

吸水性高分子摩擦低減剤の膨潤・透水特性に及ぼす吸水距離の影響 (その1)

信州大学工学部 正会員 梅崎健夫, 正会員 河村 隆  
 信州大学大学院 学生会員○古橋 佳  
 (株) ゴウダ 正会員 服部 晃  
 (株) 日本触媒 正会員 岡本功一

**1. はじめに** 鋼矢板を引き抜く際に生じる地盤変状を軽減するために吸水性高分子摩擦低減剤と接着性高分子を混合した吸水性高分子基材を有機溶剤に分散させたものを鋼矢板の表面に塗布する工法が開発されている<sup>1), 2)</sup>. 吸水性高分子摩擦低減剤は、打設後、地盤中の地下水との接触により吸水膨潤(ゲル化)して、土と埋設体の間に分離層を形成することで土の附着を抑制する。しかし、塗布厚(吸水距離)を大きくすると表面のゲル化した層が内部への吸水を阻害(ゲルブロッキング)するため十分に膨潤することができない場合がある。

本文では、吸水性高分子摩擦低減剤の膨潤・透水特性に及ぼす吸水距離の影響について報告する。

**2. 試験の概要** 供試体として、吸水性高分子基材と有機溶剤を混合したものをろ紙に塗布し、24時間以上乾燥させたものを用いた。乾燥後の塗布厚  $h_0$  は表-1のように変化させ、両面膨潤試験の場合は塗布厚の半分を初期吸水距離 ( $h_i=h_0/2$ ) とし片面膨潤試験の場合は塗布厚をそのまま初期吸水距離 ( $h_i=h_0$ ) とした。供試体をカラム型膨潤・透水試験装置(図-1)の下部盤に、無処理のろ紙を載荷盤に、それぞれ接着し、鉛直方向の有効拘束圧  $p'=50\text{kPa}$ , 間隙水圧  $u=5\text{kPa}$  を載荷させた状態で吸水膨潤させた。両面膨潤試験の場合は上下両面から吸水させ、片面膨潤試験の場合は上部バルブFを閉め、下面からのみ吸水させた。膨潤試験終了後、載荷盤を固定して、間隙水圧  $u=10, 50, 150, 200\text{kPa}$  における透水試験を行った。

**3. 試験結果および考察** 図-2に膨潤・時間曲線(膨潤倍率  $R_x$  と経過時間  $t$  の関係)の代表例を示す。

$R_x(\text{mm}/\text{mm})$ は厚さの変化に対する膨潤倍率であり、次式により求めた。

$$R_x(\text{mm}/\text{mm}) = (\Delta h_t + h_0) / h_0 \quad (1)$$

ここで、 $\Delta h_t$ : 鉛直変位,  $h_0$ : 吸水性高分子摩擦低減剤の塗布厚である。

一方、吸水量に対する膨潤倍率  $R_a(\text{g}/\text{g})$  と  $R_x(\text{mm}/\text{mm})$  の関係は次式のようなのである。

$$R_a(\text{g}/\text{g}) \doteq 2R_x(\text{mm}/\text{mm}) \quad (2)$$

$h_i=0.083\text{mm}$  の場合、 $R_x$  は吸水と同時に、100~200分程度まで急速に増加し、その後一定値に収束する。1440分までの最大値を最大膨潤倍率  $R_{x\text{max}}$  と定義する。一方、 $h_i=0.215, 0.292\text{mm}$  の場合には、膨潤速度は遅く、いずれも  $R_{x\text{max}}$  に達していない。両ケースにおいてはゲルブロッキングが生じている。

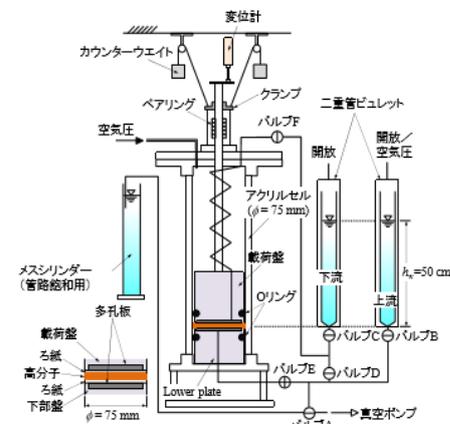


図-1 カラム型膨潤・透水試験装置

表-1 試験ケース

初期拘束圧 $p'=50\text{kPa}$ , 間隙水圧 $u=5\text{kPa}$	
膨潤試験法	塗布厚 $h_0(\text{mm})$
両面吸水	0.088
	0.148
	0.286
片面吸水	0.042
	0.083
	0.107
	0.121
	0.129
	0.16
	0.173
	0.185
	0.215
	0.237
0.292	

