

膨潤性摩擦低減材の膨潤・引抜き特性

膨潤性摩擦低減材；引抜き；膨潤

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

1. はじめに

膨潤性摩擦低減材は合成樹脂エラストマーを母材とし、高吸収性ポリマー、充填剤および溶剤等を配合した流動性を有する塗料である。土木分野における膨潤性摩擦低減材の適用は、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。また、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。

従来、各種仮設杭や既存杭の引抜きは、一般的にケーシングチューブ等で周面摩擦を切りつつ、大型クレーンや油圧ジャッキ等を用いて地上に引上げ、ブレーカや圧砕機で切断を行っている。しかしながら、最近では敷地面積が狭い場所での各種仮設杭や既存杭の撤去（引抜き工事）が増えており、大型クレーンの使用が困難等の問題が発生している。

本報告では、膨潤性摩擦低減材が各種仮設杭の引抜き材として適用されることを想定した上、膨潤性摩擦低減材の膨潤率および引抜き力等の基礎的な特性を検討している。

2. 膨潤性摩擦低減材の概略

膨潤性摩擦低減材は、有機溶剤に溶解・分散された流動性のある塗料である。膨潤性摩擦低減材の塗布作業は通常の塗料と同様に容易であり、且つ乾燥時間も短く、乾燥後は1~2mmのうす膜（乾燥塗膜）を形成する。なお、膨潤性摩擦低減材の乾燥塗膜が硬質であるため、膨潤性摩擦低減材が予め塗布された各種仮設杭は地中へ直接打設もしくは圧入できる。

膨潤性摩擦低減材は、乾燥塗膜の抽出水が水道法に基づく水質基準を満たしており、環境に適合するものである。また、膨潤性摩擦低減材は20℃の淡水に浸漬させた場合、重量比で20~25倍程度に膨潤する。なお、膨潤性摩擦低減材は膨潤性止水材とほぼ同様の組成であり、膨潤性止水材としての特性はこれまで数多く報告している^(例えば1)~2)。

3. 膨潤性摩擦低減材の膨潤試験

膨潤性摩擦低減材を各種仮設杭の引抜き材として適用する場合、仮設杭に塗布された膨潤性摩擦低減材はコンクリートミルクあるいは地中の水分を吸収し、コンクリートミルクもしくは地中との接触面から膨潤が生じる結果、各種仮設杭の表面には連続的な膨潤膜が形成される。ここで、膨潤膜は乾燥硬化することで、各種仮設杭と周辺部との境界における潤滑層となる。そのため、膨潤性摩擦低減材の事前塗布は各種仮設杭の表面摩擦の低減に効果的であり、その結果、各種仮設杭の引抜きを容易にすることができる（図-1参照）。よって、膨潤性摩擦低減材が有する膨潤特性は、膨潤性摩擦低減材が塗布された各種仮設杭の引抜き撤去において重要な要因を担う。そこで、膨潤性摩擦低減材の膨潤特性を検証するため、以下に示す膨潤試験を実施した。

- (1) 膨潤性摩擦低減材を一定量乾燥させて各々0.5, 1および2mm厚さの試験片（サイズ：2×2cm）を作成する。
- (2) 試験片の初期重量を測定し、各水温に調整された水槽内に浸漬する。
- (3) 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。
- (4) 重量膨潤率 = (浸漬後重量 / 初期重量) を求める。
- (5) (3)および(4)を所定時間が経過するまで繰り返す。

図-2は浸漬水温による膨潤性摩擦低減材の膨潤率を示しており、浸漬水温が膨潤性摩擦低減材の膨潤に大きく影響している。また、図-3は塗布膜厚（乾燥塗膜厚）と膨潤率の関係であり、事前の塗布膜を厚く調整することによって潤滑膜層

