

Ⅲ-B172

飽和砂質地盤におけるシールド機の接近・通過に伴う
シールド機近傍地盤の応力変化について

西松建設(株) 正会員 ○萩原敏行 曾我誠意 小宮隆之
千葉工業大学 正会員 小宮一仁
早稲田大学 正会員 赤木寛一
通商産業省 正会員 内田了司

1. まえがき

シールド機の接近・通過時にはシールド機近傍の地盤の応力状態が変化する。この変化の要因としては、シールド機推進ジャッキ推力、カッター切削圧力や泥水圧力等の切羽前面圧力、シールド機の姿勢の変化に伴う地盤の押し広げ、テールボイド発生に伴う応力解放や裏込め注入圧等があげられる。したがって、シールド機の接近・通過に伴うシールド機近傍地盤の応力状態の変化を評価するためには、シールドトンネルの施工過程を考慮する必要がある。本研究は、飽和砂地盤におけるシールド機の接近・通過に伴うシールド機近傍地盤の応力状態の変化について、室内実験およびシールドトンネルの施工過程を考慮した有限要素法解析で得られた結果をもとに考察したものである。

2. 飽和砂地盤におけるシールド機接近・通過に伴うシールド機近傍の応力変化

瀬谷ら⁽¹⁾は、飽和砂地盤における泥水加圧式シールド模型の掘進実験を行い、シールド掘進に伴う周辺地盤の間隙水圧および全応力の変化を調査した。実験土槽は断面が27.0 cm × 27.0 cmの正方形、長さは80.0 cmで、シールド機模型の直径は25.0 cmである。また内田ら⁽²⁾は、瀬谷らが行った実験を、シールド機の掘進状況を考慮した有限要素法⁽³⁾を用いて解析した。図1はシールド機模型の側方1.0 cmの近傍にある土槽壁面の定点で観測されたシールド機の接近・通過に伴う側方土圧比(側方全土圧の経時変化を側方全土圧の最大値で除したもの)の実験値と解析値⁽²⁾を示したものである。図1の横軸はシールド機切羽の推進距離を表しており、推進距離10.0 cmの時点で切羽が観測側方を通過する。図1から、シールド機近傍の全応力はシールド機の接近に伴い増加し、シールド機切羽通過直後に最大値をとった後、急激に減少していることがわかる。図2は、シールド機切羽前方の過剰間隙水圧分布状況の実験値と解析値⁽²⁾を示したものである。図2から、透水性の高い砂地盤では過剰間隙水圧が急激に消散するため、過剰間隙水圧の上昇はシールド機切羽近傍においてのみ大きくなっている。

次に実際の砂質地盤におけるシールドトンネル工事を想定した有限要素法解析を行い、シールド機の接近・通過に伴うシールド機近傍地盤の応力変化を調べた。図3は解析初期状態のモデルであり、表1は入力パラメータである。解析では、内田らの解析同様シールド機の掘進状況を考慮した。

図4は解析で得られたシールド機切羽の掘進距離と、図3の初期状態の評価点位置におけるシールド機接近・通過に伴う全土圧の鉛直成分および過剰間隙水圧の変化状況との関係を示したものである。図3から、全土圧はシールド機接近時に大きくなり、シールド機切羽通過直後にピークをとった後急激に減少し、シールド機通過時は徐々に減少していることがわかる。また全土圧の変化挙動は、図1の側方土圧比の変化挙動と概ね一致していることがわかる。また透水性の高い砂質地盤では過剰間隙水圧の消散が急速に進むため、過剰間隙水圧はシールド機切羽付近でのみ上昇しており、図2の実験結果に近い挙動を示している。

