

軟弱地盤における大型ニューマチックケーソンの施工実績について

戸田建設(株) 正会員 藤原 弘久
 戸田建設(株) 正会員 伊藤 哲
 戸田建設(株) 非会員 橋本 雄樹

1. はじめに

札幌市東雁来雨水ポンプ場建設工事は、ニューマチックケーソン工法が採用され、全国的に見ても大きな掘削面積 $S=2,141 \text{ m}^2$ ($61.0\text{m} \times 35.1\text{m}$) を有している。本稿では、軟弱地盤の大型ニューマチックケーソン工法で実施した沈下精度を確保するための対策と、地下構造物となるコンクリート構造物の水密性確保を目的としたひび割れ抑制対策について、その施工実績を報告する。

2. 工事概要

本工事は、札幌市下水道茨戸処理区の都市化に伴う雨水流出量の増加に対し、市街地の浸水防止を目的として計画されたものであり、雨水ポンプ場施設の地下部分 8 ロット(H=約 30m)を構築し、ニューマチックケーソン工法により沈設する工事である。沈下掘削工事 ($V=63,500 \text{ m}^3$) は平成 26 年 11 月より開始し、平成 27 年 10 月末に着底した。また、コンクリート工事 ($V=26,700 \text{ m}^3$) は、第 1 ロットの刃口・底版 (B5F) を平成 25 年 5 月より開始し、第 8 ロットの 1F 床部分を平成 27 年 11 月に完了した。

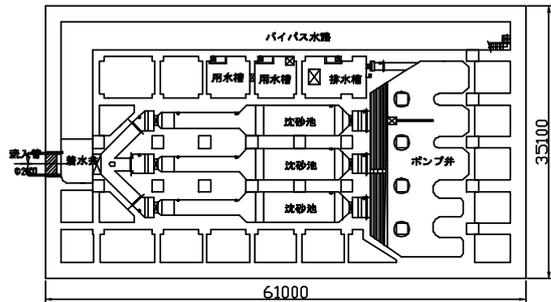


図-1 躯体平面図(B4F 水路部)

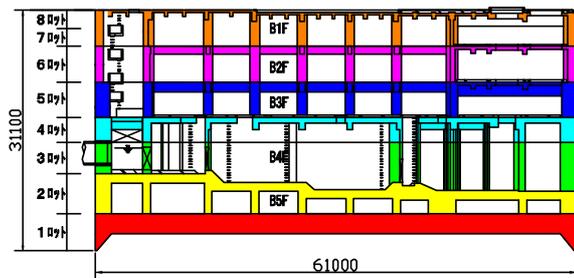


図-2 躯体断面図(ロット入り)

3. 本工事における課題

本工事は、N 値 0~10 程度の粘土シルト層を主体とした軟弱地盤における大型ニューマチックケーソンであり、ケーソン沈下精度の確保と、地下構造物となる躯体コンクリートの水密性確保が課題であった。

(1) ケーソン沈下精度の確保

軟弱地盤で大型ニューマチックケーソンを施工する本工事では、打設したコンクリートの荷重増大による過沈下や、荷重バランスの偏りによる不等沈下が懸念された。ケーソンの過沈下や不等沈下は、初期沈下時に発生しやすいが、初期沈下以降に発生した場合は、ケーソン姿勢の修正に時間を要する。このため、所定の沈下精度確保を目的として、ケーソン姿勢や沈下バランスを考慮したコンクリート打設計画が重要であった。

(2) 躯体コンクリートの水密性確保

マスコンクリートとなる外壁は、設計時の温度応力解析でひび割れ指数が 0.9 であった。このため、外壁コンクリートの温度ひび割れを抑制することが課題となった。

また、掘削面積が大きい本ケーソンでは、沈下時に揺動により躯体コンクリートに変形(たわみ)が生じ、コンクリートに引張力が作用した部分ではひび割れが発生する恐れがあった。そのため、ケーソン沈下掘削時に躯体コンクリートの変形に伴うひび割れを抑制することが課題であった。

4. ケーソン沈下精度を確保するための対策と実績

(1) コンクリート荷重による過沈下、不等沈下防止対策

コンクリート 1 回当たり打設量の細分化と、荷重バランスを考慮した打設計画によるケーソン過沈下、不等沈

キーワード ニューマチックケーソン、軟弱地盤、計測管理、ひび割れ抑制

連絡先 〒007-0032 札幌市東区東雁来 12 条 4 丁目 1 番地 東雁来ポンプ場作業所 TEL 011-792-5621

下防止対策は、第4ロットの打設計画を例に述べる。

本工事の第4ロット壁コンクリートは、総量1,496 m³であり、スラブコンクリートは総量1,408 m³であった。コンクリートの供給量、打設能力を勘案すると、1ロットの壁・スラブそれぞれを2分割で十分打設可能であった。しかし、大量のコンクリート打設でケーソン沈下荷重が急激に増大することや、打設場所の不均等による荷重バランスの偏りを防止するため、1ロットの打設区割を細分化し1打設当りの沈下荷重を極力小さくするとともに、対角方向の打設順序を設定し、荷重バランスが均等となるようにコンクリートを打設した。

