

## 傾斜地盤を考慮した中折れシールド挙動シミュレーション

長岡技術科学大学 学生会員 中川侑大 松本貴士 正会員 杉本光隆  
 東京都 正会員 中村益美  
 (株)奥村組 正会員 津坂治

### 1. はじめに

現在、シールドマシンの制御・操作は自動掘進システムにより行われている。しかし、地盤物性値、マシン作用力、掘進中のシールド挙動は未解明な点が多い。そこで、掘削領域を考慮できるシールド機動力学モデル<sup>1)</sup>が開発してきた。過去の研究<sup>2)</sup>では、トンネル横断方向に地盤が傾斜している場合、左右非対称な余掘り有効率で表現したが、本研究では、傾斜地盤を考慮できる3次元地質構造計算アルゴリズムを用いて、中折れシールド挙動シミュレーションを行い、本動力学モデルの妥当性を検証する。

### 2. 現場概要

解析区間：直線区間 (2550~2578 Ring, 134 Step)  
 平面線形：直線, 縦断線形：下り 0.06 %  
 土被り : 13.42~13.53 m  
 地下水位：GL 8.6~5.4 m  
 地盤 : トンネルは軟弱地盤の下部有楽町層粘性土層上部 (Y1cu 層: N 値=0~2) と下部有楽町層粘性土層下部 (Y1cl 層: N 値=0~6) の境界に位置する。

シールド：泥土圧式V中折れシールド

### 3. 解析方法

平面線形が直線の区間で、ジャッキ水平モーメントを左右に作用させていることから、トンネル横断方向に地盤が傾斜していると考えられた。そこで、右向きのジャッキ水平モーメントを作用させている区間で、トンネル横断方向に 20° の傾斜地盤を想定した。

また、シールド上向きでジャッキ鉛直モーメントが下向きをとなっていて、通常では想定できない状態であった。そこで、通常、法線方向土圧に動摩擦係数を乗じて算出するスキンプレート周り軸方向動摩擦係数を動的付着力  $C_{ms}$  で与えた。さらに、軟弱地

盤の下層(N 値=0~6)より、さらに軟弱な上層(N 値=0~2)の方が変形しやすいことから、上層のスキンプレート周りの軸方向動摩擦力を規定する動的付着力  $C_{ms}$  を大きく設定した。

### 4. 解析結果

図-1 に示すシールド軌跡縦断図、平面図から、動力学モデルによるシールド軌跡は実測値と良く一致

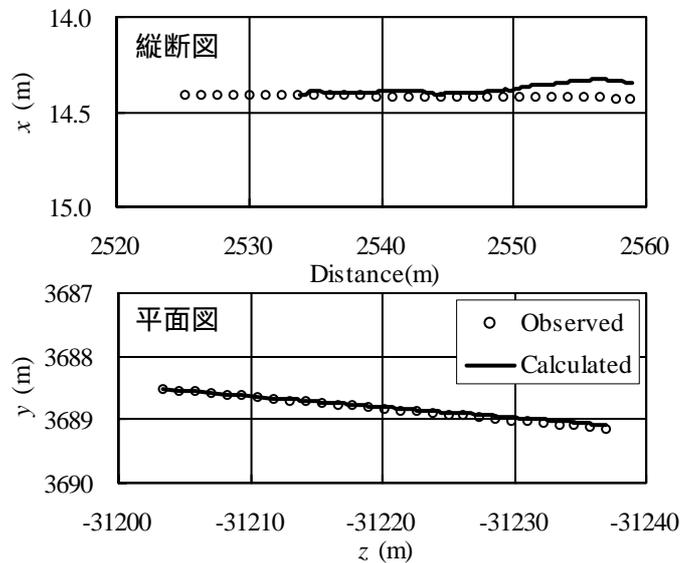


図-1 シールド軌跡

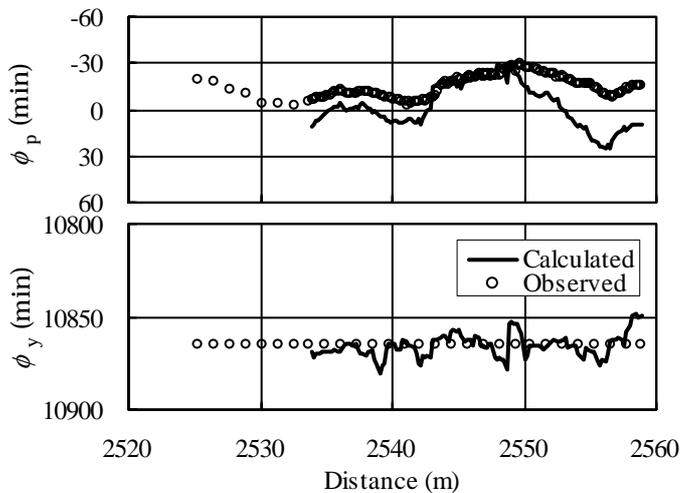


図-2 シールド挙動

キーワード：シールド, 中折れ, シミュレーション, 動力学モデル, 現場実測データ

連絡先：〒940-2136 新潟県長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学建設系 TEL: 0258-46-6000 FAX: 0258-47-9600

していることがわかる。

図-2に、ピッチング角 $\phi_p$ (下向き正)、ヨーイング角 $\phi_y$ (右向き正)の実測値と計算値を示す。図より、ピッチング角は、距離程 2542 m 付近までは実測値より計算値の方が約 10min 程下向き、距離程 2550m以降では計算値は徐々に下向きとなり、シミュレーション終了時には実測値より約 25min 下向きとなっているが、全体的な傾向は一致していること、ヨーイング角は約 20 min の範囲でばらついているが計算値と実測値はほぼ一致していること、がわかる。これらは、設定した余掘り有効率、地盤の傾斜角度がほぼ妥当であったこと、距離程 2550 m 以降において地盤物性値、地質構造が変化した可能性があるが、シミュレーションは各層を均質な地盤と想定しているので、これらの影響を表現できなかったこと、の結果であると考えられる。

