

鋼製地下連続壁を本体利用した開削トンネルの土留め計測結果

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○阪田暁, 川中島寛幸, 千代啓三, 沢田麗菜
(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 仲山貴司, 牛田貴士

1. はじめに

都市部での開削トンネル工事において、地下連続壁を本体構造物の一部として利用する場合がある。本体利用の構造解析法には、仮設時と完成時を分離した「分離計算法」、弾塑性法で算出した施工時の発生応力（残留応力）を完成時の骨組構造解析結果に加算する「擬似一体解析」¹⁾がある（図1）。しかし地下連続壁の本体利用において擬似一体解析・分離計算法による構造解析と実構造物の挙動を比較した事例は少ない。そこで本稿では、これらの構造解析結果と実構造物の挙動との比較検討を目的とし、鋼製地下連続壁を本体利用した構築した開削トンネルの土留め計測結果について報告する。

2. 現地概要

本構造物は鋼製地下連続壁-II型（ソイルセメントタイプ）を本体利用した地下駅である。駅躯体が位置する主な地質は、躯体の大部分はN値50以上の上総層群に位置し、固結・未固結の砂層・粘性土層の互層構造となっている（図2）。地表面付近には軟弱な沖積層が分布し、駅の終点側に向かうほど厚く堆積し、自然水位は地表面下約2.5mの位置にあり、被圧水位も比較的高い位置にある。次に計測断面断を図3に示す。駅計測断面は4層3径間の構造となっており、土留め工は掘削深さ約32m、覆工桁を0段梁とした9段梁である。また上総層群が傾斜している箇所に位置しており、軟弱層厚は約16mである。

3. 計測概要

計測概要について図4に示す。鋼材のウェブ側にガイド管を固定して多段式傾斜計を、鋼製壁のフランジ

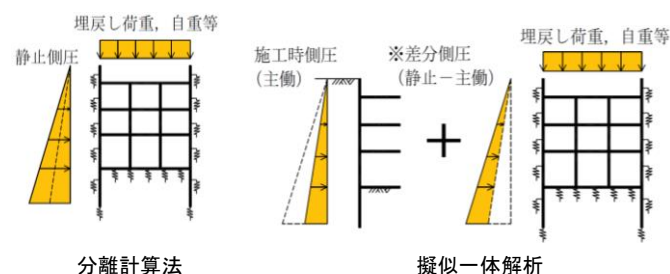


図1 分離計算法および擬似一体解析の概念（完成時）

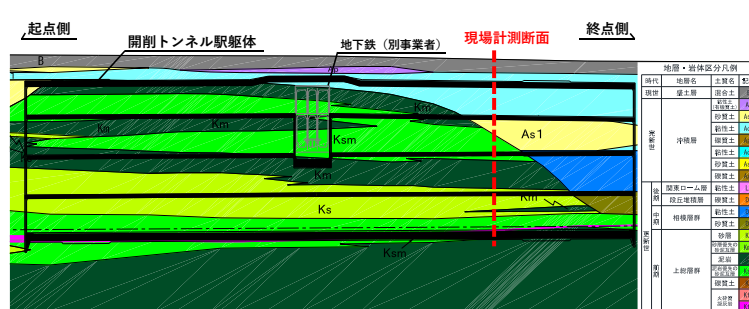


図2 開削トンネル部地質縦断面図

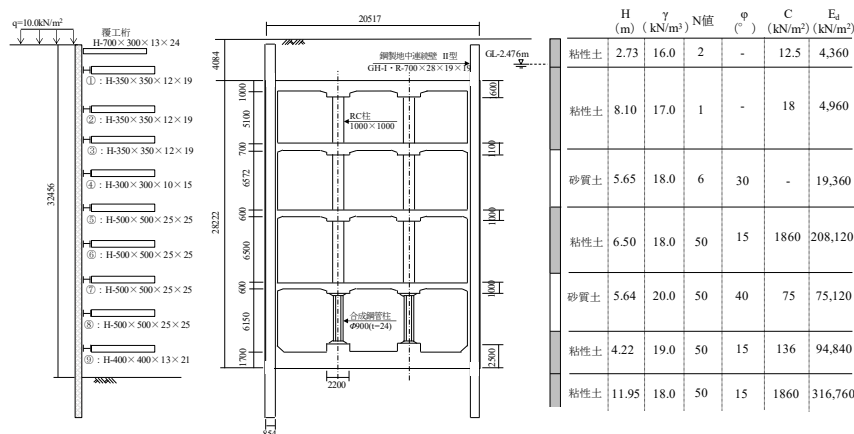


図3 開削トンネル断面図

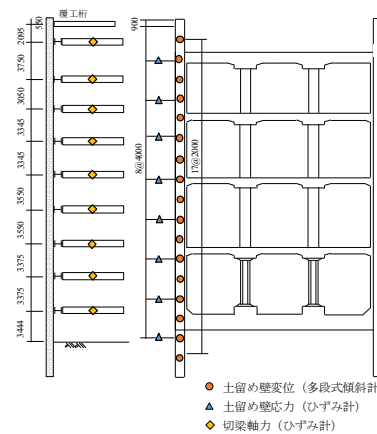


図4 計測位置図

キーワード 開削トンネル, 鋼製地下連続壁, 擬似一体解析

連絡先 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 (独) 鉄道・運輸機構 TEL 045-222-9083

