

シールドトンネルの施工過程を考慮した併設トンネルの影響検討（検討結果）

関西高速鉄道(株) 正会員 ○坂本 寛章

関西高速鉄道(株) 正会員 吉田 晋

中央復建コンサルタンツ(株) 正会員 畔取 良典

1. はじめに

シールドトンネルの施工による周辺への影響については、施工時の掘削機構や影響防止策を考慮しながら評価する必要がある。本稿では、シールドトンネルの施工過程を評価できる併設トンネルの影響手法りによって得られた検討結果や知見について、報告する。

2. 解析モデル

図-1 に、本検討を実施する検討断面図を示す。2つのトンネルが離隔 0.35m で並列に位置する。土被りは 18.9m であり、双方のトンネルにおいて上半は沖積粘性土層 (Ac)、沖積砂質土層 (As2)、下半は洪積砂質層 (Dsg1) に位置する。またスプリングライン付近に薄い洪積粘性土層 (Dc1) を挟んでいる。

本検討では、2次元弾性 FEM 解析を用い、地盤を平面ひずみ要素、トンネル覆工を梁要素としてモデル化した。図-2 に FEM 解析モデルを示す。また、解析に用いた土質パラメータ及びセグメント物性値を表-1、表-2 に示す。

解析領域はトンネル掘削による影響が無視できる領域まで広げ作成するものとし、水平方向はトンネル中心位置から 2H 以上 (H：トンネル底部までの深さ)、鉛直方向はトンネル下端から 2D (D：掘削外径) とした。境界条件は、モデル側面で水平：固定、鉛直：自由、底面で水平：自由、鉛直：固定とした。

3. 検討結果

図-3 に、切羽通過時、テール通過時、テール通過後の各施工過程における、FEM 解析に伴う地盤の合成変位、およびシールドトンネルの発生曲げモーメントを示す。曲げモーメントについては、FEM 解析結果から抽出した増分荷重を基に梁ばねモデルを用いて検討を行った結果を断面力図で表し

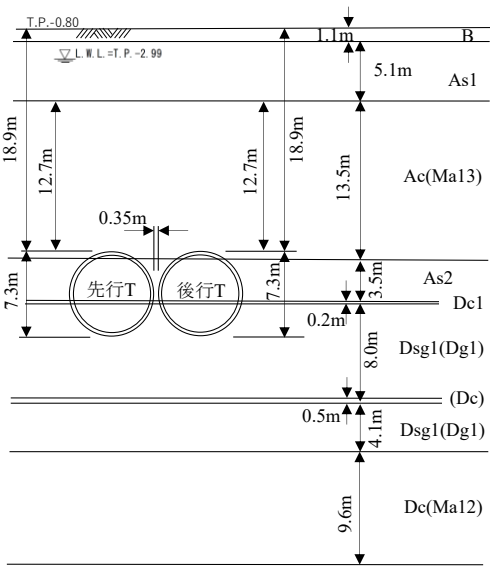


図-1 検討断面図

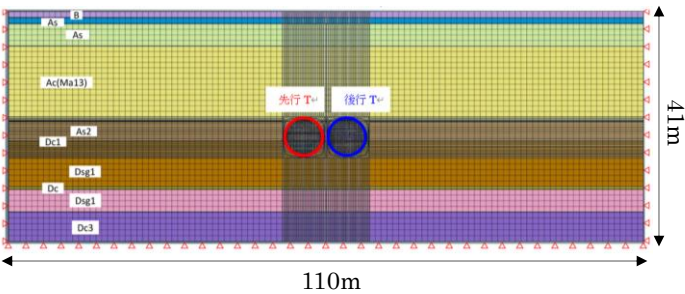


図-2 FEM 解析モデル

表-1 土質パラメータ

土層区分	平均N値	単位体積重量 γ		粘着力 c [kN/m ²]	内部摩擦角 ϕ [°]	ポアソン比 ν	静止土圧係数		変形係数 αE_0 [kN/m ²]
		湿潤 [kN/m ³]	水中 [kN/m ³]				K_0 (砂質土)	K_0 (粘性土)	
B	3	18.0	8.0	—	29	0.34	0.52	—	18,200
As1	7	18.0	8.0	—	31	0.32	0.48	—	15,500
As1 (LWL以下)	7	18.0	8.0	—	31	0.32	0.48	—	15,500
Ac (Ma13)	2	16.0	6.0	67	—	0.45	—	0.70	37,500
As2	8	18.0	8.0	—	30	0.33	0.50	—	30,000
Dc1	6	17.5	7.5	127	—	0.45	—	0.60	69,600
Dsg1 (Dg1)	43	18.0	8.0	—	35	0.30	0.43	—	53,200
(Dc)	16	16.0	6.0	100	—	0.45	—	0.50	21,000
Dsg1 (Dg1)	43	18.0	8.0	—	35	0.30	0.43	—	53,200
Dc (Ma12)	9	15.5	5.5	204	—	0.45	—	0.50	134,400

表-2 セグメント物性値

構造物	仕様	変形係数 E [kN/m ²]	断面積 A [m ² /m]	断面二次モーメント I [m ⁴ /m]
RC セグメント	$f_{ck}=54\text{N/mm}^2$ $t=350\text{mm}$	4.2×10^7	0.35	3.573×10^{-3}

キーワード シールドトンネル, 併設トンネルの影響, 施工過程
連絡先 〒553-0003 大阪市福島区福島 3-14-24 (福島阪神ビルディング 11 階) 関西高速鉄道(株)
TEL06-6485-8913

