

III-57

シールド掘削に伴う地盤変位の影響解析と現地盤の挙動

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 成田昌弘 正会員 小島芳之
正会員 新堀敏彦 正会員 金子静夫

1. はじめに

既設線路下を横断する工法には種々のものがあるが、未固結地盤で土被りが比較的大きい場合は、一般にシールド工法が適用される。シールド工法は掘削断面が他の線路下横断工法より大きいこともあり、掘削に伴う地盤変状を精度良く予測することを求められる。また、施工時に種々の計測を行い、施工の安全性や地盤変状の程度を的確に把握する必要がある。筆者らは、最近行われた線路下を横断する下水道シールド工事に伴う地盤変位計測を行い、FEM解析との比較を行ったので、その結果を報告する。

2. 工事概要

この工事は、図1に示すように線路に直行して横断するもので、延長約50mである。土被りはほぼ一定で約10.5m、セグメント外径は3.55mであり、泥土圧式シールド工法により施工された。掘削部の地質は比較的良く締まった洪積細砂層・砂礫層である。なおその上位にはクラウン部でN値10程度の洪積粘性土層が堆積している。

掘削に先立ち、線路の重要性を考慮して地盤注入を施工した。

また、掘削時の切羽泥土圧は8～12tf/m²程度である。

なお、裏込め注入は同時注入方式である。

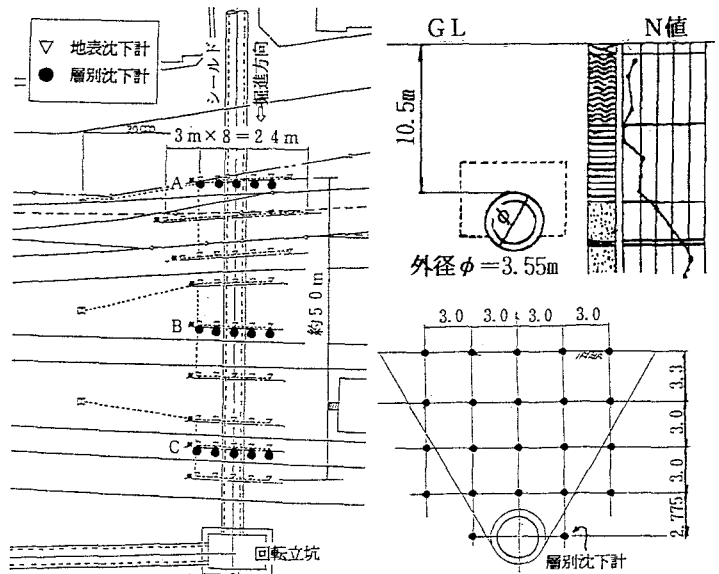


図1 施工及び計測概要図

3. FEM解析手法

今回は、掘削後の弾性的変位に着目し、3次元及び2次元FEM線形弾性解析を行った。

(1) 3次元FEM解析

解析モデルとして、シールドマシン及びセグメントについてはシェル要素を用い、またセグメントと地盤の間にはギャップ要素を用いボイドを表現した。なお、地盤物性値は3軸圧縮試験結果を基に定めた

解析方法は、まず掘削前の初期応力解析を行った後、掘削中の状態を次のようにモデル

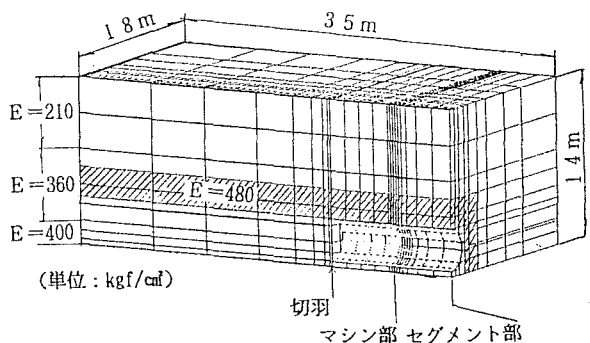


図2 3次元FEM解析モデルの模式図

化した。即ち、トンネル切羽面には、泥土圧 8 tf/m^2 にマシン推力(320 tf) 相当の等価圧力(約 32 tf/m^2) を加えた値を作用させ、セグメント外側のトンネル内面には裏込め注入圧を作用させた。

