

## 高圧線直下での ICT 対応型スラリー揺動攪拌工による地中構造物近接施工事例

東洋産業株式会社 正会員 ○小牧 貴大  
 外菌建設工業株式会社 永留 満  
 新日本グラウト工業株式会社 正会員 市坪 天士  
 株式会社トーメック 南 大輔

## 1. はじめに

一級河川「川内川」の河口域では、高潮浸水被害に対する国土強靱化の一環として、堤防の新築や嵩上げによる高潮対策事業が実施されている<sup>1)</sup>。既設堤防を撤去し改築する事業区間においては、地震時の液状化対策として、スラリー揺動攪拌工<sup>2)</sup>による礫混り砂層の地盤改良が計画された。本現場では、二重締切工とポンプ排水により、地盤改良施工時における河川水の流入対策が取られたものの、(1)大潮満潮時には施工基面が水没すること、(2)基礎地盤に既設の地中構造物を存置、隣接して地盤改良する必要があることから、現場での白線引きによる区画割作業が不要かつ高精度で平面管理が可能な ICT を活用した施工管理を採用した。また、施工ヤードの直上に川内原子力発電所から送電される高圧線（電圧 22 万ボルト）が敷設されていたため、事前に GNSS 受信機への影響調査を実施した。本稿では、その影響調査と ICT 施工の結果について報告する。

## 2. ICT 対応型スラリー揺動攪拌工の概要

ICT 対応型スラリー揺動攪拌工（WILL-i 工法）<sup>2)</sup>は、衛星通信による 3 次元計測技術を取り入れたバックホウベースマシンと掘削攪拌性能の高いリボンスクリュー型攪拌翼を用いた地盤改良機（写真 1）で、地中にセメントスラリーを注入しながら軟弱土を攪拌混合して固結体を造成する地盤改良工法である。本工法は、砂礫地盤にも対応可能かつ高精度な平面誘導、3 次元計測管理が可能な ICT を活用することで、地盤改良施工時に目視確認できない地中での攪拌混合履歴を可視化し、オペレーターの熟練度や感覚に依存することなく、確実な地盤改良施工を実現できる技術である。

## 3. 高圧線による影響調査および精度確認試験

高圧線直下においては、高圧電流の影響により人工衛星との通信障害が懸念されることから、施工に先立ち、計測座標値について、GNSS 受信機を用いた通信状況の影響調査を実施した。

図 1 は当現場の平面図であり、図中には施工する地盤改良範囲と上空の高圧線、設置した通信状況確認用の測点（No.1～No.6）を示している。図 2 は、計測座標の初期値からの変動距離を示した通信状況であり、高圧線直下に位置する測点 No.1 の Y 軸方向の 300 秒付近において、短時間で 10mm 程度の振動振幅がみられた。

キーワード 軟弱地盤、液状化対策、地盤改良、中層混合処理工法、ICT、施工管理

連絡先 〒807-0073 福岡県北九州市八幡西区町上津役東 3 丁目 18-10 東洋産業株式会社 TEL093-611-6400



写真 1 スラリー揺動攪拌工施工状況

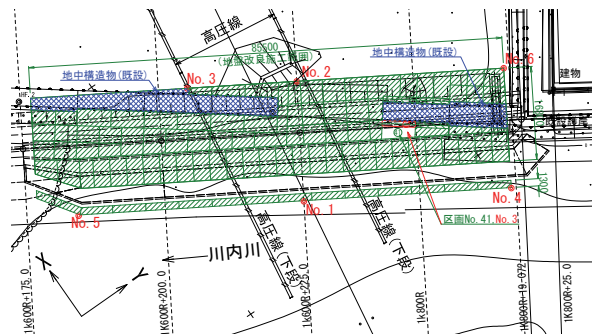


図 1 施工範囲平面図

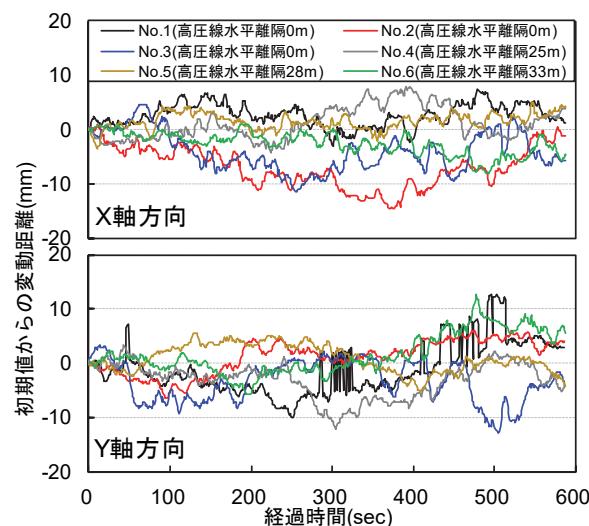


図 2 GNSS 計測座標値の通信状況

図3は、計測時間10分間の各測点における測量座標との合成較差である。高圧線直下ではない測点No.6において較差とその範囲が最も大きく、これは施工範囲外の建物と既設護岸が通信に僅かな影響を与えたものと考えられる。しかしながら、その較差は最大30mm程度であり、改良範囲外周に設置した全ての測点において、水平較差100mmの基準値以下であったことから、本現場でのICT適用は可能と判断した。着工直前には、WILL-i工法施工機を用いた精度確認試験により、水平較差 $\Delta X=5\sim 23\text{mm}$ 、 $\Delta Y=4\sim 71\text{mm}$ の基準値以下であることを確認した上で、地盤改良施工を開始した。