キーワード：シールドトンネル、砂質地盤、土圧、間隙水圧、有限要素法

連絡先：〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10 西松建設(株) 土木設計部

電話：03-3502-7638、ファクス：03-3502-0228

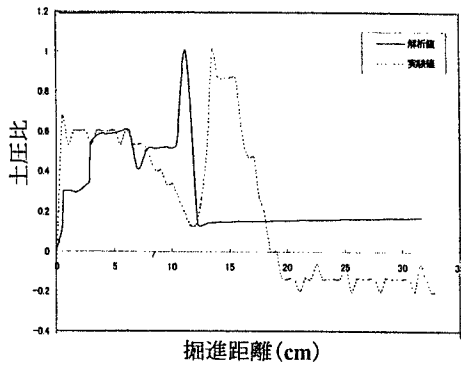


図1 土圧比と掘進距離の関係(2)

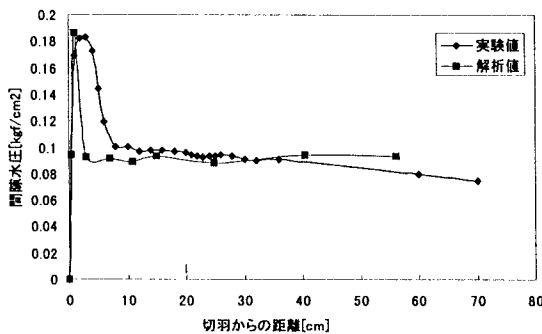


図2 過剰間隙水圧分布状況(2)

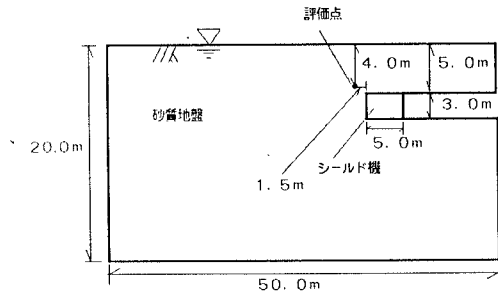


図3 解析モデル（初期状態）

3. まとめ

本研究は、飽和砂質地盤におけるシールド機の接近・通過に伴うシールド機近傍の応力変化挙動を、シールド機掘進過程を考慮した有限要素法解析および室内模型実験の結果に基づいて考察したものである。本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- ・飽和砂質地盤では、シールド機切羽の接近に伴い近傍の全土圧は増加し、切羽通過直後にピークをとった後急激に減少し、その後シールド機通過時には徐々に減少する。
- ・飽和砂質地盤では、過剰間隙水圧の消散が急速に進むため、シールド機の接近・通過に伴う過剰間隙水圧は、シールド機切羽付近でのみ増加する。

参考文献

- (1) 瀬谷ら：第32回地盤工学研究発表会、p.2055-2056、1997
- (2) 内田ら：第33回地盤工学研究発表会、1998（投稿中）
- (3) 赤木・小宮：土木学会論文集、No.481、III-25、p.59-68、1993

表1 解析パラメータ

粘性土地盤	弾性係数 1000.0 kPa ポアソン比 0.38 透水係数 1.0×10^{-1} cm/s
シールド機	弾性係数 2.0×10^8 kPa ポアソン比 0.49
掘削要素	弾性係数 10.0 kPa ポアソン比 0.10
ジャッキ推進力 切羽泥水圧 掘進速度	1600.0 kN 60.0 kPa 約 5.0 cm/min

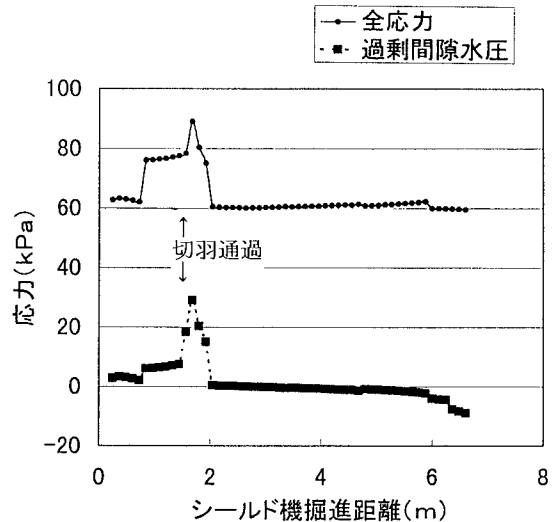


図4 全土圧および過剰間隙水圧の変化状況