

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 岩井雅博
指導教官 杉本光隆

1. はじめに

現在、シールド機の制御・操作は自動掘進システムにより行われている。しかし、シールド掘削に関連する地盤物性値やシールド機に作用する外力、およびその挙動については未解明な点が多い。これらの問題点を解決するためには、シールド機の作用力が力学的釣り合い条件を満たすよう、シールド機の挙動・掘進条件を考慮できるシールド機動力学モデルの確立が必要である。本研究では、上総層群上星川層細砂(Ks)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、本モデルの妥当性を検証することを目的とする。

2. 解析方法

解析手順は以下のとおりである。

現場実測データによる地盤物性値の逆解析
で求めた地盤物性値によるシールド機挙動
予測

3. 解析データ

解析に用いた実測データは、土被り約12m、N値50以上の上総層群上星川層細砂(Ks)に、マシン外径2.28mの泥水式中折れシールドで掘削された浦舟線配水管トンネルの621~640Ringの現場計測データである。解析区間は上り勾配0.08%の直線である。

現場の地質縦断図を図-1に、解析に使用した入力物性値を表-1に示す。

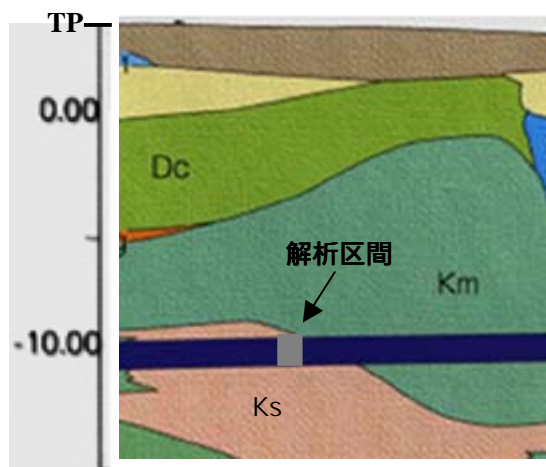


図-1 地質縦断図

4. 解析結果

シールド機軌跡、シールド機挙動の実測値と計算値を図-2、図-3に示す。図-2より、シールド機動力学モデルによるシールド機軌跡は実測値と良く一致していることがわかる。また、図-3より、前胴ヨーイング角 γ_y (方位角)の計算値は実測値と良く一致していること、後胴ヨーイング角は水平中折れ角分ずれていること、前胴ピッチング角 ρ_p (+:下向き)は常に上向きで、実測値と若干ずれているところがあること、後胴ピッチング角は鉛直中折れ角分ずれていること、掘進速度 v_s はばらつきがあるが、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513.14m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。また、この時のシールド機に作用する外力の一覧を表-2に示す。

図-4より、掘削面はトンネル内側に変位し主動状態となっていること、天端沿いの法線方向地盤変位は、前胴にあっては、CF側(-1.2cm)より中折れ側の(-1.8cm)の方が小さくなっていて、前胴がトンネル掘削面より上向き、後胴にあっては、中

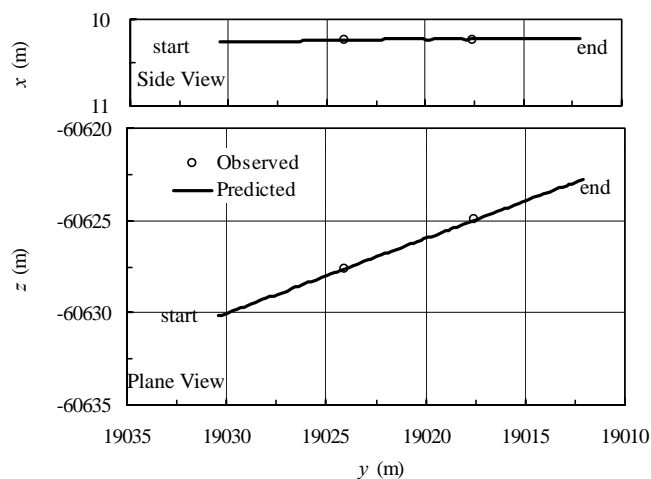


図-2 シールド機軌跡

折れ側(-1.6cm)よりテール側(-0.7cm)の方が大きくなっていて、後胴がトンネル掘削面より下向きとなっていること、周方向に地盤変位分布が乱れている所があること、がわかる。これらは、トンネル計画平面線形が直線であること、前胴が後胴より上向きの鉛直中折れ(16.2分)をしていること、シールド機が蛇行していることのためであると考えられる。

上記は、図-5 に示す法線方向土圧分布、表-2 に示すシールド機に作用する外力と整合している。

表-1 入力物性値

地盤名	K_{H0}	k_H (MN/m ³)	μ_{ms}	c_{ms} (kN/m ²)	a	b
Ks	0.665	303.56	0.1	0.0	34.5	1.0

表2 作用力一覧(距離 513.14m)

Force type	Body	F_p (kN)	F_q (kN)	F_r (kN)	M_p (kN-m)	M_q (kN-m)	M_r (kN-m)
f_1	Front	120	0	0	0	184	0
	Rear	130	0	0	0	-114	0
f_2	Front	0	0	0	0	0	0
	Rear	0	0	0	0	0	0
f_3	Front	0	0	0	0	0	0
	Rear	7	1	1522	-1	9	0
f_4	Front	-7	6	-1253	-17	7	148
	Rear	0	0	0	0	0	0
f_5	Front	-166	-15	-127	33	-191	-148
	Rear	-84	8	-142	-15	105	0
Σf		0	0	0	0	0	0

5.まとめ

シールド機力学モデルによる中折れシールド機挙動は、実際のシールド機挙動と良い一致を見た。これより、中折れシールド機挙動に対しても、シールド機力学モデルの適用性が確認された。

参考文献

- 1) 杉本光隆・Aphichat Sramoon：施工実績に基づくシールド機力学モデルの開発，土木学会論文集 No.673/ -53，2001.

