

ベントナイト系材料の工法規定式締固めの適用と締固め密度が遮水性能に及ぼす影響に関する研究

Study on the application of specified compaction method of soil materials using bentonite and the compaction density effects on the waterproof performance



山田 淳夫 Atsuo YAMADA *1

要 旨

ベントナイトを用いた放射性廃棄物処分施設の人工バリアの施工時の品質管理において、一般的な盛土工事等における工法規定方式を基本とした施工管理を行うことを想定した。工法規定方式を基本とした場合、現場密度試験などの頻度は数百～千 m^3 につき1回程度となる。このような頻度では、施工した土構造物全体の代表値を測定しているとは言い難い。そのため、この頻度の結果のみで土構造物全体の性能を評価するのは難しい。そこで、地盤統計学的手法を用いて、土構造物の全体での遮水性能の評価を数値解析で行った。

地盤統計学的手法により、測定していない地点を含む乾燥密度の空間分布を推定した。乾燥密度と透水係数の相関より乾燥密度の空間分布を透水係数の3次元空間分布モデルへと変換した。数値解析は、浸透流解析および粒子追跡法を実施した。

浸透流解析および粒子追跡法で、次の三つの影響を評価した。

- ① 透水係数のばらつきの影響およびばらつきの許容限界
- ② 施工時の測定頻度の影響
- ③ 含水比および混合率のばらつきの許容限界

その結果、透水係数の3次元空間分布モデルの要素のうち、目標の乾燥密度に達していない要素数が全体の24%未満であれば（不良率が24%未満であれば）、目標の遮水性能を確保できることが分かった。測定頻度が少ないことによるばらつきの許容範囲、含水比および混合率のばらつきの許容範囲、施工に起因するばらつきの許容範囲は、不良率が24%未満であれば良いことより定量的に決定できる。

本研究により、施工に起因するばらつきを考慮した、施工目標値の設定の考え方や、品質管理に資する乾燥密度などの測定数の設定の仕方についての考え方をまとめることができた。また、この結果を受けて、低レベル放射性廃棄物処分施設の人工バリアのうち、低透水性を求められるベントナイト系材料の構築に、工法規定方式での施工管理が適用できることがわかった。

キーワード：低レベル放射性廃棄物処分施設，低透水層，ベントナイト混合土，地盤統計学的手法，透水係数，乾燥密度

SUMMARY:

In this study, it is assumed that the quality control of engineered barriers for radioactive waste disposal facilities using bentonite is based on the construction-method-specified contract. Based on the construction-method-specified contract, the frequency of the on-site density test is about once per several hundred to 1,000 m³. At such frequencies, it is not possible to show representative values for the entire constructed soil structure. Therefore, it is difficult to evaluate the performance of the entire soil structure based only on the results of this frequency. In order to solve this problem, I used geostatistical techniques to evaluate the impervious performance of the entire soil structure by numerical analysis. The spatial distribution of dry density including unmeasured points was estimated by geostatistical methods. The 3D spatial distribution model of hydraulic conductivity was transformed from the spatial distribution of dry density by the correlation between dry density and hydraulic conductivity. Seepage flow analysis and particle tracking methods were used to evaluate the following three effects.

- (1) Effect of variation in hydraulic conductivity and permissible limit of variation
- (2) Effect of measurement frequency during construction
- (3) Permissible limit of variation in water content and bentonite mixing ratio

As a result, if less than 24% of the elements of the 3D spatial distribution model of hydraulic conductivity did not reach the target dry density (if the defect rate is less than 24%), the target waterproof performance could be secured. The permissible range of variation due to infrequent measurement, the permissible range of variation in moisture content and mixing ratio, and the permissible range of variation due to construction can be quantitatively determined as long as the defect rate is less than 24%.

In this study, I summarize the concept of setting the construction target value considering the variation caused by construction and the method of setting the number of measurements such as dry density that contributes to quality control. I also showed that the construction-method-specified contract can be applied to the construction of bentonite-based engineered barriers for low-level radioactive waste disposal facilities.