

ベントナイト混合体におけるモンモリロナイト含有率の測定評価について

新潟大学大学院 学生会員 ○鈴木 梨恵
 新潟大学大学院 正会員 金澤 伸一
 新潟大学 学生会員 中島 颯人
 (株)大林組 正会員 柳井 正樹
 西松建設(株) 正会員 吉野 修

1. 研究目的

高レベル放射性廃棄物の処分方法として、地下 300m 以深への地層処分が法律で定められている¹⁾。地層処分に用いられるベントナイト緩衝材には、施工性や経済性の観点から、ベントナイトと珪砂を混合することになっている。ベントナイトはモンモリロナイトを主成分とする粘土鉱物で、メチレンブルー吸着量の測定²⁾によってモンモリロナイト含有率が測定される。これまで、既往の研究³⁾では、ベントナイト-珪砂混合試料を作製し、温度変化を与えて一軸圧縮試験を実施しているが、ベントナイト-珪砂混合供試体のモンモリロナイト含有率を把握する必要があると指摘している。

本研究では、ベントナイト-珪砂混合試料を用いた一軸圧縮試験後の供試体から、真体積測定によってベントナイト配合率を求めメチレンブルー吸着量の測定によって、ベントナイト-珪砂混合試料における確からしいモンモリロナイト含有率の測定を実施した。

2. 実験方法

2-1 供試体作製

以下に、供試体作製手順を示す。

(1)ベントナイトと珪砂 8 号を 7:3 の比率で混合する。(2)ハンドミキサーと霧吹きを使用して含水比調整を行う。含水比測定は電子レンジ法(500w, 15 分間)を用いる。(3)乾燥密度が $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ になる質量を求め、電子天秤で計量する。(4)計量した試料を 5 回に分けてモールドに投入し、突き固め棒で締め固める。(5)モールド上部に蓋をし、油圧ジャッキで 10 分間圧縮する。設置成形圧力は 40MPa とする。(6)除荷後に供試体の高さ、上部、下部の直径をノギスで測定する。質量を電子天秤で秤量する。

2-2 一軸圧縮試験

図 1 に一軸圧縮試験機、表 1 に試験条件を示す。

以下に、試験手順を示す。(1)供試体に圧縮補助器具、ゴムスリーブを装着する。水が入り込まないように上部と下部に輪ゴムを取り付ける。(2)水槽に供試体を入れ、温水によって熱を与える。加熱時間は 15 分に設定する。(3)熱を与えた後、供試体を水槽に入れたまま一軸圧縮試験を行う。このとき載荷速度を $0.4\text{mm}/\text{min}$ に設定する。(4)破壊した供試体から真体積測定に使う約 5g の試料を取る。

2-3 真体積測定

真体積測定には、ヘリウムピクノメータ(乾式真体積測定装置)を用いてガス膨張による試料の排除体積を計

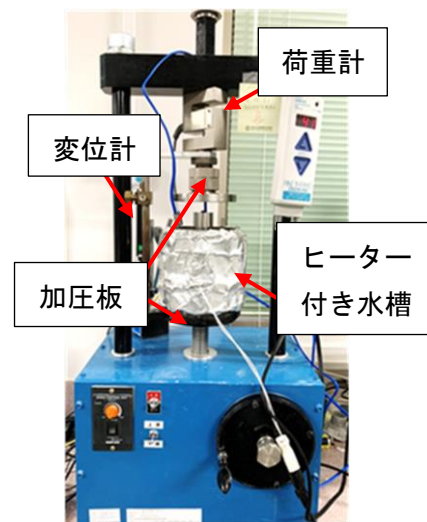


図 1 一軸圧縮試験機

表 1 試験条件

試料	珪砂配合率 (%)	飽和度 (%)	乾燥密度 (Mg/m^3)	破壊時の温度($^{\circ}\text{C}$)
珪砂8号	30	30	1.6	30

キーワード ベントナイト, メチレンブルー吸着量, モンモリロナイト含有率

連絡先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050 番地 新潟大学 工学部 社会基盤工学プログラム 地盤環境研究室

