

(Ⅲ-14) シールド切羽における掘削状況を考慮した双設トンネル相互作用のFEM解析

千葉工業大学 学生会員 ○賛田 健一
千葉工業大学大学院 学生会員 川崎 雅博
千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡邊 勉
西松建設(株) 正会員 吉野 修

1.はじめに

シールドトンネル工事ではシールド機切羽前方に攪乱された地盤があり、シールド機はそれを伴って進行する。本研究では攪乱された地盤を想定した掘削要素を配置し、各計算ステップごとに掘削要素および地盤要素をリメッシュすることによって、シールド機の掘削状況を連続的にモデル化する⁽¹⁾⁽²⁾。ここでは、この解析法を用いて、シールド切羽の泥水圧力が先行トンネルの変形に及ぼす影響を調べた。

2.解析の概要

解析対象は、大型土槽内における先行トンネル模型を配置したシールド掘進実験である⁽³⁾。図-1に大型土槽実験の概略を示す。シールド機模型の外径D1は215mm、先行トンネルと後行トンネルの離隔Lは64.5mmである。先行トンネル模型には外径D2=216mmの硬質塩化ビニール管を用いている。土試料には飽和した珪砂6号Dr=72.3%を用いている。表1は解析パラメータを示したものである。ここでは、シールド機、地盤、掘削要素及び先行トンネル模型を弾性体と仮定し、3次元土～水連成シールド掘進有限要素法解析を行った。掘進時の泥水圧力pを、切羽中央部における水平方向の全土被りに対応した $p=12.8\text{kN/m}^2$ (ケース2)、その半分の $p=6.38\text{kN/m}^2$ (ケース1)及び2倍の $p=1.91\text{kN/m}^2$ (ケース3)の3とおりについてに変えて解析を行い、先行トンネルの変位状況を調査した。掘削要素及びジョイント要素のパラメータは掘削時の排土率がほぼ100%になるように設定した。

表1. 入力パラメータ

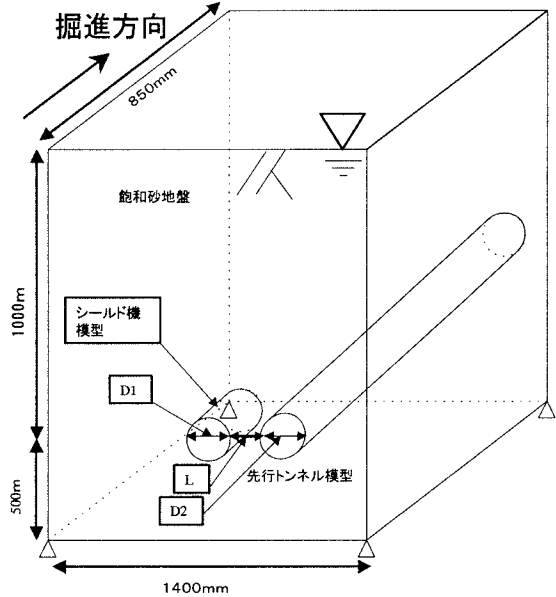


図-1.解析対象

	ヤング率 (kN/m^2)	透水係数 (m/sec)	ポアソン比
シールド機 要素	1.00×10^8	1.00×10^{-6}	0.40
地盤要素	5.00×10^4	1.00×10^{-4}	0.33
掘削要素	5.00×10^2	1.00	0.10
塩ビ管要素	3.00×10^6	1.00×10^{-6}	0.33
	水平方向 (kN/m)	接線方向 (kN/m)	垂直方向 (kN/m)
ジョイント 要素剛性	1.00×10^4	1.00×10^4	1.00×10^{14}
泥水圧(kPa)		6.38~19.1	

キーワード：シールドトンネル、有限要素法、切羽

連絡先：(住所〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-10 TEL 047-478-0449 FAX 047-478-0474)

