

超音波を用いた不飽和圧縮ベントナイト中の水分量分布計測に関する研究

A study on ultrasonic measurement for water distribution investigation in compacted bentonite

*木村 駿¹, 北山 一美¹, 高橋 秀治¹, 木本 和志², 河村 雄行¹, 木倉 宏成¹

¹東京工業大学, ²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、超音波伝搬速度を用いた飽和度計測手法の開発を行っている。本研究では、レーザー振動計を用いて不飽和圧縮ベントナイト中の透過波計測を行い、超音波の伝搬時間と振幅の空間的な変化を計測した。

キーワード：地層処分, ベントナイト, 超音波, 飽和度計測

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、ベントナイトとけい砂の混合材料の利用が検討されている。このベントナイト緩衝材は、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、ベントナイト緩衝材中の水分量をモニタリングする手法として、超音波の伝搬速度による計測手法を提案してきた^[1]。混合材料においては、ベントナイトとけい砂の粒径が異なる材料が混在するために超音波が伝搬する過程において散乱や減衰等の影響を強く受けることが考えられる。超音波で計測した結果を正しく解釈するためにこの緩衝材中の伝搬挙動を把握することが重要となる。そこで、本研究においてはレーザー振動計を用いてベントナイト・けい砂混合供試体の透過波計測を行い、透過波の伝搬時間と呼び振幅の空間的な変化を調査した。

2. 実験方法

混合材料は、Na 型ベントナイトのクニゲル V1（クニミネ工業）と人工けい砂である三河珪砂 6 号（三河珪石）を乾燥質量が 7:3 となるように混合することにより準備した。混合材料を圧縮成型することで直径 75 mm, 高さ 30.25 mm の供試体を作成した。作成した供試体の含水比は 13.1%, 乾燥密度 1.64 g/cm³, 飽和度 55% の均質供試体であった。Figure.1 に超音波透過波計測装置を示す。計測装置は、超音波パルスレシーバ、超音波トランスデューサ、レーザー振動計、オシロスコープ、三軸ステージ、制御用の PC からなる。超音波の発振には、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, ジャパンプロブ）を用いた。ベントナイト内部を透過してきた超音波の振動をレーザー振動計(Melectro V100-S, 電子技研工業)により計測した。レーザー振動計による透過波計測は 40 × 40 mm の範囲を 2 mm 間隔で行い、透過波の振動の時空間分布を得た。座標系は、供試体の中心を $x = 0$ mm, $y = 0$ mm とした。

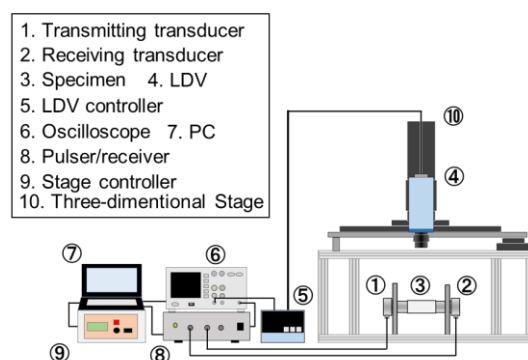


Fig.1 Measurement apparatus.

3. 結果・考察

Figure.2 に $x=0$ mm における透過波の直径方向の時空間振幅分布を示す。横軸が時間を、縦軸が供試体中心からの y 方向の距離を示しており、振幅を色で示している。振幅は供試体中心で最も大きくなっていることがわかる。図より、 $y = 0$ mm を中心に振幅が対称に分布しており、超音波が均質に伝搬していると考えられる。また、透過波の到達時刻に着目すると供試体中心で一番短く、中心から離れるにつれて伝搬時間が長くなることが確認できる。この結果より、ベントナイト・けい砂混合材料においても、供試体中の含水比が均質であれば超音波が等方的に伝搬していることを確認した。

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の弾性特性評価に関する研究, 日本原子力学会 2017 年秋の大会, (2017-9), 2H21

*Shun Kimura¹, Kazumi Kitayama¹, Hideharu Takahashi¹, Kazushi Kimoto², Katsuyuki Kawamura¹ and Hiroshige Kikura¹

¹Tokyo Tech, ²Okayama Univ.

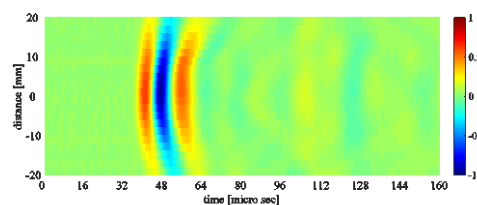


Fig.2 Time and spatial distribution of transmitted wave.