

# 地盤改良を可視化する新たな施工管理システムの開発と適用事例

(株) 不動テトラ 正会員 ○秋間 健  
(株) 不動テトラ 岡戸 雅則

## 1. はじめに

地盤改良工事では地中内での作業となり、施工装置の動作を施工中に直接見ることができず、施工状況の「可視化技術（見える化）」が求められている。

さらに、熟練作業員の高齢化や少子化に伴う若手技術者の減少が懸念されており、国土交通省は生産性向上、業務の効率化を目的として情報化施工や CIM（Construction Information Modeling/Management）の積極的な導入による「i-Construction」を推進している。

従来の施工管理では、施工中の様々な情報は施工機の運転席のみに設置された施工支援画面に表示され、支持層への確実な到達の判断などをおこなっていた。そのため、複数のスタッフでリアルタイムに情報を共有して確認することはできなかった。さらに、施工情報はオシログラフや集計表の様式で、改良体ごとの帳票に出力していたため、スラリー量や電流値（貫入抵抗）などの施工データを視覚的に評価することは困難であった。

以上の課題を克服するために、地盤改良の施工状況を随時アニメーションで確認できる「リアルタイム施工管理システム」と、施工情報を 3 次元で表示できる「3 次元モデル化システム」の機能を有する新施工管理システム「Visios-3D（ビジオス・スリーディー）」を開発し、実用化に至ったので報告をおこなう。

## 2. リアルタイム施工管理システムの構成

### (1) システム構成

リアルタイム施工管理システムの構成について図-1 に示す。施工機の操作室に設置した Visios-3D のモニターが施工状況をリアルタイムでアニメーション表示をおこなう。操作室と同じ画面を事務所のパソコンや可搬型のタブレットに表示できるため、施工状況の共有・確認が可能である。

