

# ニューマチックケーソンの沈下促進対策

## Report on Settlement Assistance for Pneumatic Caisson

八若幹彦\*1

### 概要

中央新幹線相模川橋りょう新設工事において、河川内橋脚 P3 のニューマチックケーソン沈下掘削中に地盤の周面摩擦力の増大によって、ケーソンの沈下抵抗力が卓越したことで沈下不良が生じた。このため、ケーソン周面に鉛直ボーリングを実施して周面に生じている土圧軽減を図るとともに、高圧噴射攪拌を併用して、ケーソン周面に供給・堆積する砂を除去することで、摩擦抵抗力を低減させた。これにより、ケーソンの再沈下が可能となり、沈下不良中に増加したケーソンの傾斜も改善され、施工精度も向上することができた。

key words : ニューマチックケーソン、沈下促進、周面摩擦、高圧噴射攪拌工

### 1. はじめに

本工事報告は、中央新幹線相模川橋りょうにおけるニューマチックケーソン基礎施工時に生じた沈下不良および、沈下促進対策ついてまとめたものである。

### 2. 全体概要

中央新幹線相模川橋りょうは、中央新幹線計画（品川－名古屋間 286km）の一部となっており、神奈川県相模原市を流れる一級河川相模川を渡河するもので、品川駅から地中を走り最初に地上部へ上がる地点での橋りょう工

事である。

本工事箇所周辺は相模川の浸食による河岸段丘が形成され、急峻かつ狭隘な地形になっており、幹線道路や近隣家屋も近接した施工環境となっている。

本橋りょうは、下部工 8 基、上部工 4 連、橋面上の環境対策工で構成されており、基礎形式は、支持力を有している岩盤層（Ksh 頁岩層）への支持が設定されており、図-1 に示すとおり、直接基礎、ニューマチックケーソン基礎、場所打ち杭、深礎基礎と多様な構成となっている。

