

H&V シールド工法によるスパイラル掘進の施工報告

東京都下水道局 非会員 吉池 主
 清水建設(株) 正会員 太田 博啓 田中 大輔
 ○成田 彩華

1. はじめに

本工事は、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、京浜運河へ放流するための管路を敷設するものである。

狭隘な河川幅かつ地下構造物により、平面・縦断においてトンネル線形が制約されるため、H&V シールドによるスパイラル掘進が採用された¹⁾(表 1, 図 1)。しかし、H&V シールド工法によるスパイラル掘進の実績は、実証実験による 1 例のみであった²⁾。さらに一方のトンネルの中心を軸としてスパイラルする施工は前例がなく、本工事が世界初となる。

本稿では、スパイラル区間における施工結果について報告する。

表 1 工事概要

工事件名	立会川幹線雨水放流管その 2 工事
工 法	H&Vシールド工法(泥水式)
仕上内径	5,000 mm (2連)
掘削外径	5,850 mm×11,790 mm
施工延長	右機(上機) : 778.20 m
	左機(下機) : 774.85 m
土かぶり	11.5~23.7 m
土 質	礫質土, 細砂, シルト質砂, シルト

2. スパイラル掘進区間の概要

横 2 連の状態から左機のトンネル中心を軸として、約 137m かけてシールド機全体を 90° (掘進 1m あたり 0.656°) スパイラルさせる(図 2, 3)。

スパイラルの原理は、右機(後に上方のシールド機)の中折れ装置を使用し、シールド機に作用する地盤反力を増加させ、右機が上に上がろうとする力を回転力とし、シールド機全体をローリングさせる。

3. スパイラル掘進の線形管理

スパイラル掘進において線形を維持するためには、揺動角(右機後胴と左機後胴の角度差)を制御することが重要である。

経験のないスパイラル掘進に対して、H&V シールドシミュレータによる事前解析を実施し、マシン操作計画の初期値とした³⁾。

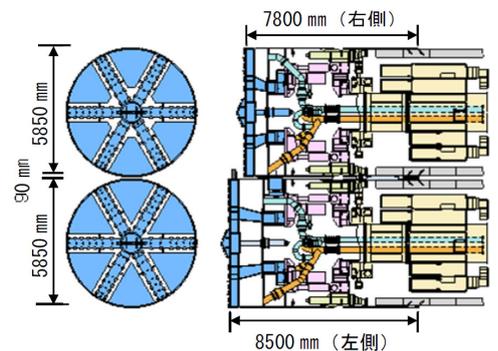


図 1 H&V シールド機

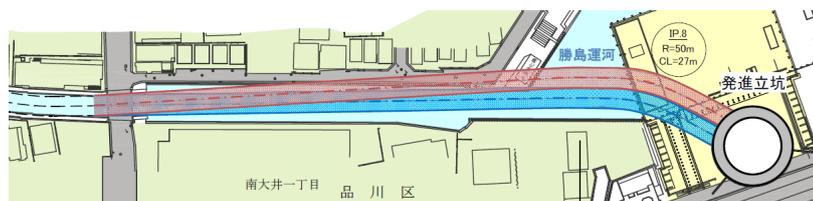


図 2 トンネル平面図

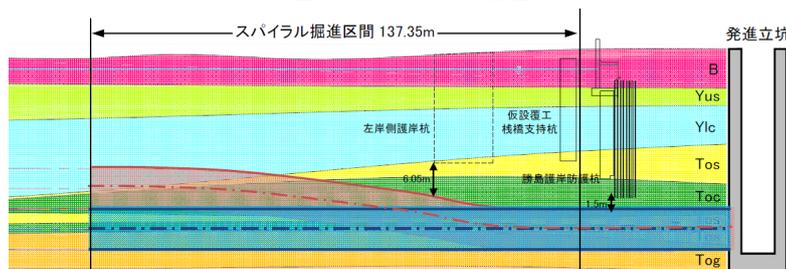


図 3 トンネル縦断面図

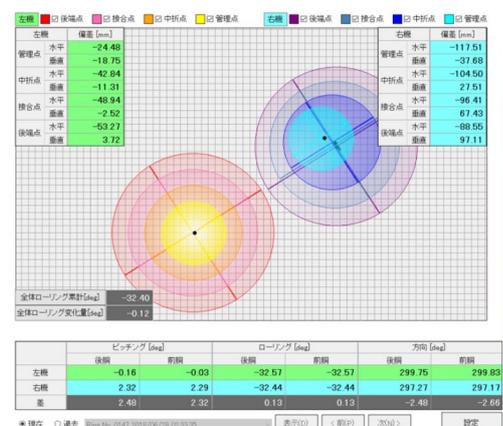


図 4 計測表示(線形偏差および姿勢変化量)

キーワード : シールドトンネル, H&V シールド工法, スパイラル掘進, 計測管理

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設株式会社土木技術本部シールド統括部 TEL 03-3561-3892

掘進中には必要な揺動角を維持するため、常時、位置や姿勢、リングごとの変化量、接合部の挙動(次項参照)を確認し(図4)、マシン操作による方向制御を行った。

図5にスパイラル掘進区間の施工データを示す。72Ringより右機の中折れを上向きに操作し、揺動角を生じさせることで、マシン全体がローリングし始めることがわかる(A)。

