

# シールド機動力学モデルによる H&V シールドの挙動解析

地盤工学研究室 PHAM HUNG VAN  
指導教員 杉本 光隆

## 1. はじめに

「立会川幹線雨水放流管」<sup>1),2)</sup>は、東京都品川区の立会川へ放流されている雨水を取り込み、京浜運河へ放流先を変更するための管路を布設する工事である。本工事は狭隘な河川内かつ地下埋設物が輻輳している箇所へ布設する必要があるため、平面・縦断において厳しい条件下で施工することが求められる。そこで、限られた占有スペースの中で最大限の流下可能の確保が可能な工法として H&V 工法スパイラル掘進が選定された。しかし、本スパイラル掘進工事は、実証実験工事の 1 件以外に初工事であり、かつ河川下に行うため、非常に難しい施工条件である。また、三次元曲線のトンネル線形であるため、掘進時における地盤反力の確保やジャッキ推力によりセグメントが変位・変形し、線形管理が困難になることが懸念される。本研究では、当該トンネルを解析対象とし、シールド掘進管理条件を検討するとともに、得られた掘進管理条件を用いてシールド掘進シミュレーションを実施した。本シミュレーションにより、スパイラル掘進時の適切なジャッキパターンや、余掘り量、中折れ角などを把握するとともに、シールド接合部の作用力を算出しシールドの設計に反映する。

## 2. 解析対象

図-1 に示すように、解析対象としたトンネルは、

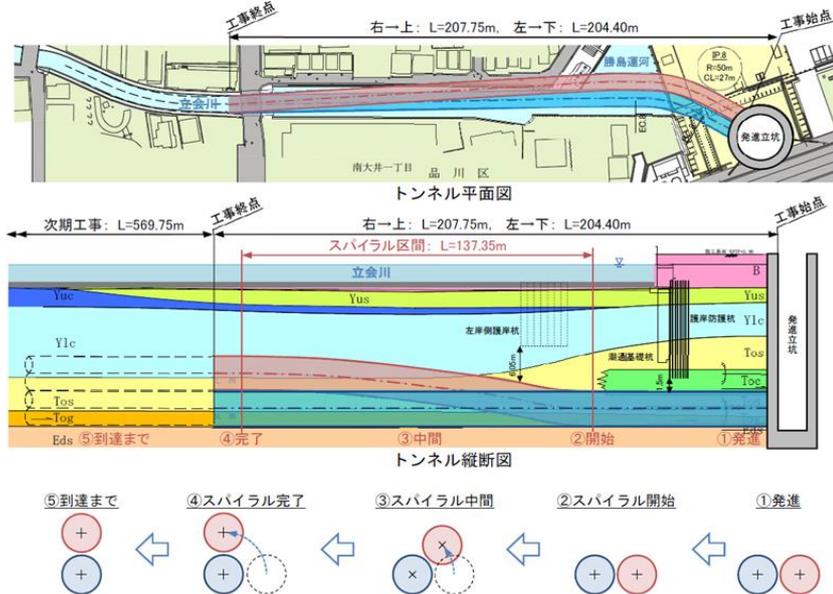


図-1 解析トンネルおよびスパイラル手順

発進立坑側では、護岸基礎杭が既存するため横 2 連で発進し、終点側では、官民境界との離隔を確保するため左側トンネルを中心として右側のトンネルを 90° 回転し縦 2 連とする線形となっている。図-2 にトンネル計画線形を示す。

## 3. 解析方法

解析手順は以下のとおりである。

### (1) ステップ①

シールド掘進管理条件の中折れ角およびコピーカッター適用範囲とその長さを算定する。

### (2) ステップ②

幾何学的な条件に基づき、シールド機の制御に必要なジャッキ力を求めるため、順解析を行う。

### (3) ステップ③

シールド掘進シミュレーションを行い、シールド機の挙動および作用力を求める。

## 4. 解析結果

図-2 にトンネル線形とシールド諸元に基づき、シールド掘進管理条件を算定した。図-3 と図-4 はそれぞれ求めた中折れ角とコピーカッター使用条件を示す。

図-3 に示すように、水平中折れ角 $\theta_{CH}$ また鉛直中折れ角 $\theta_{CV}$ は、シールド機が曲線部に進入すると変化し始め、曲線区間中では、一定値となり、曲線終端部で

