

近接開削工事のシールドトンネルへの影響解析におけるトンネル施工過程の考慮について

東京地下鉄 正会員 坂田 聡 ○早稲田大学 学生会員 佐々木龍丸
アサノ大成基礎エンジニアリング 正会員 小西真治 早稲田大学 学生会員 岡山大輔
早稲田大学 正会員 岩波 基

1. はじめに

近年、都市機能の効率化を目的に様々な地下工事が地下鉄などの既設地下構造物に近接して施工されている。この際、供用中の既設構造物の安全を確保するために、リバウンドや側方変形の影響などを精度良く予測する必要がある¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。本報告では、既設シールドトンネルに近接して行われた開削トンネル工事の影響予測解析において、既設トンネルの施工過程を考慮しない場合に実際に生じた変位と解析結果が大きく乖離したため、既設トンネルの施工時の影響を考慮することの重要性を示した。

2. 解析条件

既設のシールドトンネルの上部に並行して開削トンネルを設置した事例について二次元の弾性 FEM 解析による影響解析を行った。上部荷重の除荷が発生し既設トンネルのリバウンドが心配された事例である。対象事例の地盤条件を表 1 に、構造概要を図 1 に示す。

Case1 では、既設シールドトンネルの施工過程を考慮した例として、掘削時に解放率 10%とし、セグメント設置後に残りの 90%を作用させて表現し、その後に開削トンネルの掘削を実施した。これに対し、Case 2 では、既設シールドトンネルの施工過程を考慮しない例として、シールドセグメントを設置し、内部の地山を掘削した状態で自重解析を行い、開削トンネルの掘削を行った。

表 1 地盤条件

地層名	層下端 (m)	ポアソン比	ヤング率 (kN/m ²)	単位体積重 量 (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角
b	2.82	0.3	8230	17.6	17.6	0
A _c	4.78	0.3	2450	13.2	29.4	0
t _c	5.23	0.3	13030	16.1	51.9	0
t _{gc}	6.11	0.3	2550	16.7	49	20
t _{gs}	7.96	0.3	100940	18.6	0	38
t _g	11.8	0.3	137200	19.6	0	42
T _{os}	16.7	0.3	252840	20.2	0	36
T _{oc}	19.3	0.3	170520	15.4	117.6	0
T _{os}	20.8	0.3	252840	20.2	0	36
T _{og}	25.3	0.3	411600	19.6	0	42
K _{oc1}	27.1	0.3	270480	17.0	107.0	0
K _{as1}	90.6	0.3	411600	18.7	20.0	42

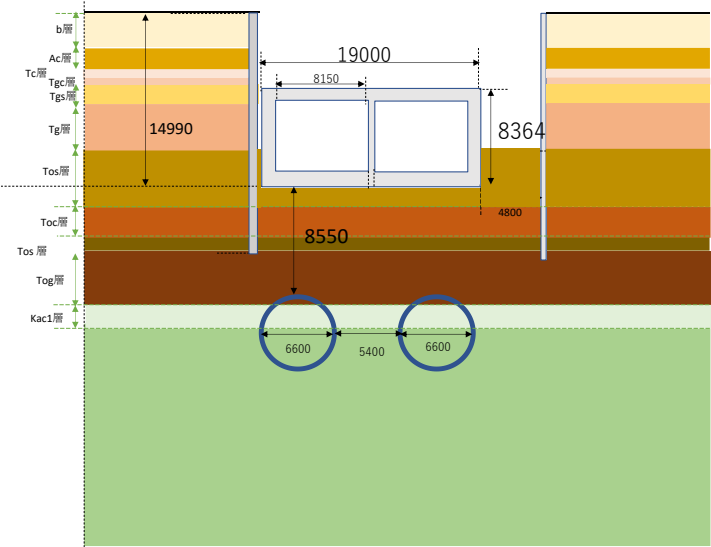


図 1 構造概要

3. 解析結果

図 2 に既設トンネル施工過程を考慮した場合 (Case1) と施工過程を無視した場合 (Case2) の鉛直応力コンター図を示す。また、表 2 に開削工事直前のステップにおける鉛直応力を掘削面、トンネル上部そしてトンネル下部で抽出したものを示す。既設トンネルの施工段階を考慮すると既設トンネルの掘削時のリバウンドによって周辺に大きな鉛直方向の圧縮応力が生じており、その値は施工段階を考慮しない場合の約 5 倍～ 1.1 倍になっている。解析では、この状態から、上部開削トンネルの掘削を行った。表 3 に既設シールドトンネルの鉛直変位の解析結果と計測値を示す。また、図 3 に鉛直変位のコンター図を示す。上部開削トンネル工事による掘削時の応力解放によって生じるリバウンド変位は掘削前の地盤内鉛直応力に支配されているので、既設トンネルの施工過程を考慮した解析の方が大きくなっており、実際の計測値に近い値となった。

キーワード シールドトンネル、開削工法、近接施工、リバウンド、影響予測
連絡先 〒169-8555 東京都新宿区 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 TEL03-3204-1894

