

## 現場実測データによる中折れ対応シールド機動力学モデルの検証

長岡技術科学大学 小室貴史 杉本光隆 Aphichat Sramoon

東京都第三建設事務所 清水孝之  
日本シビックコンサルタント株式会社 団 昭博

### 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るようになってきている。しかし、地盤物性値、マシン作用力、掘進中のシールド機挙動は未解明な点が多く、シールド機自動掘進システムは理論的背景を持たない。そこで、掘削領域、テイルクリアランス、動的釣り合い、CF回転方向、シールド機のスライド、緩み領域を考慮できるシールド機動力学モデルが開発されてきた。そこで本研究では、急曲線部における中折れシールド機挙動の実測値と動力学モデル<sup>1) 2)</sup>による計算値とを比較することにより、中折れシールド機動力学モデルの妥当性を検証することを目的とする。

### 2. 解析データ

解析では善福寺取水施設工事の87～168Ringの実測データを使用した。本現場の特徴は、直径7mクラスのトンネルとしては急曲線施工となるR100mを含んでいること、地質はN値50以上の自立性の極めて高い洪積細砂層と固結シルト層で形成されていること、中折れ機構、コピーカッタを使用していること、である。

本現場の概要図を図-1に示す。

### 3. 解析方法

解析手順は以下のとおりである。

#### 1) 実測データによる入力物性値の推定

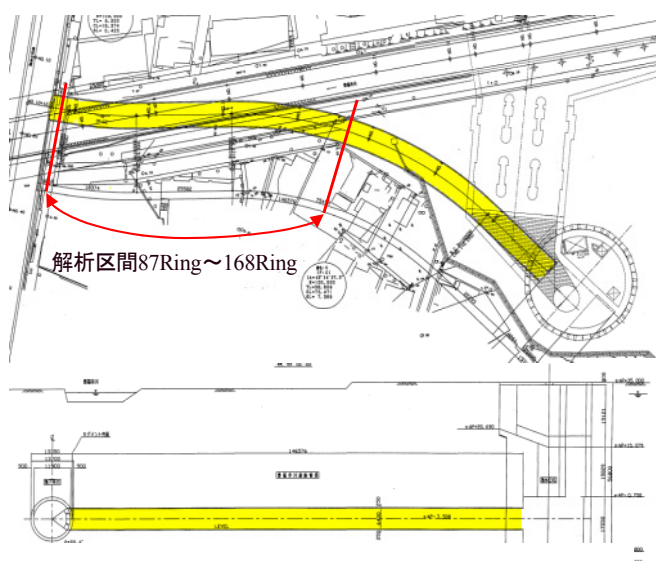


図-1 現場概要図

#### 2) シールド機挙動予測

なお、カッタフェイスやコピーカッタの有効な余掘りの量は、不明であることから直接探索法でこの値を推定した。

### 4. 解析結果

シールド機軌跡縦断面図、平面図を図-2に示す。図-2より動力学モデルによるシールド機軌跡は実測値と曲線部、直線部ともに良く一致していることがわかる。

図-3にシールド機挙動の実測値と計算値を示す。この図より、ヨーイング角 $\phi_y$ （方位角）およびピッチング角 $\phi_p$ （+：下向き）の計算値は実測値と良く一致していること、掘進速度 $v_s$ は後半部でばらつきがあるが実測値と良く一致していることがわかる。

図-4、図-5は、スキンプレート展開図上に、距離128.56mにおけるシールド機周辺の法線方向地盤変位分布（+：掘削面がトンネル外側へ変位）とスキンプレート法線方向土圧分布を示したものである。ここで、周方向0、360degはシールド機下端を、180degはシールド機上端を示し、軸方向上側はシールド機掘進方向である。

