

## 大深度ニューマチックケーソンにおける多段ロットでの計測管理

戸田建設（株） 正会員 ○新井 碧 正会員 高木 栄  
 戸田建設（株） 正会員 利根 誠 正会員 石濱 侑起  
 東京都水道局 大塚 文昭 吉田 哲也 小代 育実  
 オリエンタル白石（株） 正会員 阿部 慎太郎 谷口 義孝

### 1. はじめに

当工事は、東京都区部北側地域への給水の安定性向上を目的として北区に整備される給水所新設工事に伴い、送配水管用の立坑築造工事を、ニューマチックケーソン工法にて施工したものである。

当該地盤は、現地盤から深度 19m までは N 値が 0~1 の軟弱な沖積層（有楽町層），その下部は N 値が 10~50 の洪積層（埋没段丘堆積物）及び N 値が 50 以上の上総層群（江戸川層）となっている。そのため、施工基面から 19m 程度までの軟弱地盤に対しては、地盤支持力確保を目的とした先行削孔砕石置換を実施した（図 1）。このように深度方向で地盤の硬軟が変化する条件下における大深度ケーソンの精度管理と挙動把握を目的とし、計測器を通常の第 1 ロットだけでなく、中段の第 6 ロットにも設置した。本稿では、その結果を報告する。

### 2. 工事概要

工事場所：東京都北区王子五丁目 2 番地  
 発注者：東京都水道局  
 工期：平成 29 年 11 月 14 日～令和 3 年 2 月 15 日  
 工事内容：立坑築造工事（ニューマチックケーソン工法）  
 掘削面積：16.70m<sup>2</sup>（内径 13.00m） 壁厚：1.80m  
 掘削深さ：55.57m 最終函内気圧：0.522MPa

### 3. 計測管理

計測機器は、深度方向には第 1 ロットと第 6 ロットに、断面方向には 90° 間隔で 4 箇所にした（図 1、図 2）。計測対象は、側圧、間隙水圧、周面摩擦力、刃先反力等とした。設計値は、大型・大深度地下構造物ケーソン設計マニュアル（日本圧気技術協会、以下 設計マニュアルと略記）に準拠した。

#### 3.1 沈下関係図

計測値を併記した沈下関係図を図 3 に示す。ここで、沈下抵抗力の主要素である揚圧力に着目すると、深度 25m 付近で陽圧力が増加している。これは難透水層でキャップされていた被圧水が、難透水層の掘削により解放され平衡水位に至る過程を示すものと考えられ、沈設管理上、注意を要する掘削段階である。

