回転式レーザー自動測定システムによる併設影響計測実績

鹿島建設(株)　正会員　○牧野由依　紀伊吉隆
阪神高速道路(株)　渡辺真介　松川直史
計測技研(株)　正会員　橋村義人

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．

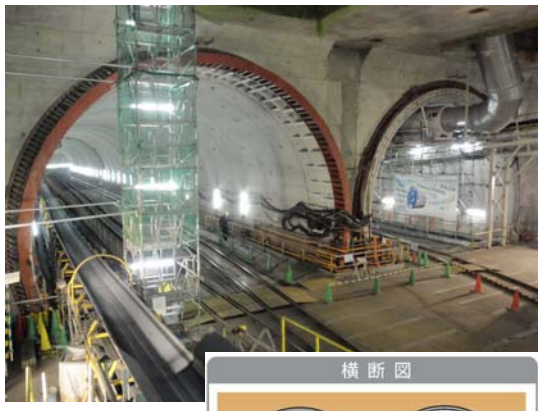
先行トンネルは 2013(H.25)年 11 月に転回立坑である常磐西立坑手前に仮到達し，22 ヵ月の長期停止からマシン押出・転回を経て，2015（H.27）年 12 月 23 日より後行トンネル初期掘進開始，2016（H.28）年 5 月 19 日に本掘進を開始し，翌年 2017（H.29）年 2 月 28 日に到達した．

本工事の特徴としては，先行トンネルと後行トンネルとの離隔が**図－１**のように 1m 未満と，非常に近接していることから，後行掘進時の併設影響が懸念された．

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にて測定しながら掘進を進めたが，今回，本トンネルの最深部にて回転式レーザー自動測定システムを使用し，先行トンネルの真円度変化をリアルタイムに計測した．

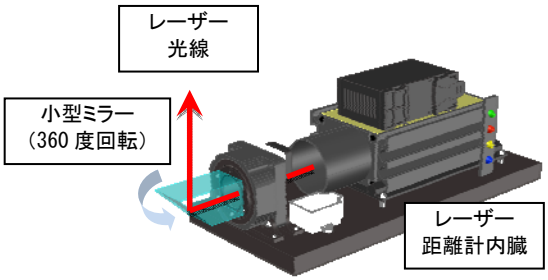
本システムは，セグメント真円度測定に対し，レーザー距離計を測定断面に設置し，距離計からのレーザー光線を 360 度回転する小型ミラーで 90 度方向に屈折させることによりセグメント真円度を測定する仕組みである（**図－２**）．

この計測結果について，後行シールドの切羽接近からマシン通過、裏込め注入後の影響経過に関する実績を報告する．



写真－１
併設施工の状況

図－１　併設最小離隔図

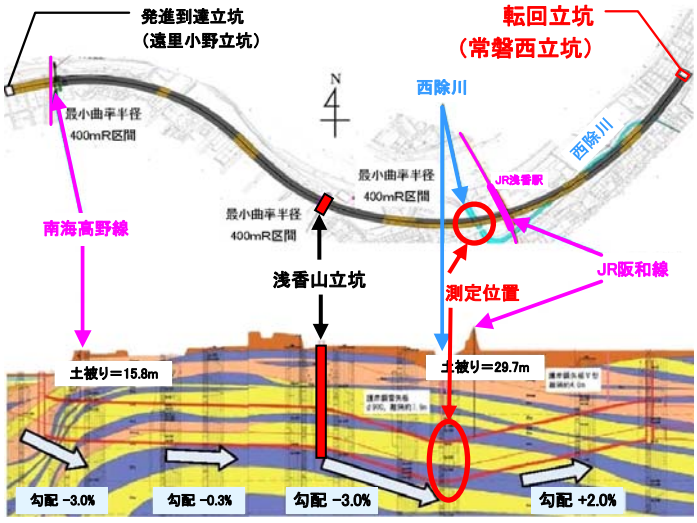


図－２　回転式レーザー距離計のイメージ

２．施工概要

先行と後行トンネルの離隔は，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（**図－１**）である．以降、約 1m 程度の離隔を保ち，常磐西立坑付近で 1.3m程度の離隔となる．

このように，最深部に向けて離隔が小さくなることから，掘進時の切羽管理土圧を上昇させていくことにより先行トンネル側の影響が大きくなることが想定された．併設影響を小さくするには切羽土圧を低減すればよいが，地表面への影響が逆に大きくなり，最深部付近では鉄道営業線（JR 阪和線）の横断掘進（**図－３**）という厳しい施工条件となるため，慎重な施工管理が求められた．



図－３　路線の概要図（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，自動化，見える化
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．トンネル覆工に対する併設影響測定