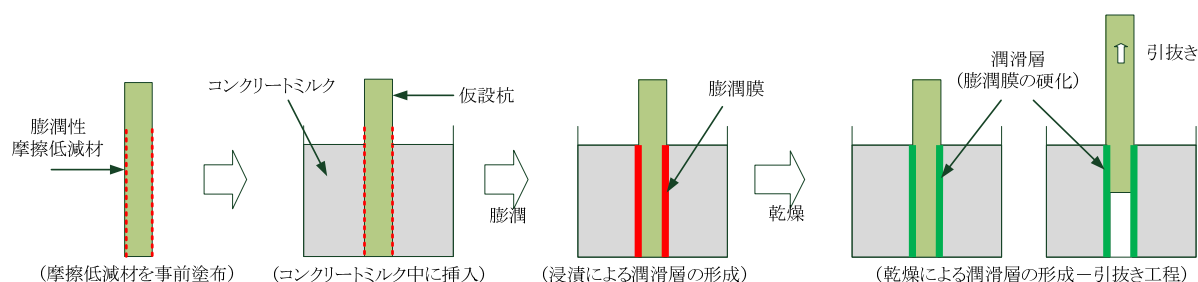


図-1 膨潤性摩擦低減材を用いた仮設杭の引抜きイメージ

Swelling and pulling out characteristics of friction reduction material with water swelling
S. Inazumi*, K. Kato**, T. Wakatsuki** and M. Kobayashi**
*Kyoto University **Nihon Chemical Paint

