

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| 氏 名     | 戸井田 克                                |
| 授与した学位  | 博 士                                  |
| 専攻分野の名称 | 工 学                                  |
| 学位授与番号  | 博乙第4216号                             |
| 学位授与の日付 | 平成19年 9月30日                          |
| 学位授与の要件 | 博士の学位論文提出者<br>(学位規則第4条第2項該当)         |
| 学位論文の題目 | 放射性廃棄物処分場における水理地質構造評価に関する研究          |
| 論文審査委員  | 教授 西垣 誠      教授 花村 哲也      准教授 鈴木 茂之 |

### 学位論文内容の要旨

原子力安全委員会の放射性廃棄物安全規制専門部会では、地層処分の安全性は安全評価によって確認するとしている。この点において、安全評価の妥当性の検証が重要であり、天然バリアの性能を実現象の計測によって確かめることが必要である。しかしながら実現象の計測は、物質移行速度が極めて遅いこと、連成現象のため動きが複雑であること、地質環境に不確実性が含まれることなどから技術的に困難であり、ほとんど実施されていないのが実状である。一方、放射性廃棄物の地層処分に際しては、適地選定や処分後の地質環境のモニタリングが安全確保やPA醸成の面で不可欠であり、地下水挙動に関わる実現象の計測は必須である。地下水移行シナリオにおいて記述されている地下水挙動に関わる重要なパラメータの内、地盤に関わるものとしては「天然バリアの透水係数」、「施設侵入水量」、「地下水流速」がある。本研究では「地下水流速」に関する研究成果について述べる。

処分場の長期安全性確保の観点からは地下水の流向・流速を測定することは欠かすことができないと考えられる。我が国の代表的な検討結果からは地下深部における地下水流速は $10^{-9} \sim 10^{-6}$  (m/sec)の範囲にあると想定されるものの、既存技術では $10^{-9}$  (m/sec)のような極低流速を測定することができないのが現状である。一方、国内外における処分の影響評価の感度解析によると、いずれも地下水流速と披く線量とは正の相関があり、流速の設定値が評価結果に多大な影響をもたらすことがわかる。しかし、処分地における地下水流速が極めて低い場合であっても、その値を測定することができなければ天然バリアの性能を過小評価せざるを得ない事態も想定される。また、地下水流向・流速の既存技術によって直接測定することが困難であり、地下水流動解析によって補完的に推測されるケースが殆どであるため、解析結果を実証する手段が欠如したままでは、解析結果の信頼性も揺らぎかねない。このような背景から、極低流速の地下水流向・流速に関する研究はきわめて重要と判断される。

放射性廃物の地層処分において、実際に事業が進捗している余裕深度処分では、地下約100m付近に幅・高さ18m程度の大断面空洞が掘削され、元々亀裂がほとんど存在しない空洞周辺岩盤中に掘削に伴い影響領域が発生し、新たな亀裂発生や透水性変化も確認されている。したがって、放射性廃棄物の地層処分では期待される緩やかな地下水流れだけでなく、掘削などのインパクトなどに伴う地下水流動変化も把握できる幅広い流速を計測可能なシステムの具備が必要である。したがって、本研究では固体トレーサの動きを超音波センサで追尾することによって、拡散の影響を受けない極低流速場にも適用可能な流向・流速計測手法を提案し、室内・原位置試験を実施することによって性能検証を行った。

## 論文審査結果の要旨

本研究は、放射性廃棄物地層処分における安全評価の妥当性検証に用いる地下水移行シナリオや適地選定段階・処分後の地質環境のモニタリング段階における実現象の計測に着目し、地下水挙動に関わる重要なパラメータのうち「極低流速の地下水流向・流速」について論述している。

まず、極低流速の地下水流向・流速を計測する重要性を示した。具体的には、処分場の長期安全性確保の観点から、我が国の代表的な検討結果からは地下深部における地下水流速は  $10^{-9} \sim 10^{-6}$  (m/sec) の範囲にあると想定されるものの、既存技術では  $10^{-9}$  (m/sec) のような極低流速を測定することができないのが現状であることを示した。また、処分地における地下水流速が極めて低い場合であっても、その値を測定することができなければ天然バリアの性能を過小評価せざるを得ず、地下水流動解析によって補完的に推測されるケースがほとんどであるため、解析結果を実証する手段が欠如したままでは、解析結果の信頼性も揺らぎかねないと指摘した。

そこで、固体トレーサの動きを超音波センサで追尾することによって、拡散の影響を受けない極低流速場にも適用可能な流向・流速計測手法を提案し、室内・原位置試験を実施することによって性能検証を行った。なお、放射性廃棄物の地層処分では期待される緩やかな地下水流れだけでなく、掘削などのインパクトなどに伴う地下水流動変化も把握できる幅広い流速を計測可能なシステムの具備を目標とした。

その結果、固体トレーサからの超音波エコーを追尾することにより、 $10^{-9} \sim 10^{-6}$  (m/sec) の極低流速範囲の地下水流速を計測する手法を確立するとともに、既存手法では困難とされていた鉛直方向の地下水挙動情報を含む3次元流向データを取得することが可能となった。さらに、ボーリング孔内での流向流速結果に基づいて、数理解析を援用して周辺地盤中の地下水流動状況を評価する手法を確立した。

このように、本研究はきわめて独創的かつ有用的であり、地盤環境問題の解決に大きく寄与するものであり、ここで得られた結果は、工学的な意義が大きい。したがって、これらの成果より、本論文は博士学位論文に値するものと認定する。