

掘削面変位に着目したシールドトンネル通過による3次元FEM地盤変形解析

飛鳥建設㈱ 正会員 ○前田和也 鉄道総研 正会員 佐藤 豊 小西真治
 長岡技術科学大学 正会員 杉本光隆 Aphichat SRAMOON

1.はじめに

これまで、FEM解析によってシールドトンネルの通過による周辺地盤の変位挙動を評価する場合には、掘削面に応力境界を導入して地盤の変位を求めるのが一般的であった。

本研究では、シールド掘進中に生ずる掘削面の変位を基にした地盤変位予測手法¹⁾を提案するとともに、同手法による3次元FEM解析結果と現場計測データとを比較することにより、その妥当性および有効性を検討することを目的とする。

2.検討断面と地盤変位計測概要

図1に示すようにトンネル平面線形が曲線である場合には、シールド機テール部が曲線外側の地盤を最も押し込むことになるので、テール部が計測断面を通過する時点を検討断面とした。トンネルの土被りは約20mで、地盤は古琵琶湖層の堅固で砂礫優位な地層であり、シルト分を含む自立性が高い良好な地盤である²⁾。このため地盤を線形弾性体と仮定した。シールドマシン通過中の地盤鉛直変位は地表面沈下計5点と層別沈下計34点で、地盤水平変位は固定式傾斜計62点で、それぞれ5分間隔で計測した。なお、計測値の計測精度は0.3mm程度である。

3.解析条件

本解析では、重力による初期応力解析は行わず、シールド機スキンプレート周りの掘削面変位を変位境界とする線形弾性解析のみを行った。解析に用いた地盤物性値を表1に、地質縦断図を図2に、解析モデルを図3に示す。地盤に初期応力を与えていないため、切羽やシールド機後端以降のトンネル既掘削面の変位は拘束せず自由とし、地表以外のモデル外側の境界面は面内の変位のみを自由とした。また、地盤各層はトンネル軸方向に水平に分布すると仮定した。

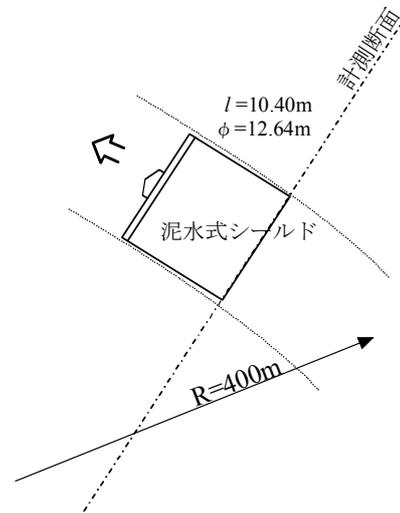


図1 トンネル平面線形と地盤変位計測断面の位置

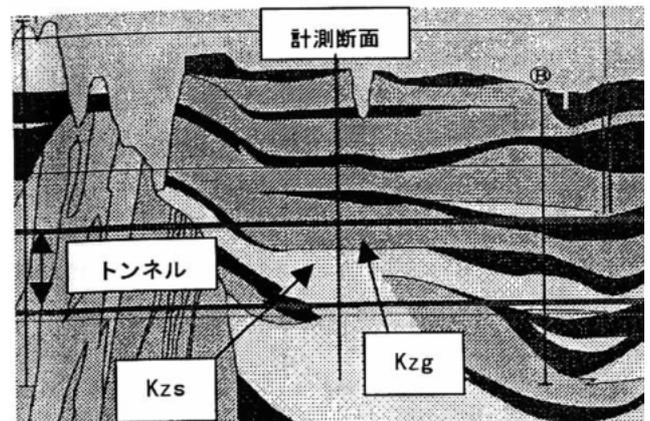


図2 地質縦断図

表1 地盤物性値

	N値	γ kN/m ³	c kN/m ²	ϕ deg	E kN/m ²	ν
Tr	33	18	0	30	16000	0.4
Kzc	11	14	66	—	13800	0.45
Kzg	50	20	50	35	35000	0.4
Kzc	13	14	78	—	16300	0.45
Kzg	50	20	50	35	52000	0.4
Kzs	48	19	30	40	35000	0.3
Kzs	48	19	30	40	83000	0.3

