

開削工事における情報化施工による工程短縮

THE SHORT OF WORK PERIOD USING FOR MONITORING MESURED DATA IN THE EXCAVATION WORK

矢萩 秀一¹⁾・辻 雅行¹⁾・斉藤 光勇²⁾・好田 繁³⁾

Syuuichi YAHAGI, Masayuki TSUJI, Mitsuo SAITOU, Shigeru KOHDA

At a site of Line No.7 the SEISYOUKOU MAE St. (a tentative name), we use cast in placed diaphragm wall for permanent structure in the excavation work. Using for monitoring the mesured data, we re-examine the arrangement of the struts. As a result, we can reduce two stages of the struts and we shorten the period and cost of this work.

Key Words: Excavation Work, Monitoring Data, Short of Work Period

1. はじめに

地下鉄7号線は目黒（品川区上大崎）を起点に都心を南北に貫き、赤羽岩淵（北区岩淵町）に至る21.4kmの路線である。このうち溜池山王～赤羽岩淵は既に営業を開始している。（図-1参照）現在、残りの区間の工事が最盛期を迎えており、清正公駅（仮称）においても一部床付けが完了し、躯体の構築を行っている。

清正公駅の停接部では、当初、1～4段支保工を設置後、中床版を逆巻き工法で打設し、それ以下に2段の支保工を架設してから最終床付けまで掘削する予定であった。掘削にあたっては、種々の計測を行いながら施工を進め、そのデータを用いて土質定数ほかの諸物性値の現状解析を行い、それを基にした予測計算を行った。その結果、中床版以下の支保工を架設しなくても最終床付けまで掘削できるという結論を得た。予測計算の結果と計測により得られた実際の土留め壁の挙動を比較しながら施工し、工期を短縮して無事掘削を完了することができた。本報文は、これに関する報告である。

2. 工事概要

本工事は、開削工法により地下鉄の停接部を構築するとともに、地下鉄軌道階の上部に地下駐車場および変電所を建設するものである。

当該地は、国道1号線（桜田通り）に位置し、沿道にはマンションや寺院等が建ち立ち並んでいる。（図-2参照）掘削範囲の地表面下には、建設省高輪共同溝（幅6.4m×高さ4.0m）、下水幹線（φ1800、矩形1520×1450）、上水配水幹線（φ1350）をはじめ、電力線、電話線およびガスの配給管等の埋設物が混在している状況である。これらの埋設管等により、路上からの地下連続壁の構築が困難な箇所については、柱列式連続壁による一次土留を設け、路下施工により地下連続壁を構築した。各詳細について以下に示す。

工事名称：7号線清正公前一工区土木工事、

白金地下駐車場・清正公前変電所土木工事

掘削規模：延長133.5m、幅21～26m、掘削深度32.0m、掘削土量95,560m³

土留工法：本体利用地下連続壁（路上施工部分：壁厚1.2m、壁長39.0m、路下施工部分：壁厚1.2m、壁長24.0m、併せ壁：壁厚0.25～0.4m）

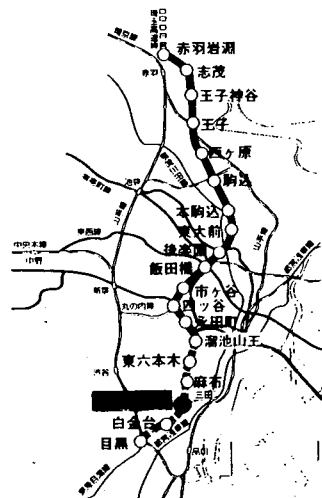


図-1 現場位置図

- 1) 正会員 帝都高速度交通営団 建設本部 工務部 7号線白金工事事務所
- 2) 正会員 間組・不動産建設JV 清正公前一工区土木工事
- 3) 正会員 (株)間組 土木本部都市土木統括部

