

トンネル横断方向傾斜地盤を考慮した DPLEX シールド機挙動予測

地盤工学研究室 山口 貴幸
指導教官 杉本 光隆

1.はじめに

偏心多軸型 (DPLEX) シールド機は、カットフェイスによる掘削機構が通常のものとは異なり、任意断面の掘削、長距離掘進が可能、などの利点があるため、採用例も増えつつある。一方、カット回転に伴ってシールド機体が揺動し、その大きさによっては切羽安定性の低下やセグメントの損傷を引き起こすことが懸念されている。これまでに、シールド機動力学モデル¹⁾を用いて、円形シールド機・中折れシールド機の挙動予測を行い、同モデルの妥当性を検証している。しかし、同モデルでは、DPLEX シールド機の挙動を表現することはできない。さらに、トンネル横断方向傾斜地盤はシールド機の挙動に影響を与えるが、同モデルでは考慮することはできない。

こうした状況を踏まえ、本研究では、DPLEX シールド機の挙動予測を目的として、既存のシールド機動力学モデルを拡張し、DPLEX シールド機の挙動モデルを開発するとともに、同モデルを用いた DPLEX シールド機挙動の予測値と実測値を比較・検討することで、その妥当性を検証した。さらに、地盤構造につい

ては、3次元地盤構造データを用いることにより、今まで考慮できなかったトンネル横断方向傾斜地盤を取り扱えるようにした。

2.現場概要

本研究では、DPLEX シールド機を往復させて、上り線・下り線の2本のトンネルを構築したMM21線本町シールドトンネル(マシン外径 ϕ 7.15m)の現場実測データを用いた。**図-1**に地質縦断図を示す。

3.DPLEX シールド機挙動予測

DPLEX シールド機は、カットフェイスを平行リンク運動させて掘削を行うものであり、それによって首振り運動(揺動)をしている。この挙動を表すために、既存のシールド機動力学モデルを拡張し、DPLEX シールド機のカットフェイス作用力を考慮できるモデルを作成した。

新たなモデルによる、下り線 87Ring の解析結果を、**図-2(a), (b)**に示す。これより、以下のことがわかる。

- 1)ヨーイング角の実測値および計算値の振幅はほぼ一致している。
- 2)ヨーイング角の実測値および計算値の周期、位相は一致している。また、その周期はカットフェイス回転周期とも一致する。
- 3)Worktime=4.4min,36.4min でジャッキパターンが変更され、水平ジャッキモーメントが変化したことによって、ヨーイング角は大きく変化する。この変化については、その大きさには差があるが、概ね一致している。
- 4)水平ジャッキモーメントほぼ一定で掘進しているとき、実測値・計算値ともにヨーイング角は増加する傾向が

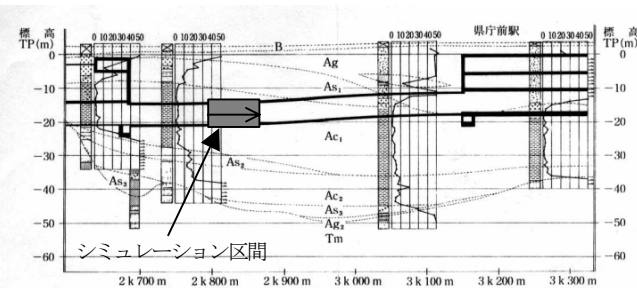


図-1 地質縦断図

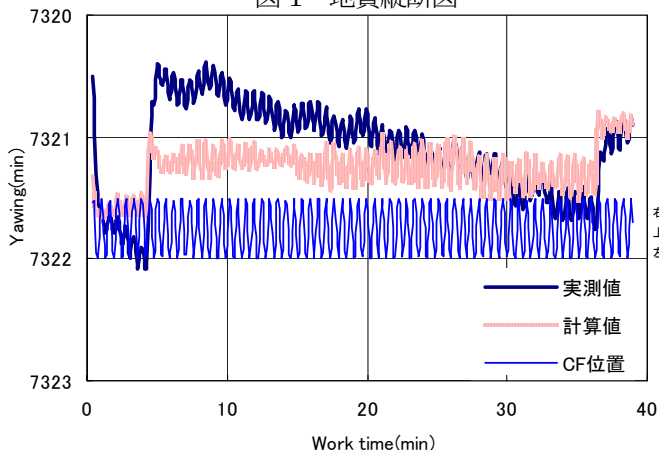


図-2(a) DPLEX シールド機のヨーイング角の変化 (Work time=0~40min)

