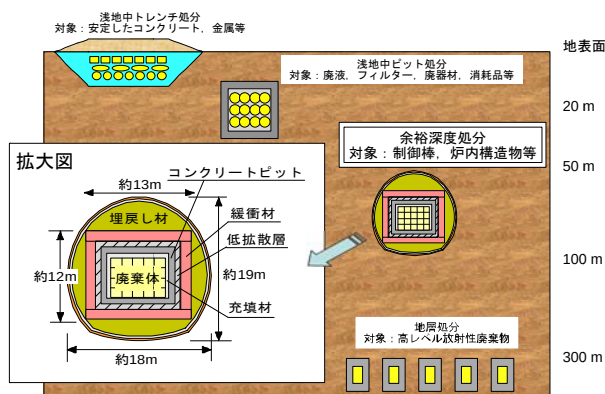


図1 余裕深度処分とその他の放射性廃棄物処分の概念

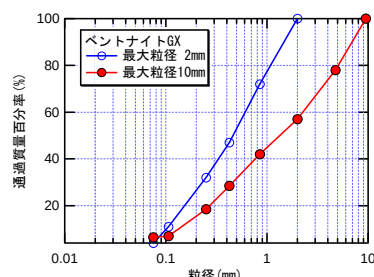


図2 粒状ベントナイトGXの粒径加積曲線

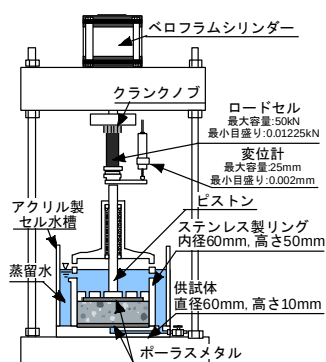


図3 標準型膨潤特性試験装置

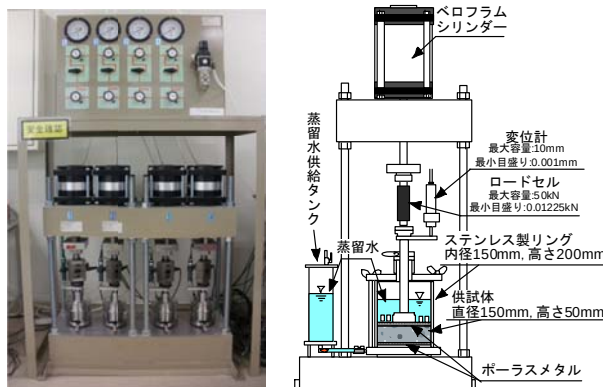


図4 中型膨潤特性試験装置

キーワード ベントナイト, 膨潤, 余裕深度処分, メチレンブルー吸着量, 液性限界・塑性限界

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

粒状ベントナイト GX の最大膨潤圧には、供試体寸法や最大粒径の影響は小さいことが明らかとなった。これより、粒状ベントナイト GX の膨潤圧特性については、最大粒径 2mm 以下に粒度調整した試料を用い、標準として広く採用されている直径 60mm の供試体を使用した膨潤圧試験により十分評価できると結論付けた。参考文献 3)では、粒状ベントナイト GX 中の粒径の異なる粒子間において、モンモリロナイト含有率の変化が小さいこと等を推察したが、粒状ベントナイト GX 中の粒径 2mm 以下の粒子および粒径 2～10mm の粒子の基本的性質の観点から、その原因を解明することが課題として残った。