相模川を渡河する相模川 B（C3bp1）は、橋長 L=217.8m

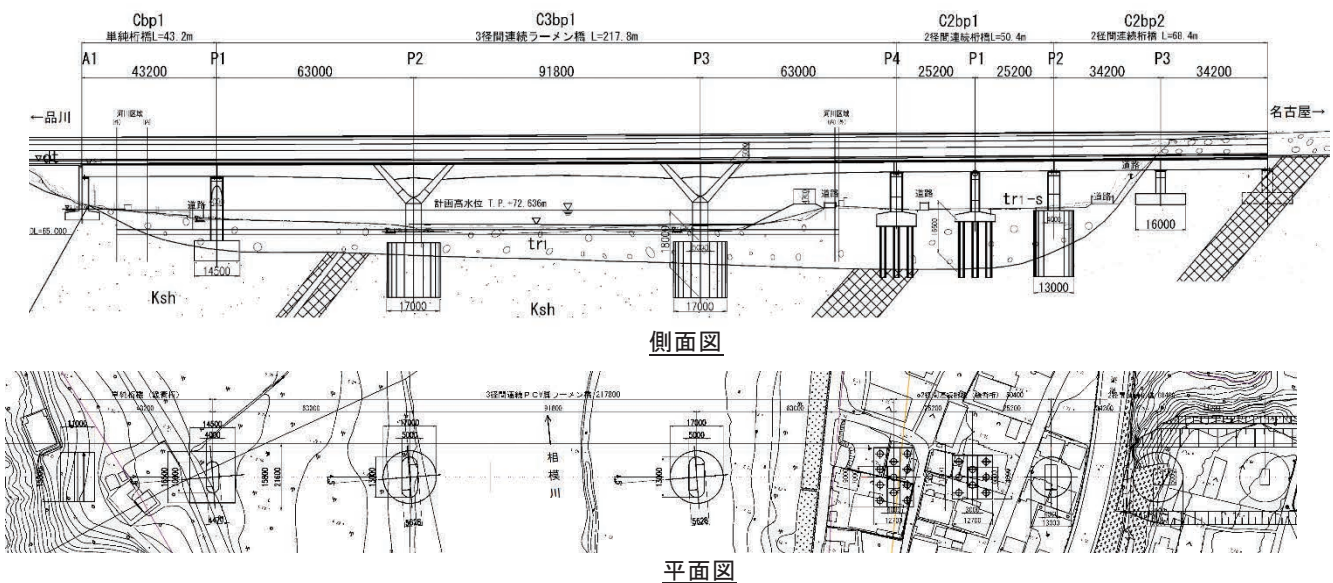


図-1 全体一般図

\*1 Mikihiko YAWAKA

東京支社土木支店土木部 作業所長

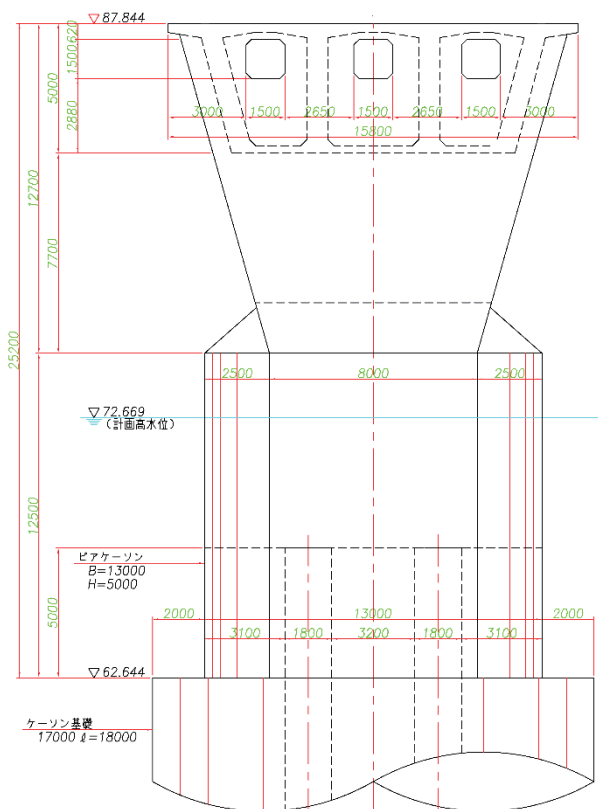


図-2 構造一般図(横断面図)



