

# 超音波を用いた不飽和圧縮ベントナイトの弾性特性評価に関する研究

## A Study on Evaluation of Elastic Properties

### in Unsaturated Compacted Bentonite by Ultrasonic Measurement

\*木村 駿<sup>1</sup>, 北山 一美<sup>1</sup>, 高橋 秀治<sup>1</sup>, 木本 和志<sup>2</sup>, 河村 雄行<sup>1</sup>, 木倉 宏成<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京工業大学, <sup>2</sup>岡山大学

高レベル放射性廃棄物の地層処分におけるベントナイト緩衝材中の水分浸潤挙動の把握を目的として、超音波を用いた水分量計測手法の開発を行っている。本研究では、不飽和圧縮ベントナイト中の水分量と弾性特性の相関関係を超音波の縦波および横波の音速計測より実験的に評価した。

**キーワード**：地層処分，ベントナイト，超音波，弾性特性

## 1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分において、長期安全性を確保するために構築される人工バリアの緩衝材には、粘土材料であるベントナイトの利用が検討されている。このベントナイトは、圧縮され不飽和状態で処分場に設置されることが検討されており、地下水の浸潤とともに不飽和状態から飽和状態へと移行することが想定される。ベントナイト中の水分量の変化は、弾性特性等の力学特性に強く影響を与えると考えられ、飽和過程における地下水挙動の把握が地層処分の長期安全性評価を行う上で強く求められている。そこで、ベントナイト中の水分量をモニタリングする手法として、超音波による計測手法を提案してきた<sup>[1]</sup>。本研究においては、ベントナイト・けい砂混合試料における縦波および横波音速を超音波により計測し、試料の飽和度との相関関係を実験的に調査した。また、これらの音速から弾性係数の一種である体積弾性率を評価し、飽和度との相関関係を調査した。

## 2. 実験方法

実験に用いた供試体は、Na型ベントナイトのクニゲル V1 (クニミネ工業) および人工けい砂である三河珪砂 6号 (三河珪石) を混合することにより作成した。まず、ベントナイト試料を恒温乾燥炉にて 120°C で 24 時間乾燥して絶乾状態とし、霧吹きを用いた加水により含水比の調整を行った。その後、ベントナイトとけい砂の乾燥質量が 7:3 となるように混合し、油圧プレス装置で圧縮した。以上の方法により、直径 28 mm、高さ 12 ~ 16 mm の不飽和圧縮供試体を作成した。超音波音速実験装置は、超音波パルスレシーバ、超音波トランスデューサ、外部アンプ、制御用の PC からなる。縦波音速計測には、中心周波数 500 kHz、素子径 20 mm の超音波トランスデューサ (B0.5C20N, ジャパンプローブ) を、横波音速計測には、中心周波数 1 MHz、素子サイズ 10 × 10 mm の横波用超音波トランスデューサ (1Z10×10SN, ジャパンプローブ) を用いた。超音波パルスレシーバ (JPR-10CN, ジャパンプローブ) により、中心周波数 500 kHz で超音波を送信し、混合供試体内部を透過した超音波を計測した。計測して得られた波形より、縦波および横波の音速として群速度を求めた。

## 3. 結論

縦波および横波ともに飽和度の増加に対して群速度が増加する傾向が確認できた。この縦波と横波の計測結果より供試体の体積弾性率を評価した。Fig.1 に超音波計測により得られた体積弾性率を示す。体積弾性率は、弾性係数の一種であり、その値が大きいほど物質は硬い場合が多い。ベントナイト・けい砂混合供試体は、飽和度が 30 ~ 70% である。結果より、飽和度の増加に対して体積弾性率の増加傾向が見られる。この飽和度の増加は、間隙を占める水分量の増加を示しており、ベントナイトおよびけい砂の粒子同士の結合に間隙中の水が大きく寄与しているものと考えられる。以上の結果から、超音波を用いた音速計測により体積弾性率を評価することができ、体積弾性率から不飽和ベントナイト中の飽和度を見積り可能であることが示唆された。

## 参考文献

[1]木村駿 *et al.*, 超音波を用いた不飽和圧縮ベントナイト中含水比計測に関する研究, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, (2016-9), 2D12

\*Shun Kimura<sup>1</sup>, Kazumi Kitayama<sup>1</sup>, Hideharu Takahashi<sup>1</sup>, Kazushi Kimoto<sup>2</sup>, Katsuyuki Kawamura<sup>1</sup> and Hiroshige Kikura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Tech, <sup>2</sup>Okayama Univ.

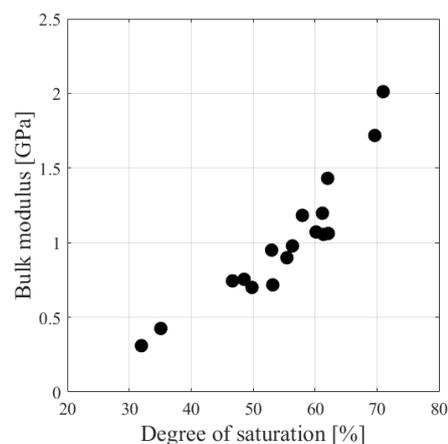


Fig.1. Bulk modulus of bentonite measured as a function of a degree of saturation.