

Ⅲ-A134

上下動がケーソン式岸壁の挙動に及ぼす影響

金沢大学大学院自然科学研究科 学生員 中川浩明
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

1 はじめに

兵庫県南部地震では、神戸港においてケーソン式岸壁が大きな被害を受けた。その被害形態はケーソンの海側への移動、前傾、沈下などであり、背後地盤が陥没するなどの被害も見られた。今回の地震は過去の地震と比べても上下動が大きかったので、上下動がケーソン変位に影響を及ぼしたことが考えられる。そこで、本研究では上下・水平両方向同時加振可能な振動台を用いて、特に、上下動の影響に注目してケーソン式岸壁の模型振動実験を行い、被害原因を明らかにする。

2 実験概要

実験に用いたケーソン式岸壁模型の概要を図 1 に示す。この模型は六甲アイランド魚崎浜側の岸壁の長さの縮尺比を 1/50 としたものである。振動台上に鋼製の砂箱（長さ 2,000mm×幅 900mm×高さ 1,200mm）を設置し、砂箱内に模型地盤を作成した。ケーソン背後地盤、置換砂層には珪砂 5 号（平均粒径 $D_{50}=0.4\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=1.7$ ）、マウンドには砕石 5 号（最大粒径 $D_{max}=25\text{mm}$ ）を用いた。ケーソン模型はコンクリート製（比重 $G=2.3$ ）であり、実際のケーソン岸壁の比重に近いように作成した。測定用ケーソンとダミーケーソンの隙間には隙間テープを貼り、砂の流出を防いでいる。基礎地盤（ $D_r=0.90$ ）は十分な締固めを行い液状化しない地盤を作成した。基礎地盤上には水の進入を防ぐためベントナイトの層を作成した。背後地盤、置換砂層は水中落下法により作成したゆる詰め地盤（ $D_r=0.31$ ）である。入力加速度は 3Hz の正弦波であり、加振時間は 5 秒である。水平動の砂箱加振方向はケーソン法線平行方向である。砂箱に設置した加速度計で入力加速度を計測し、地盤内に設置した水圧計で過剰間隙水圧を、加速度計で応答加速度をそれぞれ計測した。さらに、レーザー変位計（測定限界 5cm）でケーソンの変位量を計測した。レーザー変位計の測定限界が 5cm であるので、ケーソン変位に 5cm 以上の変位が生じた場合には、定規で最終変位量を測定している。

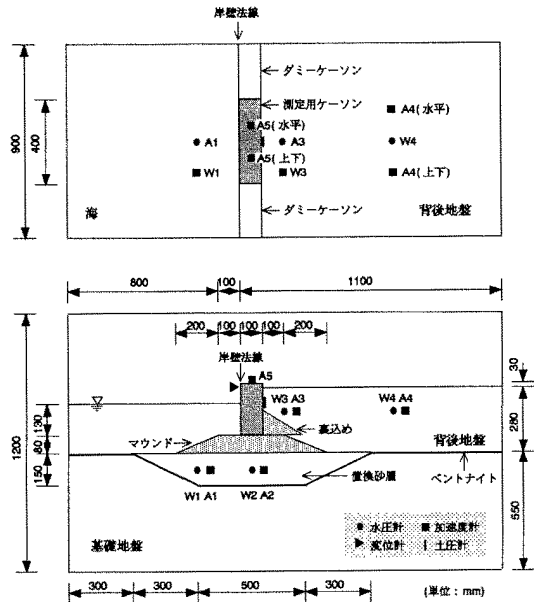


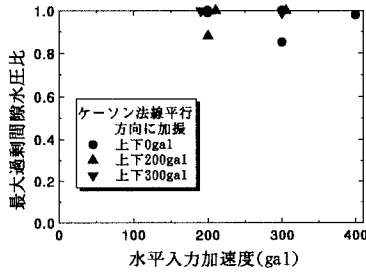
図 1 実験概要図

3 上下動がケーソンの挙動に及ぼす影響

この実験では上下動の影響を調べるために、水平動のみの場合と水平動に加え上下動を入力した場合の両者について実験を行った。まず、図 2 に背後地盤（ W_4 ）の過剰間隙水圧比の最大値を示す。同図によれば、過剰間隙水圧比はほぼ 1 に近い値を示しており、上下動の大きさにかかわらずに背後地盤が同程度に液状化していることがわかる。すなわち、水平動のみで背後地盤は液状化しており、そこに上下動が加わっても液状化の程度は変わ

