

ニューマチックケーソン工法における沈下対策

東急建設株式会社 正会員 ○樋口 春樹 鈴木 一  
 東急建設株式会社 正会員 関 洸志 清水 悠哉  
 東急建設株式会社 坪 義人 大久保 貴史

1. はじめに

本工事の朝霞浄水場から朝霞市膝折地内間送水管(2600mm)用立坑築造工事は東京水道基幹施設再構築事業の一環で、朝霞浄水場から上井草給水所へ送水管 (φ2600mm) を新設 (二重化) する為のシールドマシン発進立坑 (外径 13.5m×深さ 51.55m) をニューマチックケーソン工法にて築造する工事である。

ニューマチックケーソン工法では沈設時の沈下関係を想定し、支障なく施工出来るかを照査して沈設させるが、該当のケーソン沈設箇所には軟弱地盤層が存在し、過沈下や不等沈下を起こす事が懸念された。また硬質地盤層においては、沈下不能を起こす事も懸念された。本稿は、前述した課題についての事前検討や対策について述べるものである。

2. 工事概要

工事件名 朝霞浄水場から朝霞市膝折地内間送水管(2600mm)用立坑築造工事  
 施工場所 埼玉県朝霞市宮戸一丁目3番地内(朝霞浄水場)  
 発注者 東京都水道局  
 施工者 東急・ノバック建設共同企業体  
 工期 平成27年10月22日から平成29年10月11日

3. 地盤条件の確認

図-1に立坑の断面図と施工箇所のボーリングデータを示す。赤枠で囲った範囲はN値が3以下となる軟弱地盤層であり、沈下抵抗力としての支持力を期待できず、過沈下が発生することが懸念された。

また、軟弱地盤層はGL.-10m程度までと比較的浅い層に存在しており、この層の沈設時のケーソンの根入れは、比較的浅く不安定な状態であるため、過沈下に加え不等沈下も発生することが懸念された。

青枠で囲った範囲はN値50以上となる礫層があり、このような層では沈下抵抗力が沈下力を上回り、ケーソン沈設作業が困難になると想定される。

特に表層部の軟弱土層範囲は埋土層であることと、防音壁支持杭打設時の地盤調査にて土質定数の相違を確認したため、刃口据付箇所の東西南北4箇所でラムサウンディング

試験を実施した。表-1に試験結果を基にした支持力計算結果を示す。表層-2.0m(黄色ハッチング)までは刃口部の先端支持力が不足し、初期沈下時に過沈下や不等沈下が発生する可能性が確認されたため、沈下対策が必要となった。

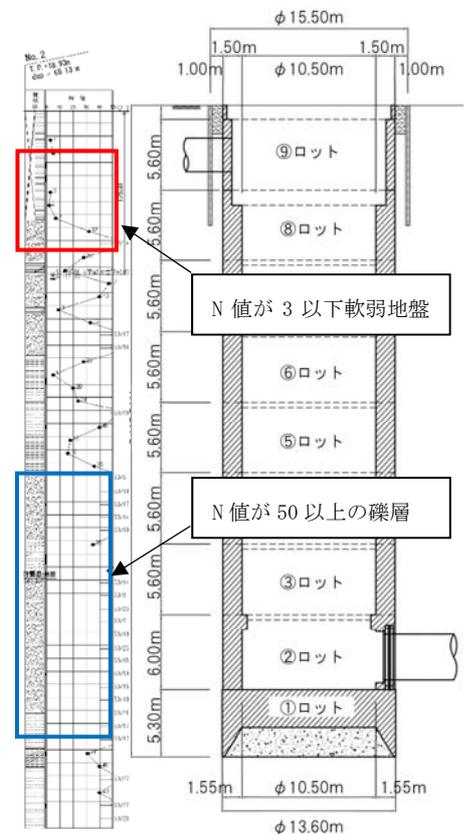


図-1 立坑断面図とボーリングデータ

表-1 ラムサウンディング試験結果を基にした支持力計算結果

沈下ロット	土質	刃口深度			沈下力	摩擦抵抗力	必要支持力 ①-②=③ (kN)	極限支持力 強度支持力度 qd (kN/m <sup>2</sup> )	掘残し幅・開口率 開口率 (A0-A1)/A0 (%)	必要開口率 >54.1%	設置面積による支持力 (kN) ④	判定 (③④) OK
		標高 E.L. (m)	沈下量 (m)	累計 地下量 (m)								
1	埋土 (軟弱地盤)	15.860	0.000	0.000	12.547	0	12,547	46	54.1%	54.1%	3.046	NG
		15.160	0.700	0.700	12.547	419	12,128	64	54.1%	54.1%	4.253	NG
		15.160	0.000	0.700	12.547	419	12,128	64	54.1%	54.1%	4.253	NG
		13.860	1.300	2.000	12.547	419	12,128	97	54.1%	54.1%	6.494	NG
2	埋土	12.860	2.300	3.000	12.547	906	11,641	308	74.0%	54.1%	11.647	OK
		12.560	2.600	3.300	12.547	974	11,573	316	74.5%	54.1%	11.706	OK
		12.560	0.000	3.300	21.233	974	20,259	317	54.1%	54.1%	21.179	OK
		10.530	2.030	5.330	21.233	1,723	19,510	369	63.5%	54.1%	19,564	OK

