

# 玉砂利を使用したオープンケーソンに作用する周面摩擦に関する研究 (IV)

## Research on the skin Friction of open caisson using the gravel (IV)

中出 睦<sup>1</sup>、五味信治<sup>1</sup>、加世田智成<sup>2</sup>、風間秀彦<sup>3</sup>  
Atsushi Nakade<sup>1</sup>、 Shinji Gomi<sup>1</sup>、Tomonari Kaseda<sup>2</sup>、 Hidehiko Kazama<sup>3</sup>

<sup>1</sup> りんかい日産建設株式会社

Nissan Rinkai Construction Co., Ltd

<sup>2</sup> 埼玉大学 工学部建設工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, Saitama University

<sup>3</sup> 埼玉大学地圏科学研究センター

Geosphere Research Institute Saitama University

### Abstract

The SS caisson (SPACE SYSTEM CAISSON) method fills the space (gap) between caisson circumference surface and country rock with the space gravel, and it is the open caisson method which gently installs the caisson only by the dead weight at the good accuracy by reducing skin friction resistance which depends on caisson circumference surface, while the stability of country rock is attempted. The following have been carried out : Until now field measurement and indoor model experiment of conventional normal caisson model and the SS caisson model without exhaust slot. As the result, it was proven that the skin friction decreased from open caisson very much. This time, it experimented based on this result in order to consider the effect as in addition, there is an exhaust slot.

**Key Words:** Open caisson, Skin friction, Sand ground, Space gravel, The exhaust slot.

### 1. はじめに

構造物の基礎を構築するオープンケーソンを沈設させる場合、周面摩擦力が大きいため、大きな沈設荷重が必要となる。この問題を解決する一つの方法として、SS ケーソン (SPACE SYSTEM CAISSON) 工法が挙げられる。

SS ケーソン工法 図-1 は、図-2 に示すようケーソン外周面と地山との間に生じた間隙にスペース砂利を充填し、地山の安定を図り、ケーソンに作用する周面摩擦抵抗を低減して、ケーソンを自重のみで緩やかに、精度よく沈設するオープンケーソン工法である。

これまで、SS ケーソン 2 基 (小判型 17m×6m、円形 7.5m) とオープンケーソン 1 基 (円形 7.5m) の現場計測<sup>1)~6)</sup>を行ってきたが、その結果、以下のことが判明した。

---

\* 〒350-1205 日高市原宿 7 4 6  
電話 : 042-985-5655 FAX : 042-985-5179  
Email : nakade@rncc.co.jp

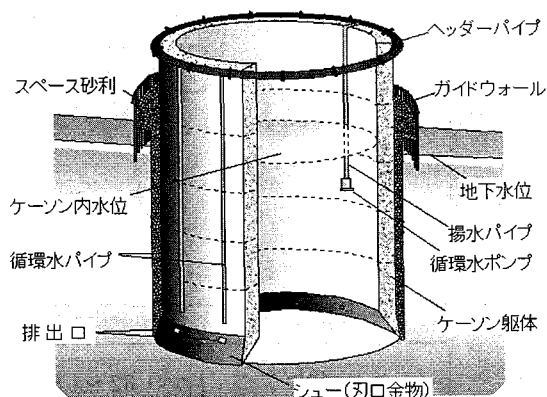


図-1 SS ケーソン工法の概念図

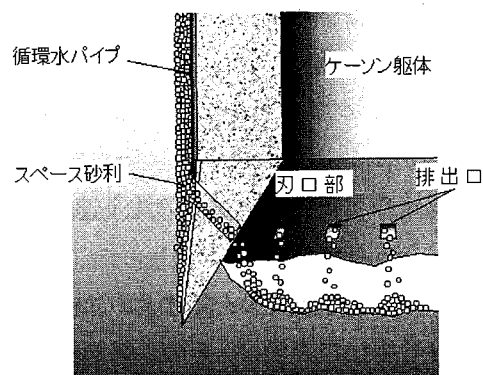


図-2 SS ケーソン刃口部の概念図

- ①SS ケーソンの周面摩擦力は、地層による差異は少ない。
- ②地山が自立する場合、ほとんど周面摩擦力は発生せず、オープンケーソンより非常に有利である。

しかし、現場計測には、条件や数量的な問題があるので、模型などを用いた室内実験が必要と考えられた。そのため、SS ケーソンの周面摩擦力を把握するための砂質土の模型実験結果を行ってきた。<sup>7)</sup>

