

## 背後地盤の拘束圧の増大により耐震性能を向上させた重力式護岸に関する実験

五洋建設(株) 正会員○田村 保  
正会員 吉田 誠

## 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、大きな慣性力および背後地盤の液状化等の影響により重力式護岸が多数被災した。そこで著者らはこのような強大な地震動を想定した場合でも高い耐震性能を有する新しい護岸構造の開発を試みた。本研究はケーソン式護岸背後に地盤をサンドイッチ状に挟んだ板状構造物を設置しアンカー等により引っ張ることで地盤の拘束圧を増大させ、さらに板状構造物をケーソン背後上下端に結合することにより、ケーソンに作用する土圧の低減およびケーソンの滑動安定性、転倒安定性の向上を図る構造を提案することを目的としている。今回は提案する構造に関する模型振動実験を行うことにより、ケーソンの地震時滑動安定性について検討を行った。

## 2. 実験概要

本実験に用いた土槽は、長さ 3m、幅 0.6m、高さ 1m の箱形の剛土槽である。土槽内部の状況を確認するために土槽長手方向側面には透明なアクリル版を使用している。土槽底面には砕石（5号）を投入することにより層厚 0.1m の支持層を形成した。その上に長さ 0.6m、幅 0.6m 高さ 0.8m のケーソン模型を設置した。ケーソン背後には砕石（5号）を投入することにより層厚 0.8m の模型地盤を作製した。ケーソン背後上下端部には地盤をサンドイッチ状に挟むようにしてそれぞれ長さ 0.6m、幅 0.56m、厚さ 10mm の鉄板を設置し、鉄板同士を 9本の鉄筋（ $\phi 8\text{mm}$ 、3列 $\times$ 3列）でつないだ。鉄筋には引張力を与えて地盤拘束圧を増大させた。土槽、ケーソン模型、鉄板および背後地盤に加速度計、変位計、荷重計を所定の位置に設置した。図-1に実験模型図および計測機器配置図を示す。また表-1に計測機器の計測内容を示す。実験は、ケーソン背後に何も設置しない場合（CASE-1）、鉄板により背後地盤の拘束を行うがケーソンと鉄板を結合しない場合（CASE-2）、鉄板により背後地盤の拘束を行いさらにケーソンの上端部・下端部ともに鉄板と接続する場合（CASE-3）の3ケースについて行った。加振入力波は土槽長手方向に 10Hz10波の SIN 波として与え、最大値を 100Gal から 50Gal 刻みで増加させた段階載荷とした。また加振条件以外 CASE-3 と同じ実験条件で加振入力波を

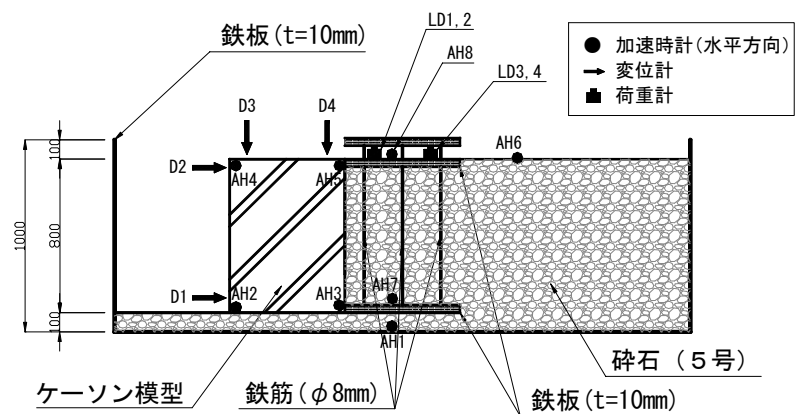


図-1 実験模型図及び計測機器配置図

表-1 計測機器の計測内容

センサ名	計測内容
加速度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力加速度（テーブル上に1個）</li> <li>ケーソン水平応答加速度（前後上下に計4個）</li> <li>鉄板水平応答加速度（上下各鉄板に1個ずつ計2個）</li> <li>背後地盤地表面水平応答加速度（地表面に1個）</li> </ul>
変位計	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーソン水平応答変位（前面上下に1個ずつ計2個）</li> <li>ケーソン鉛直応答変位（上部前後に1個ずつ計2個）</li> </ul>
荷重計	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤の拘束圧（上部鉄板と地表面の間に計4個）</li> </ul>

表-2 実験ケース一覧

実験ケース	加振入力波	鉄板による拘束の有無	ケーソンと鉄板の結合の有無
CASE-1	SIN波10Hz10波	なし	なし
CASE-2	最大値100Galから50Gal刻みで増加させた段階加振	あり	なし
CASE-3		あり	ケーソン上下端ともあり
CASE-4	SIN波10Hz10波800Gal	あり	ケーソン上下端ともあり

（CASE-3）の3ケースについて行った。加振入力波は土槽長手方向に 10Hz10波の SIN 波として与え、最大値を 100Gal から 50Gal 刻みで増加させた段階載荷とした。また加振条件以外 CASE-3 と同じ実験条件で加振入力波を

Keyword 重力式護岸, 模型振動実験, 耐震, 拘束圧

連絡先：〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 tel : 0287-39-2111 fax : 0287-39-2133

