

地下鉄営業線直上における開削トンネル工事に関する報告 (その2)

阪神高速道路(株)神戸建設部 正会員 ○宮田 亮
 西松建設(株)関西支店 鳥取 一雄
 西松建設(株)土木設計部 中桐 秀雄
 阪神高速道路(株)神戸建設部 大西 和行

1. はじめに

神戸市営地下鉄トンネル(以後、既設営業線躯体と称す)70cm直上を開削工法により掘削・構築するトンネル工事(施工延長L=155m)において、掘削に伴う地盤のリバウンドによる既設営業線躯体への影響が懸念された。当該工事においては既設営業線躯体のリバウンド対策として、土留め壁締切り内の地下水位を低下させ施工を行っていたが、既設営業線躯体の隆起量が予測値よりも大きくなったため、部分掘削・構築の実施、部分荷重載荷等の追加対策工を講じ、施工管理値以下の隆起量で床付けを行うことができた(『既報告』;土木学会第64回年次学術講演会【地下鉄営業線直上における開削トンネル工事に関する報告】)。

本報告では『既報告』の続編として、床付け完了時から躯体構築完了後の復水～埋戻し完了までの情報化施工および施工管理手法について報告する。

2. 施工管理値の設定

2-1 基本方針

リバウンド(=上向き荷重)対策に伴う床付け完了時までの各施工ステップにおける管理値は、F.E.M逐次解析から算出した変位量より設定した(『既報告』参照)。床付け完了時以降のステップにおいては、躯体自重および埋戻し土等の下向き荷重が支配的となるため、基本的には床付け完了時の施工管理値を採用すれば問題ない。しかし、当該工事においては既設営業線躯体のリバウンド対策として土留め壁締切り内の地下水位を低下させており、リリーフウェル撤去後の復水に伴い、既設営業線躯体には上向き荷重が作用することとなる。従って、4ブロック底板構築までの変位計測結果を基にして、埋戻し復水時における既設営業線躯体の安全性の検証および施工管理値の設定を行った。

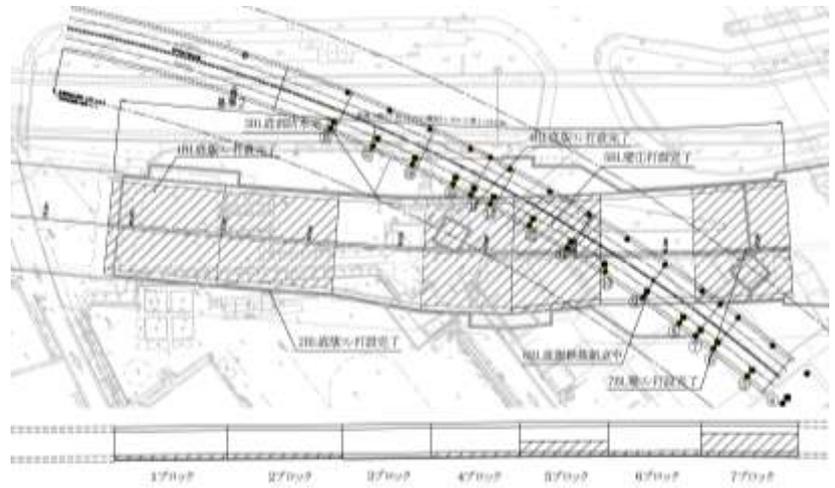


図-1 施工状況図(平成20年8月20日)

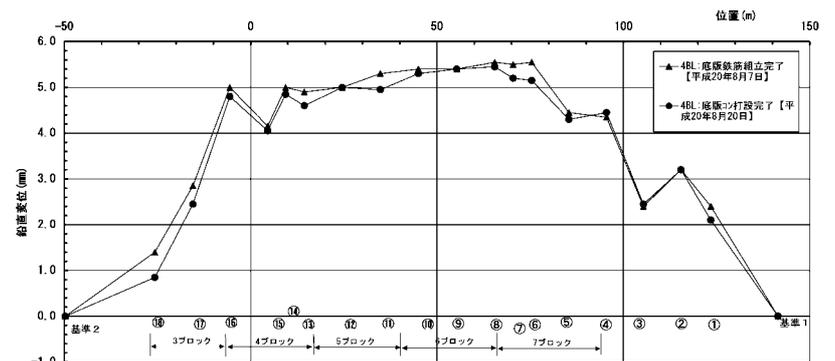


図-2 変位図(平成20年8月20日)