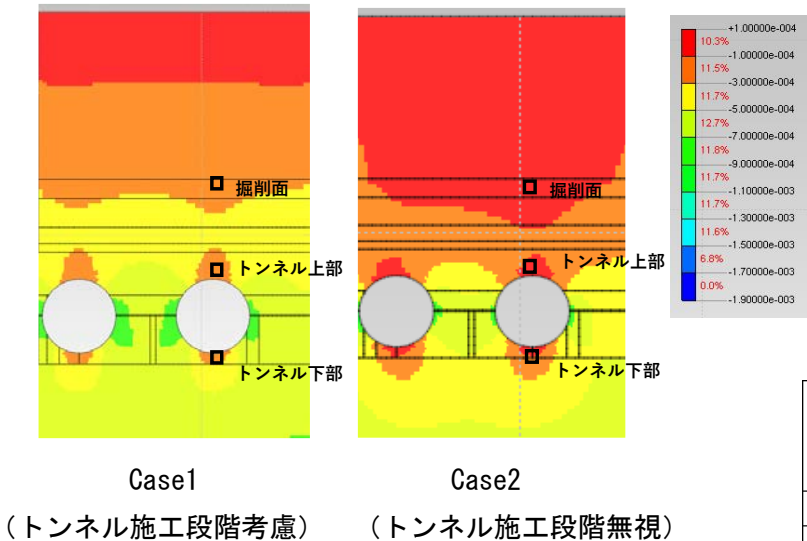


図 2 トンネル周辺の地盤内鉛直応力コンター

表 2 地山内の鉛直応力

	トンネル施工段階	
	考慮 (k N/m ²)	無視 (k N/m ²)
掘削面	-265	-23
トンネル上部	-155	-24
トンネル下部	-175	-36

表 3 トンネルの鉛直変位

トンネル 施工段階	リバウンド量(mm) 上方向を正			
	解析値		実測値	
	A線	B線	A線	B線
考慮	12.6	14.4	17.0	19.6
無視	-0.08	0.54		

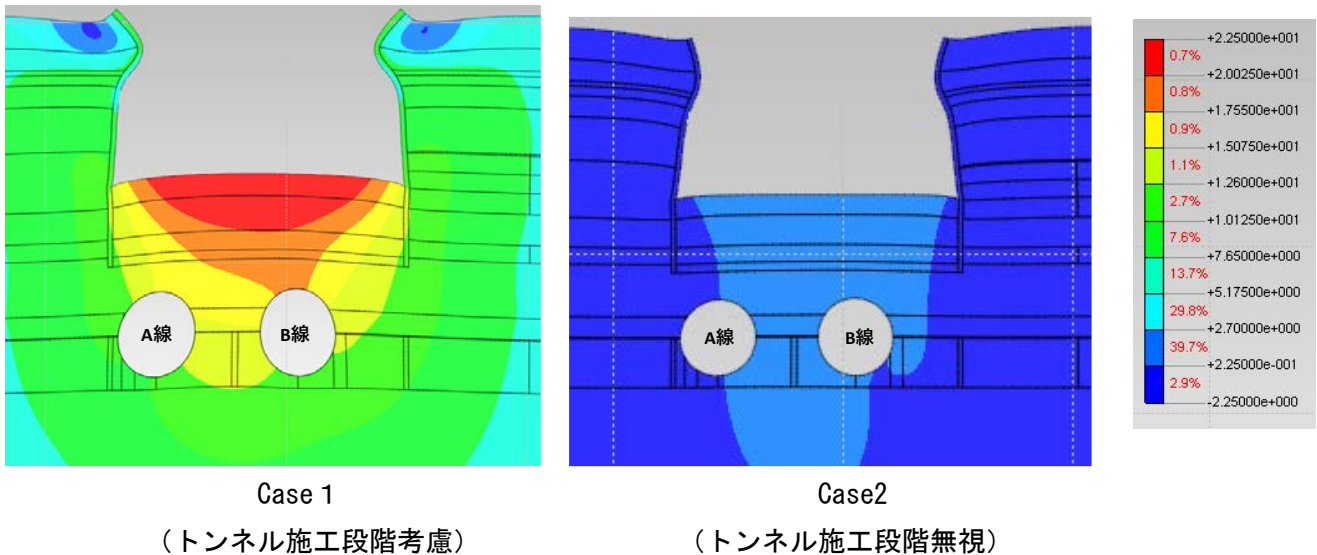


図 3 地盤の内鉛直変位コンター

4. おわりに

既設シールドトンネルに近接して行われた開削トンネル工事の影響予測解析において、既設トンネルの施工過程を考慮した場合としない場合の既設シールドトンネルのリバウンド量を比較した結果、施工過程を考慮した方が実際に生じたリバウンド現象を表現できていると考えられた。施工過程を考慮しない場合は、リバウンド変位量が計測値と大きく乖離しており、近接施工の影響予測解析では、既設トンネルの施工時の影響も考慮することが重要であると考えらる。

参考文献

1) 地盤工学会：近接施工，地盤工学・実務シリーズ 28，丸善，2011.
2) 鉄道総合技術研究所：都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル，鉄道総合技術研究所，2007.
3) 坂田聡，内藤宏文，佐々木龍丸，岩波基，小西 真治：開削工事による地下鉄シールドトンネルへの影響予測解析手法に関する一考察，トンネル工学報告集，Vol.32，II-3，2022.
4) 坂田聡，岡ノ谷圭亮，岡山大輔，岩波基，小西真治：開削工事による地下鉄トンネル縦断線形への影響に関する一考察，トンネル工学報告集，Vol.32，II-5，2022.