土留支保工：切梁・腹起し、逆巻工法併用

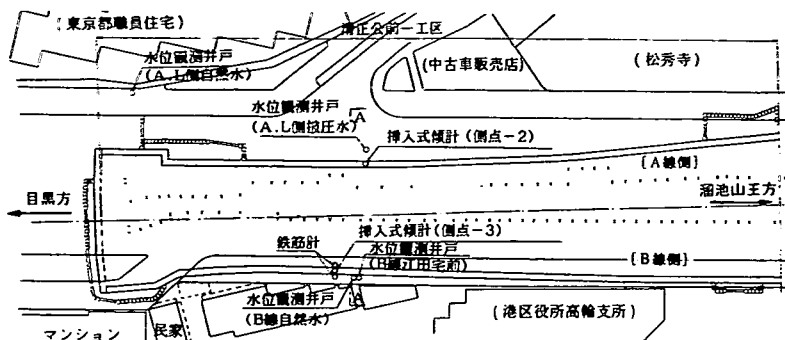
構造概要：地下4層構造(B1F～B3F：建設省白金地下駐車場・東京電力清正公変電所／B4F：地下鉄軌道床)

3. 土質条件

当該地の周辺の地形は、淀橋台と呼ばれる洪積台地と、この台地の中を流れる古川による開析谷に形成された沖積低地より構成されている。そのため、縦断的に見ると、江戸川砂層が工区中央付近で最も深く、谷を形成するような形で分布している。(図-4 参照)

地層構成は、地表より、埋土層・一部腐植土層を含む沖積粘性土層・粘性土と砂礫の互層である東京層、それ以深は、上総粘性土層（いわゆる土丹層）となっている。

(圖一3 参照)



