

Ⅲ-278

既設石油タンク基礎における液状化対策工法の開発（その1）

熊谷組技術研究所 正員○藤木広一 正員 濱田尚人
渡辺則雄 森 利弘

1. はじめに

一般に石油タンク設置ヤードは軟弱な埋立地盤に設置される事が多く、地盤の液状化にともなって、タンク設置地盤の滑りや不等沈下によりタンク内部の石油の流失事故が危惧されている。筆者らは既存タンク基礎に対するソイルセメント柱列壁を用いた液状化対策技術を研究中である。（その1）においてはせん断土槽を用いた振動台実験について述べ、また（その2）では数値解析により工法の効果の検証を行った。

2. 対策工法の概要

本対策工法の概要図を図-1に示す。ソイルセメント柱列壁はタンクの周囲地盤に設置される。本対策工法は本来、液状化そのものを防止するものではないが、中小規模の地震に対しては、過剰間隙水圧の上昇抑制効果が期待され、また大地震がきた場合にタンク基礎地盤がたとえ液状化しても、地盤の大変形を抑えることでタンク基礎の不等沈下や滑りによるタンクの部材破壊を免れることを目的としている。

また本対策工法はタンク周辺の施工環境にもよるが、既設タンクを撤去せずに施工可能である。

3. 模型振動台実験

振動台実験の概要を図-2に示す。模型の縮尺率は1/50である。

地盤材料は豊浦砂を用い、下層が相対密度95%、上層の液状化地盤は約50%となるよう水中落下法により作成した。なお、土粒子間を満たす液体は水であるため、透水係数は厳密には相似則に合っていない。

タンク模型はプラスチック製の円筒容器（ ϕ :31.8cm, H10.0cm）に散弾を入れ重量16kgとしている。対象としているタンクの規模は2000klクラスである。

柱列壁模型にはシリコンゴム（E:37.1kg/cm²）内にH型断面のビニール（EI:405kg*cm²）を埋め込み作成した。柱列壁上部に砂噴出防止のための「蓋」を接続し、「蓋」とタンク模型の間には若干の隙間を空けている。

入力波形の一覧表を表-1に示す。各実験ケースについて表-1に示した順に入力している。地震波の時間軸は1/√50に縮小し、またサイン波は5Hz入力とした。

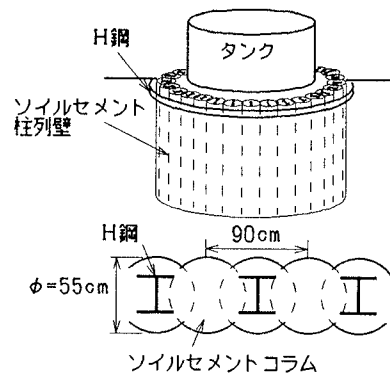


図-1 対策工の概要図

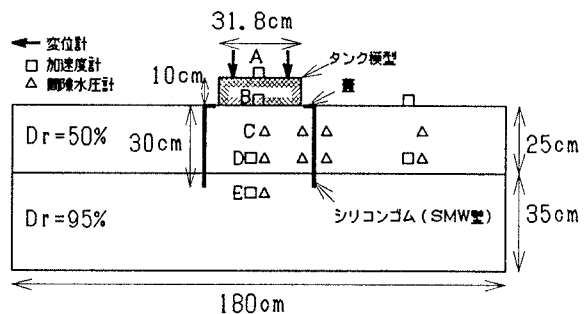


図-2 振動台実験概要

表-1 入力に用いた波形

ケース 0	ランダム波	max50gal、30sec
ケース 1	サイン波	max50gal、11sec
ケース 2	八戸EW成分	max150gal、5sec
ケース 3	サイン波	max150gal、11sec

図-3から図-5にタンク沈下時刻歴、図-6から図-8に図-2の C, D, E 地点での最大過剰間隙水圧比を示す。以下、ケース1からケース3の入力ケースについて考察する。

