

吸水性高分子摩擦低減剤に塗布する保護膜の圧縮・透水特性（その2）

信州大学工学部 正会員 梅崎健夫
信州大学工学部 正会員 河村 隆
信州大学大学院 学生会員○三好雄斗
(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 鋼矢板の引抜き撤去時に生じる地盤変状を抑制するため、吸水性高分子摩擦低減剤（以下FRC）を打設前の鋼矢板表面に塗布する工法が行われている¹⁾²⁾³⁾。FRCは打設後、地下水との接触により吸水膨潤し、土と矢板表面の間に分離層（膨潤ゲル層）を形成することで土の付着を抑制する効果を持つ²⁾。なお実務においては、打設時の摩擦により発生するFRCの剥離を防ぐため、FRC表面に厚さ $h=0.1\text{mm}$ の接着性高分子膜を上塗りして用いる。この保護膜は乾燥時において大きな引っかかり強度と接着強度を有している。また、保護膜は地下水との接触により軟弱化してFRC層の吸水膨潤を遅延させる効果も有する²⁾。

本文では、拘束圧を载荷したカラム型の圧縮・透水試験を実施し、保護膜の圧縮特性と透水特性の変化を定量的に検討した。

2. 試験の概要 供試体として、有機溶剤に分散した液状の接着性高分子をテフロン板に所定の厚さ塗布し、24時間以上乾燥（溶剤を気化）させることで作製したフィルム状の保護膜を用いた。実験条件は、表-1のように、保護膜の初期厚さを $h=0.1\text{mm}$ 、 0.2mm とし、有効拘束圧を $p'=20\text{kPa}$ 、 50kPa 、 70kPa 、 100kPa （いずれも間隙水圧 $u=5\text{kPa}$ ）に設定した。図-1に

カラム型の圧縮・透水試験装置の概要を示す。下部板（直径75mm）の外縁部にシリコン系充填剤を塗布して保護膜を接着し、24時間以上乾燥後に周辺にはみ出した部分を切除することで供試体（直径75mm）とした。その後、供試体の鉛直方向に所定の有効拘束圧 p' と間隙水圧 $u=5\text{kPa}$ を载荷して、圧縮試験とともに透水試験を行った。圧縮試験の際は、まずシャフトを固定した状態で全応力 p を载荷した後、バルブDを開放し上下両面から間隙水圧を载荷し、その後、シャフトの固定を解除して供試体を圧縮した。透水試験の際は、シャフトを固定し、バルブDを閉じて上下面の管路を遮断後、間隙水圧 $u=5\text{kPa}$ を上面のみに作用させた状態で変水位透水試験を行った。その後、シャフトの固定を解除して、同様に、圧縮試験と透水試験を繰り返した。試験装置および方法の詳細は文献3)を参照されたい。なお、試験装置（厚さ3mmのポーラスストーン2枚）の透水係数は

