

近接工事による都市トンネルの変位特性に関する一考察

西日本旅客鉄道（株）

正会員 ○ 前田勝幸

正会員 櫛田正人

野澤健二

中央復建コンサルタンツ（株）

正会員 栗山廣志

1. はじめに

都市部では鉄道構造物との近接施工が数多く実施されている。鉄道との近接施工は、列車運行の観点からより厳しい変位制御が必要である。これまでの近接施工は地上にある鉄道構造物を対象に実施することが多く、予想される施工影響も沈下や傾斜などの一般的な挙動であり、影響予測や計測管理が比較的容易であったといえる。しかし、地下構造物との近接施工は、施工影響の規模が周辺地盤の変化に大きく左右されるほか、地盤と構造物の挙動が異なるなど複雑化が想定される。

昨年度、JR 東西線海老江・御幣島間の上り線シールドトンネルに対し、図-1 に示す複合施設建設工事の近接施工が行われた。今回、解析と現場計測結果について

報告する。

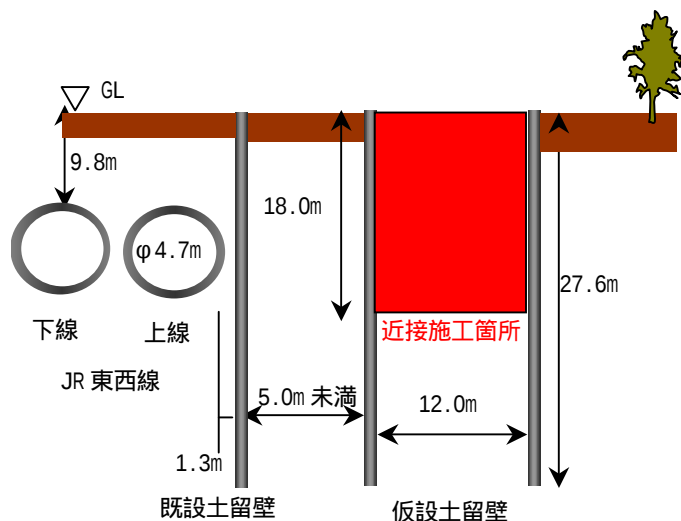


図-1 近接状況（標準断面）

2. 影響予測解析（弾塑性解析 + FEM 解析）

予想される主な施工影響は、土留め壁の変形によるシールドトンネルの水平変位である。このため、図-2 に示す物性値を代表として、土留め壁の変形については弾塑性解析を用い、シールドトンネルの変位については2次元弾塑性有限要素法解析（FEM）を用いて予測した。今回の施工において影響検討を行なうと通常施工では軌道の安全性が確保できないため、管理基準値（2mm/10m）を満足させるために表-2 に示す 土留芯材寸法の変更 土留支保工剛性強化（逆巻き本体スラブ利用） 地盤改良の対策工を追加した。

表-3 に検証結果を示す。トンネル縦断変位が 1.46mm/10m となり管理基準値 2.0mm/10m を満足し、かつセグメント・継目ボルトも許容応力以下となったことから施工を実施した。

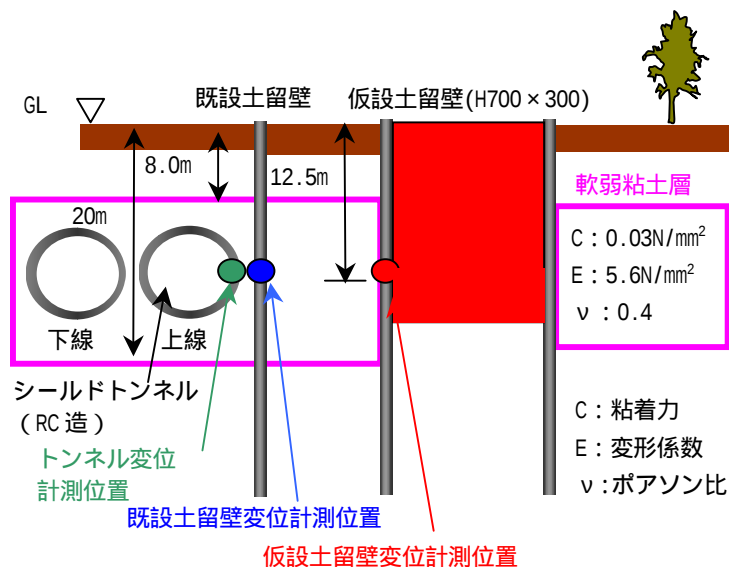


図-2 変位計測位置及びFEM解析に使用した主な物性値

キーワード：近接施工，シールドトンネル，影響予測，計測管理

連絡先：〒673-0016 兵庫県明石市松の内 2-3-8 JR 西日本神戸土木技術センター 078-928-0532

表-2 当初計画と変更計画の比較

項目	当初計画	変更計画
土留芯材寸法の変更	H300×300	H700×300
土留支保工剛生強化	鋼製支保工	鋼製支保工、逆巻施工 (本体スラブ利用)
掘削底盤地山の補強	未対策	地盤改良(SDM)