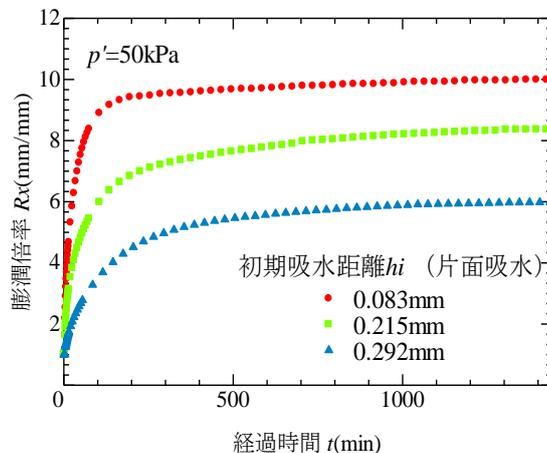


図-2 膨潤試験結果の代表例

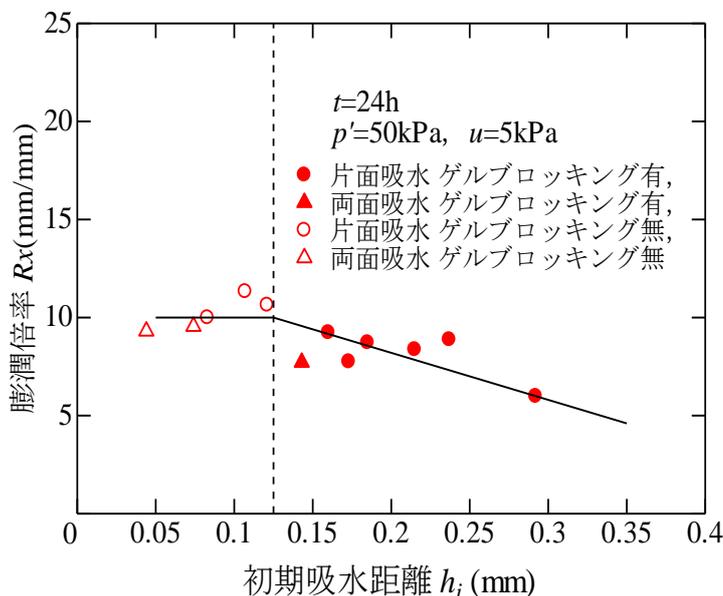


図-3 24h 後の膨潤倍率と初期吸水距離の関係

図-3 に 24h 後の膨潤倍率と初期吸水距離の関係を示す。吸水性高分子摩擦低減剤は初期吸水距離  $h_i = 0.125$  mm 程度までは、最大膨潤 ( $R_{x,max} \cong 10$ mm/mm) し、初期吸水距離  $h_i$  が 0.125mm より厚くなるとゲルブロッキングの影響により内部への吸水が生じずに膨潤倍率  $R_x$  は徐々に小さくなる。

図-4 に透水試験結果の代表例を示す。透水係数  $k$  は間隙水圧  $u$  によらず、 $10^{-11}$ (m/s)程度と非常に小さい値である。図-5 に膨潤倍率  $R_a$ (g/g) と透水係数  $k$  の関係を示す。ゲルブロッキングが生じても膨潤倍率  $R_a$ (g/g) と透水係数  $k$  の関係は次式により近似できる。

$$k = 6.0 R_{a,max}^{0.9} \times 10^{-13} \quad (3)$$

図-5 より、すべてのケースにおいて  $1/2k \sim 2k$  であり、透水係数  $k$  は初期吸水距離  $h_i$  に依存せず、ゲルブロッキングが生じて式(3)が適用できる。

