

氏名 岡本功一
学位の種類 博士(工学)
学位記番号 甲第570号
学位授与の日付 平成24年3月20日
学位授与の要件 信州大学学位規程 第5条第1項該当
学位論文題目 吸水性高分子摩擦低減材料の開発と土木建設工事
への適用に関する研究
論文審査委員 主査 准教授 梅崎健夫
教授 清水 茂 准教授 大上俊之
教授 高木直樹
教授 桑野二郎(埼玉大学)

論文内容の要旨

土木建設工事においては、土留め用の鋼矢板をはじめ、地中に沈設されるコンクリートケーソン、ソイルセメント柱列壁工(SMW工法)における改良体の芯材として用いられるH形鋼などのように多くの地中埋設体が施工される。それらの地中埋設体を打設や引抜き撤去したり沈設するときには、地盤および改良体と埋設体との間に、相対変位が生じる前の状態で発生する付着力および相対変位が生じる状態で発生する周面摩擦力が作用する。これらの付着力および周面摩擦力が原因となり、仮設の鋼矢板を引抜き撤去する場合には、周辺地盤を変状させたり、近接の民家や地中の下水管等に損傷を与えたりする問題が生じている。また、ケーソンを沈設する工法においては、沈設時に周辺地盤を引き込み、近接構造物に悪影響を及ぼす問題も生じている。一方、SMW工法において、掘削孔内のソイルセメントミルク中に建て込まれるH形鋼は、工事終了後には引抜き撤去されることが望まれるが、固化後のソイルセメント改良体との付着力が強力であり、引抜き撤去は通常行われぬ。しかし、H形鋼がソイルセメント改良体内に残置されると、連壁を壊すことができないため、地下水脈の遮断やその後の二次工事の障害となる場合もある。これまでに種々の対策方法が実施されているが、いずれの方法もその効果は十分とは言い難い。

本論文では、こうした従来の課題を解決するために、まず、地中埋設体表面に作用する付着力および周面摩擦力を低減させる吸水性高分子摩擦低減材料(以下、本材料と称す)の開発について論じた。本材料は、改良した吸水性高分子(A)とそれを埋設体に接着するために改良した接着性高分子(B)を混合し有機溶剤で分散・溶解させたものである。多様な用途に適用できるように、直接埋設体に塗布する塗料型とシート状の繊維に塗布して乾燥させたシート型の2タイプを開発した。埋設体表面に処理された本材料は、地下水を吸水して膨潤しゲル化する。そのゲルは、非常に軟らかく、地中埋設体の付着力および周面摩擦力を低減する分離層として利用できるものである。次に、本材料を処理した埋設体を地中に挿入することを想定して、拘束圧下における膨潤および摩擦特性を明らかにした。そして、本材料の地中埋設体の撤去および沈設工法への適用について検討した。

本論文は5つの章で構成されており、その内容を各章ごとに以下に要約する。

第1章は序論であり、研究の背景とその目的を述べるとともに、(1)土およびセメン

ト改良体と異種材料の付着および摩擦特性，(2)地中埋設体の撤去および沈設工に伴う周辺地盤の変状，(3)地中埋設体の付着力および摩擦力の低減方法，について取りまとめて課題を抽出した．そして，本論文の位置付けを明確にした．

第2章では，本材料の開発において，(1)セメント改良体や海岸付近の地盤においても適用できるようにするために，金属イオンを含む水の吸水性の改善を行った．(2)本材料が塗布された地中埋設体を圧入して地中に設置するときの塗布膜の剥離を防止するために，塗布膜の高強度接着性を向上させた．(3)打設時における地下水や雨水との短時間の接触では吸水膨潤せず，打設後に一定時間を経て吸水膨潤する塗布膜の吸水遅延性を付与させた．(4)施工現場での環境に配慮するために，塗料型の本材料をシート状の基布に塗布乾燥(有機溶剤除去)して無臭化(シート化)を実現した．(5)シート化により養生直後の濡れたコンクリート表面に対しても被覆処理ができるようになった．(6)各種の安全性試験を実施し，本材料の安全性を証明した．(7)本材料のゲル層は，高分子量の架橋体であり，地中に常温で埋設され，紫外線の影響も受けないことから長期の耐久性を保持できると考える．(5)，(7)については，第4章において検証した．

第3章では，(1)カラム型の膨潤試験を実施し，拘束圧を受けた条件下における本材料の膨潤特性として，膨潤圧と膨潤量の関係，膨潤の限界深さについて明らかにした．(2)一面せん断試験を実施し，塗料型の本材料を塗布した鋼材と粘土および砂との摩擦特性として，粘着力および摩擦角を明らかにした．(3)シート型の本材料を貼り付けた模型鋼管杭の摩擦実験を実施して，周面摩擦力の低減効果を確認した．

第4章では，本材料の地中埋設体の撤去および沈設工法への適用について論じた．(1)地中埋設体の撤去においては，地盤からの鋼矢板およびH形鋼の引抜き実験とモルタルおよびソイルセメント改良体からのH形鋼の引抜き実験を原位置において実施した．その結果，鋼矢板の引抜き力低減効果と周辺地盤の変状抑制効果および約4年間の耐久性を実証した．また，モルタルおよびソイルセメントに対する塗布処理したH形鋼の付着強度は非常に小さく，モルタルや改良体にひび割れ等を起こさずに引抜き撤去できることを実証した．(2)沈設工法への適用においては，コンクリートケーソンの沈設実験を実施して周面摩擦力の低減効果を確認した．また，シート型の本材料の収納容器の小型化の提案と，ケーソン沈設後の固定化方法の提案を行った．

第5章は結論であり，各章で得られた成果を要約した．