

ひび割れゼロ・漏水ゼロの大深度立坑の施工

東京都第二建設事務所 工事第二課

立澤 延泰

東京都第三建設事務所 工事第二課

堀部 孝仁

大成・鹿島・大林・京急建設共同企業体 正会員 ○ファムトゥン ラム

大成・鹿島・大林・京急建設共同企業体 正会員 小松 祥子

1. はじめに

当工事は、神田川・環状七号線地下調節池と白子川地下調節池を連結するため、環状七号線と目白通りの地下に内径 12.5m、延長約 5.4 km のトンネル式の調節池を整備する。

総延長約 13.2 km、貯留量約 143.2 万 m³ を有する地下調節池が完成すると、神田川流域、石神井川流域、白子川流域の時間 75 ミリ降雨に対する治水安全度が向上するほか、調節池容量を流域間で相互融通することにより、近年頻発する局地的かつ短時間の集中豪雨（時間 100 ミリ降雨）にも効果を発揮する。

本稿では、2017 年 10 月から 2019 年 12 月までの期間に行ったニューマチックケーソン工法による中間立坑工事の施工について報告する。

2. 立坑の構造概要と課題

中間立坑の形状は矩形で、刃口面積が 189m² (15.6m×12.1m)、深度が 52.4m である(図-1)。中間立坑は全 10 ロット、壁厚は最大 2.0m であった。新旧コンクリートの打ち継ぎで温度ひび割れが発生する懸念があり、高水圧下でのコンクリートの品質確保のため密実なコンクリートを打設する必要があった。そこで、ひび割れゼロ・漏水ゼロのコンクリートを目標として、施工時に様々な取り組みを実施した。

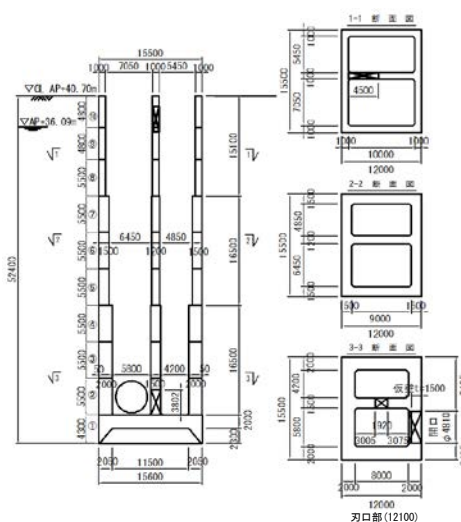


図-1. 立坑構造図

3. ひび割れゼロ・漏水ゼロを目指したコンクリートの施工の工夫

以下①～⑪の対策を行った。

① 刃口部コンクリートの一体化による漏水の防止

刃口部は、当初普通コンクリート(24-15-20L)であったが、過密配筋かつ沈下ごとに大きな衝撃力が作用するため、高流動・高強度コンクリート(48-65-20L)に変更した。また、刃口部と底盤スラブとの一体化を図るため、同日に異種コンクリートの連続打設を行った。底盤スラブ下筋が被る位置まで高流動コンクリートを打設し、普通コンクリートと高流動コンクリートの境目では先行打設部までバイブレータ挿入することで、異種コンクリートの打ち継ぎによる弱部とならないように配慮した(図-2)。

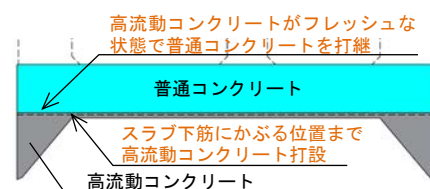


図-2. 刃口部高流動コンクリート打設位置

② 大型型枠による漏水発生リスクの低減

板厚が厚く剛性が高い大型型枠(約 2.3m×約 5.9m×板厚 218mm)の使用により、コンクリート型枠用合板(0.9m×1.8m×板厚 12mm)を使用した場合と比較してセパレータ本数を最大で 1/7 に減らし、漏水に対する弱部を削減した(写真-1)。

③ 吹付外防水による湿潤養生と地下水流入防止

ケーソン外周部に吹付外防水を行った。吹付外防水は、ウレタン系の塗膜防水材で、下地(コンクリート)に対する追従性を持つ。外防水により湿潤養生効果によるコンクリートの緻密化と、地下水の流入を防止する防水層を形成し、漏水を防止できる。通常の膜厚は 2mm であるが、ケーソン沈設時に発生する摩擦を考慮し、膜厚を 3mm として施工を行った(写真-2)。



写真-1. 大型型枠設置状況



写真-2. 吹付外防水施工状況

キーワード ニューマチックケーソン コンクリート打設 ひび割れ防止対策 防水性能向上

連絡先(住所: 東京都練馬区豊玉中 3-9 環七地下調節池作業所 電話:03-6914-8375 FAX:03-6914-8376)

