

H&V シールド機の縦2連での到達工についての施工報告

清水建設株式会社 立会川シールド作業所 正会員 太田 博啓 安部 太紀
 清水建設株式会社 土木技術本部 正会員 鹿島 竜之介 ○谷田 友里恵

1. はじめに

東京都品川区立会川流域の浸水被害軽減と、立会川および勝島運河の水質改善を目的として、当該地区の雨水の一部を収容する仕上り内径5.0m、延長約775mの立会川幹線雨水放流管を2本築造する工事を実施した。本工事は、狭隘な河川幅かつ既設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中で、最大限の流下能力を確保するため、図-1のイメージ図のように、2本のトンネルをスパイラルさせながら同時に施工することが可能であるH&Vシールド工法¹⁾²⁾³⁾を採用した。図-2に示すとおりシールド機を横2連の状態が発進し、約137mのスパイラル区間にて掘進1.0mあたり一方のトンネルを0.656度スパイラルさせることで縦2連の状態とし、その後到達立坑まで縦2連の状態のまま掘進した。施工時には、シールド機の位置や姿勢を正確に把握しながら掘進を行い、水平・鉛直偏差ともに許容値内に抑え、鏡切時の出水も無く2019年7月にシールド掘進を完了した。本報告では、到達時の課題とその対策についての報告を行う。

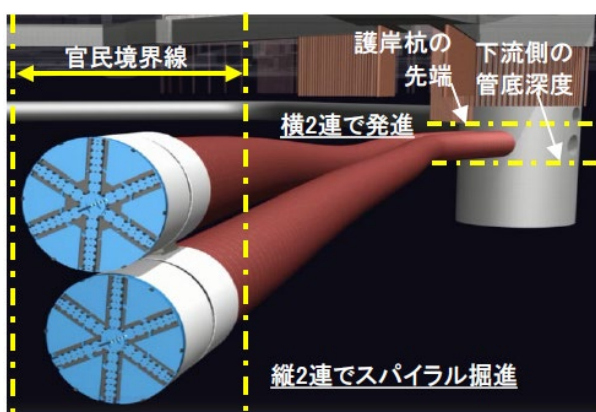


図-1 スパイラル掘進のイメージ

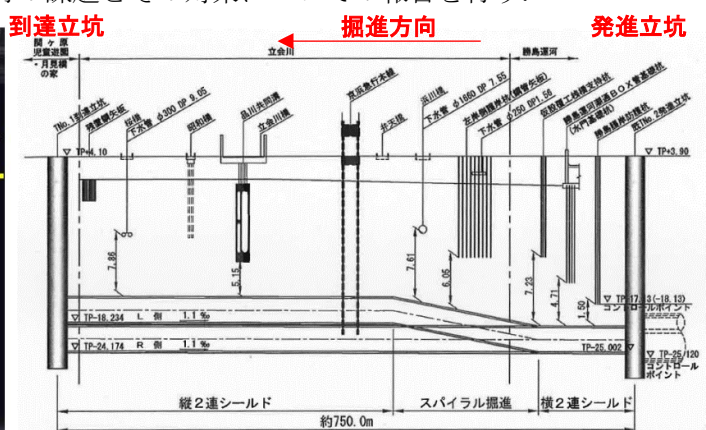


図-2 トンネル線形

2. 縦2連での到達準備および到達掘進時の課題

到達準備として、立坑の止水性を確保するため、図-3に示すように到達立坑をトンネル天端から約2.2mまで流動化処理土で埋め戻し、コンクリート版を打設後、地下水位まで水を張った状態とした。到達立坑の鏡面には凍土を造成し、予め鏡切を行った。

到達時の課題として、以下が挙げられた。

- 到達立坑のアーバンリングの鏡切時に、アーバンリングの変形に伴って凍土の凍着切れが生じ、出水することの防止。
- 到達時に、流動化処理土およびコンクリート版を抜けて泥水が噴発することの防止。
- 河川直下にトンネル線形があることから、チェックボーリングが実施できない状況下における、線形精度の確保とマシン姿勢制御。
- 凍土掘進時に、2連のシールド機を繋ぐ接合部の保護のため常時400mmの余掘りを行う役目のコピーカッターが損傷することの防止。

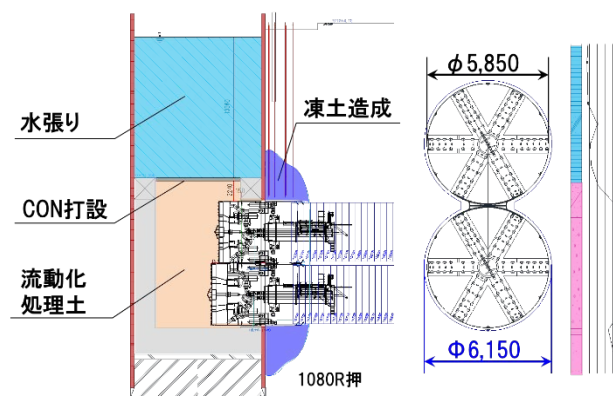


図-3 到達時の到達立坑

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、到達、鏡切、凍結

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 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

