

双設泥水式シールド通過に伴う地下鉄躯体への影響

首都高速道路公団 正会員 ○石原 陽介
首都高速道路公団 猪瀬 研一
首都高速道路公団 正会員 小西 由人

1. はじめに

首都高速中央環状新宿線は、東京都目黒区青葉台四丁目を起点に山手通り（環状6号線）をトンネル構造で北上し、板橋区熊野町を終点とする延長約11kmの自動車専用道路である。このうち、中野区東中野から新宿区中井までの延長約570mの区間においては、掘削外径φ11.420m（セグメント外径φ11.220m）の泥水式シールド工法にて往復する双設トンネルである。本工事では、上落合二丁目交差点位置において、シールドマシンが往路・復路とも東京地下鉄東西線落合駅直下を最小離隔5.365mで通過し掘進を完了した。本稿は往路シールド及び復路シールド通過における地下鉄躯体の計測報告及び解析値との比較を述べるものである。

2. 近接概要

東西線交差部断面図を図-1に示す。本シールドトンネルは、東西線下横断面において、NTTとう道（φ4,450）、都営地下鉄大江戸線（φ5,400）とも近接した施工となる。地質構成は、上層から関東ローム層（Lm）、武蔵野礫層（Mg）、東京層礫（Tug）、東京層礫（Tog）、江戸川層粘性土層（Edc）、江戸川層砂質土層（Eds）が堆積している。また、地下鉄躯体の沈下を防護するため、薬液注入工を躯体下に施工した。

3. 事前解析

本シールド通過に伴い、東西線への影響解析を行った。まず、図-2に示す2次元FEM解析モデルを作成し、弾性FEM解析より変位を求め、この変位から地下鉄躯体下端位置地盤の変位相当荷重を求めた。さらに、地下鉄躯体の剛性を評価した弾性床土上の梁モデルにて地下鉄躯体の変位量を算出した。FEM解析に用いる解放応力σは過去のシールド掘進実績より、補正係数α=70%として、以下のとおり設定した。

$$\sigma = \alpha \times (\sigma_0 - \sigma_m)$$

（ここに、 σ_0 ：初期地中応力 σ_m ：泥水圧）

この結果、防護工を行った際の東西線躯体の予測沈下量は4.29mmとなり、東京地下鉄の許容沈下量である5.0mmを満足する結果となった。

4. シールド掘進管理計画

本工事における、地下鉄躯体への影響範囲内でのシールド掘進管理項目である泥水圧、掘進速度、裏込注入圧及び注入量は表-1に示すとおりとした。

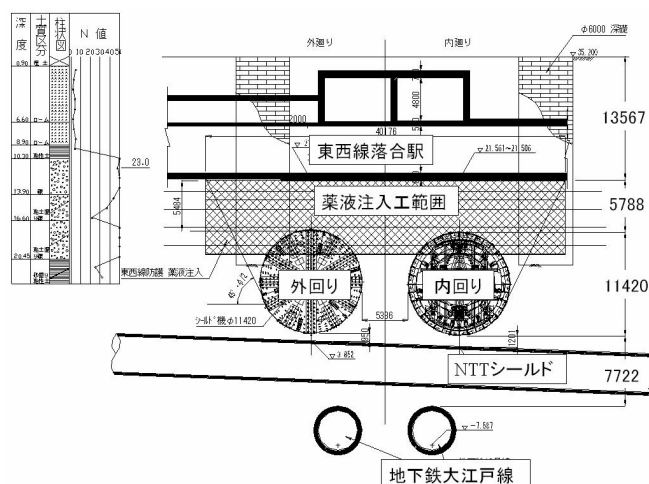


図-1 東西線交差部断面図

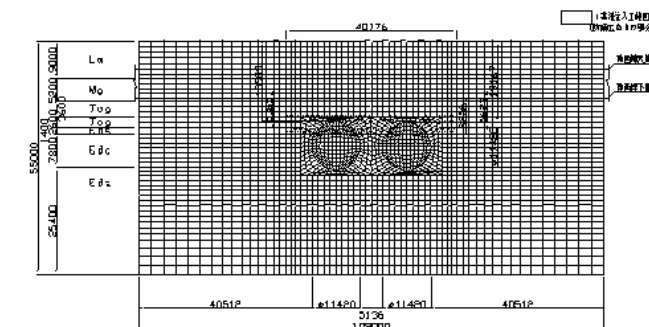


図-2 2次元FEM解析モデル

表-1 影響範囲内でのシールド掘進管理

管理項目	管理値
泥水圧	210 (KPa)
掘進速度	15~20 (mm/min)
裏込注入圧	切羽水圧210+50=260 (KPa)
裏込注入量	6.931(m³/R), 注入率130%

キーワード トンネル, シールド工法, 近接施工, 都市内高速道路, 防護工, 計測

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-6-2 首都高速道路公団 東京建設局 TEL03-5320-1665

