

岸壁の地震時挙動に関する模型実験について

熊本大学大学院	学生員	○今中 康貴
熊本大学工学部	正会員	秋吉 卓
八代工業高等専門学校	正会員	湊田 邦彦
熊本大学工学部	正会員	松本 英敏
熊本大学工学部		古賀 誠一

1. はじめに

地震時における重力式ケーソン岸壁の被害形態は、ケーソン本体が海側へ変位し、それに伴って背後地盤が陥没・沈下することが多く、兵庫県南部地震（1995 年）でも同様の被害が多く見られた¹⁾。しかしケーソンの海側への変位は、背後地盤の液状化による主働土圧の増加によるものか、慣性力によるものかについては未解明の点が多い。そこで本研究では、ケーソン式岸壁を対象とした振動台実験を行い、ケーソン背後地盤の主働土圧を 2 種類の方法で測定し、ケーソンの海側への変位量と主働土圧との関係とともに、締固め地盤改良の効果について明確にすることを目的とした。

2. 模型実験概要

実験概要は図-1 に示す通りで、砂層中の加速度計、水压計、土圧計の各センサーの取り付け位置も示している。平面図より今回の実験では、地盤を砂層奥行き方向に仕切り板により 3 分割しており、ケーソンに直接背後地盤の土圧がかかるケースと、ケーソン背後に固定壁を設置し、この固定壁に土圧がかかるケースの実験を同時に、かつ独立して行えるようにした。

実験に用いた相似則は、井合が提案した 1g 場での地盤-構造物-流体系に関する模型振動実験の相似則²⁾を適用し、長さの縮尺を 1/100（模型/原型）に設定した。この場合、透水係数に対する相似則も満足する必要があるので、間隙水にはメチルセルローズ水溶液を用いて粘度を高めた。また、置換砂層、裏込め砂層には豊浦標準砂を使用している。

入力波は 50Hz の sin 波を、砂層長尺方向に最大加速度 100gal、200gal のステージ加振として入力した。また、過剰間隙水圧を消散させるために、100 gal の加振終了後、約 20 分放置した。

実験は、図-2、表-1 に示すように 4 パターン 8 ケースで行った。Case1 と Case5、Case2 と Case6、Case3 と Case7、Case4 と Case8 が裏込め地盤があるなしの違いで、それぞれ同じ入力となっている。地盤の相対密度は、無対策地盤が約 50%、改良地盤は約 80%となるように作成した。

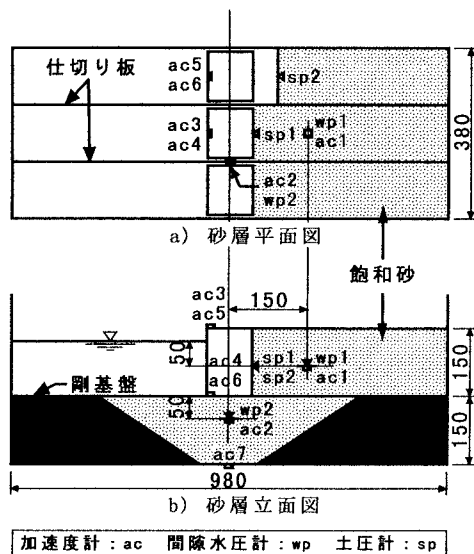


図-1 実験断面概要（単位：mm）

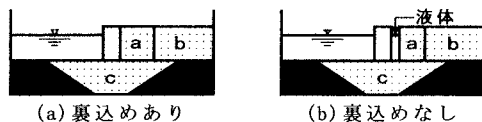


図-2 実験ケース

表-1 実験ケース

改良域		なし	a	a, b	c
ケース No.	裏込めあり	1	2	3	4
	裏込めなし	5	6	7	8

3. 実験結果

図-3は、中央ケーソン天端における残留水平変位量を示しているが、無対策地盤のCase1の変位量が一番大きく、次いでCase4、Case2、Case3の順になっている。裏込め砂の過剰間隙水圧比は、Case2とCase3の改良地盤では0.1~0.5となったのに対し、Case1、Case4の無対策地盤では0.7~0.9とかなり水圧が上昇した。これらの結果より、裏込め砂の液状化を抑制することが、ケーソンの水平変位抑制効果が最も高いといえる。また、Case4はCase1と同様に裏込め砂を締め固めないケースであるが、Case4は置換砂層を締め固めているため、この部分での水圧上昇が押さえられたことにより、変位が小さくなったものと考えられる。

