

## アルカリ雰囲気下における膨潤性摩擦低減材の特性評価

アルカリ領域；膨潤特性；引抜き力特性

京都大学 (国) 稲積真哉  
日本化学塗料 ○(正)若月 正・(正)小林賢勝  
オトワコーエイ (非)小島一彦

## 1. はじめに

土木分野において膨潤性摩擦低減材は、基礎杭の摩擦低減、載荷試験、さらには地中に設けられた仮埋設物（仮設用支持杭、鋼矢板、H鋼等）を引き抜いて撤去する際に、周辺コンクリートもしくは地盤との摩擦を低減することで、引抜きを容易にする引抜き材である。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。膨潤膜は潤滑層として機能し、その結果、摩擦を低減することができる。近年、土木工事の多様化に伴い、工法によっては安定液中で掘削等を行い、次に膨潤性摩擦低減材を塗布した鋼矢板、H鋼等の芯材を建て込み、その後、ソイルセメント等に置換（充填）する。現行の膨潤性摩擦低減材は、安定液中で膨潤が完結するため、ソイルセメントの充填工程で膨潤層が芯材より剥れ落ちる等の問題が生じ、引抜き効果の低下をもたらしている。

本報告では上記工法に膨潤性摩擦低減材を適用することを目的に、淡水ならびに塩水中ではほとんど膨潤せず、アルカリ水で膨潤する膨潤性摩擦低減材（以下、アルカリ膨潤性摩擦低減材と称する）を開発し、その特性等について検討した。

## 2. アルカリ膨潤性摩擦低減材の概略

アルカリ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、充填材および溶剤等を配合した流動性のある塗料である。この塗料で用いる高吸収性ポリマーは、淡水、塩水中ではほとんど膨潤せず、アルカリ水領域で膨潤する性質を持っている。この膨潤性摩擦低減材は従来の塗料と同様に容易に塗布ができ、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。この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杭は地中へ直接打設もしくは圧入できる。そして、乾燥塗膜の抽出水は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、20°CでpH13のアルカリ水に浸漬させると、重量比で17倍程度の膨潤率が得られる。（図1および写真1参照）なお、アルカリ膨潤性摩擦低減材は従来の膨潤性摩擦低減材と同様の組成であり、従来の膨潤性摩擦低減材特性はこれまでも報告されている<sup>1)</sup>。

## 3. アルカリ膨潤性摩擦低減材の膨潤試験

アルカリ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、地中連続壁等の工法が適している。例えば安定液中（ベントナイト懸濁液等）で地盤を掘削し、その中にアルカリ膨潤性摩擦低減材を塗布した仮設杭（芯材）建て込み、安定した後ソイルセメント、コンクリートなどを充填する。塗布されたアルカリ膨潤性摩擦低減材はソイルセメント、コンクリート液などの環境下でアルカリ水分を吸収し、接触面から膨潤が始まり、各種仮設杭の表面に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2参照）。従来の膨潤性摩擦低減材は安定液の中に建て込まれた時点で膨潤が始り、完結するため、ソイルセメント、コンクリートの充填で芯材より膨潤層が剥れ落ちる等の問題が生じ引抜き効果低下の原因となる。よって、アルカリ膨潤性摩擦低減材の膨潤特性は、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、アルカリ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 アルカリ膨潤性摩擦低減材を一定量乾燥させて1mm厚さの試験片（サイズ：2×2cm）を作成する。

