

鋼材表面に塗布される摩擦低減剤の膨潤・透水特性

信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆, ○詠田晋吾
 信州大学大学院 正 岡本功一 (日本触媒 (株))
 日本触媒 (株) 服部 晃

1. はじめに 仮設の土留め工として敷設された H 鋼や鋼矢板は, 施工後一定期間経過すると土と鋼材の表面との摩擦により引抜き撤去が困難になる (写真-1 (a)). そのため, 鋼材の表面に特殊バインダー樹脂と吸水性ポリマーを有機溶剤に分散させたものを塗布して土と鋼材の摩擦低減剤とする工法が開発されている (写真-1 (b))¹⁾. 著者ら^{2),3)}は, 土と摩擦低減剤を塗布した鋼材の接触面における摩擦特性および膨潤特性について検討してきた.

本文では, カラム型試験装置を用いて摩擦低減剤の膨潤・透水試験を実施し, 拘束圧が作用した条件下における摩擦低減剤の膨潤・透水特性について検討した.

2. 試験概要 試験には図-1 に示すカラム型膨潤試験装置を用いた. 摩擦低減剤をろ紙 (厚さ 0.21mm, 保留粒子径 1 μ m) に塗布して供試体とした. 塗布厚さは $H_f=0.173\sim 0.2\text{mm}$ である. 摩擦低減剤を塗布したろ紙を下部盤に, 塗布していないろ紙を载荷盤にシリコン系充填剤により接着した. 管路に通水して摩擦低減剤を吸水・膨潤させるために, バルブ A を開けてバルブ B を閉じた状態で, 二重負圧法 (セル圧 $p=-75\text{ kN/m}^2$, 供試体から二重管ビューレットまでの管路内圧力 $u=-95\text{ kN/m}^2$) により 3 時間真空脱気した. そして, 真空圧 $u=-95\text{ kN/m}^2$ を保った状態でセル圧を一旦ゼロに戻し, 供試体に所定の拘束圧 $p'=p-u=p+95\text{ kN/m}^2$ が载荷されるようにセル圧 p を载荷した. そして, バルブ A を閉じてバルブ B を開け (図-1), p' を一定を保ちながら $u=0$ になるまで u

と p を段階的に増加させた. $u=0$ となった後に, 二重管ビューレットを大気開放した. バルブ B を開けた本過程において, ビューレット内の水が管路を通じて载荷盤および下部盤から流入し摩擦低減剤が吸水・膨潤する (膨潤過程). 膨潤時間は, 鉛直変位の経時変化より決定した 3t 時間とした. 終了後, シャフト固定治具 (図-1⑩) により载荷盤を固定し, バルブ C を閉じて, 透水試験を実施した. ビューレット I (図-1⑪) に管内圧力増分 Δu を载荷し, ビューレット II (図-1⑫) は大気開放した状態で, 供試体の下面から透水を行った. Δu を 50, 150, 200 と段階的に増加



