

施工計画

小松天満宮近接施工における地盤改良について

石川県土木施工管理技士会
真柄建設株式会社
土木工事部
池田 秀弘
Hidehiro Ikeda

1. はじめに

梯川流域において、川幅の狭さから洪水時の水位上昇が早く、加えて沿川が低平地であることから浸水被害が慢性化しています。

今回の工事は、梯川の流化能力不足解消を目的とした改修事業の一環であり、国指定重要文化財の小松天満宮を現位置に保存したまま分水路・排水樋管を構築する工事を行うものである。

工事概要

- (1) 工事名：梯川天神排水樋管及び分水路工事
- (2) 発注者：北陸地方整備局金沢河川国道事務所
- (3) 工事場所：石川県小松市天神町
- (4) 工期：平成26年2月27日～
平成26年12月24日
- (5) 工事内容（図-1）

河川土工 掘削工1,700m³
地盤改良工 締固砂杭 Φ 630貫入長12.9m～
14.1m 改良長9.1m N=171本
柱状改良工（深層混合処理）
セメント系固化材 打設長
4.6m～6.7m N=155本
法覆護岸工 大型ブロック積266m² 魚巢
ブロック積207m² 平張ブロック積440m²
管理用通路工 一式

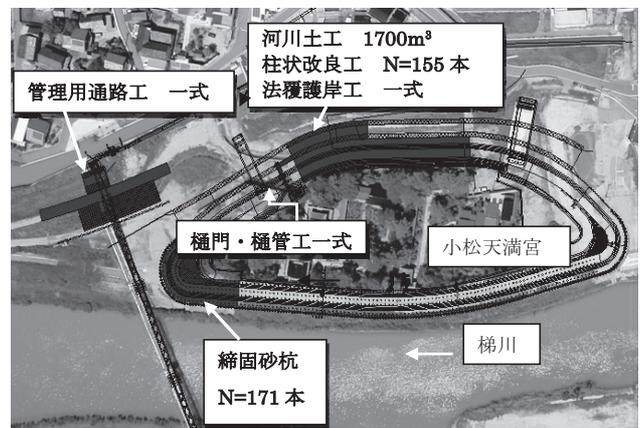


図-1 施工平面図

樋門・樋管工 樋管延長L = 13.6m
有効断面 Φ 600mm

今回工事である法覆護岸工、樋門・樋管工を構築するにあたって、基礎地盤が弱く軟弱地盤対策が必要となった。

前回工事で、構造物を構築する地盤を柱状改良（CDM工法）で施工済みであるが、格子状で改良してあり未改良部分が存在した（図-2）。そのため支持力不足、柱状改良と未改良部分との間に不等沈下が懸念された。

2. 現場における問題点

- ① 近接して小松天満宮が存在しており、騒音・振動の低い工法を選定しなければならなかった。

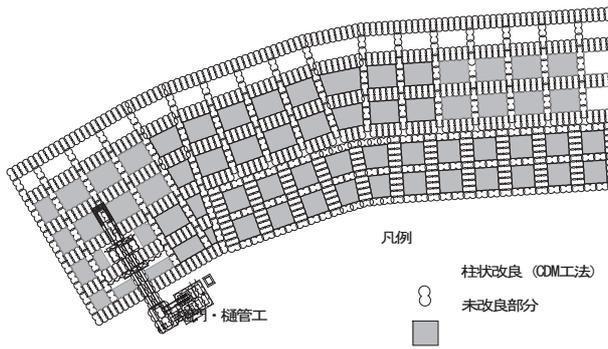


図-2 地盤改良工平面図

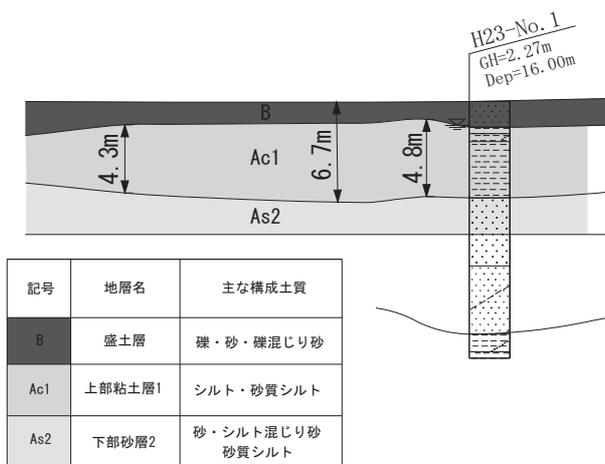


図-3 土質縦断面図

- ②四方に囲まれた既設改良体内を改良しなければならず、既設改良体への悪影響が懸念された。
- ③軟弱地盤層（Ac1層）が現地盤より最大深さで6.7m堆積しており、この深さまで地盤改良しなければならなかった（図-3）。

