

埋め立て処分場遮水壁に対する原位置透水性評価の試み

岐阜大学 正会員 佐藤 健

" 学生員 小坂 潔彦

研究の背景

廃棄物処分場の遮水構造にゴムシートに加えて、粘土などの難透水性材料によるクレイライナーを併用する事例が増えつつある。EPA¹⁾はクレイライナーの使用を積極的に推奨しており、我が国でも今後、使用例が増すものと予想される。放射性廃棄物の地中処分では、既にベントナイトが遮水材料に用いられており、透水性の評価が室内試験^{2), 3)}を中心に行われている。粘土など難透水性材料の透水係数の測定は、流量計測が難しく、試験時間も長期にわたることから、高圧力を負荷し、飽和状態下の実験が行われている。

石灰水洗ケーキと高炉スラグ、生石灰を混合した遮水材を用いた模擬処分場において、遮水材の透水性評価を原位置で行う機会を得た。均質な材料に対する室内試験よりも、施工後の遮水壁に対する原位置試験のほうが、処分場の遮水機能を評価する上では的確であると考え、透水係数の原位置推定法の研究に取り組んだ。難透水性材料の透水試験が流量計測にもとづく室内実験を中心に検討されているのに対して、ここで試みるのは、流量計測を断念し、土中水分量の経時変化から推定する方法である。同様の提案は丸山¹⁾によって行われているが、ここでは、重力の影響も考えた検討を行って、水分拡散係数(D)のみならず透水係数(k)も同時推定する方法を試みた。所期の目的を達成するまでには至っていないが、研究を通じて幾つかの問題点、改良すべき点が整理されたので報告する。

原位置試験の原理

鉛直一次元方向の水分移動として、

$$q_v = -D(\theta w) \frac{\partial \theta w}{\partial z} - k(\theta w) \quad (1)$$

を用い、(1)式に連続の条件を適用する。

$$\frac{\partial \theta w}{\partial t} = D(\theta w) \frac{\partial^2 \theta w}{\partial z^2} + \frac{\partial k(\theta w)}{\partial \theta w} \frac{\partial \theta w}{\partial z} \quad (2)$$

(2)式の $\frac{\partial^2 \theta w}{\partial z^2}$ と $\frac{\partial \theta w}{\partial z}$ を直接計測して、 $D(\theta w)$ と $\frac{\partial k(\theta w)}{\partial \theta w}$ を推定する。土中の鉛直方向の

薄層毎の水分量は、TDR(Time Domain Reflectometry)によって見かけの誘電率を測り、間接推定する。

TDRによる土中水分量の計測

数センチ間隔の土中水分量の計測は、TDRセンサーを気中に出した状態でその指示値を記録し、順次、土中に数センチ間隔でセンサーを貫入させながら、貫入深度ごとのTDRの読みとセンサーを気中に置いたときの値を用いて、土中と気中にあるセンサー長さで重み付け平均して計算により推定した。TDRの計測原理から考えて、電磁波が所定の長さのセンサーを通過するのに必要な時間は、センサーが空気、土粒子、水と触れる長さの割合に比例する。したがって、こうした方法が適用できると考え、試してみた。なお、模擬処分場の撤去後に、遮水壁のブロック・サンプルを採取して、土中水分量の経時変化を採土乾燥によって計測し、 $D(\theta w)$ と $\frac{\partial k(\theta w)}{\partial \theta w}$ を推定して、TDRによる結果と比較し、この方法の妥当性を検討した。

原位置試験の位置と結果

Fig. 1に試験位置とブロック・サンプルの採取位置、Fig. 2, 3に計測された水分分布の一例を示した。N-S-TDRは遮水壁北面の地表面で行ったTDRの結果、NE-M-B Sは遮水壁北面東角の中間高さの位置で採取したブロック・サンプルに対する採土乾燥法の結果である。TDR、採土乾燥法、い

