

第 部門 ベントナイトの機械的特性に関する実験的研究

神戸市立高専 学生員 ○松尾 祐典

神戸市立高専 正会員 中西 宏

神戸製鋼所 竹内 靖典

1.はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分ではガラス固化体を含むオーバーパックの周りに緩衝材として、低透水性、膨潤性を有しているベントナイト系材料が充填される。その施工案の一つとして、合理的な施工が可能な高密度の粒状ベントナイトの重力充填がある。粒状ベントナイト等の評価には、施工時の所期平均乾燥密度より低密度 ($\rho_d=1\text{g/cm}^3$ 程度) や高密度 ($\rho_d=2\text{g/cm}^3$ 程度) の物性データが必要となるが、既往研究においては、十分なデータ整備が行われていない。そこで、本研究では弾性係数に着目し、低密度部から高密度部におけるベントナイトの弾性係数のデータを得ることを目的に載荷実験を行い、乾燥密度・含水比と弾性係数の関係式を検討した

2.実験

2.1 実験試料

使用したベントナイト試料は基礎的なデータを取得するために、粉体のクニゲル V1 とした。このベントナイトは Na 型ベントナイトであり、止水性、膨潤性に優れたベントナイトである。日本の高レベル放射性廃棄物処分技術に関する開発・研究において、頻繁に実験等で使用されている材料である。実験では、110℃で24時間以上乾燥させたベントナイトに、目標の含水比となるよう霧吹きで少しずつ蒸留水を加えて均一となるよう混合した。このような試料を密閉した容器に1日以上保管した後、実験に用いた。

2.2 実験方法

本実験では、圧縮荷重と垂直変位を測定し、弾性係数を得ることを目的としている。実験は、ねじ式のステンレス製の円筒容器に粉体ベントナイトを投入し、図1のように載荷装置に容器を設置する。エアジャッキを用いて載荷を行い、供試体垂直方向の変位および垂直荷重を測定した。供試体は圧縮後、直径30mm、高さ20mm、平均乾燥密度 2.0g/cm^3 程度になるまで圧縮を行った。また、実験はベントナイトの含水比、0%、5%、10%、15%について行った

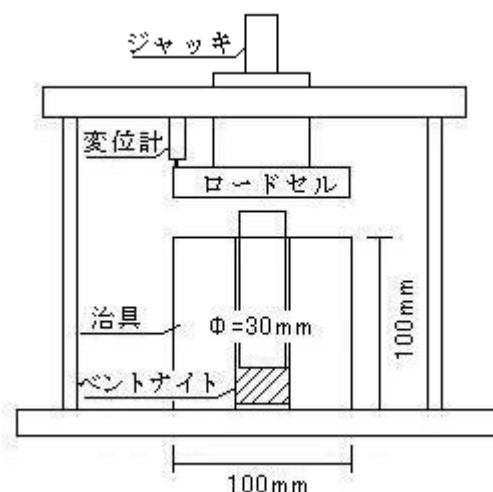


図1 実験器具概要図

3.実験結果

弾性係数は実験で得られたデータから応力 - ひずみ曲線を描き、曲線の勾配より算出した。実験値の近似より各含水比時の弾性係数の近似式を算出した。それらの近似式の係数は含水比に関係していると考え、仮定した式の4つの未定係数を最小二乗法を用いて算出し、弾性係数の実験式を式(1)のように表した。

$$\ln E = \ln(1.022 - 0.00479 \cdot w) + (3.796 - 0.048 \cdot w) \cdot \rho_d \quad (1)$$

ここで、E：弾性係数 (MPa)、w：含水比 (%), ρ_d ：乾燥密度 (g/cm^3) とする。

図2～5に実験値と実験式の比較を、実験値とJNCデータ¹⁾の比較を図6に示す。図より、多少のばらつきはあるが、ほぼJNCのデータに近い値を示していた。

4.まとめ

本研究はベントナイトの機械的特性を知るためまず弾性係数の測定を目的とする実験を行った。結果、4種類の含水比における弾性係数の値を得ることができた。図2～5より、実験値と実験式による値の差は小さく、実験式5で実験値をうまく表現できていると考えられる。高密度部、低密度部ともに含水比が低いほど弾性係数は高くなり、高密度になるほど弾性係数の差は大きくなる。図6より、飽和に近づくほど弾性係数は減少し、減少の割合は、一定であった。今回取得したデータとJNCデータは多少のばらつきはあるが、ほぼ同じ傾向を示しており、本実験によるデータは妥当であると言える。今回の実験により、低密度部から高密度部における弾性係数のデータを得て、そのデータより、含水比・乾燥密度による弾性係数の評価式を算出することができた。