図-3、4に本工事で計画した第4ロットの壁、スラブ打設計画図を示す。第4ロット壁コンクリートは、打設区画を5分割し、壁コンクリート1回の打設量を最大352 m³に抑えた。また、第4ロットスラブコンクリートは、打設区画を7分割し、スラブコンクリート1回の打設量を最大402 m³に抑えた。さらに、打設順序を図に示す ~ の順に対角方向で行うことで躯体の荷重バランスを均等にした。

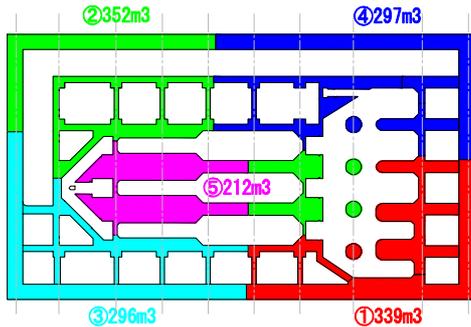


図-3 壁打設計画図

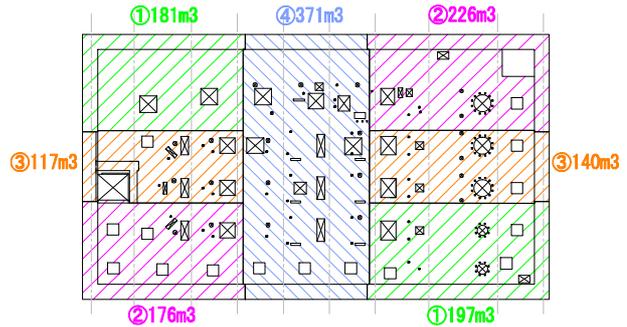


図-4 スラブ打設計画図

(2) 施工結果

コンクリート1回当たり打設量の細分化と、荷重バランスを考慮した打設計画により、躯体自重の増加によるケーソンの過沈下や傾斜を防止でき、ケーソン姿勢修正に伴う工程遅延は発生しなかった。また、ケーソン傾斜量と水平変位量を常に監視し、安定したケーソン姿勢を保ちながら沈下掘削を行うことにより、最終傾斜量が10mm、最終水平変位量が128mmでケーソン沈設を完了した。

5. 躯体コンクリートのひび割れ抑制対策と結果

(1) 外壁コンクリートのコンクリート材料変更

マスコンクリートとなる外壁部のコンクリートを表-1に示す材料に変更した。変更したコンクリート配合で温度応力解析を行った結果、ひび割れ指数を1.1まで向上できた。

表-1 コンクリート配合の変更

	セメント種類	粗骨材	混和材	ひび割れ指数
当初配合	高炉B種	通常	なし	0.9
変更配合	中庸熱	石灰石	膨張材	1.1

(2) 水盛沈下計を使用した躯体コンクリートの变形監視

ケーソン沈下掘削中の躯体コンクリートの变形を密に監視するため、橋梁工事で採用が多い水盛沈下計を作業室スラブ上に設置した(図-5参照)。水盛沈下計により作業室スラブの鉛直高の差を計測することで躯体の变形を把握した。その測定結果を反映して躯体コンクリートに引張力が作用しないよう姿勢制御を行い、沈下掘削を行った。

(3) 施工結果

以上のひび割れ抑制対策により、平成28年3月末時点で外壁コンクリートに水槽としての機能を損なうような漏水及び0.2mm以上の有害ひび割れは発生していない。また、0.2mm以下のひび割れについても発生頻度は低かった。

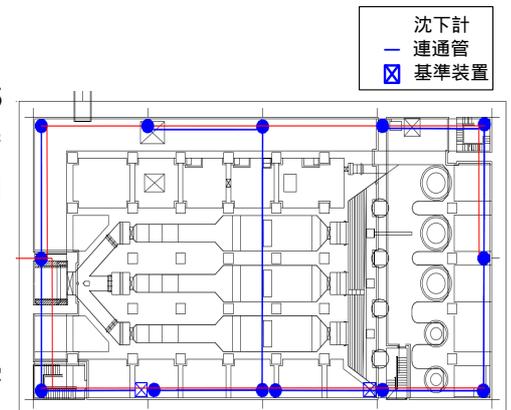


図-5 水盛沈下計設置位置図

6. おわりに

近年、軟弱地盤で施工する大型ニューマチックケーソンが増加しており、現場条件に合わせた最適な施工方法を選択することが施工者の義務だと考える。本工事の沈下精度確保とコンクリートのひび割れ抑制の対策は、非常に有効であった。今後は、改善点を追求し更に有効な手段として発注者・設計者へ提案を行いたい。