

Ⅲ - A148 補強材の敷設による埋立地盤の液状化変形抑止効果の検討

前田工織(株) 笠原 清磨 片岡 英一
 ○パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 山下 修平
 福井大学 工学部 正会員 小嶋 啓介
 木原建設(株) 沖野 尚美

1. まえがき

兵庫県南部地震では、ポートアイランドに代表される埋立地盤において、護岸のはらみ出し、裏込め地盤の沈下など、液状化が要因と思われる大規模な被害が認められた。本報告では、ケーソン護岸による埋立地盤模型に対する液状化シミュレーション実験を行い、ジオシンセティックを用いた補強土工法の液状化時の変形抑止効果、基礎地盤の傾斜の影響などに関する検討を行った結果を報告する。

2. 実験方法

液状化実験に用いた土槽を図-1に示す。幅120cm、高さ50cm、奥行き40cmの土槽内に作成した模型地盤は、埋立地盤の護岸部分を想定しており、図-1の左側から埋立地盤、ケーソン、海水をモデル化している。ケーソン模型はコンクリート製であり、ポートアイランドで使用されたものと相似形で比重も同じになるようにしている。模型地盤は、はじめに厚さ10cmの基礎部分の砂を投入し、傾斜をつけない場合は4Hz400galの正弦波で約40秒間加振し、傾斜をつける場合は地盤を木槌で叩いて締め固めて作成した後、ケーソンを設置し、土槽中に20cm程度水をはり、2mmのふるいを通してふるい落とす水中落下法で裏込め地盤部分を作成した。地盤材料としては、表-1に物理特性を示す珪砂7号を使用した。土槽の左側面には、振動の反射を低減させるために厚さ40mmのウレタン板を設置し、海水側である右側面には、波消し板を設置した。実験に際して、図-1に設置位置を示す加速度、間隙水圧の径時変化を計測するとともに、実験前後の地表面変位をノギスにより、地盤内変位をターゲットの写真から計測した。ターゲットは実験中に常時観察できるように、長さを土槽の奥行きとほぼ等しくし、比重の調整と変位計測を容易にするために、両端に発砲スチロール円板を固定したアルミ棒である。補強材は1mm×1mmの格子状の繊維であるカンレイシャを用いた。地盤条件としては表-2に示すように、補強材敷設の有無(無補強:NR, 水平補強:HR), 基礎地盤の傾斜条件(水平:0%, 陸側:-10%, 海側:+10%)を変えた4ケースを設定する。入力波は周波数4Hzの正弦波で、振幅を50, 100, 150, 200, 400galとし、各々10秒間加振した。

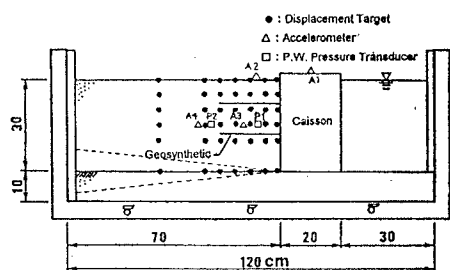


図-1 実験土槽の概要

表-1 珪砂7号の物理的特性

	最大間隙比 (e _{max})	最小間隙比 (e _{min})	密度 (G _s)
珪砂7号	1.034	0.691	2.622 g/cm ³

表-2 実験ケース一覧

実験ケース	補強材	基礎地盤の傾斜条件	入力加速度 (gal)				
			50	100	150	200	400
NR-0%	なし	水平	50	100	150	200	400
HR-0%	水平敷設	水平	50	100	150	200	400
HR-10%	水平敷設	陸側傾斜	50	100	150	200	100
HR+10%	水平敷設	海側傾斜	50	100	150	200	400

3. 実験結果

図-2は5段階目の400gal入力による加振終了時までの地盤内変位ベクトルとケーソンの移動状態を示したものである。変位ベクトルは200gal入力までを点線で、400gal入力によるものを実線で示している。また、ケーソンは実験前を実線で、200gal及び400galによる加振終了時を点線で示している。加速度時刻歴より両ケースともに150gal入力時点で液状化の傾向が認められている。補強材のあるHR-10%では、200gal入力時

キーワード：液状化，振動台実験，ジオシンセティック，側方流動

連絡先 (〒910 福井市文京3-9-1 福井大学工学部 TEL.0776-27-8592 FAX.0776-27-8746)