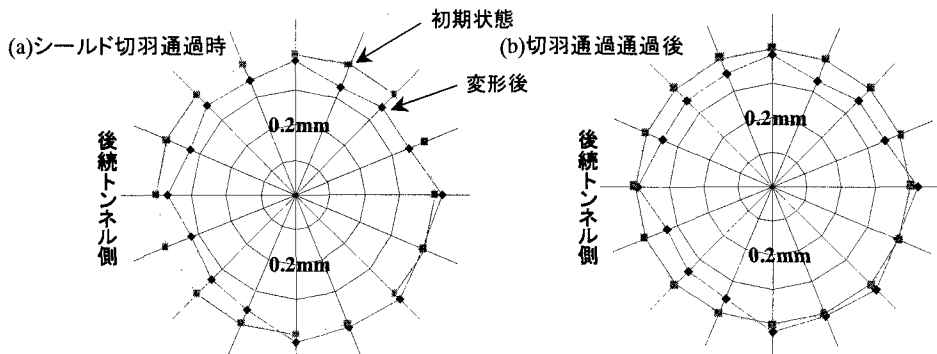


図-2 先行トンネルの変形状況(ケース1: 泥水圧=6.38kPa)

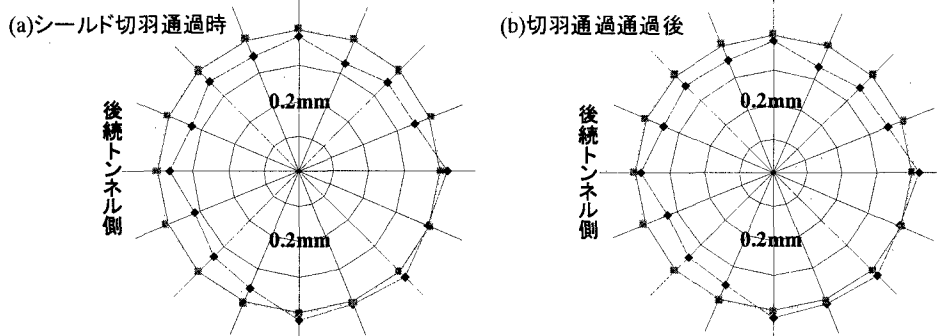


図-3 先行トンネルの変形状況(ケース2: 泥水圧=12.8kPa)

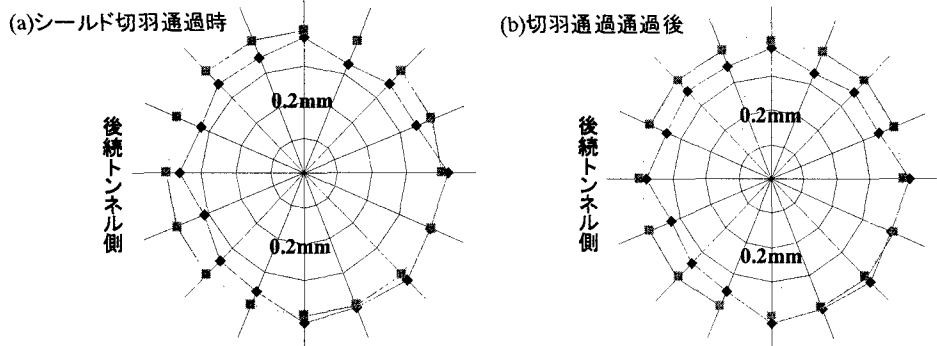


図-4 先行トンネルの変形状況(ケース3: 泥水圧=19.1kPa)

3. 解析結果 図-2、図-3、図-4 は、それぞれ泥水圧を $p=6.38\text{ kPa}$ 、 $p=12.8\text{ kPa}$ 、 $p=19.1\text{ kPa}$ の時の (a) シールド機切羽通過時及び (b) シールド機通過後の先行トンネル模型の変位状況を示したものである。シールド機切羽通過時には、先行トンネルは側方から押されるように縦長に変形し、切羽通過後には押された力が除荷され後続トンネル方向に横長になるように戻されている。図-2、図-3、図-4 の比較から、切羽通過時の変位は、泥水圧力が最も大きいケース 3 が大きく、逆に泥水圧力の小さいケース 1 で小さくなっている。このことから、シールド機切羽通過時には泥水圧力によって先行トンネルが側方に力を受け変形することがわかる。

参考文献

- (1) 赤木・小宮：土木学会論文集，第 481 号，Ⅲ-25，土木学会，p. 59-68，1993
- (2) Komiya, Soga ら：Soils and Foundations, Vol. 39, No. 4, 地盤工学会，p. 37-52，1999
- (3) 細川・小宮ら：軟弱地盤における地下建設技術に関するシンポジウム論文集，地盤工学会，2002(投稿中)