

高圧噴射攪拌混合による橋台背面盛土のゆるみ対策に関する適用事例

- 高精度画像変位計測を用いた自動施工管理の検討 -

前田建設工業株式会社 正会員 ○川西 敦士 正会員 金城 力
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 濱田 吉貞 正会員 小湊 祐輝

1. はじめに

橋台と盛土の接続部（以下「橋台背面盛土」という）は、施工時の締固め不足や盛土材の経年劣化、降雨による盛土材流出などのため、沈下や陥没を生じ保守上の弱点箇所となりやすい。また、地震時には橋台との相対変位が顕著となり、列車走性を低下させることもある。筆者らは、橋台背面盛土のゆるみ領域の抜本的対策として水平型高圧噴射攪拌工法による試験的検討を実施していき¹⁾²⁾。本報では、実際の鉄道営業線に対し、本工法を用いて、施工中の軌道変位に配慮するために画像変位計測による自動施工制御システムを採用した適用事例を報告する。

2. 工事概要

鉄道営業線の橋台背面盛土の沈下抑制対策の改良体配置の横断面を図-1に、側面図を図-2に、改良体割付図を図-3に示す。水平型高圧噴射攪拌工法は、狭隘地での豊富な施工実績や機械重量が軽量であるマルチジェット工法の超小型施工機を採用した。本工事では、同一高さの足場上から1段目は水平施工による下向き方向に改良角度130度の扇形改良、2段目は+3度、3段目は+6度の施工機に傾斜角をつけた全円改良による斜め施工による全長改良を行った。また、1段目は低土被り厚での施工時軌道変位に配慮し、全長改良ではなく千鳥改良による施工を行った。図-4に1段目の千鳥改良のイメージを示す。

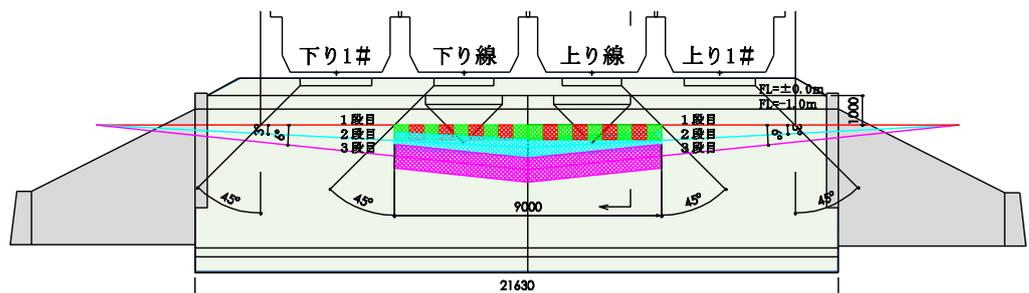


図-1 改良体配置横断面図

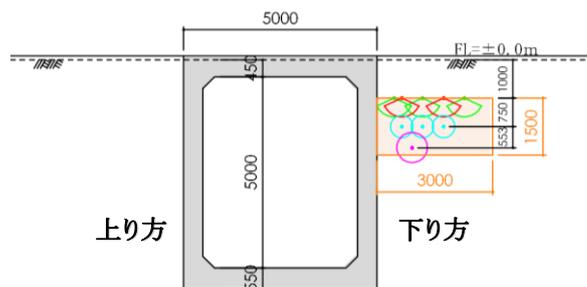


図-2 改良体配置側面図

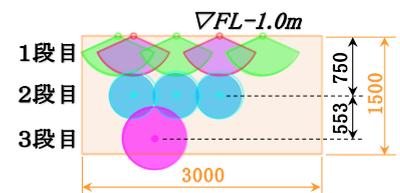


図-3 改良体割付図

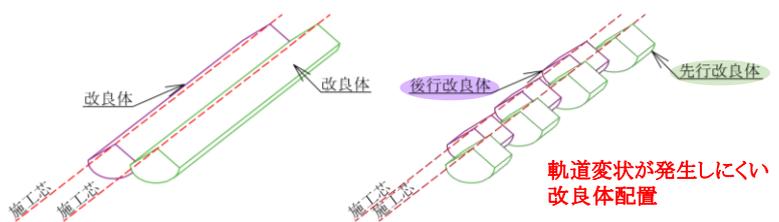


図-4 全長改良と千鳥改良のイメージ

3. 画像変位計測を用いた自動施工管理概要

施工時の軌道変位測定には、軌道検測による軌道監視に加え高性能カメラによる画像変位計測を用い、施工機械と連動した自動施工管理を行った。画像変位計測の特徴としては、①0.1mmの高精度で3次元測定可能であること、②高性能カメラ認識範囲内での多点計測が可能であること、③複数点での同時計測および連続計測が可能であることが挙げられる（図-5）。

