

放射性廃棄物処分のベントナイト層の検査に対するベイズ統計学の適用

Application of Bayesian statistics to the inspection of bentonite layers in radioactive waste disposal

*中林 亮¹, 渡邊 保貴¹, 横山 信吾¹, 杉山 大輔¹

¹電力中央研究所

抄録：放射性廃棄物処分施設のベントナイト層には低透水性が期待される。低透水性の遵守判断に供する巨視的透水係数を合理的に決定するために、ベイズ統計解析を活用した手法の提案を試みた。

キーワード：放射性廃棄物処分, ベントナイト, 巨視的透水係数, 微視的透水係数, ベイズ統計

1. はじめに

浅地中ピット処分施設では、人工バリア材の一つとして締め固めたベントナイト系材料（ベントナイト層）の使用が想定される。ベントナイト層には低透水性が期待されており、施工後のベントナイト層全体の透水係数（巨視的透水係数）が規定の値を下回っていることを確認するとした事例[1]がある。巨視的透水係数は実測することが困難であるため、施工後のベントナイト層の局所的な透水係数（微視的透水係数）分布の平均値と標準偏差等から解析的に算出する方法がある[2]。微視的透水係数を直接的に取得するためには、施工後のベントナイト層から通水試験用の供試体を採取しなければならない。採取した箇所は同等の材料を用いて埋め戻すことが想定されるが、密度が不均質となり擾乱前の性能を担保できない可能性がある。そのため、採取点数は少ないことが望ましい。他方、採取点数が少ないと、微視的透水係数分布の平均値と標準偏差の確からしさは低く、巨視的透水係数の確からしさも低くなる。本研究では、微視的透水係数分布の不確実性を定量的に把握したうえで、遵守判断に供する巨視的透水係数を合理的に算出するための、ベイズ統計解析を活用した手法の提案を試みた。以下に、ベントナイト層の試験施工から取得された微視的透水係数分布[3]を題材とした解析的検討の結果を記す。

2. 解析的検討

ベントナイト層の試験施工から取得された微視的透水係数分布[3]を母集団分布として用いた。次に、母集団分布から 5 点、10 点をランダムサンプリングする。これらのデータを用いたベイズ統計解析によって微視的透水係数の予測分布を取得する。ベイズ統計解析には、統計解析ソフト R と BEST パッケージ[4]を用いた。

3. 結果

図 1 にベイズ統計解析から得られた微視的透水係数の予測分布を示す。青色の濃淡で示された範囲は、サンプリングデータから予測される微視的透水係数分布の不確実性である。データ数の増加によって範囲が狭まることがわかる。また、赤色の実線で示した母集団分布は、データ数によらず不確実性の範囲に収まっている。つまり、青色の濃淡で示された範囲内で適切な予測分布（平均値と標準偏差）を抽出し、それを巨視的透水係数の遵守判断に用いることで、少ない採取点数でも保守的な判断を合理的に実施することが可能となる。一例として、図 1 の青色の実線で示した分布は、微視的透水係数の予測分布のうち、平均値と標準偏差の確率分布の 95%HDI（Highest Density Interval：最高密度区間）の上限値を用いて算出したものである。母集団分布と比較すると、いずれも保守的な分布であることがわかる。巨視的透水係数の遵守判断に供すべき微視的透水係数分布の HDI 上限値については、今後さらなる検討を進める。

参考文献

[1] 日本原燃, 廃棄物埋設事業変更許可申請書本文及び添付書類の一部補正について, 2021 年 6 月 14 日. [2] 平井他, 安藤ハザマ研究年報, 9, 10, 2021. [3] 日本原燃, 許可基準規則解釈第 10 条第 1 項に関する補足説明(添付資料 3), 2021 年 6 月 21 日. [4] Kruschke, Journal of Experimental Psychology: General, 142:2, 573–603, 2013.

*Ryo Nakabayashi¹, Yasutaka Watanabe¹, Shingo Yokoyama¹ and Daisuke Sugiyama¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

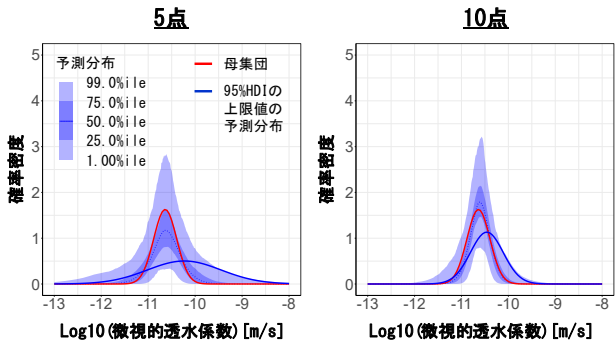


図 1 微視的透水係数分布の比較