

仮設工撤去における膨潤性摩擦低減材の引抜き特性に及ぼす要因の検証

膨潤、摩擦低減、引抜き

京都大学 (国) 稲積真哉
 日本化学塗料 ○ (正) 川端秀雄 (正) 若月 正
 日本化学塗料 (正) 加藤研二 (正) 小林賢勝

1. はじめに

土木分野における膨潤性摩擦低減材は、鋼矢板の土付着（共上り）を防止し、鋼矢板遮断工、初期地盤沈下（ネガティブフリクション）対策、および圧入ケーソン工等における杭表面の摩擦（付着）を大幅に低減することができる。撤去や回収が必要な各種仮設杭（柱列連続壁芯材、H鋼、親杭、根固め支持杭、ならびに改良地盤内の鋼矢板・鋼管杭等）の引抜きを容易にする引抜き材としての適用が増している^{1,2)}。一般的に鋼矢板、H鋼等に塗布されて地中に打設あるいはモルタル液中に埋め込まれた膨潤性摩擦低減材は、地中あるいはモルタル中に含まれる水と接触して水分を吸収し膨潤し、膨潤膜を形成する。よって、当該膨潤膜は潤滑層（潤滑膜層）として機能し摩擦を低減することができる^{1,3)}。

本研究では、膨潤性摩擦低減材が各種の工法の鋼材（鋼管矢板、H鋼、仮設杭）等の引抜き材として適用されることを想定し、膨潤性摩擦低減材の引抜き特性に及ぼす要因について検証した。

2. 膨潤性摩擦低減材の基本特性

膨潤性摩擦低減材は、合成樹脂エラストマーを母材とし、高吸水性ポリマー、充填材および溶剤等を配合した流動性ある塗料で、容易に刷毛、ローラー等で塗布することができる。

膨潤性摩擦低減材の乾燥塗膜は硬質で、膨潤性摩擦低減材が予め塗布された各種仮設支持杭は地中へ直接打設もしくは圧入することができ、また、膨潤体膜よりの抽出水は水道法に基づく水質基準を満たし、環境に適合したものである。そして膨潤性摩擦低減材は20℃の淡水の浸漬環境下で、20倍前後（重量比）に膨潤する。

3. 膨潤と引抜き特性の関係

膨潤性摩擦低減材が予め塗布された鋼矢板、杭、H鋼等の引抜き特性は、当該摩擦低減材の膨潤特性の影響が大きいと考えられる。そこで、膨潤性摩擦低減材の塗布量、膨潤率と引抜き特性の関係を検証するため、下記の試験を実施した。

3-1 膨潤試験

膨潤性摩擦低減材の膨潤試験は、以下に示す方法にて実施した。

- (i) 膨潤性摩擦低減材を一定量乾燥させて試験片（サイズ：2×2cm）を作成する。
- (ii) 試験片の初期重量を測定し、各種および各水温に調整された水槽内に浸漬する。
- (iii) 各浸漬時間経過毎に試験片を取り出し、浸漬後の重量を測定する。3-2 引抜き試験（写真1参照）
引抜き試験手順は以下に示す方法にて実施した。
- (i) 鉄製のフラットバー（75×200×3mm）の両面に所定量の各種膨潤性摩擦低減材を塗布する。（片面の塗布面積75×130mm）
- (ii) 鉄製容器（1L容量）内にセメントミルクの一定量を流し込み、各種膨潤性摩擦低減材塗料を塗布したフラットバーを挿入する。
- (iii) 挿入後、1ヶ月間乾燥硬化養生を行う。
- (iv) 引抜き試験機（島津製オートグラフ50kN装置）を用い、鉄製容器から鉄製フラットバーの引抜き時に要する引抜き力を測定する。

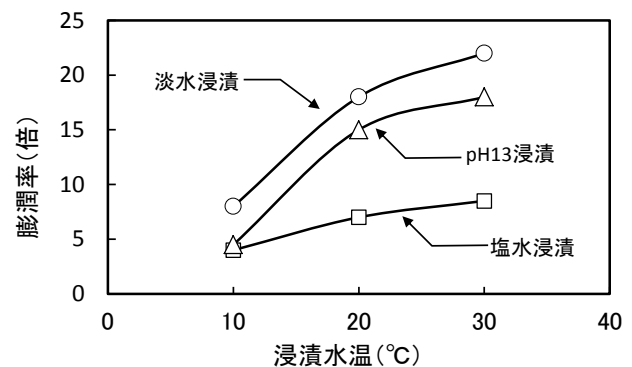


図1 浸漬水温と膨潤率

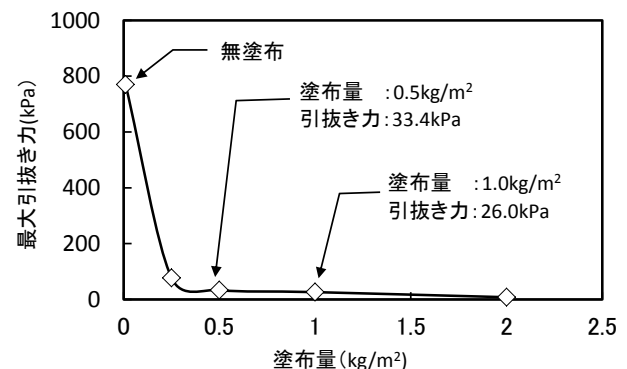


図2 塗布量と引抜き力

Verification of primary factors affecting pull-out characteristics of friction reducing material during withdrawal of temporary constructions.

