

シールド機動力学モデルによる中折れシールド機挙動シミュレーション

長岡技術科学大学 岩崎広幸 杉本光隆 Aphichat Sramoon

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、これらのシステムはいくつかの経験的な関係を基にし、理論的な背景を持たない。そこで、掘削領域、テールクリアランス、動的つり合い、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を開発した¹⁾。本論文は、現場実測データを用いて中折れシールド機の挙動シミュレーションを行い、実挙動と比較することにより、中折れシールド機動力学モデル²⁾の妥当性を検証する。

2.解析方法

挙動シミュレーションの手順は以下のとおりである。

- 1) 地盤物性などの入力物性値の推定
- 2) 1)で推定した入力物性値による挙動シミュレーション

3.現場概要

土被り約 25m の洪積砂層と洪積粘性土層の互層地盤中を泥水式中折れシールド($\phi=8.08\text{m}$)で掘進した工事の現場実測データを用いた。シミュレーション区間は、直線部と $R=200\text{m}$ の曲線部を含む約 66m である。図-1 に地質縦断面図を示す。

4.解析結果

実測値とシミュレーション結果のシールド機軌跡を図-2 に示す。図から、シミュレーション結果は実測値と比較して多少掘進距離が短い、全体的によく一致していることが分かる。

図-3 にシールド機挙動の実測値とシミュレーション結果

を示す。距離程 318~342m 付近 (図中、区間 A) では、前胴のヨーイング角(ϕ_y)は実測値とよく一致していること、後胴のヨーイング角は水平中折れ角分ずれていること、前胴のピッチング角(ϕ_p)は実測値より約 10min 下向きとなっていること、掘進速度(v_s)は実測値とよく一致していること、がわかる。また、距離程 342~378m (図中、区間 B) では、ヨーイング角は実測値とよく一致していること、ピッチング角は実測値より 15~30min 下向きとなっていること、掘進速度は実測値より約 0.07m/min 小さくなっていること、その結果、掘進距離が実測値より短くなっていること、がわかる。

これらは、図-1 より、解析区間に地層構造の大きな変化は見られないこと、図-3 より、掘進速度は区間 A より区間 B の方が速くなっていること、ジャッキ推力を示す図-4 より、ジャッキ推力は区間 A より区間 B の方が小さいこと、から、掘進地盤の地質構造が想定した地質縦断面図 (図-1 参照) と異なっているか、または、掘進地盤の地盤物性が区間 B で変化しているためであると考えられる。

図-5、図-6 に、スキンプレート展開図上に距離程 336.125m 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す。ここで、周方向 0,360deg はシールド機底面を、180deg はシールド機天端を示し、軸方向上側はシールド機掘進方向である。

