

直径および断面形状の異なるベントナイト系緩衝材供試体の締固め特性

茨城大学 学生会員 ○直井優

茨城大学 正会員 小峯秀雄 安原一哉 村上哲

ハザマ 正会員 千々松正和

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物処分事業において用いられるベントナイト系緩衝材は、地上に建設された工場で乾燥密度が $1.6\sim 2.0\text{Mg/m}^3$ 程度に締固め、ブロック状に製作したものを地下に搬入し設置する方法が有力と考えられている。緩衝材の製作方法の一つとして金型モールドを用いて静的な圧力をかけ締固める方法が検討されている。このような緩衝材の製作の際には、ベントナイトの締固め特性などの基礎的データが利用されると考えられる。しかし、締固め試験で用いられる供試体の直径や断面形状は実際の緩衝材とは異なるため、ベントナイトの締固め特性に及ぼす供試体直径・断面形状の影響を考慮する必要がある。そこで本研究では、数種類のベントナイトに対し直径 28mm の供試体を用いた静的締固め試験を新たに実施すると共に、供試体直径および断面形状の異なる既往の試験結果と比較することにより、ベントナイトの締固め特性に及ぼす供試体直径・断面形状の影響を調査した。また、この結果を利用して、締固め装置のフレーム設計に資する試算を行った。

2. 静的締固め試験

(1) 試料

使用したベントナイトは、Na 型ベントナイトであるクニゲル V1、ボルクレイ、MX-80、Na 交換型ベントナイトであるネオクニボンド、Ca 型ベントナイトであるクニボンドである(以後、クニゲル V1、ボルクレイ、クニボンド、ネオクニボンド、MX-80 をそれぞれベントナイト A, B, C, D, E と記述する)。試料は温度が $20.0\pm 3.0^\circ\text{C}$ の室内で保管しており、試験時の含水比はそれぞれベントナイト A が 8.2%, B が 9.1%, C が 16.9%, D が 12.0%, E が 14.9%であった。

(2) 締固め試験装置および締固め試験方法

締固め試験装置は、締固め圧力載荷フレーム、鋼製円筒形モールド(内径:28mm 高さ:50mm)、およびピストンから構成される。ピストン外径は鋼製円筒形モールド内径より 0.05mm ほど小さくしており、ピストンとモールド間に摩擦は生じない。

試験手順は以下の通りである。締固め後の供試体高さが約 10mm になるように、鋼製円筒形モールドに所定質量の試料を投入する。その後、ピストンにより一定の成型圧力を作用させ 15 分間放置する。成型圧力はピストン部に設置されたロードセルによって計測する。15 分間経過後、専用の装置を用い供試体を円筒形モールドから抜き取り、供試体寸法と質量および含水比を計測する。

3. ベントナイトの締固め特性に及ぼす供試体直径・断面形状の影響

図-1(a~e)は、本試験により取得した成型圧力と乾燥密度の関係および、供試体直径・断面形状の異なる既往の試験結果との比較を示したものである。既往の結果については、参考文献 1),2),3)を参照されたい。これらの結果によると、全てのベントナイトにおいて締固め後の供試体直径・断面形状が異なっても、成型圧力と乾燥密度の関係は一意な関係にあることが分かる。このことから、供試体の直径や断面形状に依存せず成型圧力が同じであれば、ほぼ同一の乾燥密度が得られると考えられる。

一般に、供試体寸法に対して比較的粒径の大きな粒子が含まれると締固めが不均一になると考えられているが、ベントナイトの場合は粒径が微小なため、供試体直径によらず均一に締固まるものと考えられる。また、締固めモールド内壁との摩擦の影響も受けにくく供試体直径・断面形状が変化しても、ほぼ同様の締固

キーワード 高レベル放射性廃棄物 緩衝材 ベントナイト 締固め

〒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 小峯秀雄 Tel:0294-38-5163

め特性を示したものと考えられる。

この結果を利用して、実際の緩衝材ブロックの製作用締固め装置のフレームの設計が行える。例えば、緩衝材の材料にベントナイト A(含水比:8.2%)を使用し、目標とする乾燥密度を $1.6\text{Mg/m}^3, 1.8\text{Mg/m}^3$ とする。緩衝材の外形・寸法は(財)電力中央研究所・電気事業連合会が提示した仕様⁴⁾を参考に設定する(図-2 参照)。この案では、緩衝材の外径は 1620mm, 内径は 820mm である。この場合、成型圧力は約 12.0MPa, 33.0MPa 必要であり(図-3 参照)、締固め装置のフレームは目標乾燥密度が 1.6Mg/m^3 の場合は約 18400kN 以上、目標乾燥密度が 1.8Mg/m^3 の場合は約 50600kN 以上の反力に耐える仕様でなければならないと試算できる。

