

# 液状化に伴う地盤の側方流動抑止工法に関する実験検討

鹿島技術研究所 正会員 吉迫和生  
正会員 山田岳峰

## 1.はじめに

臨海部水際付近で液状化に伴う側方流動を抑止するためには、水際の抗土圧構造物の変形を抑えるのが効果的である。今回、水際の抗土圧構造物としてケーソン式岸壁を取り上げ、模型実験によりケーソン式岸壁の変形を抑止するのに有効な地盤改良系の各種対策工法について比較検討を実施した。

## 2.実験概要

実験は 1g の重力場において、1/100 の縮尺模型を作製して実施した。模型の概要を図-1 に示す。地盤は豊浦砂を用い、下層地盤、置換砂、背後地盤がそれぞれ表-1 に示す相対密度(Dr)となるように空中落下法により作製した。今回の実験では井合の相似則<sup>1)</sup>に従い、模型の諸量を決定している。間隙流体には粘性を水の約 30 倍に調整したメチルセルロース水溶液を用いた。またケーソン模型はアルミ製の箱で、単位体積重量が  $22\text{kN/m}^3$  となるように中に砂を詰めて調整してある。

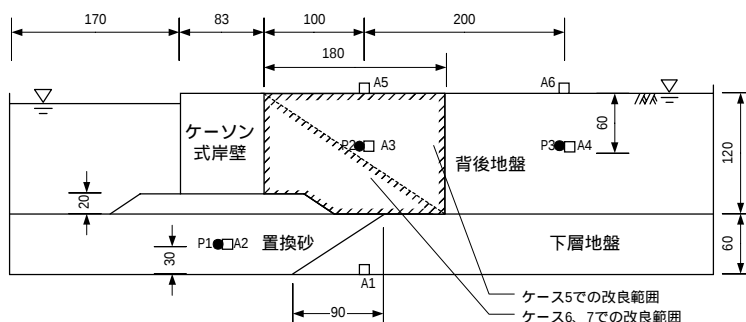


図-1 実験概要 (長さの単位: mm)

表-1 実験条件

|      | 置換砂<br>相対密度 | 背後地盤改良                                      | 入力加速度  |
|------|-------------|---------------------------------------------|--------|
| ケース1 | 50%         | 対策無し(Dr=50%)                                | 127gal |
| ケース2 | 90%         |                                             | 126gal |
| ケース3 | 50%         | 全体を密(Dr=90%)に改良                             | 125gal |
| ケース4 | 90%         |                                             | 125gal |
| ケース5 | 50%         | 地盤高さの1.5倍の範囲を矩形改良(Dr=90%)                   | 116gal |
| ケース6 | 90%         | 地盤高さの1.5倍の範囲を                               | 117gal |
| ケース7 |             | 三角形形状にセメント改良( $q_u=30\sim40\text{kN/m}^2$ ) | 112gal |

下層地盤はすべて Dr=90%とした。

実験上のパラメータは、置換砂、背後地盤の密度、さらに背後地盤の地盤改良の形状とし、全 7 ケース実施した(表-1 参照)。ケース 1 は置換砂、背後地盤ともに緩い基本ケース、ケース 2~7 が何らかの対策を施したケースである。このうちケース 2~4 は密度増大工法を想定し、背後地盤あるいは置換砂の全体の地盤密度を増大させた場合、ケース 5 は背後地盤の一部の密度を増大させた場合である。またケース 6、7 は地盤固化工法を適用し、背後地盤の一部を三角形形状に改良した場合を想定している。ケース 6、7 の地盤固化にはセメント改良を用い、その強度は一軸圧縮強さ  $q_u$  で  $30\sim40\text{kN/m}^2$  程度(実換算で  $3000\sim4000\text{kN/m}^2$  相当)のものである。加振は 10Hz の正弦波を 10 秒間(100 波)入力した。また計測は、加速度(図-1、A1~A6)、間隙水圧(図-1、P1~P3)の他、加振中の地盤模型をビデオにより側面から撮影し、その画像からケーソンに描かれたマーカを読みとりケーソンの変位を算出した。

## 3.実験結果

表-1 に示した様に加振レベルは 112 ~ 127gal と概ね同一条件で実験できた。写真-1 にケース 1(基本ケース)での加振終了後の状況を示す。ケーソンの移動・前傾、置換砂および背後地盤の変形が顕著であり、背後地盤が側方流動を起こしている様子が判る。

