

多重リング状地盤改良工法の効果確認のための基礎実験

(株) 竹中土木 正会員 阿部 崇* 鈴木一彦*
 (株) 竹中工務店 正会員 甲村雄一** 吉澤睦博**
 同上 正会員 上田貴夫*** 畑中宗憲**

1. はじめに

地盤の液状化防止対策として、深層混合処理工法を用いた格子状地盤改良工法が多く施工されているが、LNG地上式タンクのような円形構造物への適用に関する研究事例は少ない。そこで筆者らは、円形構造物に対して合理的な地盤改良工法として図-1に示すような多重リング状地盤改良工法を提案し、数値解析による液状化防止効果の検討を行ってきた¹⁾。本研究では、模型実験による多重リング状地盤改良工法の液状化防止効果の検討結果について報告する。

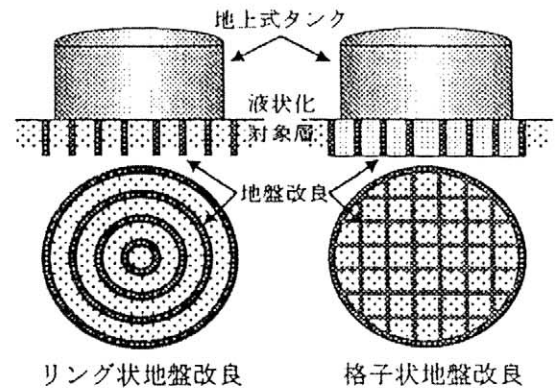


図-1 地盤改良工法の説明図

2. 実験方法

模型実験体は、実際のタンク直径を約 40m、液状化層厚を約 20m と想定した場合の 1/100 スケールモデルとした。図-2にその模型図を示す。深層混合処理改良体は肉厚 5mm、高さ 200mm のアクリル製リングでモデル化し、直径 300mm、400mm の 2 つのリングを同心円状に配置して下端部をアクリル製プレートに接着させた。模型地盤は、豊浦標準砂を用いて水中落下法により作製した。加振方向は水平方向のみ行い、入力波は正弦波(11.2Hz、20 波)とした。実験は 2 ケース設定し、ケース 1 では入力波の加速度振幅をパラメータとし、200gal~270gal の範囲で入力加速度を段階的に増加させた。尚、加振によって、地盤の相対密度は変化するため、加振時の地盤の相対密度は地表面の沈下量から推定した。200gal および 270gal 入力時の相対密度は 55% と 67% であった。一方、ケース 2 では入力波の加速度振幅を一定(300gal)とし、加振を繰り返すことで地盤の相対密度がパラメータとなる実験を行った。各ケースとも図-2に示すように測点を 2 つの深度に設け、加速度計と間隙水圧計をそれぞれ設置した。実験は、2 重リングに挟まれた測点(2~5、7~10)と、2 重リングの影響を最も受け難い模型中央部の測点(1、6)での液状化現象の比較を行うことを主目的とした。

