

シールド到達開口を有する大規模・大深度ニューマチックケーソン立坑工事

東京都第四建設事務所 工事第二課
東京都第四建設事務所 工事第二課

泊 聖吾
味吉 修一

大成建設株式会社 東京支店 土木部 土木管理部工務室 正会員 ○小松 祥子
大成・佐藤・銭高建設共同企業体 白子川地下調節池作業所 正会員 岩下 健

1. はじめに

白子川地下調節池は貯留容量 212,000m³のトンネル式地下調節池であり、1級河川の白子川において1時間 50mm の降雨に対応する基幹的な施設である。

本工事は、東京外環自動車道大泉ジャンクション内の既設発進立坑を起点とした延長約3.2kmのシールドトンネルの構築と、石神井川と都道環状八号線の交差点付近を終点とした到達立坑の構築を行う工事である。到達立坑はニューマチックケーソン工法により構築し、偏心やローリング等の影響で到達開口の位置に誤差が生じる可能性がある。一方で、ケーソン沈設時の水荷重としての注水と、シールド水中到達のための注水により、沈設完了直後に到達開口を直接測量することが出来ない。そこで、各沈設段階で測量を行い、正確な到達開口位置を間接的に把握することで、無事、シールドを到達させることができたので報告する。

2. 工事概要

工事名 : 白子川地下調節池工事 (その5)
工事場所 : 東京都練馬区大泉町2丁目地内～
高松3丁目地内

発注者 : 東京都建設局第四建設事務所
工期 : 2011年2月23日～2014年1月27日

請負者名 : 大成・佐藤・銭高建設共同企業体

主要工事 : ニューマチックケーソン工 1基
シールドトンネル (内径 10.0m 延長 3.2km)



写真-1. 施工状況図

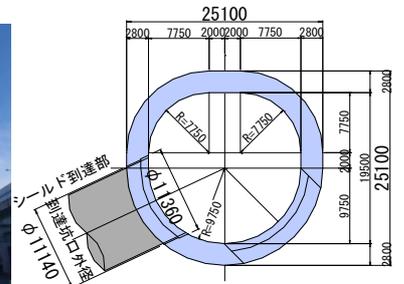


図-2. 立坑平面図

3. 立坑工事の特徴

ケーソン(立坑)の形状は(外径 25.1m、ケーソン刃口深度約 54m) 図-2 に示すような3芯円で、底盤面積は 514m²である。作業室内最大圧力は 0.450MPa であった。0.180MPa 以上から遠隔操作による無人掘削で作業を行い、0.40MPa 以上の気圧下では、ヘリウム混合ガスを使用した作業にて施工を行った。土質は、GL-5mまでの表層土がN値 10 以下の軟弱地盤で、GL-5m以深がN値 50 以上の硬質地盤であった。周辺の民家までの最少離隔は 2mであり、周辺環境に影響を与えないよう配慮しながら躯体の構築、ケーソンの沈設作業を行った。

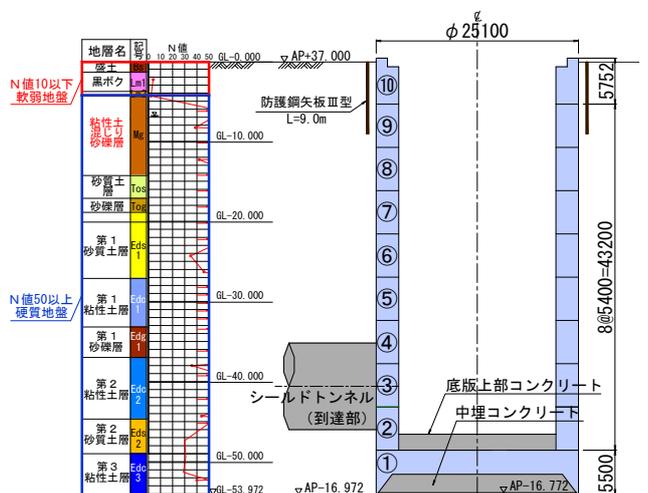


図-3. 立坑断面図・土質柱状図

4. 躯体構築

シールド到達開口は、写真-2.3 の直接切削可能部材FFU (Fiber Reinforced Foamed Urethane)を補強材として使用した。FFUは開口部の仮壁にのみ配置されており、FFUの上下端部には甲殻を設置した。コンクリート打設時には、浮力やコンクリー



写真-2. FFU設置



写真-3. 甲殻

キーワード ニューマチックケーソン FFU 三次元 CAD 測量システム 水中到達
連絡先 (住所: 東京都新宿区西新宿 6-8-1 (新宿オークタワー) 電話:03-5381-5534 FAX:03-3346-0498)