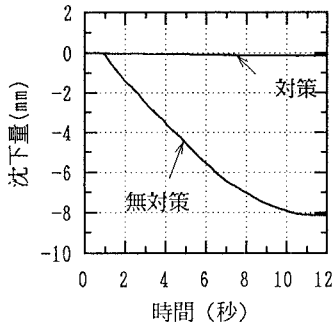


図-3 タンク沈下(sin50gal)

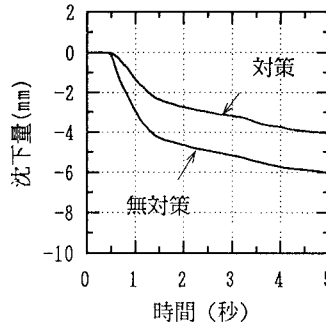


図-4 タンク沈下（八戸150gal）

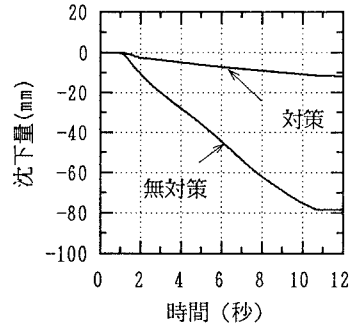


図-5 タンク沈下(sin150gal)

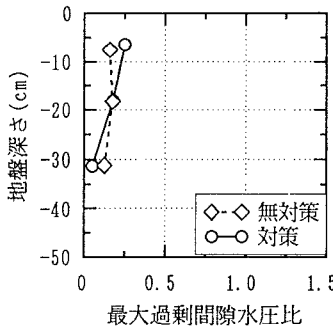


図-6 過剰間隙水圧比(sin50gal)

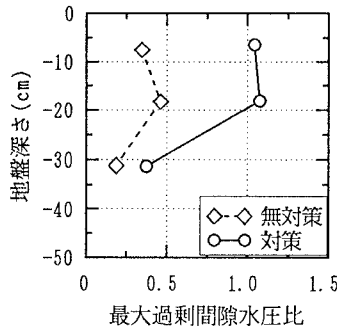


図-7 過剰間隙水圧比（八戸150gal）

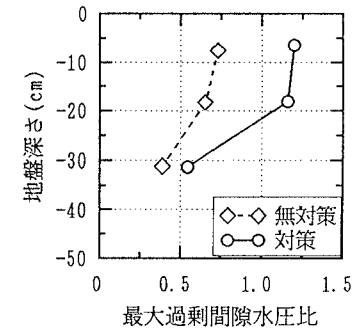


図-8 過剰間隙水圧比(sin150gal)

1) サイン波入力 50 gal

- * 顕著に対策工の沈下抑制効果が発揮されている。沈下量は無対策の2%に抑えられる。
- * この入力レベルでは図-6よりタンク下の地盤は液状化していない。地盤が完全液状化に至らない程度の中小規模の地震に対しては、大きな効果が見込まれる。

2) 地震波入力 150 gal

- * 沈下量は対策を行った場合、無対策の沈下量の67%にしか抑えられていない。
- * この理由として図-7に示すように、対策を行った場合タンク下の地盤はほぼ液状化しているが、無対策の場合は完全液状化していない事があげられる。
- * 対策地盤では柱列壁が一種の振動板のように作用する。1G場での実験の場合、模型サイズが小さいため、柱列壁の振動作用が地盤全体に伝わりやすく、タンク下の地盤全体が液状化した状態になる。

3) サイン波入力 150 gal

- * 顕著に対策工の沈下抑制効果が発揮されている。沈下量は無対策の15%に抑えられる。
- * 加振終了時の沈下量は無対策地盤で78.5mm、対策地盤は11.8mmとなった。タンク下の地盤全体が液状化するような大地震の際、地盤変状による被害を抑えられる可能性がある。

4. まとめ

柱列壁をタンク直下地盤に設置する事で、液状化によるタンクの沈下を低減し得る事が確認された。尚、対策地盤では無対策に比較してタンクの加速度応答が大きくなるため、改良を行った場合のタンク構造の部材破壊が起こらないよう確認する必要がある。

今回の1G場での実験では、柱列壁で囲いこんだ地盤内の過剰間隙水圧の上昇を低減する効果は認められなかった。実験特有の現象が考えられるため、数値解析により検証する。