3. 対応策と適用結果

(1) 対応策

低騒音・低振動の機械選定、施工性、経済性、安全性を考慮して以下の4案について工法比較検討した。

第1案

中層混合処理工法（パワーブレンダー工法）

固化材を先端から噴射するトレンチャー攪拌装置により、軟弱地盤と固化材を垂直連続攪拌して、所定強度のソイルセメントを造成する工法。

第2案

深層混合処理工法（CI-CMC工法：超小型施

工機）

エアーを用いてスラリーを霧状に吐出する「エジェクター吐出」機構の開発により、高品質な改良体の造成、周辺変位の大幅な低減および硬質地盤での施工を可能とした深層混合処理工法。

第3案

二重管式高圧噴射攪拌工法（JSG工法）

改良深度まで二重管ロッドを貫入後、圧縮空気を添わせた改良体スラリーを吐出して回転引上げし、余分なスライムを排出して円柱状の改良体を造成する工法。

第4案

敷設工法（ジオテキスタイル）

盛土等の本工事の前の仮設工事として主にサンドマットの下に補強材を敷設し、敷設する材料の引張力を利用して施工機械のトラフィカビリティを確保するとともに、地盤の局所的な沈下を低減する工法。

表-1に軟弱地盤対策工法比較表を示す。

(2) 適応結果

工法選定の結果、経済性は第1案 中層混合処理より劣るが、施工方法上、四方に囲まれた既設改良体との離隔を確保でき、施工性も劣る事は無いため、【第2案深層混合処理工法 CI-CMC工法】を採用した。

近接して小松天満宮が存在していたため、エジェクター吐出方式により施工を行った。

エジェクター吐出方式とは、圧縮エアーと改良材（スラリー）を特殊形状の吐出口より、霧状に噴出する吐出方法である。従来のスラリーを吐出口から流すだけの方式に比べ、改良体全体に固化材を散布することが可能であり大径であっても高い攪拌能力を発揮した。さらに、地盤内で移動が容易となった土粒子は、地盤内の水と一体となり泥土状となって、スラリーと分離したエアーとともに地上への排出が容易となることから、施工時の周辺地盤への影響が少なくなった（図-4）。

施工方法については、改良杭造成過程を図-5

表-1 軟弱地盤対策工法比較表

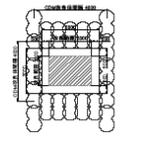
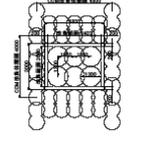
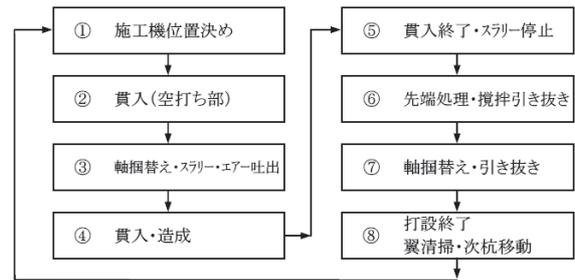
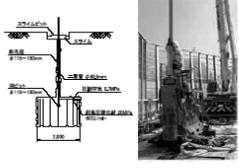
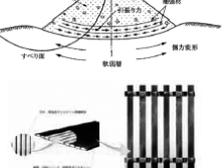
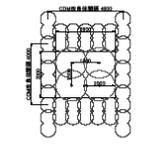
工法	第1案 中層混合処理工法 パワーブレンダー工法	第2案 深層混合処理工法 CI-CMC工法：超小型施工機
模式図		
施工機械	1.4m ² バックホウタイプ（総重量：37トン程度）	超小型クローラータイプ（総重量：15トン程度）
改良仕様	全面改良（100%改良）	良径：φ1.30m×単軸（断面積：1.33m ² ）
平面図		
施工性 安全性	トレンチャー式攪拌装置を地盤中で前後に移動させるため、四方を既設改良体に囲まれた条件下では施工性、安全性確保のためには慎重な施工を要する。 △	改良体位置に施工機をセットした後、攪拌翼を鉛直に貫入するのみであるため、精度良い施工機セットをすれば施工性に支障はない。 ○
経済性	◎	○
総合評価	経済性は最も優れる。しかし、施工方法上、既設改良体との離隔が大きく、設計要求を満足できない。 △	経済性は左記工法より劣るが、当該地における最適工法と判断される。 ○