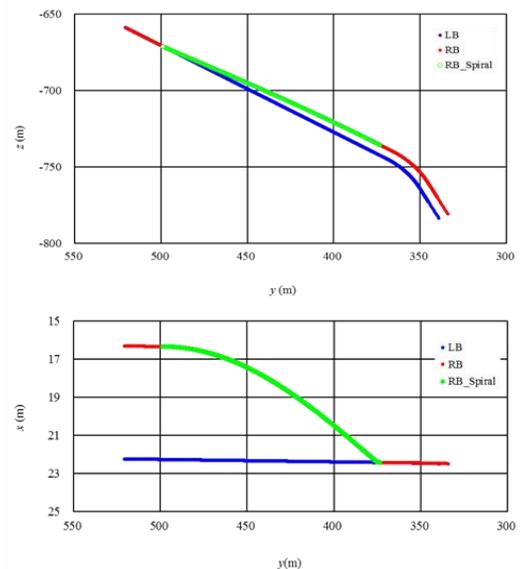


図-2 トンネル線形

徐々にゼロに復する。

図-4 に示すように、コピーカッター長さはトンネル線形の主法線方向に沿って最大値をとる。また、コピーカッターの適用範囲は、主法線方向を基準に約180°の範囲である。

これらの結果に基づいてシールド機の挙動を算定した。図-5 に平面曲線区間のシールド機の挙動を、図-6 に平面曲線区間のシールド機の軌跡を示す。これらの結果から、シールド掘進シミュレーション結果は、計画線形によく一致しているとわかる。したがって、算定した中折れ角・コピーカッター使用条件と適切なジャッキ力を設定すれば、計画したトンネル線形に沿った掘進が可能であると考えられる。

### 5. 今後の展望

スパイラル区間においても同様なシミュレーションを行う。また、シールド機の作用力も算定し、シールドの設計に反映する。

#### 参考文献

- 1) 井 克豊ら：狭隘な河川下における H&V シールドによるスパイラル掘進の計画，第 70 回次学術講演会講演概要集
- 2) 武藤 真ら：H&V スパイラル工法により狭隘な河川下にシールドを縦断掘進，トンネルと地下 2.vol46.no.2.2015

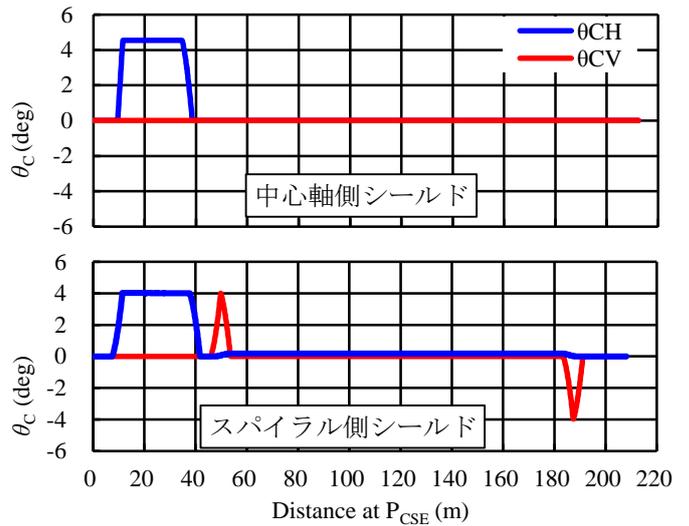
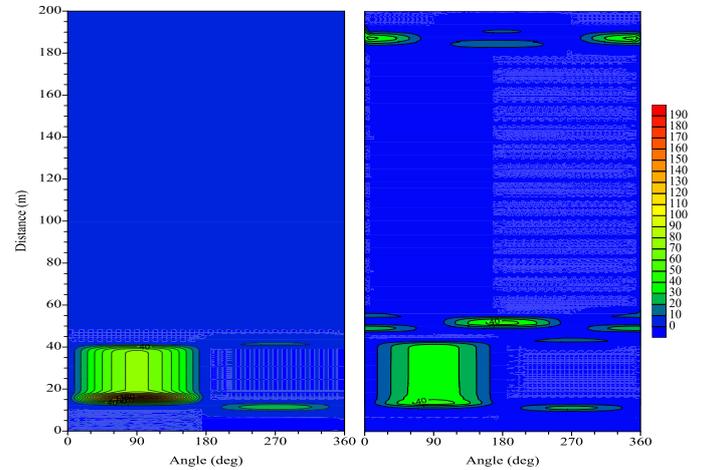