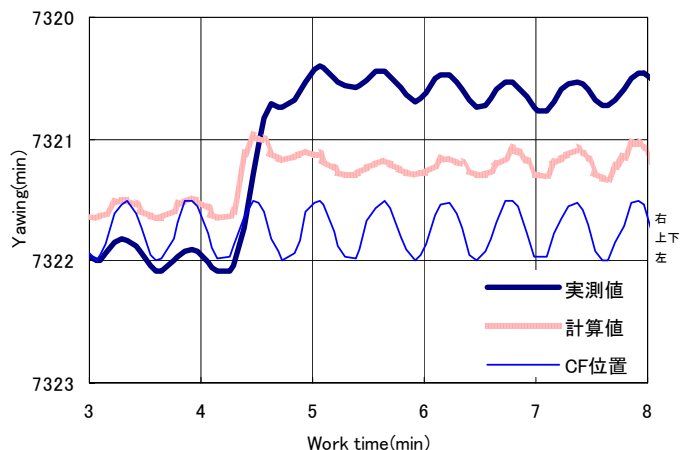


図-2(b) DPLEX シールド機のヨーイング角の変化 (Work time=3~8min)

ある。実測値の増加は、計算値の約2倍である。

3)、4)で述べた差異については、以下のためと考えられる。

- 1)ヨーイング角の実測値を、左右ジャッキ速度差から求めたため、掘進40分あたり0.1min程度の誤差が発生している。
- 2)エイリアス効果による誤差。
- 3)カッタ1回転約34秒に対して、3~5秒間隔で解析したため、シールド機の軌跡が離散的になっている。

4.トンネル横断方向傾斜地盤でのシールド機挙動予測

今回、解析の対象とした現場の地質は、海食による不整合面を有しており、地層境界面がトンネル横断方向に傾斜している可能性が大きい。

上り線と下り線における施工時の水平ジャッキモーメントを図-3に示す。これを見ると、平面線形が直線であるのに対して、ジャッキを左右非対称にして掘進している部分があること、トンネル軸方向にずれた位置で、上り線と下り線が似た傾向を示していること、がわかる。ジャッキ非対称の部分が、トンネル横断方向に傾斜した地盤境界面を通過中と考えると、上り線と下り線で同様の変化がみられる点を結んだ線(図中の線)が、その地層の走向を示すと考えられる。また、その境界面を通過するのに要した距離から、傾斜角度

