

現地発生土と高炉スラグを用いた処分場土質遮水工の開発 －土質遮水層の模擬浸出水浸透試験について－

ハザマ 技術研究所 正会員 弘末文紀
ハザマ 技術研究所 正会員 則松 勇
ハザマ 技術研究所 正会員 山下 亮

1. はじめに

廃棄物最終処分場の表面遮水工のひとつに「シート＋粘土」の複合遮水構造がある。筆者らは、この構造が処分場の遮水に関してより一層の安全性につながると考え、処分場建設時の現地発生土を有効利用して遮水工に使用可能な土質遮水層の製造・施工の技術開発を行っている。本報告は、現地発生土と高炉スラグ微粉末、ベントナイトを混合して締め固めた土質遮水層の浸出水に対する遮水性能を検討したものである。本検討は、北九州市のエコタウン実証研究センター敷地内に大規模実証実験用模擬処分場（43m×40m×3m）を作製して実施したものである。

2. 土質遮水材料と締め固め方法

使用した現地発生土に相当する土質材料は真砂土で、その最小透水係数は 1.0×10^{-5} cm/s である。この真砂土を締め固め後の透水係数が 1.0×10^{-7} cm/s、かつ、上載荷重等にも十分安定性を発揮する強度を持つ土質遮水層に改質するため、高炉スラグ微粉末とベントナイトを真砂土の乾燥重量比の 10% ずつ混合した¹⁾。混合された土質材料は、最小透水係数を示す締め固め含水比 19% で、締め固め度 93% 以上となるよう 10 t タイヤローラーによる転圧締め固めを行った²⁾。

3. 模擬浸出水浸透試験

3.1 模擬浸出水

浸透試験に用いた模擬浸出水の成分は、既存処分場等のデータより表 1 に示す配合に調整した。

表 1 模擬浸出水の電解質組成

成分	mg/L	Cl ⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
NaCl	25,500	15,469	10,031	—	—
MgCl ₂	4,000	2,979	—	1,021	—
CaCl ₂	2,770	1,770	—	—	1,000
計	32,270	20,218	10,031	1,021	1,000

3.2 浸透試験方法

図 1 に示すように土質遮水層の上面に敷設した遮水シートに穴をあけ、内径 5cm のステンレス管を土質遮水層に直接 10cm 打ち込む。シート穴とステンレス管の間から雨水が浸透しないようにガイドパイプをシートに溶着させ、ガイドパイプとステンレス管の間にパラフィンに松脂を混ぜ合わせた樹脂を流し込む。ステンレス管内に模擬浸出水水位が土質遮水層表面から 60cm となるよう注水し、ステンレス管とガイドパイプを覆う蓋をして水位低下量の経時変化を観測する。

3.3 試験結果の評価方法

造成した地盤等において原位置で透水係数を測定する方法は、種々考案されており、地盤条件や目的に応じて利用されている。これらの試験方法の 1 つにプレッシャーインフィルトロメータ³⁾がある。これは、図 2 に示すように、銅製の単一リングにマリ

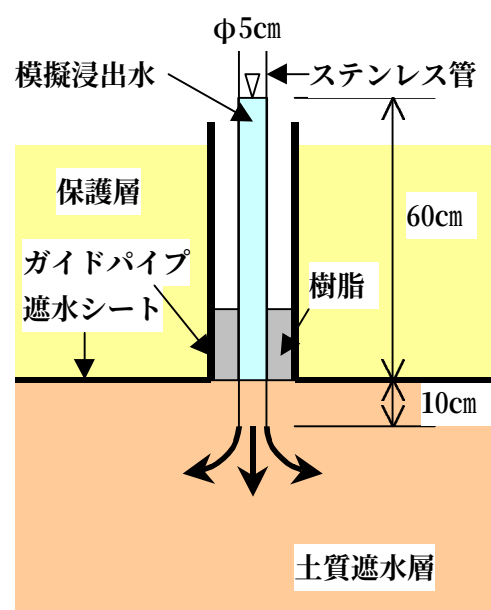


図 1 浸透試験概要図

キーワード：最終処分場、土質遮水層、模擬浸出水、プレッシャーインフィルトロメータ

連絡先：〒305-0822 つくば市荻間字西向 515-1 ハザマ技術研究所 TEL:0298-58-8815 FAX:0298-58-8819

オートタンクを連結した構造となっており、一定圧力下で地盤に入る定常浸透量 Q を測定して次式から現場飽和透水係数 k_{fs} とマトリックフラックスポテンシャル ϕ_m を求めることができる。

$$k_{fs} = \frac{\alpha * GQ}{a(\alpha * H + 1) + G\alpha * \pi a^2} \tag{式 1}$$

$$\phi_m = \frac{k_{fs}}{\alpha *} \tag{式 2}$$

$$G = 0.316(d/a) + 0.184 \tag{式 3}$$

ここで $\alpha *$ は、土壌の組織や構造により表 2 の値をとる。

表 2 土壌の組織・構造的分類にもとづく値³⁾

土の組織／構造分類	$\alpha *$ (cm ⁻¹)
埋立廃棄材の被覆材とライナー、湖成または海成堆積土などの締めめられた、構造のない粘性土材料	0.01
細粒組織（粘性土）および非構造の土	0.04
粘土からロームまでのたいていの構造をもつ土、中程度から細粒の砂、ならびにたいていの土の最初の選択値	0.12
粗粒および礫混じりの砂、大きなクラックやマクロポアをもつ高度に構造化された土	0.36