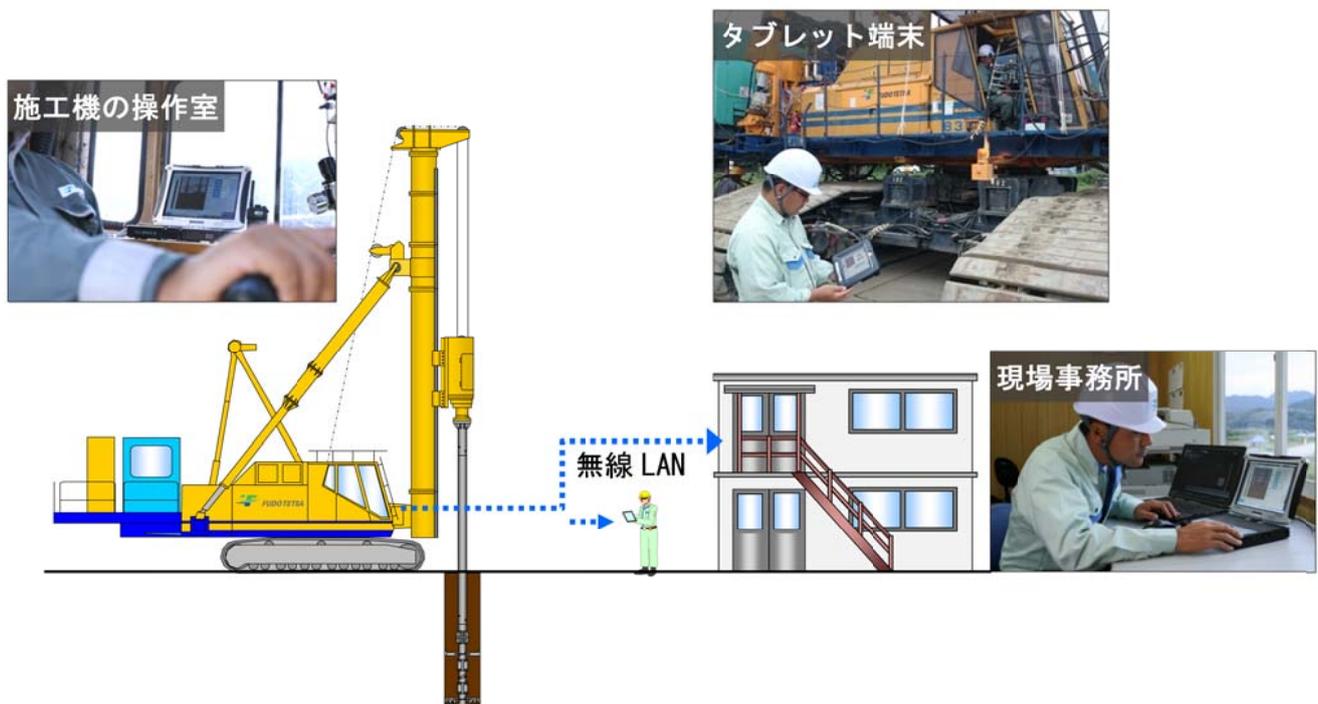


図-1 リアルタイム施工管理システムの構成

キーワード 地盤改良, 可視化, 3次元図化

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7-2 (株)不動テトラ 地盤事業本部 技術部 TEL 03-5644-8534

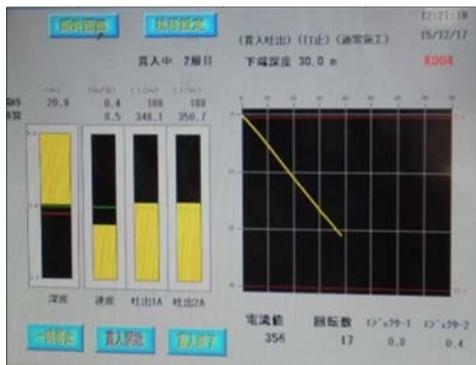
## (2) システムの特徴

リアルタイム施工管理システムの特徴を以下に示す。

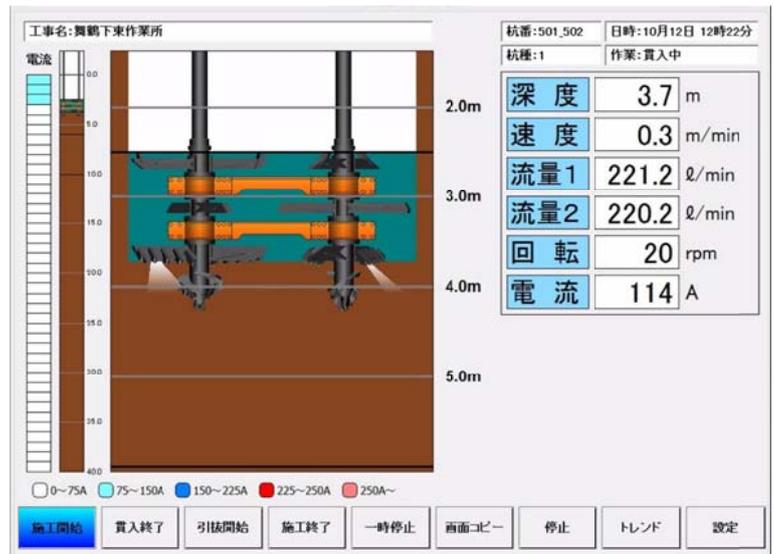
### a) 施工状況の可視化

従来の施工管理モニターに加え、地盤中の施工状況をリアルタイムにアニメーション表示する管理装置を設置することで、視覚的に施工状況を把握が可能となった。

図-2 に示すように新たな管理装置では、地盤内の施工状況がリアルタイムにアニメーション表示が可能で、「攪拌翼の先端深度」、「攪拌翼の貫入・引抜速度」、「セメントスラリーの流量」、「攪拌翼の回転数」、「オーガモーターの電流値（貫入抵抗）」も表示され、視覚的な状況把握により適切な判断ができる。



従来の施工管理計器



新たに開発したリアルタイム施工管理システム

図-2 施工状況のアニメーション表示画面

### b) 施工状況の共有化

オペレータの施工支援画面と同じ情報を、現場内 LAN 等を使用して、図-3 に示すようにタブレット端末や事務所に設置したパソコン等で複数箇所においてリアルタイムで見ることができ、施工状況の共有化および確認が可能である。



図-3 タブレット端末を使用した確認状況

### 3. 3次元モデル化システム

地盤改良の成果を、**図-4**に示すように従来の施工管理記録の帳票（オシログラフと集計表）だけではなく、CIMに適応した3次元モデル化をできるようにした。3次元モデル化をおこなうことにより、現場全体の施工記録を視覚的に評価できるようになった。

