

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

地盤工学研究室 小室 貴史

指導教官 杉本 光隆

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¹⁾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 の急曲線を含んでいること、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

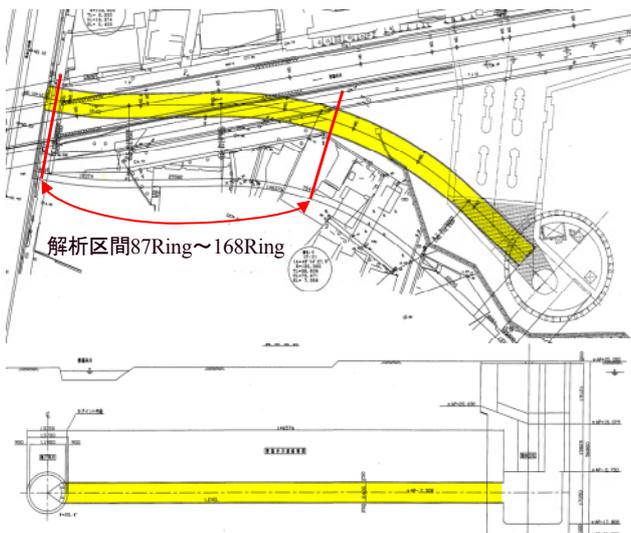


図-1 現場概要図

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 ϕ_y (方位角) およびピッチング角 ϕ_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。

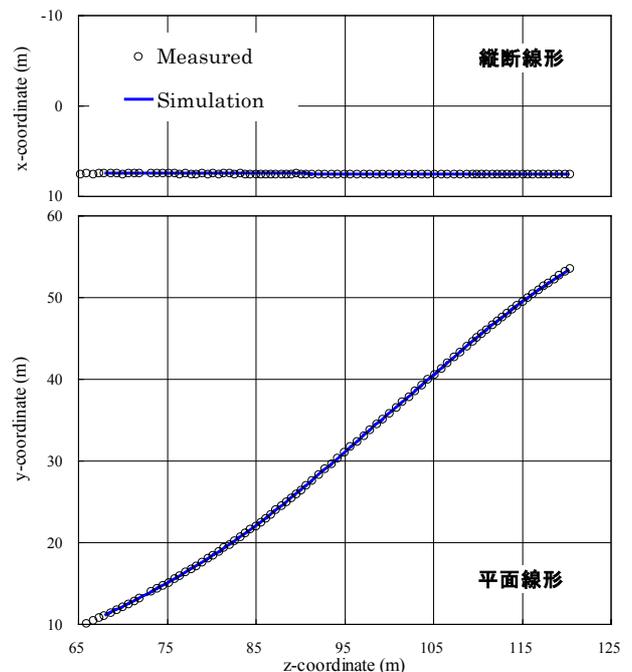


図-2 シールド機軌跡

図-4 より掘削面はほとんどが主動状態であること、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。

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.