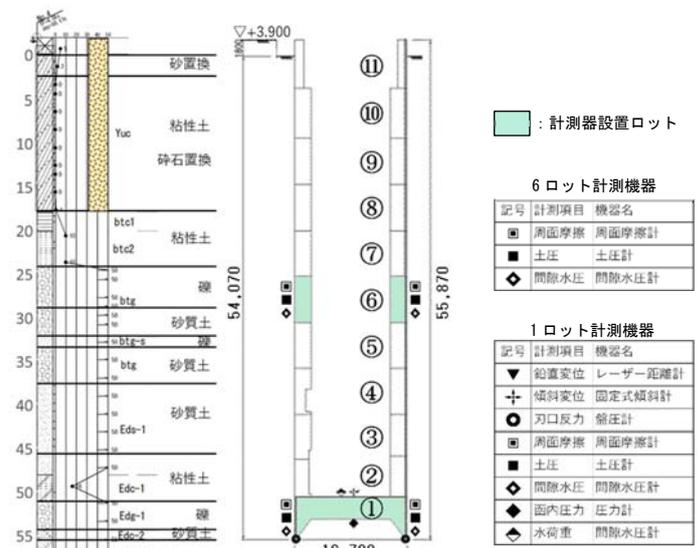


図 1 地盤とケーソン断面

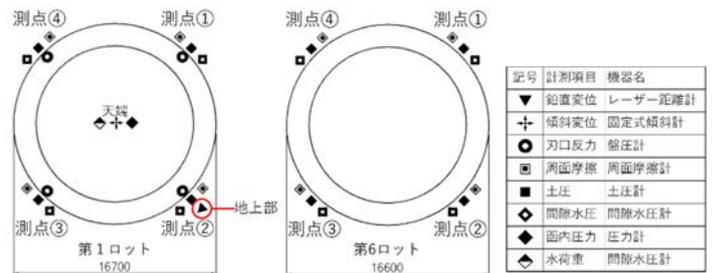


図 2 計測機器設置位置平面図

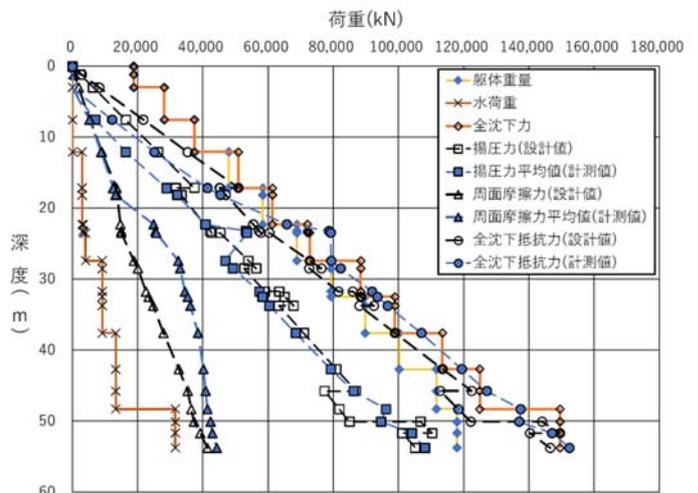


図 3 沈下関係図（計測値と計画値）

キーワード：ニューマチックケーソン 計測 主働土圧 周面摩擦力 大深度

連絡先：東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社 本社土木技術部 TEL 03-3535-1675 FAX 03-3564-8912

### 3.2 有効土圧強度

有効土圧強度を図4に示す。全体的に、計測値が設計値を下回る傾向にある一方で、傾斜の影響により四方向の土圧分布が大きく異なる結果となった。ここで、設計値は、道路橋示方書や設計マニュアルによる主働土圧（施工時）を用いたが、同式は土圧係数の下限値設定（0.5以上）、粘着力低減効果の未考慮、ならびに偏土圧の考慮等、安全側となっている。筆者らは、今回のような大深度構造物で、従来の設計法がどの程度の裕度を持つものなのかを課題としてきたが、本事例においては、設計値は傾斜等の施工要因も十分にカバーした値である、という認識となった。

### 3.3 周面摩擦力度

周面摩擦力度を図5に示す。全体的な分布形状は有効土圧強度に類似するものの、計測値が設計値を上回る傾向にある。深度ごとの値の変動差は、躯体構築時と沈設時の摩擦力発生特性の違いによるものと考えられる。すなわち躯体構築時は静止摩擦の状態、沈設時は動摩擦の状態にあったと想定される。なお、同一深度で、1ロット(●)と6ロット(●)を比較すると異なる値を示していることから、周面摩擦力は土質区分のみで規定されるものでなく、傾斜や、構築(静止)と沈下(動)の過程に大きく左右されるものと考えられる。また、同一深度比較で、先行沈下ロット(●)の方が後行沈下ロット(●)より周面摩擦力は大きい傾向にあった。

### 3.4 地盤反力度・傾斜

地盤反力度を図6に、傾斜・開口率を図7に示す。

図7の深度17m付近で傾斜が設計値を上回る傾向が見られる。これは、砕石置換部の外周が軟弱な現地地盤であることから、ケーソンに対する側部拘束が小さいためと考えられる。また、深度27mと53m付近の地盤反力度の減少と傾斜の増大は、開口に伴う沈下過程を示している。

## 4. おわりに

本計測で得た知見を以下に示す。

- 1) 土圧は、総じて計測値が設計値を下回る傾向であるものの、傾斜等の施工要因によりケーソン側面の方角（東西南北）で水平方向地盤反力度が大きく異なる実情を踏まえると、現行の設計値(設計マニュアル)は施工要因等も十分にカバーした値であると考えられる。
- 2) 多段計測（1ロットと6ロット）の計測結果により、土圧（主働、受働）と周面摩擦力は、コンクリートと地盤の相互作用のみで規定されるものでなく、傾斜や構築・沈設過程の違いにより大きく変動する。
- 3) 周面摩擦力は、静止状態（構築時）と動摩擦状態（沈設時）で大きく異なる。その差異については、設計マニュアルで示される滑材の低減効果（30%減）で評価可能か否か、今後の課題であるとする。
- 4) 抵抗力不足を地盤支持力度で補う指標として開口率があるが、実抵抗力（周面摩擦力、粘性土掘削時の揚圧力上昇）のしかるべき変動を踏まえた実開口率への対応が求められる。