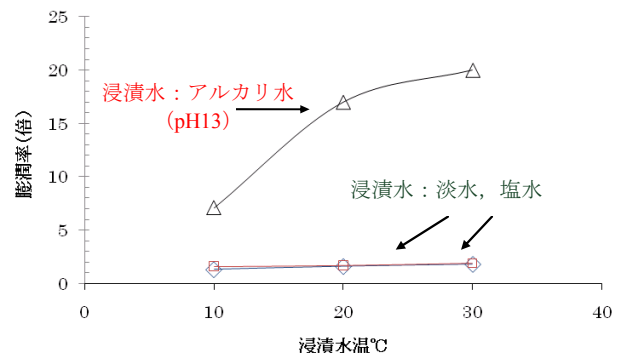


図1 浸漬水と膨潤率



写真1 塗布品の膨潤状態

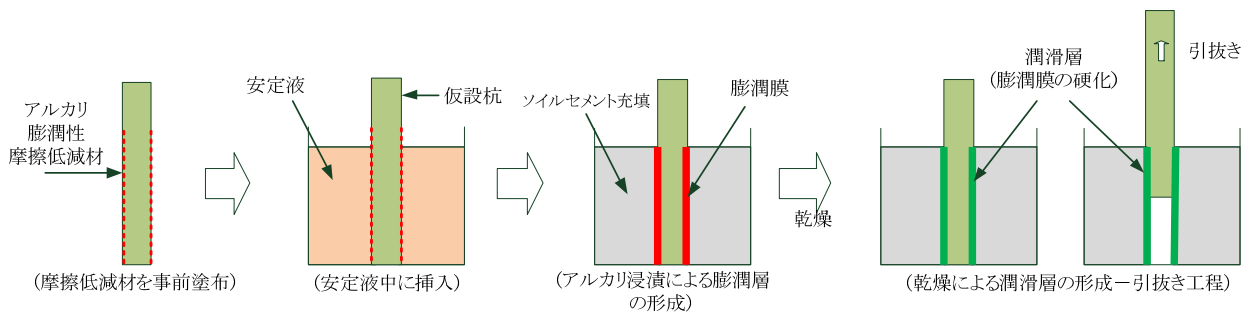


図2 アルカリ膨潤性摩擦低減材を用いた仮設杭の引抜きイメージ

- 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3は浸漬水 pH と膨潤率の関係を示しており、この図から判るように浸漬水 pH は膨潤に大きく影響する。十分な膨潤率を得るには pH10 以上の浸漬水が必要である。

**4. アルカリ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）の両面に所定量のアルカリ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、アルカリ膨潤性摩擦低減材を塗布したフラットバーを挿入する。
- ③ 挿入後、1 か月の間、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（写真2 参照）。

図4は、鉄製フラットバーに塗布したアルカリ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、アルカリ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、その効果はアルカリ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<sup>2</sup>と比較して塗布量が 0.25kg/m<sup>2</sup>の場合で約 1/5 の 15N/cm<sup>2</sup>、さらに、塗布量が 1.0kg/m<sup>2</sup>の場合で約 1/10 以下の 6.2N/cm<sup>2</sup>である。上記のとおり、アルカリ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。

**5. おわりに**

本報告は、地盤連続壁工法等でアルカリ膨潤性摩擦低減材が適用される各種仮設杭の引抜き材として適用されることを想定して、アルカリ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、アルカリ膨潤性摩擦低減材を予め塗布した各種仮設杭は、アルカリ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、アルカリ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・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, pp.1061-1062, 2010.

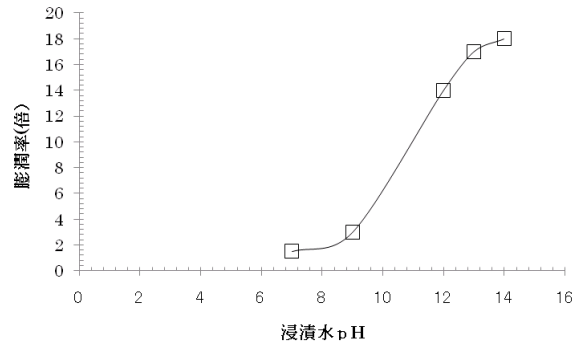


図3 浸漬水 pH と膨潤率

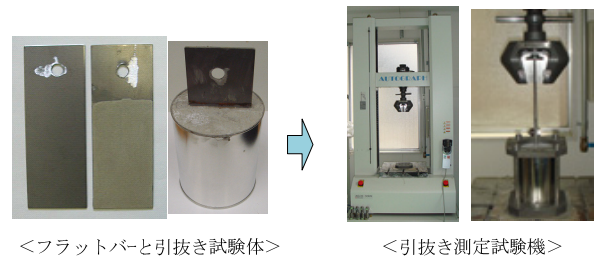


写真1 模擬仮設杭の引抜き試験

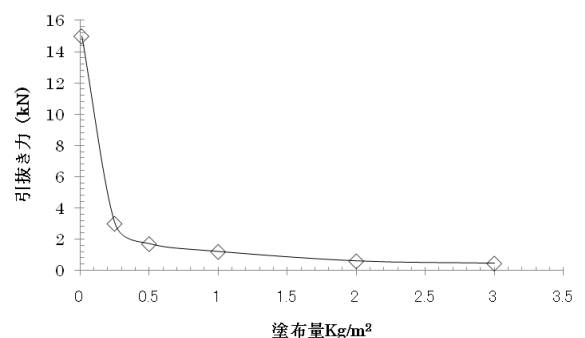


図4 塗布量と引抜き力