

Ⅲ - A 109 地震時のケーソン護岸と護岸背面地盤の変形挙動に関する遠心振動実験

東洋建設 正会員 佐藤 毅 東洋建設 正会員 鶴ヶ崎 和博  
東洋建設 正会員 三宅 達夫 東洋建設 齊脇 伸英

1. まえがき

地震時のケーソン護岸の変形と護岸背面地盤の液化による変形に関しては、現場調査をはじめ幾つかの実験が行われている。本報告では、置換砂および捨石マウンドを有するケーソン護岸に対する遠心振動実験を行い、振動直後から振動中におけるケーソンおよび護岸背面地盤の変形挙動を調べたので報告する。

2. 実験方法

実験試料は「家島産のまさ土」であり、あらかじめ2mm以下に粒度調整したものをを用いた。図-1に実験に使用した試料の粒度分布を、表-1にその物理的性質を示す。図-2にケーソン護岸断面の概略図を示す。まさ土は護岸背後地盤および置換砂に用い、地盤は相対密度 $D_r=70\%$ を目標にして作製した。また、置換砂周辺と護岸背面地盤の下層に非液化化層として粘土地盤を配置した。計測項目は図-2に示すように、護岸背面および置換砂中の間隙水圧、ケーソン天端の加速度およびケーソン天端とケーソン背面から1.5m離れた地表付近の水平変位である。表-2に実験ケースの一覧を示す。実験では、ケーソン背面に裏込石を配置した場合と配置しなかった場合についてケーソンおよび護岸背面地盤の変形挙動を調べた。なお、ケーソン背面の土圧は、裏込石がない場合に関してのみ計測した。なお、全ての実験において遠心加速度は50gで行い、間隙水はセロース系の水溶液により粘性を50倍に合わせた。入力波は振動数50Hzの正弦波で入力波数は約20波、加振加速度は約200galに設定した。また、加振方向は断面に対して平行に作用させるものとした。

3. 実験結果

以下に示す実験結果はすべて実物規模に換算した数値で示す。

図-3に代表例として実験No1-1におけるケーソン天端の加速度時刻歴を示す。図より、加振加速度が約200galであるの対し、ケーソン天端ではその約2.25倍程度の450galが作用している。これは、ケー

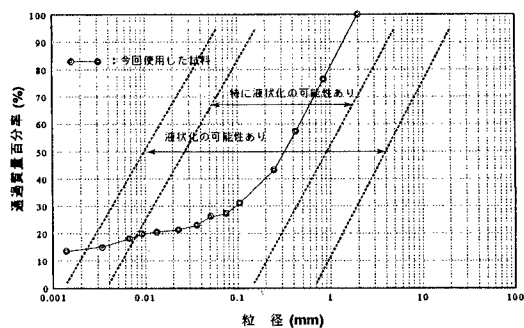


図-1 ; 粒度分布 (港湾の基準を盛り込んだもの)

表-1; 使用したまさ土の物理特性

土粒子の密度 $\rho_s$ ( $g/cm^3$ )	最大密度 $D_{max}$ ( $g/cm^3$ )	最小密度 $D_{min}$ ( $g/cm^3$ )	平均粒径 $D_{50}$ (mm)
2.651	1.658	1.255	0.32

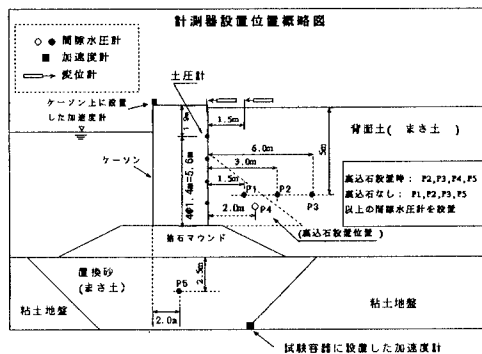


図-2 模型地盤の断面図(実物規模換算)

表-2 ; 実験ケース

実験番号	地盤状況	背面土 相対密度(%)	置換砂 相対密度(%)
No.1-1	裏込石あり	57.5	70.6
No.1-2	裏込石あり	71.1	88.9
No.2-1	裏込石なし	80	69.3
No.2-2	裏込石なし	65.2	63.5