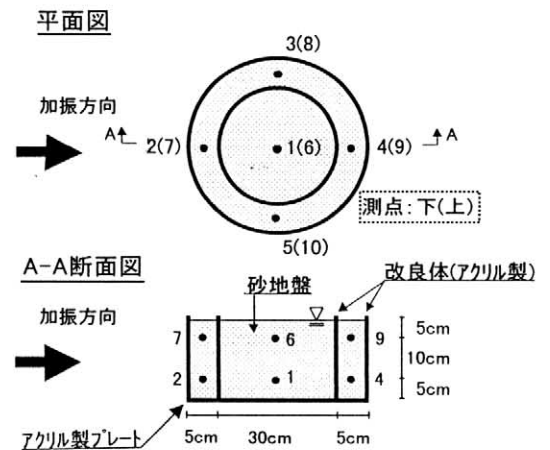


図-2 模型図

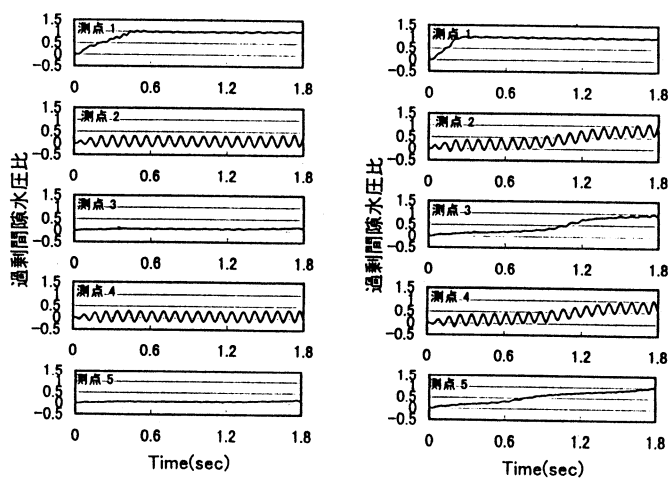
ケース 1 の過剰間隙水圧比(以下、水圧比と呼ぶ)と地盤の水平加速度の時刻歴の一例を図-3(a)、(b)に示す。図-3(a)には入力加速度振幅が 244gal の試験で得られた水圧比の時刻歴を示したが、測点 1 では水圧比が大きく上昇して 1 に達しており、地盤は液状化を生じていることが推察される。一方、測点 2~5 では水圧比の上昇はなく、液状化は生じていないものと推察される。尚、測点 2 と 4 においては他の測点と比較して水圧比の振幅が大きい。測点 2、4 ではリングが加振方向に直交しているため、地盤の水平変位の拘束が大きく壁面での反射を生じるため、水面が鉛直方向に変化して、水面の変化量が水圧比の振幅として表われているもの

3. 実験結果および考察

ケース 1 の過剰間隙水圧比(以下、水圧比と呼ぶ)と地盤の水平加速度の時刻歴の一例を図-3(a)、(b)に示す。図-3(a)には入力加速度振幅が 244gal の試験で得られた水圧比の時刻歴を示したが、測点 1 では水圧比が大きく上昇して 1 に達しており、地盤は液状化を生じていることが推察される。一方、測点 2~5 では水圧比の上昇はなく、液状化は生じていないものと推察される。尚、測点 2 と 4 においては他の測点と比較して水圧比の振幅が大きい。測点 2、4 ではリングが加振方向に直交しているため、地盤の水平変位の拘束が大きく壁面での反射を生じるため、水面が鉛直方向に変化して、水面の変化量が水圧比の振幅として表われているもの

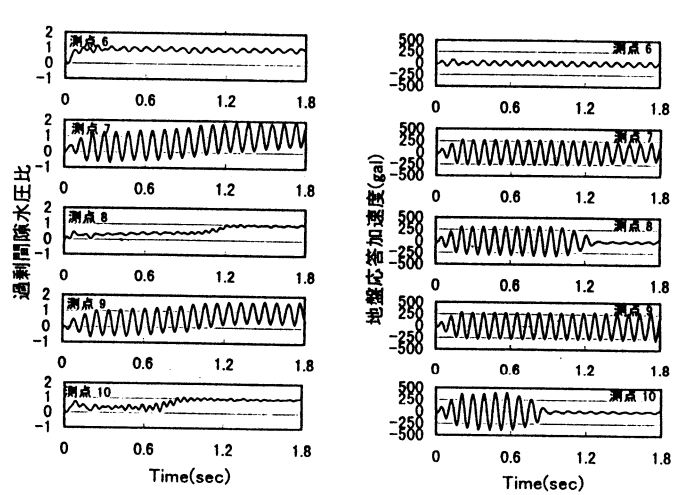
キーワード：リング状、液状化対策、地盤改良、深層混合処理工法

連絡先： *〒104-8234 東京都中央区銀座 8-21-1 (株) 竹中土木 技術本部 TEL:03-3542-6321 FAX:03-3248-6545
 **〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 (株) 竹中工務店 技術研究所 TEL:0476-47-1700 FAX:0476-47-3080
 ***〒104-8182 東京都中央区銀座 8-21-1 (株) 竹中工務店 LNG 本部 TEL:03-3542-7100 FAX:03-3545-0974