図-5 より、法線方向地盤変位分布の大部分は負で主動状態であること、前胴、後胴ともにシールド機左側スプリング

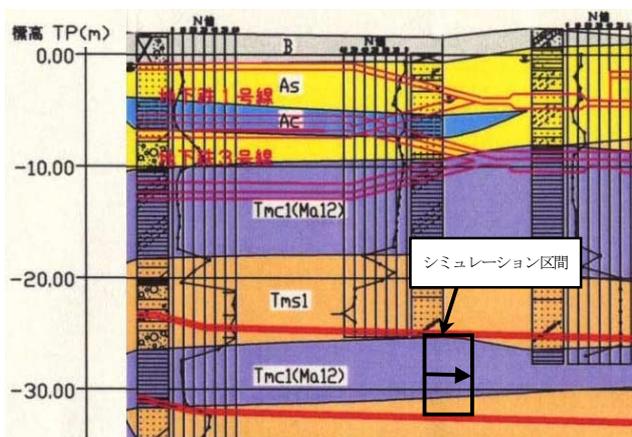


図-1 地質縦断面図

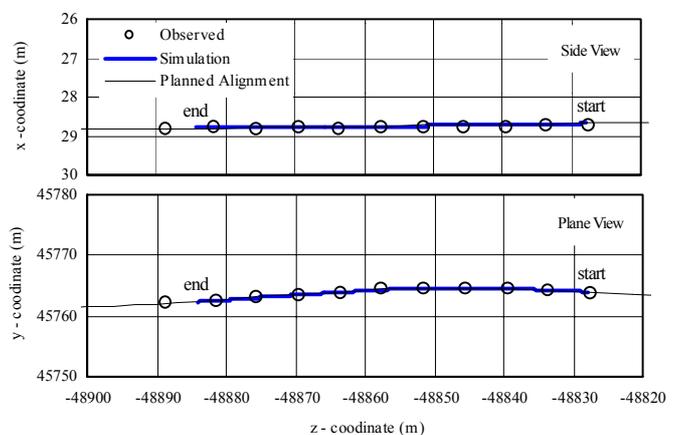


図-2 シールド機軌跡

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町 1603-1 長岡技術科学大学環境・建設系 TEL/FAX0258-46-6000/9600

ライン沿いの地盤変位は中間部付近で小さく端部で大きいこと、右側スプリングライン沿いの変位は逆に中間部付近で大きく端部で小さく、特に後胴テール部で顕著であること、シールド機左側ではコピーカッターの影響を受けていること、シールド機の蛇行により両側のスプリングライン沿いに凹凸が見られること、がわかる。また、図-6 より、法線方向土圧分布は、法線方向地盤変位が正の受働領域となっている部分で大きいこと、掘削断面内に側方土圧係数の高い粘性土層が挟在しているため、左右スプリングライン付近で帯状に法線方向土圧が大きくなっていることがわかる。

上記は、表-1 に示すように力の釣合いの結果であり、力学的に合理的である。

5.結論

シールド機動力学モデルによる中折れシールド機の挙動シミュレーション結果は、局所的な地質変化による影響を除けば実挙動とよく一致した。したがって、シールド機動力学モデルは実際のシールド機挙動を再現することが可能である。

最後に、本研究を行うにあたり貴重なデータをご提供くださった関係者の方々に深く感謝の意を表します。

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)山口宇玄, 杉本光隆, Aphichat Sramoon 中折れシールド機挙動モデルの開発, 第 56 回土木学会学術講演会講演概要集Ⅲ, III-B075, 2001