圖一2 平面圖

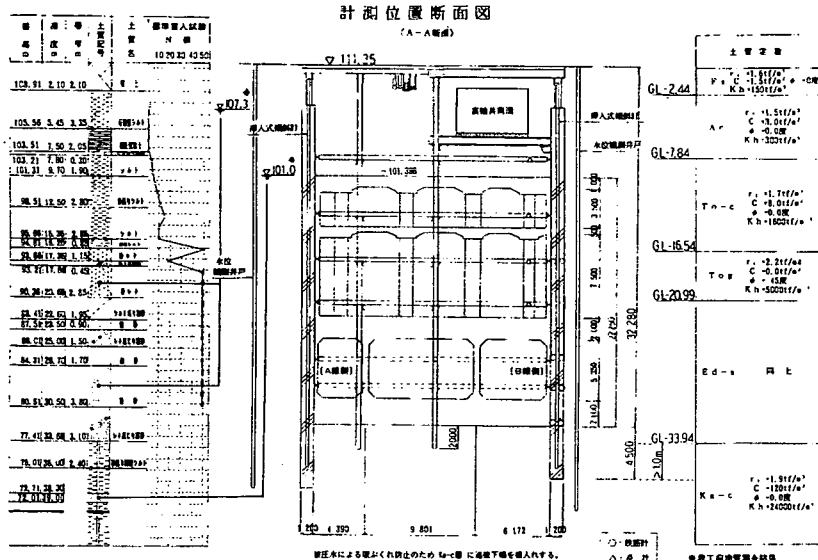


图-3 断面图

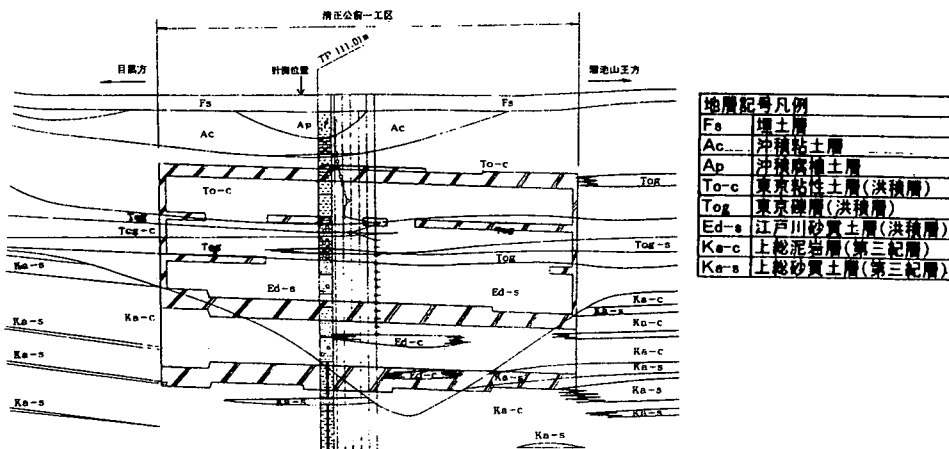


圖-4 土質縱斷圖

4. 施工手順

当初、施工手順としては、以下のように計画されていた。

- ① 準備工（埋設管移設、歩道切削、歩道橋移設）
- ② 中間杭の打設
- ③ 地下連続壁築造、柱列式連続壁築造（地下連続壁路下施工部の一次土留）
- ④ 路面覆工架設
- ⑤ 埋設管吊防護、下水幹線・共同溝受防護
- ⑥ 一次掘削、一段支保工架設
- ⑦ 地下連続壁路下施工（共同溝下部、下水幹線下部、配水幹線下部）
- ⑧ 2～4次掘削、2～4段支保工架設
- ⑨ 5次掘削、B3F中床版構築（逆巻施工）
- ⑩ 6～7次掘削、5～6段支保工架設
- ⑪ 床付け掘削、基礎コンクリート、下床コンクリート構築
- ⑫ B2F・B1F中床版構築・上床版構築（順巻施工）

上記の⑨の段階で現状解析ならびに予測計算を行い、その結果⑩を省略した。

5. 計測内容と頻度

掘削に伴い、下表に示すような項目に対して計測を行っている。

（計測位置については図-2、図-3を参照）

表-1 計測項目一覧

計測項目	計測機器	計測箇所	計測頻度	備考
土留壁変位	挿入式傾斜計	A線側、B線側各1測点	約1回/週	手動計測
切梁軸力	軸力計	1断面各段切梁	1回/時間	自動計測
鉄筋応力	ひずみ計	B線側 深度方向4測点	同上	同上
被圧地下水位	観測井戸	A線側、B線側各1測点	約1回/月以上	手動計測

6. 計測結果

1) 土留壁変位

図-5に、A、B線それぞれの土留壁変位を時系列グラフとして示す。両側の壁の変位を比較すると、壁の傾き方と変位量とが異なる傾向を示しているのがわかる。

この要因としては次のような施工条件が考えられる。

- 7) B線側と比較して、A線側の主働土圧が小さくなったこと
- ・ A線側では、堀山外の上水道敷設替工事のために、覆工が設置されていた。掘削開始前から背面地盤がG.L. -1.5m程度まで掘り下がっており、上載荷重も作用しなかった。
- ・ '96年11月下旬より、背面地盤がさらにG.L. -4.0m程度まで掘り下げられた。

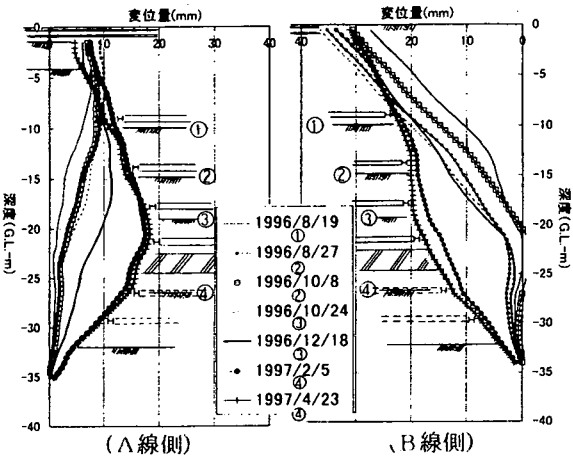


図-5 土留壁変位の計測結果

4) 共同溝受防護のためB線側の掘削が先行したこと

2) 切梁軸力

図-6は切梁軸力の経時変化を示したものである。各段の切梁軸力とも、掘削深度が深まるにつれて、その近傍の切梁軸力が増加するという一般的な挙動を示している。

3) 鉄筋応力

鉄筋応力の計測値は、土留壁の変形に概ね追従している。逆巻中床版施工時点までの最大値は 600kgf/cm^2 であり許容値 2700kgf/cm^2 を大きく下回っている。

4) 被圧地下水位

計測開始から現在に至るまでA, B線側ともにG.L. -12.0m程度で推移しており、当初の設定(G.L.-4.0m)より大幅に低下している。

(図-7参照)