以上

参考文献：日本圧気技術協会 大型・大深度地下構造物ケーソン設計マニュアル 令和2年3月

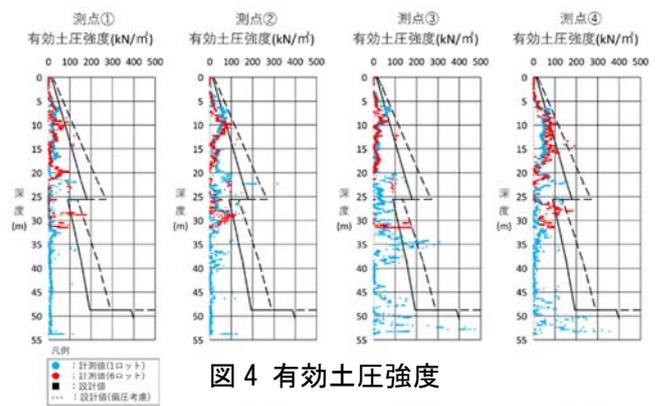


図4 有効土圧強度

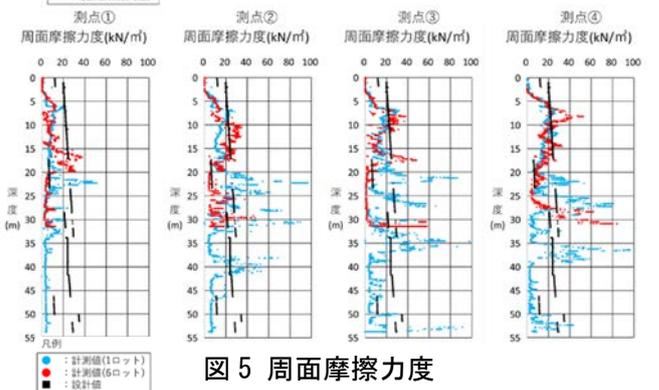


図5 周面摩擦力度

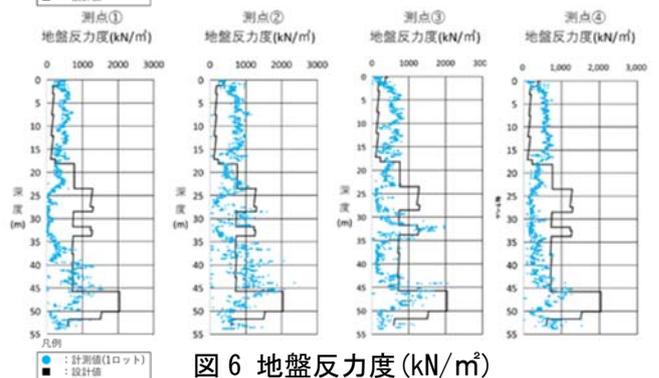


図6 地盤反力度 (kN/m<sup>2</sup>)

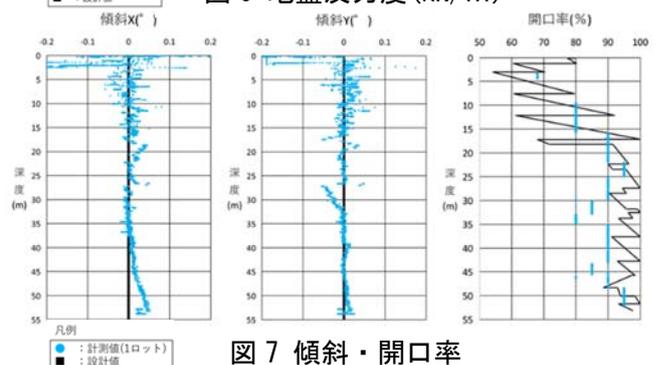


図7 傾斜・開口率