

添加剤を配合した遮水材料が透水特性に与える影響評価

福岡大学工学部 正 会 員 ○林 義晃 平野文昭 佐藤研一
 福岡大学大学院 学生会員 武田 都
 (株)アステック 森本辰雄 口船 愛

1. はじめに 現在、我が国の管理型最終処分場の底部には、廃棄物層からの浸出水が土壌や地下水を汚染しないように、遮水シートと粘土系遮水材料を組み合わせた二重遮水工¹⁾が主に用いられている。その粘土系遮水材料には、ベントナイト混合土が主流^{2), 3)}である。しかし、廃棄物中の鋭利な物体によるシートの破損やシートの継ぎ目の不十分な施工により、重金属を含む浸出水が漏水している可能性がある。ベントナイト混合土では、その安全性が十分確保できるとは言い難い。そこで、本研究では、既存の技術である土壌汚染修復工法を活用して重金属捕集機能を有し、ベントナイト混合土にかわる新しい遮水材料の開発を目的としている。また、土質材料に砕石工場における脱水ケーキを用いることで、廃棄物の有効活用を考える。本稿では、遮水材料の重要な検討項目の1つである透水特性に着目し、材料の養生日数や締固め密度によってどのような影響が生じるかについて報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 本実験で使用した土質材料は、兵庫県と熊本県の砕石工場にて発生した濁水を凝集処理した脱水ケーキA, Bである。また、重金属捕集機能⁴⁾を有するため、土質材料に配合する添加剤は、ゼオライト、ドロマイト、ハイドロタルサイト様化合物の3種類を用い、乾燥質量に対して、それぞれ2%, 2%, 5%ずつ同時配合した。試料単体の場合と添加剤を配合した場合の物理試験を行った。その結果⁴⁾、粒度試験から、どちらの試料においても添加剤配合による粒径の変化がみられた。締固め試験から、添加剤の配合により、最適含水比が増加し、最大乾燥密度は減少し、材料の締固め特性が変化することがわかった。これは、添加剤配合による細粒分増加や吸水効果などの影響が考えられる。

2-2 実験装置 本実験では、難透水性試料の透水特性を把握するに適している柔壁型透水試験装置⁵⁾を使用した。今回、流出側に真空圧装置を設置して、難透水性試料の通水を図るとともに、通水に脱気水を用い、供試体の飽和時間を短縮させる工夫をしている。

2-3 実験方法及び実験条件 表-1に実験に用いた供試体条件を示す。試験に用いた供試体は、直径10cm、高さ3cmのモールド内に、最適含水比に調整した試料において、締固め密度 $D(D=\rho_d/\rho_{d\max})$ を80, 90, 95%にて、各層が均質になるように作製した。また、添加剤による反応をみるため、供試体を恒温槽にて気中養生させた。養生日数は0, 7, 28日間とした。実験方法は、試験装置に供試体を設置後、供試体中に含まれる空気を除去するため、真空圧20kPaを24時間作用させた。その後、水頭差1mにて2日間通水させ、3日目以降は背圧40kPaを作用させて14日間の透水試験を行った。

3. 実験結果及び考察 図-1に全条件における透水試験結果を示す。どの条件においても、最終処分場における粘土系遮水材料の基準値である 1×10^{-6} cm/sec以下を満たしていることがわかった。

キーワード：最終処分場、脱水ケーキ、添加剤、透水特性、養生日数、締固め密度。

〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈八丁目19-1 福岡大学工学部 TEL (092)-871-6631 FAX (092)-865-6031

〒670-0028 兵庫県姫路市岩端町107-4(セントラルひめじ2F) (株)アステック TEL (079)-298-6666 FAX (079)-298-6161

表-1 実験に用いた供試体条件

Case No.	土質材料	添加剤の有無	養生日数	締固め密度	
Case 1	脱水ケーキA	無	0日	95%	
	脱水ケーキB				
Case 2	脱水ケーキA	添加剤配合	0日	95%	
	脱水ケーキB				
Case 3	脱水ケーキA	無	7日	95%	
	脱水ケーキB				
Case 4	脱水ケーキA	添加剤配合	7日	95%	
	脱水ケーキB				
Case 5	脱水ケーキA	添加剤配合	28日	95%	
	脱水ケーキB			90%	
Case 6	脱水ケーキA	添加剤配合		28日	90%
	脱水ケーキB				80%
Case 7	脱水ケーキA	添加剤配合	28日	80%	
	脱水ケーキB				

