

## 地盤改良工削孔機を利用した地盤推定技術

株式会社 大林組 正会員 ○飯塚 大介 同 正会員 稲川 雄宣  
同 正会員 三浦 国春 同 正会員 佐々木 徹

### 1. はじめに

薬液注入工法や高圧噴射攪拌工法などの地中不可視部に改良体を造成する地盤改良工事では、現地盤の土質や強度に適した改良仕様にすることにより、改良体の不具合による手戻りや再施工などのトラブルを未然に防止することが可能となる。筆者らは、改良対象地盤の土質や強度を把握するために、地盤改良工で使用する削孔用ボーリングマシンを用いて削孔と同時に地盤の土質と強度（N 値）を推定する技術の開発を目指しており、これまで実地盤において、ケーシング削孔時の削孔速度、回転トルクの深度方向の変化に着目した基礎検討<sup>1)2)</sup>を行ってきた。本稿では、まず基礎検討により得られたデータから地盤の土質と強度（N 値）を推定する手法を提案し、次に推定方法の有効性を検証するための実証実験結果について報告する。

### 2. 地盤推定手法の検討

基礎検討では、削孔用ボーリングマシンでのケーシング削孔時に、削孔速度、回転トルクがどのように変化するかを検証した。基礎検討の試験ケースを表-1に、結果を図-1に示す。回転トルクは、CASE1では大きな変化が現れなかったが、CASE2では砂層削孔時に変動幅が大きくシルト層削孔時に小さくなっており、削孔速度を適切に設定することで、土質に応じて回転トルクに特徴的な変化が現れることが確認された。また、基礎検討において、CASE2の削孔速度は概ね一定の値で掘削されていることが確認されており、このような場合においては、回転トルクの深度方向の変化はN値の変化に近い傾向が示された。これらの回転トルクの変化傾向から、本稿では、①回転トルクの平均、②回転トルクの分散に着目し、①及び②のデータから、粘性土と砂質土の閾値を設定し、土質判定を行うこととした。さらに、①を説明変数、実測N値を目的変数として重回帰分析を行うことにより、N値の推定式を算出することとした。図-2に土質判定方法・N値の推定方法の概要図を示す。

表-1 基礎検討の試験ケース

CASE	スピンドル回転数 (rpm)	削孔速度 (m/min)
1	50 (高回転数)	1.0
2		2.0
3		4.0

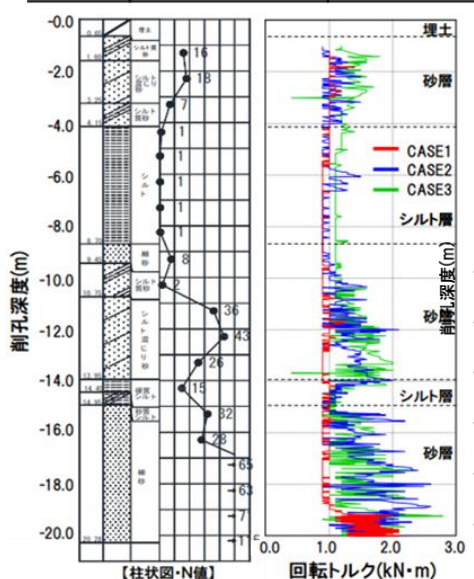


図-1 基礎検討の試験結果

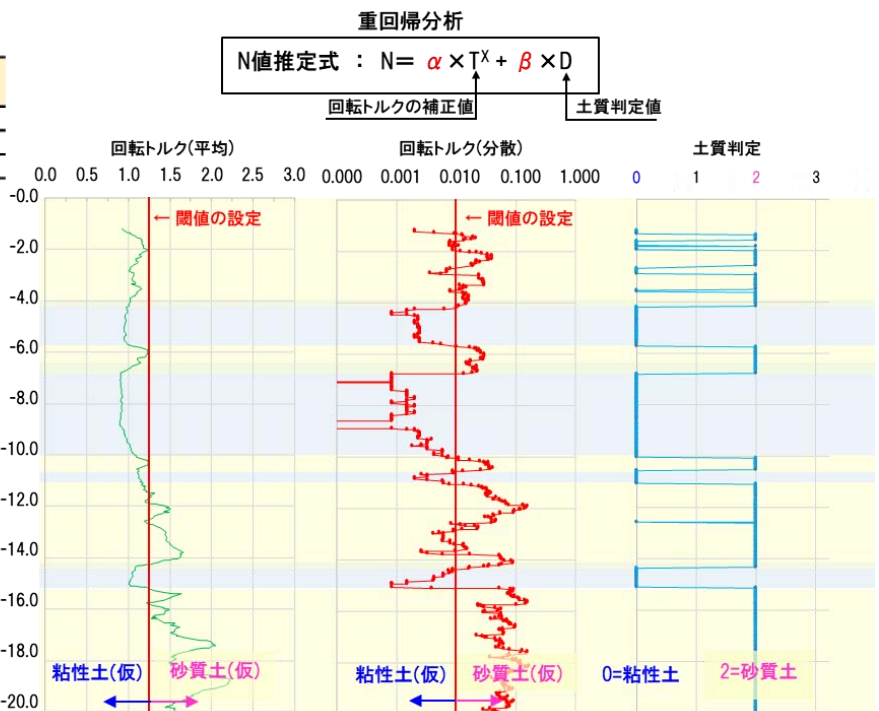


図-2 地盤推定方法の概要

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 TEL03-5769-1302

### 3. 検証事例

#### (1) 試験条件

2. で示した土質判定, N 値の推定手法の有効性を検証するため, 実証試験を行った. 調査ボーリング及び実証試験は, 図-3 に示す位置関係である. 基礎検討の結果より,

「スピンドル回転数 50rpm, 削孔速度 2.0m/min」の条件下で削孔速度を一定に保ちながら回転トルクの深度方向の変化をとらえることができると考えられたため, 本試験でも同様の条件で実施した.

