急勾配・急曲線部における実測データによるシールド挙動シミュレーション

長岡技術科学大学 学 〇山之内崇記 勝部達也 正 杉本光隆 清水建設株式会社 正 安井克豊 武本怜真

1. はじめに

シールドトンネルは近年,大深度化や急曲線化による施工技術の高度化が進み,より厳しい条件下での施工が求められている。しかし,シールド掘削に関連する地盤物性値やシールド機に作用する外力および施工時荷重については未解明な点が多い。そのため,事前にシールド機挙動を予測することが重要となっていることから,シールド挙動シミュレーションの必要性が高まっている。

既往の研究¹⁾では、直線部におけるシールド挙動の 妥当性を検討した。本研究では、シミュレーションを 取り入れたシールド制御手法を確立することを目的 とし、急勾配・急曲線部におけるシールド挙動シミュ レーションと実際の現場の実測データを比較するこ とで、シールド挙動シミュレーションの妥当性を検討 した。

2. 現場概要

解析対象現場は、市街化された地域に新設されたため、既設構造物による制約を受けている。**図1**に本シールドトンネルの平面図およびセグメント割付図

を示す.

解析対象区間の土被りは 10.0m~15.0m で,地層は 相模層群粘性土 (Dc 層) である. N 値は全体として 概ね N=1~10 前後であるが,局所的に N=15~26 程度 を示す.シールド機は中折れ式泥土圧シールドで,機 長 10.845m,掘削外径 10.860m,シールド機外径 10.830m である.

シールドトンネルの線形は下り-7.0%,最小曲線半径 50mで,セグメント外径 10.58m,セグメント幅 0.6mの鋼製セグメントで構築された.

3. 解析方法

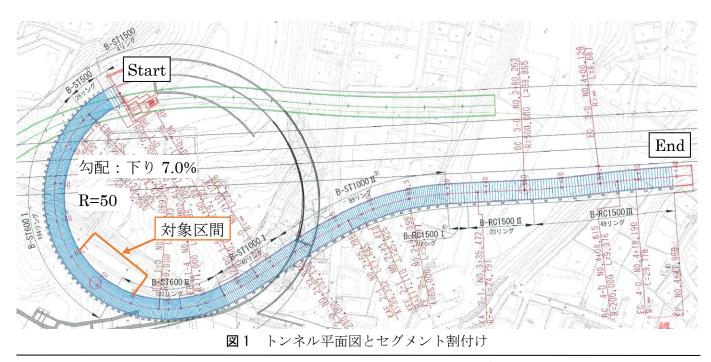
解析手順は,以下の手順で行う.

- 1)入力データの作成
- 2)地盤条件の推定
- 3)シールド機挙動シミュレーションの実施
- 4)現場実測データとの比較

3.1. 入力データの作成

シールド機設計図やボーリング柱状図などの現場 データにより,以下の入力データを作成する.

a)シールド機諸元:マシン半径, 自重, 重心など



キーワード シールドトンネル, 地下構造物, シミュレーション, 急曲線, 急勾配 連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 地盤工学研究室 TEL 0258-46-6000

- b)地盤物性値:静止土圧係数,地盤反力係数など
- c)計算条件:解析メッシュ(要素)の数など
- d)計測精度
- e)シールド掘進管理条件:ジャッキ,中折れ角度など
- f)計画線形:曲線半径, 勾配など
- g)地層構造:地下水位,地質縦断図
- h)セグメント諸元:セグメント割付,半径,幅など シールド挙動の制御条件は,中折れやコピーカッタ 一使用条件などである.解析結果と現場計測結果が一 致するように,地盤物性値や,有効余掘り量を適宜変 更した.シールド機挙動は,切羽土圧,掘進距離の影響を大きく受けるため,縦断線形,掘進速度,平面線 形の順で現場計測結果と合わせるようにした.

3.2. 地盤条件の推定

ボーリング調査により、現地の地盤条件が得られる. しかし、実際の地盤物性値はばらつきがあることから、シールド機の挙動に大きな影響を与える地盤反力等を同定する必要がある. また、掘進時に余掘りを行うが、取り残し等があるため、周方向とシールド掘進方向に分布する余掘り有効率を調整する.

3.3. シールド機挙動シミュレーションの実施

「3.1. 入力データの作成」および「3.2. 地盤条件の推定」で設定したデータを、シールド機動力学モデルに入力し、シールド機挙動シミュレーションを行う.

4. 解析結果と考察

平面線形,縦断線形,ピッチング角度,掘進速度の計測値と解析値をそれぞれ図2,図3,図4,図5に示す.これらの図より以下のことがわかる.

- 1) 平面線形は解析値と計測値がよく一致している.
- 2) 縦断線形とピッチング角の解析値と計測値の時系列変化は概ね一致しているが,縦断線形は解析値が計測値より最大で約18cm下になった.これはシミュレーション開始前のシールド機位置座標の実測データ数が少なく,実測データの間隔が空き,曲線近似度が下がり,3次元的に拘束条件が緩くなり,シミュレーション開始時にピッチングが計測値よりも約25min下向きになったためと考えられる.
- 3) 掘進速度は計測値と解析値が一致している.

上記から,運動力学的にシミュレーション結果が計 画線形と概ね一致しているといえる.

5. まとめ

シールド挙動シミュレーション結果は,現場実測デ

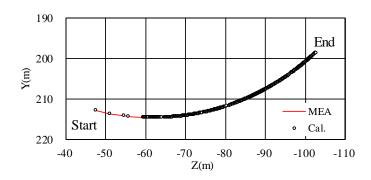


図2 平面線形

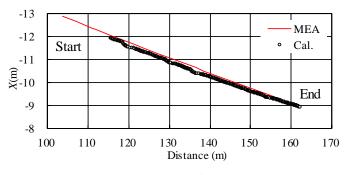


図3 縦断線形

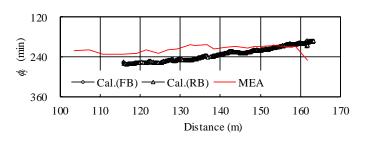


図4 ピッチング角度

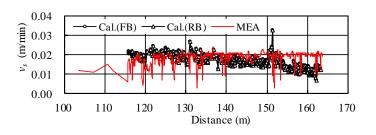


図5 掘進速度

ータを概ね表現できたことから,本研究で用いたシールド機動力学モデルにより急勾配及び急曲線部のシールド挙動を表現できるといえる.

参考文献

1) 岩渕崇宏, 相馬裕希, 杉本光隆, 武本怜真, 安井 克豊,シールド機動力学モデルによるシールド挙動シ ミュレーション, 第73回土木学会年次学術講演会, VI-146, 2018.