このように、高圧線などにより通信障害が懸念される施工場所においては、全てのICT施工機搬入に先立ち、本施工で使用するGNSS受信機を用いて通信状況を確認することが、ICT活用工事のトラブル回避に有効と考えられる。

#### 4. ICTを活用した地中構造物近接施工

本現場の施工仕様は、改良深度2.6~3.4m、固化材添加量 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $W/C=167\%$ である。堤防直下の地盤改良範囲は一部区間において、既設堤防基礎（地中構造物）の近接施工となる（図4）。この施工区画（No.41, No.3）においては、改良下端付近に攪拌翼の半幅程度の地中構造物が張り出しており、これに隣接して隙間なく改良体を造成することが求められた。WILL-i工法施工機は、地中構造物への攪拌翼接触に対しても強い構造となっていることと、攪拌翼が設計深度まで到達すると平面管理画面（写真2）で区画内の攪拌ブロックが着色される機能を有することから、オペレーターの感覚に依存することなく、区画ごとに設計深度まで確実に施工し、地中構造物に隣接した施工を可能とした。

施工後の材齢4日目に施工区画の側面を掘削して改良体出来形を確認した（写真3）。区画No.3改良体の地中構造物との隣接部において、フェノールフタレインを散布、赤色反応を確認することで、構造物に隣接した地盤改良体が造成されていることを確認した。また、本現場で施工した改良体の一軸圧縮強さは、 $q_{f28}=681\sim 997\text{kN}/\text{m}^2$ であり、所定の設計基準強度 $q_{uck}=250\text{kN}/\text{m}^2$ 以上であることを確認した。

#### 5. まとめ

高圧線直下で通信障害が懸念される現場にて影響調査を行った上で、ICT対応型スラリー揺動攪拌工を適用し、地中構造物に隣接して地盤改良施工を行った。結果として、ICTを活用することにより、所定の出来形と強度を確保した改良体を造成することができた。今後、ICT活用を推進するためにも現場データを蓄積していきたい。

#### 参考文献

- 1)国土交通省九州地方整備局川内川河川事務所，令和2年度事業概要，p7.
- 2)国土交通省新技術情報提供システムNETIS (<https://www.netis.mlit.go.jp>)，登録番号QS-210018-A.

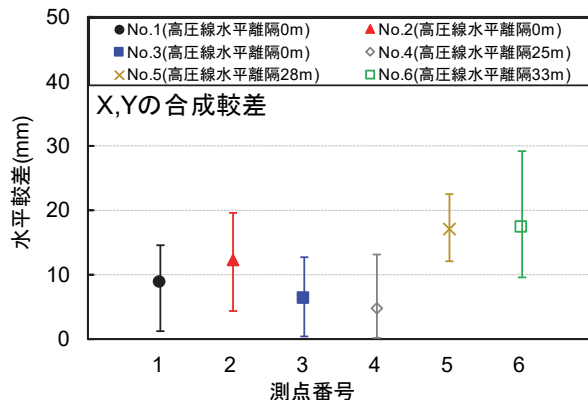


図3 測量座標との合成較差（10分間）

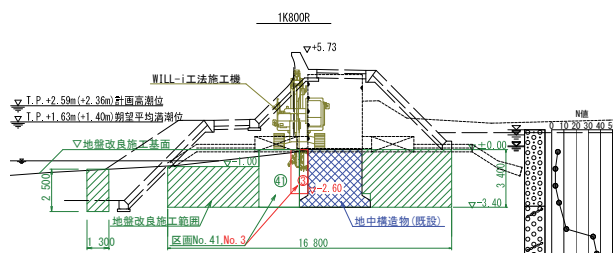


図4 施工断面図（地中構造物との隣接部）



写真2 ICT平面管理（区画No.3施工中）

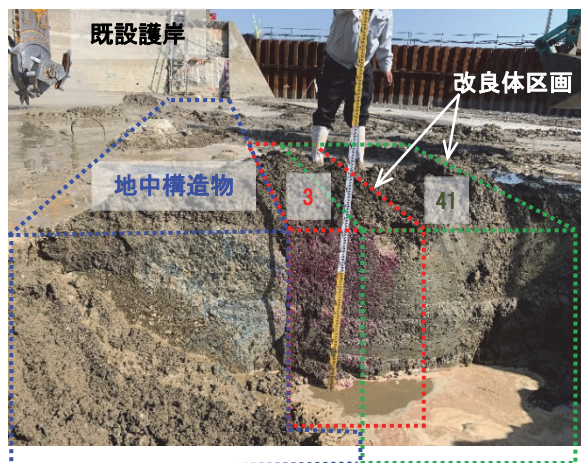


写真3 改良体側面（地中構造物との隣接部）