

# 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 (V)

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

中出 睦<sup>1</sup>、五味信治<sup>1</sup>、岩間正人<sup>2</sup>、平賀理<sup>3</sup> 風間秀彦<sup>4</sup>  
Atsushi Nakade<sup>1</sup>、 Shinji Gomi<sup>1</sup>、 Masato Iwama<sup>2</sup>、 Nori Hiraga<sup>3</sup>、  
Hidehiko Kazama<sup>4</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> 埼玉大学大学院 理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

Civil and Environmental Engineering Majors

<sup>4</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 indoor model experiment of the SS caisson model with 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.

### 1. はじめに

SSケーソン工法(図-1)は、ケーソン外周面と地山の間スペース砂利と称する玉砂利を充填し、地山の安定を図りながら、ケーソンに作用する周面摩擦抵抗を低減することで、自重のみで緩やかに、精度よく沈設させるオープンケーソン工法である。

これまで、SSケーソンの周面摩擦力を推定するための模型実験を行ってきた。その結果、以下のことが判明した。

- ① 湿潤密度が増加に伴い、周面摩擦力は大きくなる傾向がある。
- ② 排出口があると、周面摩擦力は著しく小さくなる。
- ③ 砂の湿潤密度が一定の場合、含水比による周面摩擦力への影響は、ほとんど見られない。
- ④ 砂の湿潤密度が一定の場合、周面摩擦力は、沈下速度による影響をほとんど受けない。

\* 〒350-1205 日高市原宿746  
電話：042-985-5655 FAX：042-985-5179  
Email：nakade@rncc.co.jp

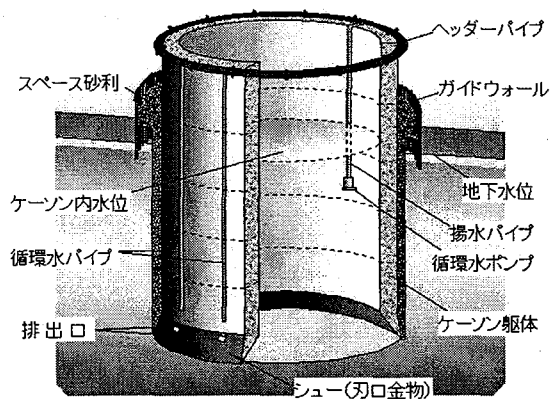


図-1 SS ケーソン工法の概念図

玉砂利の排出口を設けた模型実験では、湿潤密度による差異は顕著に見られず、 $-0.2 \sim 0.2(\text{kN/m}^2)$ の範囲内で沈下量とともに減少し、沈下量がある値になると周面摩擦力が負になる傾向があった。この周面摩擦力が小さくなった理由として、排出口を設けることによって、排出口からスペース砂利が滑り落ちることで、スペース砂利のローリング効果がより有効に作用したためと考えられる。

また、沈下量の増大時に周面摩擦力がわずかに負になる理由としては、求めている周面摩擦力が、地盤に対する摩擦力であるためと考えられる。つまり、ここで求めている周面摩擦力は、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である。したがって、沈下量が進むと、刃口背面に作用するスペース砂利の重さが大きくなり、結果として、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り、負の値になるものと考えられる。このようなことから、刃口背面に作用するスペース砂利の重量が見かけの周面摩擦力に大きく影響する可能性があることがわかった。そこで本文では、刃口部に作用する力に着目して実施した模型実験結果について報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験装置

図-2 に模型実験装置図、写真-1 に模型実験装置を示す。実験装置は、直径 600mm、高さ 700mm の円筒形の土槽と直径 100~150mm の刃口部と直径