ている。ここでは、上段に併設影響（増分荷重）のみ作用時、下段に単設時及び単設時+併設影響の断面力図を示している。下段の単設時+併設影響の曲げモーメントから、切羽通過時にはトンネルのスプリングライン右付近に負曲げの最大値が生じているのに対し、テール通過時には正曲げが生じた。一方、テール通過後には再びスプリングライン右付近に負曲げの最大値が生じている。また、単設時の最大曲げモーメント 295(kN/m)と比較し、テール通過後は最大 347(kN/m)と約 18%の応力増加が確認できる。

4. 考察

切羽通過時、テール通過時、テール通過後、各段階における発生応力の傾向から、以下のとおり考察できる。

切羽通過時、テール通過時それぞれの最大曲げモーメントは、テール通過後の最終段階と比較して小さい。このことより、同様の位置関係であれば、テール通過後の発生曲げモーメントのみを設計上考慮すればよく、施工時（切羽通過時、テール通過時）の発生断面力は、設計上考慮する必要がないことがわかる。その一方で、切羽通過時やテール通過時における発生応力を実施工時に計測等で確認することにより、影響検討で設定したパラメータの妥当性評価や、施工時の切羽圧の設定等にフィードバックできると考

えられる。

5. おわりに

シールド施工時の施工過程を考慮した併設トンネルの影響検討手法により影響検討を実施した。得られた知見は以下のとおりである。

- ・本手法を用いることで、施工過程毎に設定した荷重モデルに基づき適切に影響検討を実施できることがわかった。
- ・本検討断面の条件では、各施工過程で発生曲げモーメントを比較すると、テール通過後の断面力が最大であり、設計で考慮する断面力としてテール通過後の曲げモーメントを適用すればよいことを確認した。

今後、各施工過程で設定したパラメータに基づいた施工計画を立案すると同時に、施工管理における指標の一つとして、既往の検証事例²⁾も参考にしながら本検討結果を活用することを考えている。

参考文献

- 1) 吉田他：シールドトンネルの施工過程を考慮した併設トンネルの影響検討（検討概要），第 78 回土木学会年次学術講演会, 2023.9（投稿中）。
- 2) 崎谷他：大断面、超近接併設シールドトンネル設計手法の提案,トンネル工学報告集,第 24 巻,II-8,2014.

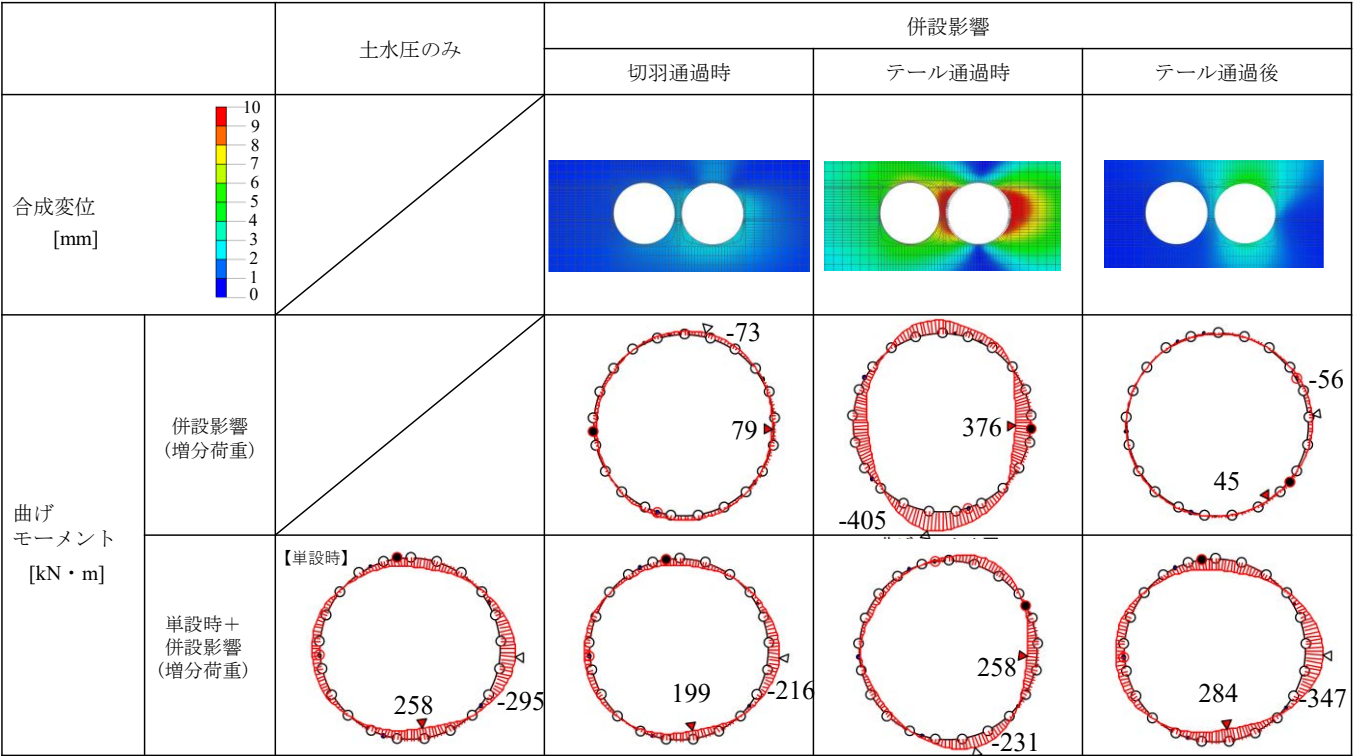


図-3 検討結果