10Hz10 波最大加速度 800Gal の SIN 波とした実験 (CASE-4) を追加して行った。表-2 に実験ケース一覧を示す。

### 3. 実験結果及び考察

図-2 に CASE-1~CASE-4 における各加振加速度最大値とケーソン天端(D2)水平変位量の関係を示す。図-2 をみると、背後地盤の拘束がない CASE-1 では、最大入力加速度が 200Gal 付近の時ケーソンの水平変位量が急増していることが分かる。同様に、背後地盤を鉄板により拘束しているがケーソンと鉄板を結合していない CASE-2 では、最大入力加速度が 300Gal 付近の時、背後地盤を鉄板により拘束してなおかつケーソンと鉄板を結合している CASE-3 では、最大入力加速度が 700Gal 付近の時ケーソンの水平変位量が急増していることが分かる。また CASE-1 と CASE-2 を比較すると、CASE-2 は CASE-1 より地震時の滑動安定性が若干高いことが分かる。これはケーソン背後地盤の拘束圧力の増大によりケーソンに作用する土圧が低減されたことが原因として考えられる。CASE-1,2 と CASE-3 を比較すると、CASE-3 は CASE-1,2 より地震時の滑動安定性が非常に高いことが分かる。これはケーソンと背後地盤が一体となり、下部鉄板に作用する摩擦力が滑動抵抗力として付加されたことが原因として考えられる。

さらに加振条件以外 CASE-3 と同じ実験条件で加振入力波として最大加速度 800Gal の一発加振を行った CASE-4 では最大入力加速度が約 800Gal と大きな値であるにもかかわらずケーソンの水平変位はほとんど発生しなかった。図-3 に CASE-2~CASE-4 における各加振加速度最大値と地盤拘束圧力(LD1~LD4)の関係を示す。図-3 をみると、全てのケースにおいて段階的に加振を行うに従って地盤拘束圧が減少しており、拘束圧力が 0 になる時にケーソンの水平変位量が大きくなっていることが分かる。また、CASE-3 と CASE-4 を比較すると CASE-3 では拘束圧力がほとんどゼロであるのに対して CASE-4 では約 400Mpa であった。この違いが図-2 の最大入力加速度約 800Gal の時に CASE-3 ではケーソンに大きな変位が生じたのに対して CASE-4 ではほとんど変位が生じなかったことの原因であると考えられる。

### 4. まとめ

ケーソン背後上下端部に地盤をサンドイッチ状に挟むように設置した板状構造物により背後地盤の拘束圧を増大させた護岸構造物について模型振動実験を行い、以下の知見が得られた。

- 1) 背後地盤の拘束圧を増大させるとケーソンの滑動安定性は大きくなる。
- 2) 更に地盤を拘束する板状構造物をケーソンと結合して一体化するとケーソンの滑動安定性は著しく大きくなる。
- 3) しかし板状構造物による地盤の拘束圧が非常に小さくなるとケーソンの滑動量は大きくなる。

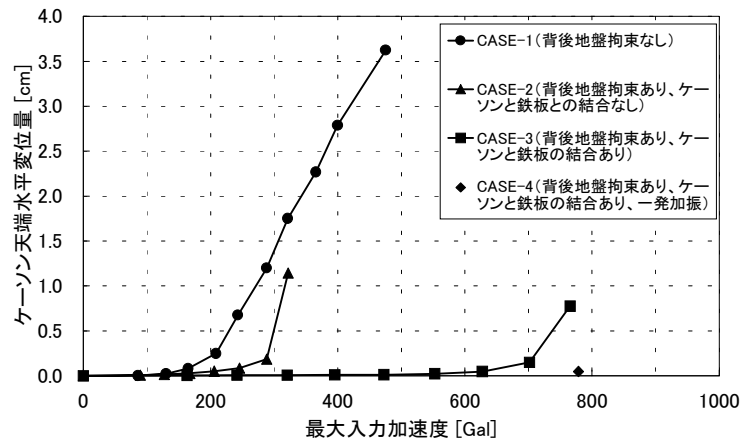


図-2 各ケースにおける最大入力加速度(AH1)とケーソン天端水平変位量(D2)の関係

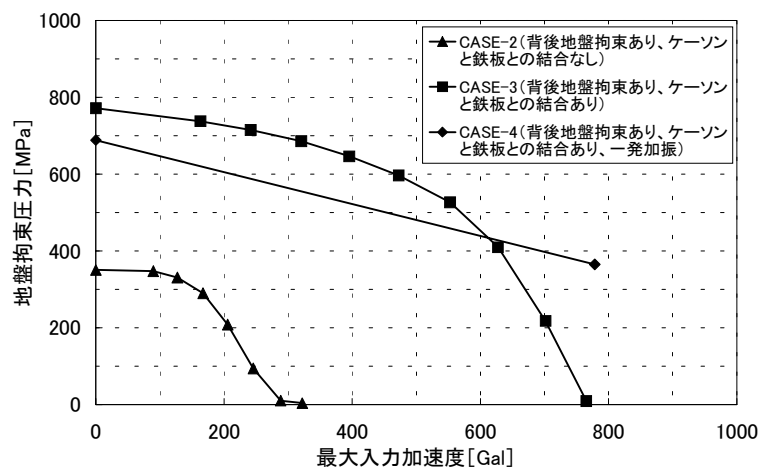


図-3 各ケースにおける最大入力加速度(AH1)と地盤拘束圧力(LD1~LD4)の関係