

シールド工事における切羽前面の可視化技術の開発

東日本高速道路(株) 齊藤啓之、田中 明、松原 仁
鹿島建設(株) 正会員 ○辻 千之、森口敏美、佐藤卓哉、安部剛史

1. はじめに

泥土圧シールド工法の掘進管理では、地盤に応じて設定した切羽土圧を塑性流動化されたチャンバー内土砂により適切に地盤に伝達することが基本であり、適切な切羽土圧の設定と塑性流動性の確保には掘削断面の地盤層序とチャンバー内土砂の塑性流動状態を適切に把握することが重要となる。

従来、掘削地盤と塑性流動性の推定には、主にボーリングデータの地盤情報とカッタートルク値の変化を用いてきた。

一方、カッタートルク値は土の切削抵抗、土の攪拌抵抗、土との摩擦、軸受抵抗、軸受シール摩擦抵抗、機械損失の複合データである(トンネル標準示方書(シールド工法)2006年)ため、その変化要因を特定するためには、様々な掘進管理データを総合的に分析できる掘進担当者の高い能力が必要となる。

本報ではカッタートルク値のうち掘削地盤の推定に必要な土の切削抵抗と塑性流動性の推定に必要な土の攪拌抵抗を独立して計測し、可視化する(図-1)ことにより、簡易かつリアルタイムに掘削断面層序とチャンバー内土砂の塑性流動状態の推定ができる技術を開発し、実施工を模擬したモデル実験でその有効性が確認されたので報告する。

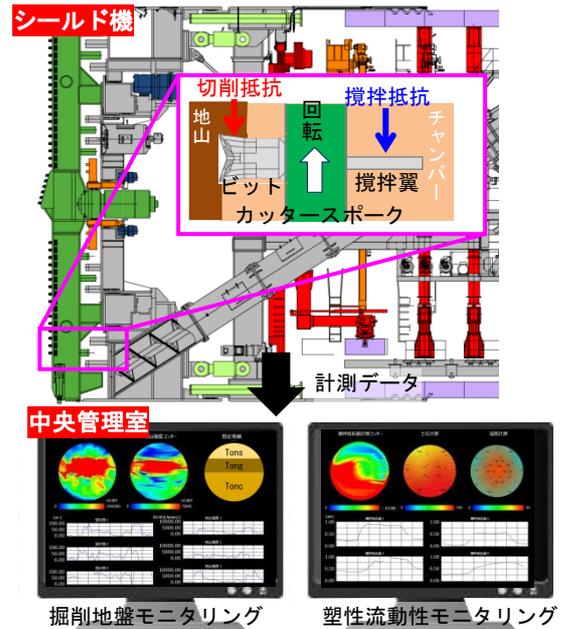


図-1 開発技術の現場での運用

2. 技術開発概要

(1) 掘削断面の地盤層序の可視化技術

カッターの地山側に設置される切削ビットの内部に歪ゲージを取り付けた歪ビット(図-2)で土の切削抵抗を直接計測する。

中央管理室のモニターに、計測された歪値から作成したコンター図とボーリングデータにより推定される掘削地盤の断面図を並べて表示し、比較することで掘削断面の地盤層序を推定する。

(2) チャンバー内土砂の塑性流動性の可視化技術

カッターのチャンバー側に設置される攪拌翼にピン型ロードセルを取付けて(図-3)土の攪拌抵抗を直接計測する。

中央管理室のモニターに、攪拌抵抗値から作成したコンター図と従来からチャンバー内土砂の塑性流動状態の推定に用いられてる土圧分布・温度分布のコンター図を表示し、比較することで塑性流動状態を推定する。