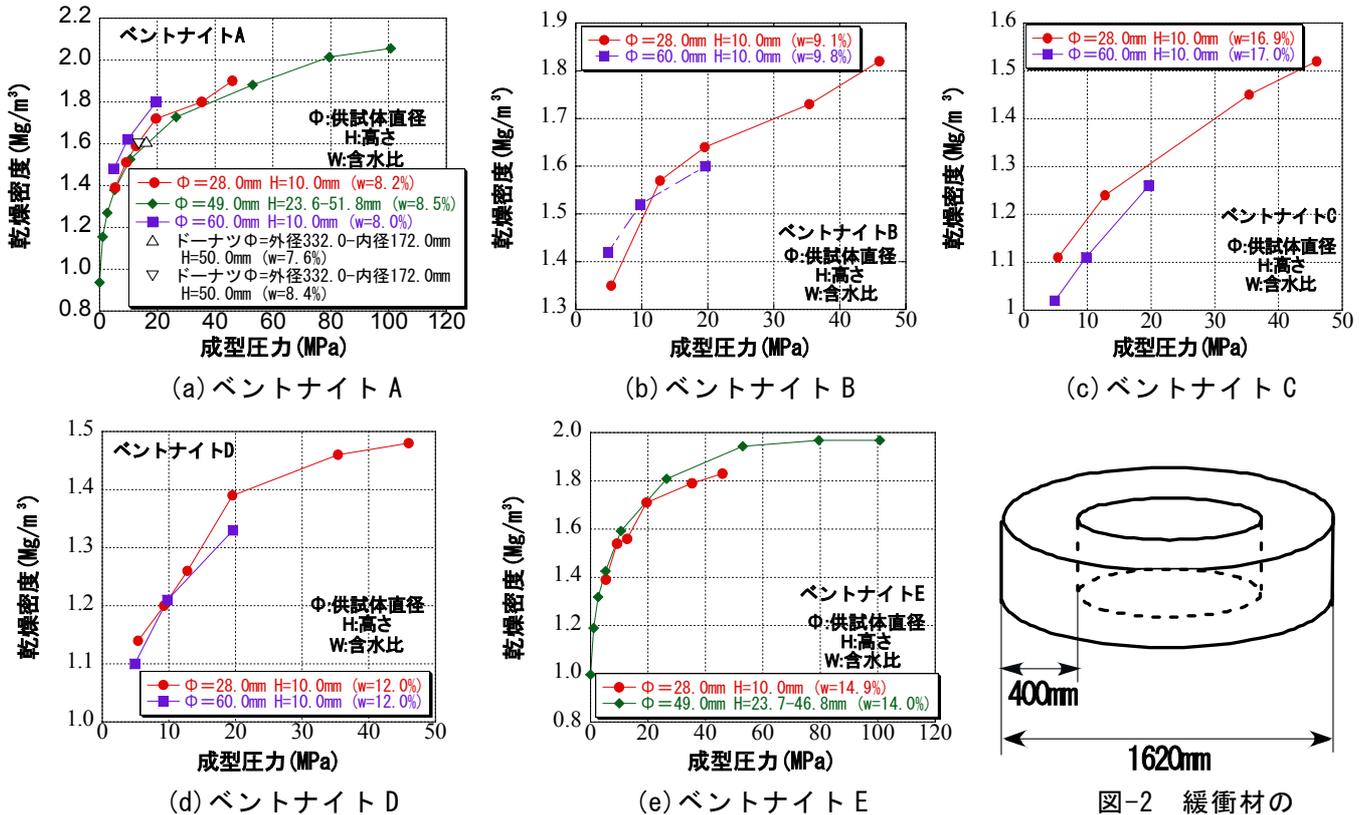


図-1(a-e) 各種ベントナイトの成型圧力—乾燥密度関係

図-2 緩衝材の外形と寸法の一例⁴⁾

4. まとめ

本研究により、ベントナイトの成型圧力と乾燥密度との関係は一意的な関係にあることがわかった。すなわち、緩衝材製作時に必要な成型圧力は、目標とする乾燥密度と材料に応じて一意的に設定できるものと考えられる。したがって、本試験の締固め試験結果を利用することにより、上記のように緩衝材ブロックの締固め装置フレームの設計に必要な情報の提供が可能であり、本試験データは有益であると考えられる。

参考文献

- 1)増田良一・高尾肇・千々松正和・雨宮清・竹ヶ原竜大・小峯秀雄：ベントナイトブロックの製作・施工性に対する初期含水比の影響に関する検討(CD-ROM),北海道,2002,9.
- 2)小峯秀雄・緒方信英：塑性限界を導入した粘土の締固め特性の評価法の提案,土木学会論文集 No.436/III-16,pp.103-110,1991.
- 3)小峯秀雄・緒方信英・中島晃・高尾肇・植田浩義・木本崇宏：高レベル放射性廃棄物処分のためのブロック型緩衝材の製作方法に関する実験的研究,土木学会論文集,p7,2003.06.(掲載決定)
- 4)(財)電力中央研究所,電気事業連合会：高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術,1999.

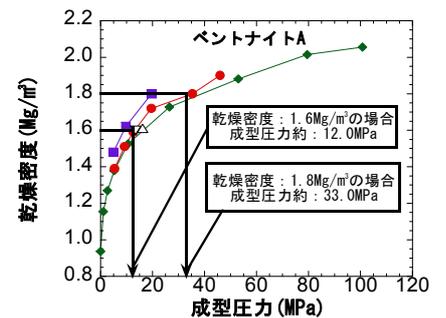


図-3 締固め装置のフレーム設計の計算過程