

# 併設影響を考慮した大和川線シールドトンネル覆工設計の一検証

阪神高速道路(株) 建設事業本部 堺建設部 新名 勉, 崎谷 淨  
 大阪府 富田林土木事務所 松原建設事業所 陣野 員久  
 (株)地域地盤環境研究所 髙田 孝宏

## 1. はじめに

「阪神高速道路大和川線」(以下、「大和川線」)は、大阪府、堺市、阪神高速道路(株)の共同事業にて整備中の自動車専用道路(第2種第1級, 4車線)である。延長 9.7km の大部分が地下構造であり、そのうち約 3.9km でシールドトンネルを採用している。これは、大断面で東西線間の離隔が 1m 程度(外径比 0.08~0.09D)の超近接で長距離を掘進する、既事例の少ないシールドトンネルである。この条件に対し、大和川線では、併設影響の評価を規定した設計マニュアル<sup>1)</sup>を制定し、覆工設計を実施してきた<sup>2)</sup>。併せて、設計手法の検証を目的として、計測断面を 5 箇所設定し、シールド掘進に伴う周辺地盤や併設トンネルの挙動を計測しているところである。

本稿では、大阪府にて掘進を完了した区間(No.5 立坑~No.6 立坑, 延長約 0.9km)を対象とした。セグメント外径  $D=12.300\text{m}$  (シールド機外径 =  $12.540\text{m}$ )、併設離隔約 1.1m (外径比 0.09D) であり、施工時に取得した計測結果に基づき、後行シールド掘進に伴う先行トンネルの併設影響に着目して、設計検証を試みた。

## 2. 設計手法

近接度の高い併設トンネルの場合、後行シールド掘進により、周辺の地盤応力の再配分が生じ、先行トンネルに影響を及ぼすと考えられる。設計マニュアル<sup>1)</sup>では、後行シールド掘進に伴う先行トンネルの併設影響は、シールド掘進時の実際の地山状況を加味し、掘進時の施工過程を考慮した掘削相当応力[図-1]および2次元 FEM 解析ステップ[図-2]により評価した。掘削相当応力としては、切羽前面での応力解放、シールド機通過時の応力解放、裏込め注入時(テールボイド発生時)の応力解放、の3段階の応力解放を考えた。そして、先行トンネルの併設増分断面力は、2次元 FEM 解析から増分地中応力を抽出し、それをセグメントおよびリング継手部への影響が評価できる2リングはり-ばねモデルに作用させ、算出した。

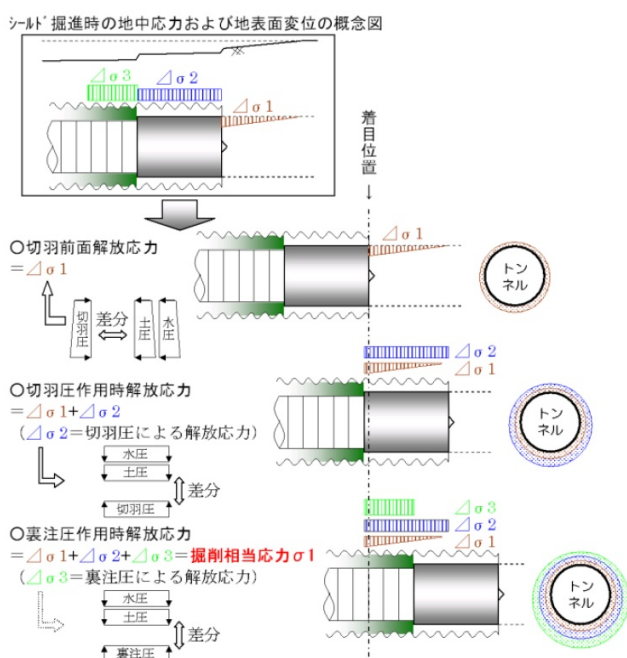


図-1 施工過程を考慮した掘削相当応力の概念<sup>1)</sup>

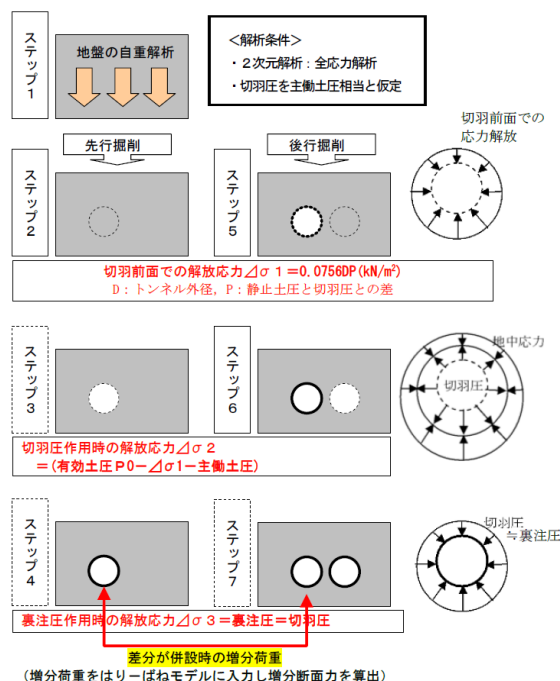


図-2 施工過程を考慮した FEM 解析ステップ<sup>1)</sup>

### 3. 計測概要

併設影響に着目するため、計測では、先行トンネルが後行シールドの影響を受ける手前の段階を初期値とした。今回は、大和川線の平均的な土被りを有し、平面、縦断とも直線に近い線形に位置する本掘進区間の計測断面を対象とした[図-3]。地盤条件は、洪積層を主体とする大阪層群の砂質土、礫質土および粘性土の互層であり、全体的に硬質な地盤である。

