

ICT 地盤改良工の新たな取り組み事例

株式会社 不動テトラ 正会員○ 伊藤 竹史 非会員 廣畑 憲史
非会員 今給黎 健一 非会員 加藤 清揮

1. はじめに

国土交通省は「i-Construction」を推進しており、2020年度からはICT施工の工種に深層混合処理工法（スラリー攪拌工）も適用された。現時点のICT地盤改良で求められるのは、GNSSによる事前測量や誘導作業の省力化と、施工履歴の明示による出来形検査の簡素化であり、現場管理の働き方改革を目指すものである。ICT地盤改良の普及により、深層混合処理工法自体の現場作業は省力化が進んできているが、地盤改良現場全体としての省力化には新たな課題もある。また、地盤改良施工機のオペレータは高齢化が進んでおり、将来的な担い手不足の問題もある。そこで、この問題の解決とさらなる省力化を目指し、拡張現実（AR）技術を活用した多目的施工支援装置（Visios®-AR）とICT技術を活用した深層混合処理工法の自動打設システム「GeoPilot®-AutoPile（ジオパイロット オートパイル）」を開発している。今回、茨城県内の道路建設工事において初めて実現場に導入した。これらの新たなICT地盤改良の取り組みについて報告する。

2. 導入現場の概要

本工事は、茨城県潮来市において、道路盛土、カルバート工等を施工するものである。当該区間の地形は、丘陵部と低地部が混在し、低地部には腐植土や軟弱な粘性土、砂質土が複雑に堆積しており、上部工に先立って地盤改良工を施工している。改良深度は最大L=13.3m、総改良土量1.6万m³、硬質支持層への根入れ施工が必要であり、大型施工機による大量施工が必要であった。写真-1に大型機による地盤改良工（CI-CMC工法）の施工状況を示す。



写真-1 施工状況

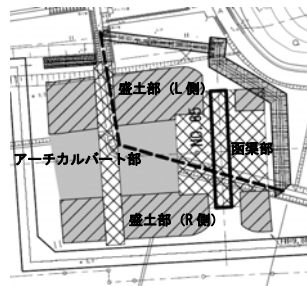
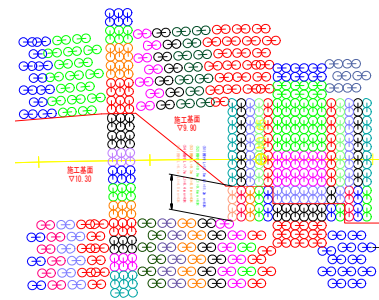


図-1 地盤改良平面図 (左: 改良範囲 右: 地盤改良杭伏図)



3. 拡張現実（AR）による施工支援の導入

GNSS位置誘導システムにより、施工位置への目杭（目印）の設置作業が省力化された。一方、地盤改良施工機の稼働は敷鉄板による足場養生は必要不可欠であり、敷鉄板の敷設は目杭を目印に実施していた。そこで、拡張現実（AR）を活用した施工支援システム「Visios®-AR」を導入した。敷鉄板の敷設を行うバックホウ、タイヤショベルにカメラ、GNSS受信機、傾斜計、タブレットを取り付け、タブレット画面で現実世界に改良杭施工位置、敷鉄板の敷設位置を表示することで、目杭を設置せずとも敷鉄板の敷設を可能となった（写真-2、3）。また、埋設管等の地中埋設物の明示も可能であり、施工時の安全性向上に寄与できる。



写真-2 Visios®-AR システム



写真-3 AR活用による敷鉄板の敷設

キーワード ICT 地盤改良 自動化施工 AR

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7番2号 (株)不動テトラ TEL 03-5644-8539

GNSS 位置誘導により目杭の設置は不要となるが、施工機の安定性等も含めた現場全体での ICT 施工を目指すには、Visios®-AR のような周辺システムも大事となると考える。