図-4は裏込めがあるケースで、ケーソン背後（土圧計：sp1）で測定した土圧の最大値を示したものである。この図を見る限りではケーソンの水平変位量と背後地盤の主働土圧は対応していないと言える。これはケーソンが移動しながら土圧を測定しているためであると考えられる。

そこで、固定壁（土圧計：sp2）で測定した土圧の最大値を図-5に示す。この図より固定壁で測定した土圧はケーソンの水平方向残留変位（図-3）と同様の傾向となっていることが分かる。

以上のことから、ケーソンには、固定壁にかかる大きな液状化した主働土圧が瞬時に作用して、ケーソンを海側に押し出す大きな要因になっていることが分かった。

4. 結論

以上から得られた結果を以下にまとめる

- ①ケーソンの海側へのはらみ出しの要因は、液状化した背後地盤の主働土圧によるところが大きい。
- ②ケーソンの海側へのはらみ出しを抑制するには、置換砂層を改良するより、背後地盤を改良したほうが液状化に伴う主働土圧の増加を抑制できるため有効である。

参考文献

- 1) 稲富隆昌・善功企・外山進一他：1995年兵庫県南部地震による港湾施設等被害報告，港研資料，No. 857，1997.5.
- 2) Susumu Iai：Similitude for Shaking Table Tests on Soil-Structure-Fluid Model in 1g Gravitational Field，REPORT OF THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE，Vol.27，No.3，1988.9.

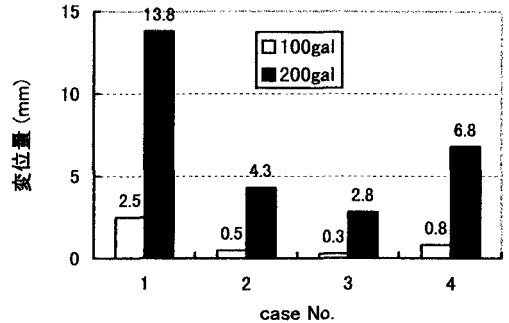


図-3 中央ケーソンの水平方向残留変位（裏込めあり）

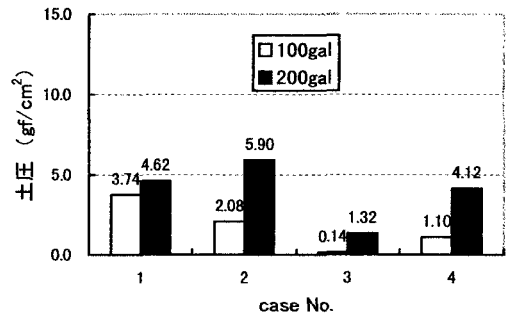


図-4 中央ケーソン背後の主働土圧（土圧計：sp1；裏込めあり）

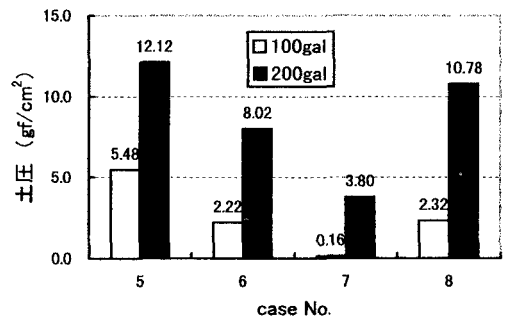


図-5 固定壁にかかる主働土圧（土圧計：sp2；裏込めなし）