④ 打継部処理の工夫

コンクリート打設後、超遅延型打ち継ぎ目処理材を散布し、レイタンスを除去した。また、打設前は吸水防止剤を散布して付着強度を上げることで、漏水を防止した。

⑤ T字バルブと自由落下防止用ホースの工夫による打ち重ね時間短縮

コンクリートの打設は、シャッター付 T 字バルブと長さ調節可能な自由落下防止用ホースを使用し、打重ね時間短縮を図った(写真-3)。T 字バルブから打設位置まで垂らす自由落下防止用ホースは、50cm 毎に着脱可能で、迅速に打設高さを変更して、コールドジョイントの発生を防止した(写真-4)。

⑥ T-CIM[®]/Concrete を使用した打重ね時間管理

コンクリート打設からの経過時間を可視化して、コンクリート打設を管理する T-CIM[®]/Concrete を使用した(図-3)。コンクリート打設に伴うケーソンの傾斜を考慮し、打設順序を変更した場合の打継時間を把握し、コールドジョイントの発生を防止した。

⑦ 打ち継ぎ部での拘束によるひび割れ発生防止

打継部での温度ひび割れの発生を防止する対策として、側壁打ち継ぎ部の内側と外側両側にハイパーネット 60 を設置した。応力の均一分散を図ることで、有害なひび割れの発生を抑制した(写真-5)。

⑧ 夏期および冬期打設に応じた工夫によるひび割れ発生防止

夏期打設時は、遮光ネットとミスト噴霧で作業箇所の雰囲気温度を低下させ、温度ひび割れと DEF ひび割れの発生を抑制した。冬期打設時は、下部ロットの躯体部をジェットヒーターで加温した後に上部ロットのコンクリートを打設することで、新旧コンクリートの打ち継ぎ目での温度差を小さくして、温度ひび割れの発生を抑制した。

⑨ コンクリートの積算温度管理によるひび割れ発生防止

コンクリート打設後、側壁の表面温度と外気温を自動計測して積算温度で発現強度を推定し、脱型時の強度不足を防止した。また、脱型時側壁表面と外気温との温度差が 20℃以内となるように管理し、急冷によるひび割れを防止した。

⑩ 配筋の変更と打設通路の工夫による防水性能の向上

1～2ロット間の側壁部にはハンチ鉄筋があり、底盤およびハンチコンクリート打設時の通路の確保が困難であった。通路を確保するように鉄筋を切断し、コンクリート打設時の施工性向上を図った(写真-6)。安定した体勢で打設作業を行うことで、過密鉄筋部を確実に締固めすることができた。

⑪ 養生の工夫による防水性能の向上

コンクリート打設後、材齢 28 日まで湿潤養生を行い、側壁内側コンクリートを緻密化してコンクリート表面の防水性能向上を図った。

4.まとめ

T-CIM[®]/concrete を使用した打継時間の把握および材料と施工の工夫により、ひび割れゼロ・漏水ゼロの躯体を構築することができた(写真-7)。大深度、高水圧下で供用する構造物は、施設機能の信頼性を確保し、ライフサイクルコストを低減するためにもひび割れの防止、止水性の確保による耐久性の向上が課題となる。重要かつ大規模構造物は作り直しが難しい。構造物の長期的な供用に向けて、今後もよりよい施工に取り組む必要がある。



写真-3. 配管打設状況

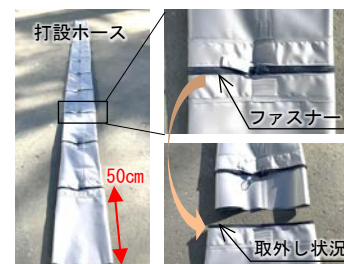


写真-4. 着脱可能な打設ホース

X4	X5	X6	X7
A10-2	B11-2		B01-2
B10-2	4 番 T 字バルブ打設中 (B:2 号機 04:4 番バルブ 2:2 層目)		B02-2
B09-2			B03-2
B08-2			B04-2
B07-2	B06-2		B05-2

 打込前
 打込前 (制限時間90分前)
 打込中
 打込中 (制限時間90分前)
 打込済
 — 制限注意

図-3. T-CIM[®]/Concrete 打設中
タブレット画面



写真-5. ハイパーネット設置状況

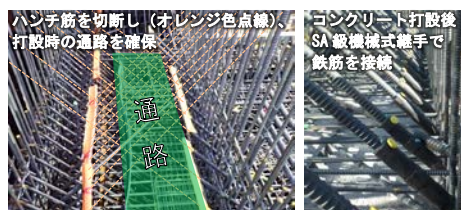


写真-6. 打設時の通路の確保



写真 7. 中間立坑施工完了 (2019 年 12 月)