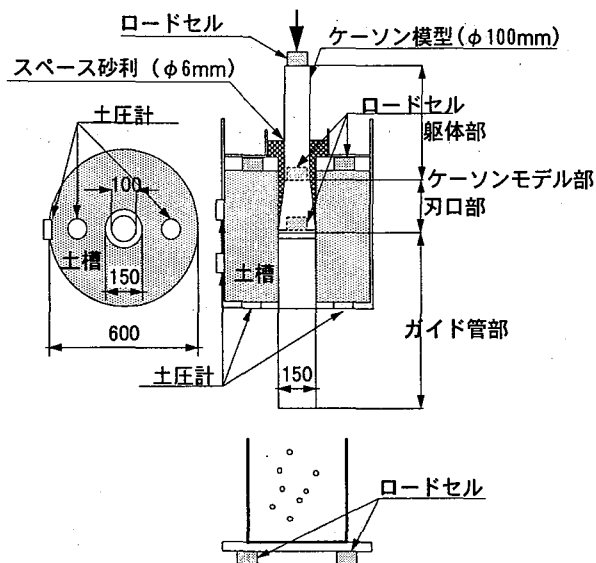


図-2 模型実験装置図

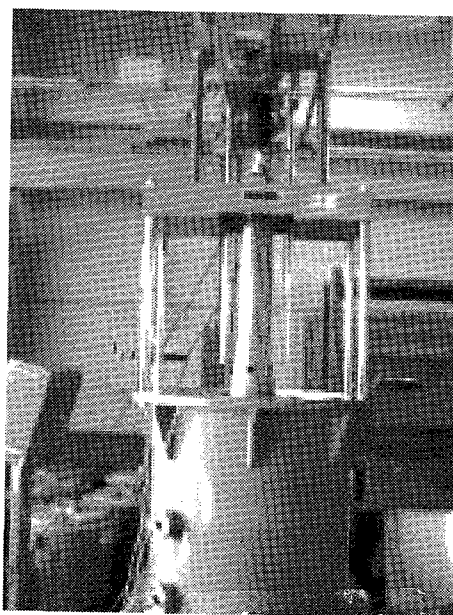


写真-1 模型実験装置

表-1 実験ケース一覧

| 試験ケース | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 含水比 (%) | 沈下速度 (mm/min) | 備考                      |
|-------|-------------------------|---------|---------------|-------------------------|
| A1    | 1.47                    | 4.1     | 10            | 土槽内のスペース砂利の残存重量を計測するタイプ |
| A2    | 1.65                    | 4.5     | 10            |                         |
| A3    | 1.75                    | 4.1     | 10            |                         |
| B1    | 1.51                    | 4.3     | 10            | 刃口部に作用する力をロードセルで計測するタイプ |
| B2    | 1.65                    | 4.4     | 10            |                         |
| B3    | 1.75                    | 4.4     | 10            |                         |

100mm の躯体部からなるケーソンモデル部と直径150mm のガイド部から構成されている。

実験は、上方からケーソン模型を載荷して、上部のロードセルから得られる躯体部+刃口部+ガイド管部に作用する力、ケーソンモデル部の刃口部と躯体部の間に設置したロードセルから得られる刃口部+ガイド管部、ケーソンモデル部とガイド管部の間に設置したロードセルから得られるガイド管部に作用する力を各々計測し、その差から刃口部に作用する力とケーソンモデル部の周面摩擦力を算定した。

## 2.2 実験条件

表-1に実験ケース一覧を示す。実験ケースは、土槽内のスペース砂利の残存重量を求めたAタイプと刃口部に直接作用する力を求めたBタイプの2ケースである。

Aタイプは、以下の手順で土槽内のスペース砂利の残存重量を求めた。

まず、事前に投入するスペース砂利の質量を測り、投入後は写真-2 に示すドーナツ形の板下面に取り付けたロードセルを写真-3 に示す土槽上部に設置することで、土槽上部に貯まったスペース砂利の質量を計測する。さらに、写真-4 に示すように土槽から落下したスペース砂利を受けるバケツの下にロードセルを取り付けた正方形の板を敷くことで、土槽から落下してバケツに貯まったスペース砂利の質量を計測した。

その結果、投入した質量から土槽上部に貯まったスペース砂利の質量と土槽から落下してバケツに貯まったスペース砂利の質量を差し引くことで、土槽内のスペース砂利の残存質量を求めた。