(2) 2次元FEM解析

解析モデルとして、セグメントをビーム要素とし、セグメントと地盤とは完全に密着した状態即ち裏込め注入が完全になされた状態を想定した。なお地盤物性値は3次元FEM解析の場合と同様とした。

解析方法は、まず掘削前の初期応力解析を行い、トンネル掘削(応力開放率30%)後、セグメント構築(応力開放率70%)という手順で行った。

4. 解析結果と実測値の比較

(1) シールド軸方向鉛直変位

図4は、計測点B(図1)でのシールド掘削に伴う地盤沈下状況について、解析値と実測値を比較したものである。

この図より、解析値は変位モード、変位量ともに比較的良好な挙動を表現している。しかし解析では、切羽前方約2mでの隆起が最大となり、マシン通過時には既に沈下となる挙動を示している。また実測に現れているテール通過後の沈下挙動も表現されていない。この原因としては、解析ではマシンと地盤との摩擦を考慮していないこと等が考えられるが、今後検討する必要がある。

(2) シールド軸横断方向鉛直変位

図5は、切羽が計測点Bより12m掘削された時点における地盤沈下状況について、解析値と実測値を比較したものである。

この図より、3次元及び2次元解析ともに影響範囲は実測値より大きいものの、シールド軸線上の沈下量については実績値とよく合っている。

また、今回3次元解析と2次元解析では解析モデルが異なるので一概に比較はできないが、シールド軸線上の沈下量については比較的良好に合っていることがわかる。

5. まとめ

今回、シールド施工に伴う地盤変状に着目した現地計測およびFEM解析を行った。

その結果、今回の3次元FEM解析によりシールド掘進に伴う掘削方向の地盤挙動を推定できる可能性があること、またシールド軸線上の最終沈下量は2次元FEM解析により実用上問題ない範囲での予測が可能であることが確認された。

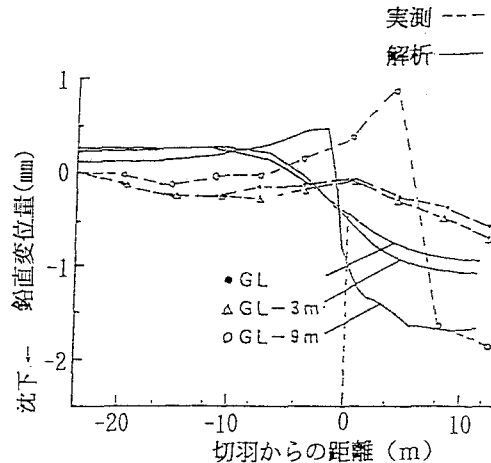


図4 シールド軸方向鉛直変位の解析値と実測値の比較

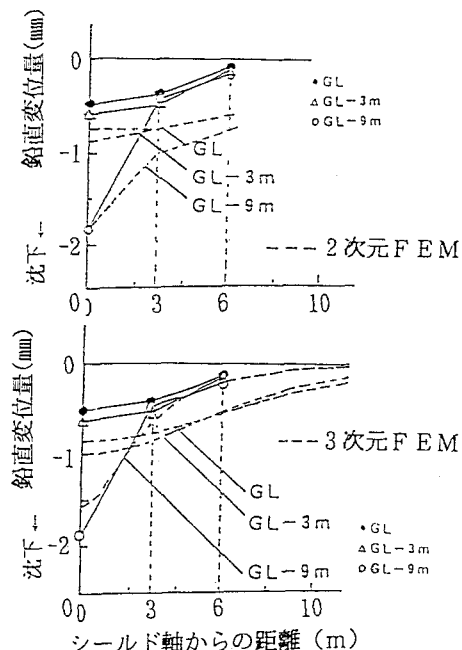


図5 シールド軸横断方向鉛直変位の解析値と実測値の比較