

# チャンバー内土砂流動管理技術を用いた鉄道営業線直下におけるシールド施工

(株)大林組 正会員 ○日野 義嗣  
京王電鉄(株) 正会員 寺田雄一郎  
京王電鉄(株) 岩村 忠之  
京王電鉄(株) 正会員 沼澤憲二郎  
大林・京王・前田・鴻池建設共同企業体 正会員 高橋 寛

## 1. はじめに

調布駅付近連続立体交差工事(土木)第2工区は、京王電鉄京王線(柴崎駅～西調布駅間)及び同相模原線(調布駅～京王多摩川駅間)連続立体交差事業のうち、布田駅開削工事(延長 236m)を含む国領駅から調布駅までの上下線2本(掘進延長  $861\text{m} \times 2 = 1722\text{m}$ )を泥土圧シールド工法により鉄道トンネルを築造する工事である。本稿では、切羽の安定保持に必要となる、チャンバー内土砂の良好な塑性流動状態を確保・維持するために導入した、当工事で3件目の適用となるチャンバー内土砂流動管理技術の概要と適用結果について報告する。

## 2. チャンバー内土砂流動管理技術の概要

本技術の概要を図-1に示す。本技術はフラッパー装置によるチャンバー内のリアルタイム計測技術、3次元でチャンバー内をモデル化した上でフラッパートルクの計測値と解析値とを整合させる土砂流動解析技術、及びチャンバー内の塑性流動状態を評価し、掘削添加材の注入管理に活用する掘進管理技術からなっている。

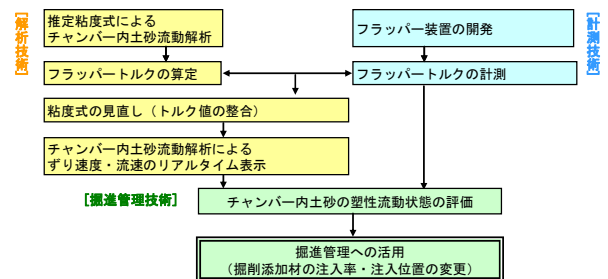


図-1 チャンバー内土砂流動管理技術の概要

## 3. 適用工事概要

トンネル外径は $\phi 6700\text{mm}$ であり、泥土圧シールドにて土被り(最小土被り  $4.7\text{m} : 0.69\text{D}$ )で縦断方向に連続して掘進する。上り線を施工後、シールドの回転・杠上(こうじょう)を行い、下り線を施工する。シールドの掘削対象地盤の大半を占める立川礫層(Tag)は、玉石状の砂礫を含む砂礫層であり、バインダー分が5%以下という特徴を有している。

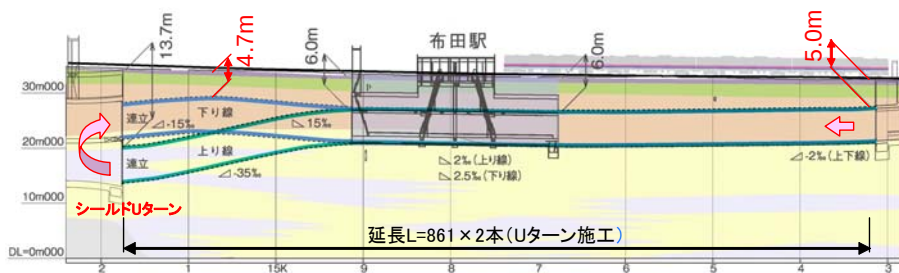


図-2 縦断図

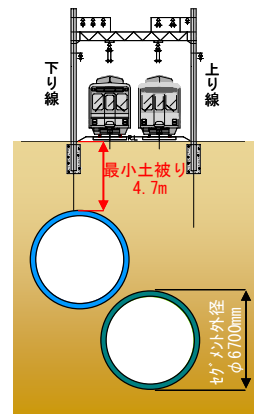


図-3 断面図

## 4. 管理方法

チャンバー内に電動回転式フラッパーを設置し、その回転トルクを計測するとともに、その結果を踏まえた土砂流動解析により流速及びずり速度を算出し、チャンバー内土砂の塑性流動状態を評価した。さらにその解析結果をリアルタイムで表示し、掘削添加材(気泡及び加泥材)の注入量・注入位置の見直しを図った。写真-1にフラッパー装置を示す。赤丸で示す部分がフラッパー設置箇所である。

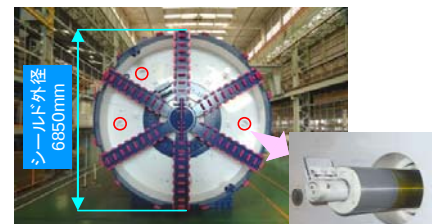


写真-1 フラッパー装置

キーワード 泥土圧シールド、塑性流動性、フラッパー、営業線直下、土砂流動管理技術、切羽管理

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 TEL 03-5769-1318

## 5. 解析値と計測値の比較

土砂流動解析では、掘削土砂を非ニュートン流体と仮定し、推定した粘度式を用いて解析を行った。この粘度式は計測値を元に随時逆解析により見直しを図り、その精度を向上させた。

図-4 は 10 リング分のフラッパートルクの計測結果と解析結果を表したものである。両者は概ね整合しており、推定した粘度式は妥当であったと考えられる。図-5 はその内代表的な 1 リング分の掘進データであるが、カッタートルク及びチャンバー内土圧に大きな変動もなく、安定した掘削ができている様子が分かる。排土状況が良好であったことを鑑みるとチャンバー内土砂は適度に塑性流動化していたと考えられる。