トから側圧が働いてもFFUが動かないように設置架台を設けて硬固に固定した。また、仮壁の表面は 150mmのメッシュ(写真-4)を切り、シールドマシンが仮壁を切削時に仮壁が大割れしないように工夫した。

5. 到達開口を有するケーソンの沈設管理

(1) 沈下掘削管理

ケーソン周辺の地盤は、ボーリングデータにより、施工ヤード南西側にある石神井川に向かい層境が 1/200 程度、傾斜していた為、沈設毎にケーソンは徐々に石神井川に向かって移動し始めた(図-4)。更にケーソン形状が3芯円を持つ平面のため重心が偏っているのも影響し、反時計周りの方向へ躯体が回転し始めた。そこでケーソンの位置とシールド到達開口を確実に把握するために、ケーソンの測量結果を三次元CADで図化し、把握しながら掘削作業を行った。

また、周辺環境への配慮として、1回の掘削沈下でのケーソンの沈設量を300mm以内に規定することにより、沈下による振動の発生を最小限に抑えた。

(2) シールド到達開口の高精度位置管理方法

ケーソン掘進終盤にはケーソン内に到達開口の殆どが見えなくなるまで水荷重を注水するため、シールド到達開口位置を直接測量により把握することが困難になる。更に、シールド到達時には水中到達のために、地下水位と同等の水位まで注水するので、立坑内からの直接的な測量は不可能となる。ケーソンは偏心やローリングしながら沈設してゆくため、各沈設段階と沈設完了時では座標の位置が異なってしまう。そこで、ケーソン躯体内部にトータルステーションの設置可能な架台を配置し、到達開口を直接測量した基準点と関連付けしたポイントを設け、沈設に伴ってケーソン上部へとポイントに移した(写真-5、図-5)。ケーソン最終沈設が終了した段階で、上部へ移したポイントを地上の座標から計測し、さらに躯体の出来形を取り込んだ三次元CADの利用により、正確な開口位置を把握することが出来た。これにより、シールドマシンは到達開口位置から下方向 3mm、左方向 2mm の誤差に収めることが出来た。

7. 最後に

本工事においてシールド掘進と立坑構築を同時に進めなければならないため、ケーソンの施工精度がシールドの線形に影響を与えてしまう可能性があった。そのため、シールドの到達位置を確実に把握する必要があったが、無事にシールドを到達開口へ到達させることが出来た(写真-6、写真-7)。

ニューマチックケーソン工法は、仮設構造物を作ることなく、躯体そのものを沈設してゆく工法として、工期短縮が可能であり、さらに沈設地盤や躯体の品質を確認しながら確実に施工することが出来るので、品質的にも非常に有効な工法である。

今回、都市部で民家に非常に近接した場所での施工を行ったが、防音壁の設置や各種防音設備の設置、設備の変更やケーソンの掘削方法の工夫により、コンクリート打設時やケーソン掘削作業時でも周辺環境に振動や騒音の影響を与えることなく作業を行うことが出来た。大規模・大深度のニューマチックケーソン工事は、都市部でも周辺環境に殆ど影響を与えることなく施工することが可能である。



写真-4. シールド到達仮壁



図-4. 到達立坑周辺状況

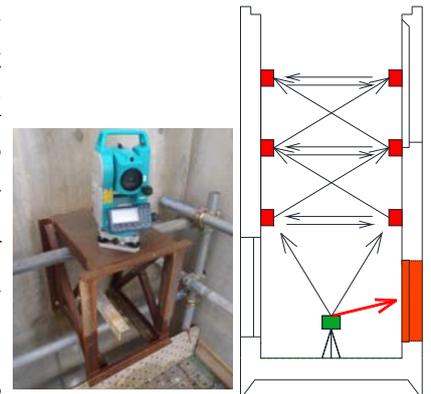


写真-5. 測量用架台設置状況

図-5. 到達開口測量モード図



写真-6. シールド水中到達状況

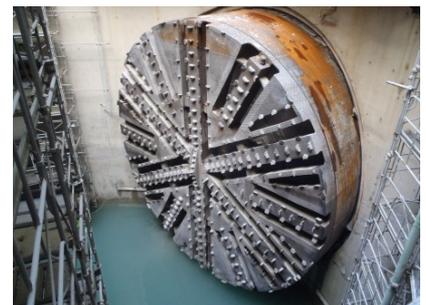


写真-7. シールド到達状況