

圧入式オープンケーソンにおける沈下支障時の対策事例

(株) 鴻池組 正会員 ○秋田 満留
(株) 鴻池組 山内 佳樹 大森 達彦
(株) 鴻池組 田中 琢 植田 純一

1. はじめに

東京都多摩地区の多摩南北幹線整備事業において、東村山浄水場と東大和給水所を結ぶ送水管整備のためのシールド両発進立坑を圧入式オープンケーソンで施工中に、ケーソン刃先付近が外周地盤からの拘束を受け、ケーソン沈下に支障が生じた。本稿では、対策工によりケーソン沈下を再開させた事例について報告する。

2. ケーソン諸元・構造

圧入式オープンケーソンは、沈下掘削時の沈下抵抗となる周面摩擦力、刃先抵抗力、浮力に対し、躯体質量による沈下力と、沈下力の不足分を補う油圧ジャッキの圧入力によりケーソン沈下を図る施工方法である。ケーソン構造を図-1 に、ケーソン諸元を表-1 に示す。

本ケーソンの施工には自動化オープンケーソン工法（SOCS）が採用されている。本工法は、ケーソン刃先直下の地盤を水中掘削機により掘削可能で、ニューマチックケーソン工法と同様に刃先抵抗力を完全に除去できるという特長を有している。

3. 地盤概要

地表付近は立川・武蔵野ローム層が堆積し、以深は、武蔵野礫層と上総層群砂礫層および海成堆積の上総層群粘性土層と上総層群第1～第3砂質土層で構成されている。砂礫層と砂質土はシルトを多く含有し、非常に締まった地盤である。地下水位はボーリング調査結果から G.L.-15m 付近と想定されたが、ケーソン沈設中の坑内水の平衡水位は G.L.-10.5m であった。

4. 計画時の沈下計画

4.1 沈下抵抗について

沈下抵抗のうち、周面摩擦力の計算は「道路橋示方書 IV 下部構造編」に記載の周面摩擦抵抗力度を適用し、沈下促進工法による周面摩擦力度の低減を考慮している。刃先抵抗力の計算では、急激なケーソン沈下の防止のため、ケーソン刃先の地盤貫入量を 30cm 以上としている。

4.2 圧入設備について

沈下抵抗と沈下力との荷重バランスから、必要となる圧入力を理論沈下曲線で確認し、圧入設備の仕様を 1,800kN 油圧ジャッキを 8 台・圧入力 14,400kN としている。

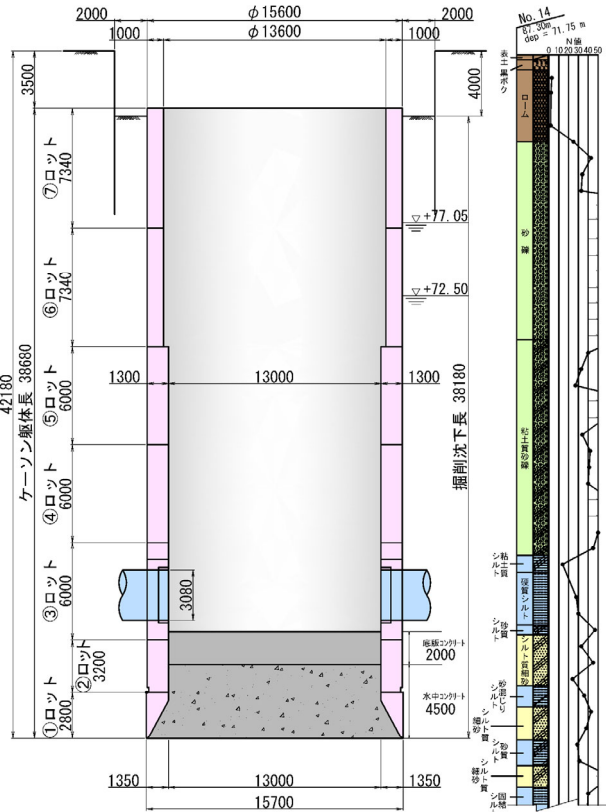


図-1 ケーソン構造図

表-1 ケーソン構造図

工事件名	東大和市清原一丁目地内送水管（2000mm）立坑築造工事
施工場所	東大和市清原一丁目1番地内
発注者	東京都水道局 （監督部署）多摩水道改革推進本部 施設部 工事課 工事第一係
施工者	鴻池・前田建設共同企業体
工期	平成25年7月2日～平成27年3月10日
構造形式	鉄筋コンクリート円形
躯体寸法	外 径 ϕ 15.6m（フリクションカット部 ϕ 15.7m） 内 径 ϕ 13.0m（第1ロット～第5ロット）、壁厚 1.3m ϕ 13.6m（第6ロット～第7ロット）、壁厚 1.0m 躯体長 38.68m（注設長 38.18m）、全7ロット
施工方法	自動化オープンケーソン工法（SOCS） 圧入設備 1,800kN×8台 シールド発進立坑 SEW工法（Shield Earth Retaining Wall System）
施工数量	圧入反力用アンカー ϕ 146mm-8本、L=53.8m/本、掘削土量 7,392m ³ RC コンクリート工 側壁部 2,001m ³ 、底版部 266m ³ （H=2.0m） 無筋水中コンクリート工 659m ³ （H=4.5m）

キーワード オープンケーソン、周面摩擦力、周面摩擦力度、粘性土、沈下、削孔

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂 2-7-5 （株）鴻池組 土木事業本部技術部 TEL 03-5617-7790