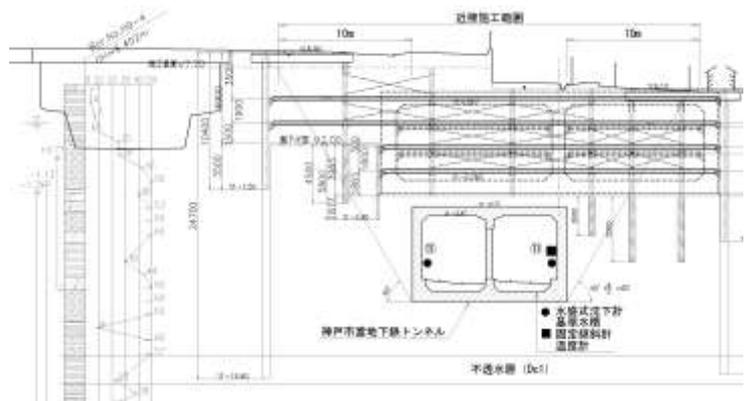


図-3 断面図(近接施工範囲)

キーワード 開削トンネル, 地盤のリバウンド, 近接施工, 情報化施工

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 西松建設(株)土木設計部 TEL 03-3502-7638

2-2 底版構築時の計測変位と推定断面力

図-1に近接施工範囲である4ブロックの底版を構築した時点(H20年8月20日)における全エリアの施工状況, 図-2に既設営業線躯体の計測変位を示す. 図-4に示す計測値の近似曲線より曲率 ϕ (1/m)を算出し, 既設営業線躯体に発生している断面力を $M=\phi \times E_s \cdot I$ (ϕ :曲率)より計算した結果, $M_1=5,000\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度の曲げモーメントが発生していると推定した.

2-3 埋戻し復水時の予測解析

(1) 既設営業線躯体の安全性の検証

8月末時点から埋戻し復水時において想定すべき作用荷重は, ①下向き荷重として躯体自重・土被り荷重, ②上向き荷重として地下水位回復時の浮力が想定され, 増加荷重 Δp (①-②)としては $22\text{kN}/\text{m}^2$ 程度の上向き荷重であり, 荷重強度としては1次掘削時の除荷荷重の7割程度となる. 荷重強度が同程度であることから, 安全側に1次掘削時のリバウンドによる断面力 $M_2=8,400\text{kN}\cdot\text{m}$ (『既報告』参照)が増加荷重 Δp による断面力と同程度と推定すると, 埋戻し復水時において既設営業線躯体に残留する断面力は $M_1+M_2=13,400\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度と推測でき, 長期許容耐力 $M_a=23,000\text{kN}\cdot\text{m}$ の約1/2程度であるため, 通常の埋戻し復水施工計画を実施しても構造的に問題ないと判断した.

(2) 施工管理値

上記(1)と同様の考え方を採用して, 1次掘削時のリバウンド量(1.6mm; 『既報告』参照)が増加荷重 Δp による変位量と同程度と仮定し, 増分荷重 Δp による変位量を推定すると, $\delta=1.6 \times 70\%=1\text{mm}$ 程度の変位が既設営業線躯体に生じることになる. 従って, 埋戻し復水時における変位量は, 8月末時点から1mm程度増加した6mm程度と推察できる(図-4参照). 予測変位量 δ と既設営業線躯体の長期許容耐力 M_a の関係から, 1次管理値を予測値, 2次管理値を許容変位量の80%, 3次管理値を許容変位量として設定した(表-1参照).

