

## ケーソン作業室内の掘り残し土量可視化技術の開発

大成建設(株) 技術センター フェロー会員 森田泰司・正会員 木下勇人  
 大成建設(株) 横浜支店 正会員○香川純成・正会員 草柳太郎  
 大豊建設(株) 東京支店 金子淳  
 シーアイテック(株) 漆畑毅

## 1. 背景

ニューマチックケーソン工法では、ケーソンの過沈下や傾きを防止するため、ケーソンの支持力に影響する刃口周りの地山（地盤）の残置範囲を「開口率」（＝刃口周りの地山の内空側の面積／ケーソン底面積）という指標で管理している（図-1）。

ケーソン工法では、沈下関係図（深度ごとの総沈下力と総沈下抵抗力）を基に、刃口部の地盤の性状を考慮して開口率を設定し、当該ロットでの掘削範囲・手順を決める。従来、開口率は、作業室内の掘削状況の測量から求めるのが一般的だが、定性的な管理になりやすく時間もかかるため、掘削の進捗に伴う開口率、すなわち支持力の変動をリアルタイムに把握することが困難であった。開口率の把握が精度やタイミングの面で不十分な場合は、異常沈下や沈下力不足につながる。

本編は、以上の課題を解消するため、レーザーセンサで開口率を定量的かつ即時に算出可能な『ケーソン作業室内の掘り残し土量可視化技術』を開発し、実現場に導入した内容を報告するものである。

## 2. 工事概要

本工事は、川崎港に位置し、物流機能の強化・臨海部の交通緩和と大規模災害時のルート多重化の目的で整備される臨港道路・東扇島水江町線の主橋梁（中央径間 525m の斜張橋）の主塔基礎MP 4の構築である。図-2 に橋梁およびニューマチックケーソン基礎の概要図を示す。

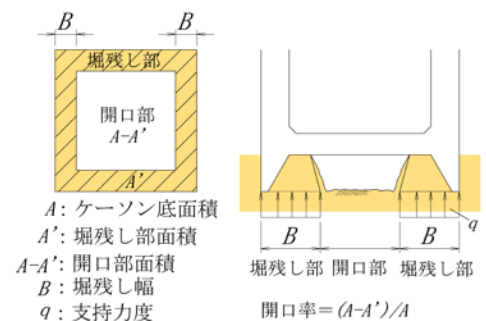


図-1 開口率の定義

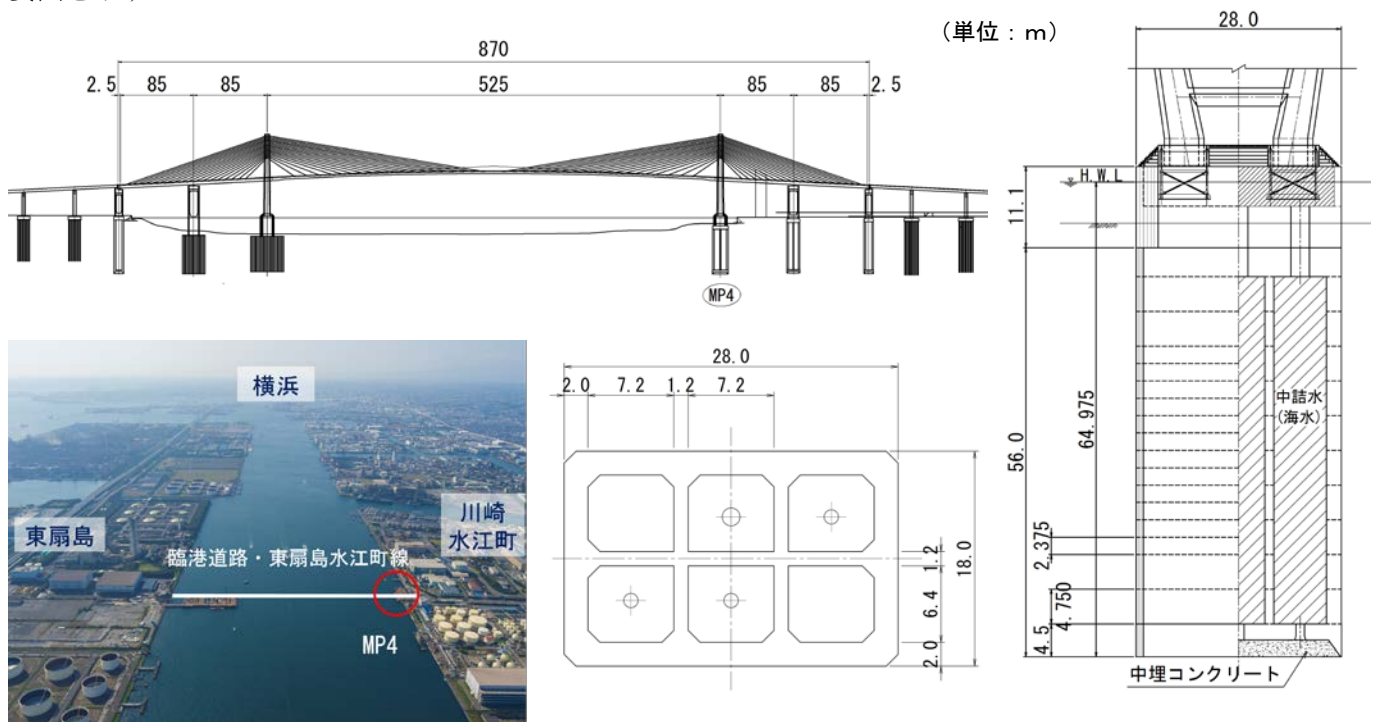


図-2 橋梁およびニューマチックケーソン基礎の概要

キーワード ニューマチックケーソン、掘り残し土量、開口率、可視化、センサ

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL 045-814-7229

### 3. センサの概要と測定方法

#### (1) レーザーセンサの仕様, 設置位置

掘り残し部の計測に用いるレーザーセンサの仕様を表-1に示す。

設置位置は、掘削機の前・運転席と反対側である。センサを設置後に角度調整・作動状況の確認を行い、掘削中の泥撥ね等を防護する保護用カバーを被せる。掘削機に取り付けた状況を図-3に示す。