点まで地盤の水平方向への移動量は非常に小さいといえる。400gal 入力では両ケースとも、ケーソンの左下端から左側のくさび形の領域の裏込め地盤が海側に滑動するようなモードの変形が認められる。図-3は基礎地盤に傾斜をつけた場合の図-2と同様の図である。基礎地盤を海側に傾斜させたHR+10%では200gal 入力時点で、裏込め地盤、ケーソンともに海側に大きく移動しているのに対し、陸側に傾斜させたHR-10%では沈下は見られるものの海側への移動量はHR+10%に比べて小さい。

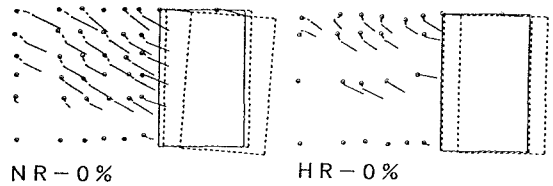


図-2 地盤及びケーソンの変形状態

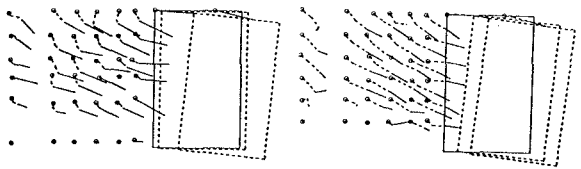


図-3 地盤及びケーソンの変形状態

図-4は各加振実験終了時の平均地表面沈下量である。補強材のあるHR-0%では、補強材のないNR-0%に比べて最終沈下量が小さくなっており補強材の効果が確認できる。図-5は各加振実験終了時のケーソンの傾斜角度である。補強材のないNR-0%では大きく傾斜しているのとは対照的に、補強材のあるHR-0%では、加振によるケーソンの傾斜がほとんど見られない。基礎地盤の傾斜の影響について見ると、傾斜のないHR-0%では加振によるケーソンの傾斜がほとんど見られないのとは対照的に、海側傾斜のHR+10%では大きく傾斜している。200gal 入力時において、基礎地盤を海側に傾斜させたHR+10%のみに大きな傾斜が見られるのは、液状化した裏込め地盤が、海側に傾斜した基礎地盤に添って流動化し、ケーソンに大きな流動圧が作用したためだと考えられる。この傾向は図-6に示したケーソンの水平変位量においても確かめられる。図-4~6において400gal 加振終了時で、基礎地盤を傾斜させたケースの変位が大きく現れている要因の一つとして、基礎地盤を傾斜させる場合には、地盤の締め固め方法が異なるために相対密度が若干小さくなることが挙げられる。図-7は入力加速度150galでのHR+10%、HR-10%の補強材の張力の時刻歴である。加振とともに、どの補強材の張力も増加しているが、基礎地盤が海側に傾斜しているHR+10%の補強材の張力が大きい。また、基礎地盤の傾斜により、上下の補強材に作用する張力の分布形態が異なることも確かめられる。

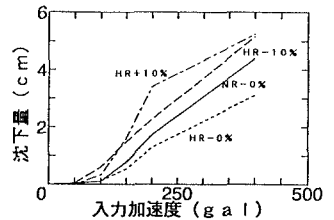


図-4 平均地表面沈下量

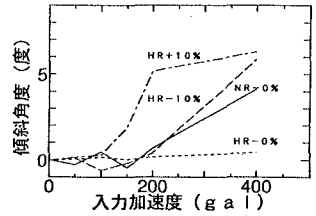


図-5 ケーソンの傾斜角度

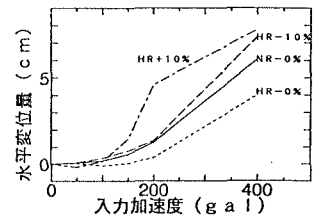


図-6 ケーソンの水平変位量

4. あとがき

ケーソン護岸をモデル化した模型実験を行い、補強材の敷設は液状化の発生を遅らせる効果は小さいものの、全面液状化までの変形量を小さくする効果があることが認められた。

基礎地盤が海側に傾斜している場合は、裏込め地盤の側方流動が促進され、ケーソンの傾斜や海側へのはらみ出しが大きくなることが分かった。

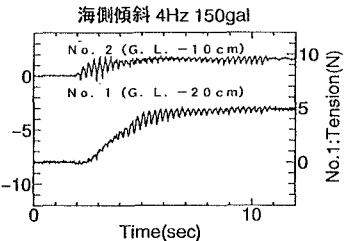
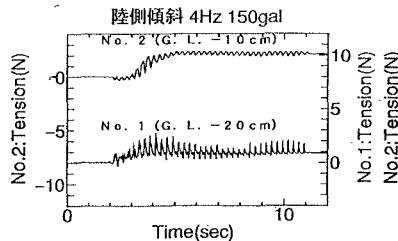


図-7 補強材の張力の時刻歴