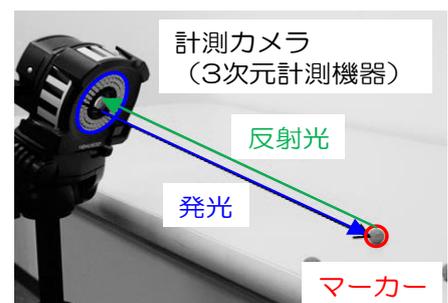


図-5 画像変位計測概要

キーワード 橋台, 沈下抑制, 高圧噴射, 画像変位, 自動計測

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株)土木事業本部土木設計部 TEL03-5276-5166

これら画像変位計測による3次元座標算出から、基準鉛直変位(±2mm)を超えると自動的に施工停止となる自動施工制御システムを採用した。具体的には、マルチジェット工法に装備されているリアルタイム管理装置と画像変位計測機器、硬化材作液ミキサーや超高压ポンプ等のプラント設備とをデータ通信によって連動させることで、基準鉛直変位を超えた場合には、硬化材の圧送や施工機引上動作が停止する仕組みである(図-6, 図-7)。その効果としては、①細分化した変位を連動監視することで、施工時の高精度な状態監視が可能、②変位状態の遠隔監視により変位異常時には携帯端末への情報送信も可能、③データ記録は電子データで保存可能、④必要に応じて、施工中の排泥排出不良による地中内の圧力上昇も計測器にて測定可能である。

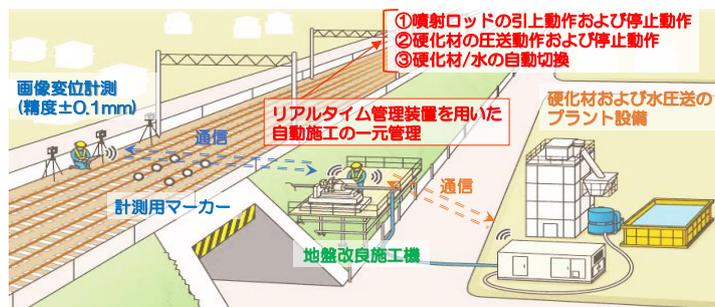


図-6 自動施工制御システム概要



図-7 リアルタイム管理装置自動制御画面

4. 施工結果

自動施工制御システムを用いた画像変位計測による軌道鉛直変位計測状況を図-8 に、軌道に貼り付けたマーカーを図-9 に、画像変位計測画面を図-10 に示す。また、軌道鉛直変位を高精度かつ連続的に計測した結果の代表例を図-11 に示す。リアルタイムで軌道監視することで、異常変位を未然に防止することができ、無事施工を完了することができた。



図-8 画像変位計測による鉛直変位計測状況

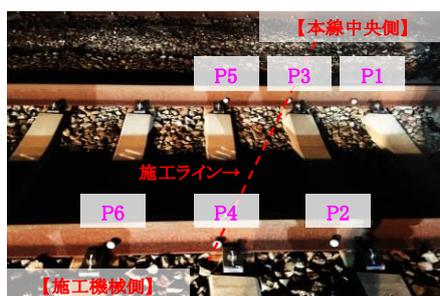


図-9 軌道に貼り付けたマーカー

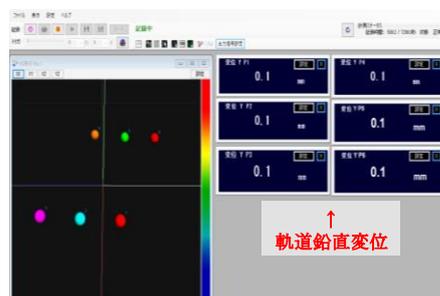


図-10 画像変位計測画面



図-11 軌道鉛直変位結果

5. まとめ

本稿では、鉄道営業線の橋台背面盛土の沈下抑制対策として、水平型高压噴射攪拌施工中の軌道変位の自動施工制御システムによる施工管理を紹介した。このように基準鉛直変位が厳しい施工条件においては、高精度で3次元変位が測定可能な画像変位によって、異常変位を未然に防止しながら施工を進めることが重要になる。今後類似工事において、このような施工管理方法が参考になれば幸いである。

参考文献 1)藤原ら：高压噴射攪拌混合による橋台背面盛土のゆるみ対策に関する実証的検討(その1)，土木学会第72回年次学術講演会 2)川西ら：高压噴射攪拌混合による橋台背面盛土のゆるみ対策に関する実証的検討(その2)，土木学会第72回年次学術講演会