

『M S D 工法』の最小径地中接合工事について

戸田建設(株)	正会員	○中村 太三
戸田建設(株)		大隈 隆継
戸田建設(株)		室田 知洋

1. はじめに

本工事は板橋区、北区、豊島区、文京区の地域の給水安定化と耐震性強化を図る東京都水道局発注の水道管新設工事である。板橋給水所から不忍通りまでの約 4.5km の 3 工区のうち、中間の第 2 工区を施工した。北区立南谷端公園を両発進基地として、泥水式シールド工法のシールド機（外径 $\phi 2,136\text{mm}$ ）で、豊島区立宮仲公園に設置された立坑（第 3 工区竹中 JV 施工）までの 739.1m 掘進後、シールド機を引上げ、再投入・組立後、板橋区一丁目までの 713.3m を掘進し、M S D 工法により第 1 工区奥村 JV の受圧側シールド機と地中接合を行った後、掘進全長に配水本管 $\phi 1,000\text{mm}$ を布設する工事である。本報告では、この M S D 工法（直接機械的地中接合法・貫入リング方式 Mechanical Shield Docking method）の施工について報告する。

M S D 工法は地上からの作業がなく貫入リングで確実な止水が行える工法である。接合機構を有する 1 対のシールド機（貫入側及び受圧側）から成り立ち、貫入側シールド機は地中接合の構造体となる円筒の鋼製貫入リングを、受圧側シールド機は止水部材となる受圧ゴムリングを装備する。接合地点で両機のカッターヘッド径を縮小し、貫入側シールド機の鋼製貫入リングを受圧側シールド機貫入室へ挿入することで機械的に接合する。貫入側、受圧側シールド機に係らず、後から掘進してくるシールド機が先行したシールド機へ位置を合わせなければならない。今回、当工区が施工するのは後着の貫入側シールド機であり、接合するには測量精度の確保、掘進方向制御が重要となった。双方のシールド機の位置確認をチェックボーリングにて行い、計測器・測量管理システムを用いた坑内測量から掘進方向制御し、地中接合した実績を報告する。

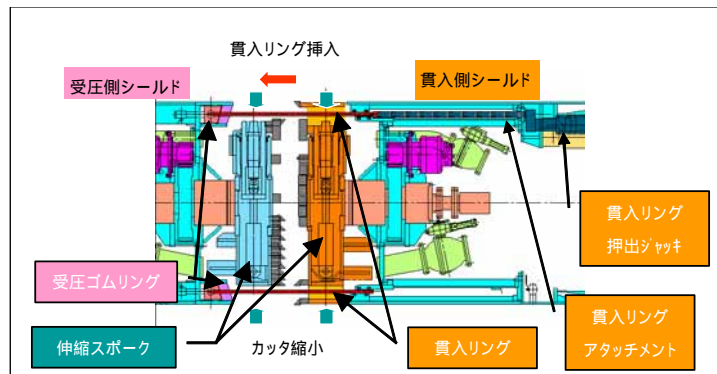


図-1 M S D 工法概要

2. 目的と課題

M S D 工法による地中接合を確実に施工するために、接合精度を確保することが重要課題であった。

今回施工のシールド機外径は $\phi 2,136\text{mm}$ と今までの M S D 工法による施工実績最小径 $\phi 2,480\text{mm}$ よりも小さいこと、さらにシールド工法技術協会（M S D 工法 - 技術資料）による接合許容誤差（最大偏心量 50mm、最大面角度 1.0 度）よりも最大偏心量が 22mm と小さいことから、確実に接合するにはシールド機双方の位置情報を正確に把握し、接合誤差を接合許容誤差範囲内に抑える掘進方向制御が求められた。

3. 課題に対する工夫

シールド機の相互位置を確認するために、当工区側の坑内及び受圧側（第 1 工区）坑内へチェックボーリングを行った。ボーリング位置は、地中接合点までに方向修正制御可能な距離を約 40m と考えて選定した。地上部の測量既知点からジャイロコンパスにより測量を行い坑内へ下げ振りにより測点を設置した。

チェックボーリングを施工するにあたり、最大水圧が 0.2MPa (2.0kg/c m^2) にかかることから止水対策が重要となった。そこでボーリング施工するにあたり、以下の手順にて施工を行った。

キーワード 地中接合、泥水式シールド

連絡先（東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-1585 FAX 03-3567-4852）