TEL : 025-262-7479

測し、真体積を求め真密度を算出する。真体積は小数点第4位まで測定可能である。試料はベントナイト(クニゲルV1), 珪砂8号, 供試体試料である。

図2に試験機の写真を示す。以下に、試験手順を示す。

(1)シャーレに試料を約5g計量する。(2)試料を110°Cに設定した炉乾燥機に1時間投入する。(3)炉乾燥機から取り出し、デシケータ内で10分間放冷する。(4)乾式真体積測定装置のセルの質量を計量した後、セルにデシケータから取り出した試料を入れ、質量を計量する。(5)乾式真体積測定装置に試料の入ったセルを入れ、試料の真体積を求める。(6)試料の真体積と質量より、試料の真密度を求める。



図2 乾式真体積測定装置
(Micromeritics 製 AccuPyc 1330)

3. 実験結果

図3に真体積測定の結果を示す。点線は理論値である。理論値は次の式であらわされる。

$$\rho_{mix} = \frac{\rho_s \rho_b}{(\rho_s - \rho_b)x + \rho_b}$$

ここに、 ρ_{mix} : ベントナイト珪砂混合試料の密度 (g/cm^3)
 ρ_b : ベントナイトの密度 (g/cm^3)
 ρ_s : 珪砂の密度 (g/cm^3)

図3より、珪砂8号の密度は 2.6143g/cm^3 、ベントナイトの密度は 2.6112g/cm^3 、供試体の密度は 2.6124g/cm^3 であることが見てとれる。ベントナイト配合率について、供試体試料のベントナイト配合率は62%であり、本来の配合率に比べて8%減少していることがみてとれる。この理由として、

ベントナイト珪砂混合試料はそれぞれの自然含水比で質量比を用いて混合しているため、真体積測定時の炉乾燥により自然含水比が減少、さらに重量比が変化し、ベントナイト配合率が減少した可能性が考えられる。また、今回得られたベントナイト配合率は、ベントナイトと珪砂を乾燥させたときの配合率であると考えられる。メチレンブルー吸着量の測定²⁾では、乾燥させたベントナイトの質量を用いて計算しているため、試料が乾燥状態でのベントナイト配合率を使用できる可能が考えられる。

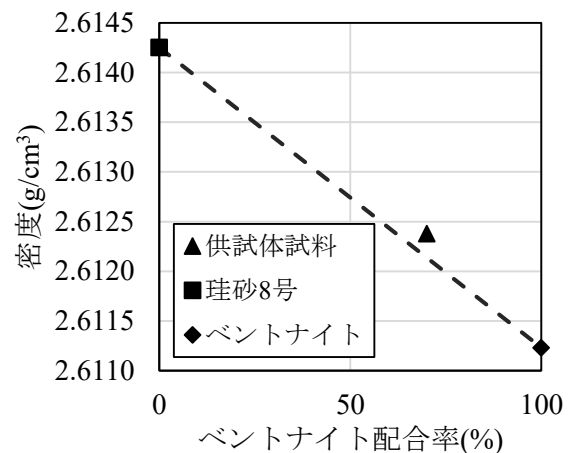


図3 真密度の結果

4. まとめ

本研究では、真体積測定によって真密度を求め、乾燥状態でのベントナイト配合率を算出した結果を示した。ベントナイト珪砂混合試料のベントナイト配合率を求め、全体の配合率よりも8%減少した結果が確認できた。今後はメチレンブルー吸着量試験を行い、得られたモンモリロナイト含有率をベントナイト配合率から100%に換算し、正確なモンモリロナイト含有率を求める。

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構(JAEA) : 我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ-総論レポート, JNC TN1400 99-020 IV-3 (1999).
- 2) 堀内悠, 高木哲一 : 産総研におけるベントナイトとメチレンブルー吸着量測定方法, 地質調査総合センター研究資料集, no.555(2012).
- 3) 鈴木梨恵, 金澤伸一, 柳井正樹 : 熱の影響によるベントナイトのモンモリロナイト含有率と強度の関係, 令和2年度土木学会全国大会 第75回年次学術講演会, 土木学会, CS12-36 (CD-ROM), 2020.
- 4) 木村志照, 三浦俊彦, 諸富鉄之助 : メチレンブルー吸着量を用いた土質遮水のベントナイト添加率管理手法の検討, 第56回地盤工学研究発表会, 13-6-4-03.