シールド機動力学モデルによる急曲線部のシールドの挙動シミュレーション

長岡技術科学大学　学　○鈴木貴大　田中秀幸
長岡技術科学大学　学　池田圭太　正　杉本光隆

1. はじめに

地下空間の制約が多い都市部で管渠を構築する場合，急曲線部が含むことがある．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し，道路交通や地下埋設物，および近接構造物に大きな影響を与えるおそれがあり，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，理論に基づいたマシン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有効であると考えられる．

そこで本研究では，急曲線部を含むシールドトンネルを想定し，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することにより，シールドの制御方法について検討した．

2. シールドトンネル

洪積地盤に，以下のシールドトンネルを構築することを想定した．

シールド：中折れ式泥土圧シールド

シールド径：4m，シールド機長：9m

セグメント径：3.9m，平面曲線半径：20m

3. 解析方法

解析手順を**図-1** に示す．

3.1. 入力データの作成

シールド掘進シミュレーションに必要な入力データは大きく分けると，以下の 8 つである．

1)シールド機諸元：マシン半径，マシン自重，マシン重心点など
2)地盤物性値：静止土圧係数，地盤反力係数など
3)計算条件：解析のためのシールド分割数など
4)計測精度 p
5)シールド掘進条件：ジャッキ力，中折れ角度など
6)計画線形：曲線半径，勾配など
7)地層構造：地下水位，各地層の位置座標など
8)セグメント諸元：セグメントの割付けや，半径，幅など

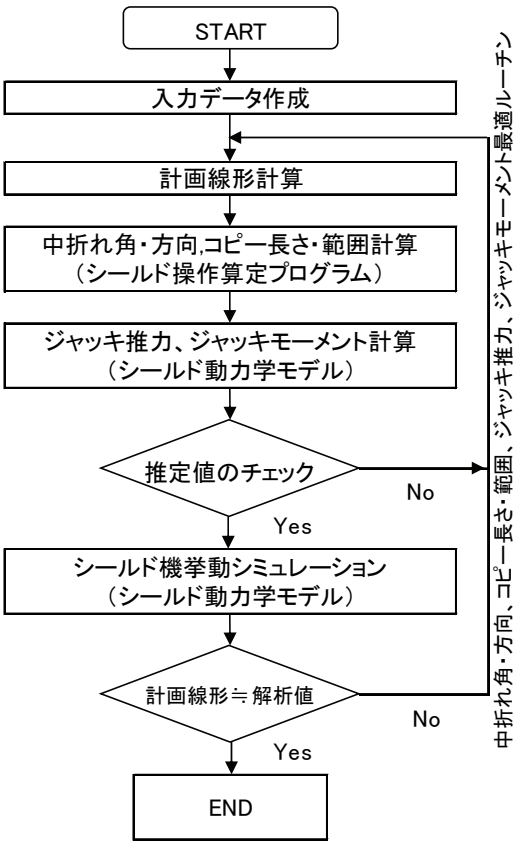


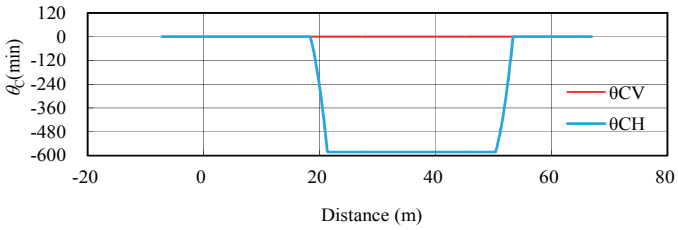
図-1　解析手順

3.2. シールド掘進条件の算定

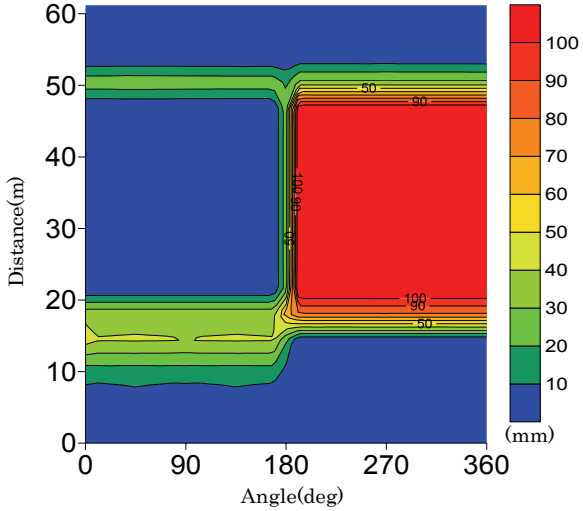
ジャッキ力，コピーカッター使用条件（使用範囲と長さ）と中折れ使用条件（角度と方向）を合わせて，「シールド操作条件」と呼ぶ．これら三つのパラメータはシールド機挙動に対して共線性があり，事前に設定しておくことが必要である．コピーカッター使用条件と中折れ使用条件は，シールド操作算定プログラム [1)]により設定した．設定したシールド操作条件を**図-2** に示す．

