

## 地盤改良合理化施工管理システムの開発

株式会社 大林組 正会員 ○田中 博之 同 正会員 稲川 雄宣  
同 正会員 三浦 国春 同 正会員 佐々木 徹  
同 非会員 柴田 正太

### 1. はじめに

地盤改良工法では、従来、事前調査ボーリングの結果をもとに、土質性状や地盤の硬軟から改良仕様（改良径、改良率等）を決定している。設計時に想定した地盤と実際の地盤が異なると、改良不足や地盤隆起、排水量の増加といった問題が生じる。そこで筆者らは、削孔検層技術による改良範囲の地盤推定、3次元モデルを用いた地盤情報の可視化、施工状況をリアルタイム監視することで改良地盤の品質向上や施工の省力化が図れる「地盤改良合理化施工管理システム」を開発した。本稿では、開発したシステムの概要およびシステムの有効性を検証するために実施した実証試験について報告する。

### 2. 開発した技術の概要

本システムは、3つの技術から構成されている。それぞれの技術の概要を説明する。

#### (1) 削孔検層地盤推定技術<sup>1)</sup>

削孔機に取り付けた各種センサーを用いて、ケーシング削孔時にデータを取得し、分析することで改良前に施工範囲の地盤情報を把握する技術である。本技術は、既往の調査ボーリングのデータおよびその孔に最も近い施工孔を基準削孔としてキャリブレーションを用いて、削孔で得られた回転トルクデータから土質判定およびN値の推定式を求める。図-1に示すように、改良箇所の土質判定（粘性土、砂質土）及び求めた推定式を用いてN値を推定する。

#### (2) 3次元可視化技術

地盤改良工における施工情報（施工日、注入圧力など）や隆起量、削孔検層で推定した地盤情報を3次元地盤改良モデルで一元管理して可視化する技術である（図-2）。また、隆起量を3次元可視化するシステムも構築した。

#### (3) 施工状況連携技術<sup>2)3)</sup>

リアルタイム計測で得られる路面の隆起量と注入圧力などの注入情報を集約・管理する技術である。技術の概要を図-3に示す。本技術は、OCR技術（光学的文字認識技術）を搭載した携帯端末で注入装置の注入管理モニター画面に表示される施工管理情報を撮影して数値情報を

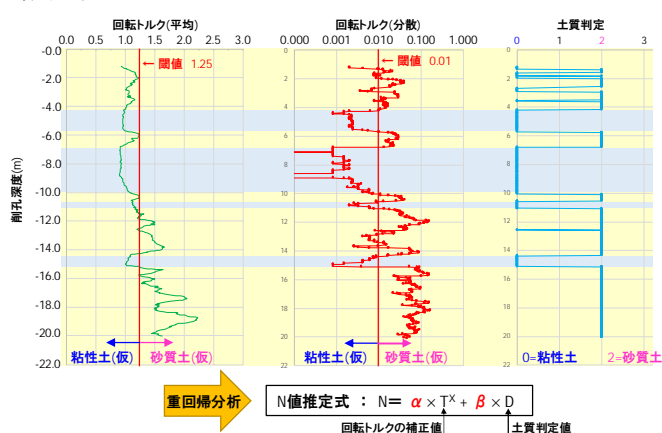


図-1 削孔検層地盤推定技術

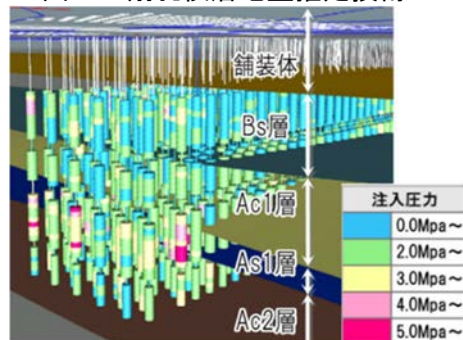


図-2 3次元可視化技術



図-3 施工状況連携技術

キーワード 地盤改良工, 地盤推定, 施工管理

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 技術第二部 TEL 03-5769-1302

自動で読み取り、取得した施工情報と回転式レーザーレベルで自動計測した隆起量を管理サーバー上で集約・管理する技術である。隆起量と施工情報を連携することで、施工ステップ毎の隆起量を一元管理でき、隆起量、注入圧力など自動警報の発報も行えるシステムとした。

