

Ⅲ - B91

泥水式シールドによるトンネル建設時の三次元解析について

（財）鉄道総合技術研究所 ○ 正 小西 真治 ・ 正 新井 泰
 正 岡野 法之 ・ 正 小山 幸則
 （株）構造計画研究所 正 外川 寿治 ・ 正 倉掛 猛

1. はじめに

既設構造物に近接してシールドを掘削する場合の影響予測手法の開発を目的として、三次元有限要素法による逐次解析を行い、地盤変形の評価を行った。対象としたのは、泥水式シールド（直径7150mm）によるトンネル建設である。

2. 計測結果および解析条件

計測結果を図-1に示す。掘削部および上層部は鋭敏比が14～19と非常に高い沖積粘性土でトンネル下部部までN値1～6の軟弱な層である。トンネル下部は、N値が10～50以上の洪積砂礫層である。鉛直変位については、先行変位はほとんどなく、マシン通過時に地表面付近では沈下が、トンネル付近では隆起が発生している。テールボイド発生時にも沈下が発生し、その後緩やかに沈下が続いている。側方変位については、切羽到達時・マシン通過時に地盤の押し広げ現象が見られるが、テールボイド発生時にあまり変化していない。

今回、先行トンネルを対象に解析した。施工記録より、切羽泥水圧2.4kgf/cm²、裏込め注入圧2.7kgf/cm²とし、テールボイド発生と同時に注入圧を作用させた。また、シールドマシン長は7mセグメント幅は1mである。土質定数を表-1、逐次解析手順を図-3、解析モデルを図-4に示す。解析は初期応力解析の後、24ステップで行った。1ステップ目で3リング分まとめて掘削した後、上記の手順を繰返した。解析範囲は55m×43m×26mとした。なお、マシン自重は重心位置と浮力を考慮した。

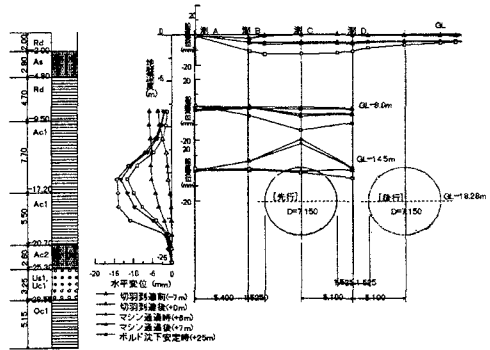


図1 計測結果

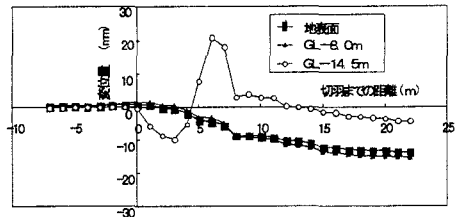


図2 切羽までの距離と鉛直変位の関係（実測値）

表1 地盤物性値

層厚 (m)	層名	λ	κ	M	ν	σ_0	弾性係数 (t/m ²)	ポアソン比	摩擦角 (°)	粘着力 (t/m ²)
2.00	Rd	—	—	—	—	—	800	0.40	20	—
2.80	Ae-1	—	—	—	—	—	1000	0.40	25	—
4.70	Ae-1	0.191	0.025	1.244	0.341	1.145	20	0.45	—	5.0
7.70	Ae-1	0.191	0.025	1.244	0.341	1.058	150	0.45	—	5.0
5.50	Ae-2	0.243	0.033	1.218	0.344	1.245	300	0.45	—	10.0
2.90	Ue-1	0.243	0.033	1.218	0.344	1.215	3000	0.30	40	—
3.25	Ue	—	0.020	—	0.210	0.406	3500	0.30	45	—
5.15	Os-1	0.634	0.080	0.838	0.436	2.520	6000	0.45	—	20.0
8.80	Os	—	0.008	—	0.210	0.640	10000	0.45	45	—

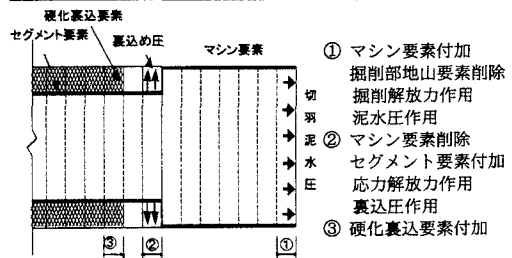


図3 逐次解析手順図

キーワード シールドトンネル、逐次解析、三次元FEM解析

連絡先 〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 0425-73-7266 FAX 0425-73-7248

