

大深度・高水圧下でのシールド直接発進到達工事について

東京ガス株式会社 徳山 哲也 佐藤 誠 稲垣 敏志
銭高組 黒川 洋助 川手 一生
銭高組 正会員 深田 和志 竹中 計行

1. はじめに

東京都内の陸揚 GS～錦糸町ラインにおいてガス管の布設工事を計画・実施した。本工事は、深度 40m の立坑工事と、砂町運河を横断する約 200m のシールド工事からなり、大深度、高水圧下でのシールド工事であった。本工事の特長は、シールド発進・到達部に鏡切を必要としないシールド直接発進到達工法（以後、SEW 工法と呼ぶ）を採用したことである。SEW 工法は、土留め壁のシールド機が通過する部分に新素材（FFU 壁）を組み込んだものであり、シールド機が FFU 壁を直接切削し発進到達できる工法である。また、発進到達用の地盤改良範囲を狭くできるため、近接工事に適した工法である。

本文は、大深度、高水圧下ではじめて SEW 工法を採用し、シールド機で直接発進到達を行ったのでその結果について報告する。

2. 工事概要と地盤概要

工事断面を図-1、発進立坑の FFU 壁形状を図-2 に示す。土留め工は、最近大深度でも採用されはじめた柱列式連続壁(SMW)工法とした。発進、到達の両立坑は、夢の島大橋と護岸が近接している。そこで土留め壁の変形を極力抑えるため、芯材は H-594×302(削孔径 900 長さ 39.7m)を使用し、また高压噴射攪拌工法(SUPER-JET-midi)による先行地中梁を採用した。本工事で使用したシールド機は、外径φ1800 の泥水式シールド機である。

地盤は、深度 40m まで非常に軟弱な N 値 1～3 のシルト層である。地下水位は、GL-2.3m と高く、シールド通過位置では 0.3N/mm^2 の高水圧が発生する。

3. FFU 壁の建込み

FFU 壁は、発進部で 3 本、到達部で 4 本の建込みを行った。FFU 壁は、H 鋼と同じ高さを持つ矩形断面を有するため、建込み困難が予想されたので、以下の対策を行った。①FFU 壁の建込み時間を減らすため H 鋼のジョイントは 1 箇所とした(下段 25m・上段 15m)。②建込み時の H 鋼の動きを拘束するためスペーサーを設置し、建込み精度を上げた。対策の結果、建込みは困難を要したが、建込み精度 1/200 を確保することができた。

4. 土留め壁の変形

最終掘削完了時における土留め壁の最大変形は、

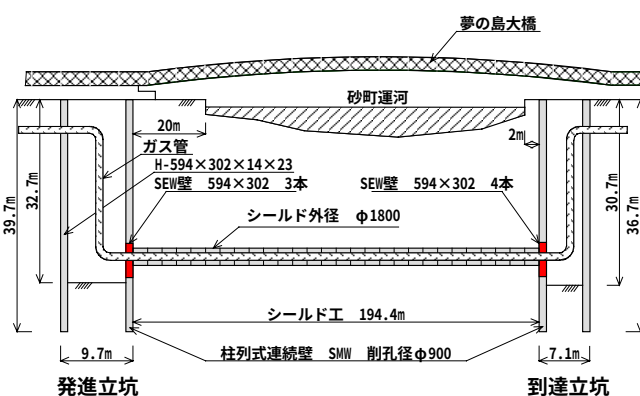


図-1 工事断面図

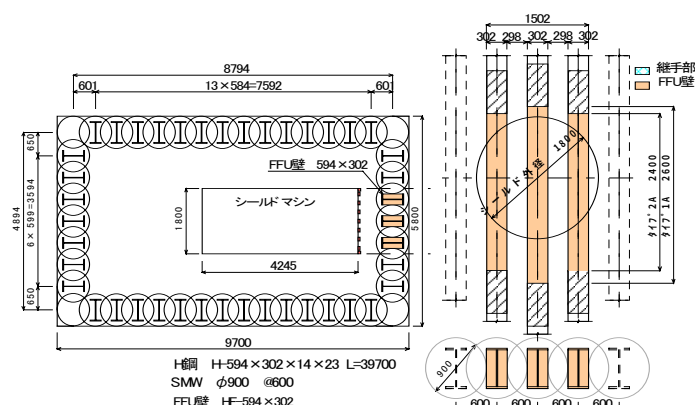


図-2 発進立坑形状

大深度 FFU 壁 立坑 発進到達 シールド

〒136-0081 東京都江東区夢の島1丁目地内 TEL 03-3521-3850 FAX 03-3521-3870

解析値(弾塑性解析)の45%の8mmであり、近接構造物への影響はなかった。これは、先行地中梁が予想以上に变形抑制効果を発揮したことが原因と考えられる。FFU 壁は曲げ剛性がH 鋼に比べ小さいため、局所的な変形の発生が懸念されたが、FFU 壁の変形はほとんど発生していなかった。また、シールド発進到達付近のソイルモルタルからの出水もなかった。