4. 浸透試験結果

模擬処分場の 3 つのエリアに 3 本ずつ計 9 本のステンレス管を設置し、その水位低下の様子を約 100 日間計測した結果を図 3 に示す。各管のトータル浸透量を Q 、初期水位 $H1 = 60\text{cm}$ と最終水位 $H2$ の平均を H ($= (H1 + H2) / 2$)、 $\alpha * = 0.01$ として上記算定式より現場飽和透水係数 k_{fs} を求めた結果が表 3 である。なお、A エリアでは浸透試験位置の近くから試料サンプリングを行い、室内において変水位透水試験を実施した。その結果は算定結果に近い値であった（表 3 参照）。上記算定法に基づく透水係数は、いずれも 10^{-8}cm/s オーダーとなり、この土質遮水層が模擬浸出水に対して非常に優れた遮水性能を持つことを示している。

5. おわりに

今回報告した試験により、真砂土と高炉スラグ微粉末、ベントナイトを混合して締め固めた土質遮水層が、浸出水に対しても非常に高い遮水性能を発揮することを確認した。今後は、模擬処分場におけるこれらの試験結果をいかして実際の最終処分場でも高品質な土質遮水層を施工したいと考えている。

なお、本開発は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の 98 年度「即効型提案公募事業」に採択され、NEDO からの委託により実施しているもので、エンジニアリング振興協会を総括代表機関に、ハザマ、新日本製鐵、工業技術院資源環境技術総合研究所の 4 者で共同研究体を構成しているものである。

参考文献 1) 則松勇ほか：現地発生土と高炉スラグを用いた処分場土質遮水工の開発－土質遮水材料の現場製造について－，土木学会第55回年次学術講演会（投稿中），2000。 2) 奥村真一ほか：現地発生土と高炉スラグを用いた処分場土質遮水工の開発－土質遮水層の締め固め方法について－，土木学会第55回年次学術講演会（投稿中），2000。 3) 地盤工学会：不飽和地盤の透水性評価に関する研究委員会成果報告書，pp.59-61，1997.12。

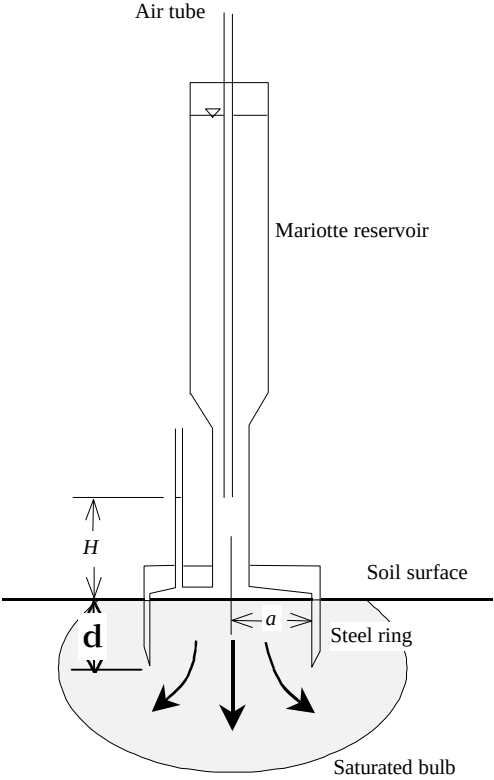


図 2 プレッシャーインフィルトロメータ

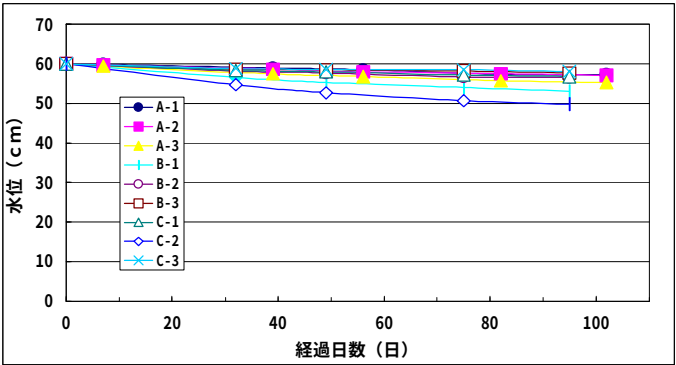


図 3 浸透試験における水位の経時変化

表 3 浸透試験の結果 (×10⁻⁸cm/s)

試験エリア	算定式(k_{fs})	室内試験
A	2.0～3.6	8.6
B	1.9～5.7	—
C	1.5～8.5	—