

## 大断面・超近接シールド掘進に伴う片側併設影響と両側併設影響の比較

大阪府 正会員 陣野員久, 石原悟志  
 阪神高速道路(株) 正会員 藤原勝也, 伊佐政晃  
 (株)地域地盤環境研究所 正会員 ○出射知佳, 譽田孝宏  
 大鉄工業株式会社 石垣兄太

**1. はじめに** 阪神高速道路大和川線(以下, 大和川線)は, 4号湾岸線と14号松原線を結ぶ延長約9.7[km]の自動車専用道路である。この内, 大阪府が施工する大和川線シールドトンネルは, セグメント外径 $D=12.30$ [m](シールド外径: 12.54[m]), 最小離隔約1.1[m]( $\approx 0.09 \times D$ )の大断面かつ超近接, 長距離の併設施工となる。特に, 4連併設断面では, 近接度が高く, トンネル径が異なることが特徴的である。ここでは, 掘削順序の関係から片側併設や両側併設施工になる時期があるが, 各先行トンネル覆工に与える影響の差異に着目して示すものである。

**2. 本工事の特徴** 大和川線シールドトンネル設計マニュアル<sup>1)</sup>の妥当性を検証するため, 超近接シールド施工に伴って併設トンネルに与える影響を現在検討している。本稿に示す計測断面は, 本線東行および西行トンネルの両側において, 地表からのアクセス道路であるランプトンネル(ONランプおよびOFFランプ)が位置する4連併設トンネル区間に位置する。本計測断面の平面図および断面図(シールド掘削順序含む)を図-1に示す。各シールド工法およびトンネル覆工種別を表-1に, 各シールド掘進状況を表-2に示す。ここでは, 片側併設として本線西行シールド掘進に伴うOFFランプトンネル(離隔2.3[m])への併設影響を, 両側併設として本線東行シールド掘進に伴うONランプトンネル(離隔2.3[m])と本線西行トンネル(離隔1.8[m])への併設影響について述べる。シールド掘削対象区域の地盤は, 地表部近くから洪積層が出現する硬質地盤であり, 沖積層はほとんど分布していない。シールド掘削対象地盤は, 硬質な洪積粘性土地盤(N値=10程度, 粘着力 $c \approx 200$ [kPa])と, 良く締まった洪積砂礫土地盤(N値60以上)が, それぞれ互層に堆積している。

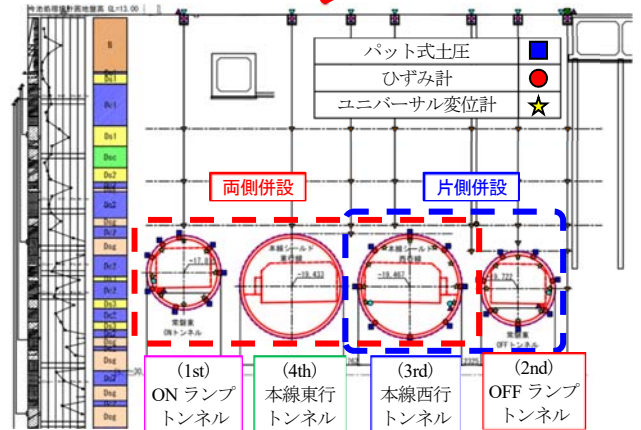
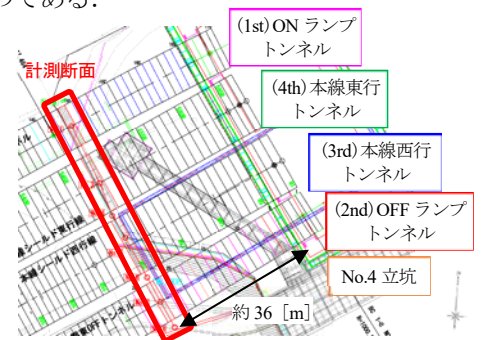


図-1 平面位置図および計測機器設置断面図

表-1 各シールドトンネル工法およびセグメント

		(1st) ON ランプトンネル	(4th) 本線東行トンネル	(3rd) 本線西行トンネル	(2nd) OFF ランプトンネル
施工概要	工法	泥土圧式シールド	泥土圧式シールド(気泡シールド)		泥土圧式シールド
	トンネルセグメント	合成セグメント(CPセグメント)	嵌合方式合成セグメント(NMセグメント)		RCセグメント
	覆工種別	外径 $\phi 8,800$ [mm], 幅1,600[mm]	外径 $\phi 12,300$ [mm], 幅1,800[mm]		外径 $\phi 8,800$ [mm], 幅1,600[mm]
土被り厚		26.80[m]	26.45[m]		28.15[m]