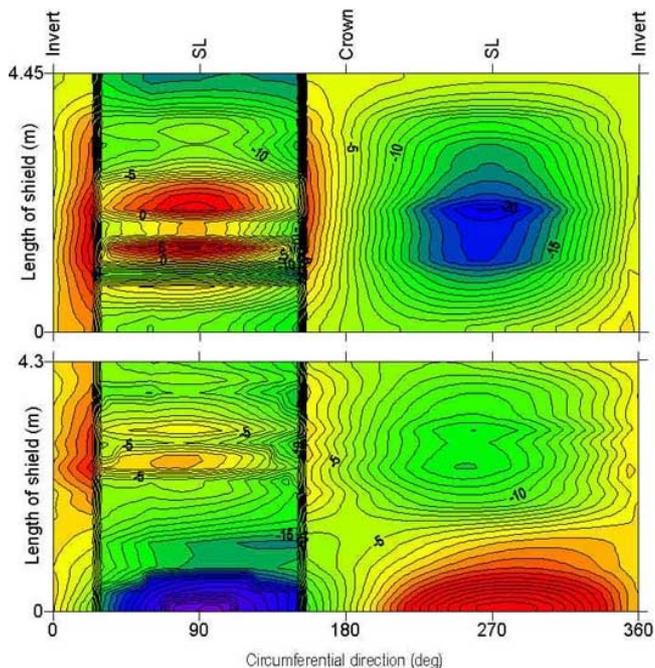


図-5 法線方向地盤変位分布[mm]（距離程 336.125m）

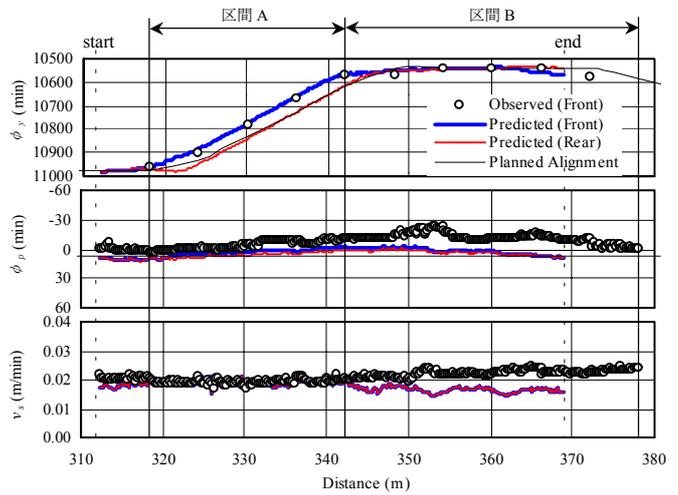


図-3 シールド機挙動に関するパラメータ

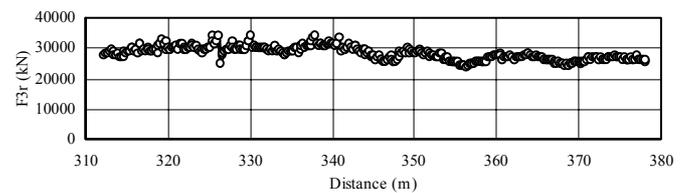


図-4 ジャッキ推力

表-1 作用力一覧 [kN,kN-m]（距離程 336.125m）

	Body	F_p	F_q	F_r	M_p	M_q	M_r
f_1	Front	2705	0	1	0	8617	0
	Rear	2022	0	1	0	-942	-46
f_2	Front	0	0	0	0	0	0
	Rear	0	13	-4	42	0	-7
f_3	Front	0	0	0	0	0	0
	Rear	26	-562	29294	-24326	-19696	-357
f_4	Front	783	629	-27722	-2935	4211	3122
	Rear	0	0	0	0	0	0
f_5	Front	-2104	-4463	-769	10331	-2496	-1365
	Rear	-3431	4383	-801	16887	10306	-1348
Σf_i	Whole	0	0	0	0	0	0

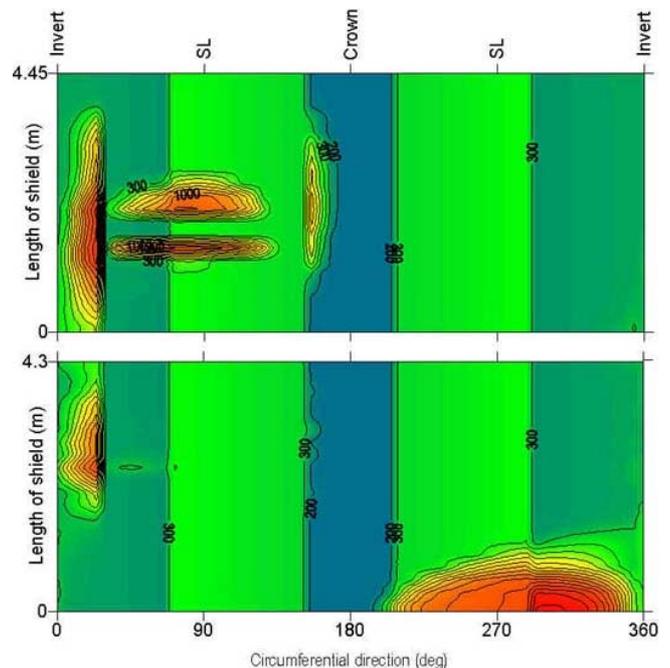


図-6 法線方向土圧分布[kN/m²]（距離程 336.125m）