### 3. 実証試験

削孔検層地盤推定技術および施工状況連携技術の有効性を検証するため、適用が考えられる地盤改良工事において実証試験を実施した。本試験では、削孔データの取得や地盤推定方法の検証、施工状況連携技術の連携状況の確認、施工情報や隆起量と推定した地盤の関連性の確認を実施した。試験を実施した位置を図-4に示す。改良箇所にもっとも近い既往の調査ボーリング孔として『01-BB-3』、N値推定式を求めるためのキャリブレーション用の基準削孔として『C14-11』を用いた。キャリブレーションを行い、実測N値に対して重相関係数0.955、重決定係数0.912と高い相関が得られたN値推定式を用いてその他の調査箇所の土質性状を推定した。また、施工状況連携技術の連携状況は良好で、リアルタイムに注入情報や隆起量のデータを集約でき、設定した警戒値で自動発報も確認できた。結果の一例（孔番：C18-10）を図-5に示す。土質判定の結果は、既往の調査ボーリングの結果と概ね一致した。N値の推定結果は、推定したN値が実測N値と比較して大きくなる傾向を有していることがわかった。これは実測N値を取得した時期と違い、地盤改良工により試験実施孔周辺での注入が進んでいたことが一因と考えられる。

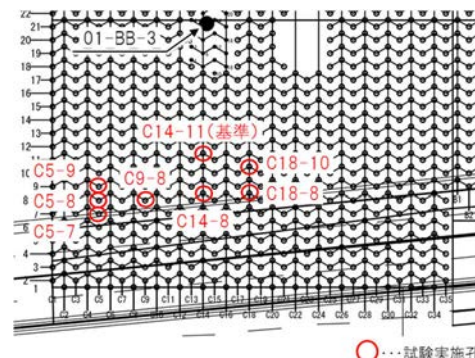


図-4 試験実施孔

に注入情報や隆起量のデータを集約でき、設定した警戒値で自動発報も確認できた。結果の一例（孔番：C18-10）を図-5に示す。土質判定の結果は、既往の調査ボーリングの結果と概ね一致した。N値の推定結果は、推定したN値が実測N値と比較して大きくなる傾向を有していることがわかった。これは実測N値を取得した時期と違い、地盤改良工により試験実施孔周辺での注入が進んでいたことが一因と考えられる。

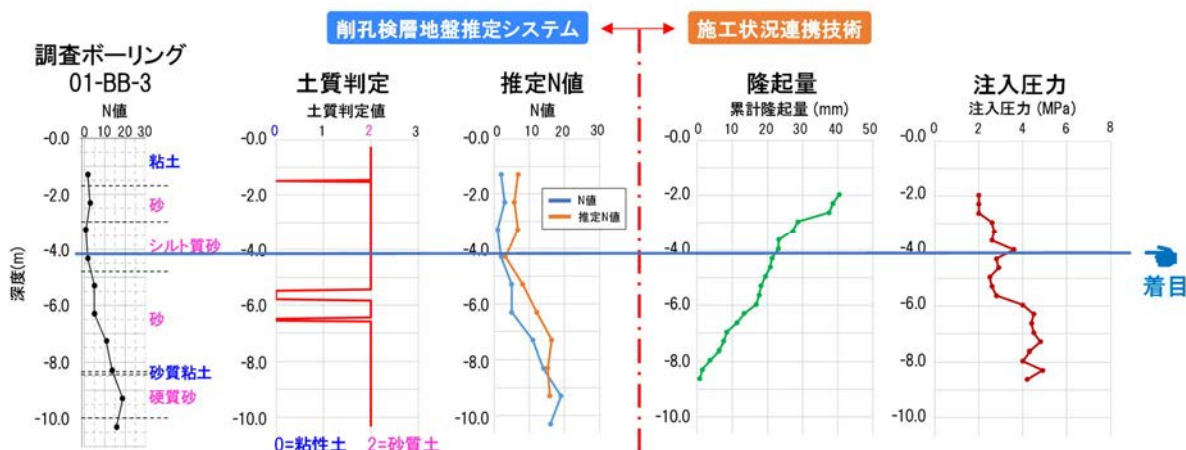


図-5 試験結果（孔番：C18-10）

### 4. まとめと今後の展望

浅層部の推定N値が大きく変化するような地盤では、隆起量も変化する傾向をもつことが示された。これにより、本技術の地盤推定結果をもとに注入前に注入速度を計画し、隆起量の抑制を図ることが可能であるとされる。さらに、施工中は各種施工情報と隆起量を一元化することで隆起量や注入圧力の上昇をリアルタイムに監視できる。そのため、隆起や注入圧力の増大傾向に応じた注入速度の調整などが可能となり、高品質かつ効率的に地盤改良を実施できると考えている。今後は、耐震工事などの地盤改良工事に「地盤改良合理化施工管理システム」を適用することで、改良地盤の品質向上、施工の省力化や環境負荷の低減に貢献して行きたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 田中他：削孔検層地盤推定システムの開発，第57回地盤工学研究発表会（投稿中），2022
- 2) 三浦他：空港滑走路下における液状化対策工事の舗装隆起管理事例，第21回空港技術報告会，2020
- 3) 三浦他：空港滑走路液状化対策工事の隆起管理事例，第76回年次学術講演会，2021