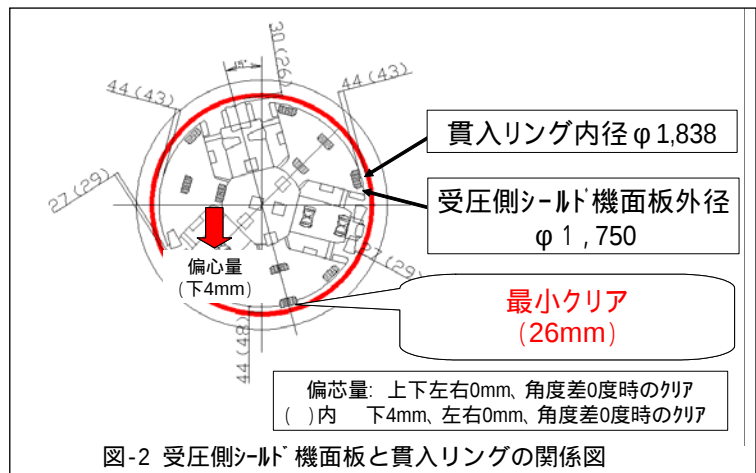
坑内のスチールセグメント補強・止水鉄板取付．

φ 300mm にて削孔を行い，その中に φ 250mm の鋼管をセグメント天端まで建て込んだ．

孔底（セグメントの天端）から 50cm セメントミルクの注入充填を行い，φ 250mm の鋼管内に φ 200mm 鋼管をセグメント天端に押し付け，位置及び止水確認した．

φ 200mm 鋼管内に φ 150mm のコアチューブを挿入しセグメントを貫通後，止水確認し，セグメントを切広げ φ 200mm 鋼管を継ぎ足し，止水溶接を行った．

この測量結果により，双方のシールド機位置を確認し，坑内測量から基線を補正した．また，面板，ビット形状を検討し，シールド到達時の接合誤差最適値の偏心量を下 4mm，左右 0mm，面角度差 0.0 度と設定し，最小クリアを上下で 26mm としたが，図面によるシールド機相互の補正可能範囲のシミュレーションをした結果，中折れジャッキを 0.5 度使用する事で，角度差 0.0 度時にそれぞれ下 59mm，上 51mm，左右 54mm までは補正可能であった．検討結果を基に到達掘進として測量頻度を増やし，測量管理システムから掘進制御に反映，シールド機に設置したジャイロにより方向角，ピッチング，ローリングの調整を行い，以下の手順にて施工した．



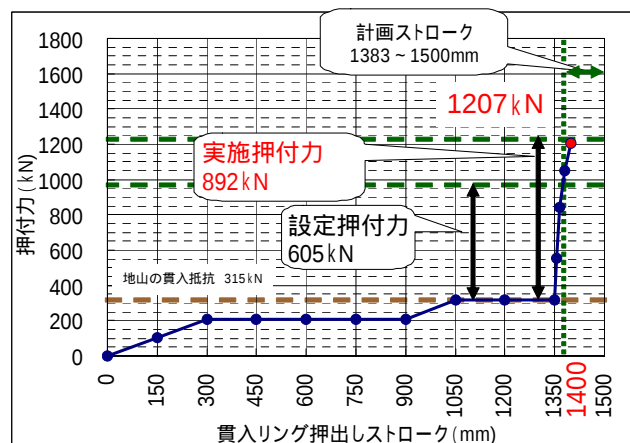
到達手前 18.0m（20R）からは片番施工とし，8R / 片番で 4R 毎に測量をし，測量結果を掘進に反映した．

到達手前 7.2m（8R）からは掘進量を 4R / 片番とし，4R 手前にて地中接合点で補正が可能となるように，コピーカッタを 7 時から 5 時方向 30mm の余掘り（上半）を行い，全中折ジャッキをストローク 30mm 伸ばした（上下左右各 0.0 度）．

到達手前 90cm からは 45cm 毎に測量を行い，シールド機位置を確認，修正した．

4．成果

チェックボーリング時，到達まで残り約 40m 地点にて当工区シールド機の偏心量が第 1 工区シールド機に対し，左 66mm，下 39mm であった．到達掘進にて測量により基線を確認，補正し，第 1 工区シールド機に対し，離隔 54mm，偏心量上 1mm，右 3mm，面角度 0.08 度（上向き）にて地中接合部に到達した．シールド機の一部解体等をへて中折ジャッキによる補正を行わずに貫入リングを計画ストローク 1383～1500mm のうち 1400mm 押出した．その際，受圧ゴムの設定押付力 605kN に対して 892kN に達した事を確認し，地中接合を完了した．地中接合部での漏水が無い事を確認してシールド機の解体を完了し，二次覆工を施工した．



5．まとめ

MSD工法による地中接合の最小径の工事ということで，施主，施工会社の協力を得て，検討を行ない，不具合や大きなトラブルもなく施工を完了することができた．

近年，シールド工事の長距離化，大深度化に伴い，今後，シールドの地中接合が多くなることが予想され，本工事の実績が同種工事の参考になれば幸いである．