

シールド機動力学モデルによる S字急曲線部におけるシールド挙動シミュレーション

長岡技術科学大学 学 〇中田善人 岩渕崇宏 正 陳剣 杉本光隆
福岡県 田浦康司 安藤ハザマ 荒東伸一 正 粥川幸司

1. はじめに

シールドトンネル工事における急曲線施工は、周辺地盤の変状や地表面の過大な沈下といった問題を引き起こすおそれがあり、技術的に困難な施工である。安全かつ確実な施工を行うためには、経験のみに基づいた従来のシールド制御手法から、理論に基づいたシールドの掘進シミュレーションを取り入れた制御手法への移行が必要であると考えられる。

そこで本研究では、S字急曲線部のシールド掘進条件を検討するとともに、得られたシールド掘進条件を用いてシールド掘進シミュレーションを実施し、シールドの制御方法について検討した。

2. 現場概要

対象地盤は、主に N 値 54~300 の風化花崗岩で、シールド径 6.16m、シールド機長 7.94m の泥土圧シールド（中折式）により、直径 6m のトンネルを構築する。

トンネル全体の平面図を図-1 に示す。解析対象は、平面曲線半径 16m、下り 0.2% の S 字急曲線区間で、土被りは約 13m である。

3. 解析方法

3.1. 解析手順

入力データ作成からシミュレーションの実施までの解析手順を図-2 に示す。

3.2. 入力データ

本検討のシールド機挙動シミュレーションに必要な入力データは、以下の 8 つである。

- a) シールド機諸元：マシン半径，自重，重心など
- 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

3.3. シールド掘進管理条件の算定方法

シールド掘進管理条件のうち、中折れ使用条件（角度と方向）、コピーカッター使用条件（使用範囲と長さ）、ジャッキ力（推力とモーメント）を合わせて、「シールド操作条件」と呼ぶ。これら三つのパラメータを事前に設定しておくことが必要で、シールド機挙



図-1 トンネル全体平面図と解析対象区間

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，S字急曲線，中折れ，コピーカッター
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 0258-47-6000

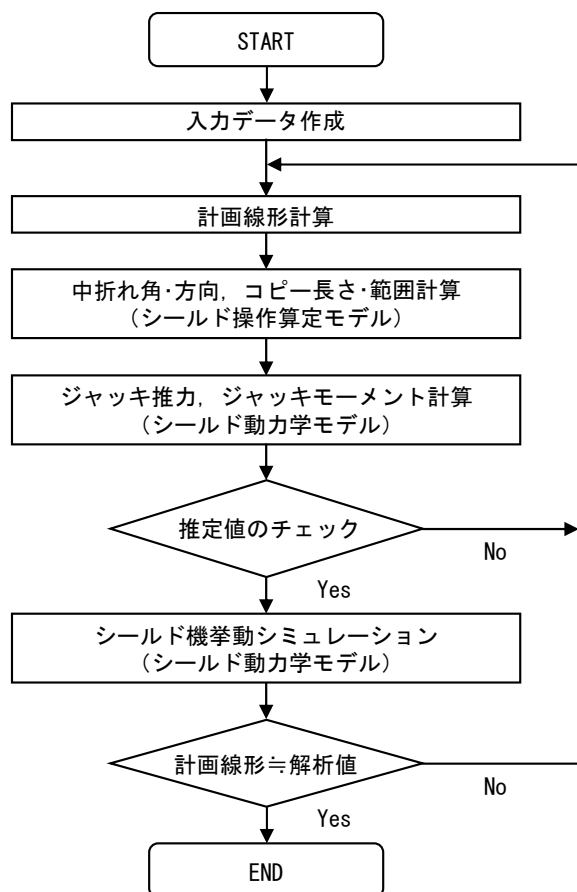


図-2 解析手順

動に対して共線性がある。

最初にシールド操作算定プログラム¹⁾によりコピーカッター使用条件と中折れ使用条件を求める。次に、ジャッキ力を0とした状態で上記で得られたコピーカッター使用条件と中折れ使用条件をシールド機動力学モデル²⁾に入力し、幾何学的条件からジャッキ力を推定し、シールド操作条件を設定した。さらに、解析値が計測値と合うように、全周余掘り有効率やコピーカッター有効率を調整した。なお、ステップ毎にジャッキ力やコピーカッター使用条件などを設定しているため、適切な位置で中折れやコピーカッターを使用できるように、掘進距離を合わせる必要がある。

