

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）

株式会社 大林組 正会員 ○盛田 凱矢 同 正会員 重野 桂子
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において、通常は施工箇所近傍の地盤調査結果から施工地盤を推定して改良仕様を決定し施工しているが、現地盤が推定と異なる場合には改良体の出来形不足などのトラブルが生じている。そこで、筆者らは地盤改良工で使用する削孔機で削孔と同時に地盤を推定する技術の開発を試みた。本稿では、弊社技術研究所にて実施した試験施工について報告する。

2. 試験施工概要

薬液注入工法や高圧噴射攪拌工法では、ケーシング削孔と注入・造成工程に分けられる。本試験では、ケーシング削孔時に取得できるデータから、地盤の相違や削孔条件による取得データの変化を検証し、地盤推定の可能性について検討することを目的とする。以下に、本試験施工の試験概要を示す。

1) 使用機械及び取得データ

本試験で使用した削孔機・ケーシングの仕様を表-1、図-1に示す。また、削孔機に各計測機器を設置した。さらに、送水量増減による削孔への影響を少なくするため、インバータ制御可能な送水ポンプを設置した。

2) 施工条件

本試験ヤードの柱状図を図-2に示す。本試験では、ロームと砂礫が存在するGL-10mまで削孔し、土質の違いによる取得データの変化について検証した。また、使用する削孔機はスピンドルの回転数とフィード速度の調整が可能である。そのため、表-2に示す削孔条件を設定し、その違いによる取得データへの影響を把握することとした。

3) 取得データ

本試験の取得データ項目を表-3に示す。本試験では、計測開始から1秒毎にデータを取得した。そのうち、①ケーシング継足し、②スピンドル上昇、③施工時トラブル等の不要データを除去し、掘進時のみのデータを抽出して比較した。

表-1 削孔機・ケーシング外径

削孔機	スキッドタイプ地盤改良機	
ケーシング外径	Φ77mm	
スピンドル回転数	0～50rpm	
フィード速度	上昇時	0.0～3.0m/min
	下降時	0.0～4.0m/min
フィードストローク	1000mm	

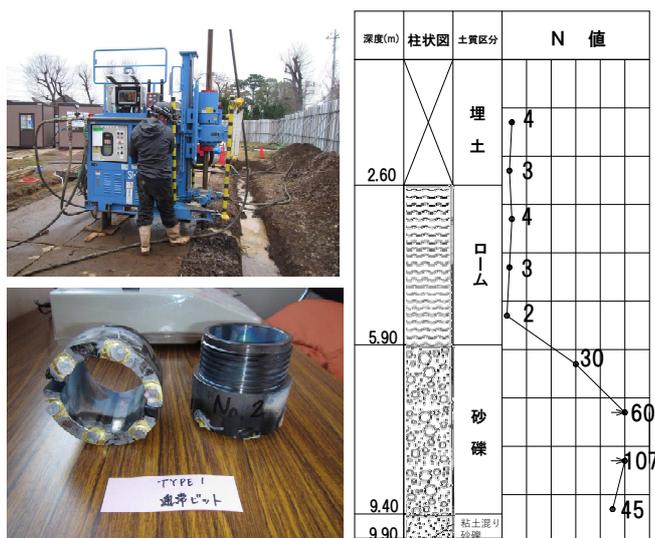


図-1 削孔機及び先端ビット 図-2 試験ヤード柱状図

表-2 削孔条件

CASE.	スピンドル回転数	フィード速度
1	30rpm (低回転数)	1.0m/min
2	30rpm (低回転数)	2.0m/min
3	30rpm (低回転数)	4.0m/min
4	50rpm (高回転数)	1.0m/min
5	50rpm (高回転数)	2.0m/min
6	50rpm (高回転数)	4.0m/min

表-3 取得データ項目

項目	単位	取得方法
削孔深度	m	エンコーダ
削孔時間	sec	計測機内臓タイマー
フィード速度	m/min	削孔深度と削孔時間から算出
回転トルク	kN・m	油圧計
フィード圧	kN	油圧計
チャック圧力	MPa	油圧計
削孔水流量	L/min	流量計
削孔水圧	MPa	水圧計

キーワード 地盤改良工 地盤推定 施工管理

連絡先：(株)大林組 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL：03-5769-1302 FAX：03-5769-1976

3. 試験施工結果

1) 回転トルクの変化

低回転数の条件（CASE1～3）と高回転数の条件（CASE4～6）でそれぞれフィード速度を1.0, 2.0, 4.0m/minに変化させスピンドルの回転トルクを比較した。各フィード速度における回転トルクの変化を図-3に示す。図-3より、ローム層では削孔条件によらず、回転トルクはCASE1～3で2.9kN・m, CASE4～6で0.9kN・mと、ほぼ一定値となった。なお、回転数で回転トルクが異なっているが、両者の油圧系統が同一であるため、高回転-低トルク、低回転-高トルクとなるよう初期設定されている。砂礫層ではCASE4～6の条件において、ローム層削孔時の回転トルクの値から大きく上昇した。特に、CASE4は、GL-8～9m付近まで回転トルクが上昇し、それ以深は減少するという変化となった。これは、N値の変化に近い傾向を示しており、地盤強度に応じて回転抵抗が増減していると考えられる。しかし、フィード速度を上げると、回転トルクのばらつきが大きく、各深度における変化も把握しにくくなった。一方、CASE1～3における砂礫層削孔時の回転トルクは、ローム層削孔時と変化がなく、地盤抵抗のような傾向を取得できなかった。