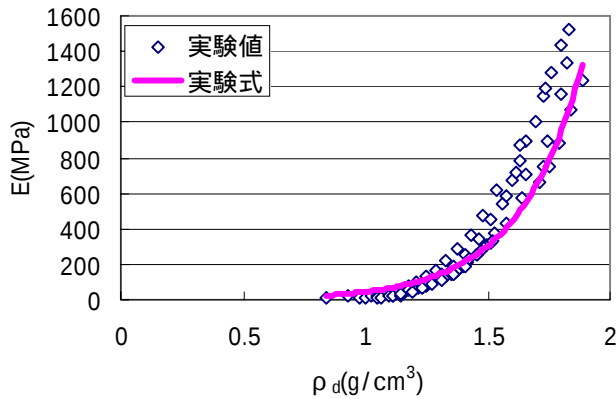
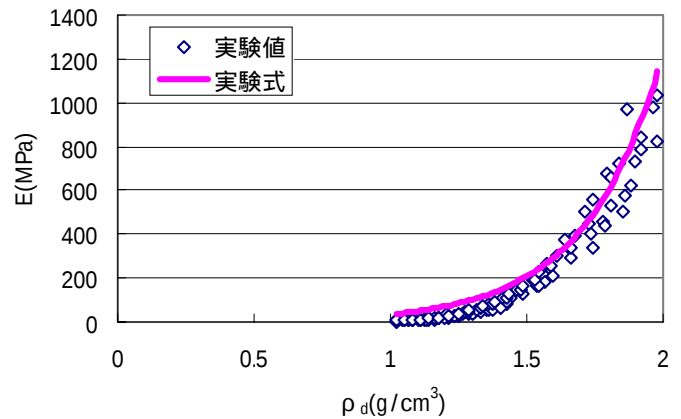
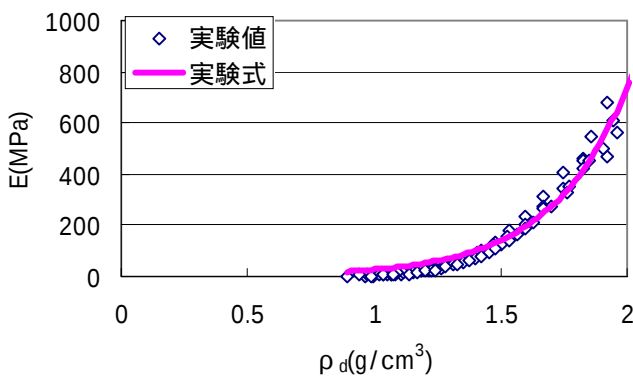
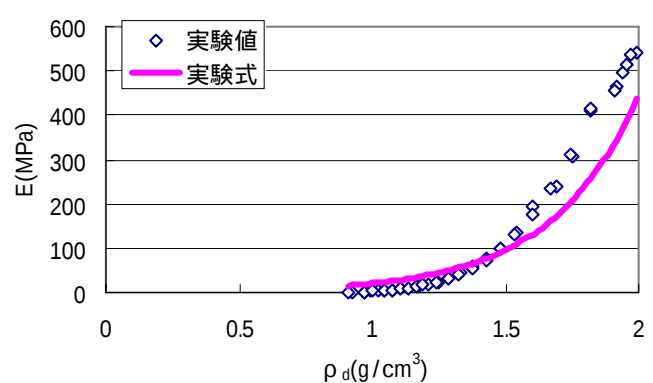
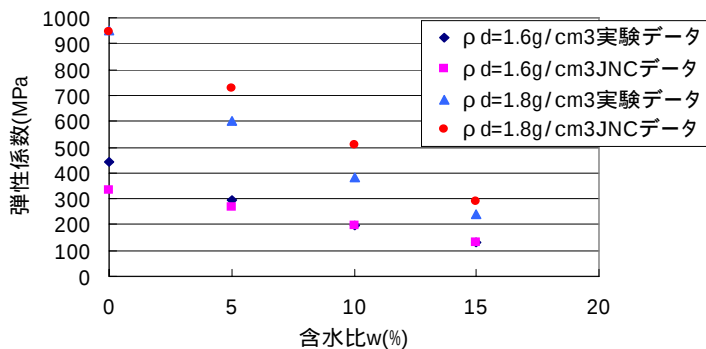
図2 実験値と実験式の比較($w=0\%$)図3 実験値と実験式の比較($w=5\%$)図4 実験値と実験式の比較($w=10\%$)図5 実験値と実験式の比較($w=15\%$)

図6 JNC データとの比較

参考文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構(現:日本原子力研究開発機構): わ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、平成11年11月