S. Inazumi: Kyoto University
 H. Kawabata, T. Wakatsuki, K. Kato and
 M. Kobayashi: Nippon Chemical Paint Co.Ltd.

3-3 結果と考察

図1は淡水(pH7)、塩水(pH8)及びpH13アルカリ浸漬水環境下におけるそれぞれの膨潤率特性を示している。何れの環境下でも水温の影響を受け、水温の上昇で膨潤率が增加する傾向を示す。なお、アルカリ環境下では淡水環境下と比べ膨潤率はやや低下する傾向にあるが、重量比で15倍前後膨潤（水温20℃）する。一方、塩水環境下において淡水環境下と比べ膨潤率特性が低くなる現象は、膨潤性摩擦低減材組成中に配合された膨潤性の高吸水性ポリマーが、塩水に含まれる塩類の影響で膨潤が阻害されることが原因である。

図2は、鉄製フラットバーに塗布した膨潤性摩擦低減材の塗布量と最大引抜き力の関係を示している。この図より、各種膨潤性摩擦低減材を鉄製フラットバーに塗布することで鉄製フラットバーの引抜き力の低減に効果的であり、且つその効果は膨潤性摩擦低減材の塗布量に依存している。例えば、塗布量が0.5kg/m²の場合、引抜き力は33.4kPaであるが、塗布量が1.0kg/m²になると引抜き力は26kPaとなり、約78%の力で引抜くことが可能となる。すなわち、塗布量に伴ってフラットバー周囲で形成される膨潤体膜厚（潤滑層）が厚くなり、周辺地盤、コンクリートもしくは、モルタル等との接触界面の摩擦がより低減され、小さい力で引き抜きが可能となる（図3参照）。このように、引抜き力は塗布量に依存しており、膨潤特性と密接に関連していると考えられる。塗布量の増量に伴い高吸水性ポリマー量が増加するため、膨潤量が増すことになる。よって膨潤性摩擦低減材の塗布量は膨潤特性に影響する。

そこで、膨潤性摩擦低減材の膨潤率と引抜き特性の関係を検討した。まず、高吸水性ポリマー量の配合量を変化させ、膨潤率特性を変えた試料を作製する。そして、この試料の膨潤率特性を上記3-1の膨潤試験方法に準じて求めた。次に、同じ試料にて、上記3-2の引抜き試験方法に準じて、引抜き力を求めた。図4はこの両特性より得た結果で、膨潤摩擦低減材の膨潤率と引抜き力の関係を示している。この図より膨潤性摩擦低減材の膨潤率が増すと、引抜き力は小さくなる傾向にあることが判る。例えば、膨潤倍率7倍の場合、引抜き力は92.4kPaであるが、膨潤率が18倍になると引抜き力は35.9kPaと約40%の力で引抜くことが可能となる。これは膨潤率が増すと形成される膨潤層の厚層化に繋がり、その結果、鋼材等とセメントミルクもしくは地盤内との接触界面における摩擦がより低減されることとなり、小さい力で鋼材等を引抜くことができる。このように、膨潤性摩擦低減材の塗布量と同様に膨潤率に関しても引抜き特性に影響する。

4. おわりに

本研究では、膨潤性摩擦低減材が仮設の鋼矢板・杭およびH鋼の引抜き材として適用されることを想定し、当該摩擦低減材の塗布量および膨潤率が引抜き力に及ぼす影響を、当該摩擦低減材の塗布された鉄性フラットバーを用いて実験的に検討した。その結果、膨潤摩擦低減材が予め塗布された鉄製フラットバーの引抜き力は、膨潤性摩擦低減材の塗布量および膨潤率特性に大きく影響される。

【参考文献】

- 1) 稲積真哉, 加藤研二, 若月 正, 小林賢勝: 膨潤性摩擦低減材の膨潤・引抜き特性, 第45回地盤工学研究発表会発表論文集, 地盤工学会, pp.1061-1062, 2010.
- 2) 白井 豊, 岡本功一: 揖斐川伊曾島水門改築工事(摩擦低減塗料を用いた大深度仮設杭の引抜き撤去), 第42回地盤工学研究発表会発表論文集, 地盤工学会, pp.1061-1062, 2007.
- 3) 稲積真哉, 若月 正, 加藤研二, 小林賢勝, 宍戸賢一: 仮設工撤去における膨潤性摩擦低減材の特性, 第66回年次学術講演会概要集, 土木学会, 第VI部門, pp.763-764, 2011.

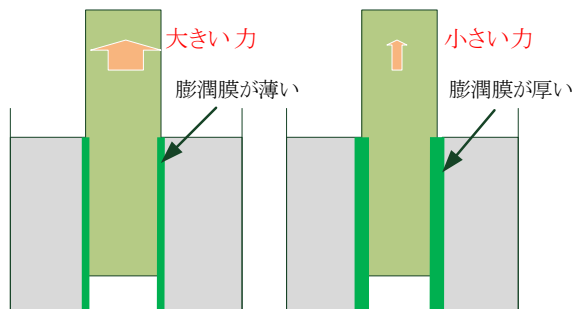


図3 膨潤膜層厚と引抜き力の相関イメージ

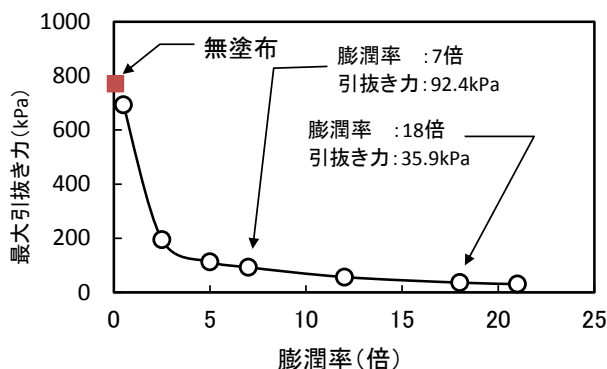


図4 膨潤率と引抜き力の相関関係