5. 沈下支障時の状況

硬質砂礫層までは周面摩擦力や浮力が設計値より上振れしても、本工法の特長である水中掘削機で刃先抵抗力を調整することで順調に沈下掘削できた。GL.-35m 付近の硬質シルト層 ($c=346\text{kN/m}^2$) にケーソン刃先が貫入したところ、圧入力を载荷してもケーソン沈下が得られなくなり、刃先抵抗力を完全に除去しても同様であった。第6ロットまでは周面摩擦力度の設計値(粘性土 $=5\sim 10\text{kN/m}^2$ 、砂礫 $=22\sim 31\text{kN/m}^2$)と同程度で推移していたケーソン刃先部の摩擦計の値が 200kN/m^2 以上に急上昇したことから、ケーソン刃先部(フリクションカット 50mm のない部分)が外周地盤からの拘束を受けたと考えられた。なお、硬質シルトの成分分析を行ったが、膨張性を有する鉱物等は検出されなかった。沈下支障時の沈下抵抗力を図-2 に示す。

6. 対策工の選定と効果

現場で実施可能な対策工を検討し、その中から、(1)ベントナイト滑材注入、(2)ケーソン背面削孔を実施することとした。まず、ベントナイト滑材注入を実施して周面摩擦力の低減を図ったが、ケーソン沈下は得られなかった。

ケーソン背面削孔は、圧入反力用アンカー施工時の削孔状況を踏まえ、ボーリングマシン(削孔径 $\phi 135\text{mm}$)で外周地盤を緩める施工方法とした。

削孔平面位置は、削孔の影響範囲、削孔の精度(1/150 程度)および躯体とマシン駆動部との干渉などに考慮しながら

躯体に極力近い位置とした。ただし、既設の圧入反力用アンカー(PC 鋼より線)の打設箇所近傍は避け、アンカー鋼線の損傷を防止した。削孔本数は 50cm 間隔で 57 本である。削孔位置を図-3 に示す。削孔深度は、硬質シルト層以深での沈下支障を未然に防止するため沈設完了深度の GL.-42.18m までとした。対策工に要した期間は 18 日で、削孔能率は平均 3.1 本/日(ボーリングマシン 2 台での施工)であった。施工状況を図-4 に示す。

6.1 周面摩擦力度の低減効果

削孔ロッドがケーソン刃先部の摩擦計(刃先先端から 1.5m 上方に設置)直近を通過したときの計測値を観察すると、計測上限値 200kN/m^2 以上を示していた周面摩擦力度が約 90kN/m^2 まで低減されたのを確認できた。日々の削孔完了後に圧入力の载荷で効果を確認しながら作業を進め、最終的に 57 本削孔後の圧入作業で mm 単位の断続的なケーソン沈下が生じ、計 833mm のケーソン沈下を得た。以降は沈下支障なく、沈設完了できた。

7. おわりに

粘性土での周面摩擦力度に対し、粘着力と周面摩擦力度との関係や補正方法が明確に示された技術資料はない。加えて、ケーソン工法では周面摩擦力による沈下支障時の対策手段は非常に限られているため、本工事での対策事例が今後の類似条件下におけるケーソン工法の設計・施工の参考になれば幸いである。

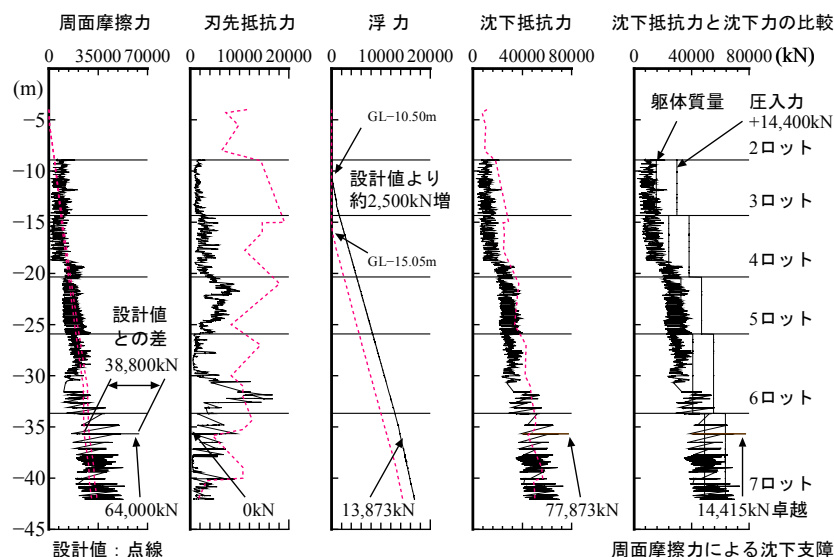


図-2 沈下支障時の沈下抵抗力

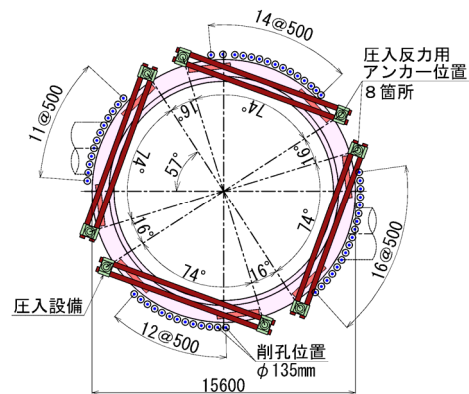


図-3 ケーソン背面削孔 平面図



図-4 ケーソン背面削孔の施工状況