

仮設工撤去における膨潤性摩擦低減材の特性

京都大学 ○(正)稲積真哉
 日本化学塗料 (正)若月 正
 日本化学塗料 (正)加藤研二
 日本化学塗料 (正)小林賢勝
 トーメック (正)宍戸賢一

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。さらに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。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。当該膨潤膜は潤滑層として機能し摩擦を低減することができる。膨潤性摩擦低減材の引抜き材用途は、鋼材（鋼矢板、H鋼等）のリサイクル利用目的、さらには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な場所等での需要も増している。

本報告では、膨潤性摩擦低減材が各種の工法で鋼材（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た。

2. 膨潤性摩擦低減材の概略

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り、容易に刷毛、ローラー等で鋼材、仮設杭等に塗布ができ、且つ乾燥時間が早く、乾燥後は1~2mmのうす膜（乾燥塗膜）を形成する。これら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、膨潤性摩擦低減材は20°C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。これら特性については既に報告されている^{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）。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、各種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、各種および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)、(4)を所定時間が経過するまで繰り返す。

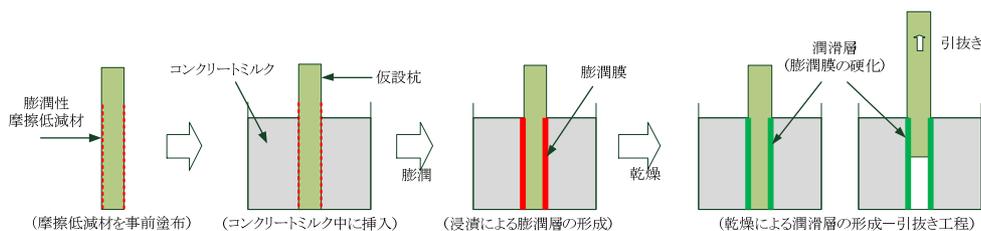


図1 膨潤性摩擦低減材を用いた仮設杭の引抜きイメージ

キーワード 仮設工、撤去工法、膨潤性摩擦低減材、引抜き、摩擦

連絡先：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-234 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻 TEL：075-383-3262

図 2 は膨潤性摩擦低減材の淡水および海水の浸漬水温と膨潤性摩擦低減材の膨潤率特性を示している。淡水、海水とも浸漬水温の影響を受け、水温が上昇すると膨潤率も増す傾向である。なお、淡水と海水での膨潤率特性の差は、膨潤性摩擦低減材組成中に配合された膨潤材料の高吸水性ポリマーが、海水に含まれる塩類の影響で膨潤が阻害されるため、海水環境下での膨潤率が淡水環境下に比べ低くなる原因である。なお、図 3 は膨潤性摩擦低減材の pH13 のアルカリ浸漬水での浸漬時間と膨潤率の関係を示している。淡水浸漬での膨潤率特性 (図 4) に比べ若干膨潤率が劣る傾向であるが、アルカリ浸漬水でも十分な膨潤率が得られる。また、図 4 は各水温による浸漬時間と膨潤率特性を示している。これより、浸漬水温が高くなると膨潤の立ち上がりが早くなる傾向にある。これは、組成中に配合された高吸水性ポリマーの特性が水温の上昇とともに膨潤が進みやすくなるためである。このように、膨潤性摩擦低減材は浸漬水の水質、水温等により膨潤率特性に影響を受けるが、仮設杭等に予め塗布した膨潤性摩擦低減材は膨潤による膨潤体膜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

膨潤性摩擦低減材の塗布量が引抜き特性にどの様に影響するのか、塗布量と引抜き特性の関係を検証するため以下に示す試験を実施した。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) の両面に所定量のそれぞれの膨潤性摩擦低減材を塗布する。(片面の塗布面積 75×130mm) (図 5)。
- (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、28 日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 5)。

図 6 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があり、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、膨潤性摩擦低減材が無塗布における 77N/cm² と比較して塗布量が 0.25kg/m² の場合で約 1/10 の 7.7N/cm²、さらに、塗布量が 1.0kg/m² の場合で約 1/30 の 2.6N/cm² である。上記のとおり、各種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、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。すなわち塗布量が多くなると膨潤体膜層も厚くなり、この膨潤体膜層が厚くなることでコンクリート等の接触面の摩擦がより低減されて、小さい引抜き力で引抜きが可能となる。

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て、膨潤率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，Vol.44，pp.463-469，2007。 2) 稲積真哉・若月 正・加藤研二・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。

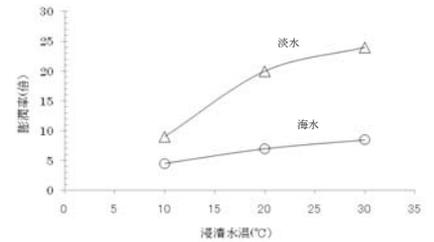


図 2 浸漬水温と膨潤率

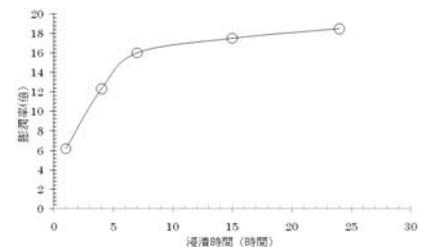


図 3 pH13 アルカリ浸漬水における浸漬時間と膨潤率

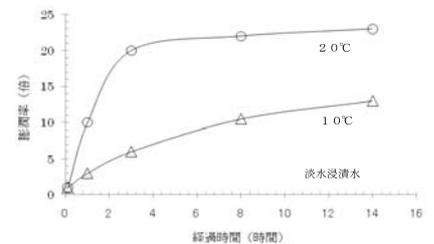


図 4 浸漬時間と膨潤率



図 5 模擬仮設杭の引抜き試験の概要

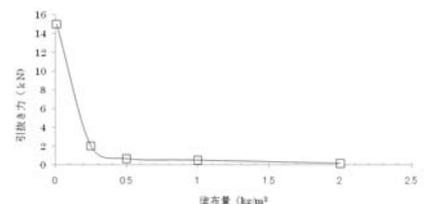


図 6 塗布量と引抜き力