例えば、地盤改良工法の一つである深層混合処理工法のデータ処理では、**図-5**に示すように、各深度の電流値を色分け表示することにより、地盤強度に応じた貫入抵抗を視覚的に捉えることができるため、支持層への確実な到達などの判断をおこなう際、視覚的に捉えることが可能となった。**図-5**では改良下端全体が赤色で表示されており、支持層に確実に到達していることが見て取れる。

これと同様に、改良深度やスラリー流量・回転数なども色分けして表示することが可能である。

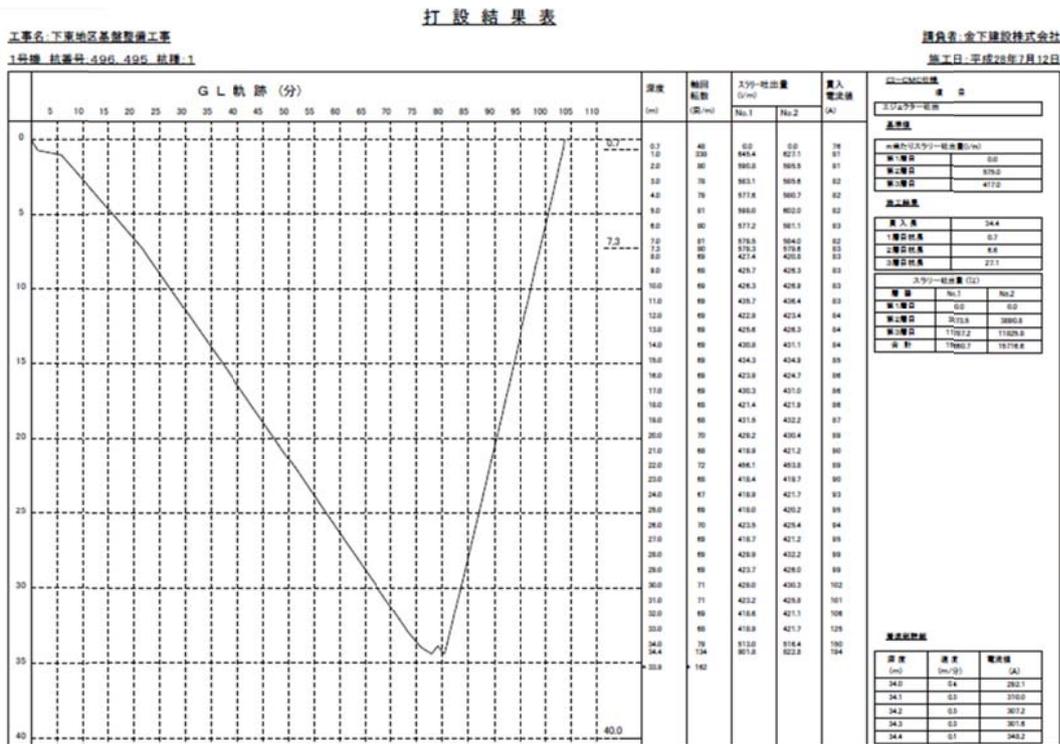


図-4 従来の施工管理記録の帳票（オシログラフ）

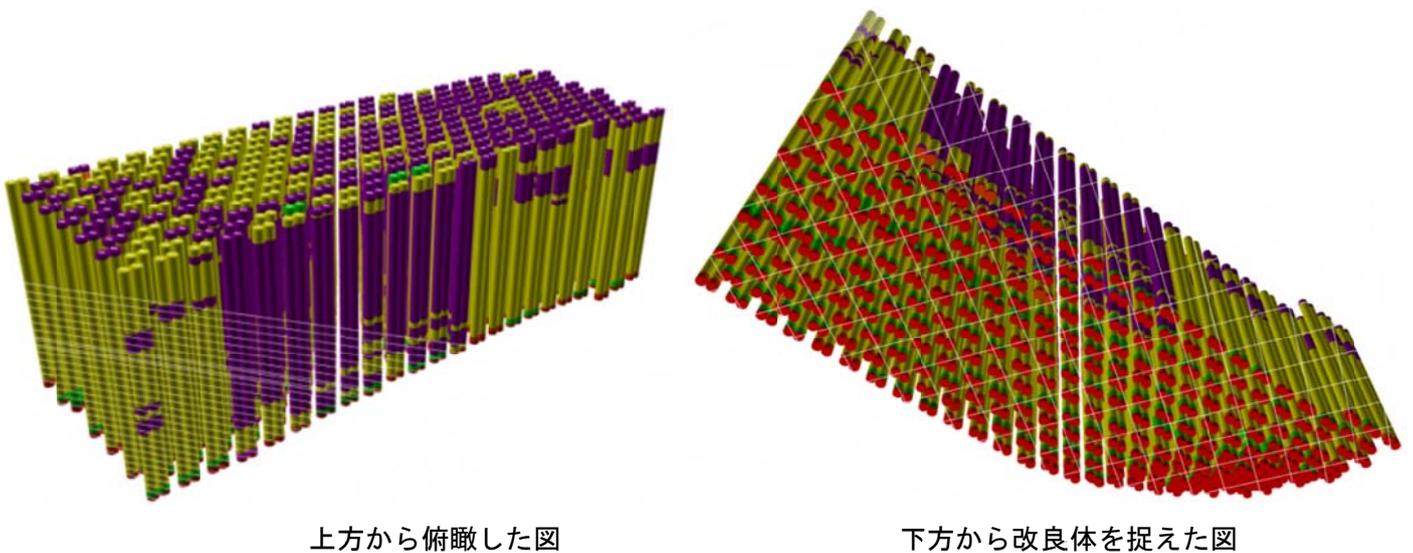


図-5 3次元モデルの図化例

#### 4. GNSSによる施工機械の位置誘導

リアルタイム施工管理システムでは、図-6 に示すように GNSS（全球測位衛星システム）を併用することが可能であり、打設位置の杭芯まで 1 cm 単位の精度で、運転席の中のモニター画面のみで施工機の誘導が可能である。

GNSS 受信機は施工機に 2 台と基地局として 1 台を現地に設置し、5 台の測地衛星からの情報を基に施工機に取り付けた GNSS 受信機から攪拌翼杭芯までの数値をオフセットすることで、杭芯の座標値を表示する。

また従来では、実際に施工した改良体の杭頭部を掘り起こして確認していた打設位置（設計と実施工の差異）を、GNSS 座標データとして記録することが可能である。



図-6 GNSS 受信機取り付け状況

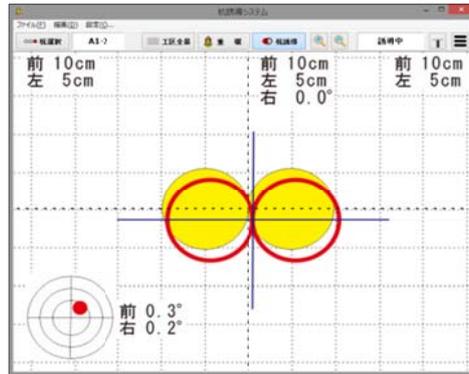