今回、弾性解析と関口・太田
タイプの弾塑性解析を全応
力で行った。

3. 解析結果

図5に切羽までの距離と地
表面沈下の関係図、図6、7
に地表面沈下分布図を示す。

弾性解析・弾塑性解析共に、地表面沈下や泥水
圧・裏込め圧による地盤の側方への押し広げ現
象について概ね表現出来ることがわかった。し
かし、図5の経時変化でテールボイド発生時の
沈下とそれ以降の緩やかな沈下を明確に表現す
るには至っていない。また、実測値で見られる
マシン通過時のトンネル直上の一時的な隆起現
象はマシン姿勢の影響と考えられ¹⁾ 解析で考慮
する場合は泥水圧と裏込め圧以外にパラメータ
ーが必要である。

今回、弾塑性解析結果の方が弾性解析結果よ
りも変位がかなり小さくなった。両手法の三次
元解析を対象とした地盤物性値設定方法につ
いて再検討することが必要であると考えられる。

塑性ひずみ分布状況を図8に示す。テールボ
イド肩部でのみ塑性ひずみが発生しており、こ
の部分の影響が大きいことがわかる。建設時に
テール部の影響に留意するとともに、解析にお
いてもテール部を適切にモデル化することが重
要である。²⁾

4. まとめ

泥水シールドトンネルの三次元弾性・弾塑性
逐次解析を行い、実際に発生する変位を概ね表
わせることがわかった。さらに、精度を確保す
るにはマシン姿勢制御に関するパラメーターと
地盤物性値設定方法の再検討が必要であると思
えられる。

<参考文献>

- 1) 大倉, 深沢, 橋本, 水原: 片福連絡線シールド工事における地盤の変形挙動 (通過時の挙動分析)、第31回地盤工学研究発表会、1996.7
- 2) 小西, 新井, 岡野, 小山: 泥水式シールドの三次元解析におけるテール部のモデル化について、第32回地盤工学研究発表会、1997.7

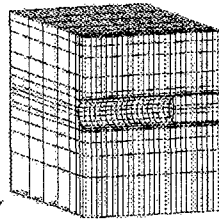


図4 解析モデル

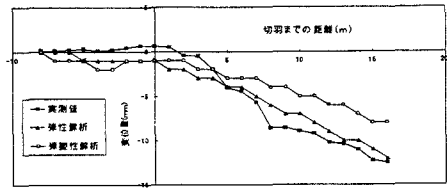


図5 切羽までの距離と地表面沈下の関係

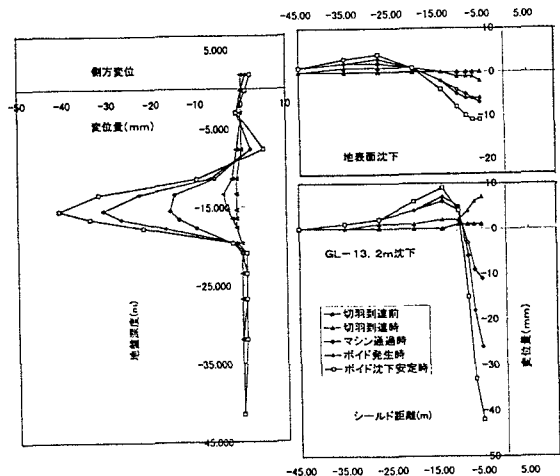


図6 弾性解析結果 (変位分布図)

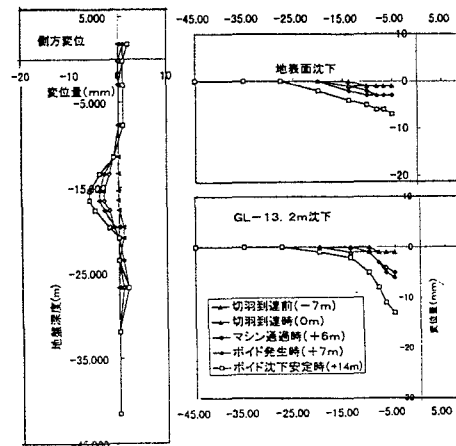


図7 弾塑性解析結果 (変位分布図)

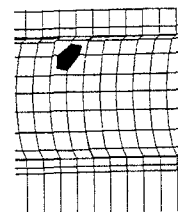
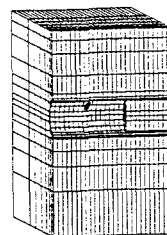


図8 塑性ひずみの分布