写真-1 河川内瀬替え施工状況



写真-2 ニューマチックケーソン施工

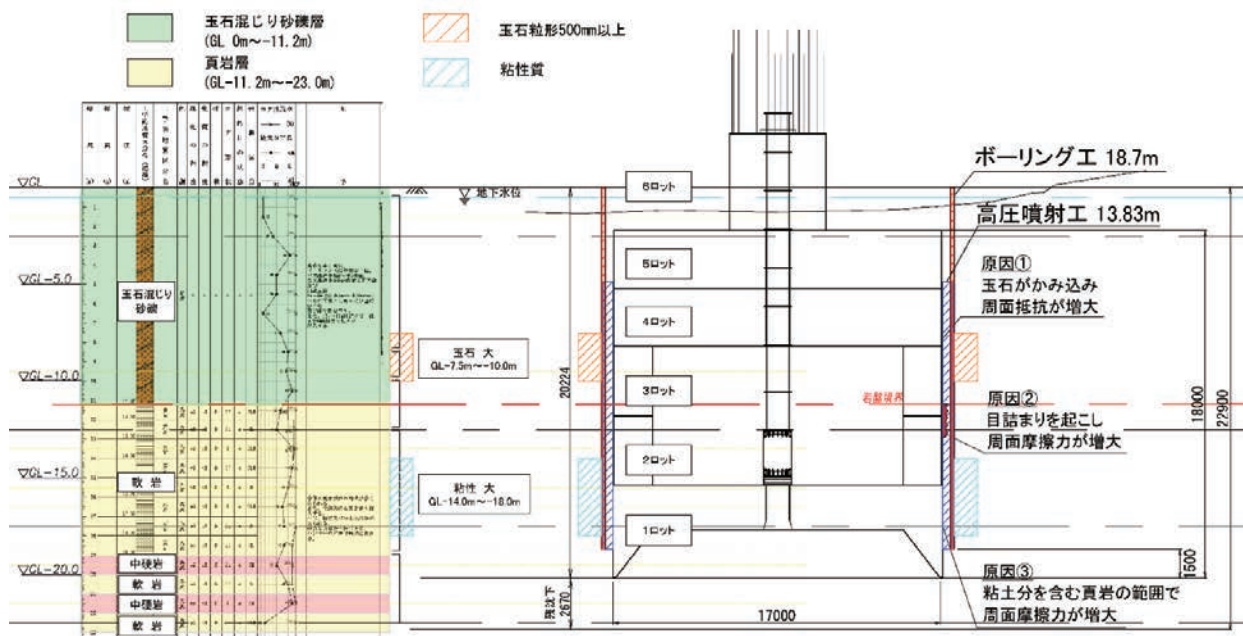


図-3 P3ケーソン断面図および土質分布

のV字型橋脚(相模川B P2、P3橋脚)を有する3径間連続PCラーメン橋で、3室4主桁の箱桁断面となっている(図-2)。

### 3. ニューマチックケーソン基礎の施工

河川内橋脚(相模川B P2、P3橋脚)はニューマチック

ケーソン基礎が採用されており、直径φ17.0m、高さH=18.0mの円形函体の上部に幅B=13.0m、高さH=5.0mの小判型橋脚が組み合わさったピアケーソンとなっていた。河川内の地質は、GL-11.2m迄が玉石混じり砂礫層、GL-11.2m以深が軟岩~中硬岩判定の頁岩層となっていた。

河川内ケーソンの施工では、準備工事として、瀬替えに

より川の流れを変え、河川内土砂を用いた造成により施工基面を整備（写真-1）した。その後、ケーソン函体の構築と沈下掘削を繰り返すことで玉石混じり砂礫層に11.2m、頁岩層に11.7m貫入させて累計22.9mの沈設を計画した（写真-2）。

#### 4. 周面摩擦力の増大によるケーソン沈下不良

相模川 B P3 ケーソン 6 ロットの施工（累計沈下量20.23m、残沈下量2.67m）において、ケーソンの沈下不良が発生した。このケーソンの沈下関係図では、総沈下抵抗力に対して、総沈下荷重が卓越しており、ケーソンの沈下不良の原因として、沈下関係図に反映されない因子を疑い、以下の要因を想定した（図-3）。

- ① 玉石混じり砂礫層に玉石粒径 500mm 以上の緩い層が存在したため、玉石がかみ込むことにより、周面抵抗力が増大した。
- ② 頁岩層の上部付近に砂が沈下・堆積することにより、ケーソン余掘り部が目詰まりを起こすことで、周面摩擦力が増大した。
- ③ GL-14m 以深において、粘土分を含む軟岩が存在しており、周面摩擦力が事前検討結果を超えて生じた。

#### 5. 沈下促進対策

ケーソンの沈下不良は、上記した要因が、複数の組み合わせにより生じているものと考え、沈下促進対策を検討した（図-4）。

沈下促進工では、まず、ケーソン外周部に鉛直ボーリングを施工することで、土圧の軽減を図り、その後、ケーソン函内で沈下掘削を実施しつつ、高圧噴射攪拌工により、ケーソンの周面摩擦を低減することで、ケーソンを沈下させる計画とした。

##### （1）ボーリング工

ケーソンの周面摩擦力の低減を目的として、ケーソン外面から 450 mm の離隔を設けて、ボーリング削孔を実施した。（写真-3）

ボーリング工は、鉛直精度を確保しつつ、玉石や頁岩層に対する高い削孔能力を必要としたため、ロータリーパーカッションドリル（φ216mm）を採用し、ケーソン外周部を約 600mm 間隔で 90 本の削孔を実施した。さらに、削孔完了後は、ベントナイト溶液を孔内に充填することで、孔壁保持を図りつつ、ケーソン外周部への滑剤の効果を期待した。