掘進管理において、切羽圧、裏込め注入圧は、静止側圧を基本として設定した。先行側は、鉄道構造物交差部手前のトライアル断面であり、施工管理上、沈下量を極力抑制する必要があったため、切羽圧は、静止側圧より少し大きめの圧力とした。一方、後行側は、鉄道構造物の影響範囲外であり、切羽圧は、静止側圧程度の圧力で設定した。

### 4. 計測値と設計値の比較

設計値は、本断面における実際の施工条件を反映し、「切羽圧 = 静止土圧 + 水圧」、「裏込め注入圧 = 切羽圧」として算出した。水圧は、後行シールド掘進前後で同等と仮定し、有効土圧のみを考慮した。ここでは後行シールド掘進に伴う併設影響に着目するが、別途、単設時の長期荷重等も含めた先行トンネルの発生応力度の総和について、許容値内に収まることを確認している。

図-4に曲げモーメント、軸力、内空変位の分布（後行シールドは図の右側を通過）の比較を示す。計測値、設計値は、後行シールド掘進による先行トンネルへの影響を抽出した増分量である。断面力は、後行シールド通過側で負曲げ（内側圧縮、外側引張）が生じ、軸力は増加する傾向にあり、設計値は、計測値の傾向を定性的、定量的に良く再現できた。一方、内空変位は、上下方向は圧縮、水平方向は後行シールド側に伸長する傾向を示した。設計値は、定性的には一定の整合性が確認できたが、定量的には計測値と比較して小さい値となった。この要因のひとつとして、はり-ばねモデルにおけるセグメント継手部の回転ばねの設定による影響が考えられる。

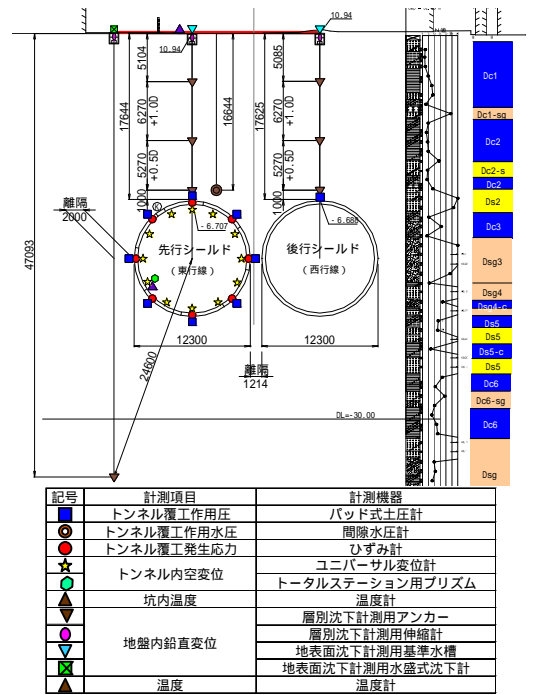


図-3 計測断面の概要

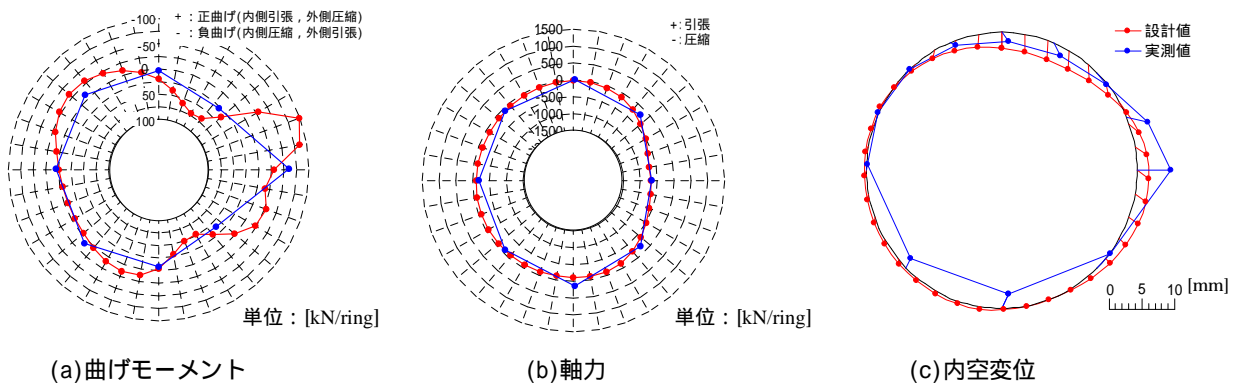


図-4 先行トンネル覆工の断面力および内空変位(併設時の増分量)に関する計測値と設計値の比較

### 5. おわりに

後行シールド掘進に伴う先行トンネルの併設影響に関して、今回、計測値と設計値の比較から、設計手法の有効性を確認することができた。現在、他の計測断面の分析も進めており、本設計手法の検証を継続していく。

#### 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
- 2) 藤原勝也ほか：硬質地盤における大断面、超近接・長距離併設シールドトンネルの覆工設計概要，第13回岩の力学国内シンポジウム，pp.677-682，2013.