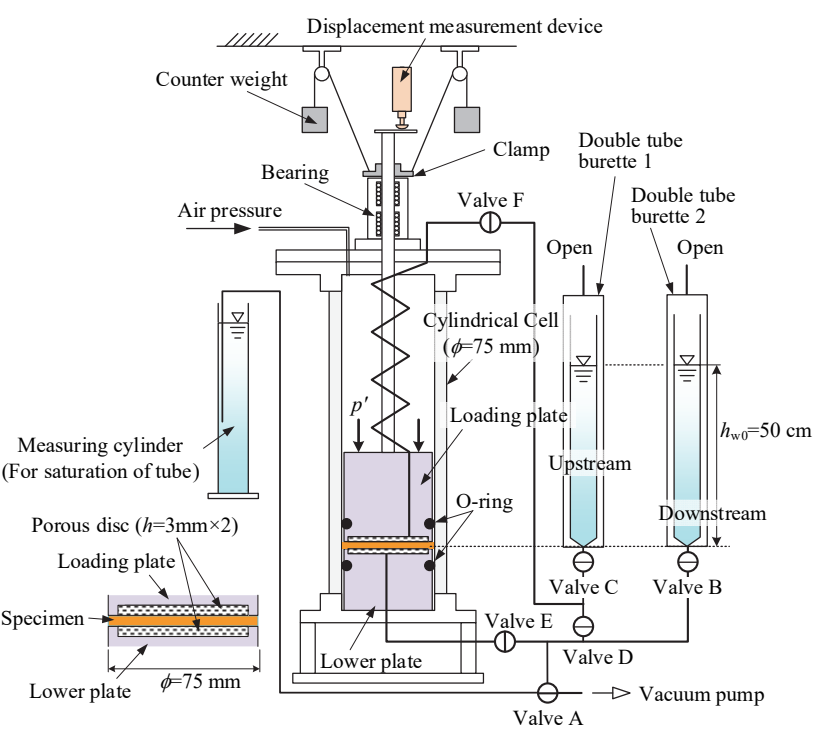


図-1 カラム型圧縮・透水試験装置

表-1 試験ケース

		有効拘束圧 p' [kPa]			
		20	50	70	100
間隙水圧 u [kPa]		5	5	5	5
全応力 p [kPa]		25	55	75	105
層厚 h [mm]	0.1	○	○	○	○
	0.2	○	○	○	○

$k=1.0 \times 10^{-6}$ m/s であり、後述する保護膜の透水係数よりも十分に大きく、変水位透水試験の結果には影響しない。

3. 試験結果及び考察 図-2 と図-3 は、実務で用いる厚さに相当する初期厚さ $h=0.1$ mm の結果であり。図-4 と図-5 は、その2倍である $h=0.2$ mm の結果である。図-2 と図-4 に示すように、 $p'=50 \sim 100$ kPa の場合には、いずれの場合も開始直後から大きく圧縮する。2時間経過後には1/2程度に圧縮し、数日後にはほぼ一定値に収束する。このうち、 $h=0.1$ mm においては7日経過後の層厚は極めて薄くなっている。一方、 $p'=20$ kPa においては、比較的緩やかに圧縮し、10日経過後に1/2程度となる。

図-3 と図-5 に、それぞれ、初期厚さ $h=0.1$ mm、 $h=0.2$ mm の場合の透水係数の経時変化を示す。 $p'=50 \sim 100$ kPa においては、初期値の $k=10^{-9} \sim 10^{-8}$ m/s から徐々に減少していき、7日経後には、いずれも初期値の1/10~1/100程度まで低下する。これは、保護膜が層厚の減少とともに密実になっているものと推察される。また、軟弱化した保護膜がポーラスストーンの間隙へ侵入し目詰まりが生じていることも考えられる。ここで、FRCの透水係数は、 $p'=20 \sim 100$ kPa の条件下において $k=10^{-12} \sim 10^{-11}$ m/s 程度³⁾である。保護膜の厚さは非常に薄く、そして、保護膜の透水係数はFRCよりも格段に大きいので、保護膜は間隙水を徐々にFRC中に浸透させる。すなわち、保護膜のFRC塗布膜に対する吸水遅延性が実証された。

4. まとめ 得られた主な知見を以下に示す。(1)接着性高分子による保護膜は水に浸漬することで軟弱化し、拘束圧により時間経過とともに圧縮する。(2)保護膜の透水係数は、初期値の $k=10^{-9} \sim 10^{-8}$ m/s から徐々に減少し、1/10~1/100程度まで低下する。(3)保護膜の厚さは非常に薄く、透水係数はFRCよりも格段に大きいので、保護膜は間隙水を徐々にFRC中に浸透させる。すなわち、保護膜のFRC塗布膜に対する吸水遅延性が実証された。

謝辞 本研究はJSPS 研究費 18K04343 (研究代表者: 信州大学 梅崎健夫) の助成を受けた。

【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. 3) Umezaki, T., Kawamura, T., Okamoto, K., Hattori, A. & Kobayashi, Y.: Swelling properties and coefficient of permeability of friction-reducing polymer for pull-out of temporary sheet piles, Soils and Foundations, Vol.58, pp.797-807, 2018.