表-3 未対策と対策工の比較

管理項目	未対策工	対策工
シールドトンネル変位量	7.48mm	1.46mm
セグメント応力照査(N/mm ²)	$\sigma_c=11.7$ $\sigma_s=241.3$	$\sigma_c=4.2$ $\sigma_s=18.8$
継手ボルト応力照査(N/mm ²)	$\sigma_s=518.8$	$\sigma_s=33.63$
セグメント許容応力	$\sigma_{sa}=255\text{N/mm}^2$, $\sigma_{ca}=21.7\text{N/mm}^2$	
継目ボルト許容応力	$\sigma_{sa}=382\text{N/mm}^2$	

3. 計測結果

列車運行上およびトンネルの構造上の安全性を把握するため、図-3に示す計測位置で土留壁、トンネルのそれぞれの変位測定を行った。トンネルの変位については図-4に示す自動追尾型三次元計測器を用いて、トンネル壁面の2次元変位（鉛直、水平）を測定した。解析と計測結果を図-5に示す。

断面1の計測結果では、土留め壁をはじめとする全ての計測値（変位）が解析結果の11mmに対して3mm以内の小さい値で推移している。これに対し、断面2においては土留め壁の変形が10mm発生しており、土留め壁における予測解析結果とほぼ一致している。

4. 解析と計測結果の差異

計測結果は解析と比較して安全側ではあるものの差異が見られた。このような結果になった原因は以下のものと推測される。

断面1は、既設の存置土留め壁が影響遮断壁となり地盤の見かけ上の強度（剛性）が大きくなった。

断面2は、土留背面の軟弱粘性土層が変形してもシールドの剛性が高いため変形しなかった。

シールドトンネルは縦断方向（3次元）の剛性を持つが、当初解析は2次元モデルであるため、差異が生じた。

5. おわりに

地価構造物の近接施工における解析と実施工結果について推測を行った。今後は解析と実施工との整合性を向上させるため、施工段階毎の逆解析を行ない、パラメータの精度向上に努めたいと考えている。

【参考文献】

- ・近接施工技術総覧 近接施工技術総覧編集委員会編 1997年
- ・鉄道構造物等設計標準・同解説 シールドトンネル 鉄道総合技術研究所

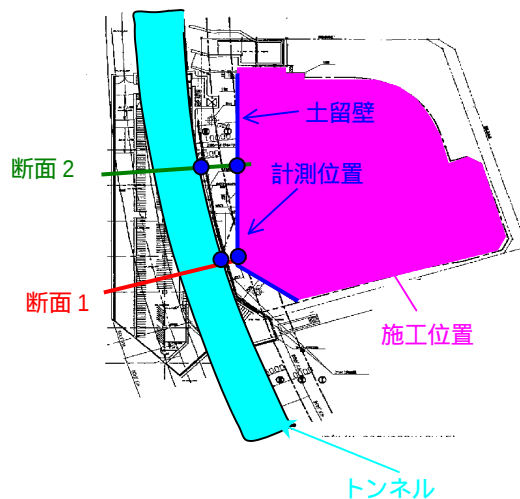


図-3 計測位置

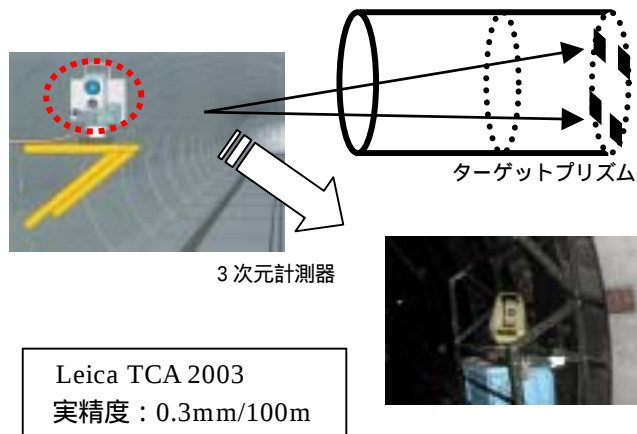


図-4 自動追尾型三次元計測器

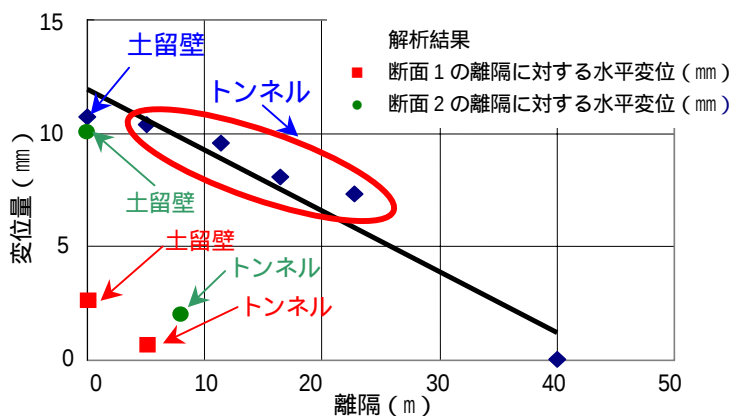


図-5 変位の減衰状況