図-4より掘削面はほとんどが主働状態であるこ

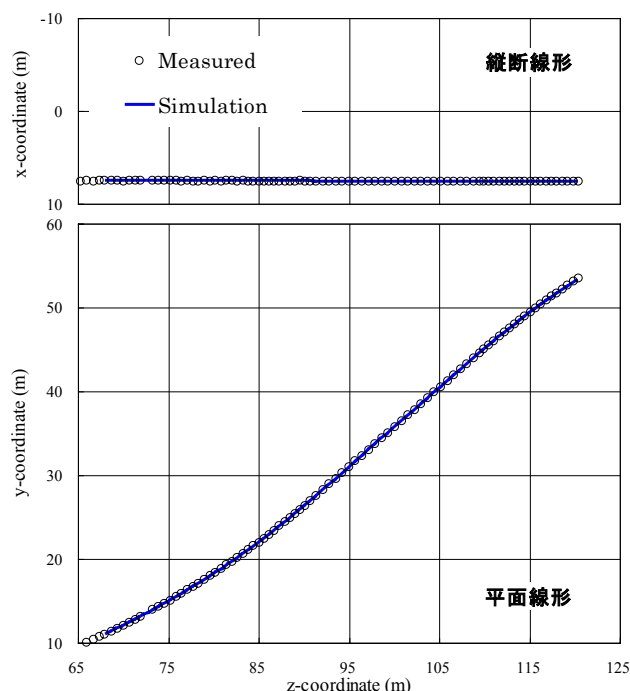


図-2 シールド機軌跡

キーワード：シールド機，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

と、前胴、後胴ともにマシン右側スプリングラインでは中心部で変位が小さくマシン端部で変位が大きくなっていること、マシン左側スプリングラインでは、右側とは逆に中心部で変位が大きく端部で変位が小さくなっていること、シールド機右側ではコピーカッタの影響がみられること、シールド機蛇行により、法線方向地盤変位分布が乱れていること、がわかる。

上記は、図－5、および表－1 に示すシールド機に作用する外力と整合している。

5. まとめ

シールド機動力学モデルによる曲線部、直線部を含む中折れシールド機挙動予測は、実際の中折れシールド機挙動と良く一致した。したがって、中折れシールド機による急曲線施工は本動力学モデルで表現できると考えられる。

謝辞

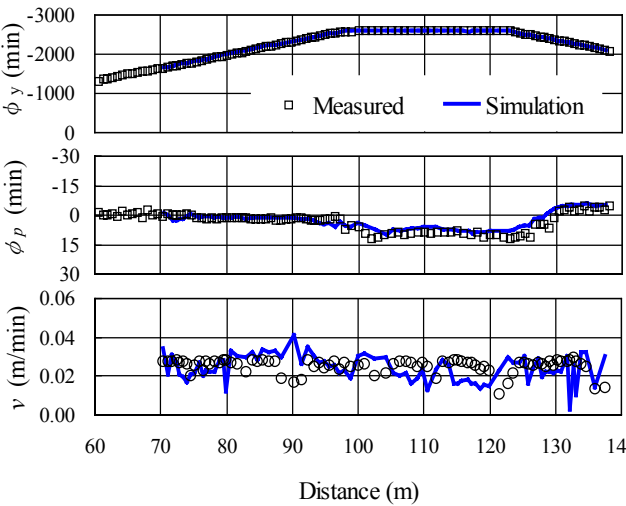
本論文を作成するにあたり、貴重なデータを提供していただいた東京都土木技術研究所、鹿島・京王建設 JV の方々に深く感謝致します。