ソングが重力式構造物であり、本実験の加振方向が護岸断面に平行であることからケーソンにかかる慣性力は非常に大きかったものと思われる。図-4に裏込め石のある場合の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。図より、ケーソン背面のP-3および置換砂中のP-5はどちらも0.6程度の過剰間隙水圧比を示しており、完全に液化化はしていないものの地盤の強度低下は起こしたものと考えられる。それに対して、裏込め石内のP-4は負圧をとまなう過剰間隙水圧の振幅が観測され、過剰間隙水圧の絶対的な増加は0.2程度であった。これは、透水係数の大きい裏込め石が、液化化した背面地盤の排水層として作用するためであると考えられる。一方、図-5に裏込め石のない場合のP-1～P-3についての過剰間隙水圧の時刻歴を示す。図より、ケーソン背面から1.5m離れたP-1以外は、上述した裏込め石のある場合のP-3と同様に0.6程度の過剰間隙水圧比が発生しており地盤の強度低下が起きたと考えられる。そこでこの地盤の強度低下がケーソンと背面地盤の変形挙動にどのように関わったかを検討する。図-6に裏込め石がある場合とない場合のケーソンと背面土の変位の時刻歴を示す。図より、裏込め石がある場合の背面地盤の変形は、ケーソンが前面に変位し始めた後から起こっていることがわかる。それに対して、裏込め石のない場合の背面地盤の変形は、ケーソンの変位と殆ど同時に起こっており、明らかに裏込め石の有無による変形挙動の違いがあることが分かる。これは、前述したように裏込め石がケーソン背面での排水層の役目を担い、地盤強度低下による流動化をある程度抑止しているためであると思われる。一方、裏込め石のない場合は地盤強度低下による流動化を抑止するものがなく、そのためケーソンと背面地盤が殆ど同時に変形したと思われる。しかし、図-5に示したケーソン背面から1.5m離れたP-1の過剰間隙水圧比がP-2、P-3より小さいことから、ケーソンが背面地盤より早く変位することによってケーソン背面付近に負圧が作用し、結果として過剰間隙水圧比が小さくなったと考えられる。また図-6に示した土圧の時刻歴から、加振開始と同時に土圧が低下する傾向にあることから、背面土に押されることによるケーソン変位の傾向はなかったものと思われる。

4. あとがき

今回報告した地震時のケーソン護岸の変形挙動に関する遠心実験は、ケーソン背面の土圧や、背面地盤の変形に関する詳細なデータを得るために行った。今後、背面地盤の密度や土質等をパラメータとした実験を行っていく予定である。なお、本報告は、「地震時の地盤・土構造物の流動性および永久変位に関する研究委員会」（地盤工学会）に関連して行った実験の一部を報告したものである。

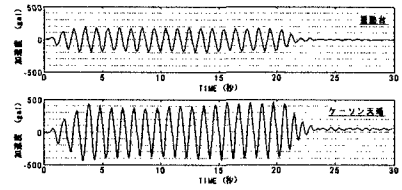


図-3 裏込め石のある場合の加速度の時刻歴応答

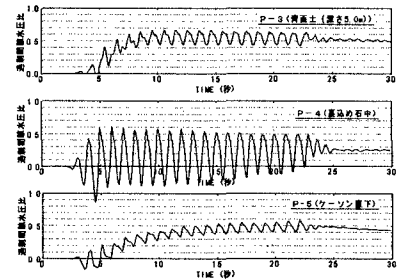


図-4; 過剰間隙水圧比の時刻歴応答(裏込め石あり)

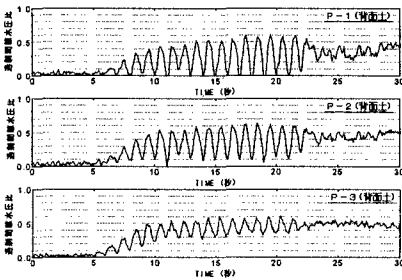
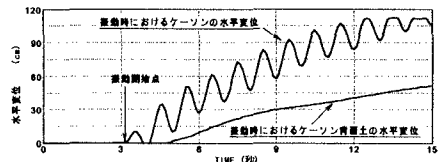
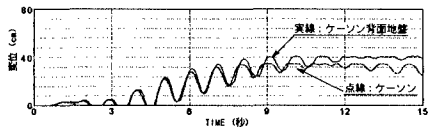


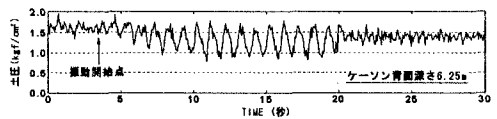
図-5; 裏込め石のない場合の過剰間隙水圧比の時刻歴応答



a) ケーソンおよび地盤の変位(裏込め石あり)



b) ケーソンおよび地盤の変位(裏込め石なし)



c) 振動時の土圧(裏込め石なし)

図-6; ケーソンおよび地盤変位の時刻歴と裏込め石のない場合のケーソン背面の土圧の時刻歴