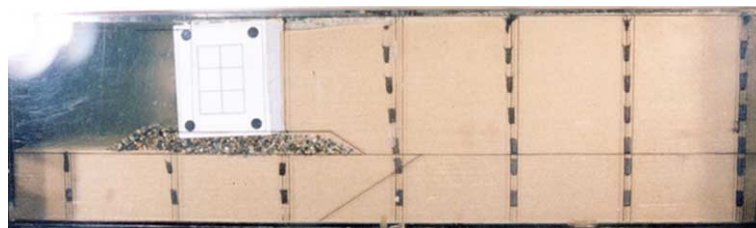


写真-1 ケース 1 加振終了後の様子

キーワード：地震、液状化、側方流動、岸壁

連絡先：〒183-0012 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 土木技術研究部

TEL : 0424-89-7067 FAX : 0424-89-7034

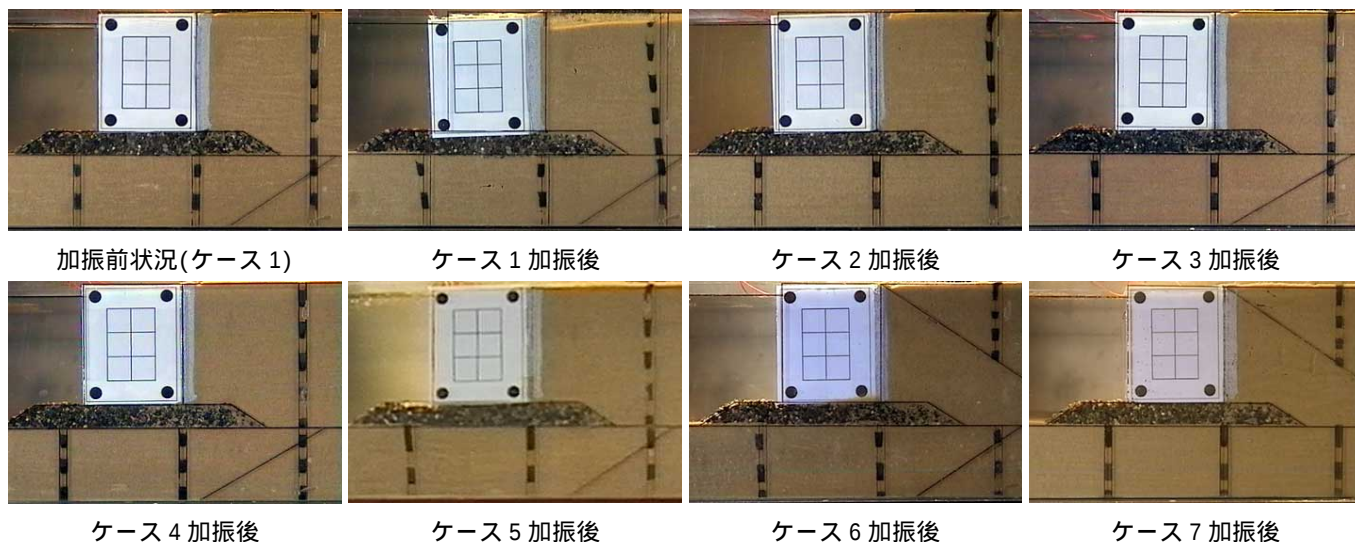


写真-2 加振前状況の例(ケース 1)と各ケースの加振後の状況

写真-2 には加振前状況の例ならびに各ケース加振後の状況を示している。加振後の状況は各ケースともケーソンが前傾するように変形している。

図-2 にはこの画像から読みとったケーソン重心の水平変位を示す。なにも対策をしないケース1ではケーソンの水平変位は14.9mmとかなり大きくなった。これに対して置換砂を密に改良したケース2では水平変位は6mmと半分以下になった。また背面地盤をすべて密にしたケース3では、水平変位は1/10以下となり、さらに置換砂まで密にしたケース4では水平変位はほとんど生じていない。

ケース5で実施した地盤改良範囲は、地盤改良範囲の設計<sup>2)</sup>から求める改良範囲(改良領域の内部摩擦角を $42^\circ$ として122mm)と比較して十分大きなもの(180mm)としたが、その水平変位はケース1の1/4程度との結果になった。また改良範囲をケース5の半分の三角形形状としたケース6でも水平変位はケース5と同程度となり、矩形領域の全面改良でなくても十分な効果があることが判った。ケース7は更に置換砂まで改良した場合であるが、この場合、背後地盤を全面密としたケース4とほぼ同程度の効果がみられた。また今回はデータを示していないが、これらの傾向は鉛直変位についてもほぼ同様の結果となっている。

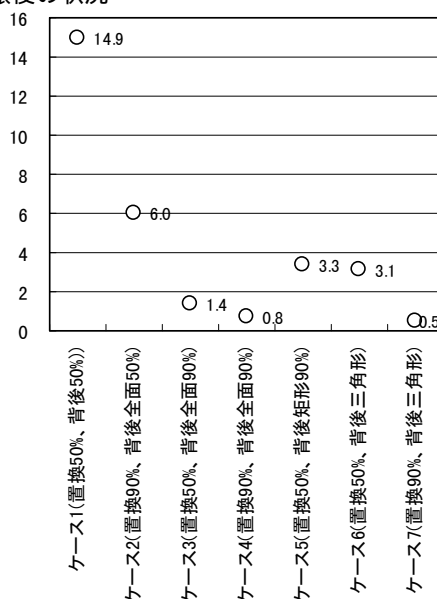


図-2 ケーソン重心水平変位量(単位: mm)

#### 4.まとめ

一連の実験により、ケーソン式岸壁の変形を抑止するための対策工法について、密度増加、セメント系固化工法の効果について検討した。その結果、ケーソン重心の水平変位の大小関係は、

ケース7      ケース4      ケース3      ケース6      ケース5      ケース2      ケース1  
 $\left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 90\%} \\ \text{背後三角形} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 90\%} \\ \text{背後全面 90\%} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 50\%} \\ \text{背後全面 90\%} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 50\%} \\ \text{背後三角形} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 50\%} \\ \text{背後矩形 90\%} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 90\%} \\ \text{背後全面 50\%} \end{array} \right] < \left[ \begin{array}{l} \text{置換砂 50\%} \\ \text{背後全面 50\%} \end{array} \right]$

となり、今回の実験の場合、置換砂の改良よりも背後地盤の改良の方が効果がある結果となった。また、部分改良の範囲が矩形でなく、その半分の体積の三角形形状でも十分な対策効果があることが確認された。ただし、これらの効果については置換砂層の厚さも関係すると考えられるので、今後の検討課題である。

今後、更にいくつかの対策工法についての効果を確認する実験ならびに解析を実施する予定である。

参考文献 1)井合進:1g 場での地盤-構造物-流体系の模型振動実験の相似則、港湾技術研究所報告、第27巻、第3号、1988

2)(財)沿岸開発技術センター:埋立地の液状化対策ハンドブック、pp.198～pp.205、平成5年3月