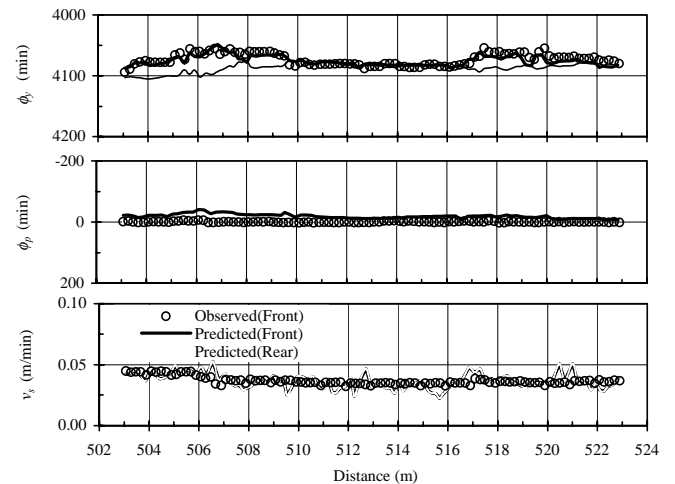


図-3 シールド機挙動

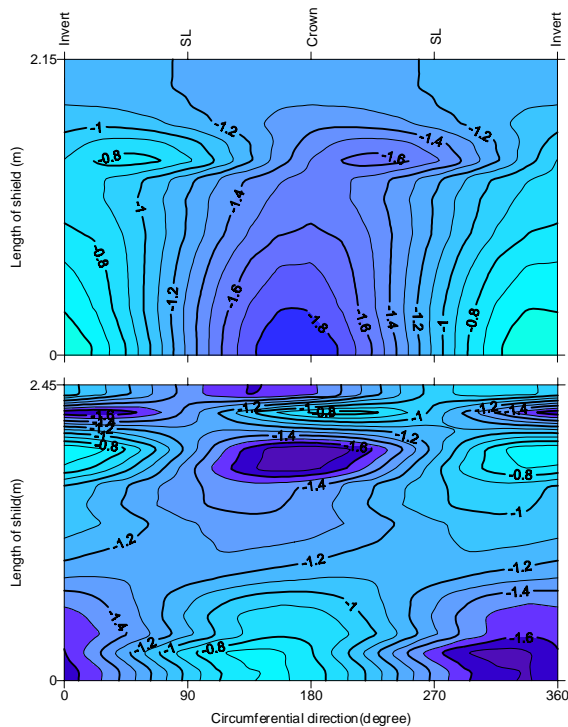


図-4 法線方向地盤変位分布(cm) (距離 513.14m)

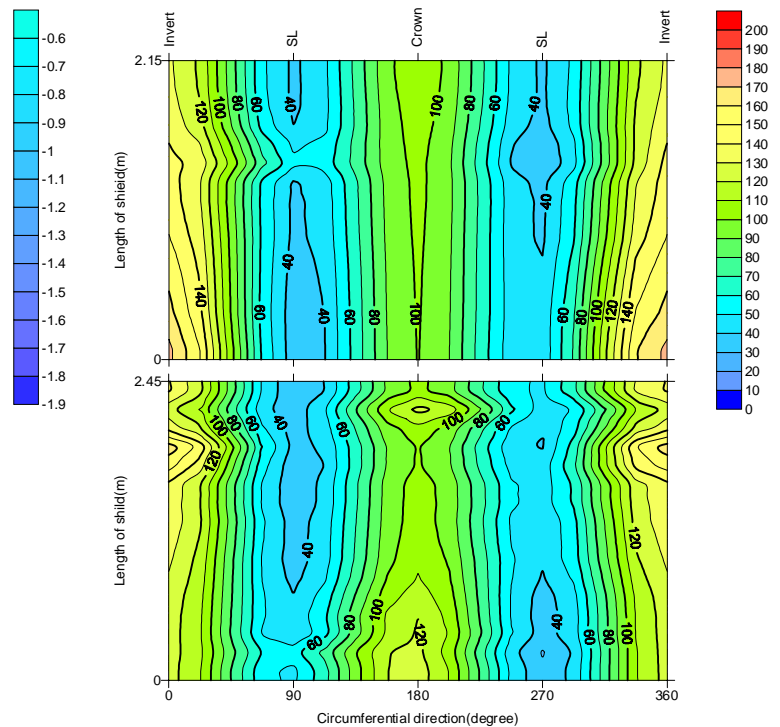


図-5 法線方向土圧分布(kN/m²) (距離 513.14m)