H&V シールド工法における後胴部揺動式接合装置の構造と施工時の計測管理

東京都下水道局　　非会員　所畑　豪
清水建設㈱　正会員　太田　博啓　　正会員　田中　大輔　○正会員　吉岡　伸吾

1. はじめに

本工事は，東京都品川区周辺雨水の一部を収容する立会川幹線雨水放流管を布設するものであり，一台の泥水式 H&V シールド機により二つの管路を同時に築造するものである（図-1，写真-1，表-1）．本シールドトンネル線形には横二連から縦二連へと移行するスパイラル区間が存在する [1]（図-2，3）．このスパイラル掘進の原理は，中折れ装置を作動させてシールド機に作用する地盤反力を増加させ，ソリ効果により回転力を得ることでスパイラルさせるものである [2]（図-4）．スパイラル掘進を確実かつ安全に施工するために以下の 3 点の対策を採用した．①後胴部揺動式接合装置の設置，②クレーショック・ミニパッカーによる余掘り対策の実施，③シールドジャッキ首振り装置（スパイラルジャッキ）の設置．本報告では①後胴部揺動式接合装置の構造と施工時の計測管理について述べる．

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
工事場所	東京都品川区南大井一，四、五丁目， 東大井二、三、六丁目，勝島一，三丁目
施 工 者	清水建設株式会社
工　　法	H&V シールド工法（泥水式）
仕上内径	5，000 ㎜（２連）
掘削外径	5，850 ㎜×11，790 ㎜
施工延長	右機：778．20m，左機：774．85m
土かぶり	11．5～23．7m
土　　質	礫質土，細砂，シルト質砂，シルト
地下水位	GL-1．73m

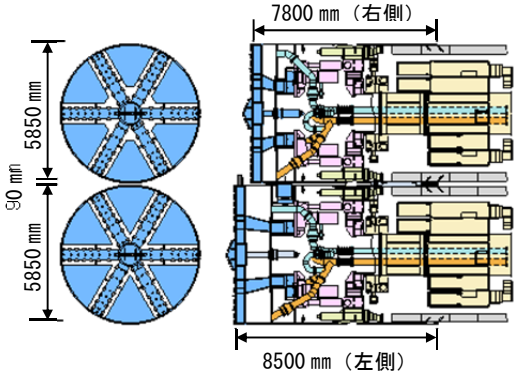

図-1　H&V シールド機

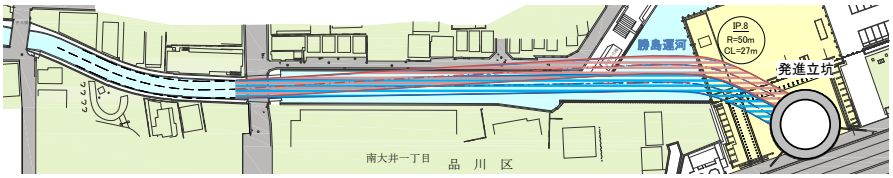

図-2 トンネル平面図（スパイラル区間付近）

写真-1 H&V シールド機全景

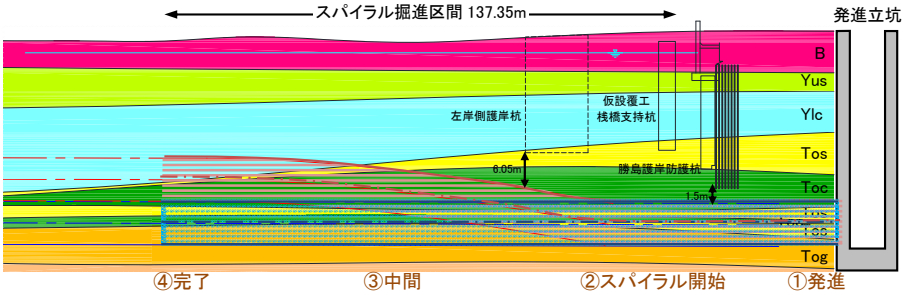

図-3 トンネル縦断図（スパイラル区間付近）

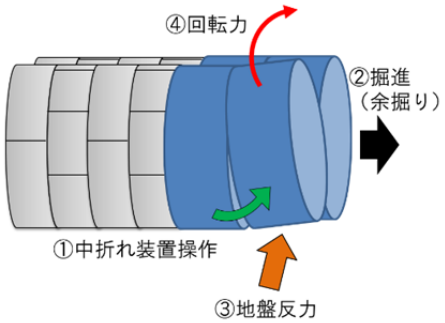

図-4 スパイラル原理

キーワード：H&V シールド工法、スパイラル掘進、後胴部揺動機構、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 ＴＥＬ03-3561-3892

2. 後胴部揺動式接合装置の構造

後胴部揺動式接合装置は，二連のシールド機の後胴部をピン接合する装置であり，左右機をつなぐ連通ピンおよび左機側は凸型，右機側は凹型形状の揺動ピンで接合することにより揺動が可能な機構となっている（写真-2，3）．

