

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	超音波を用いた地層処分における粘土材料を対象とした水分量計測に関する研究
Title(English)	Study on water content measurement for clay material in geological disposal by ultrasonic technique
著者(和文)	木村駿
Author(English)	Shun Kimura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10811号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木倉 宏成,小原 徹,赤塚 洋,相樂 洋,塚原 剛彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10811号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	木村 駿	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	木倉 宏成	准教授	塚原 剛彦	准教授
	審査員	小原 徹	教授		
		赤塚 洋	准教授		
		相樂 洋	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「超音波を用いた地層処分における粘土材料を対象とした水分量計測に関する研究(Study on water content measurement for clay material in geological disposal by ultrasonic technique)」と題し、6章より構成されている。

第1章「緒言」では、高レベル放射性廃棄物の地層処分において地下水の浸潤挙動が放射性核種の移行挙動に影響を及ぼすことから、処分場に建設される緩衝材に用いられる粘土材料内における水の挙動解明に資する水分量モニタリング手法の開発が求められていることを述べ、超音波の伝搬速度変化に着目した非破壊計測手法が有望であることを述べている。また、粘土を含む土質材料のもつ超音波の高周波数領域の高減衰特性に対応するために、超音波の伝搬時間同定手法を確立することが求められていることを示し、超音波伝搬速度計測による粘土材料内の水分量計測を目的とした、本研究の位置づけ、意義を述べている。

第2章「超音波伝搬速度による圧縮ベントナイト中の水分量計測技術の開発」では、超音波透過波の位相スペクトルに着目した周波数領域における伝搬時間同定手法を応用した伝搬速度計測システムを構築し、構築したシステムを用いてベントナイト粘土における飽和度 50%から 100%での縦波および横波の超音波伝搬速度計測を行い、伝搬速度と水分量の相関関係を実験的に明らかにしている。また、得られた超音波伝搬速度からベントナイト粘土の体積弾性率を評価することにより、伝搬速度と体積弾性率の間に高い相関があることを明らかにしている。

第3章「圧縮ベントナイト中の超音波伝播挙動観察システムの構築」では、ベントナイト粘土中の超音波の伝搬挙動を実験的に把握することを目的に、レーザードップラー振動計を用いた振動計測システムを構築し、超音波の伝搬に伴う供試体表面振動を実験的に観察することで、ベントナイト粘土中の飽和度の変化する領域における超音波の反射および透過現象を確認するとともに、超音波の伝搬速度変化が計測可能であることを示し、超音波による飽和度計測の有効性を示している。また、超音波トランスデューサからの入力振動速度の計測を行い、ベントナイト内部での超音波強度を計算することで超音波計測によるベントナイト内部の発熱量を評価し、超音波計測による急激な温度変化がないことを確認している。

第4章「ベントナイト-けい砂混合供試体における水分量計測への適用」では、実際の地層処分場において使用が検討されているベントナイト-けい砂緩衝材と同様の組成を持つ模擬供試体における超音波計測の適用性検証を目的として、第2章で構築した超音波伝搬時間計測システムにより飽和度 40%から 80%での超音波伝搬速度計測を行い、体積弾性率を評価することで飽和度と体積弾性率に強い相関関係があることを示し、体積弾性率から飽和度が評価できる可能性があることを明らかにしている。また、第3章で構築した振動計測システムにより模擬供試体の透過波計測を行うことで、ベントナイトとけい砂の2つの異なる種類の土粒子が混在する系においても超音波が均質に伝搬することを確認し、超音波によるベントナイト中の水分量計測が可能であることを示している。

第5章「Opalinus clay 中の飽和度モニタリングに向けた超音波計測の検討」では、スイスの地層処分において母岩として検討されている Opalinus clay の飽和度モニタリングへの超音波計測の適用を試みている。超音波計測の適用に当たり必要な物性値となる Opalinus clay 中の超音波の伝搬速度の計測を行い、堆積層に対する超音波の透過方向により伝搬速度が異なることを確認するとともに、水分量の変化に伴う伝搬速度の変化傾向が超音波の透過方向により全く異なることを明らかにし、超音波による飽和度モニタリングに向けた重要な知見を示している。

第6章「結言」では、各章で得られた成果を統括し、本論文の結論としている。

これを要するに本論文は、高周波数における超音波減衰を持つ粘土材料に向けた周波数領域での伝搬速度同定手法を用いた水分量計測システムを構築し、実際の処分場において利用が検討されているベントナイト-けい砂混合緩衝材をはじめとする粘土材料での超音波の伝搬速度計測および伝搬挙動の観察を行うことで、緩衝材中の水分量モニタリングの有効性を示しており、粘土材料中の水の浸潤挙動解明に寄与することにより、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。