Bタイプでは、刃口部と躯体部の間に設置したロードセルから刃口部に作用する力を直接計測することで、刃口部に直接作用している力を計測した。

実験条件は、含水比や沈下速度があまり影響しないことから<sup>1)</sup>、砂の湿潤密度 $\rho_t$  (1.47~1.75 g/cm<sup>3</sup>)のみとした。ただし、Aタイプでは刃口部と躯体部の間にロードセルは設置されていない。

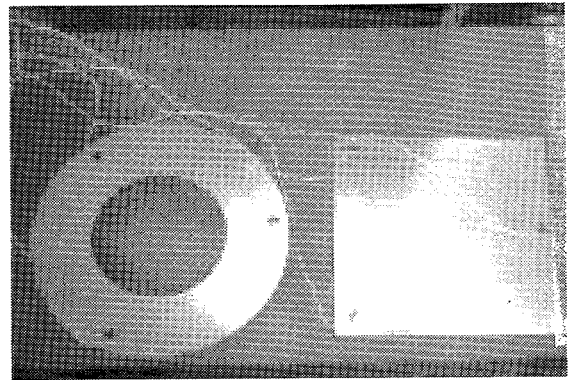


写真-2 ロードセル設置板

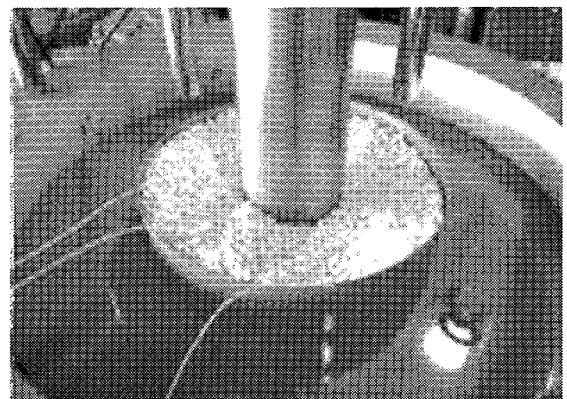


写真-3 土槽上部のスペース砂利重量計測状況

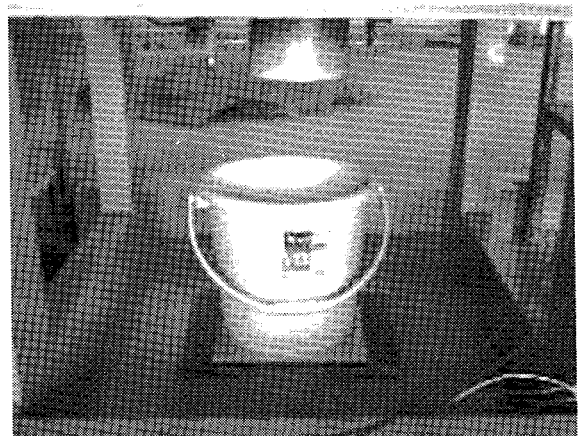


写真-4 落下したスペース砂利重量計測状況

## 3. 実験結果

### 3.1 刃口部に作用する荷重

含水比 4.1~4.5%、沈下速度 10mm/min とし、湿潤密度 $\rho_t$ をほぼ 1.50、1.65、1.75 (g/cm<sup>3</sup>) と変化させた場合の刃口部に作用する力と土槽内のスペース砂利の残存質量と沈下量の関係を図-3 に示す。