図-3に、シミュレーション終了時におけるカッターフェイス法線方向全土圧分布図を示す。この図より、カッターフェイス中心で土圧が大きくなっていること、下側 1/3 より上側 2/3 で土圧が大きくなっていること、トンネル横断方向に想定した傾斜地盤の影響が見られること、がわかる。これらは、カッターフェイス中心ではカッタービット切り込み角が大きくなること、上部に位置する Y<sub>1cu</sub> 層が N 値 0~2 の軟弱地盤であるため変形しやすく、カッターフェイスに大きな切羽土圧が作用すること、のためであると考えられる。

図-4に、シミュレーション終了時のスキンプレート法線方向全土圧分布図を示す。ここで、横軸 0、360deg はシールド下端を、180deg はシールド上端を示し、軸方向上側はシールド掘進方向である。図より、90°、315° 付近において、シールド軸方向にラインが入っていることがわかる。これは、上部層と下部層との境界があるため、図-3で傾斜の影響がスキンプレート(円周上)に現れる位置と一致している。

5. まとめ

傾斜地盤を考慮できる 3 次元の地質構造計算アルゴリズムを用いた中折れシールド挙動シミュレーション結果は、実際のシールド挙動と良く一致した。したがって、適切な物性値を用いれば、傾斜地盤を考慮したシールド挙動を本動力学モデルで表現でき

ると考えられる。

参考文献

- 1) 杉本光隆・Aphichat Sramoon：施工実績に基づくシールド機動力学モデルの開発，土木学会論文集，No.673/ -53，2001.
- 2) 川崎裕士，杉本光隆，中村益美，大林正明，岡田章，津坂治，粥川幸司：シールド機動力学モデルによる軟弱地盤におけるシールド機挙動シミュレーション，第 60 回年次学術講演会講演概要集， -208，2005

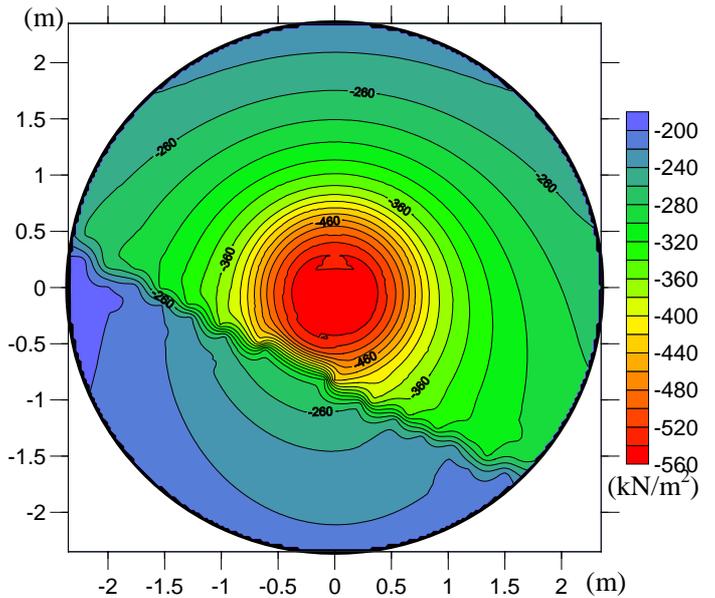


図-3 カッターフェイス法線方向全土圧分布

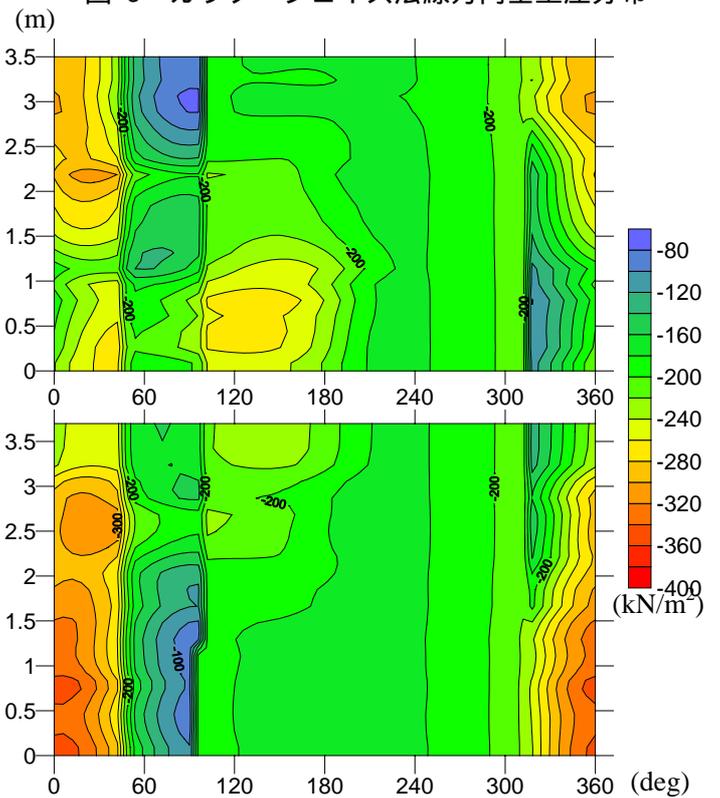


図-4 スキンプレート法線方向全土圧分布