3. 実施工における計測結果

床付け完了時における最大変位は5.5mmであり, 躯体構築に伴い3~4mmの弾性沈下が計測された. 躯体構築完了後, リリーフウェル停止に伴い土留め壁締切り内の地下水位は1週間で8.2m上昇し(T.P-1.5mまで回復), その後2週間でほぼ平衡状態となったが, 地下水位の上昇に伴い, 既設営業線躯体は1~3mm程度上昇した.

近接施工範囲である4BL~7BLにおいて, 開削トンネル構築直上の埋戻しを実施した結果, 2mm程度の弾性沈下が計測された箇所もあったが, 最大変位は5.8mmであり予測変位6mmと同程度の変位となり, 1次管理値以下で埋戻し及び復水作業を完了することができた.

4. おわりに 本工事は平成22年3月に無事竣工することができた. 施工に際し, ご指導いただいた神戸市交通局殿をはじめ, 関係各署の皆様には厚く御礼申し上げる次第です.

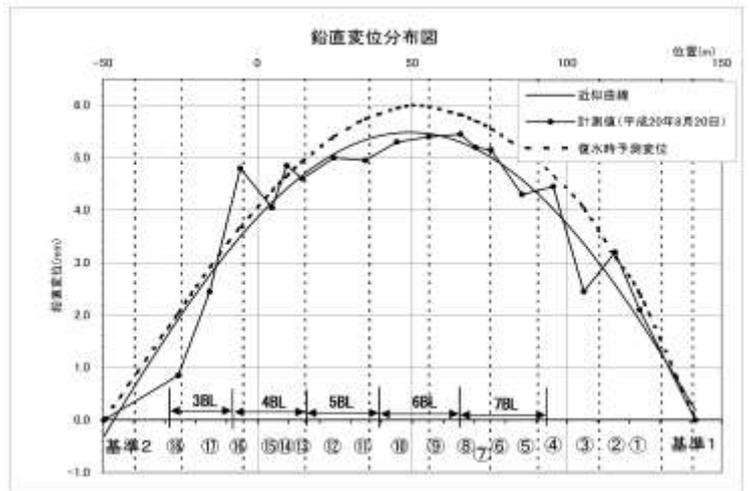


図-4 底版構築時の計測値と復水時の予測変位図

表-1 施工管理値

	1次管理値	2次管理値	3次管理値
復水時	6.0mm	8.2mm	10.3mm

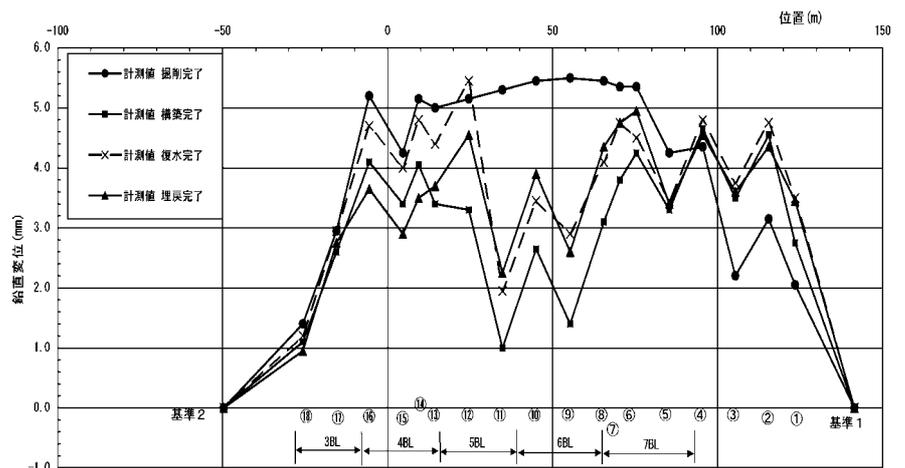


図-5 計測結果(床付け完了から埋戻し復水時)