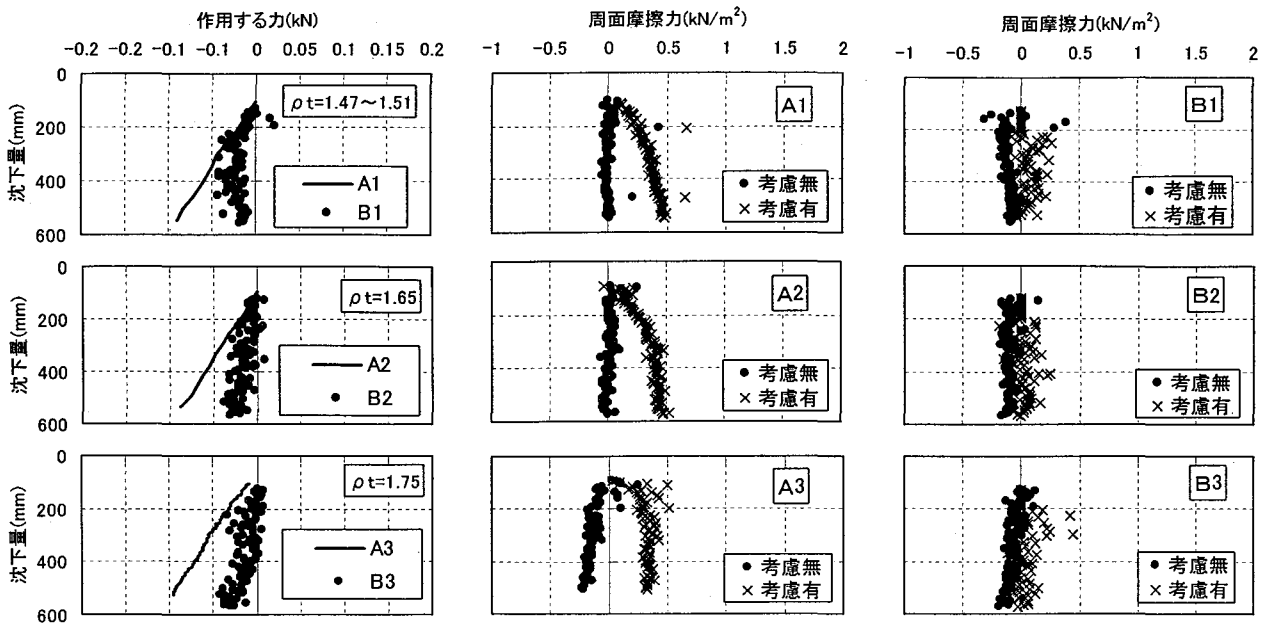


図-3 刃口部に作用する力と沈下量の関係

図から土槽内のスペース砂利の残存重量は、沈下量に比例して増大している。また、刃口部に作用する力も、ある沈下量までは同様な傾向を示している。

刃口部に作用する力は、刃先背面に作用するスペース砂利の残存重量が大部分を占めると考えられたが、土槽内のスペース砂利の残存重量よりかなり小さい。これは、スペース砂利が地盤とケーソンモデル部の間でアーチアクションを起こしているため、刃口背面にスペース砂利の重量が全て作用していないことや刃口部の周面摩擦力などによるものと思われる。

### 3.2 周面摩擦力と沈下量の関係

含水比 4.1~4.5%、沈下速度 10mm/min で、湿潤密度  $\rho_t$  をほぼ 1.50、1.65、1.75 ( $\text{g/cm}^3$ ) と変化させた場合の単位面積当りの周面摩擦力と沈下量の関係を図-4 に示す。

A、B タイプとも、スペース砂利の重量を考慮しない場合、湿潤密度による差はほとんどみられず、 $-0.2 \sim 0.2 (\text{kN/m}^2)$  の範囲内の値を示している。

一方、スペース砂利の重量を考慮した A タイプ（土槽内のスペース砂利の全残存重量が刃口背面に作用していると仮定した場合）は、沈下量の増大に伴って約  $0.4 (\text{kN/m}^2)$  に収束する傾向が見られ、湿

図-4 周面摩擦力と沈下量の関係

潤密度による影響は顕著には見られなかった。

また、スペース砂利の重量を考慮した B タイプ（刃口部に作用する力を差し引き、躯体部だけの周面摩擦力で表した）では、A タイプと比較して、ばらつきはあるものの、ほぼ  $-0.1 \sim 0.3 (\text{kN/m}^2)$  の範囲内の値を示し、密度や沈下量による影響は顕著には見られなかった。

## 4. まとめ

砂質地盤における S S 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 刃口部に作用する力は、スペース砂利のアーチアクション効果や刃口に作用する周面摩擦力などにより、土槽内のスペース砂利の残存重量より小さくなる。

② 刃口背面に作用するスペース砂利の重量は、周面摩擦力に大きく影響する可能性がある。

<参考文献>

1) 中出睦、五味信治、加世田智成、風間彦彦：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)、埼玉大学地域共同研究センター紀要 第 4 号、pp.150-153、2003。