（1）従来の測定方法

測定するセグメント断面に先付け設置したアンカーを使用して測定器を取り付け，各測点の変位計と傾斜計をロッドで接続し，相対変位を計測する．

（2）今回の測定方法

セグメント真円度自動測定システムの特徴（回転式レーザー測定）を利用したものである．

（3）測定方法の比較

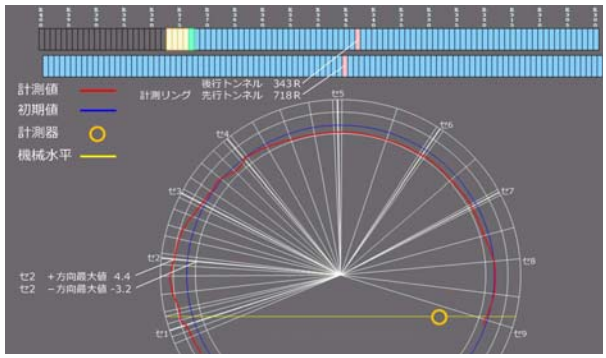
併設影響の測定方法の比較検討結果を**表－１**に示す．本現場では，コストおよび安全性で優れた回転式レーザー自動測定器も同時に採用した．

（4）併設影響の測定結果

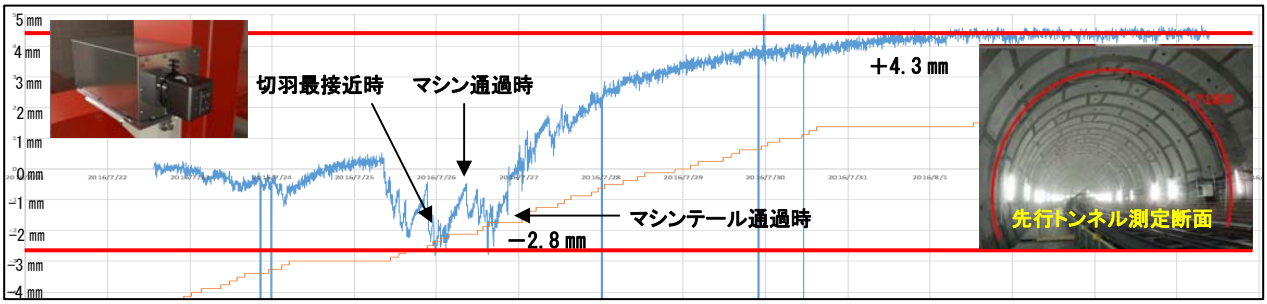
測定場所は，本工事の最深部（土被り 29.7m）である．マシン切羽最接近時とマシンテール通過の裏込め注入時に，最大で左右－2.8mm（管理値 50mm）となり，マシン通過以降，左右＋4.3mm（変化幅 7.1mm の影響）であった．

表－１　併設影響の測定方法の比較表

測定方法	従来測定器（連結ロッド方式）	回転式レーザー自動測定器
精度分解能	0.1mm／1測点	0.1mm／1測点
測定点数	9点	60点
測定頻度	5分／回	3分／回
測定機器費用（整備費含む）	2（9点の場合）	1（何点でも同額）
設置撤去作業	高所作業車＋アンカー設置必要	架台設置撤去のみ
安全性	△	◎
測定点数	○	◎
コスト	▲	◎
総合評価	○	◎



図－４　真円度変位のビジュアル化



図－５　トンネル覆工の併設影響測定の経時変化グラフ（左右）

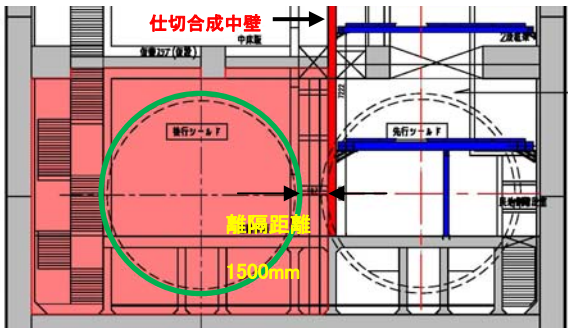
４．合成中壁への併設影響測定

（1）従来の測定方法

下げ振りによる変位測定，またはレーザー距離計を使用して手動で測定する方法がある．

（2）今回の測定方法

中間の浅香山立坑にある合成中壁の変位計測にも回転式レーザー自動測定システムを利用した（**図－６**）．具体的には測定器を建て起した状態で不動点となる立坑土留壁に設置（**写真－２**）し，測定箇所を 1m ピッチとして測定器から放射状に測定した距離を，回転モーターの角度補正で水平変位量に換算した．通過影響は計画 11mm に対し，8mm であった．



図－６　浅香山立坑通過時の状況図

写真－２　合成中壁変位の測定状況

５．あとがき

今回の測定方法は，シールド工事のみならず，様々な変位計測に有効に利用できると考えられる．

本報告が，リアルタイム変位計測手法のひとつとして参考になれば幸いである．