

新第三紀堆積岩を対象とした地層処分場の 力学特性評価に関する研究

学位論文内容の要旨

核燃料の再処理過程から発生する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化した後、30年間で50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後地下300m以深の地中深くに埋設処分する「地層処分」が我が国の基本的な方針とされている。我が国に広く分布する堆積岩は、新第三紀や第四紀など、比較的年代が若く強度が低いものが多い。このような岩盤を対象に処分場のような大深度構造物の建設を行う場合、岩盤の損傷とそれに伴う変形が少なからず生じることが予想される。そのため、処分場の合理的な設計・施工・性能評価において、深部に広がる堆積岩の物理的な性状や力学的な挙動などを理解しておくことが重要となる。

本研究では、掘削影響領域や支保設計に大きく影響する新第三紀堆積岩の力学特性(岩盤物性・岩盤応力)を明らかにすることと実際の処分事業における力学的な調査手法の確立を目的として、幾つかの室内・原位置試験を北海道幌延町に分布する珪質岩を一種のケーススタディとみなし実施した。そして、実際に行った調査結果から調査手法の適用性の検討と力学特性の抽出・議論を行った。

深層ボーリングや原位置試験結果から、地表から深部までの力学特性を取得し、深部に分布する堆積岩の力学特性と微視的な構造の観察、堆積履歴との関連を明らかにした。拘束圧下での変形・破壊挙動のメカニズムを明らかにするために、複数の拘束圧条件下での力学試験と試験後の内部構造の観察を行い、構成則の検討と降伏後の透水性を定量化した。

処分事業における応力測定プログラムや応力測定の方法を例示するために、幾つかの岩盤応力測定法の適用と適用性の確認ならびに深部に分布する堆積岩に作用する応力状態を定量的に示した。堆積岩に対するAE法の課題や時間依存性を具体的に例示し、多孔質媒体に対するDSCA法の解析方法を新たに例示した。水圧破碎法、造構作用、坑壁崩壊現象から応力状態の深度分布と偏圧状態の程度を明らかにした。既存亀裂の開閉を利用した水圧破碎解析にブレイクアウトの情報を加味した新たな解析方法を例示し、その適用可能性を得ることができた。

テストボーリングを利用した弾性波速度低下域を推定するための、測定装置を開発し、大型モルタルの模型試験と原位置試験から、開発した測定器の適用可能性に対する見通しを得た。坑道掘削時の壁面破壊の規模を特定するためのレーザーを用いた断面形状計測装置を開発し、破壊域の規模を特定した。坑道近傍の変形計測・数値解析から、坑道近傍の塑性域の挙動を定量化した。

我が国における実際の地質環境に対する上記に代表されるような処分技術の適用は皆無であり、これらの知見は、我が国における地層処分技術の信頼性向上や力学特性調査に関する技術基盤の構築に大きな寄与を示すものと思われる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 藤 井 義 明
副 査 教 授 米 田 哲 朗
副 査 教 授 金 子 勝 比 古
副 査 准 教 授 児 玉 淳 一

学 位 論 文 題 名

新第三紀堆積岩を対象とした地層処分場の 力学特性評価に関する研究

核燃料の再処理過程から発生する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化した後、30年間から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後地下300m以深の地中深くに埋設処分する「地層処分」が我が国の基本的な方針とされている。我が国に広く分布する堆積岩は、新第三紀や第四紀など、比較的年代が若く強度が低いものが多い。このような岩盤を対象に処分場のような大深度構造物の建設を行う場合、岩盤の損傷とそれに伴う変形が少なからず生じることが予想される。そのため、処分場の合理的な設計・施工・性能評価において、深部に広がる堆積岩の物理的な性状や力学的な挙動などを理解しておくことが重要となる。

本研究では、掘削影響領域や支保設計に大きく影響する新第三紀堆積岩の力学特性(岩盤物性・岩盤応力)を明らかにすることと実際の処分事業における力学的な調査手法の確立を目的として、幾つかの室内・原位置試験を北海道幌延町に分布する珪質岩を一種のケーススタディとみなし実施した。そして、実際に行った調査結果から調査手法の適用性の検討と力学特性の抽出・議論を行った。

深層ボーリングや原位置試験結果から、地表から深部までの力学特性を取得し、深部に分布する堆積岩の力学特性と微視的な構造の観察、堆積履歴との関連を明らかにした。拘束圧下での変形・破壊挙動のメカニズムを明らかにするために、複数の拘束圧条件下での力学試験と試験後の内部構造の観察を行い、構成則の検討と降伏後の透水性を定量化した。

処分事業における応力測定プログラムや応力測定の考え方を例示するために、幾つかの岩盤応力測定法の適用と適用性の確認ならびに深部に分布する堆積岩に作用する応力状態を定量的に示した。堆積岩に対するAE法の課題や時間依存性を具体的に例示し、多孔質媒体に対するDSCA法の解析方法を新たに例示した。水圧破碎法、造構作用、坑壁崩壊現象から応力状態の深度分布と偏圧状態の程度を明らかにした。既存亀裂の開閉を利用した水圧破碎解析にブレイクアウトの情報を加味した新たな解析方法を例示し、その適用可能性を得ることができた。

テストボーリングを利用した弾性波速度低下域を推定するための、測定装置を開発し、大型モルタルの模型試験と原位置試験から、開発した測定器の適用可能性に対する見通しを得た。坑道掘削

時の壁面破壊の規模を特定するためのレーザーを用いた断面形状計測装置を開発し、破壊域の規模を特定した。坑道近傍の変形計測・数値解析から、坑道近傍の塑性域の挙動を定量化した。

我が国における実際の地質環境に対する上記に代表されるような処分技術の適用は皆無であり、これらの知見は、我が国における地層処分技術の信頼性向上や力学特性調査に関する技術基盤の構築に大きな寄与を示すものと思われる。

これを要するに、著者は、高レベル放射性廃棄物の処分事業における力学的な調査手法の確立を目的として、室内・原位置試験を実施し、調査手法の適用性の検討と力学特性の議論を行ったものであり、岩盤工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。