

有限要素法による併設シールドの施工過程を考慮した掘削解析

西松建設(株) 正会員 ○吉野 修
千葉工業大学 正会員 小宮 一仁

1. はじめに

併設シールドトンネル工事では、工事に伴う地盤変状やトンネル構造体への影響を評価するうえで、2つのシールド工事を現場の状況に即した形でシミュレーションする必要がある。
本報告では、小宮・赤木による掘削要素を用いたシールド逐次掘削モデル⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾を用いて、併設シールドの施工過程を考慮した3次元有限要素法掘削解析を行い、地盤沈下の発生状況について述べる。

2. 解析の概要

解析対象は、東京都下で行われたトンネル外径7.25m、離隔距離2.80m、土被り25.5mの併設シールドトンネル工事である。シールド機が通過する地盤は、比較的状態のよい砂質地盤である。ここでは、実際の工事で用いられたジャッキ推力の平均値及び切羽泥水圧力の平均値を用いて3次元弾性有限要素法掘削解析を行った。解析に用いたパラメータは表-1に示すとおりである。掘削要素の弾性係数は掘削時の排土率がほぼ100%になるように設定し、またシールド機周面の摩擦を表現するジョイント要素の剛性はシールド機の掘進速度が対象工事と適合するように設定した。

図-1(a)(b)(c)(d)は、本解析の流れを実際の解析メッシュを用いて示したものである。図-1(a)は先行シールド掘削前の初期状態を、また図-1(b)は先行トンネル掘進中の解析メッシュを示している。本掘削解析法では、シールド機の推進、地盤の掘削・取り込みおよびシールド機後方のトンネル形成が連続的に解析できる。先行トンネルの掘削が終了した後、先行トンネルの位置に弾性ソリッド要素のトンネル構造体を配置し、また後続シールド機要素および掘削要素を配置して後続シールド掘削解析を行う。図-1(c)は、後続シールド掘削前の解析メッシュである。この状態での地盤の応力および地盤変位は、先行トンネル掘削終了時の値となっている。図-1(d)は、後続シールド掘進中の解析メッシュを示したものである。

3. 併設シールド工事に伴う地盤の沈下挙動

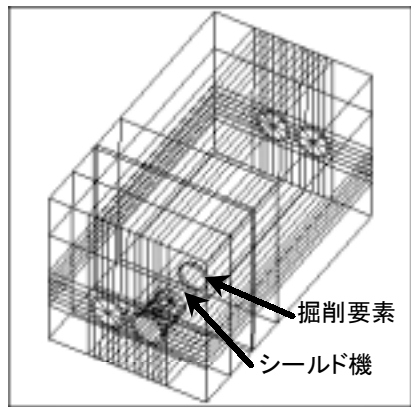
図-2(a)(b)は、2.に示した解析で得られたシールドトンネル横断方向の地盤沈下発生状況を示したものである。

図-2(a)は先行シールド掘削時の地盤の沈下状況、図-2(b)は後続トンネル掘削時の地盤沈下を示している。なお図-2(b)の後続トンネル掘削時の地盤沈下には先行トンネル掘削終了時の地盤沈下量が含まれている。図から、先行シールド通過に伴い地盤沈下が発生し、地盤沈下は先行シールドクラウン上部で大きく出ていることがわかる。続いて後続シールドを掘削時には、今度は後続トンネルクラウン上部の地盤に大きな沈下が発生し、トンネル完成時には併設トンネルの上部地盤の幅広い範囲で沈下が発生している。以上より、併設シールドの施工状況を考慮した数値解析によって、個々のシールド掘削が地盤変状等に与える影響や、併設施工の相互作用の結果として生じる地盤変状等を評価できた。

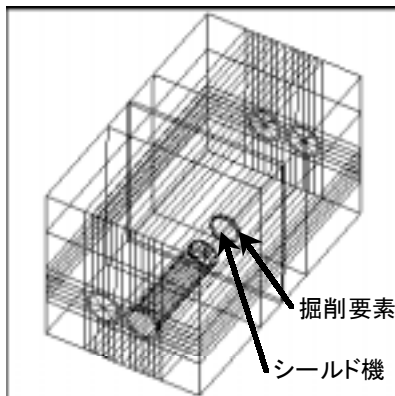
表-1 入力パラメータ

シールド機	E=1.00×10 ¹⁰ kPa ν=0.460
地 盤	E=1.25×10 ⁵ kPa ν=0.333 k=1.00×10 ² cm/s
掘削要素	E=500.0 kPa ν=0.100 k=1.00 cm/s
先行トンネル	3.90×10 ⁷ kPa ν=0.400
ジョイント要素	摩擦 1.00×10 ² kN/m 剥離 1.00×10 ¹⁴ kN/m
ジャッキ総推力	20000.0 kN
泥水圧力	290.0 kPa
タイムステップ	1.00 s