図-7 施工機械の誘導画面

(●：施工位置，○：現在の施工機械の位置)

#### 5. 従来技術との比較

表-1 に従来技術との比較を示す。

表-1 従来の管理方法と新システムの管理方法の比較

項目	従来	Visios-3D
施工状況の表示方法	・オペレータ用の施工支援画面（モニターに表示されるグラフと数値）のみ	・従来の情報に加えてリアルタイムに施工状況をアニメーションで表示
施工状況の確認方法	・オペレータが施工支援画面を目視で確認	・タブレット端末等を使用することで現場内のどこでも、複数の現場スタッフが確認
打設位置の確認方法	・誘導員が施工機を所定の位置まで誘導 ・施工後に改良体頭部を掘り起こして打設位置を確認	・GNSS によるジャストポイントへの誘導 ・GNSS 座標データで打設位置を記録と確認
施工記録の提出様式	・オシログラフ（打設結果記録表） ・集計表	・従来の施工記録に加えて打設深度、スラリー流量や電流値等の 3 次元モデル図

#### 6. おわりに

本稿では、新たに開発したリアルタイム施工管理システムと 3 次元モデル化システムである「Visios-3D」の特徴について述べた。本システムは、当社の代表的な機械攪拌式深層混合処理工法である「CI-CMC 工法」に適用しており、今後随時、他の地盤改良工法にも展開する予定である。

本システムが、従来の施工管理システムを用いる場合よりも施工中の状況をリアルタイムに確認でき、施工後の結果を 3 次元モデルで可視化することで、信頼性の高い地盤改良の提供が期待できる。

最後に、本稿を纏めるにあたりご指導ご協力を頂いた関係者の皆様に謝意を表します。