以上より、N値の大きい砂礫層では、ビット先端・周面の摩擦力が増加し回転トルクが上昇したと考えられる。一方、N値が2～4を示すローム層では、低回転数でも十分に先端地盤を削ることができ、削孔時の抵抗が小さいため回転トルクに変化が現れにくかったと考えられる。

2) フィード速度の変化

フィード速度の変化を図-4に示す。図-4より、ローム層では、回転数によらず設定したフィード速度とほぼ同等の速度で削孔できた。一方、砂礫層では、フィード速度1.0m/minの条件で、ほぼ一定の速度で削孔できたが、フィード速度2.0m/min以上の条件では、フィード速度が設定値より低下し、変化も大きくなった。このことから、フィード速度を上げたことで、ケーシングの地盤への押込み力が増加し、硬質な砂礫層では地盤の抵抗により、一定のフィード速度に保つことができなかったと考えられる。

4. まとめ

本試験結果から、高回転数で削孔することにより、

地盤に応じて回転トルクやフィード速度などに特徴的な変化が現れることを確認できた。また、フィード速度を一定にするで、回転トルクは実地盤のN値の変化に近い傾向を示しており、削孔条件を適切に設定することで、地盤推定の可能性が確認できた。

5. 今後の課題と展望

ロームのような軟弱地盤では削孔時の抵抗が小さく、削孔条件を変化させても取得データに顕著な変化が現れなかった。今後は、取得した種々のデータを詳細に検証するほか、軟弱地盤でも回転トルクなどに掘削時の抵抗を得やすくする先端ビット形状にするなど、抵抗値の取得方法も検討していきたい。

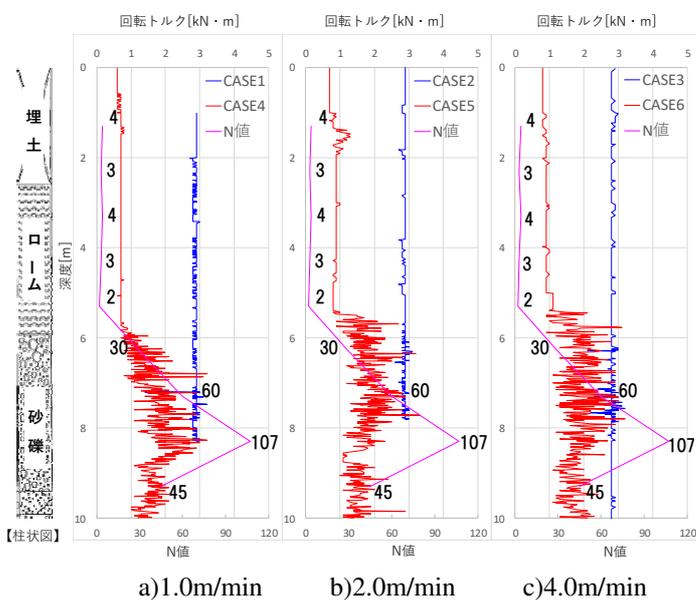


図-3 各フィード速度における回転トルクの変化

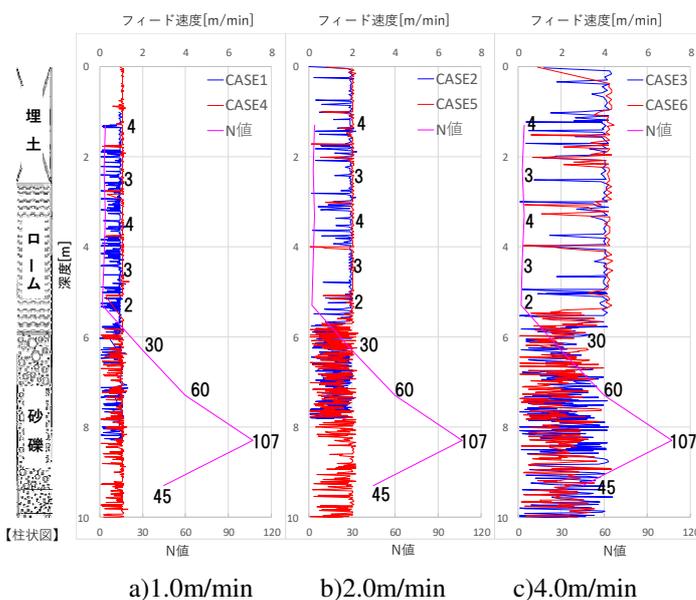


図-4 フィード速度の変化