写真-1 鋼矢板の引抜き状況

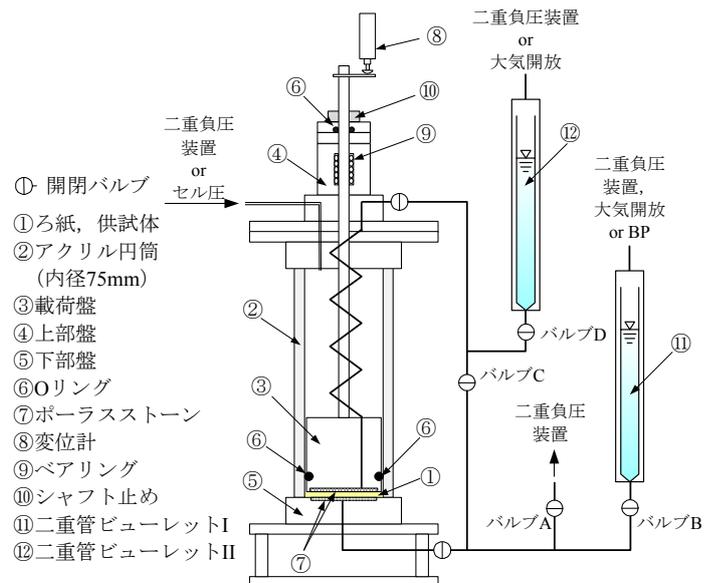


図-1 カラム型膨潤・透水試験装置の概略

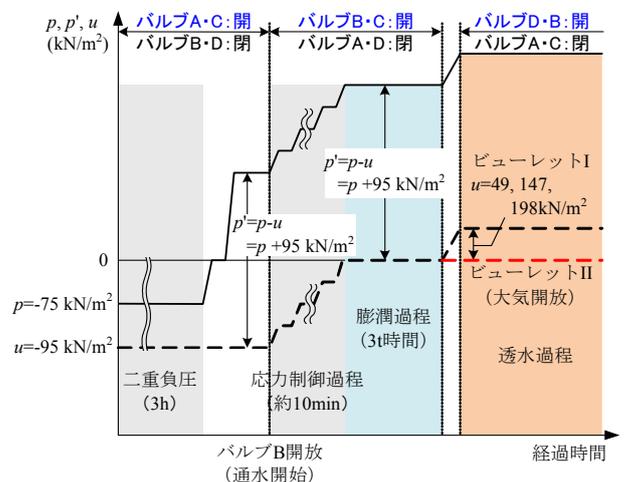


図-2 試験手順 (膨潤・透水過程)

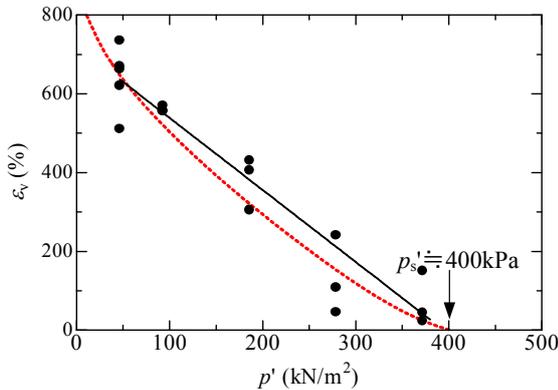


図-3 カラム型膨潤・透水試験装置の概略

させ、透水量が一定値となるまで実施した。透水過程においては、鉛直変位および2つのビューレットの水位変化を測定した。

3. 試験結果および考察 図-3に拘束圧 p' と膨潤過程における鉛直ひずみ ε_v (膨潤を正) の関係を示す。拘束圧が大きいほど鉛直ひずみ (膨潤量) が小さくなる。両者の関係は概略直線もしくは図中の曲線で近似できる。膨潤量がゼロである拘束圧を膨潤圧 p'_s と定義すると、 $p'_s=400\text{kN/m}^2$ 程度である。なお、摩擦低減剤に含まれる吸水性ポリマーはそれ自身の100倍以上の質量の水を吸水するため、特殊バインダー樹脂および有機溶剤と混合していることを考慮しても、拘束圧が作用していない状態 ($p'=0$) においては数千%程度に吸水・膨潤すると考えられる。

図-4(a)～(f)に透水過程における供試体上下面における水圧差 Δu 、鉛直ひずみ ε_v (透水開始時0%, 膨潤を正)、透水量 V 、導水勾配 i 、流速 v および透水係数 k の一例を示す。図-4(b)に示すように、透水過程においては、シャフト止めで載荷盤を固定しているのも関わらず、わずかな鉛直ひずみが生じている。時間の経過とともに一定値に収束しており、透水係数の値には収束した時点におけるデータを採用した。図-4(d)に示すように、動水勾配は $i=10^4\sim 10^5$ 程度と大きいですが、図-4(e)に示すように、流速は $v=10^{-5}\sim 10^{-6}\text{cm/s}$ とかなり小さいため、層流状態であると考えられる。図-4(e)に示すように、多少の変動はあるものの、 Δu の大きさによらずほぼ同程度の値である。