幾何学的に計画された揺動角となった後(B)、揺動角を一定に維持するため、ジャッキ選択や推力、余掘り量、中折れ角度、カット回転方向の操作を行った。これらにより、計画したスパイラル量を維持している。

区間終点では再び中折れ角度を大きくし、揺動角を減少させることにより、縦2連の状態(ローリング角度90°)でローリングを停止させた(C)。

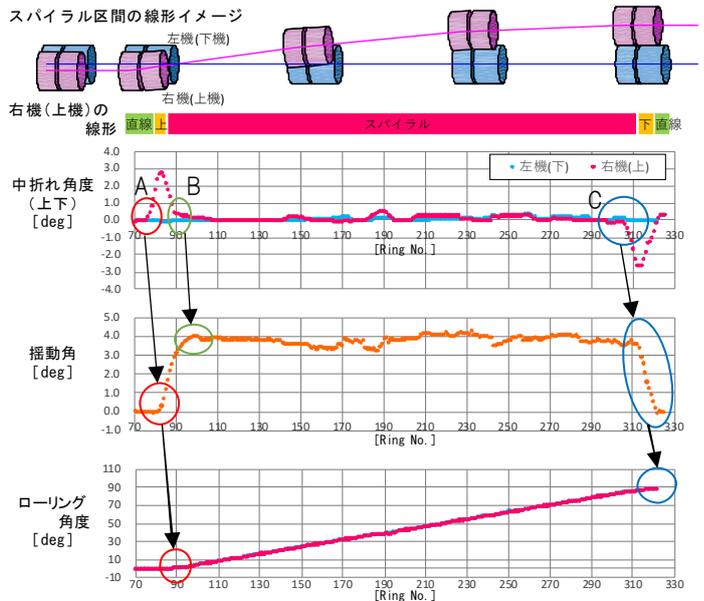


図5 スパイラル区間の施工データ

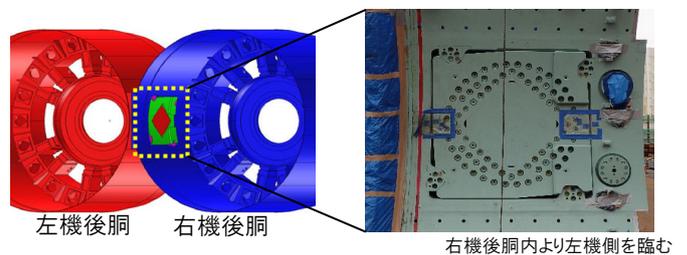


図6 接合部の構造

4. 接合部の計測管理

本工事では2連のシールド機を繋ぐ接合部にピン接合を採用した(図6)。これにより従来の剛接合に対し、小さな地盤反力でのスパイラル掘進、余掘り量の大幅な削減、テールクリアランスの確保が可能になる。しかし左右機の挙動差に起因する、接合部の損傷が懸念された。そこで接合部に各種計測器を設置し、事前解析により各種管理値を決定した上で、施工時の挙動を計測した。

図7に、接合部の挙動計測結果を示す。接合部の挙動を常に監視し、挙動に合わせてマシン操作を行うことで、スパイラル区間において接合部損傷などのトラブルなく、施工を完了した。

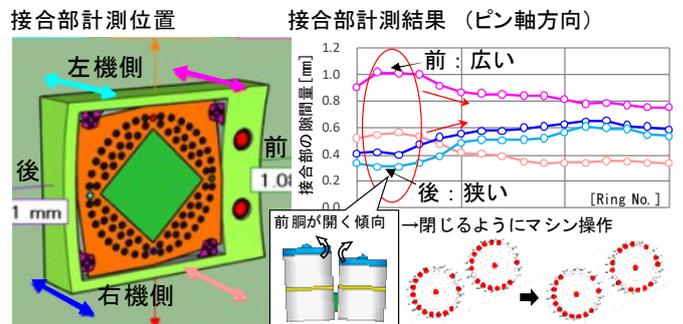


図7 接合部の挙動計測結果とマシン操作の例

5. おわりに

本報告では、H&V シールド工法において一方のトンネルの中心を軸としてスパイラルする世界初の施工結果について報告した。

スパイラル掘進に対して、揺動角の制御に重点を置いて線形管理を実施した。また接合部にピン接合を採用し、挙動を把握して損傷を防止した。以上より、線形管理値以内で、スパイラル掘進を完了した。

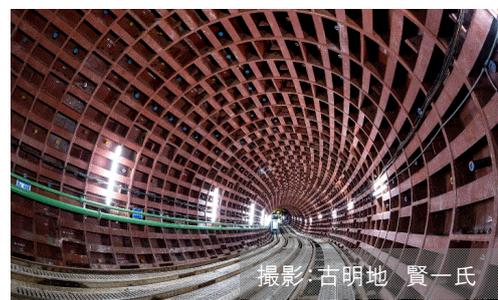


図8 右機スパイラル区間の坑内

参考文献

- 1) 菅野 美喜雄, 田中 翔真, 安井 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, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017.
- 2) 田中秀明, 久原高志, 尾崎仁ら: H&V シールド工法実証実験工事, トンネル工学研究発表会論文・報告集, vol. 1, pp. 249-254, 1991.
- 3) Akatwijika Ronald, Huyunh Ngoc Thi, 杉本光隆ら: H&V シールドのシミュレタの開発, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.