図-4 吐出状況



工法	第3案 二重管式高圧噴射攪拌工法 JSG工法	第4案 敷設工法 ジオテキスタイル
模式図		
施工機械	ボーリングマシンタイプ（総重量：5トン程度）	人力による敷設
改良仕様	改良径：φ2.00m×単軸（断面積：3.14m ² ）	敷設材料
平面図		-
施工性 安全性	ロッド先端からセメントスラリーを高圧噴射させるため、特に既設改良体へ近接する事なく施工が可能である。 ○	地盤の局所的な沈下を低減できるが、支持力増強の効果は無い。 ×
経済性	×	△
総合評価	設計要求を満足でき、設計要求を満足できるが、経済性に最も劣る。 △	支持力確保の効果は期待できない。 ×

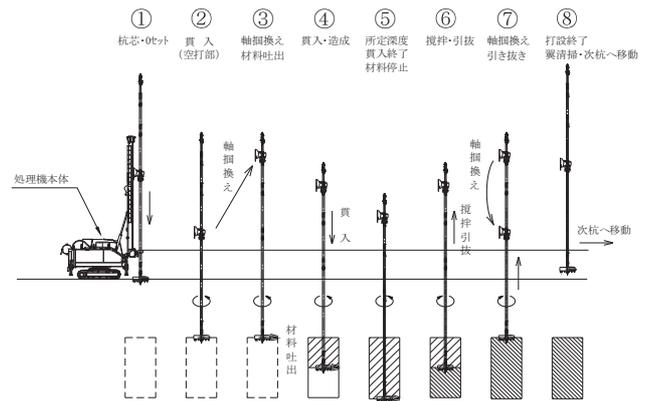


図-5 打設サイクル模式図

今回、深層混合処理工法 CI-CMC 工法を採用したことにより、小松天満宮・周辺地盤への影響もなかった。また、既設改良体への悪影響が心配だったが、攪拌軸を貫入する際にセメントスラリーを吐出し、エアリフトアップ効果によりエアと共に投入量相当の排泥が生じるため、既設改良体への悪影響（変位）は見られなかった。

品質においては、スラリーを霧状に吐出するため、バラツキの少ない高品質な改良体の造りができた（図-7）。

工程においては、既設の格子状改良を当該工法で施工しているため、新たに室内配合試験を実施する必要が無く、1カ月以上工程を短縮すること

に示す。

施工精度を上げるため全本数の既設改良体の測量を行った。次に改良体位置に施工機をセットした後、攪拌翼を鉛直に貫入するのみであるため、水平器とトランシットで精度の高いセットを行った（図-6）。



図-6 施工状況

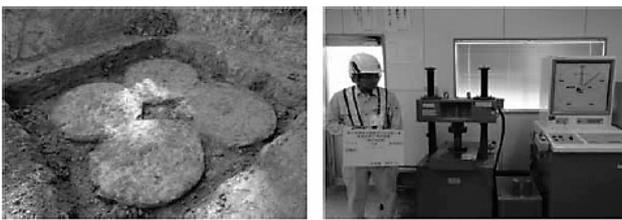


図-7 出来形確認と強度試験状況

ができた。

地域住民に対しては、小松天満宮参拝者等の安全通路を確保して、飛散防止に努めた。その結果、苦情もなく無事工事を完了することができた（図-8）。



図-8 飛散防止対策状況

4. おわりに

今回採用しなかった中層混合処理工法（パワーブレンダー工法）に補助工法として敷設工法（ジオテキスタイル）を併用すれば、工程は伸びるものの工事費を5%程度縮減できたと考える。

今回工事においては、制約条件が厳しく、新しいテーマに対しても適切な創意工夫をこらした施工計画を立て、施工・品質管理を行うことが重要である。最後に、今回の河川改修工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である北陸地方整備局金沢河川国道事務所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして、工事期間中、多大なご迷惑をおかけする中、ご理解とご協力をいただいた住民の皆様に対して、無事工事を完了できたことに感謝申し上げます。