4. 結果と考察

平面線形、縦断線形、掘進速度の計画値と解析値を図-3に示す。これらの図から、平面線形、縦断線形の解析値と計画値はおおよそ一致することがわかる。また、シールド操作条件は使用するシールド機の装備能力内であったことから、力学的に本S字急曲線部は掘削可能と考えられる。

5. まとめ

曲線掘進の影響範囲は、幾何学的に曲線始点手前と

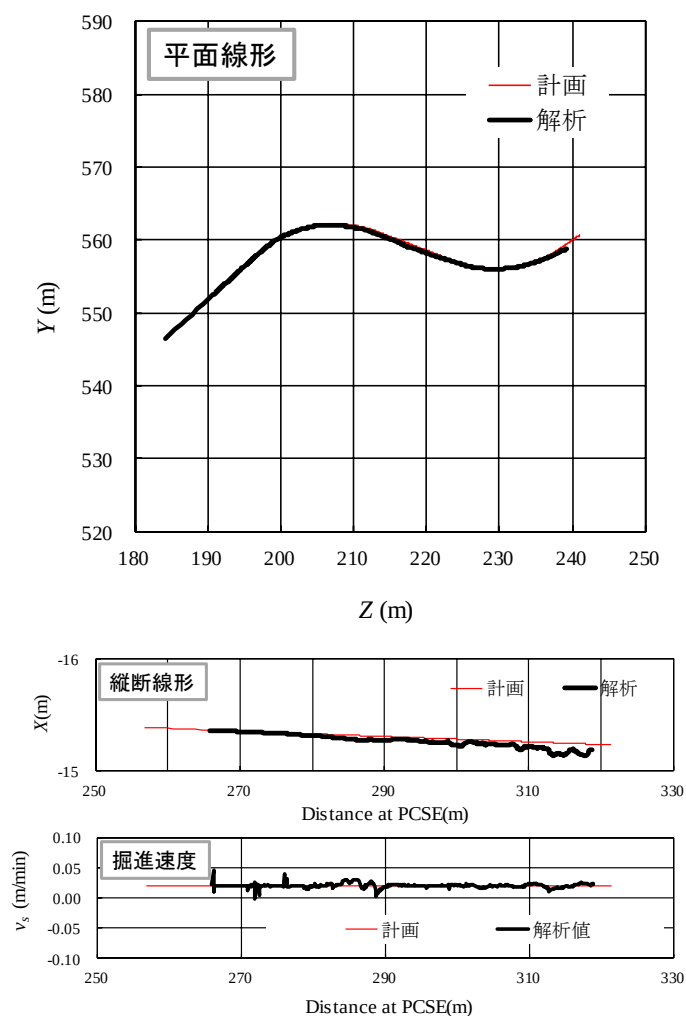


図-3 解析結果

曲線終点以降合わせて、1機長であることから、2つの連続する曲線を相互干渉無しに掘削するには、曲線の終点・始点間に最低2機長の距離が必要である。本解析対象のS字曲線部における2曲線間の直線距離は11.045mで2機長より短いため、2つの曲線を含む範囲全体を対象として、シールド掘進管理条件を設定した。その結果、単一の曲線掘削で用いるコピーカッターよりも、直線部でより多くのコピーカッターを用いることにより、本S字急曲線を掘削できることがわかった。今後は、実測データを用いて、解析結果の妥当性を検討したいと考えている。

参考文献

- 1) 中村良平, 中島千博, 杉本光隆: 三次元の幾何学的条件による中折れシールド制御手法, 第66回土木学会年次学術講演会公演概要集Ⅲ, Ⅲ-113, 2011.9.
- 2) 杉本光隆, Sramoon, A.: 施工実績に基づくシールド機動力学モデルの開発, 土木学会論文集, No.763/III-54, pp. 163-182, 2001.