

III-105 地盤のせん断変形抑制による既設タンクの液状化対策に関する模型実験

福井工業高等専門学校 正会員 ○吉田雅穂
金沢大学工学部 正会員 北浦 勝
金沢大学工学部 正会員 宮島昌克

1. はじめに

壁体で囲まれた地盤は地震時のせん断変形が抑制され、壁体外部の地盤に対し液状化抵抗が増加することが確認されているが¹⁾、液状化対策としてこの原理が実際に利用された事例は非常に少ないようである²⁾。本研究は、この地盤のせん断変形抑制による液状化対策について、模型実験によりその効果を定性的に検討するものである。なお、対策の対象となる構造物は平底円筒形の既設の地上タンクであり、タンク外周に沿った地盤内に鋼矢板を噛み合わせた円形の壁体(セル)を打設する工法を想定している。この工法は、構造物基礎、あるいは構造物直下地盤に対策を施すことが極めて困難な、既設構造物に対して非常に有効であると思われる。

2. 実験概要

図1は実験装置の概要を示したものであり、タンクとセルを設置した基本的な地盤モデルである。振動台は水平1方向に加振可能であり、その上に設置された鋼製の小型土槽内に模型地盤を作成した。実験砂は石川県手取川の川砂($G_s=2.60$ 、 $D_{50}=0.80$ 、 $U_c=3.38$)を用いており、模型地盤は一定載荷で締固めた100mmの非液状化層($Dr=84\%$)と、水中落下法で作成した150mmの緩詰め液状化層($Dr=32\%$)から成る2層地盤である。タンクモデルは直径270mm、高さ77mmであり、内部に詰め乾燥砂で重量調節を行う。セルモデルは直径300mmで、高さの違うものを数ケース準備した。何れも厚さ0.25mmのトタン製である。実験中は、セル内外に埋設した加速度計、間隙水圧計で地盤の挙動を計測すると共に、セル側面に貼り付けた加速度計とひずみゲージでセルの挙動を計測した。また、加振後の地盤、タンク、セルそれぞれの最終変位量を測定した。入力は5Hzの正弦波を150波与えた。なお、実験は入力加速度、タンク接地圧、セル高等をパラメータとして数ケース実施した。

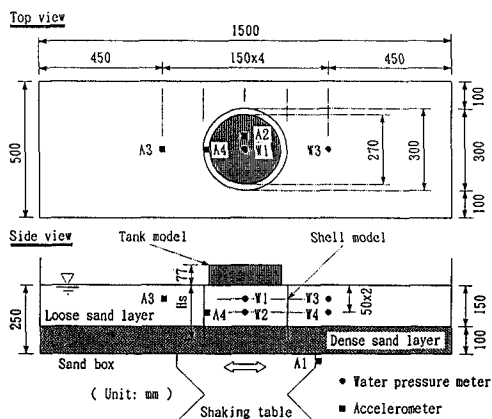


図1 実験装置の概要

3. 実験結果および考察

1) セルによる液状化防止効果

セルによる地盤の液状化防止効果を検討するため、図2に示す3つの地盤モデルを用いて実験を行った。入力加速度は約140gal、タンク接地圧は 5.87gf/cm^2 、セル高は200mmである。なお、液状化防止効果を確認

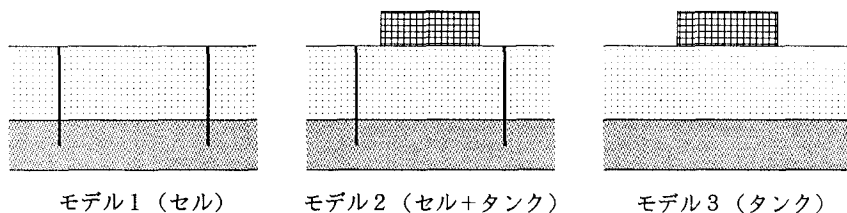


図2 地盤モデル

する指標としては、加速度応答倍率(入力加速度(A1)に対する地盤応答加速度(A2、A3)の比)と最大過剰間隙水圧比の低減率(外部地盤の最大過剰間隙水圧比(W3、W4)に対する内部地盤の最大過剰間隙水圧比(W1、W2)の比)を用いた。

