

営業線地下鉄との長距離近接施工のための施工管理

西松建設(株) 正会員 ○神谷 拓生

西松建設(株) 安村 秀樹

西松建設(株) 正会員 大江 郁夫

1. はじめに

大阪市建設局発注の国道 479 号清水共同溝設置工事は、国道 479 号線の地下（土被り約 27m）に延長約 1.5km、仕上り内径φ5.5 m の下水共同溝を泥土圧シールド工法により構築するものである。路線の後半には、営業線である大阪市営地下鉄 8 号線の下を最小離隔 4.7 m で約 600 m の距離を掘進する。近接施工により営業線へ影響を与えない掘進を行うため、事前にトライアル計測を実施し、掘進パラメーターを決定した。施工時は、地下鉄構内に設置した自動計測器により挙動を把握し、施工にフィードバックした。図-1 に路線概要図、図-2 に断面図を示す。

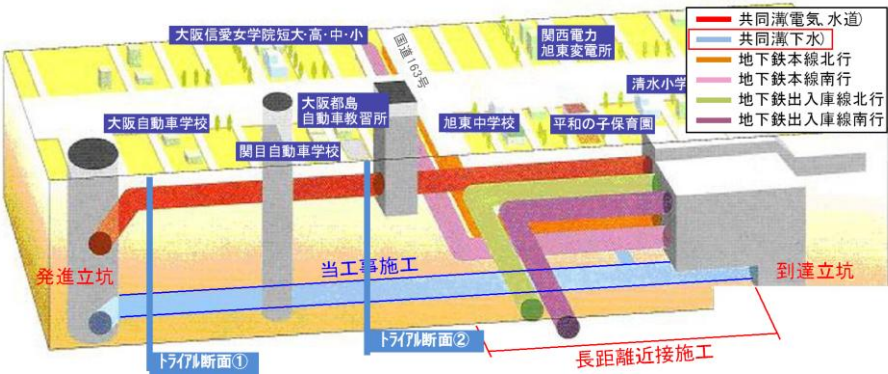


図-1 路線概要図

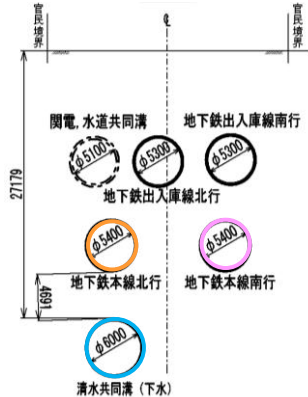


図-2 断面図

2. 工事の課題とその対策

2-1 工事の課題

本工事は、シールド（外径 D=6.14m、写真-1）が発進後 870 m 地点から到達までの延長 570 m の区間を、地下鉄 8 号線（トンネル外径φ5.4 m、RC セグメント桁高 280 mm）直下に離隔 4.7 m～8.2 m（0.8～1.3D）で掘進する。また、駅舎躯体とは離隔が 2.5m である。このため、列車走行および躯体構造の安全を確保するうえで、長距離近接施工の影響による変位量を±3.0mm 以内（一次管理値）に抑える必要があった。

2-2 課題に対する対策

①掘進管理方法計画

既往のシールド施工における地盤変形と施工の関係を検討し、掘進管理方法を計画した。特に留意した項目を以下に記す。

- ア) 切羽の管理圧力：上・下限値は、表-1に示すように設定した。
- イ) 自動切羽圧保持装置：セグメント組立などで掘進停止中の切羽圧力低下を防止するため、チャンバー内土圧が管理下限値を下回ると自動的にクレーショックを注入する自動切羽圧保持装置を設置した。
- ウ) 裏込注入圧，注入率：裏込注入圧は，切羽管理圧力下限値+100 kPaとした。また，注入率は目標130～140 %とした。
- エ) 同時注入管による裏込注入開始位置：裏込め注入は，掘進20 mmから開始し，未注入時間を短くしてトンネル周辺の地盤の緩みを抑制することとした。



写真-1 シールド

表-1 切羽管理圧力の設定

	算 定 式
管理上限値	静止土圧（土水分離，全土圧）
管理下限値	村山の式による土圧+水圧

キーワード 地下鉄シールドトンネル，長距離近接施工，離隔 1 D（D：シールド外径）

連絡先 〒540-8515 大阪市中央区釣鐘町 2-4-7 西松建設(株)関西支店 06-6942-1298

②掘進管理方法確認

計画管理方法の妥当性を検証するため、本掘進の初期段階でトライアル計測①、また地下鉄近接部とほぼ同じ地質箇所にて、トライアル計測②を実施し、8号線位置（深度）に発生する地盤変位が小さいことを確認した。