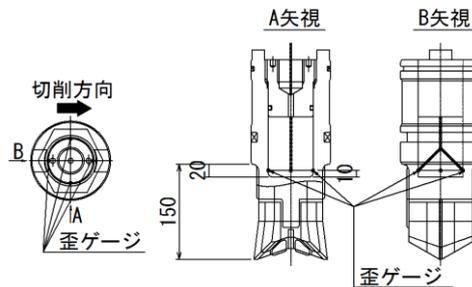


図-2 歪ビット構造図

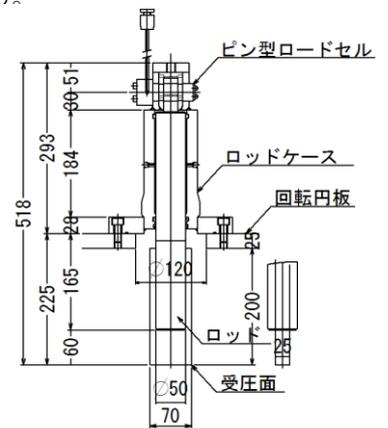


図-3 ロードセル付攪拌翼構造図

キーワード 泥土圧シールド, 技術開発, 掘削断面の可視化, チャンバー内の可視化, モニタリング
連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株)土木営業本部 TEL03-5544-0547

3. 技術開発実験

(1) 実験装置

シールド機の掘進機構を模擬した実験装置（図-4）を用いて地盤層序の可視化技術の実験（切削実験）と塑性流動性の可視化技術の実験（攪拌実験）のそれぞれについて行った。

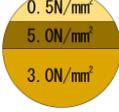


図-4 実験装置

(2) 実験方法

実験は、掘削外径φ16.1mの泥土圧シールドの実施工に合わせて実験条件（供試体（強度・土砂の粒度分布・塑性流動性）、歪ビット形状、ロードセル付攪拌翼形状、ビット・攪拌翼転送速度など）を設定する（表-1）。

表-1 実験方法一覧

	地盤層序の可視化技術（切削実験）	塑性流動性の可視化技術（攪拌実験）
実験概要	地盤を模擬した供試体を歪ビットで切削し、歪分布のコンター図と供試体の強度分布を比較する	チャンバー内の土砂を模擬した供試体をロードセル付攪拌翼で攪拌し、抵抗値分布のコンター図と供試体の塑性流動状態を比較する
供試体	<ul style="list-style-type: none"> 互層地盤を模擬 流動化処理土で強度調整（設計一軸圧縮強さ；0.5、3.0、5.0N/mm²） 	<ul style="list-style-type: none"> チャンバー内で塑性流動性に偏りがある状態を模擬 高分子系加泥材（SP-A II）で塑性流動性を調整 
計測器	歪ビット（4個）	ロードセル付攪拌翼（4個）
回転速度	6rpm	6rpm
その他条件	切込み深さ：35mm/rev	鋼製の上蓋で密閉状態を模擬

(3) 実験結果と考察

①地盤層序の可視化技術（切削実験）

供試体内で一軸圧縮強さに差がある場合、ビットに作用する切削抵抗に差を計測し、コンター図によって可視化できることが確認された（図-5）。

したがって、実施工においても掘削断面内の強度が異なる地盤をリアルタイムに検知できると考えられる。

②塑性流動性の可視化技術（攪拌実験）

供試体内で塑性流動性に偏りがある場合、攪拌翼に作用する攪拌抵抗に差を計測し、コンター図によって可視化できることが確認された（図-6）。

したがって、実施工においてもチャンバー内の土砂の塑性流動性の偏りをリアルタイムに検知できると考えられる。

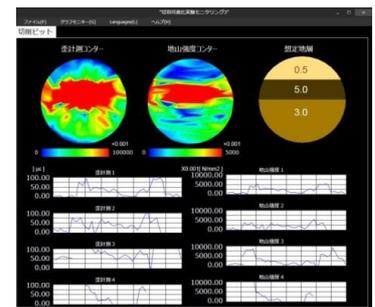


図-5 実験結果（切削実験）

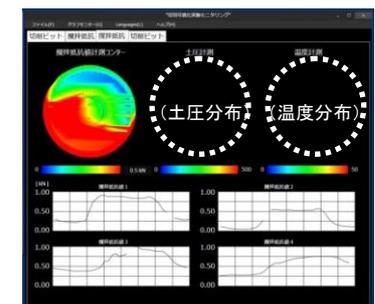


図-6 実験結果（攪拌実験）

4. おわりに

実際のシールド機および施工条件を想定したモデル実験において、掘削地盤と塑性流動性をリアルタイムにモニタリングできることが確認できたため、今後は実施工において活用していく予定である。