キーワード：模型振動実験、上下動、ケーソン式岸壁、液状化

連絡先：〒920-8667 金沢市小立野 2 丁目 40 番 20 号 TEL 076-234-4656 FAX 076-234-4644


図2 背後地盤 (W_2) の最大過剰間隙水圧比

らないといえ、上下動が背後地盤の液状化に及ぼす影響はこの実験ではわからなかった。そこで、図3に入力加速度とケーソンの変位量との関係を示す。同図によれば、水平入力加速度の増加に伴い、ケーソンの変位量が增大していることがわかる。すなわち、この実験では加振方向がケーソン法線平行方向であり、ケーソンの傾斜可能な方向に慣性力が作用しておらず、ケーソンを変位させる要因としては背後地盤の流動の影響だけであり、実際に水平入力加速度により背後地盤地盤の流動量に違いが見られたので、このことによりケーソン変位が増加したものと考えられる。また、上下動の大きさによりケーソン変位に違いが見られ、背後地盤の流動に上下動が影響しているとも考えられる。次に、これまでの実験では上下動は水平動と同じように正弦波で繰り返し加振していたが、上下動の影響を顕著に見るために、水平動が最大値となるとときに上下動が最大値となるように上下動を1波だけ加える実験を行った。このとき、水平動は最大約250galで3Hzの正弦波であり、加振時間は5秒間である。図4に上下入力加速度とケーソン水平変位の関係を示す。図3の水平300gal、上下200、300galではケーソン変位がそれぞれ約5cm、8cmになっている。それに対して、図4では水平250gal、上下600galでケーソンが約5cm変位しており、大きな上下動が1波だけ加わってもケーソンが大きく変位することがわかった。そこで、図5に上下入力加速度とケーソン水平変位の時刻歴を示す。ケーソンの水平変位に注目すると、水平入力加速度によりケーソンが変位しているが大きな上下動が1波加わったときに、ケーソンが大きく変位しているのが見られる。すなわち、上下動が-800gal入力された後にケーソン変位が2cmから3cmへと約1cm変位していることがわかる。このことは、次のように説明できる。上下動が負の値をとるとき、砂箱は下向きに変位している。このとき、ケーソンにはその重量を軽くするような慣性力が加わることになる。すなわち、上下動により、ケーソンの見かけの重量が軽くなりそのとき液状化した背後地盤がケーソンを押し、ケーソンの変位量が大きくなるものと考えられる。そして、その上下動が大きければ大きいほどケーソンに作用する上下方向の慣性力が大きく、ケーソンをより変位させるものと思われる。

4 結論

この実験では、上下動がケーソンに及ぼす影響と背後地盤の液状化に及ぼす影響について検討した。背後地盤の液状化に及ぼす影響についてはこの実験ではわからなかったが、上下動はケーソンの重量を軽くするような慣性力として働く瞬間があるという点でケーソンに影響していることがわかった。

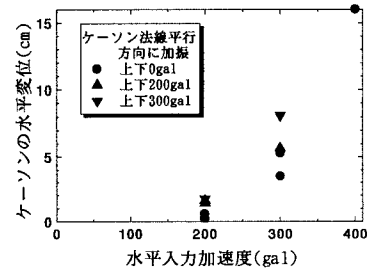


図3 入力加速度によるケーソンの変位量

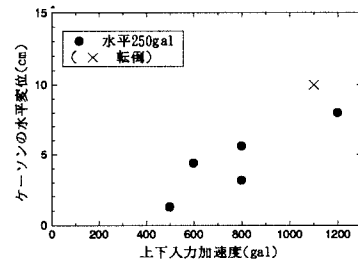


図4 上下動によるケーソンの変位量

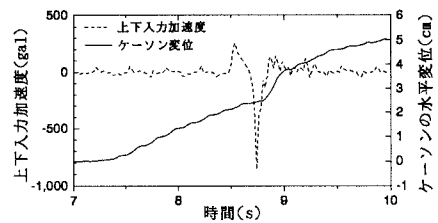


図5 上下入力加速度とケーソン変位の時刻歴