③自動沈下計測器設置

長距離近接施工に伴う地下鉄8号線の挙動を定量的に把握し、施工時の安全性を確認するため、地下鉄8号線構内に自動沈下計測器として水盛り式沈下計を78台設置した。

3. 施工結果

3-1 トライアル計測結果（表-2）

地下鉄8号線深度（直上4m）での地中変位計測結果は、-1.30mmと-1.75mmであり、ともに良好な結果を得た。なお、トライアル計測②の地中変位量が大きい理由は、トライアル計測①での地層がTg層（天満礫層）に対して、トライアル計測②では変形しやすいTs層（天満粘性土層）であるためと考察する。

また、トライアル計測②の結果を用いて、応力解放率を逆算した結果、事前FEM解析条件の10%に対して2.9%と小さい値となった。以上の結果より、決定した掘進管理基準を厳守して地下鉄8号線の近接施工を行うこととした。

表-2 トライアル計測結果

管理項目	トライアル計測①		トライアル計測②		備 考
	管理値	実績値 ^{注)}	管理値	実績値 ^{注)}	
泥土圧 (kPa)	320 ～ 370	324 ～ 361	310 ～ 370	344 ～ 370	下限値：村山式・上限値：静止土圧
掘進速度 (mm/min)	25 ～ 35	26 ～ 29	30 ～ 40	33 ～ 37	
気泡材量 (m ³)	3.5 ～ 6.5	3.2 ～ 6.3	8.5 ～ 12.0	11.8 ～ 13.7	
裏込注入圧 (kPa)	400 以下	338 ～ 387	400 以下	360 ～ 400	
裏込注入率 (%)	130 ～ 140	130～139	130 ～ 140	127 ～ 140	
排土量(変動率) (%)	±5	0 ～ -4	±5	-7 ～ 5	
ピッチング (deg)	0.0 ～ 0.3	0.00～0.29	0.0～0.3	0.08～0.12	
地中変位量 (mm)	-1.30		-1.75		シールドの直上4m

注) 対象断面の前後6リング（計12リング）の実績である。

3-2 長距離近接施工結果

図-3に地下鉄8号線計測位置図を示す。図-4に最近接するFブロックの計測値を示す。シールド接近に伴い、微小変動し、通過後、0.5mm程度の隆起傾向があった。裏込注入圧に起因するものと考えられる。シールド接近時は、微小の変動があるが、通過後は安定した値となっている。ここでは、代表的な断面における隆起量を示したが、全測点で-0.7mm（沈下）～+1.3mm（隆起）の範囲にあり、一次管理値（±3.0mm）以内となり、十分な掘進管理により地下鉄に対する影響は小さく、問題なく通過できた。

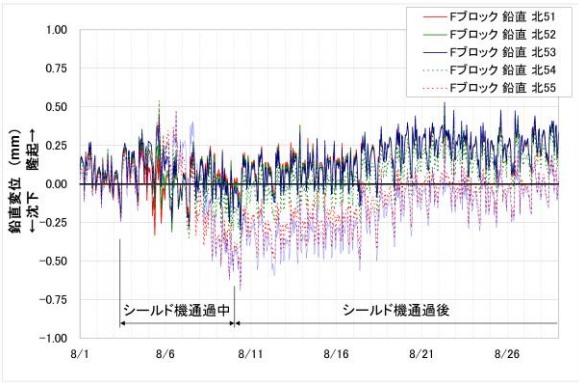


図-4 地下鉄8号線計測結果（Fブロック）

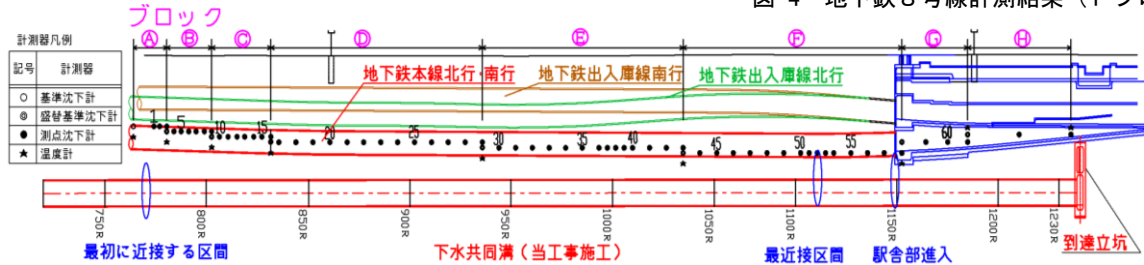


図-3 地下鉄8号線計測位置図

4. おわりに

本工事は、営業線地下鉄直下で長距離近接施工という厳しい施工条件下での工事であった。しかし、本稿で述べたように各種検討・計測・適切な掘進管理を実施したことにより、地下鉄への影響を抑え、無事工事を完了した。最後に、本工事を施工するにあたり貴重な指導助言をいただいた各位に深く感謝の意を表すとともに、本稿が同種工事の一助となれば幸いである。