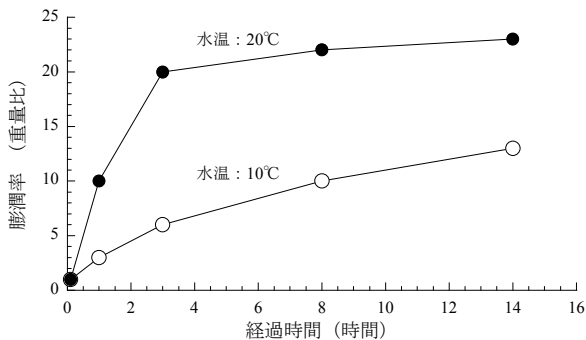


図-2 浸漬水温に対する膨潤性摩擦低減材の膨潤率

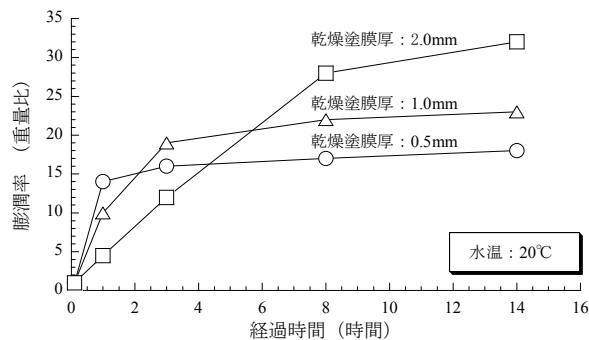


図-3 膨潤性摩擦低減材の乾燥塗膜厚と膨潤率

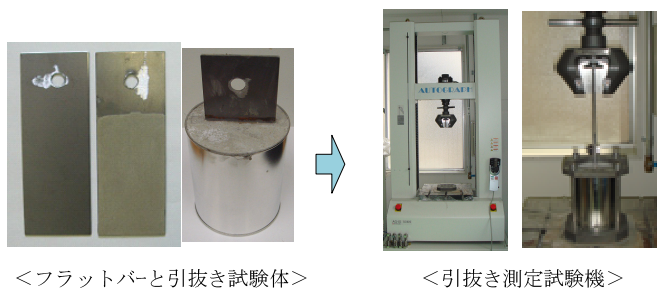


図-4 模擬仮設杭の引抜き試験の概要

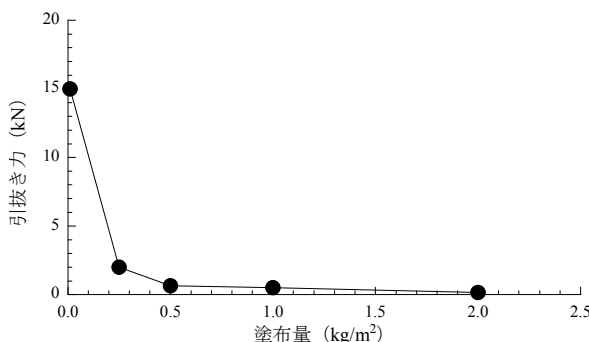


図-5 膨潤性摩擦低減材の塗布量と模擬仮設杭の引抜き力

も厚くなる。これらの結果、膨潤性摩擦低減材を予め塗布した各種仮設杭は、膨潤性摩擦低減材による膨潤膜（潤滑層）の形成に伴って周面地盤もしくはコンクリートとの接触面の摩擦がより低減される。

4. 膨潤性摩擦低減材が塗布された模擬仮設杭の引抜き試験

実施した引抜き試験手順は以下のとおりである。

- (1) 鉄製のフラットバー（75×200×3mm）の両面に所定量の膨潤性摩擦低減材を塗布する（片面の塗布面積 75×130mm）。
- (2) 鉄製容器（1L 容量）内にコンクリートミルクの一定量を流し込み、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。
- (3) 挿入後、1ヶ月間乾燥硬化養生を行う。
- (4) 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作用する引抜き力を測定する（図-4 参照）。

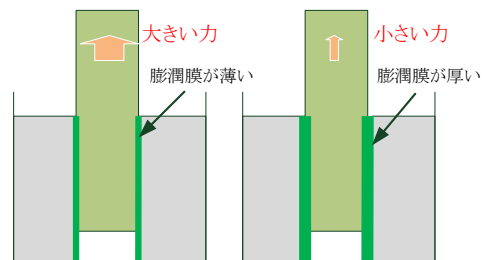


図-6 塗布量と引抜き力の関係

図-5 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。これより、膨潤性摩擦低減材を鉄製フラットバーに塗布することは鉄製フラットバーの引抜き力の低減に効果的であり、その効果は膨潤性摩擦低減材の塗布量に依存している。なお、フラットバーに対する単位面積当たりの引抜き力は、無塗布における 77N/cm^2 と比較して塗布量が 0.25kg/m^2 の場合で約 $1/10$ の 7.7N/cm^2 、さらに、塗布量が 1.0kg/m^2 の場合で約 $1/30$ の 2.6N/cm^2 である。上記のとおり、膨潤性摩擦低減材の適用は膨潤膜（潤滑層）を形成することで、各種仮設杭を模擬した鉄製フラットバーの引抜き力低減に効果的である。なお、膨潤性摩擦低減材の塗布量に伴う鉄製フラットバーの引抜き力の相違は、図-3 で示された塗布膜厚（乾燥塗膜厚）と膨潤率の関係と同様であり、鉄製フラットバー周囲で形成された膨潤膜厚（潤滑層厚）に依存していると考えられる（図-6 参照）。

5. おわりに

本報告では、膨潤性摩擦低減材が各種仮設杭の引抜き材として適用されることを想定した上、膨潤性摩擦低減材の膨潤率試験および引抜き試験を実施した。その結果、膨潤性摩擦低減材を予め塗布した各種仮設杭は、膨潤性摩擦低減材による膨潤膜（潤滑層）の形成に伴って周面地盤もしくはコンクリートとの接触面の摩擦をより低減できることを明らかにした。さらに、膨潤性摩擦低減材の適用は各種仮設杭を模擬した鉄製フラットバーの引抜き力低減に効果的であった。

【参考文献】

- 1) 稲積真哉・若月 正・小林賢勝・木村 亮：廃棄物処分場の遮水処理材へ適用される膨潤性止水材の膨潤・強度特性，環境工学研究論文集，土木学会，Vol.44，pp.463-469，2007。
- 2) 稲積真哉・木村 亮・葛 拓造・若月 正：土砂混在場における H-H 継手を施した連結鋼管矢板の遮水性能に関する実験的検討，材料，日本材料学会，Vol.59，No.1，pp.74-77，2010。