側ならびに切梁にそれぞれひずみ計を設置し、掘削・躯体構築の施工期間中は管理基準値内に収まるようリアルタイム計測を行った。

4. 現場計測結果

計測結果について図5に示す。まず多段式傾斜計から換算された土留め変位結果を見ると、掘削深度が進むにつれてGL-15m付近、GL-27m付近にて変位量が増大し、最終掘削時に最大16.8mmのピークを持つ分布であった。併せて地表面付近ならびに掘削底面付近で小さい傾向が見られた。地表面付近に関しては、覆工桁や鋼製地下連続壁を施工する際にガイドウォールを施工していることため、地表面部の変位がある程度抑制されていると考えられる。次に、ひずみ計から換算された土留めの曲げモーメント結果（最終掘削時）を見ると、最大変位量となった深度付近に断面力が大きくなっている傾向が見られたほか、最終掘削時と同程度の断面力が完成時（埋戻し後）に残留している状況が確認された。

5. 仮設時の弾塑性解析結果との比較

仮設時の弾塑性解析の条件は掘削土留め工設計指針¹⁾により算定した。今回の鋼製地下連続壁は充填材がソイルセメントであること、単独壁構造であることから曲げ剛性は鋼材のみを考慮し、各切梁のプレロード量は施工実績値を考慮した。加えて地盤物性値は図3の値を使用し、主働土圧はランキン土圧、受働土圧はクーロン土圧を考慮した。以上より、最終掘削時における解析結果を図6に示す。弾塑性解析結果について、土留め変位および曲げモーメントとも現場計測結果の傾向を捉えており、概ね同様の分布傾向であったが、土留め変位のピーク深度に若干の違いが見られた。これは図2から、本計測断面位置において上総層群が傾斜している箇所位置しているため、地層の変化による影響のほか、弾塑性解析に用いたボーリング位置と本計測断面位置との差異による影響が考えられる。

6. まとめ

本体利用の構造解析に擬似一体解析を用いる場合、施工時の断面力を完成時の設計に引き継ぐことになるが、鋼製地下連続壁を本体利用した開削トンネルにおいて現場計測を行った結果、完成時の断面力分布に最終掘削時と同程度の断面力が残留していることが確認され、擬似一体解析で施工時の残留応力を考慮することの有用性が示唆された。弾塑性解析結果は、現場計測結果の傾向を捉えており、概ね安全側の結果であったが、地層の変化による影響の他、弾塑性解析に用いたボーリング位置と本計測断面位置との差異による影響が考えられた。そのため次稿²⁾では、その差異のフィッティングと構造解析手法の比較検討について示す。

【参考文献】

- 1) 国土交通省監修 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 トンネル・開削編，丸善出版，2021
- 2) 辻ら：地下連続壁を本体利用する開削トンネルの構造解析手法の比較計算，土木学会第78回年次学術講演会，2023（投稿中）

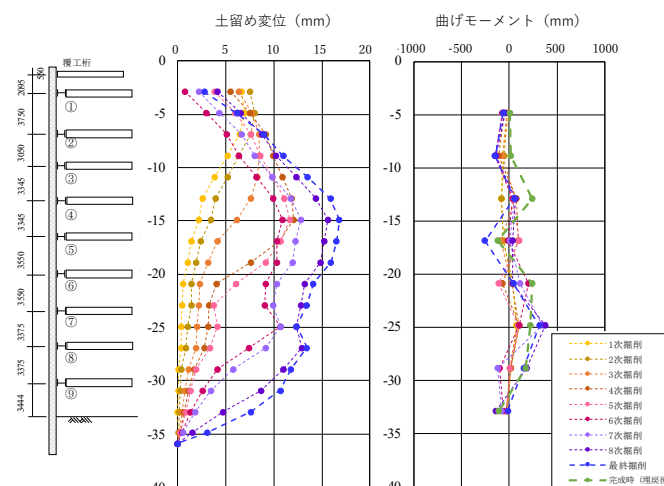


図5 現場計測結果

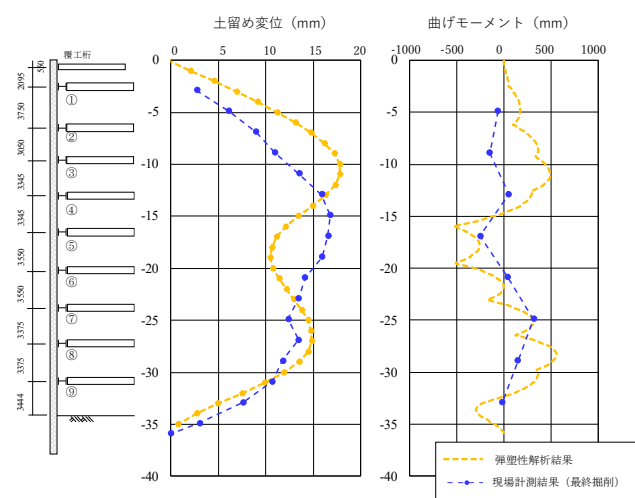


図6 弾塑性解析結果との比較（最終掘削時）