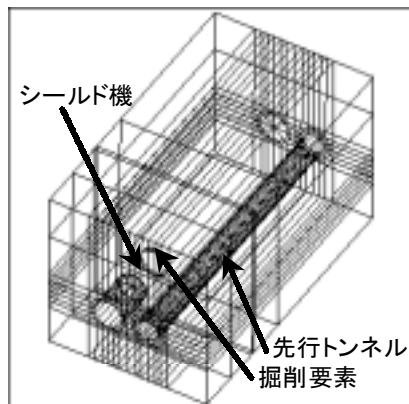
キーワード：シールドトンネル、有限要素法、沈下
連絡先：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 Tel 047-478-0449



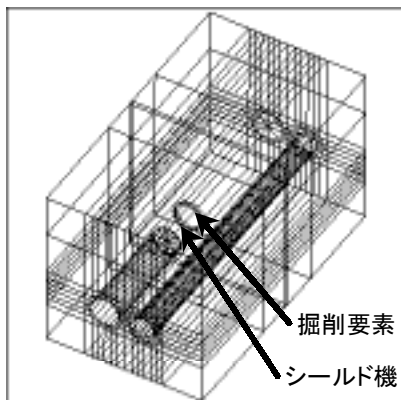
(a) 先行シールド掘進前



(b) 先行シールド掘進中

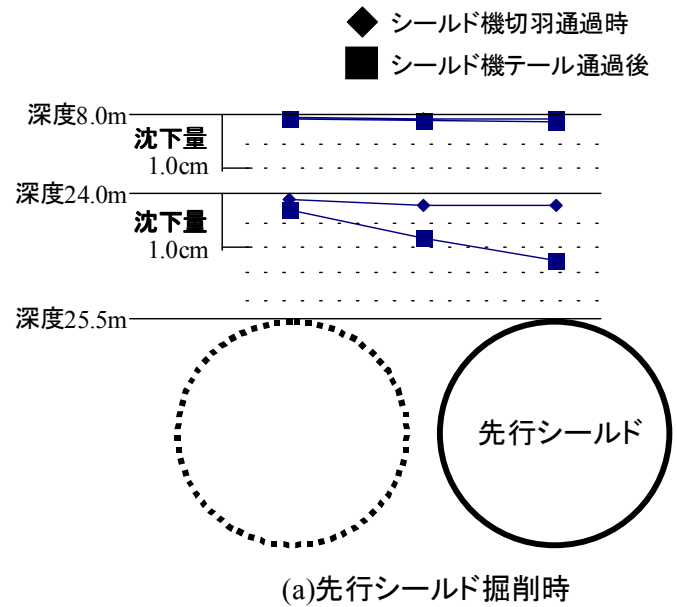


(c) 後続シールド掘進前

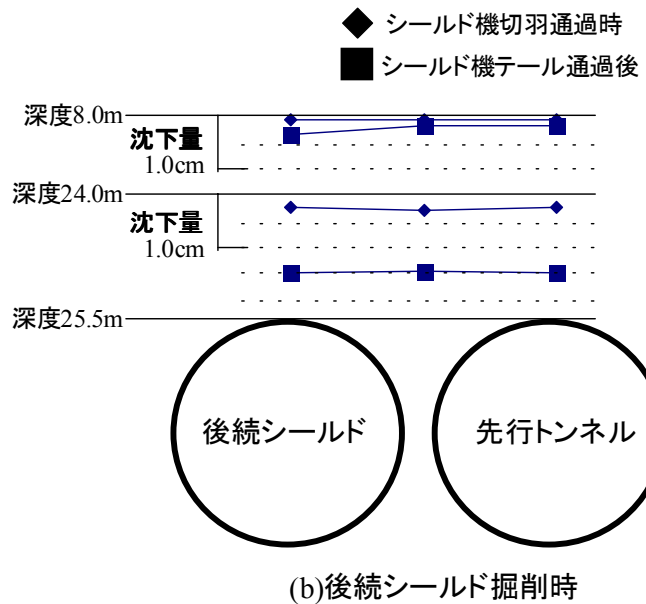


(d) 後続シールド掘進中

図－1 解析方法



(a) 先行シールド掘削時



(b) 後続シールド掘削時

図－2 地盤の沈下状況

参考文献

- (1) 小宮一仁・赤木寛一：第5回計算力学シンポジウム 報文集，日本科学技術連盟，p.243-248，1991
- (2) 赤木寛一・小宮一仁：土木学会論文集，第481号，Ⅲ-25，p.59-68，1993
- (3) K.Komiya, K.Soga et al. : Soils and Foundations, Vol.39, No.4, p.37-52, 1999
- (4) 小宮一仁・吉野修：トンネル工学研究論文・報告集，第11巻，論文-8，p.51-56，2001