**4. まとめ** 得られた主な知見は以下のとおりである。①吸水性高分子摩擦低減剤は初期吸水距離  $h_i$  が 0.125mm 程度までは最大膨潤する。しかし、それよりも厚くなるとゲルブロッキングが生じ、膨潤倍率  $R_x$  は減少する。②吸水性高分子摩擦低減剤の透水係数  $k$  は初期吸水距離  $h_i$  によらず、ゲルブロッキングが生じて式(3)が適用できる。

**謝辞** 本研究は信州大学基盤研究支援事業 (A 評価者研究費支援) の助成を受けたものです。ここに付記して謝意を表します。

**【参考文献】** 1) 土木用摩擦低減材フリクションカッター, (株) 日本触媒, 2012. 2) 岡本功一, 梅崎健夫, 服部晃: 地中埋設体の付着力および周面摩擦力を低減する吸水性高分子材料の開発, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.67, No.4, pp.407-421, 2011.

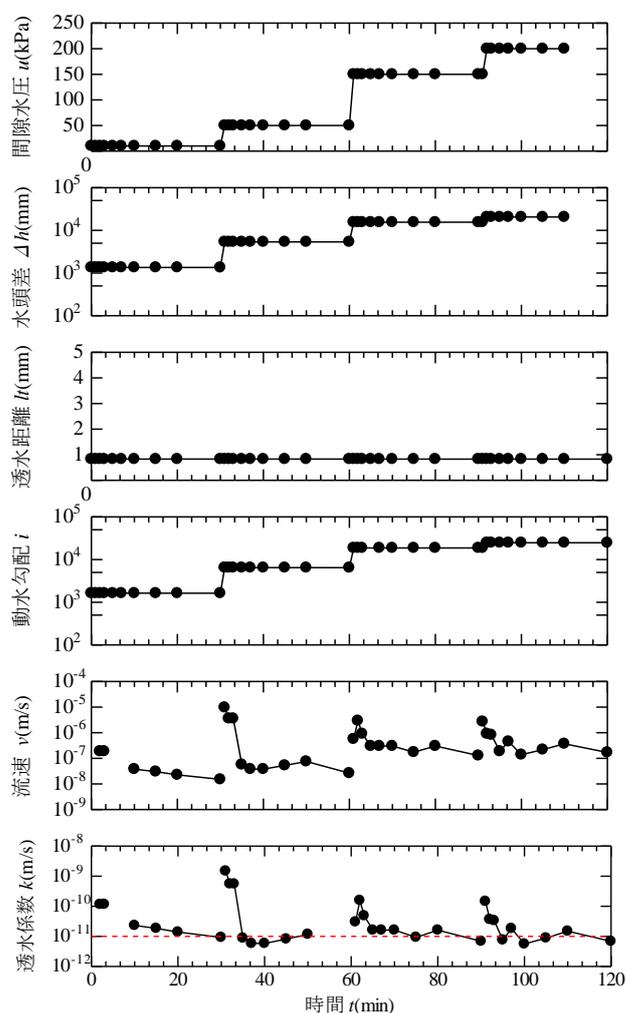


図-4 透水試験結果の代表例 ( $p' = 50$ kPa,  $h_i = 0.083$ mm)

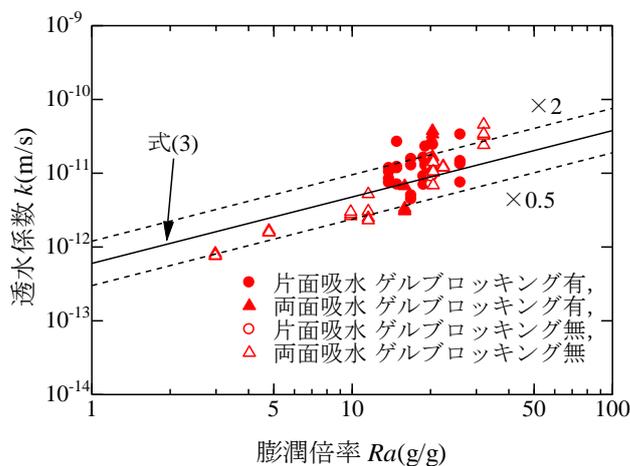


図-5 膨潤倍率と透水係数の関係