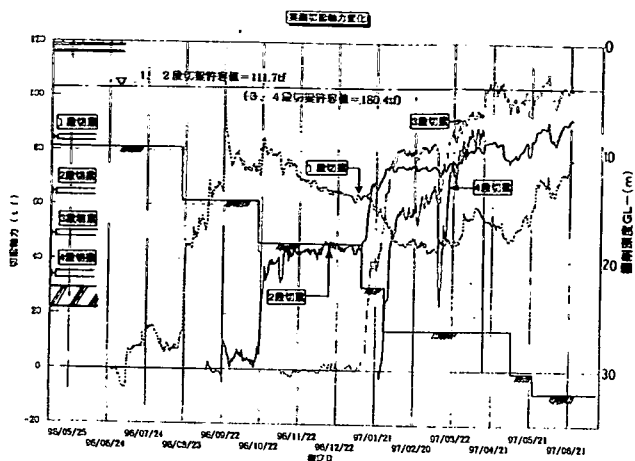


図-6 切梁軸力の計測結果

7. 現状解析

上記の計測結果を基にして、まず、逆巻中床版打設後の時点で、以下に示す物性等の見直しを行う現状解析を行い、土留壁の変位形状について計算値と実測値をフィッティングさせた。

① 1, 2 段切梁のパネ値について

土留壁変位と切梁軸力のデータより、 $F=K \times \delta$ より、実挙動のK値を逆算して求め、そのパネ値を用いた。それ以下のパネ値に関しては、通常の算定式より算出したパネ値を用いた。

② 逆巻中床版のパネの取り扱いについて

営団の指針では、水平方向と回転方向に作用する支点パネとしてモデル化されていた逆巻スラブを、スラブ厚さ 2.0m を考慮した分布パネとしてモデル化した。

③ 被圧地下水位について

被圧地下水の計測結果に基づき、各ステップ毎に被圧地下水位を変化させて水压を算出した。

④ 東京礫層・江戸川砂層の水平方向地盤反力係数について

N 値が 50 以上の洪積層に関しては、換算 N 値を算出して、営団指針に準拠した $100 \cdot N(\text{tf/m})$ を採用した。

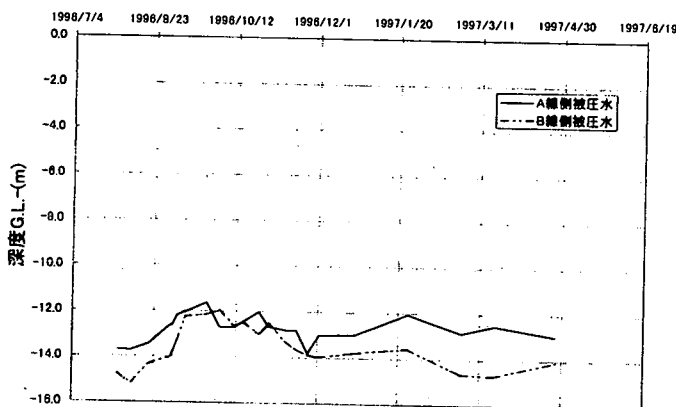
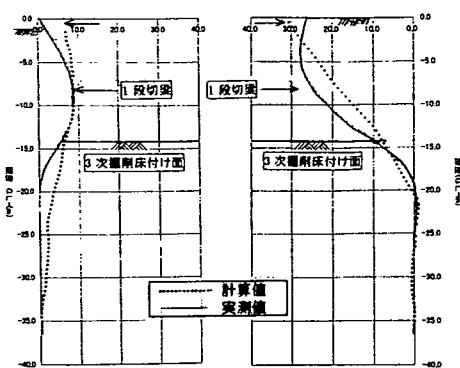
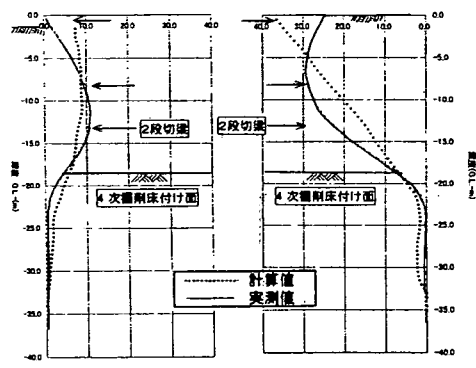


