

大断面シールド往路掘進知見を活かした復路掘進実績

鹿島建設(株) 正会員 ○紀伊吉隆
 阪神高速道路(株) 渡辺真介 松川直史

1. はじめに

阪神高速道路・大和川線シールドトンネル工事は、往復約 4km、セグメント外径 12.23m の道路トンネルである。

先行トンネルは 2013(H.25)年 11 月に転回立坑である常磐西立坑手前に仮到達し、22 ヶ月の長期停止からマシン押出・転回を経て、2015 (H.27) 年 12 月 23 日より後行トンネル初期掘進開始、2016 (H.28) 年 5 月 19 日に本掘進を開始し、翌年 2017 (H.29) 年 2 月 28 日に到達した。

本工事の特徴として、先行と後行トンネルの離隔が 1m 未満(写真-1、図-1)と、非常に近接していることから、後行掘進時の併設影響と鉄道営業線通過時の影響増大が懸念された。

この条件下において、後行掘進初期より先行トンネルの真円度測定を人為的に測定しながら掘進を進め、かつ鉄道営業線通過では併設影響度を想定した通過計画を立案し、影響範囲掘進に備えた。

先行・後行トンネルの真円度実績比較および後行トンネル掘進全線に渡る併設影響度の実績、また鉄道営業線通過においては、1D 程度の土被り直下掘進施工実績を報告する。



写真-1 先行後行トンネル併設状況

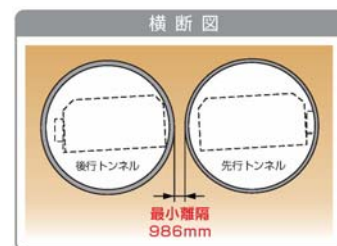


図-1 併設最小離隔図

2. 施工概要

先行と後行トンネルの併設距離は、遠里小野立坑付近は 2m 以上あるが、最深部付近へ向けて離隔は 1m 未満となり、最小離隔は 986mm である。以降、約 1m 程度の併設離隔を保ち、常磐立坑付近で 1.3m 程度の離隔となる。また、トンネル路線には鉄道営業線として、JR 阪和線および南海高野線があり、29.7m (2.4D) と 15.8m (1.3D) 直下を掘進する(図-2)。

このことから、併設影響に伴う品質悪化(割れ欠け・漏水)が懸念された。また、鉄道営業線へも併設影響が波及することが想定され、その影響度は鉄道管理者の定める管理値を上回る数値(表-1)であり、先行トンネル知見を確実に反映させ、さらに併設影響を考慮した掘進管理が求められた。

表-1 鉄道影響予測および管理基準

項 目	南海高野線	JR 阪和線
土 被 り	15.8m	29.7m
一次規制値	3mm	3mm
二次規制値	4mm	—
管理限界値	5mm	5mm
先行掘進影響予測値	-11.27mm	-7.11mm
後行掘進影響予測値	-13.73mm	-8.43mm

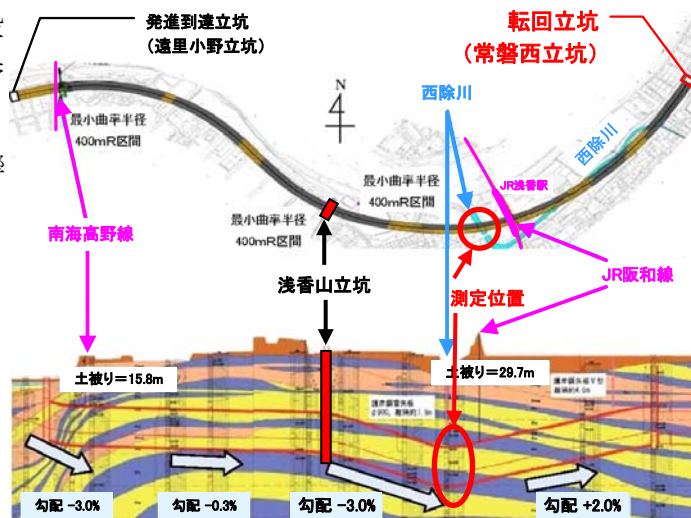


図-2 路線概要図(上:平面、下:縦断)

キーワード 大断面、道路トンネル、併設トンネル、鉄道営業線横断、真円度、高精度

連絡先 〒 590-0001 大阪府堺市堺区遠里小野町4丁5-3 大和川シールドJV工事事務所 072-225-5130

3. トンネル真円度実績

以下に示す真円度は、(3)を除き安定時である。本工事はトンネル下部に避難通路ボックス設置同時施工により真円度上下(鉛直)寸法は測れないため、トンネル左右(水平)寸法とする。

(1) 先行トンネル真円度(施工完了時・併設影響前)

単設施工時の真円度実績は、最大 18mm 最小 -30mm 平均 11mm の 1/1100 である。全線の 95%が曲線のため、図-3 に示すとおり、ほぼ全線が左右マイナスの縦卵形状である。

(2) 後行トンネル真円度(施工完了時)