3. 到達時の課題に対する対策

上記課題に対する対策とその結果について述べる。

- A) 鏡切時の出水防止対策として、図-4 に示すように凍土造成完了後、上下の鏡面に湧水確認用の2Bバルブをそれぞれ9箇所ずつ取り付けて湧水を監視した。また、図-5 に示すようにアーバンリング撤去時に、アーバンリングの変形計測と共に、下げ振りによるはらみの監視を行いながら鏡切を行った。結果、出水は無かった。
- B) 到達立坑への噴発防止対策として、切羽圧を立坑水面（地下水位）+15 kPa まで低減した。到達掘進時は立坑の水位および水面状況を監視する人員を配置し、異常時には直ちに掘進を停止できる体制とした。結果、泥水の噴発は無かった。
- C) 線形精度確保の対策として、各坑内のジャイロ測量4回、発進立坑基準点測量2回、トラバースおよびGPS測量による立坑の座標確認、到達箱抜きが出来形測量により測量の充実化を図った。また、マシンの姿勢制御対策として、中折れストローク計測、前胴の測量等のシールド機の実測を行い、フィッシュテールの位置を確定させた。結果、許容値内で掘進完了した。
- D) 凍土掘進時のコピーカッターの損傷防止対策として、掘進速度を通常の15 mm/分から8 mm/分に低減した。加えて、トンネルを50 mm掘進する毎にシールド機を停止し、コピーカッターを50 mm伸ばすという手順を余掘り量が400 mmとなるまで繰返す段階制御を行った。コピーカッターはカッターヘッドを1回転させる毎に50 mmずつ伸ばし、カッタートルクにはインターロックを設定した。その結果、図-6 に示すようにコピーカッターが出ている際のカッタートルクは装備トルクの50%未満となる1500 kN・m程度に抑え、コピーカッターを損傷させることなく到達することが出来た。

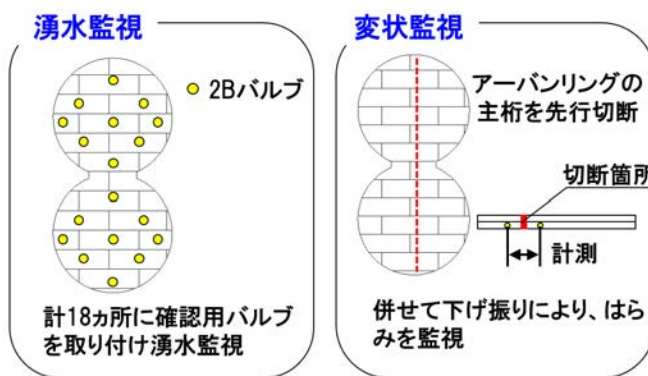


図-4 バルブ設置箇所

図-5 変状に対する対策

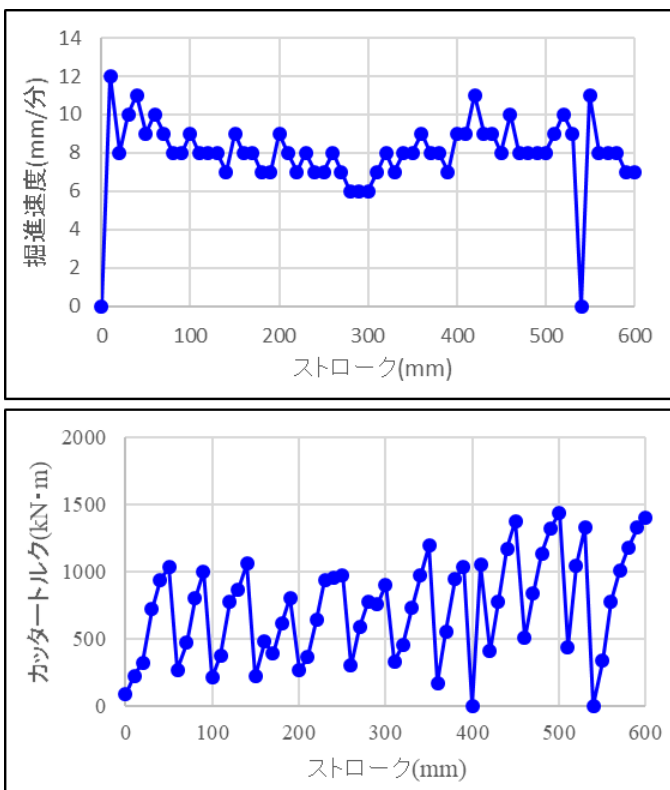


図-6 凍土掘削時のカッタートルクと掘進速度

4. まとめ

本工事では、世界的に前例のないH&Vシールド機の縦2連の到達工を行うにあたり、様々な課題に対して技術的な対策を行った。立坑の変形計測や湧水の確認を実施しながら鏡切を実施することで、出水することなく鏡切を完了することが出来た。また、入念な測量により、周辺環境への影響もなく、スパイラル区間を含めた全線で水平偏差±150 mm、鉛直偏差±50 mmの許容値内で掘進を完了させることが出来た。

参考文献

- 1) 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. 12.
- 2) Akatwijika Ronald, Huynh Ngoc Thi, 杉本光隆ら: H&Vシールドのシミュレーターの開発, 土木学会第68年次学術講演会, 2013. 9.
- 3) 武藤, 伊藤俊彰, 臼井陽菜子ら: H&Vスパイラル工法により狭溢な河川下にシールドを縦断掘進, トンネルと地下, Vol. 46, 2015. 2.