

地下鉄四つ橋線の下部シールド掘進と上部掘削に関する計画と施工管理

中之島高速鉄道(株) 長瀧 元紀
 京阪電気鉄道(株) 正会員 定藤誠一郎
 大成・戸田・鉄建・熊谷 JV 正会員 天野 健次

1. はじめに

本論文は中之島線建設工事¹⁾において、渡辺橋駅付近に近接する大阪市交通局地下鉄四つ橋線に関する計画と施工管理に関して報告するものである。

地下鉄四つ橋線の下部をシールドで掘進し、その後その上部を掘削するため、地下鉄は沈下・隆起という変動を伴うことになる。これに対し、事前に FEM 解析を行った上で、列車走行性に配慮した管理値(上限・下限)を設定し、情報化施工のもと無事工事を完了することが出来た(図1)。

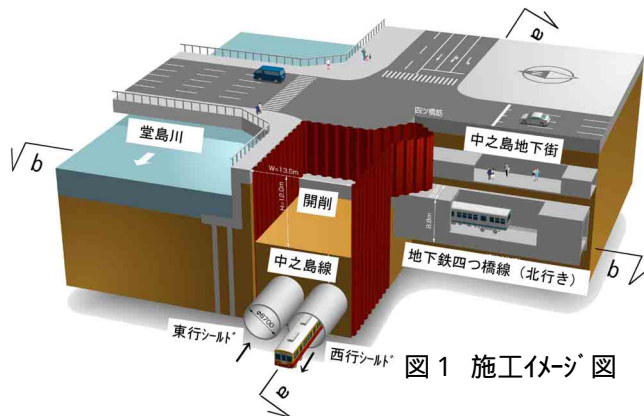


図1 施工イメージ図

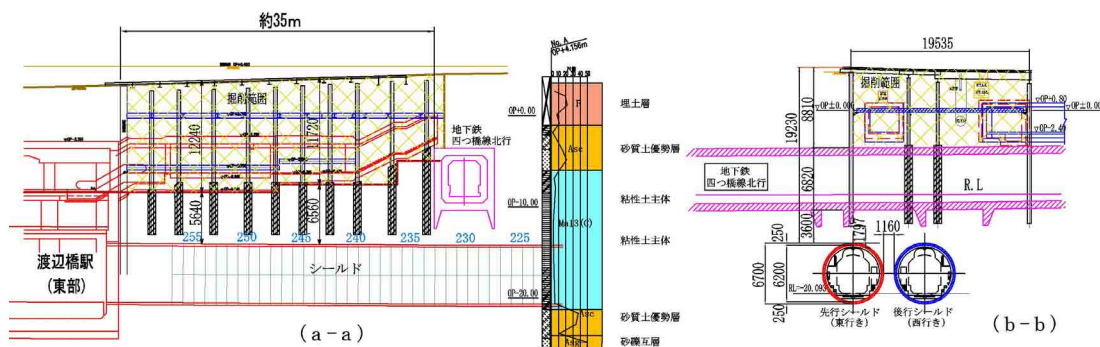


図2 掘削断面図

2. 工事概要

中之島線渡辺橋駅東約 35m のところに地下鉄四つ橋線が存在する。渡辺橋駅構築後、シールド(マシン外径 6850; 泥土圧式)を東側に向かって発進し、四つ橋線下部(離隔約 1.8m)を通過した。その後渡辺橋駅へ戻るためUターンし、再度四つ橋線下部を通過した(シールド双設, 離隔 1.2m)。シールド工事完了後、渡部橋駅と四つ橋線上部に存在する中之島地下街を接続するため、駅東端部より開削工事で掘削していく(最終掘削深さ 12m, 最大掘削幅 19m)。そのため、今度は四つ橋線の上部および側部を掘削することになる(図2)。

当該区間の地下鉄四つ橋線は、昭和 40 年度頃に圧気潜函工法(一部オープン潜函工法)にて作成されており、函体間を RC 造で後施工し、接合している構造である。図に示すとおり、潜函の刃口がシールド施工時に近接する状況となっている。潜函下部は、鋭敏比の高い、軟弱な粘性土(Ma13 層 N=1~5)で支持されており、シールド掘進における沈下(特に残留沈下)、および掘削によるリバウンドに対してその安全性を検証し、管理値を設定して施工を行った。

3. 事前解析

解析フロー図(図3)に示すとおり、シールド施工時と連絡通路施工時において、それぞれ四つ橋線躯体の安全性を検証した。その上で、算出された変形量をもとに計測管理値を算定したが、軌道整備基準にも配慮した。図4に四つ橋線縦断鉛直方向の施工時における変形モードと施工管理値を示す。

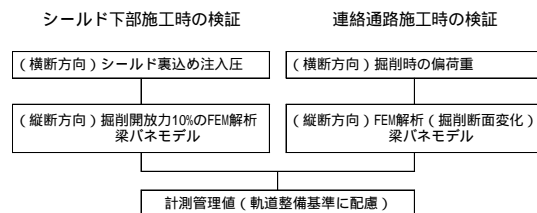


図3 解析フロー図

キーワード 地下鉄, シールド, 開削, 沈下, リバウンド

連絡先 〒530-0005 大阪市北区中之島 4-3-30 中之島新線 3 工区作業所 TEL 06-6444-3888

シールド施工時における沈下量が、掘削時におけるリバウンド量に比べて相対的に大きいことより、シールド施工時における Ma13 層への影響を緩和することが重要であると判断した。

