

温度変化を考慮したベントナイト一軸圧縮試験機の開発および基礎実験

福島工業高等専門学校	学生会員	○渡部	滉大
福島工業高等専門学校	正会員	林	久資
福島工業高等専門学校	正会員	金澤	伸一
西松建設(株)技術研究所	正会員	石山	宏二

1. 研究背景・目的

高レベル放射性廃棄物処分施設内において、オーバーパック底部のベントナイト緩衝材はガラス固化体とオーバーパックを合わせた重量を支持する強度が要求される。そのため既往の研究¹⁾²⁾では、ベントナイト緩衝材の最大圧縮強度を把握する実験が行われている。またガラス固化体は、核種の崩壊熱によって高温状態となることから、ベントナイト緩衝材もそれに準ずる高温下に晒されることとなる。しかしながら、温度の影響を考慮したベントナイトの力学特性に関する実験はこれまであまり行われていない。そこで本研究では、温度変化がベントナイト緩衝材の強度に与える影響を調べるための試験手法ならびに試験機を開発を行う。さらに開発した試験機を用いて、温度変化によるベントナイトの強度特性に関する基礎実験を実施した。

2. 温度変化を考慮した基礎実験とその検証

本研究では、ベントナイトと珪砂5号を質量比7:3の割合で混合した試料を用いた。ベントナイトは通常の土と比べて圧縮強度が強いと考えられるため、一軸圧縮試験機を高圧に対応できるものに改良した。この改良では、ロードセルの最大荷重容量を19.6kN、载荷速度を0.1mm/min~1mm/minで行えるようにし、電動スクリュージャッキ方式にした。開発した試験機を用いて、温度変化がベントナイトの強度に与える影響を調べるための試験方法を図-1および以下に示す。

① ベントナイトと珪砂5号を7:3の割合で混合する。

② ①で作製した試料を用いて、直径3cm、高さ8cmの供試体を作製する。

③ 作成した供試体を水が入らないようゴムスリーブで包み、温度管理ができる容器内にセットし、周りを水で満たす。

④ 容器内の温度を設定し、供試体を一日かけて暖める。

⑤ 供試体を取り出し、圧縮試験機を用いて試験を行う。

⑥ ①~⑤の動作を、圧縮時の温度を変化させながら繰り返す(30~90℃まで10℃刻み)。

⑦ 供試体の熱膨張による影響を調べるため、供試体の高さ、直径を計測し、体積変化を確認する。

⑧ 測定結果を用いて応力ひずみ曲線を求め、圧縮時の特性が温度変化によりどのような影響を受けるのか検証する。

⑨ 開発した試験装置の性能評価については、乾燥密度と最大圧縮応力に関する実験を行い、その結果(同条件下)を既往研究結果³⁾と比較検討する。

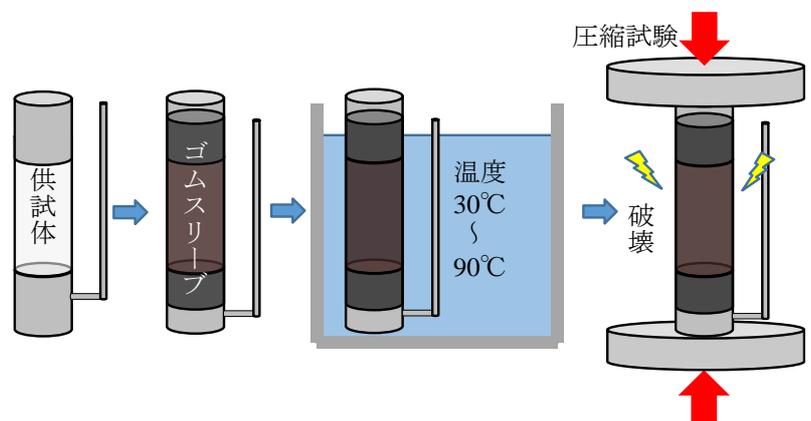


図-1 温度変化を考慮した試験の概要

キーワード 地層処分, ベントナイト緩衝材, 一軸圧縮試験

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-0821

3. 試験装置の性能評価

図-2 に開発した試験機の性能評価のための実験結果を示す。ここでは、乾燥密度が変化したときの最大圧縮応力を調べた。各乾燥密度におけるバラつきは多少あるものの、乾燥密度が高くなると、最大圧縮応力が增大する傾向がみられた。本研究にて開発した実験装置で得られた最大圧縮応力は、既往研究³⁾で示された試験結果の範疇に収まっており、試験機の性能評価を確かにする結果となった。