前回の実験では、従来のノーマルケーソンモデルと排出口のないSSケーソンモデル（後述：Aタイプ）の実験を行った。実験の結果を以下のことが判明した。

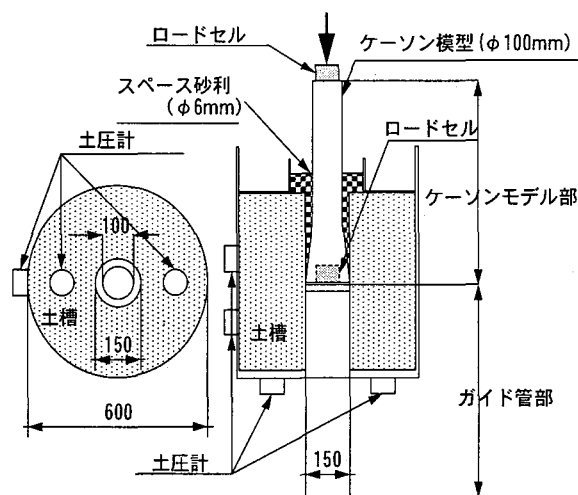
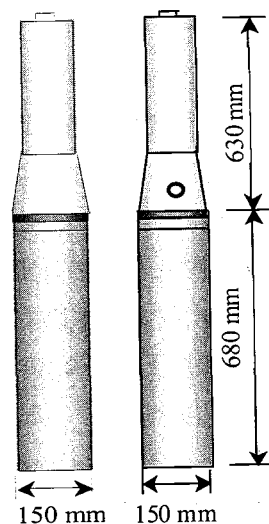


図-3 模型実験装置図

表-1 実験ケース一覧

試験ケース	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	含水比 (%)	沈下速度 ( $\text{mm}/\text{min}$ )	摘要
A1	1.56	4.8	10	排出口の無い SSケーソンの湿潤密度 の影響
A2	1.63	4.7	10	
A3	1.71	4.6	10	
A4	1.75	4.4	10	
A5	1.71	2.7	10	排出口の無い SSケーソンの含水比 の影響
A6	1.72	3.3	10	
A7	1.73	7.5	10	
A8	1.62	5.2	2	
A9	1.62	4.8	10	排出口の無い SSケーソンの沈下速度 の影響
A10	1.62	4.8	30	
B1	1.55	4.3	10	排出口の有る SSケーソンの湿潤密度 の影響
B2	1.65	4.5	10	
B3	1.70	4.6	10	
B4	1.74	4.6	10	
B5	1.65	4.0	10	排出口の有る SSケーソンの含水比 の影響
B6	1.66	4.5	10	
B7	1.66	5.1	10	
B8	1.64	4.5	2	排出口の有る SSケーソンの沈下速度 の影響
B9	1.66	4.5	10	
B10	1.64	4.5	30	



Aタイプ Bタイプ

図-4 ケーソンモデルの模型図

- ①SS ケーソンモデルは、ノーマルモデルより周面摩擦力を著しく低減させることができる。
- ②砂の湿潤密度の増大に伴って周面摩擦力は増大する。
- ③砂の含水比やケーソンモデルの沈下速度は、周面摩擦力にあまり影響しない。

本文では、これらの結果を踏まえ、スペース砂利を排出させる排出口を設け、その効果を前回の排出口を設けなかった場合の結果と比較検証した。以下、その結果について報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験装置

図-3 に模型実験装置図を示す。実験装置は、直径 600mm、高さ 700mm の円筒形の土槽とその土槽内に設置した直径 100mm のケーソンモデル部と直径 150mm のガイド部から構成されるケーソン模型から成る。実験は、上方からケーソン模型を載荷（圧入）し、上部のロードセルから得られる載荷力と下部のロードセルでガイド管に作用する力を各々計測し、その差から土槽に対するケーソンモデル部の周面摩擦力を算定している。また、ケーソンモデル部の排出口の直径は 20mm で、スペース砂利には、直径 6mm のアルミナボールを用いた。

