

氏 名 須山 泰宏

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4294号

学位授与の日付 平成21年 3月25日

学位授与の要件 博士の学位論文提出者

(学位規則第5条第2項該当)

学位論文の題目 放射性廃棄物地層処分を対象とした地質環境特性の不確実性評価
及び対策に関する研究

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

現在、我が国では、原子力発電所から発生する高レベル放射性廃棄物（以下、HLWと称す）を対象に、三百m以深の安定した地下に埋設する「地層処分」が計画されている。この地層処分の概念は、「安定な地質環境（天然バリア）に、性能に余裕をもたせた人工バリアを含む多重バリアシステムを構築する」というものである。この概念に基づき安全性を確保するためには、地層処分システムが備えるべき固有の性能を確保するために、下記の2点が重要となる。

A) 地層処分にとって適切な地質環境を選定すること（サイト選定）、

B) 安定な地質環境に対して、人工バリアや処分施設を適切に設計・施工すること（工学的対策）、
更に、長期的な安全性の確認を行うためには、下記の評価が必要となっている。

C) 構築された地層処分システムの安全性を評価すること（安全評価）

このようなHLW地層処分の安全性を確保する過程において、天然バリアの役割を担う地質環境特性の評価結果には、不確実性が伴うため、サイト選定、工学的対策、及び安全評価においては、地質環境特性に含まれる不確実性への対処が重要な課題となる。しかしながら、これまでの検討においては、その不確実性への対処が十分になされていないのが現状である。

HLW地層処分システムの評価に関わる不確実性には、地層処分システムの将来挙動の記述（シナリオ）にともなう不確実性、シナリオを表現するモデルの不確実性、そしてモデルに必要なパラメータの不確実性が存在する。これらの不確実性が発生する起源としては、以下の二つが考えられる。

① 現状の地質環境の理解に関するもの、つまり、地層・岩体の区分、断層・亀裂の存在などによる岩盤内の空間的不均質性

② 地層処分の安全性を示すために実施する材料特性や地質環境などの10万年、100万年オーダーの長期予測に係わる時間的不確実性

このように、地層処分システムの評価では、上記に示したような不確実性を完全に取り除けないということを理解したうえで平成12年に国際放射線防護委員会は「処分システムが基準を満たすことの証明は絶対的なものではありえない。」としている。そして、「処分システムの受容性についての決定は、遵守の絶対的な証明よりむしろ合理的な保証に基づくべきである。」と述べている。このことから、国際放射線防護勧告が求めていることは厳密な意味での科学的証明ではなく、むしろ合理的な保証を行えるような“判断根拠の提供及び適切な対策の実施”であると理解できる。このような考えに立脚した場合、実施すべきことは、評価に基づく長期的安全性に対する厳密な証明を行うことでは無く、地層処分の研究開発及び事業の各段階において合理的な保証を行えるように、a.評価に関わる不確実性を逐次評価し、引き続き段階において、これをできるだけ低減することと、b.残存される不確実性を踏まえ、可能な限り、工学的対策により好ましい領域を選定することであると考えている。

そこで、本研究では、HLW地層処分において、不確実性が発生する起源のうち、「①岩盤内の空間的不均質性」に焦点をあて、不確実性を定量化し、引き続き段階においてその不確実性の低減が可能な地質環境調査を計画立案できるように“地質環境特性を対象とした不確実性解析の方法論”を構築した。更に、HLW地層処分プロジェクトでは、工期やコストなどの制約により意思決定時に、地質環境特性に不確実性が残存する可能性があるため、本研究では、工学的対策である施設設計（施設レイアウト）により好ましいサイトを選定することで、実施可能な不確実性低減対策を提案した。

論文審査結果の要旨

本研究は、原子力発電所から発生する高レベル放射性廃棄物（HLW）地層処分の安全性を確保する過程における地質環境特性に含まれる不確実性に着目し、不確実性解析の方法論と実施可能な不確実性低減対策を提案している。

具体的には、まず、HLW地層処分システムの評価に関わる不確実性には、地層処分システムの将来挙動の記述（シナリオ）に伴う不確実性、シナリオを表現するモデルの不確実性、そしてモデルに必要なパラメータの不確実性が存在することに着目している。そして、地層処分システムの評価では、これらの不確実性を完全に排除できないということを理解した上で、評価に基づく長期的安全性に対する厳密な証明を行うことでは無く、地層処分の研究開発及び事業の各段階において合理的な保証を行えるように、評価に関わる不確実性を逐次評価し、引き続く段階において、これをできるだけ低減することと、残存される不確実性を踏まえ、可能な限り、工学的対策により好ましい領域を選定することであると述べている。

これらを考慮した上で、HLW地層処分において不確実性が発生する起源のうち、「岩盤内の空間的不均質性」に焦点をあて、考慮すべき範囲に加え、可能性は低い完全に否定できない範囲の概念やパラメータなどを取り込むことにより、不確実性を定量化し、引き続く段階においてその不確実性の低減が可能な地質環境調査を計画立案できるとまとめており、結論として、上述の結果を基に、地質環境特性を対象とした不確実性解析の方法論を提案している。

次に、HLW地層処分プロジェクトでは、工期やコストなどの制約により意思決定時に、地質環境特性に不確実性が残存する可能性があることを指摘し、工学的対策である施設設計（施設レイアウト）により好ましいサイトを選定することで実施可能な不確実性低減対策を示している。

このように、本研究はきわめて独創的でありかつ有用性が高く、地盤環境問題の解決に大きく寄与するものである。また、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。