4. 実施工および施工管理

先行工区における同等地盤のシールド施工実績より、残留沈下が予想された。このため、シールド掘進に際し Ma13 層への影響を極力抑制すべく、切羽管理土圧や裏込め注入圧を変化させたトライアル掘進を行った。これらの結果より、当該地盤において、切羽管理土圧は主働土圧 + 予備圧 (+20kpa) と静止土圧 + 予備圧の中間値が、裏込め注入圧は全土被り圧より少し小さめの注入圧 (全土被り圧 - 50kpa を上限) が、最適であると判断し、地下鉄直下の掘進を行った。また、注入方式は、同時裏込め注入方式を採用した。

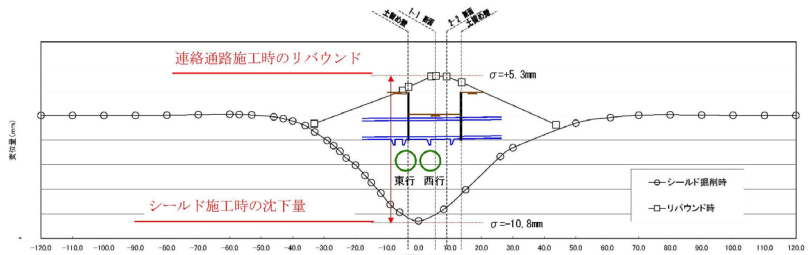


図4 変形モードと施工管理値 (管理限界値)

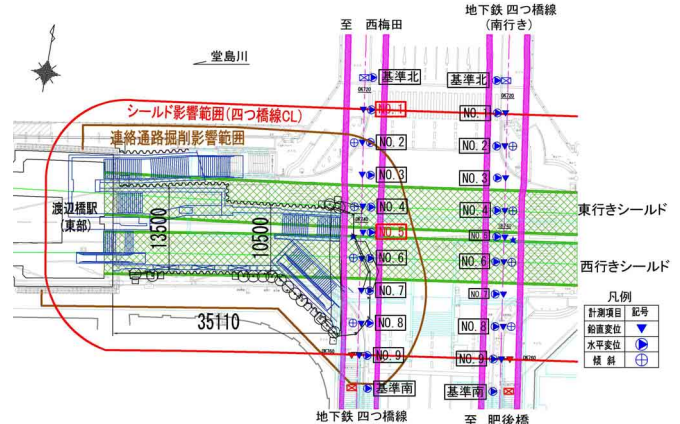


図5 計測位置平面図

図5に四つ橋線計測の平面位置図を示す。計測は、鉛直、水平そして傾斜について行い、施工管理した。また河川の影響をより正確に判断するため、影響線外の河川領域内と、陸側の2点に基準点を設けた。

計測結果の一例 (No.1 および No.5; 鉛直方向) を図6に示す。2007年3月13日より東行きシールドが四つ橋線の下を通過し、8月2日より西行きシールドが通過した。No.1のデータに見られる河川水位変動(日平均1.5m程度)の影響を受けているものの、

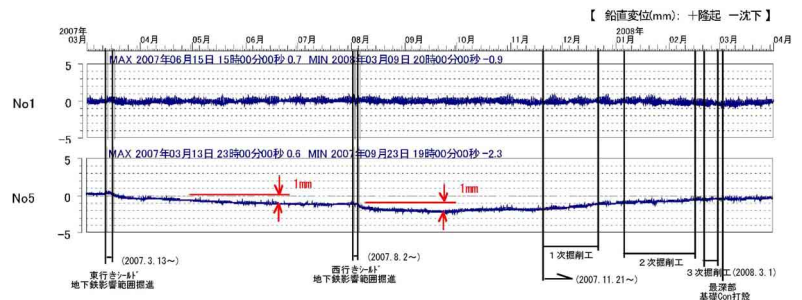


図6 経時変化図 (鉛直変位)

各シールド通過後の沈下量は、1mm程度であり、合計2mmの沈下量が計測された。また、11月21日より連絡通路工事による掘削が本格的に開始され、2008年3月1日において最終掘削を完了したが、ほぼ計測開始以前の状態となっている。これは、他の計測データも同じような状況である。

管理値内でシールド工事による影響を、ほとんど受けることなく、施工を行うことが出来た。これは、土圧管理、裏込め管理、土量管理、マシン姿勢制御など全ての掘進管理項目において、入念な施工管理を行い、地盤の乱れを最低限に抑えたことに加え、四つ橋線自体の剛性が設定値より大きかったことなどが考えられる。連絡通路工事において、土留壁の水平変位量が約30mm(設計44mm)発生していることから、地盤パネを若干安全側に評価していた可能性もある。今後、その評価に関して検証していく所存である。

5. おわりに

平成20年秋開業を目標に、現在出入口・換気塔工事、最終復旧工事を進めている状況である。そのような中、連絡通路工事の埋め戻し荷重の増加に伴う、四つ橋線躯体の沈下も考えられることから、その挙動に注目しながら慎重に埋め戻しを行う予定である。

最後に、本論文の作成にあたり技術的な支援を頂いた、中之島新線技術員会および大阪市交通局の方々へ深く感謝の意を表します。

参考文献

1) 中之島線ホームページ: <http://nakanoshima-line.jp/>