### 2.2 実験パラメータ

図-4 にケーソンモデルの模型図を、表-1 に実験ケース一覧を示す。実験は、排出口の有る B タイプのみ行なったが、排出口の有無による影響を把握するため、排出口の無い A タイプとともに示す。影響要因として、2 種類のモデルに対する砂の湿潤密度  $\rho$  ( $1.55 \sim 1.75 \text{ g/cm}^3$ )、砂の含水比 (2.7~7.5%) およびケーソンモデルの沈下速度(2, 10, 30mm)を選んだ。

## 3. 実験結果

### 3.1 湿潤密度による影響

含水比が 4.3~4.8%、沈下速度を 10mm/min で、上から湿潤密度をほぼ 1.55, 1.65, 1.70, 1.75 ( $\text{g/cm}^3$ )

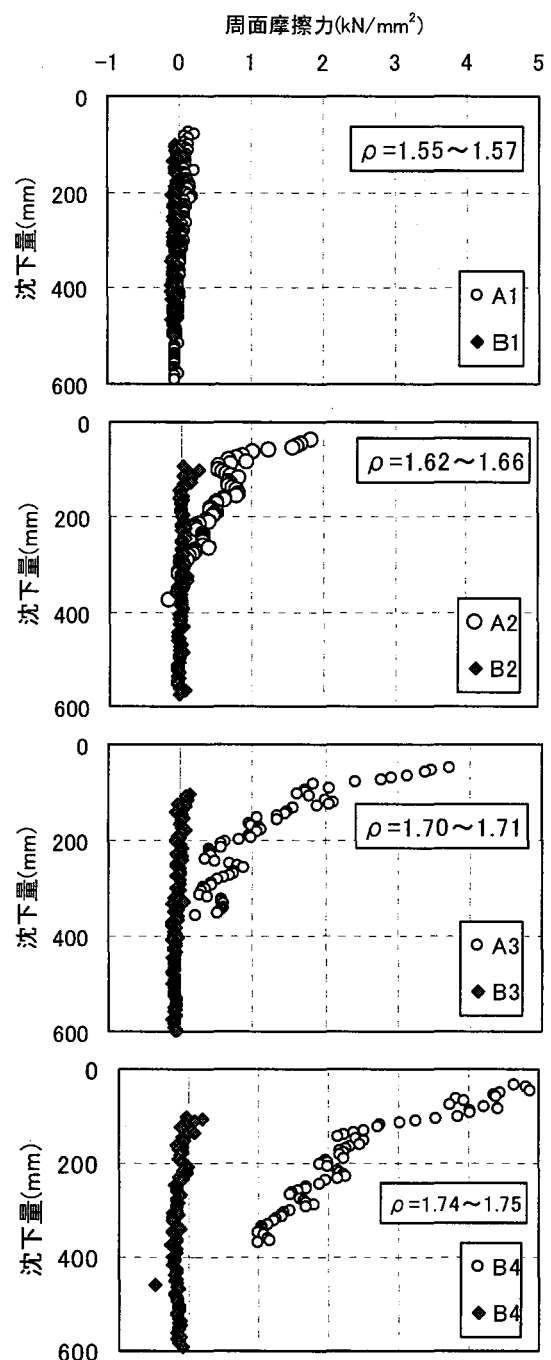


図-5 周面摩擦力 ( $\text{kN/m}^2$ ) と沈下量 (mm) の関係

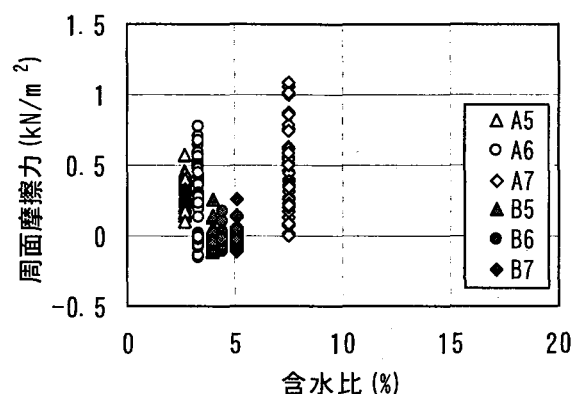


図-6 周面摩擦力 ( $\text{kN/m}^2$ ) と含水比 (%) の関係

としたA、Bタイプの周面摩擦力( $\text{kN/m}^2$ )と沈下量(mm)の関係を図-5に示す。

Aタイプでは、周面摩擦力( $\text{kN/m}^2$ )が、沈下量が小さいほど、もしくは、湿潤密度が大きいほど、増大する傾向がある。

逆にBタイプは、湿潤密度による差異はほとんどなく、 $-0.2 \sim 0.2(\text{kN/m}^2)$ の範囲内で沈下量とともに減少する傾向がある。この理由として、Bタイプの方がスペース砂利のローリング効果が有効に働いているためと考えられる。Aタイプは排出口を持たないため、地盤とケーソンの間に詰まったスペース砂利が排出口から滑り落ちず、スペース砂利のローリング効果が有効に働かず、Bタイプより減少量が小さいものと考えられる。

また、周面摩擦力がわずかに負になっている理由として、求めている周面摩擦力が地盤に対するものであるためと考えられる。これは、ケーソン表面の周面摩擦力から刃口背面に作用するスペース砂利の重さを差し引いた値を示している。従って、沈下が進むとスペース砂利の重さは大きくなり、そしてそのスペース砂利の重さがケーソン表面の周面摩擦力を上回ると、負の値になるものと考えられる。

