

氏 名	おおた まさし 太田 征志		
本籍（国籍）	青 森 県		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	理工博 第25号		
学位授与年月日	令和6年 9月25日		
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当 課程博士		
研究科及び専攻	理工学研究科システム創成工学専攻		
学位論文 題目	放射性廃棄物処分に用いる覆土の設計・施工・品質管理の策定に向けたベントナイト系材料の物性評価に関する研究		
学位審査委員	主査 教授	大河原 正文	
	副査 教授	大西 弘志	
	副査 教授	小笠原 敏記	

論 文 内 容 の 要 旨

放射性廃棄物処分では、長期にわたる将来の安全性を現在の技術的知見に基づいて説明することが求められる。このための有効な考え方として、スウェーデン等諸外国の放射性廃棄物処分の安全規制において講じられてきた「技術的に最善の手段を考慮しなければならない」という概念がある。本論文では、放射性廃棄物処分のうち特に低レベル放射性廃棄物のピット処分に焦点を当て、BAT の概念を念頭に置きピット周辺に設置する覆土の設計・施工・品質管理の策定に向けたベントナイト系材料の物性評価に関する研究を行った結果をまとめている。本研究で得られる知見は、覆土を用いた処分システム設計の一助となることから、放射性廃棄物処分の安全性確保のために必要かつ非常に重要なものである。

国内の低レベル放射性廃棄物埋設施設においては、人工バリアである覆土としてベントナイトと砂の混合土を用いる計画である。覆土には移行抑制機能として低透水性や収着性などの複数機能が期待されており、特に低透水性は重要な設計要件となっている。加えて、放射性廃棄物施設特有の長期的な状態設定を行う必要があるため、初期性能の経年劣化を正しく評価することも求められる。しかしながら、経年劣化評価には解明されていない事象も存在することから、その部分について保守的な評価を行っており、処分システム全体として最も合理的な設計検討の余地を残した状況といえる。そこで、基本的な設計検討プロセスを体系的に整理し、実施工を考慮した仕様を検討する必要がある。加えて、ベントナイト混合土が初期の低透水性を発現しているメカニズムを解明することにより、そのメカニズムに基づく経年劣化事象の理解が進み、合理的な設計の一助となると期待される。浅地中処分においてベントナイト混合土を用いる計画としており、国

内では過去事例の無い初の取り組みである。また、地下水位以深に埋設設備を設置する設計概念については世界でも類を見ないものである。ベントナイト混合土の材料選定、設計方法、施工方法および品質管理方法の策定を目的とし、ベントナイト系材料の物性評価に関する研究を行っている。まずは、ベントナイト混合土に用いるベントナイトの基本的な情報について整理し、覆土の基本設計として、放射性廃棄物処分の人口バリアである覆土に求められる要求性能を規定し、主な仕様を設定するとともに、数百年先においても公衆への安全を確保できる見込みを示すため、覆土の長期的な安定性評価により確認を行っている。これら設計および評価の後、実施工を見込んだ覆土の詳細仕様の詳細設計を行い、実材料および実機を用いた施工性試験を実施した結果を整理、実施工時の品質管理方法について研究している。さらに、今後の更なる合理化設計に向けて、ベントナイト混合土が初期の低透水性を発現しているメカニズムの解明を試みている。

論文審査結果の要旨

本論文は、低レベル放射性廃棄物処分のための覆土の設計・施工・品質管理の策定に向けたベントナイト系材料の物性評価についてまとめたものである。低レベル放射性廃棄物の埋設では、大量の廃棄物の周囲を土で覆うことになっている。この覆土に使用する材料として、ベントナイト（粘土）と砂の混合土が計画されている。覆土には低透水性や収着性などの移行抑制機能が要求されることから、低い透水性を有するベントナイトが用いられる。また、放射性廃棄物施設は、放射能レベルが低下するまで機能が維持されることが必須条件のため、長期間の状態変化を把握する必要がある。

本論文では、埋設施設の設計検討プロセスを体系的に整理するとともに、ベントナイト混合土の材料選定、設計方法、施工方法および品質管理方法の策定につながるベントナイト系材料の物性評価について論述している。すなわち、覆土に求められる要求性能を規定した上で、ベントナイトの基本的情報との整合性を図るとともに、長期間に亘る安定性の評価のために、ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明を試みている。さらに覆土施工時の詳細仕様の設計を行うとともに、実機を用いた施工性試験結果を整理し、実施工時の品質管理方法について述べている。本論文は、覆土を用いた低レベル放射性廃棄物の処分システム設計、安全性確保のみならず、学術的にも大変重要な意義をなすものである。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。

原著論文名（1編を記載）

中性子イメージング法の土質系材料への適用性に関する基礎的研究、太田 征志、大河原正文、齊藤剛、平田昌史、石黒健、広中良和、粘土科学、第 63 巻、第 2 号、23-32 ページ、2024 年 8 月