ボーリング削孔中は、ケーソン函体の動態観測を行い、削孔の進捗によるケーソンの変位について常時観測を行った。

ボーリング削孔中では、ケーソンに沈下等の変位は観測されなかったため、次の対策に移行した。

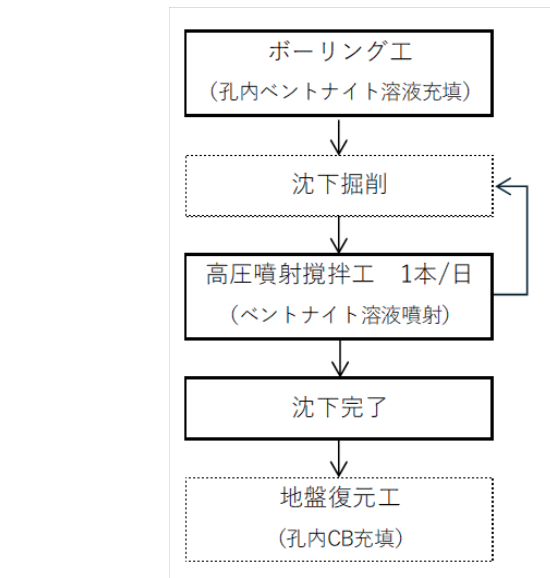


図-4 沈下促進工フロー



写真-3 ボーリング工施工状況



写真-4 高圧噴射攪拌工施工状況

##### （2）高圧噴射攪拌工

頁岩層上部に目詰まりを起こしている想定される砂等の堆積物を除去することにより、ケーソン周面摩擦の低減を目的として高圧噴射攪拌工を採用した（写真-4）。

高圧噴射攪拌工では、不必要な地盤の乱れを最小限に抑えつつ、広範囲で扇型に揺動噴射する必要があったた

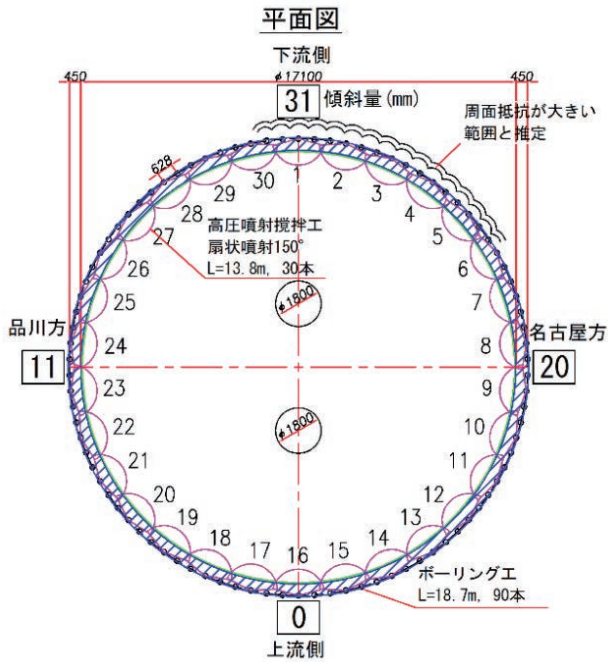


図-5 沈下促進工施工前の傾斜量

め、OPT ジェット工法を採用し、ケーソン外周部に 30 本を計画した。

また、高圧噴射攪拌工を実施するうえで、施工順序の検討を行った。図-5 は、ケーソンが沈下不良を起こした時点の傾斜量を示す。このとき、河川の上流側を基準に下流側が 31mm、品川方に 11mm、名古屋方に 20mm 高く傾斜が生じていた。このため、傾斜量が大きい方向にケーソンの沈下を阻害する力が働いている（ケーソン周面抵抗が大きい）と想定し、図-5 平面図上の 1 時方向を中心に高圧噴射攪拌工を実施した。

高圧噴射攪拌工を実施するタイミングとしては、ケーソン管内で、刃口下の土砂を 200~300mm 程度取り除くことで、ケーソン刃口下の接触抵抗（極限支持力）を減じて、ケーソン自重（沈下力）が周面摩擦力とつり合った状態から開始した。

この施工方法で高圧噴射を実施することで、ケーソンの沈下促進効果が得られ、計画した高圧噴射攪拌工 30 本のうち、16 本を施工した時点で、残沈下量 2.67m の沈設を完了した。

さらに、沈下不良時に生じていた傾斜量も徐々に解消され、施工精度を改善することができた。参考に、函内地下掘削状況、ケーソン基礎完了の状況を各々写真-5、6 に示す。

6. まとめ

上記した対策を実施することで、ケーソンの再沈下が可能となり、施工精度を確保したなかで完了することができた。



写真-5 函内沈下掘削状況



写真-6 ケーソン基礎完了

今回の施工では、原位置ポーリング資料に基づいた沈下関係図の精査、掘削方法の策定を行ったが、頁岩層に部分的に介在した変質（粘性質）箇所を事前評価することができず、周面摩擦抵抗増大への対応が遅れた。

今回のケーソンは頁岩層に 11.8m 貫入する特殊なケースであったため、岩の地質性状 (C, φ) の評価と原位置における乖離が沈下抵抗力の増大を引き起こした一因と考えられる。しかし、岩の特性を評価し、周面摩擦力へ反映をさせるには、資料の蓄積など課題が多いため、同様のケーソン施工を実施する場合には、周面摩擦力の評価に安全係数を見込むなどの対応が望ましいと考える。

謝 辞

最後に、この度の対策検討に対して、ご助言を頂いた前田建設工業㈱の河野氏、山門氏に御礼を申し上げる。

参考文献

- 1) 河野浩之、森田篤：ニューマチックケーソンによる深さ 70m 大深度立坑築造工事、建設機械施工 vol.69 No.7 July 2017
- 2) 日本圧気技術協会：ニューマチックケーソン工法施工マニュアル 平成 14 年 9 月