参考文献

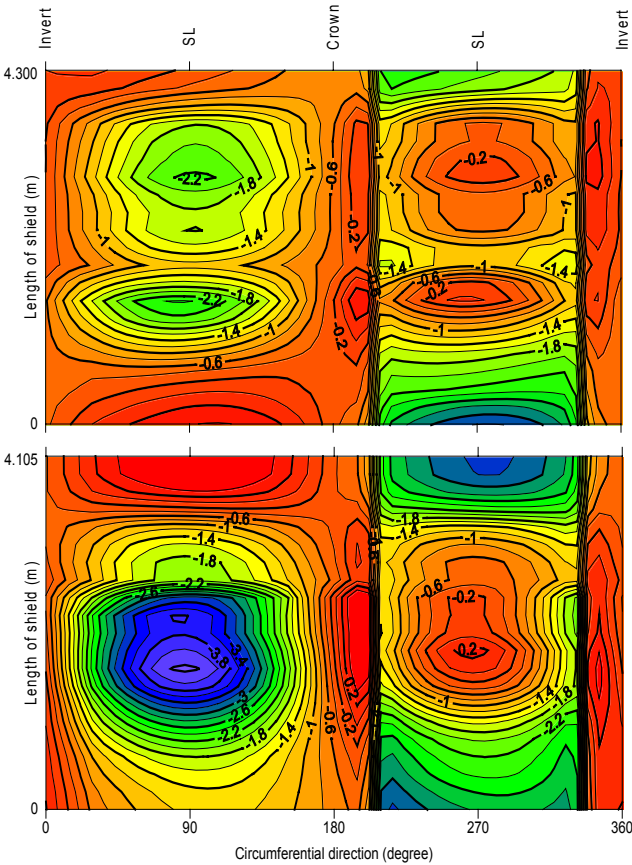
- 1) 杉本光隆・Aphichat Sramoon：施工実績に基づくシールド機動力学モデルの開発，土木学会論文集，No.673/Ⅲ-53，2001.
- 2) 山口宇弦・杉本光隆・Aphichat Sramoon：中折れシールド機挙動モデルの開発，第 56 回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ，Ⅲ－B075，2001.

表－1 作用力一覧（距離 128.56m）

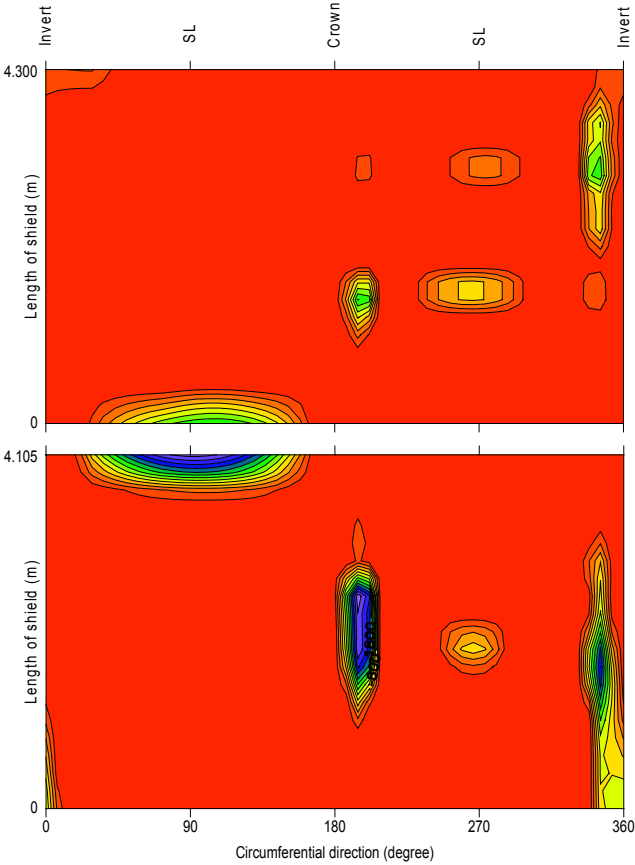
|            | Body  | $F_p$ | $F_q$ | $F_r$  | $M_p$ | $M_q$ | $M_r$ |
|------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| $f_1$      | Front | 2339  | 0     | 0      | 0     | 4582  | 0     |
|            | Rear  | 1564  | 0     | 0      | 0     | -1797 | 78    |
| $f_2$      | Front | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |
|            | Rear  | 0     | 0     | 0      | 1     | 3     | 0     |
| $f_3$      | Front | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |
|            | Rear  | 0     | 993   | 22831  | 0     | -2927 | 127   |
| $f_4$      | Front | 312   | -11   | -22697 | 36    | 2833  | -763  |
|            | Rear  | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |
| $f_5$      | Front | -2609 | 423   | -71    | -4749 | -8933 | 303   |
|            | Rear  | -1606 | -1405 | -63    | 4712  | 6239  | 255   |
| $\Sigma f$ |       | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     |



図－3 シールド機挙動



図－4 法線方向地盤変位(cm)（距離 128.56m）



図－5 法線方向土圧分布(kN/m<sup>2</sup>)（距離 128.56m）