ジャッキ力（力とモーメント）は，上記で得られた中折れ使用条件とコピーカッター使用条件を，シールド

キーワード　シールド工法，急曲線，シールド機操作，シールド機挙動，シミュレーション
連絡先　〒940-2188　新潟県長岡市上富岡町 1603-1　長岡技術科学大学　TEL 0258-47-9618



(a) 中折れ使用条件



(b) コピーカッター使用条件

図-2　シールド操作条件

機動力学モデル[2]に入力して，幾何学的条件から求めた．

4. 解析結果・考察

上記で求めたシールド操作条件を初期値として，解析値が計画値と合うようにシールド操作条件を調整し得られたシールド機挙動を**図-3** に，シールド機軌跡を**図-4** に，計画値とともに示す．本解析では，シールド操作条件を最初に設定していること，実施工ではシールドが計画線形に沿うようにシールドを逐次操作することを考慮すると，シミュレーション結果は計画値と概ね一致していると考えられる．

5. まとめ

適切なシールド掘進条件を設定すれば，本解析で想定したトンネルを掘削可能であること，シールド操作算定プログラムで求めた，中折れ使用条件とコピーカッター使用条件は妥当であることがわかった．

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.

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.

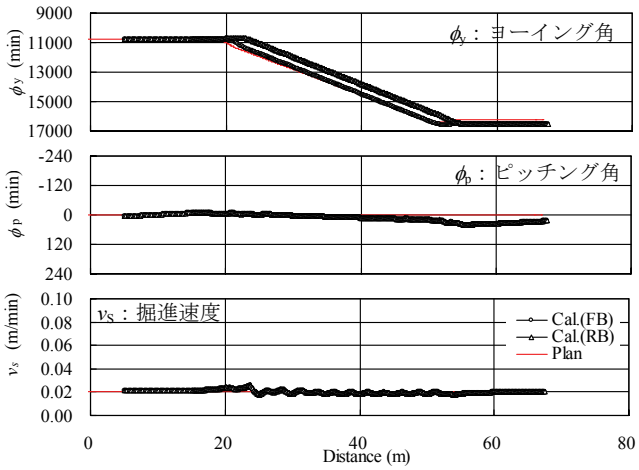


図-3　シールド機挙動

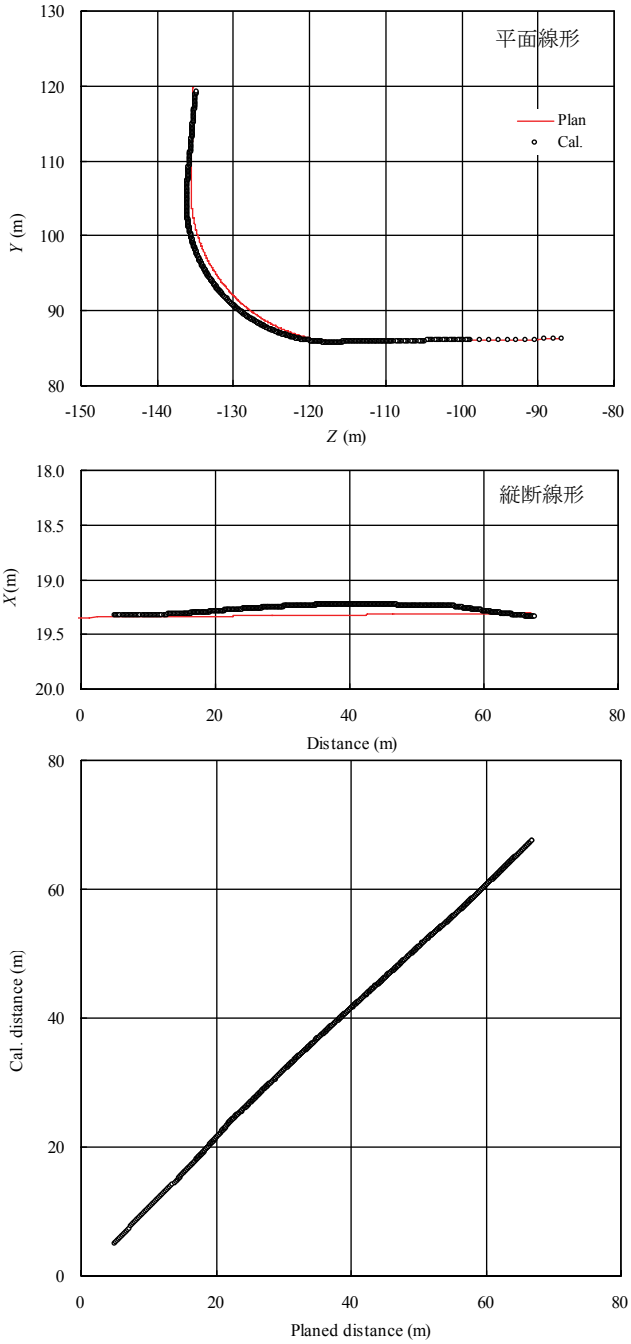


図-4　シールド機の軌跡