4. 地盤改良の自動化施工システムの導入

地盤改良の自動化施工システム「GeoPilot®-AutoPile」を、今回初めて実用現場で導入した。このシステムは、施工機にコントロールユニットを搭載することで、固化材スラリー流量や貫入・引抜き速度を適切な値に自動制御することを可能とした。これにより、これまでオペレータが管理計器に表示された昇降速度やモータの回転数等を確認しながら行ってきた操作が簡素化し、オペレーションモニタをタッチするのみとなった。自動化施工の状況を写真-4 に示す。

表-1 は施工時の施工機操作手順について、従来の手動による操作と GeoPilot®-AutoPile を比較したものである。従来 15 項目あった操作手順を簡素化し、4 項目の作業で済むことが確認できる。

実施の結果、当現場での複雑な層構成に対しても、各層における造成速度と固化材スラリー吐出量の自動制御がスムーズに稼働し安定した品質の提供ができた。また、オペレータの操作項目が大幅に減った事で、操作の難易度が低下したと感じた。熟練オペレータは年々高齢化しており、将来的にオペレータを確保して行くには、このようなシステムを利用した幅広い世代のオペレータの育成が必要である。

5. 新たな ICT 活用の課題

今回、新たな技術を導入して ICT 活用工事（地盤改良工）を実施してみたが、地盤改良現場での更なる生産性向上や安全性向上を実感できた。しかし、地盤改良における ICT 技術はまだ普及段階にあり、費用面での負担が生じるのも現実である。ICT 技術の活用により現場全体としての省人化、省力化の検証を行い、生産性の高い現場運営を計画する必要がある。

6. おわりに

本稿では、新たな ICT 地盤改良技術の運用の状況と得られた効果や課題について報告した。地盤改良は地中の作業となるため、知識と想像力が必要となる。特に経験の浅い若手社員には取っ付き難い分野の一つである。ICT 技術を活用することで、作業や施工管理を簡略化し、幅広い世代の人間が安全と品質を確保できる環境を作っていけると感じた。

ICT 技術は日進月歩であり、若い世代が興味を持ちやすい技術に取り組んでいき、自ら働きやすい環境を作ることで少子高齢化社会に対応していきたい。

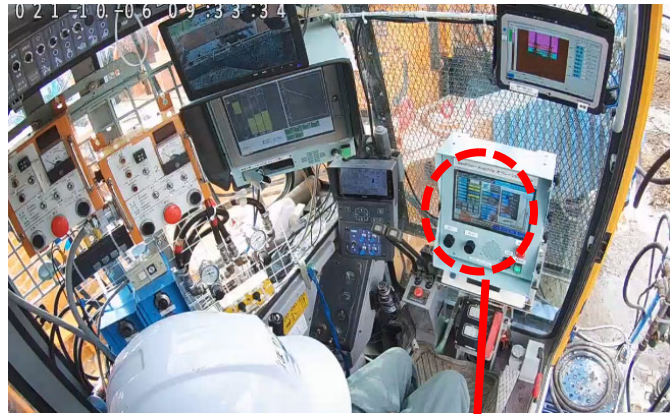


写真-4 自動化施工のオペレーションモニタ

表-1 施工操作手順の比較

項目	内容	操作	
		手動運転	GeoPilot®-AutoPile
貫入開始	開始信号の送信	開始アイコンタッチ	開始アイコンタッチ
	オーガモータの回転	制御ボタンON	
セメントスラリー吐出	攪拌軸の貫入	速度を確認しながらレバー操作	自動
	流量調整	規定量になるようにダイヤル調整	
貫入終了	攪拌軸の貫入停止	レバー中立操作	
	グラウトポンプの停止	制御ボタンOFF	
	終了信号の送信	終了アイコンタッチ	終了アイコンタッチ
引抜き開始	開始信号の送信	開始アイコンタッチ	開始アイコンタッチ
	オーガモータの停止	制御ボタンOFF	自動
先端処理	攪拌軸の引上げ	速度を確認しながらレバー操作	自動
	攪拌軸の再貫入	速度を確認しながらレバー操作	
	攪拌軸の引上げ	速度を確認しながらレバー操作	
引抜き終了	攪拌軸の引上げ停止	レバー中立操作	自動
	オーガモータの停止	制御ボタンOFF	
	終了信号の送信	終了アイコンタッチ	