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
Σf		0	0	0	0	0	0

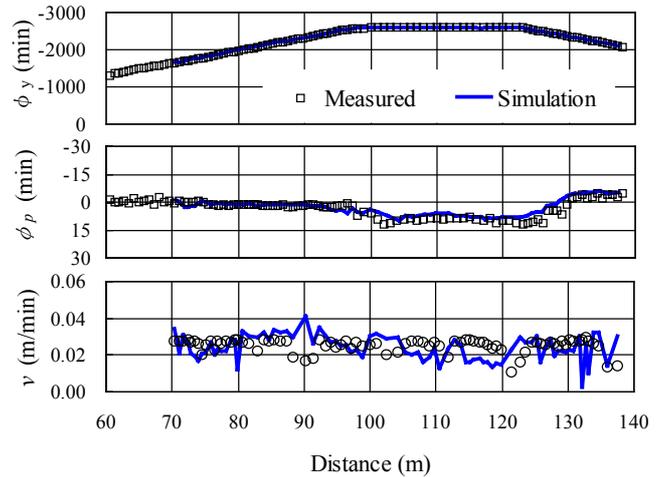


図-3 シールド機挙動

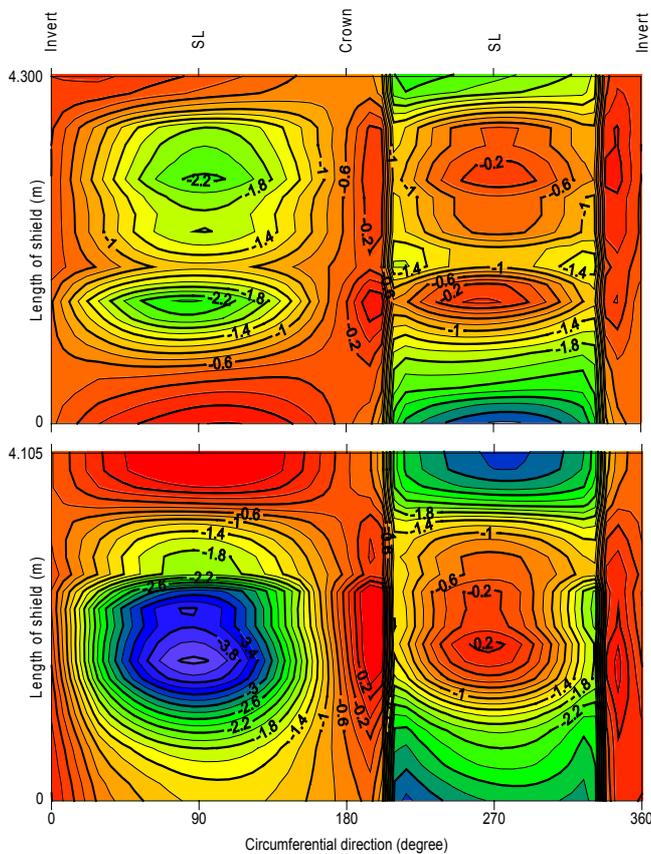


図-4 法線方向地盤変位(cm)（距離 128.56m）

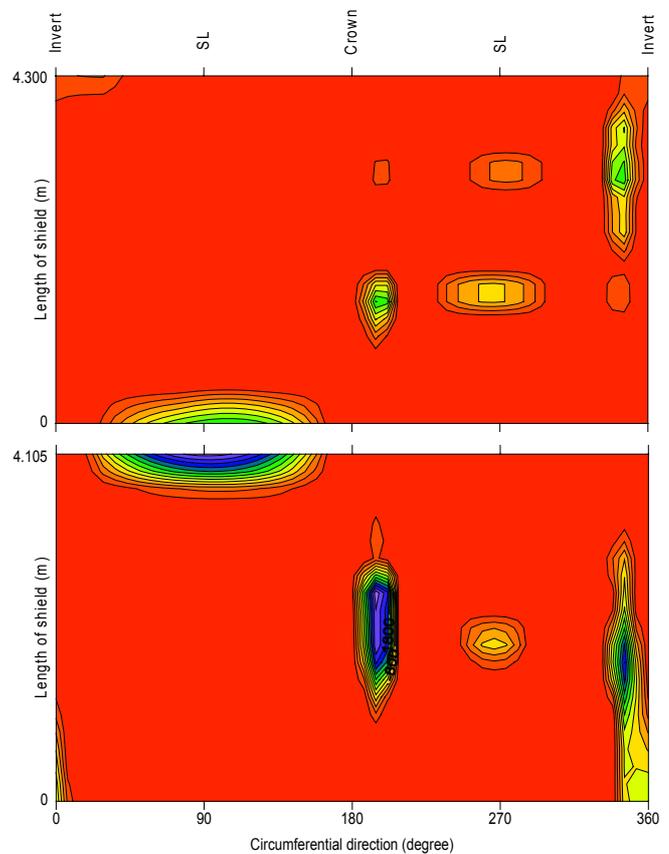


図-5 法線方向土圧分布(kN/m²)（距離 128.56m）