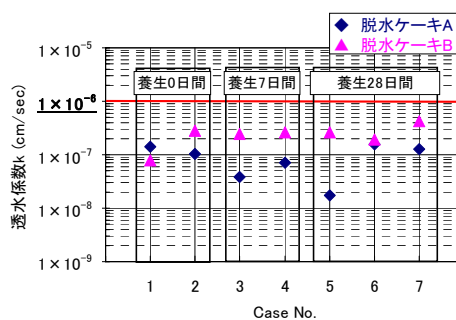


図-1 全条件の透水試験結果

3-1 養生日数の影響 図-2 に脱水ケーキAの締固め密度 95%における透水試験の開始直後から 14 日目までの透水係数の経時的变化を示す。養生 0, 7 日間の供試体では通水開始後、透水性が小さくなっている。これは通水によって、ドロマイトやハイドロタルサイト様化合物の水和反応が生じ、供試体の間隙を塞いだことが考えられる。しかし、背圧 40kPa を作用させたことにより、この構造が破壊されたことで、飽和度が上昇し透水係数も大きくなったと推測される。しかし、養生 28 日間の供試体は、供試体養生の段階で、添加剤による水和反応やポゾラン反応がかなり進行していると考えられ、背圧载荷後も徐々に飽和度が上昇し、通水したと考えられる。図-3 に養生日数と 14 日目に観測した透水係数の関係を示す。脱水ケーキAの透水係数は、養生日数の経過に伴って小さくなっており、養生 28 日間においては、養生 0 日間の約 10 分の 1 になっている。これに対して脱水ケーキBでは、その養生の効果はみられず、採石場における試料の脱水状況、粒度や締固め特性などの原因が考えられる。しかしながら、添加剤の配合は、遮水材料として長期的に透水係数を低く保つことができると示唆される。

3-2 締固め密度の影響 図-4 に締固め密度の異なる脱水ケーキAの養生 28 日間における透水試験の開始直後から 14 日目までの透水係数の経時的变化を示す。試料の透水性は、締固め密度によって異なっていることがわかる。また、初期の飽和上昇に若干差はみられたが、5 日目以降、透水係数はある程度一定値に落ち着いていく傾向がみられた。図-5 に締固め密度と 14 日目の透水係数の関係を示す。脱水ケーキAでは、締固め密度が大きくなるにつれて透水性が小さくなっている。脱水ケーキBでは、今回明確な挙動を把握することはできなかった。しかしながら、両試料とも $D=80\%$ までであれば、 1×10^{-6} cm/sec 以下を満たす材料を作製できることがわかった。

4. まとめ 本実験で明らかにした知見を以下に示す。

- (1) 添加剤を配合した遮水材料は、養生させることにより、材料の透水性を小さくすることができる。特に、養生 28 日間の供試体では添加剤による水和反応やポゾラン反応の効果がみられ、長期的には低い透水性を保つ材料であることが示唆された。
- (2) 本遮水材料は、締固め密度 $D=80\%$ であれば、最終処分場における二重遮水工の粘土系遮水材料として利用可能である。

参考文献

- 1) 国際ジョイントセティックス学会日本支部・オムブレ技術委員会：ごみ埋立地の設計施工—しや水工技術，p.202，2000。
- 2) 水野克己，藤原照幸，遠藤和人，西垣誠，嘉門雅史：コンシステンシー限界を視点にした土質遮水材料の難透水性領域に関わる研究，都市清掃，Vol.57，No.8，pp.287-291，2004。
- 3) 勝見武：廃棄物処分場の遮水，土と基礎，Vol.54，No.8，pp.35-36，2006。
- 4) 紫垣友宏，佐藤研一，平野文昭，林義晃，森本辰雄，口舩愛，横田季彦，中島典昭：実施工を考慮した新しい遮水材料の開発とその透水特性，平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.381-382，2007。
- 5) 林義晃，平野文昭，佐藤研一，森本辰雄：新しい遮水土質材料の透水特性～供試体飽和方法の検討～，第 41 回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.2439-2440，2006。

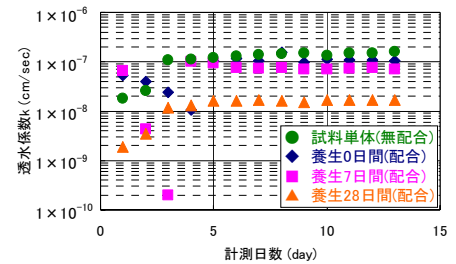


図-2 養生日数による透水係数の経時的变化

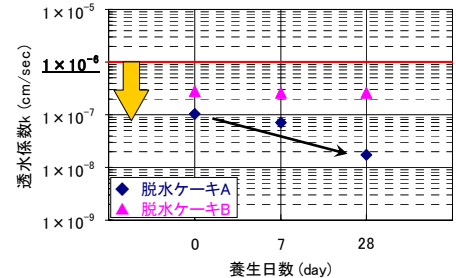


図-3 養生日数と透水係数の関係

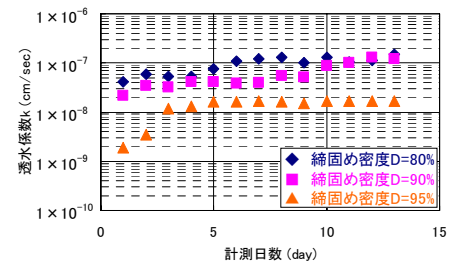


図-4 締固め密度による透水係数の経時的变化

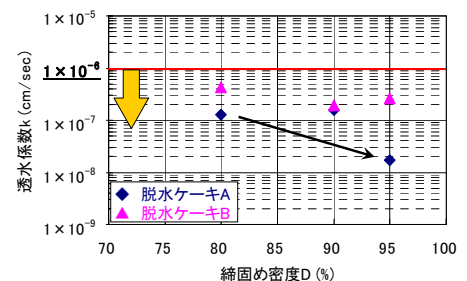


図-5 締固め密度と透水係数の関係