従来の H&V 工法は，二連のシールド機を剛結し，中折れ装置を作動させて前胴に作用する地盤反力によるソリ効果でスパイラルするものである．この場合，後胴が固定され，後胴方位とトンネル線形が一致しないため余掘り量が大きくなることや，テールクリアランスの確保が難しいといった課題がある．

本装置を用いることにより，後胴方位とトンネル線形を一致させることができ，全機長分のソリ効果が得られるため，小さい地盤反力でスパイラル掘進が可能となる．また，余掘り量を大幅に小さくすることができるため，掘進に伴う周辺地盤への影響を低減できる．さらに，ジャッキ推力の偏圧抑制やテールクリアランスの確保により，テール部の競りによるセグメントの損傷を防ぐといった効果が期待できる．（図-5）

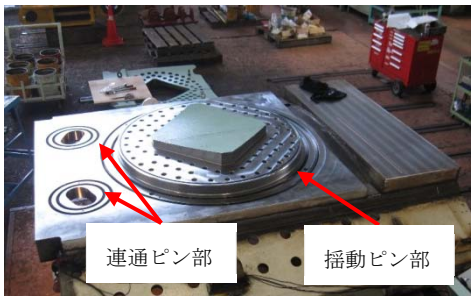

写真-2 左機側揺動部

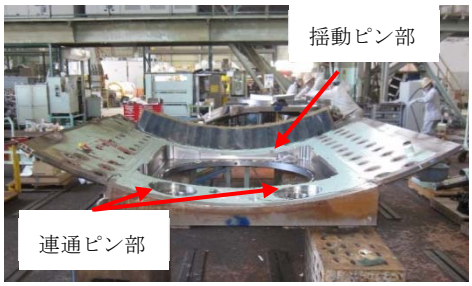

写真-3 右機側揺動部

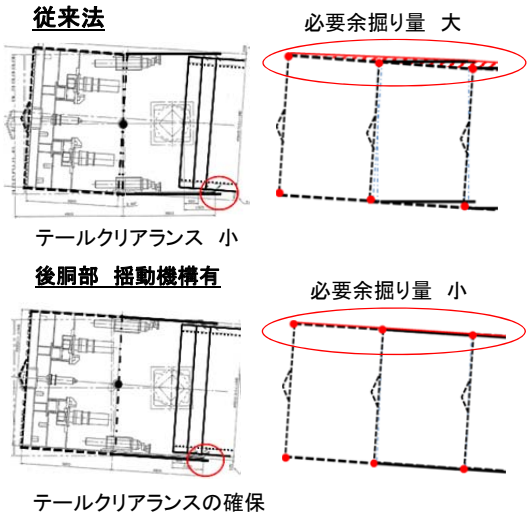

図-5 後胴部揺動機構の効果

3. 施工上の課題と対策

本接合方法は H&V 工法では初の採用であるため施工実績がなく，二連のシールド機の接合を剛結でなくピン接合にしたことで，接合部の損傷およびそれに伴う掘進障害の発生が懸念される．

以上のことから，揺動部接合箇所に各種計測機器を設置し，施工時の荷重や変位量の計測管理を行う．取得した計測値から揺動部に作用する荷重やその挙動を把握し，必要に応じて補強等を講じるものである．

4. 計測管理

揺動ピン部の計測管理において，作用する荷重を直接計測することは困難である．そこで，揺動ピン部のクリアランスを確保するために，各部のすき間計測を行い，揺動部の挙動を把握することで適切な掘進管理を行う（図-6）．使用する計測機器はレーザー距離計，変位センサーを設置している．

また，計測システムとして，取得した計測値は常にモニターへ表示してリアルタイムで確認し，各部の計測値に管理値（一次、二次）を設定して計測管理を行う．

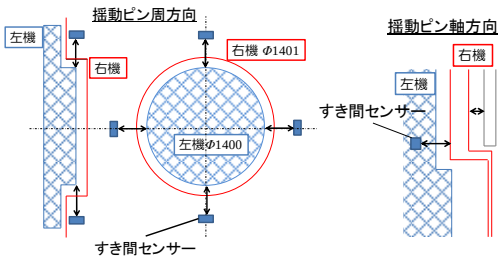

図-6 すき間計測 概略図

5. 最後に

後胴部揺動式接合装置を用いた H&V シールド機によるトンネル施工において，本報告で述べた計測管理を行うことで，スパイラル掘進の確実かつ安全な施工を実現する．また，計画値と施工実績値の比較検討を行い，管理値の妥当性，各種掘進データとの関連性および掘進管理方法を検証していきたいと考える．

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 ｼｰﾙﾄﾞ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，2017.09.

2)田中秀明，久原高志，尾崎仁ら：H&V ｼｰﾙﾄﾞ工法実証実験工事，ﾄﾝﾈﾙ工学研究発表会論文・報告集，vol.1，pp.249-254，1991.