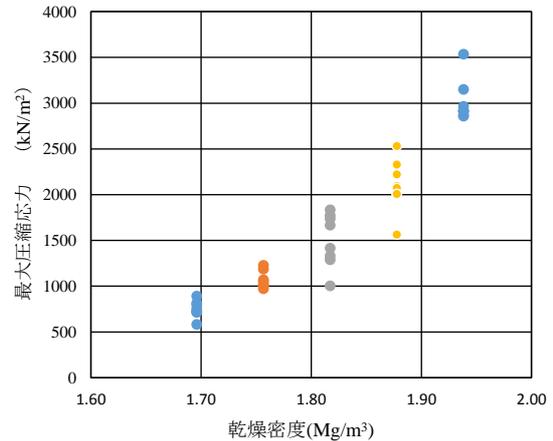


図-2 乾燥密度と最大圧縮応力の関係

4. 温度変化による基礎実験の結果

図-3 に、温度の違いによる最大圧縮応力についてまとめた。ここでの結果は、飽和度 30%、乾燥密度 1.6Mg/m^3 として行ったものを示している。その結果、供試体の温度が高くなるにつれて最大圧縮強度が低下する傾向がみられる。また、常温 (20°C) の供試体の最大圧縮強度が最も高い値 (約 900kN/m^2) となった。特に常温と 90°C の供試体では最大で 420kN/m^2 程度の強度低下がみられた。この温度変化による強度の違いは、温度上昇に伴う熱膨張により発生するマイクロクラックが原因で、圧縮する過程においてクラックが入りやすくなり、強度が低下した可能性が考えられるため、今後より詳細に検討していきたい。

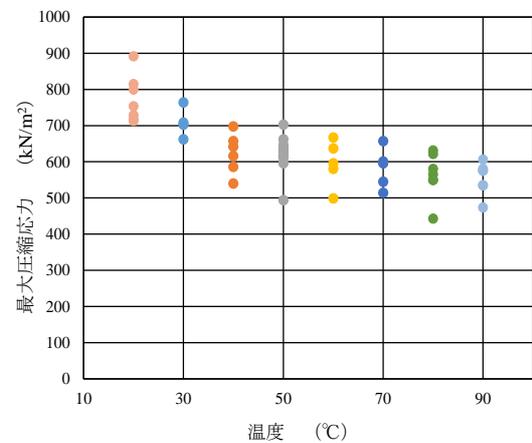


図-3 温度の違いによる最大圧縮応力

5. まとめ

本研究では、温度がベントナイト緩衝材の強度に与える影響を調べるための試験手法ならびに試験機の開発を行った。さらに、開発した試験手法を用いて、温度が強度に与える影響を調べた。その結果、温度が上昇していくにつれて、強度が低下する傾向にあることが確認された。今後は、乾燥密度 1.6Mg/m^3 以外の条件や飽和度を変化させた条件でも実施していく予定である。

謝辞

本報告は経済産業省の委託事業「平成 26 年度放射性廃棄物重要基礎技術研究調査」の成果一部である。関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 小峯秀雄：放射性廃棄物処分に対する地盤工学の役割（特集 放射性廃棄物処分に対する地盤工学の取り組み），地盤工学会誌，63(6)，pp.1-3，2015.
- 2) 小高猛司，崔瑛：ベントナイトの力学・透水（実験）（特集 放射性廃棄物処分に対する地盤工学の取り組み），地盤工学会誌，63(6)，pp.16-19，2015.
- 3) 棚井憲治，三原守弘，田中益弘，伊藤勝，前田崇宏：カルシウム型化及びカルシウム型ベントナイトの基本特性 -膨潤圧、透水係数、一軸圧縮強度及び弾性係数-，pp.1-136，1998-01，JAEA，1998.