図-3 中折れ角



(a) 中心軸側シールド (b) スパイラル側シールド

図-4 コピーカッター適用範囲と長さ

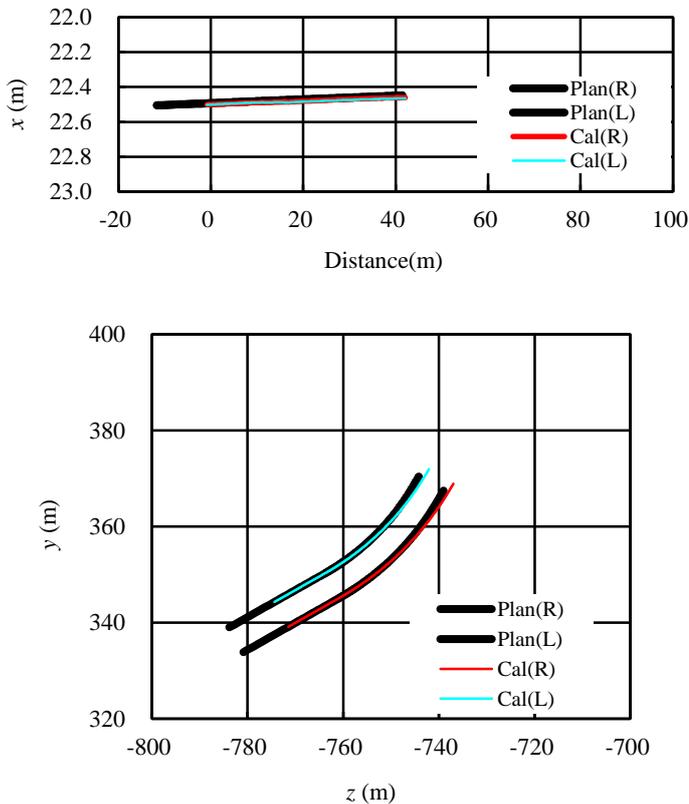


図-6 シールド機の軌跡

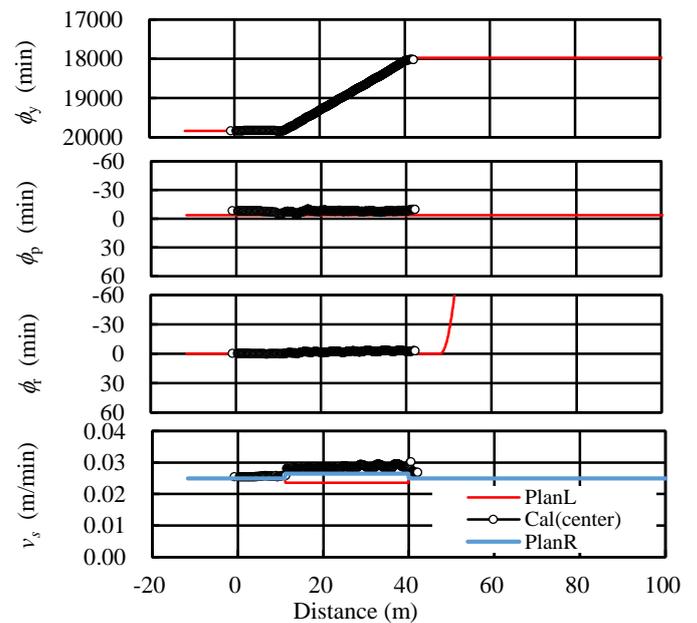


図-5 シールド機の挙動