#### (2) 測定方法

- ① レーザーセンサを設置した掘削機を所定の位置に停止
- ② 掘削機を順次旋回・停止させ、鉛直断面を約 30° 毎に測定
- ③ 作業室内全体（基本 12 断面の掘り残し形状）を測定後、データを 3D 化して掘り残し土砂の平面・断面形状を表示し、開口率を計算

### 4. ケーソン作業室内掘り残し土量可視化の効果

開口部・掘り残し形状の表示画面を図-4に示す。

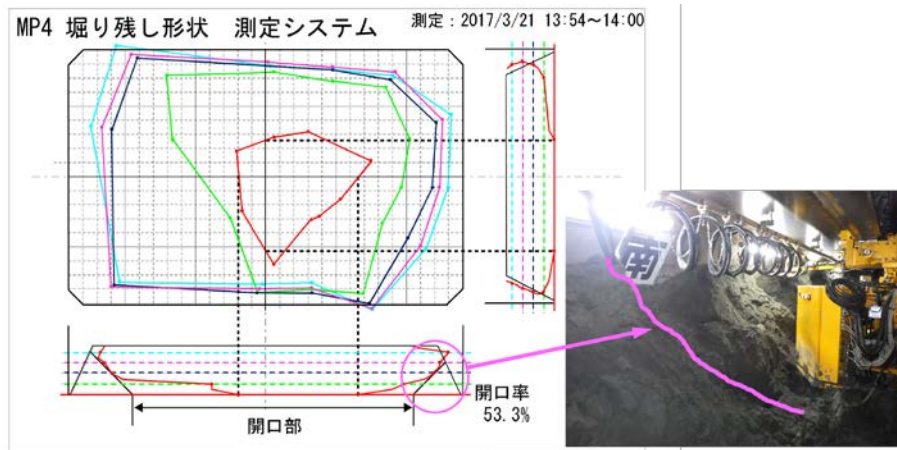


図-4 開口部・掘り残し形状の表示画面

従来の作業室内の測量的場合、本工事の最大水深 65m では、高気圧の作業室内（気圧 0.65MPa）への入退室の加減圧管理に 103 分、測量に約 30 分、計 130 分以上を要する。

本システムでは、計測は 1 箇所当たり 5 秒、掘削機の旋回 10 秒のため、全周 12 箇所の計測が約 3 分に短縮される。また、開口率の算定～可視化までも 3～4 分と短時間であり、計 7 分で開口率を正確に把握できる。よって、掘削に伴って支持力が減少（開口率が增大）し、沈下のタイミングが近い場合は、『掘り残し状況をリアルタイムに把握～刃口反力の増加状況を注視しながら刃口周りの掘削範囲をオペレーターに伝達』（図-5）することで、沈下精度・安全性に影響する異常沈下の防止に役立つ。

### 6. 今後の展開

3D スキャナなどのセンサ類は、ニューマチックケーソンの高気圧作業室内に使用する場合、耐圧箱に入れる必要があったが、高気圧下でも使用可能で安価なセンサを用いた本手法は、有効な可視化技術である。

当該地盤は、この後に中間軟弱層が控える特徴があり、本技術を用いた繊細な沈下管理の重要性が増す。また軟岩のため刃先部のすべり破壊で着底する際は、開口率に加え、刃口周りの掘り残し土砂の形状で沈下時のすべり面を管理することで、着底深度（最終沈下量）の精度向上も期待される。

### 謝辞

本システムを川崎港臨港道路東扇島水江町線・主橋梁部（MP 4）に導入するに際し、国土交通省関東整備局港湾空港部の皆様にご指導いただきました。謹んで御礼申し上げます。

表-1 センサの概要

|         |                                                                                     |                       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 使用機種    | UXM-30LXH-EWA                                                                       |                       |
|         |  |                       |
| 製造元     | 北陽電機株式会社                                                                            |                       |
| 測定仕様    | 測定範囲                                                                                | : 0.1～30 (m)          |
|         | 測定誤差                                                                                | : 0.1～15 (m) の時 ±30mm |
|         |                                                                                     | 15～30 (m) の時 ±50mm    |
|         | 測定角度                                                                                | : 190°                |
| 筐体      | 奥124×横126×高150 (mm)                                                                 |                       |
|         | 約1200 (g)                                                                           |                       |
| 電源      | DC10～30 (V)                                                                         | 1.25 (A)              |
| 防塵/防水性能 | IP67                                                                                |                       |
|         | 防塵6等級                                                                               |                       |
|         | 防水7等級                                                                               |                       |



図-3 掘削機とセンサ

開口率のモニタ 掘削状況



図-5 可視化データを活用した掘削管理