5. 東西線交差部計測計画

本工事では地下鉄躯体変位の計測として以下の2項目について計測を行った。

1) 地下鉄構内水準測量（1級水準測量）

地下鉄防護工施工前に、東京地下鉄既設点に関して測量を行い、これを基準値として、シールドが影響範囲通過中は2日に1回測量を行うこととした。

2) 沈下計測

地下鉄躯体に設置した沈下計で計測を行う。シールドが影響範囲通過中は3分に1回計測を行う。沈下計設置箇所は、図-3に示すとおりである。本稿で扱うデータは沈下計計測で得られたデータである。

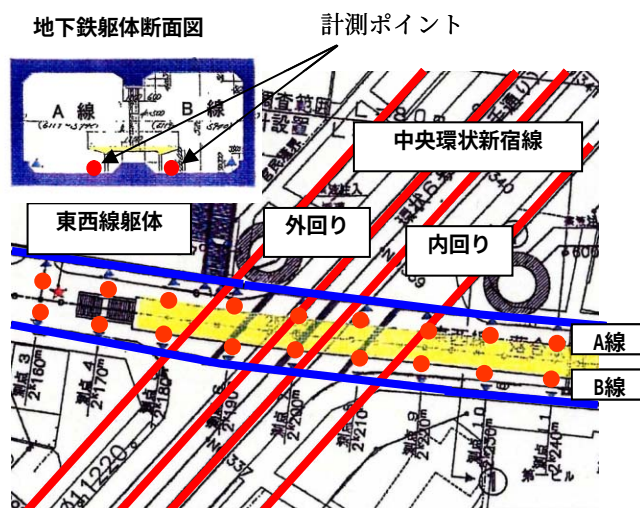


図-3 地下鉄交差部計測ポイント位置図

6. 計測結果及び解析値の比較

本シールド通過後における地下鉄躯体縦断方向の鉛直変位分布及び、解析結果より得られた躯体の予想沈下曲線を図-4に示す。これより、沈下量に着目すると、許容変位量 5.0mm以内に抑えることができ、かつ、予測値と実測値でほぼ同じ結果となった。これより、設定した応力解放値はほぼ妥当であると判断できる。一方、地下鉄縦断方向の沈下分布形状については、予測値と実測値で異なる分布となった。この要因として、①地盤の物性値、地層が地下鉄縦断方向に必ずしも均等ではないこと②地盤の変化に伴い躯体防護工の薬液注入工の注入率が様ではなかったこと等が推測される。また、本解析結果は、先行シールド通過に伴う地盤の緩み等は考慮しておらず、双設シールド施工完了時のみを対象としている。

地盤物性値、防護工の改良強度及び地下鉄の剛性が一定であれば、内回り線（先行シールド）位置と外回り線（後行シールド）位置の沈下量は同程度になると推測されるが、計測結果は内回り線位置の沈下量が外回り線位置の沈下量より大きくなる結果となった。この結果についても、上記の要因に起因しているものと推測する。

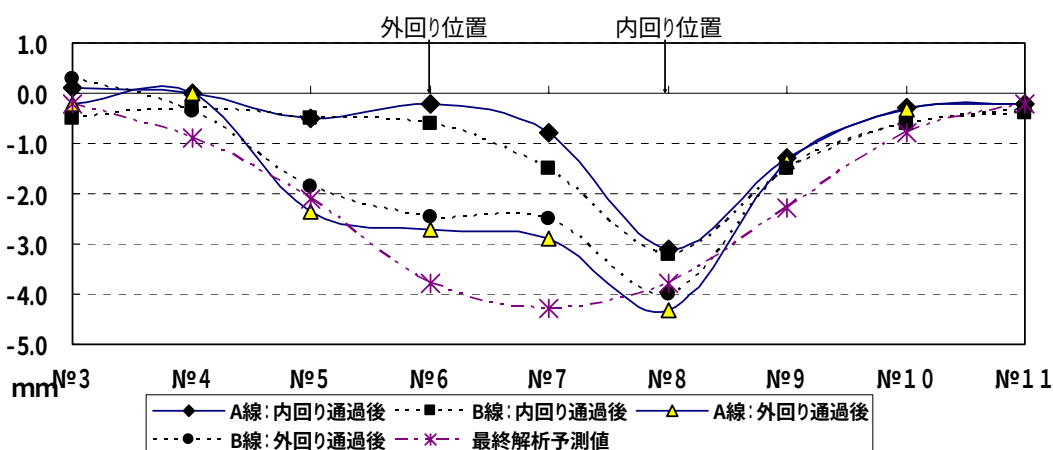


図-4 地下鉄躯体沈下量についての計測結果及び解析値の比較

7. まとめ

本稿では、双設泥水式シールドの通過に伴う地下鉄躯体の沈下量について、事前解析値及び計測値を比較した。その結果、沈下量に関しては、解析値 4.29mmに対し、計測値 4.31mmと、ほぼ同値となった。これより、本解析で用いた解放応力は妥当であると判断できる。しかしながら、沈下分布形状に関しては、解析値と計測値とでは異なる結果となった。この要因としては、地盤の不均一性、注入率のばらつきによる薬液注入効果の不均一性等によるものと推測される。

今後は、計測結果をもとに、上記要因による影響の程度を検証し、今後の工事の計画に役立てたい。