ずれの試験日も、快晴であった。地表面に向かって体積含水率が低下し、地表面からの蒸発現象が伺われる結果となっている。TDRの計測間隔5cmは、装置の計測精度(±3%)から考えて、この程度が限界である。採土乾燥法は、なるべく薄層間隔で行うべし、との丸山⁴⁾の指摘にしたがって、1cm間隔に行った。水分拡散率と透水係数、問題点

推定された値をTableに示した。TDRによる結果が、採土乾燥法で推定した値よりかなり大きくなっている。測定間隔の違いによるものかどうか、さらに計測事例の集積に努めたい。同様な方法にHot Air Method⁵⁾がある。今回の方法は、熱風を負荷する必要がない、ボルツマン変換を施す必要がない、水分拡散係数以外に透水係数に関する情報も同時に得られる、などの特徴をもっている。原位置での非破壊の試験という意味では、TDRも採土乾燥法もクレイライナーに穴をあけることになる。また、広範囲の透水性の評価は難しく、計測ポイントが増える。今後の課題も山積しており、研究を継続したい。

参考文献

- 1) EPA(1989):Requirements for Hazardous Waste Landfill Design, Construction and Closure, EPA/625/4-89/022.
- 2) 嘉門雅史, その他(1996):難透水粘土材料の透水性評価に関する研究, 地盤工学研究発表会, 337-338.
- 3) 菅野 毅, その他(1997):圧縮ベントナイトブロック集合体の高水圧透水試験, 地盤工学研究発表会, 2009-2010.
- 4) 丸山栄三(1961):土じょう面蒸発に関する研究, 研究時報, 14(1), 1-32.
- 5) Aryal, L.M. et al.(1975):A Field Study of Soil Water Depletion Patterns in Presence of Growing Soybean Roots, 1. Determination of Hydraulic Properties of The Soil, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39,424-430.

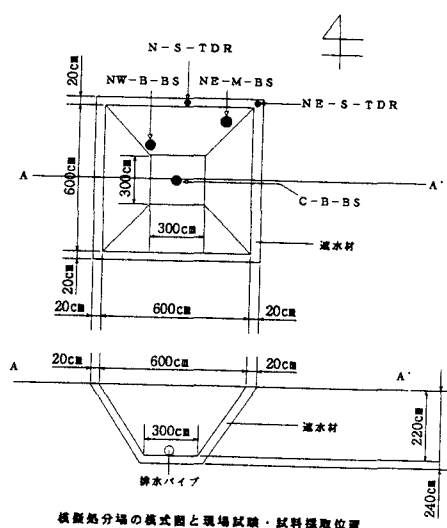


Fig.1

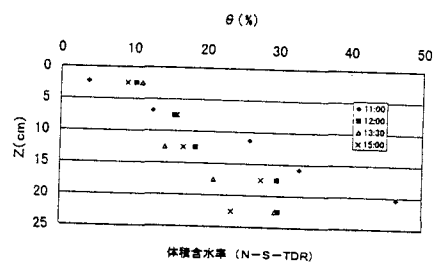


Fig.2

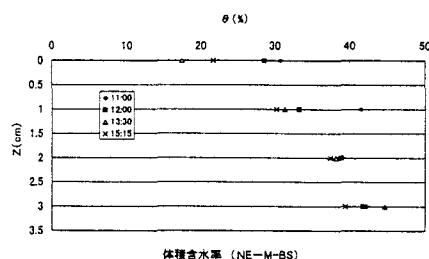


Fig.3

Table

位置方法	D (cm ² /min)	$\partial K(\theta_w) / \partial \theta_w$ (cm/min)
N-S-TDR	2.0×10^{-2}	5.7×10^{-2}
NW-B-B-S	9.4×10^{-3}	5.6×10^{-3}
NE-M-B-S	3.2×10^{-4}	3.8×10^{-3}
C-B-B-S	1.6×10^{-3}	1.8×10^{-2}