図-7 地下水位の計測結果

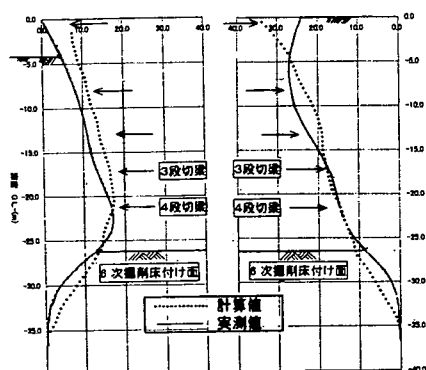
土留壁変形形状のフィッティング結果を図-8に示す。



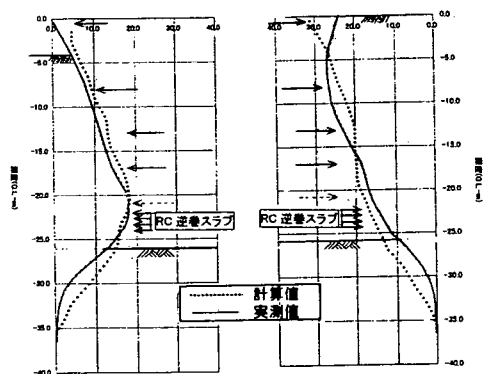
(第3次掘削時)



(第4次掘削時)



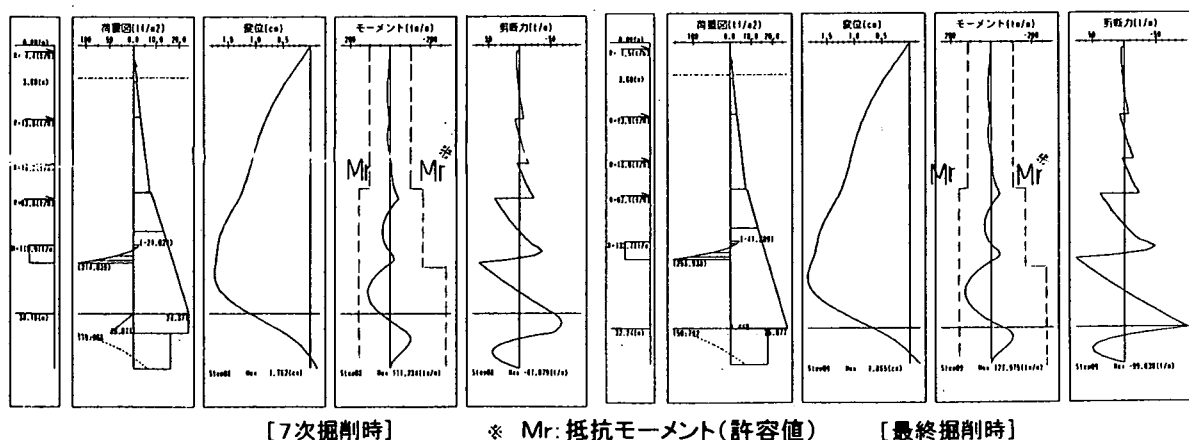
(第6次掘削時)



(4段切梁撤去時)

図-8 土留壁変位の計測値と解析値との比較

上記の現状解析により得られた物性値を基に、逆巻中床版以下の切梁を架設せずに、床付けまで掘削できるかどうかを判断するための予測計算を行った(図-9参照)。予測計算の結果、壁体の応力は許容値を下回り、掘削が可能であると判断した。また、実施工にあたっては、安全を期するため、試験的に範囲を限定して掘削を行い、G.L.-30.2mと最終床付面で計測結果と予測値との比較を行った。その後、本施工として最終床付け面まで掘削を行った。土留壁変位の予測値と計測値との比較を行った結果を図-10に示す。



[7次掘削時]

※ Mr: 抵抗モーメント(許容値)

[最終掘削時]

図-9(A) 予測解析結果 (A線側連壁)