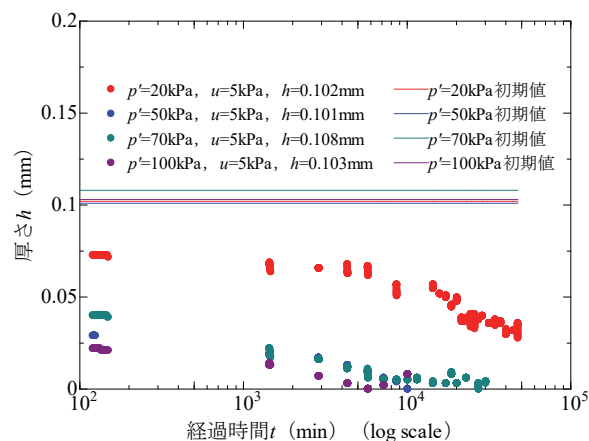


図-2 保護膜厚さの経時変化($h=0.1$ mm)

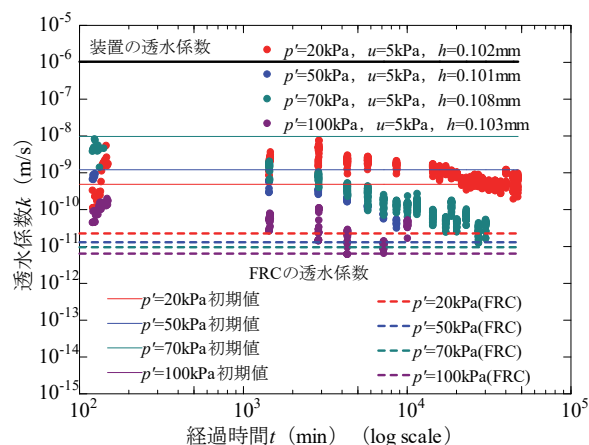


図-3 保護膜透水係数の経時変化($h=0.1$ mm)

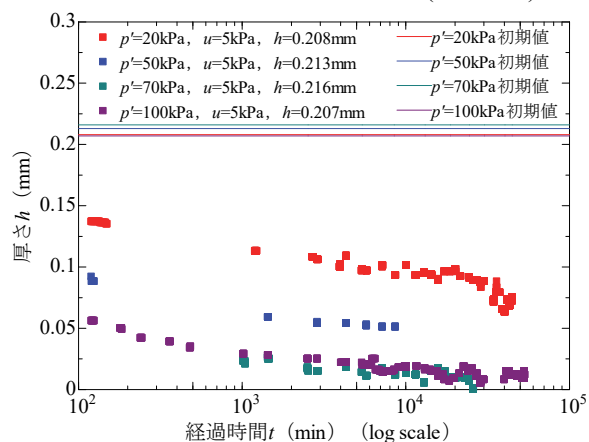


図-4 保護膜厚さの経時変化($h=0.2$ mm)

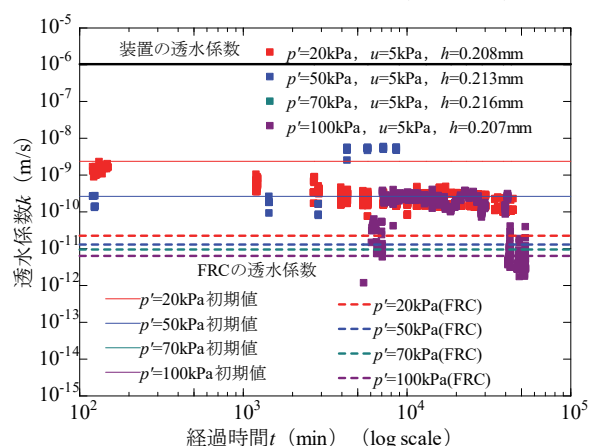


図-5 保護膜透水係数の経時変化($h=0.2$ mm)