## 6. 塑性流動状態のリアルタイム表示

先に述べたように、本技術では、掘削土砂の評価に粘度式を用いており、地質条件に応じた粘度式の設定が重要となる。本技術は、当工事で 3 件目の適用であり、過去の実績<sup>1)2)</sup>により粘度式の設定がスムーズに行えるようになったこと、また、逆解析による粘度式の更新作業の時間短縮が図られるようになったことにより、チャンバー内土砂の塑性流動状態のリアルタイム表示が可能となった。具体的には、塑性流動状態の判定指標となる流速及びずり速度の分布を、設定した断面毎にベクトル図、コンター図にて図化するものである。その一例を図-6 及び図-7 に示す。これらは、前述の順調な掘進であったリングのチャンバー内の様子であり、適度に塑性流動化されているケースの分布図である。

本技術では、掘進管理方法として、これまでフラッパートルク値(計測結果)をリアルタイムに反映させ行っていた。今回、解析結果のリアルタイム表示が可能となったことで、チャンバー内土砂の塑性流動状態を視覚的に捉えながら掘進に反映できるようになり、より高度な掘進管理を行えるようになった。

## 7. おわりに

2009 年 1 月に到達した上り線本掘進では、営業線直下、小土被り、全断面礫地盤という厳しい条件であったが、本技術を導入することなどにより、軌道及び地盤の変状を 0mm～3mm に抑え、無事に施工できた。本技術は、チャンバー内土砂の塑性流動状態をリアルタイムに評価でき、当工事のような小土被り、砂礫地盤の条件での適用も可能であることが確認できた。今後、これまで実施した大断面での実績<sup>1)2)</sup>に加え、小土被り・砂礫地盤におけるデータを蓄積することで泥土圧シールドの適用性をさらに広げていく所存である。

## 参考文献

- 1) 小西ほか：泥土圧シールドにおけるチャンバー内の土砂流動管理技術の実施工への適用，第 61 回年次学術講演会 6-102 2006.9
- 2) 松原ほか：大断面泥土圧シールドにおけるチャンバー内可視化技術，第 60 回年次学術講演会 6-101 2005.9

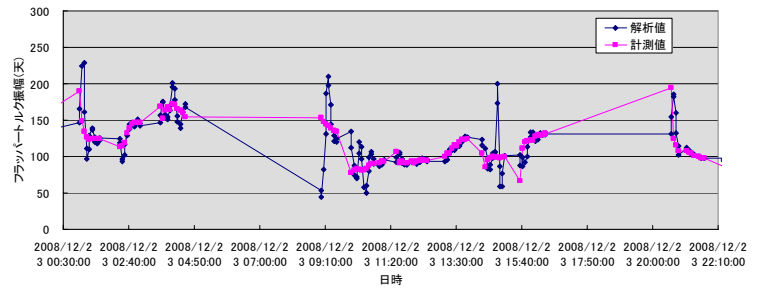


図-4 解析値と計測値の比較

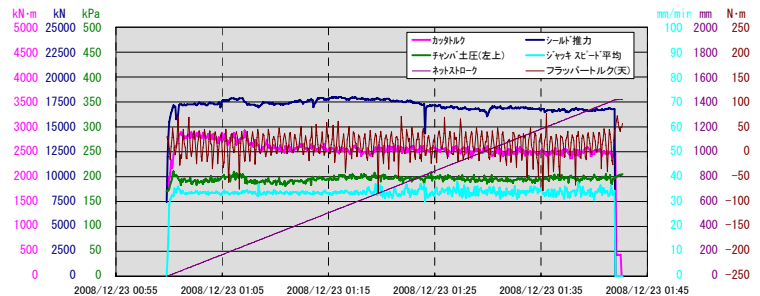
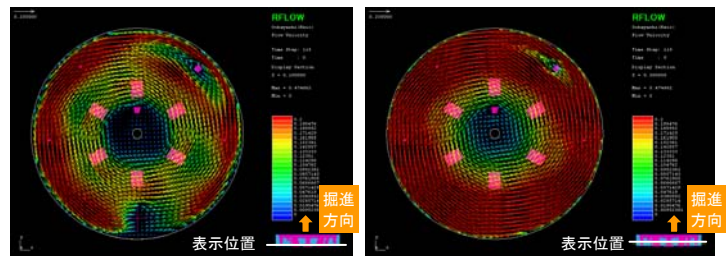


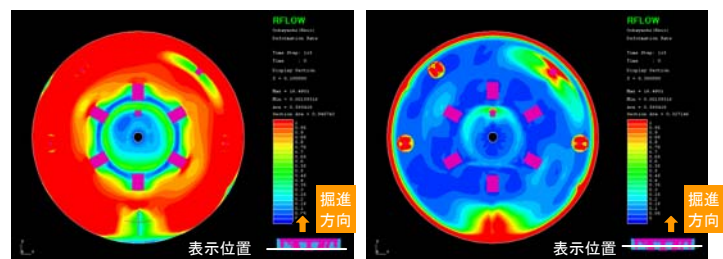
図-5 掘進データ



隔壁部

隔壁より 300mm 離れた断面

図-6 流速の分布図



隔壁部

隔壁より 300mm 離れた断面

図-7 ずり速度の分布図