

地中障害物に配慮した地盤改良工法の検討

戸田建設株式会社 正会員 ○芳賀 俊和 正会員 松坂 陽平
正会員 藤井 豊 正会員 新谷 岳

1. はじめに

本工事は、さいたま築堤事業の一環として古谷樋管周辺の堤防の嵩上げとともに、既存堤防断面の拡幅を行う工事である。古谷樋管は昭和 22 年に完成した築造後 70 年を経過する構造物であり、本事業の実施に伴い撤去・更新を行う。

当工事の周辺環境として、既設樋管の上流側には住宅が近接し、下流側には国道 16 号上江橋やアクセス坂路があるため、新設樋管の設置範囲が既設樋管の直下流に限定される。そのため通常は新設樋管の構築後に既存の樋管撤去を行うが、今回は既設樋管撤去箇所の近傍に新設樋管の構築を行う。本稿では既設樋管撤去箇所に確認された地中障害物に配慮した地盤改良工法の検討結果について述べる。

2. 工事概要

工事名称：R3 入間川右岸古谷樋管改築工事

工事場所：埼玉県川越市古谷上地先

発注者：関東地方整備局 荒川上流河川事務所

工期：令和 3 年 9 月 22 日～令和 6 年 3 月 25 日

工事内容：河川土工 1 式、地盤改良工 1 式、法覆護岸工 1 式、樋門・樋管本体工 1 式、管理橋下部工 1 式、水路工 1 式、附属物設置工 1 式、付帯道路工 1 式、構造物撤去工 1 式、仮設工 1 式



図-1 工事位置図 [引用:F-map]

3. 地盤改良工法の概要

本工事には新設樋管の沈下低減及び液状化対策を目的とした、地盤改良工が計画されており、改良深度は施工基面より 21.5m 程度であるため、深層混合処理工法の適用範囲である。現場の施工条件として①大型機械の搬入が可能である事、②高粘着力の粘性土層に対応可能な工法である事、③低変位施工が可能な工法である事などの理由により機械攪拌工法（スリー-攪拌方式）により施工を行う計画であった。



写真-1 機械攪拌工施工状況

4. 松杭支障部の課題と対策

既設樋管撤去時に既存の松杭 (φ400) が確認されたため、この松杭の仕様について既往資料を基に調査した所、全長が 18m である事が判明した。機械攪拌工法はミストスリーと現位置土を攪拌混合する事で改良杭を造成する工法であり、障害物が存在すると改良が出来ず、改良杭を造成する事が出来なくなる。そのため、対策工について検討する必要性が生じた。



写真-2 既設樋管撤去完了

キーワード：地盤改良工、深層混合処理工、支障物、高圧噴射攪拌工、三重管式

連絡先：東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社 本社土木技術部 TEL 03-3535-1675 FAX 03-3564-8912

計画当初はパイプ松杭ジャック工法、またはポン式オーガケーシング工法により松杭を撤去する検討を行ったが、杭の設置から 70 年以上経過している事や、撤去時に折れ杭となる可能性が高い事、またその場合には再度撤去することが難しい事から、松杭の撤去は行わずに残置したまま改良杭を造成する方法で対策を検討した。

5. 工法の検討

5.1 適用工法の検討

松杭を残置したまま改良杭を造成する方法として、地中埋設物を躲した改良や狭い場所での改良が可能な高圧噴射攪拌工法がある。

高圧噴射攪拌工法は、適用する土質や造成する杭の改良径により様々な工法が存在するが、その中で①対象土質が $C=78\text{kN/m}^2$ の粘性土地盤である事、②所定の改良効果 ($q_u=400\text{kN/m}^2$) が得られる事、③施工時に周辺への影響が少ない事などの理由から、今回の施工では三重管工法を採用する計画とした。

5.2 改良杭の割付

当現場で施工する深層混合処理工は接円施工による改良であり（改良率: $ap=78.5\%$ ）、施工にあたってはこの改良率を遵守する必要がある。しかし、松杭を残置したまま高圧噴射攪拌工を実施した場合、松杭の背面側に高圧水・硬化材が届かなくなるため、その部分が未改良となる事が懸念された。そのため、改良杭の配置は杭背面の改良面積を改良率の算定から控除した上で、設計の改良率を確保できる計画とした。

改良径は、機械攪拌工により造成する杭径と近く、かつ経済的な改良が可能となる $\phi 1800$ とした。この杭径でラップ改良となる様な割付とする事で、杭背面の面積を控除しても全体の改良率は $ap=80.7\%$ となり、設計時の改良率を満足する結果となった。

5.3 配合

高圧噴射攪拌工による改良では粘性土が対象の場合、一軸圧縮強さが 1000kN/m^2 以上発現するとされており、今回の改良の目的である沈下の抑制に対して、機械攪拌工の一軸圧縮強さ (400kN/m^2) との差が著しいと、不同沈下が発生する原因となる。そのため、使用する硬化材は低強度用 (500kN/m^2) を用いる計画とした。

6. 施工

6.1 施工概要

施工にあたっては、高圧水と圧縮空気により松杭の表皮が削り取られる事で、排泥経路が堆積した表皮によって閉塞し、改良が上手く実施されない事が懸念された。そのため三重管を用いた先行削孔（プレジェット）により、排泥経路を拡張し確保する事でこの問題を解消する事とした。先行削孔の実施により、排泥経路の閉塞等の問題は発生せず、無事に施工を完了する事ができた。



写真-3 高圧噴射攪拌工施工状況

6.2 施工結果

高圧噴射攪拌工の施工完了後、事後ボーリングを実施して改良体の連続性、強度の確認を行った。その結果を表-1に示す。試験の結果より、造成した改良杭は設計強度 ($q_u=400\text{kN/m}^2$) を満足する事が確認された。また樋管部の床付地盤を確認したところ、松杭背面まで改良がされており、当初懸念した松杭背面の未改良という事象は発生しなかった。

表-1 事後ボーリング強度試験結果

深度	材齢	一軸圧縮強さ (kN/㎡)	
		測定値	平均値
上部	28日	1,635	1,347
		1,443	
		964	
中部		1,098	874
		911	
		612	
下部		1,308	910
		616	
		805	

7. 終わりに

本文では、地中障害物が存在する場所での地盤改良工における課題解消のため、施工方法の検討を行い、その結果について報告した。高圧噴射攪拌工法は、従来から一般的に狭隘な場所や既設構造物の地盤強化手段として用いられているが、今回の様な地中障害物を撤去出来ない場合においても障害物を残置したまま適用できる事が判明した。今回の報告が同様の施工条件での工事に水平展開されることを期待したい。