**3. 計測概要** 本計測断面における計測項目は, トンネル覆工作用圧<sup>2)</sup>, トンネル覆工発生応力およびトンネル内空変位<sup>3)</sup>であり, それぞれを自動計測した。初期値は, 後行シールド切羽通過1D前(D:後行シールド掘削外径)程度で, シールド掘進による影響が無視できる時点で設定した。以降の計測結果は, 後行シールド通過時のみの変動分(以下, 併設影響)について整理した。

表-2 各シールド掘進状況

		片側併設時 (3rd) 本線西行シールド	両側併設時 (4th) 本線東行シールド
掘進条件	切羽圧	掘進時 上部: 0.28~0.43[MPa] 中央: 0.39~0.58[MPa] →静止側圧より若干大きい圧力 停止時 上部: 0.33~0.42[MPa] 中央: 0.46~0.54[MPa] →静止側圧相当	掘進時 上部: 0.23~0.40[MPa] 中央: 0.34~0.50[MPa] →静止側圧相当 停止時 上部: 0.18~0.32[MPa] 中央: 0.29~0.42[MPa] →静止側圧より若干小さい圧力
	裏込め注入圧	ポンプ吐出圧: 0.37~0.68[MPa] テール土圧: 0.13~0.43[MPa] →全土被り圧より大きい圧力	ポンプ吐出圧: 0.41~0.67[MPa] テール土圧: 0.29~0.57[MPa] →全土被り圧より大きい圧力

キーワード: シールドトンネル, 大断面, 超近接, 併設影響, 施工時荷重

連絡先: 〒540-0008 大阪市中央区大手前2丁目1番2号 国民會館・住友生命ビル4F TEL: 06-6943-9706

**4. 計測結果** 計測結果に基づき、片側併設と両側併設による先行トンネル覆工への併設影響の違いについて、以下に比較、検討した。後行シールド掘進に伴う先行トンネル挙動の変化を図-2に示す。片側併設時は、本線西行シールド通過中に OFF ランプトンネル覆工作用圧が後行シールド側で最大となり、同箇所正曲げ(内側引張、外側圧縮)のモーメントが発生し、縦長変形となった。その後、テール通過 1D 後には、後行トンネル側からの作用圧減少に伴い、負曲げ(内側圧縮、外側引張)および横長変形に転じた。一方、両側併設時は、片側併設時と同様、後行シールド側で両トンネル覆工作用圧が増加し、正曲げおよび縦長変形となった。テール通過に伴って作用圧はやや低下し、負曲げおよび横長変形方向に転じているものの片側併設ほどの変動は大きくなく、縦長変形がやや残留する結果となった。これは、片側併設よりも大きい静止側圧以上の切羽圧を作用させたことによる影響と考えられる。また、ランプトンネルは、本線トンネルよりもトンネル径が小さいことから、両側併設時におけるトンネル覆工の挙動は、本線トンネルよりもトンネル径が小さいランプトンネルの方がやや変動量が大きい傾向にあることも特徴的であった。

		片側併設時		両側併設時	
		OFF ランプトンネル	ON ランプトンネル	ON ランプトンネル	本線西行トンネル
マシン 通過中	トンネル覆工作用圧 [MPa]	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行
	曲げモーメント [kN・m] + : 正曲げ(内側引張, 外側圧縮) - : 負曲げ(内側圧縮, 外側引張)	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行
	内空変位 [mm]	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行
テール 通過 1D 後	トンネル覆工作用圧 [MPa]	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行
	曲げモーメント [kN・m] + : 正曲げ(内側引張, 外側圧縮) - : 負曲げ(内側圧縮, 外側引張)	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行
	内空変位 [mm]	③本線西行	②OFF ランプ	①ON ランプ	④本線東行 ③本線西行

図-2 後行シールド掘進に伴う先行トンネル挙動に関する片側併設と両側併設の比較

**5. おわりに** 本稿では、トンネル径の異なる4連併設シールドトンネル工事において、片側併設と両側併設による先行トンネル覆工への併設影響が変化することを計測結果に基づいて確認した。得られた知見は次の通りである。なお、本検討は、「大和川線トンネル技術委員会」(委員長: 大西有三 京都大学名誉教授)によりご指導いただいた。

- (1) 片側併設と両側併設施工に伴う先行トンネル覆工挙動の差異について、大きな傾向的な違いは見られなかった。
- (2) 両側併設時において、トンネル径の違いによる併設挙動に若干差異があることを確認した。

**参考文献** 1) 阪神高速道路(株): シールドトンネル設計マニュアル, 2011. 2) 橋本正, 矢部興一, 山根昭彦, 伊藤博昭: パッド式シールドセグメント用土圧計の開発, 第28回土質工学研究発表会講演概要集, pp.2055-2058, 1993. 3) 橋本正, 水原勝由, 西田義則, 和田幸司, 才田誠, 樋口佳意: 連結ユニバーサル変位の開発—基礎実験結果および設置方法—, 第39回地盤工学研究発表会講演概要集, 841, pp.1679-1680, 2004.