5. シールド機の発進到達

FFU 壁切削時の測定結果を図-3 に示す。下記に FFU 壁切削時の観測結果を示す。

- ① FFU 壁切削速度は、発進・到達とも約 3mm/min であり、厚さ 600mm の壁を約 4 時間で切削できた。
- ② 排出された FFU 壁の切削くずは、長さ 50～100mm の繊維形状であった。
- ③ FFU 壁切削時の総推力は、発進時で 500kN、到達時で 2000kN であった。総推力が到達時に大きくなったのは、シールド機周囲と地盤の摩擦による影響である。
- ④ FFU 壁の切削速度は、原地盤(シルト層)に比べて約 1/15 と小さいが、カットトルクは 1.5 倍大きい結果となった。
- ⑤ 発進終了後、地盤改良域を掘進中に排泥管(4inch)のエルボー部において FFU 切削くず(厚さ 15mm、長さ 200mm)が閉塞した。これは、先行ビットが他のカットビットに比べて 15mm 先行していたため、FFU 壁が残りわずかになった時、厚さ 15mm の板状の FFU 切削くずが残ったと考えられる。隣接するカットビットの高さの差は、5mm 以下がよい。
- ⑥ 発進時のエントランス周囲からの漏水はなかった。
- ⑦ 図-4 に示すように、シールド機の到達は坑口コンクリートに密閉したエントランスボックスを設置し、ボックス内に中詰め材(CB $q=0.4\text{N/mm}^2$)を打設し、その後切削反力用の支保工を設置した後、到達させた。到達終了後、止水性を確保するためシールド機内から裏込め注入を実施した。その結果、シールド機周囲からの漏水は見られず、無事到達することができた。
- ⑧ 到達後カットビットを調査したがビットの磨耗はなかった。

6. おわりに

今回、SEW 工法は大深度、高水圧下での初めての試みであったが、大深度土留め壁の止水性を確保し、無事シールド機の発進到達をさせることができた。

今回の施工によって抽出された課題に対しては、次施工を踏まえ改良・開発を行っていきます。

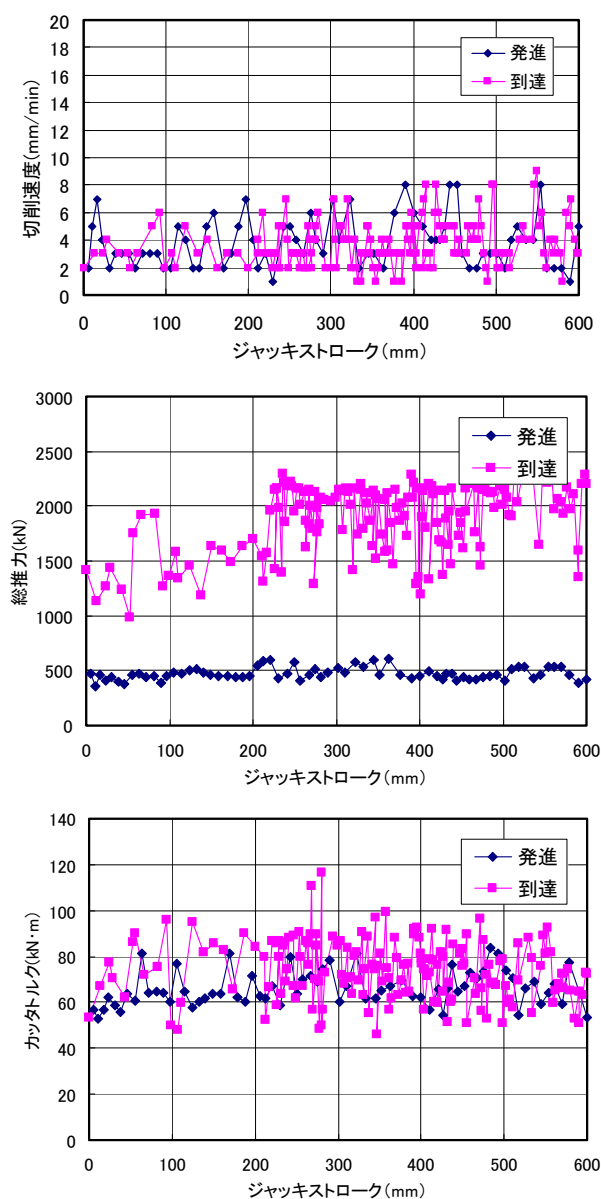


図-3 切削データ(発進・到達の比較)

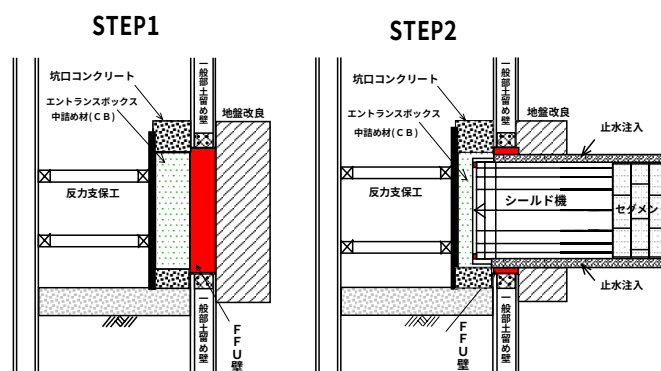


図-4 シールド機の到達方法