先行施工時で確立した真円度のリアルタイム自動測定管理手法と、その実測値に対するミリ単位の真円度修正繰り返し組立手法を知見とし、掘進初期からの確実な積み重ねにより先行トンネルを超える高精度に繋げた(表-2)。

(3) 先行トンネル真円度(併設影響最大時)

後行トンネル掘進時に先行トンネル内の真円度も測定した。ただし、人為測定のため瞬時の最大値ではない。結果的には地表面影響抑制を主とし、切羽土圧高めに掘進制御したことにより、解析値以上の縦卵状態を呈するが、マシン切羽接近時と裏込注入時の一時的であり、平均 -2mm と僅かな変状であった(表-2)。

(4) 先行トンネル真円度(併設影響完了時)

後行シールド通過後、切羽土圧や裏込注入等の偏圧作用が無くなり、安定した時点の真円度である。最終的には併設影響前と比べ ±0mm であり、併設影響は僅かな変位量でさらに真円に近づく結果となった(表-2)。

(5) 実績まとめ

先行と後行の真円度実績グラフを図-3に示す。

4. 鉄道営業線通過影響

鉄道営業線は南海高野線と JR 阪和線の二線あるが、土被りの少ない南海高野線について詳細実績を報告する。JR 阪和線は先行後行ともに影響はゼロであった。

(1) 先行トンネル通過時影響

影響範囲掘進から通過完了以降 10 日間でほぼ変位量は収束し、影響幅は 3.2mm (+1.8mm⇒-1.4mm) であった。

(2) 後行トンネル通過時計画

先行の影響実績と切羽土圧実績を知見とし、併設影響に伴う変位増分を想定し、シールドセンター変位量をゼロ mm にする計画とした。影響範囲掘進時で +1.5~2.0mm、後続沈下収束時に ±0.0mm を目標とした。

(3) 後行トンネル通過時影響

計画通りに通過掘進を進め、通過時最大 2.1mm (先行隆起)、後続沈下収束時に ±0.0 mm で完了した。併設影響に伴う増分沈下量も含め、影響幅は先行の 3.2mm に対し 2.1mm と影響度をさらに縮小した(図-4)。

5. あとがき

本施工は、大断面シールドの超併設施工であり、既設の先行トンネルに影響を与えることなく、かつ 1D の鉄道営業線通過掘進と、併設影響も考慮した上で如何に軌道へ影響を与えずに通過させるかといった非常にシビアな施工であった。

今回の報告が、大断面シールドの併設施工と鉄道営業線横断の参考になれば幸いである。

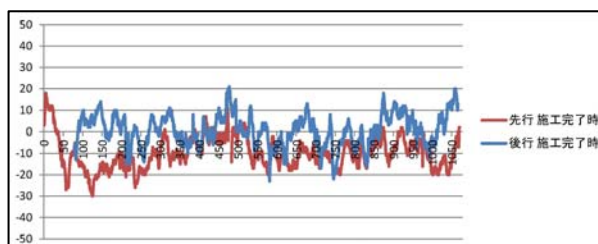


図-3 先行・後行真円度実績グラフ

表-2 先行・後行トンネル真円度

トンネル区分	状 態	細 目	真円度(内空変位量)			
			管理値	平均値	最大値	最小値
先行トンネル	施工完了時・併設影響前	実測-設計	±50mm	11mm	+18mm	-30mm
後行トンネル	施工完了時	実測-設計		6mm	+21mm	-23mm
	併設影響最大時	実測-設計		14mm	+14mm	-37mm
先行トンネル	併設影響完了時	実測-設計		11mm	+17mm	-29mm
	併設影響最大時-併設影響前	変 化 量	—	-2mm	+5mm	-8mm
	併設影響完了時-併設影響最大時	変 化 量	—	+4mm	+13mm	±0mm
トンネル区分	状 態	細 目	真円度精度(真円度/セグメント外径)			
先行トンネル	施工完了時・併設影響前		1/1,100	1/700	1/400	
後行トンネル	施工完了時		1/2,000	1/600	1/500	
先行トンネル	併設影響最大時		1/900	1/900	1/300	
先行トンネル	併設影響完了時		1/1,100	1/900	1/400	

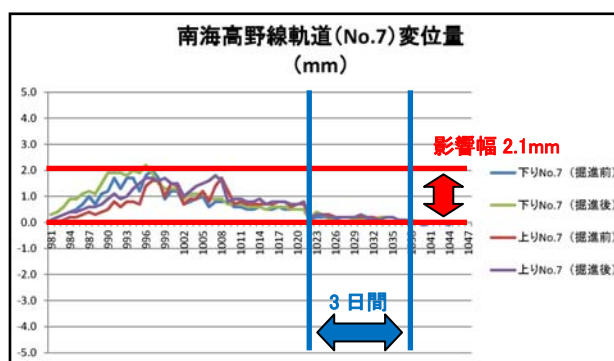


図-4 南海高野線軌道影響グラフ(後行)