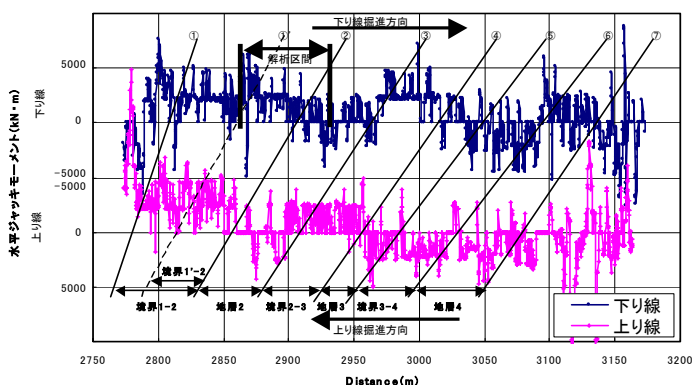


図-3 水平ジャッキモーメント

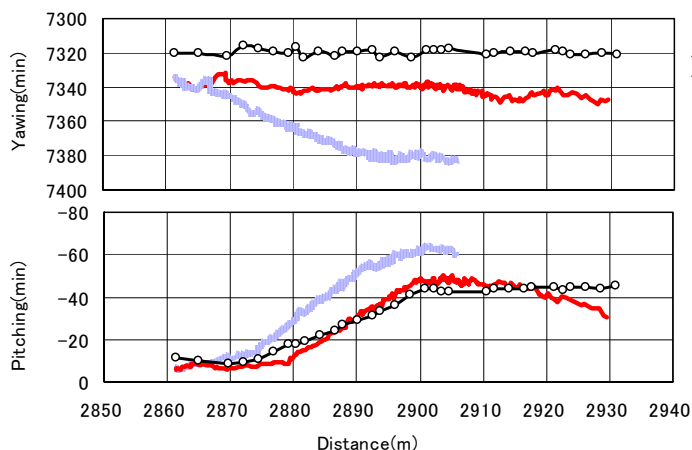


図-4(a) シールド機角度

を推定できる。これまで考慮できなかったトンネル横断方向傾斜地盤を取り扱えるように同モデルを拡張した上で、このような方法で地盤構造を推定し、解析を行った。また、比較のため、傾斜を考慮しない場合についても解析した。その結果を、図-4(a), (b)に示す。これを見ると、傾斜を考慮したほうが、実測値とよく一致しているといえる。

5.結論

本研究により以下の結論を得た。

- 1)既存のシールド機動力学モデルの拡張によって、新たにDPLEXシールド機作用力モデルを開発した。同モデルにより、実際のDPLEXシールド機の挙動を表現できることを確認した。
- 2)既存のシールド機動力学モデルで考慮できなかった、トンネル横断方向傾斜地盤を取り扱えるようにした。これによって、トンネル横断方向傾斜地盤によるシールド機挙動への影響を考慮できるようになった。

参考文献

- 1) 杉本光隆, Aphichat SRAMOON : 施工実績に基づくシールド機動力学モデルの開発、土木学会論文集、No.673/III-54,2001.3.

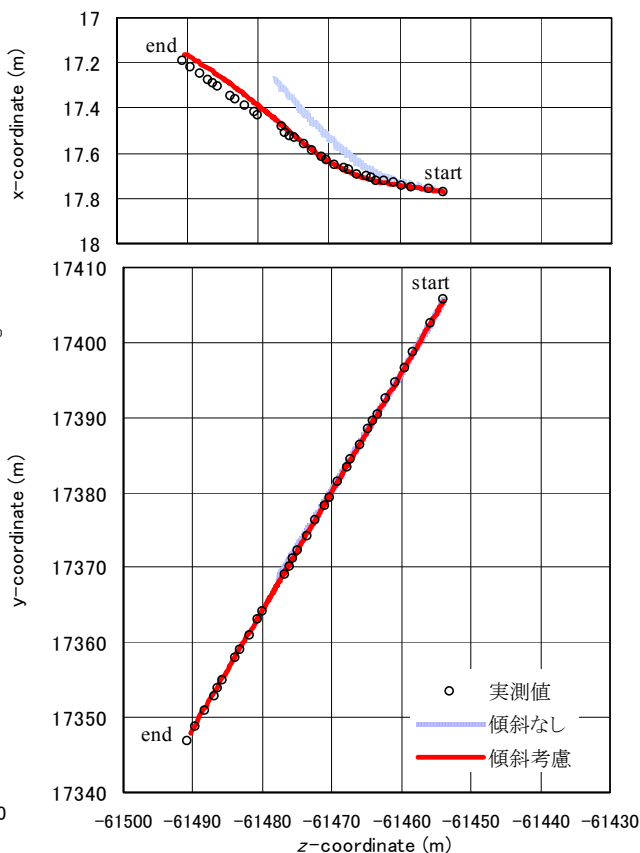


図-4(b) シールド機軌跡