キーワード ニューマチックケーソン工法 過沈下 不等沈下 沈下不能 地盤改良

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木本部 土木技術設計部 Tel:03-5466-5274

#### 4. 事前の沈下対策（砕石置換え）

沈下対策が必要な範囲は、表層部より-2.0m と比較的浅い層の地盤である事から、バックホウによる砕石置換えを実施した。

軟弱地盤層下面（据付け地盤より-2.0m）において、スウェーデン貫入試験により支持力の確認を行い、図-2 に示す様に極限支持力が不足している範囲の地盤を、必要最小限の範囲のみ砕石置換えを追加で実施した。また、砕石置換えは 30cm 毎の転圧管理とし、転圧完了後の地盤についても、簡易支持力測定器キャスポルによる支持力の確認を行った。

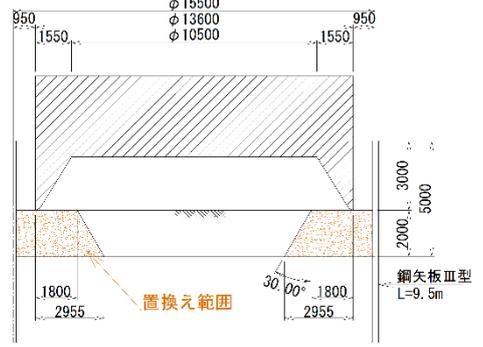


図-2 砕石置換え範囲

#### 5. 施工時の沈下対策

##### 5. 1 付け刃口の設置

沈下掘削時には、刃口での沈下抵抗力を向上させるため、また砕石置換え範囲以深にも軟弱層が存在したため、写真-1 に示すような付け刃口を設置した。付け刃口の設置は、躯体の設置面積を増大させる作用があり、極限支持力を増大させる働きがあるため、過沈下対策として取り入れた。

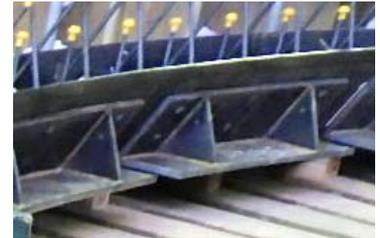


写真-1 付け刃口設置状況

硬質地盤掘削時には、支持面積が大きくなる事で沈下抵抗が過大となり、沈下不能となる恐れがあるため、ボルトを緩めて取り外し可能となっている。

##### 5. 2 サンドルの設置

実施工においては、土質が不均一な箇所や地盤が局部的に乱れている箇所が存在する可能性がある。また、最もケーソンの沈下力が大きくなると想定されるコンクリート打設時での過沈下対策として、写真-2 に示すようなサンドル（角材等で井桁に組んだもの）を用意した。また、砕石置換え層のすぐ下層において、支障物が発見された。支障物撤去の際の過沈下、不等沈下防止対策としても、サンドルを設置して対応した。



写真-2 サンドル設置状況

##### 5. 3 沈下促進工

GL.-23m 付近より以深になると、N 値の大きい硬質地盤層になるため、ケーソンが沈下不能になる可能性があった。対策として、水荷重の载荷に加え、粒状摩擦低減滑材を、予め躯体内各ロットに埋め込んでおいた塩ビ管を通して、ケーソン周面に注入し、懸念されていた沈下が困難な箇所も問題なくケーソンを沈設させる事が出来た。



写真-3 モニタリング状況

#### 6. ケーソン沈設時の計測管理

写真-3 に示すように、ケーソン沈設時の挙動をリアルタイムに把握し、刃口相対沈下差を沈設深度毎に算出し、図-3 に示す沈設深度と傾斜（東西南北の刃口相対差量）関係図を作成した。

ケーソン沈設直後は根入れがほとんど発生しないため、沈設直後は 70mm ~90mm の変動が発生しているが、砕石置換え範囲においては刃口 4 箇所の高差はほとんど見られず安定して沈設作業を進められ、沈下対策として実施した砕石置換え、付け刃口の設置、サンドルの設置及び沈下促進工としての粒状摩擦低減滑材の注入等が有効であったことが確認する事ができた。

#### 7. おわりに

本工事では上述のように、軟弱地盤の事前対策や施工時における付け刃口及びサンドルの設置を行い、また硬質地盤層における沈下促進工を実施する事で無事沈設完了した。

本報告が今後の類似工事の参考になれば幸いである。

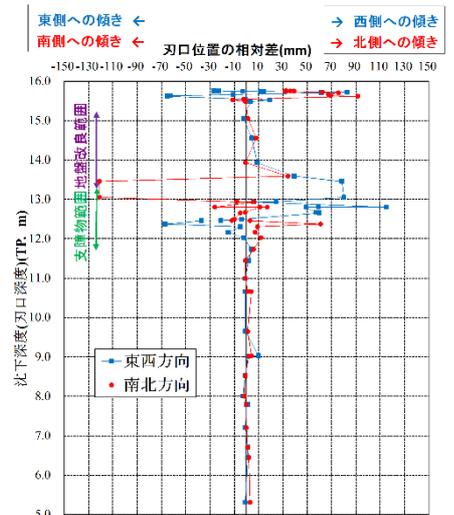


図-3 沈設時の沈設深度と傾斜