キーワード：シールドトンネル、近接施工、地盤変位予測、有限要素解析

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/FAX 0258-46-6000/9600

4.解析結果

(1)水平変位

図4に水平変位の解析結果と計測値を示す。これより、トンネル直近右側のトンネル外側へ向かう水平変位の最大値は、計測値2.6mmに対して、解析値2.7mmであること、トンネル直近左側のトンネル内側へ向かう水平変位の最大値は、計測値2.2mmに対して、解析値2.5mmであることがわかる。これらは、三次元的に分布する掘削面変位を強制変位として入力しているためと考えられる。

(2)鉛直変位

鉛直変位の解析結果と計測値を図5に示す。これより、全体の地盤変形モード、地盤変位最大値とも計測値とよく一致していることがわかる。これは、水平変位と同様に説明できる。

5.まとめ

上記より以下のことが明らかとなった。

- 1)本研究で提案した変位境界を用いた解析手法は、非対称な地盤変形モードを表現できるとともに、トンネル周辺地盤変位をより高い精度で求めることができる。
- 2)水平変位・鉛直変位ともに、計測値の計測精度0.3mmを考慮すれば、解析値と計測値は良く一致したと言える。

最後に、貴重な現場データ等を提供してくれた、国土交通省琵琶湖工事事務所をはじめとする関係者に深甚なる謝意を表すものである。

6.参考文献

- 1)佐藤豊, 小西真治, 服部龍雄, 杉本光隆, 前田和也：掘削面変位に着目したシールドトンネル通過によるFEM地盤変形解析, 第56回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ, Ⅲ - B076, 2001.10
- 2)前田和也, 杉本光隆, A.Sramoon, 佐藤豊, 安井充：シールド機動力学モデルによる古琵琶湖層(砂礫土)における現場実測データのシミュレーション, 第56回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ, Ⅲ - B078, 2001.10
- 3)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-54,2001.03

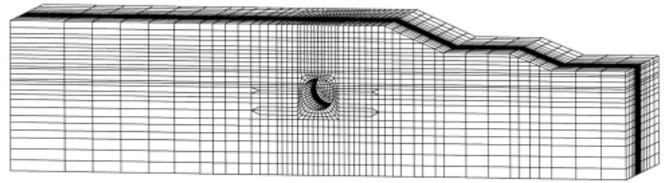


図3 三次元解析モデル

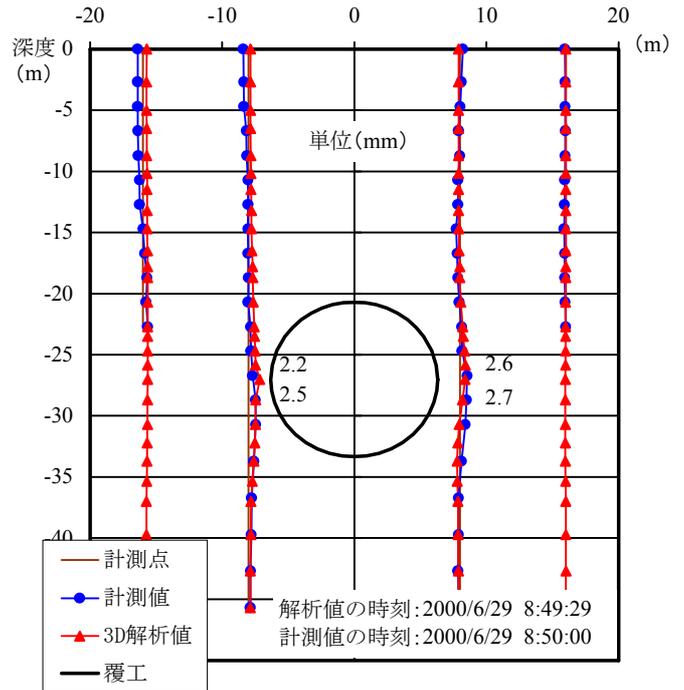


図4 水平変位比較図

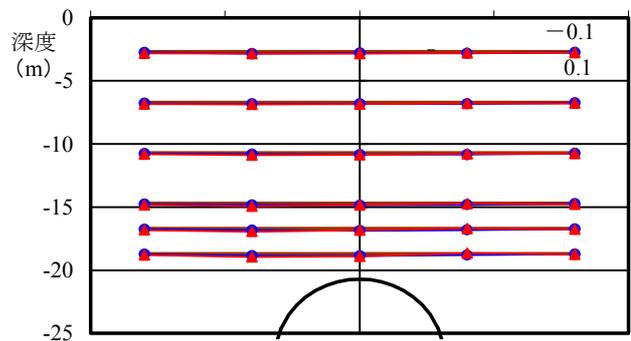


図5 鉛直変位比較図