図3は各地盤モデルの加速度応答倍率を示したものである。モデル1、2を見ると、セル外地盤では液状化に伴う入力との共振現象によって、入力より大きな応答を示しているが、セル内地盤ではセルによる地盤のせん断変形抑制により、その応答は入力とほぼ同レベルとなっている。また、セル本体もセル内地盤とほぼ同レベルの応答を示しており、セル本体とセル内地盤とが一体となって挙動していたことが確認できる。

図4は各地盤モデルの最大過剰間隙水圧比の低減率を示したものである。タンクを設置したモデル2、3では、G.L.-50mmの方がG.L.-100mmより最大過剰間隙水圧比の低減効果が大きく、タンク設置に伴う表層付近での液状化抵抗の増加が確認できる。さらに、何れの地盤モデルにおいても、外部地盤より内部地盤の方が液状化が抑制されていることが明かであるが、モデル1ではセルのせん断変形抑制によって、またモデル3ではタンク接地圧による有効上載圧の増加によって、それぞれ液状化抵抗が増加したと思われる。また、モデル2では前述の2つの効果の相乗効果によって、その効果がより顕著になったものと思われる。

2) セルによるタンクの沈下防止効果

セルによるタンクの沈下防止効果を検討するため、セル高200mm、セル高100mm、セル高0mm(無対策地盤)の3つの地盤モデルを用いて実験を行った。入力加速度は約140gal、タンク接地圧は5.87gf/cm²である。

図5は各地盤モデルのタンクの沈下量を示したものである。セルを打設した地盤では、無対策地盤と比較してタンクの沈下が抑制されていることが確認できるが、セル高100mmの場合ではセル高200mmよりその効果は低下している。

図6は同様に最大過剰間隙水圧比の低減率を示したものであるが、セル高200mmでは大きな低減効果を示しているのに対し、セル高100mmの場合では無対策地盤とほぼ同レベルの低減率となっている。すなわち、セル高200mmの場合ではセル下端が非液状化層に50mm根入れされているのに対し、セル高100mmの場合では根入れされておらず、セル下層の液状化に起因する上向き浸透流によってセル内地盤に過剰間隙水圧が伝達されたため、タンクの沈下防止効果が低下したものと思われる。したがって、タンクの沈下防止のためには、セルによって地盤のせん断変形を抑制すると同時に、周辺地盤の液状化の影響を遮断することが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 例えば吉見吉昭: 砂地盤の液状化(第二版)、技報堂出版、pp. 155-156、1991。 2) 田中幸久・中嶋豊・坪井英夫: 対策工法、地盤の液状化対策に関するシンポジウム発表論文集、pp. 15-41、1991。

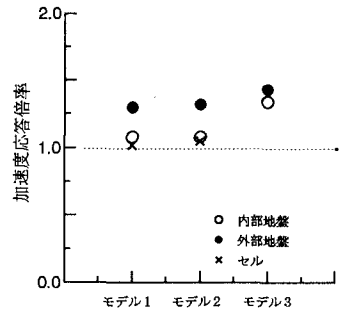


図3 加速度応答倍率

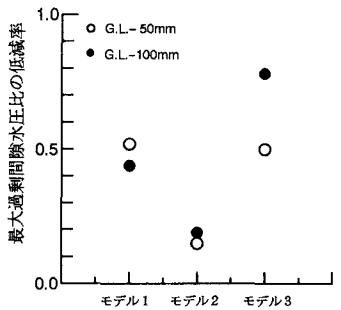


図4 最大過剰間隙水圧比の低減率

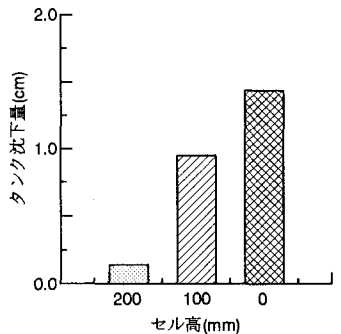


図5 タンク沈下量

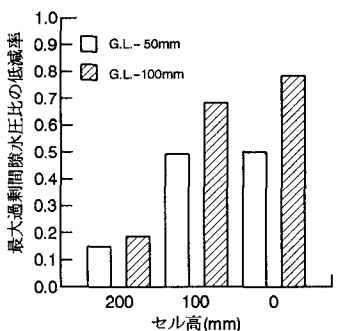


図6 最大過剰間隙水圧比の低減率