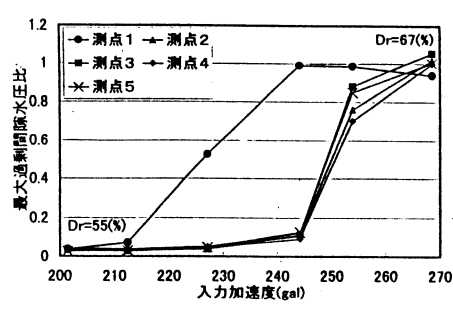
(a)244 gal 入力時 (b)253 gal 入力時

図-3 深部測点の過剰間隙水圧比時刻歴(ケース1)

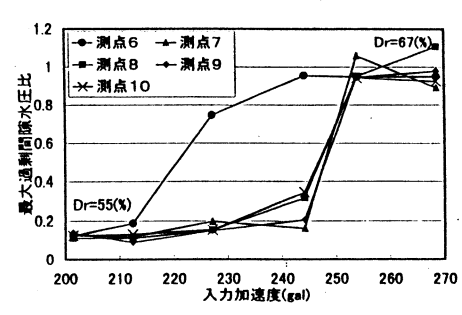


(a)過剰間隙水圧比 (b)加速度

図-4 浅部測点における計測値(ケース1, 253gal 入力時)



(a)測点1~5 (深部)



(b) 測点6~10 (浅部)

図-5 最大過剰間隙水圧比と入力加速度の関係(ケース1)

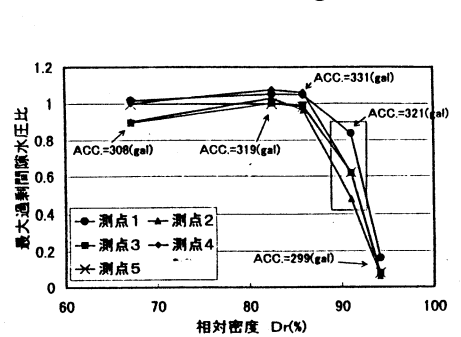


図-6 最大過剰間隙水圧比と相対密度の関係(ケース2)

と考えられる。

次に、入力加速度振幅が 253gal の試験で得られた水圧比の時刻歴を図-3(b)に示したが、加振後半では各測点とも水圧比の値はほぼ 1 に近い値となり、各測点ともほぼ液状化を生じているものと推察される。図-4(a)、(b)には 253gal の試験で得られた測点 6~10 での水圧比と地盤の加速度を示す。測点 8、10 では加振中に加速度振幅の減少が見られる。これは地盤が液状化することにより、地盤のせん断剛性が大きく低下するためと推察される。また、水圧比の最大値を最大過剰間隙水圧比(以下、最大水圧比と呼ぶ)と定義して図-5(a)、(b)に示した。尚、測点 2、4、7 および 9 では振幅の平均値を求め、その最大値を最大水圧比とした。各深度とも、模型中央部に位置する測点では 2 重リングに挟まれた測点と比較し、最大水圧比の値が大きい。このことから、2 重リングに挟まれた地盤はリングから離れた地盤と比較して液状化を生じにくいことが推察される。また、リングに挟まれた測点を比較すると、リングの加振方向に直行している測点(2、4、7 および 9)は、加振方向と平行な測点(3、5、8 および 10)に比較して最大水圧比の値は小さく、液状化を生じにくいことがわかった。ケース 2 の試験結果を図-6に示す。地盤の相対密度が 85% 以下は、各測点で最大水圧比は 1 に達し、液状化を生じていることが推察される。しかし、相対密度が 90% 程度になると最大水圧比の値は小さくなるとともに、模型中央部の測点と比較して 2 重のリングに挟まれた測点での値が小さく、液状化を生じにくいことがわかった。

4. おわりに

本研究では、模型実験によりリング状地盤改良の基礎的な液状化防止効果を確認できた。しかし、今回の実験では比較的小さい模型を用いたため、地盤での応力状態とは大きく異なっており、実際の液状化防止効果の現象は十分に把握されていない。今後は、遠心模型振動実験等によりさらに検討を進めていく予定である。

参考文献 1) 鈴木一彦他: リング状地盤改良による地上式タンクの液状化防止対策に関する一考察、第 54 回年次講演会(1999)