3. 粒径区分もしくは粒度調整した粒状ベントナイト GX の基本的性質の観点からの考察

前述の既往の研究結果を受け、本研究ではメチレンブルー吸着量と液性限界・塑性限界の観点から、図 5 の実験結果を考察した。メチレンブルー吸着量の測定では、最大粒径 10mm の粒状ベントナイト GX を 2mm ふるいにかけ、粒径 2mm 以下の粒子と粒径 2mm 以上の粒子に粒径区分し、各区分試料が 2%ピロリン酸ナトリウム溶液に完全に溶解するように、区分後に乳鉢を用いて粉碎し測定に供した。メチレンブルー吸着量の測定は参考文献 7)に準拠した。その結果を表 1 に示す。表 1 から、粒径 2mm 以下および粒径 2～10mm に区分された粒子のメチレンブルー吸着量はそれぞれ、66 mmol/100g および 68 mmol/100g となり、純モンモリロナイトのメチレンブルー吸着量を 140 mmol/100g とすると、モンモリロナイト含有率はそれぞれ 47.1%および 48.6%とほぼ同程度であることが分かる。一方、液性限界・塑性限界の測定では、最大粒径 10mm と最大粒径 2mm に粒度調整した粒状ベントナイト GX を用いて、「土の液性限界・塑性限界方法 (JIS A 1205:1999)」⁸⁾に準拠し実施した。その結果を表 2 に示す。最大粒径 10mm と最大粒径 2mm に粒度調整した粒状ベントナイト GX の液性限界・塑性限界の値も、表 2 に示すように大きな差異は認められなかった。これらの結果から、最大粒径が 10mm と 2mm に粒度調整した粒状ベントナイト GX の膨潤圧特性に大きな差異が生じなかった原因として、モンモリロナイト含有率やその基本的性質が粒径区分や粒度調整にほとんど依存しないことが推察された。

参考文献

1) (社) 土木学会 エネルギー委員会 低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会：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、(社) 土木学会, 2009。
2) 伊藤弘志, 千々松正和, 村上利一：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, pp. 161-162, 2007。
3) 小峯秀雄：余裕深度処分のための粒状ベントナイトの膨潤圧特性に関する基礎的研究～最大粒径 10mm と 2mm の粒状ベントナイトの膨潤圧特性の比較～, 第 46 回地盤工学会研究発表会発表論文集, 2011/07. (投稿中)
4) 伊藤裕紀, 庭瀬一仁, 鈴木康正, 千々松正和：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 回年次学術講演会講演概要集, CS5-14, pp. 195-196, 2008。
5) 杉浦航・小峯秀雄・安原一哉・村上哲：ベントナイト原鉱石の膨潤特性および膨潤挙動メカニズムの考察, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, CS5-050, pp. 233-234, 2009。
6) 伊藤裕紀・庭瀬一仁・金子岳夫・千々松正和：ベントナイトクニゲル GX の基本特性試験 (その 3) 膨潤変形挙動に関する検討, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, CS5-051, pp. 235-236, 2008。
7) 日本ベントナイト工業会標準試験法：ベントナイト (粉末) のメチレンブルー吸着量測定方法, JBAS-107-91, 1991。
8) 地盤工学会：地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説一二分冊の 1ー, 2009。

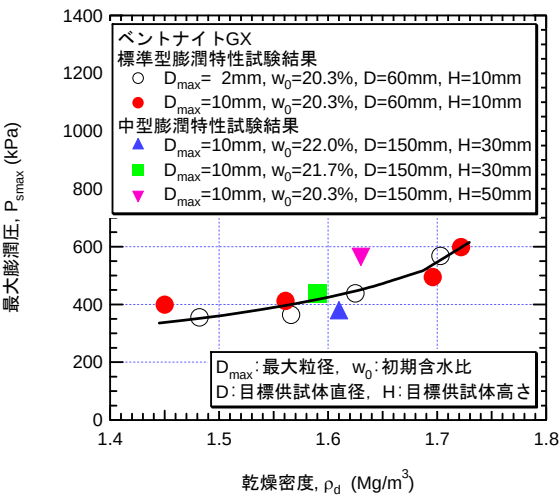


図 5 粒状ベントナイト GX の最大膨潤圧と乾燥密度

表 1 粒径区分した粒状ベントナイト GX のモンモリロナイト含有率

ベントナイト	クニゲル GX (粒径 2mm 以下)	クニゲル GX (粒径 2～10mm)
モンモリロナイト含有率(%)	47.1	48.6

モンモリロナイト含有率は、純モンモリロナイトのメチレンブルー吸着量 140(mmol/100g) として算出した。

表 2 最大粒径の異なる粒状ベントナイト GX の液性限界・塑性限界

ベントナイト	クニゲル GX (最大粒径 2mm)	クニゲル GX (最大粒径 10mm)
液性限界(%)	355.1	344.4
塑性限界(%)	22.8	23.6
塑性指数	332.3	320.8