### 3.2 含水比による影響

湿潤密度を $1.64\text{g/cm}^3$ 前後で、沈下速度 $10\text{mm/min}$ とし、含水比を $2.7 \sim 7.5\%$ と変化させた場合のAおよびBタイプの周面摩擦力( $\text{kN/m}^2$ )と含水比(%)の関係を図-6に示す。排出口のないAタイプの方が大きな値を示しているが、含水比と周面摩擦力との間には、顕著な関係は見られない。

### 3.3 沈下速度による影響

湿潤密度ほぼ $1.62\text{g/cm}^3$ 、含水比 $4.8 \sim 5.2\%$ のAタイプと、湿潤密度ほぼ $1.66\text{g/cm}^3$ 、含水比ほぼ $4.5\%$ のBタイプで、沈下速度を $2, 10, 30\text{mm/min}$ と変化させた場合の周面摩擦力( $\text{kN/m}^2$ )と含水比(%)の関係を図-7に示す。排出口を持たないAタイプの方が大きな値を示す傾向はあるが、沈下速度と周面摩

擦力との間には顕著な関係は見られない。A9の周面摩擦力がやや大きい、その原因は定かではない。

## 4. まとめ

排出口を設けたSSケーソンの室内模型実験結果より以下の知見が得られた。

- ①湿潤密度が増加に伴い、周面摩擦力は増加する傾向がある。
- ②排出口は周面摩擦力を著しく低減させる。
- ③砂の湿潤密度が一定の場合、含水比による周面摩擦力に及ぼす影響は、ほとんど見られない。
- ③砂の湿潤密度が一定の場合、沈下速度によって、周面摩擦力は大きく変化しない。

## 参考文献

- [1]岡本、五味、Myint Htwe、平賀、上西、風間：玉砂利を使用したオープンケーソンに作用する周面摩擦に関する研究(Ⅱ) 埼玉大学地域共同研究センター紀要第2号、2001
- [2]松尾、五味、岡本、三国、風間：SSケーソンの周面摩擦力に関する基礎的研究(その1)、第55回土木学会年次学術講演会概要集、Ⅲ-B.2000.
- [3]岡本、五味、松尾、沖川、風間：SSケーソンの周面摩擦力に関する基礎的研究(その2)、第55回土木学会年次学術講演会概要集、Ⅲ-B.2000.
- [4]岡本、五味、三国、風間：SSケーソンの周面摩擦力に関する基礎的研究(その3)、第56回土木学会年次学術講演会概要集、Ⅲ-B.2001.
- [5]岡本、五味、三国、風間：SSケーソンの周面摩擦力に関する基礎的研究(その4)、第57回土木学会年次学術講演会概要集、Ⅲ-B.2002
- [6]岡本、五味、三国、風間：SSケーソンの壁面に作用する一考察、土木学会 土木建設技術シンポジウム2002 論文集、pp.367-368.2002.
- [7]岡本、五味、Myint Htwe、平賀、上西、風間：玉砂利を使用したオープンケーソンに作用する周面摩擦に関する研究(Ⅲ) 埼玉大学地域共同研究センター紀要第3号、2002