#### (2) 試験結果

本試験では, 調査ボーリング①, 及び①に最も近い A 地点 (基準削孔) のデータを用いて, 土質判定の閾値の設定及び N 値の推定式の算出を行い, B, C 地点の回転トルクのデータから土質判定, N 値の推定を行った (図-4). 調査ボーリング①及び②より, ①②間で大きな地層構成の変化がないことが推察されるが, A, B, C 地点で得られた土質判定結果は, シルト質砂や砂混じり粘土のような砂質土と粘性土の性質を併せ持つ地盤において, 調査ボーリングと異なる判定を示す傾向が確認された. 一方, 本試験における N 値の推定式は重回帰分析の結果, 土質判定値の偏回帰係数より回転トルクの平均値の偏回帰係数が大きくなっていることから, A, B, C 地点の N 値は土質判定式の結果の影響を大きく受けることなく推定される式となった. その結果, B 地点の推定 N 値は, 調査ボーリング①, ②から線形補間により算出した N 値 (以下, 算定 N 値) と概ね一致しており, 高い精度で推定することができたと考えられる. 一方, C 地点は, 上部付近の推定 N 値と算定 N 値の差異が大きくなっているが, 周辺のボーリングデータの N 値と比べて明らかに異常値であり, 地山ではないと推察される. C 地点は排水路の端部付近にあたるため, 何か基礎等に当たって高いトルク値が計測された可能性が考えられる. C 地点の下部については概ね一致しており, 本手法が N 値推定に有用であることを示唆している.

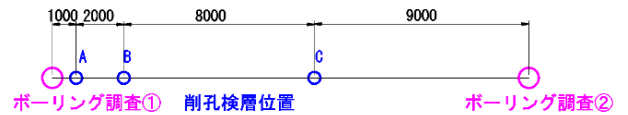


図-3 試験実施平面位置図

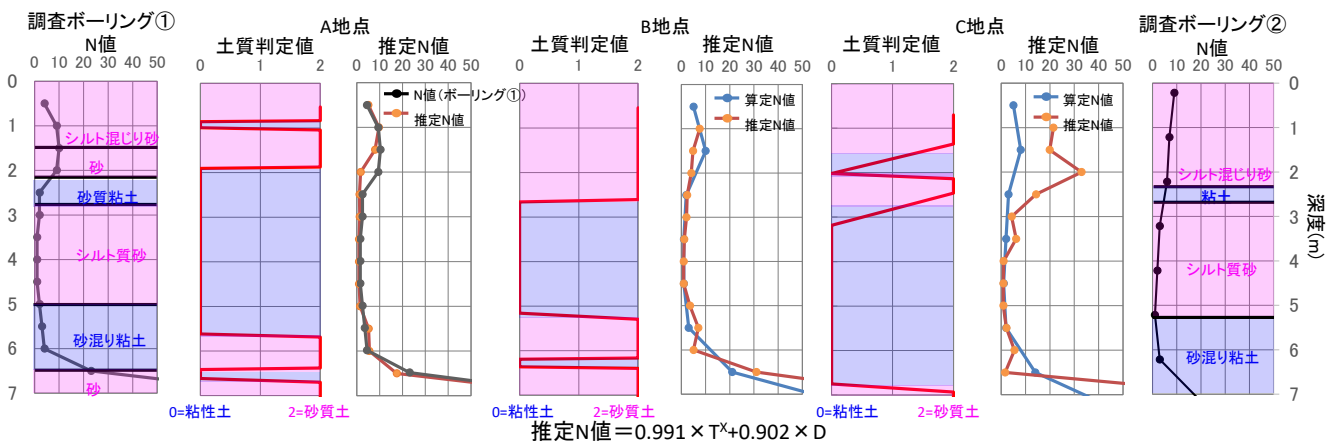


図-4 地盤推定結果

### 4. まとめと今後の展望

基礎検討の結果から, 削孔用ボーリングマシンの回転トルク値を用いて土質及び, N 値の推定式を算出する手法を提案した. 実証実験を行った結果, 砂質土と粘性土の性質を併せ持つ地盤においては土質判定が調査ボーリングと異なる傾向が確認されたが, N 値推定は提案手法が有用であることが確認された. 今後, 本技術を用いて地盤の土質や強度を適切に推定することにより, 地盤改良工の不具合防止に広く展開できるように検証を進める予定である. また N 値の推定式についても, 汎用性の高い推定式を検討する予定である.

#### 参考文献

- 1) 盛田, 重野, 稲川, 三浦, 佐々木: 地盤改良工削孔機を利用した地盤推定の基礎検討 (その 1), 土木学会第 75 回年次学術講演会, 2020 年 9 月
- 2) 重野, 盛田, 稲川, 三浦, 佐々木: 地盤改良工削孔機を利用した地盤推定の基礎検討 (その 2), 土木学会第 75 回年次学術講演会, 2020 年 9 月