図-5に拘束圧 p' と透水係数 k の関係を示す。両者の関係は概略直線で近似できる。透水係数は $k=10^{-11}\sim 10^{-9}\text{cm/s}$ 程度とかなり小さく、最終処分場の止水層 ($k=10^{-6}\text{m/s}$ で層厚50cm, $k=10^{-7}\text{cm/s}$ で層厚5cm) としての適用も可能であると考えられる。

4. まとめ 摩擦低減剤の膨潤・透水試験を実施した。摩擦低減剤は地中においても十分に膨潤し、摩擦低減層を形成できる。透水係数は $k=10^{-11}\sim 10^{-9}\text{cm/s}$ 程度とかなり小さく、止水剤としての機能も期待される。

【参考文献】1) フリクションカッター施工編, 株式会社日本触媒, 2005. 2) 梅崎健夫, 河村 隆, 林 錦華, 服部 晃, 岡本功一: 土と摩擦低減剤を塗布した鋼材の接触面における摩擦特性, 第43回地盤工学研究発表会, pp.1411-1412, 2008. 3) 梅崎 健夫, 服部 晃, 岡本 功一, 深田 和志, 豊岡 義則, 酒井運雄: 吸水性摩擦低減剤塗布による鋼矢板引抜きに伴う近傍地盤の変状低減効果, 土木学会第64回年次学術講演会, pp.737-738, 2009.

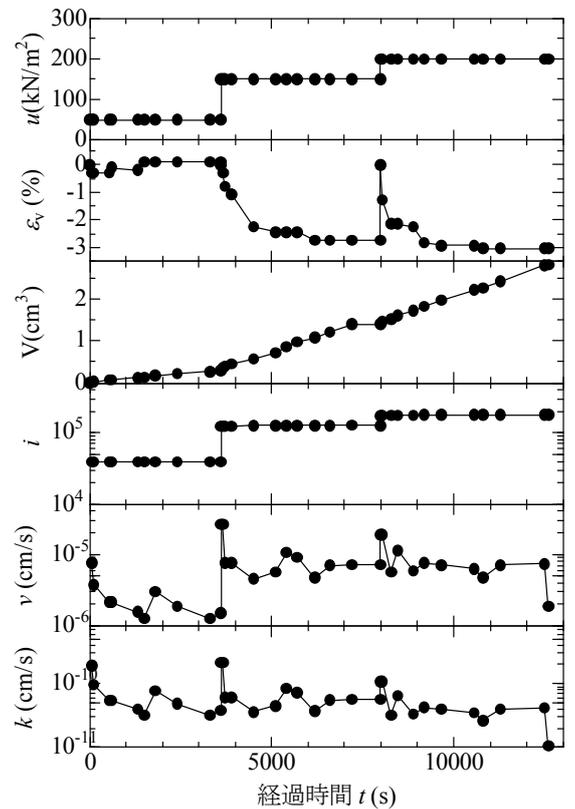


図-4 透水試験結果の一例 (200kN/m²)

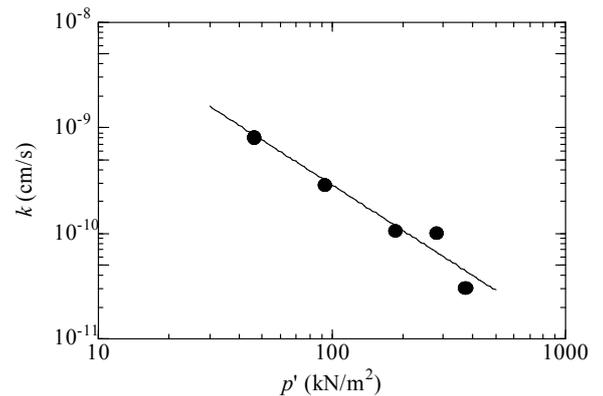


図-5 透水係数の関係