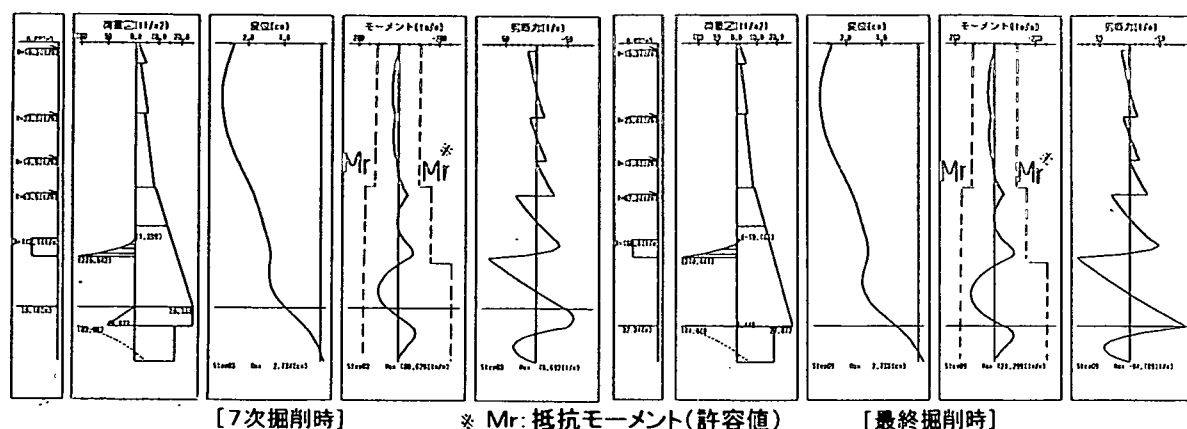


図-9(B) 予測解析結果 (B線側連壁)

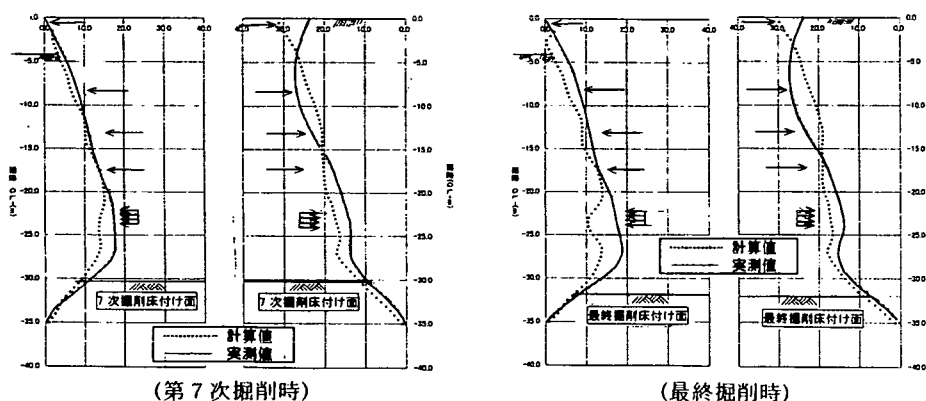


図-10 土留壁変位の計測値と解析値との比較

8. 結論

情報化施工により、当初設計で計画された逆巻中床版以下の2段切梁を架設せずに、無事最終床付けまで掘削することができ、工期短縮に貢献できた。その考え得る要因を以下にまとめる。

- ・被圧地下水位が当初の設定より下がっていた。
- ・設計では、東京礫層以下の地盤反力係数を過小に評価していた。
- ・施工ステップや細かな施工条件の違い等の忠実なモデル化を行うことにより、土留め壁の変形について計算値と計測データとをかなりの精度で合致させることができた。これにより、比較的精度の高い予測が可能となった。
- ・厚さ 2.0m の逆巻中床版を分布バネで評価したことにより、土留壁に発生する断面力を過大見積もることが避けられた。
- ・試験施工を行いながら掘削を進め、予測計算の精度を確認しつつ施工を進めることができた。

9. さいごに

現在、当工区は、全ブロックの床付けを終了し、平成 10 年 3 月の竣工に向けて、下床版打設を完了し、側壁・柱等の構築工を鋭意施工中である。今後、当工区のような工事の一助となれば幸いである。