

Ⅲ - A 146 排水機能付き鋼矢板によるタンクの液状化対策に関する模型振動台実験

住友金属工業 正会員 田中宏征\* 正会員 飯田 毅  
 熊谷組技術研究所 正会員 渡辺則雄 森 利弘  
 正会員 濱田尚人

1. はじめに

一般にタンクの設置箇所は埋立地等の軟弱地盤であることが多く、基礎地盤の液状化による傾斜や沈下、周辺の配管の破損等による内容物の漏洩が懸念されている。このようなタンクの液状化対策として鋼矢板やパイル/外柱列壁等によってタンクの周囲を取り囲む工法が既に提案されている<sup>1)2)</sup>。ここでは、排水機能を付与した鋼矢板でタンクを取り囲むことによる対策工の効果に関し模型振動台実験によって検討した。

2. 実験概要

実験概要を図-1に、実験ケースを表-1に示す。模型は基本的に1/50程度の縮尺を想定し寸法、諸元を決定した。地盤は豊浦標準砂を用いて砂箱(長さ2×高さ1×奥行き1m)内に作成した。上層が緩詰め、下層が締詰め(目標相対密度90%)の2層構造である。緩詰め地盤の平均単位体積重量は1.93g/cm<sup>3</sup>で水中落下法で作成した。また、間隙水には0.5%のセルロース溶液(粘性が水の約30倍)を用いた。タンクは直径318mm、高さ100mmの高剛性のプラスチック容器で、散弾を入れ重量16kg(接地圧20gf/cm<sup>2</sup>)とした。矢板には板厚0.6mmの鋼板を直径350mmのリング状に成形して用い、締詰め層に150mm根入れしている。排水機能付きの場合には幅15×高さ10mmのプラスチック製溝型部材の開口面にステンメッシュを貼り付けた中空部材を80mmピッチで鋼矢板のタンク内外両面に取付けている。なお、排水部材は間隙水の粘性と部材内での流れの抵抗の相似を考慮して模型縮尺より大きめの断面のものを用い、取付けピッチを大きくしているが、この点に関しては相似則の厳密な定量的評価ができていない。加振は振動数5Hzの正弦波10secで、目標台加速度が150,200,300galの3段階加振である。

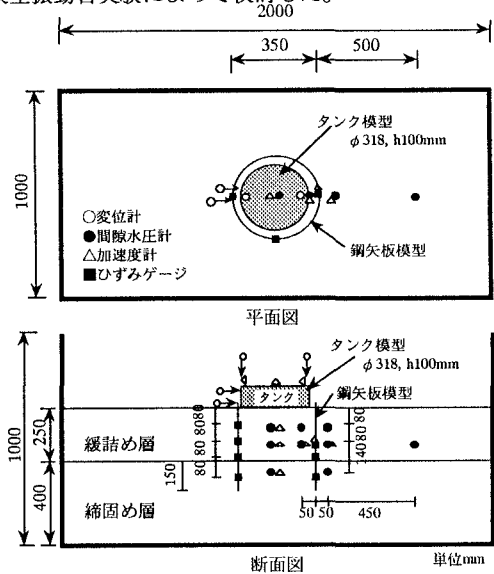


図-1 実験概要

表-1 実験ケース

No.	実験種類	Dr*	加振条件
1	無対策	71.7%	5Hzの正弦波 153,214,308,423,510gal
2	排水機能付き鋼矢板	62.1%	10秒の加振 155,211,306,419,519gal
3	普通鋼矢板	70.8%	5段階 157,212,314,428,526gal

\*) 緩詰め地盤の相対密度

3. 実験結果

(1) 過剰間隙水圧

各実験ケースの150gal加振に対するタンク直下およびタンク外側地盤の最大過剰間隙水圧比の深度分布を図-2示す。図よりタンク直下地盤で無対策時の水圧比が最も小さくなっている。これはタンクの沈下による側方への流動のため直下地盤に大きなひずみが生じ、正のダイレクションが発生したためではないかと考えられる。普通矢板対策では今回の条件では外側地盤だけでなくタンク直下においてもほぼ液状化状態に至っている。また、排水矢板対策では、外側地盤では普

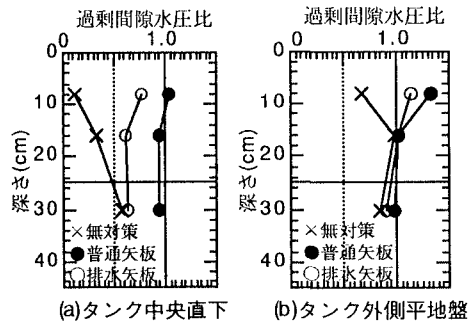


図-2 最大過剰間隙水圧比の深度分布

\* 〒314-02 茨城県鹿嶋郡波崎町砂山16 (Tel)0479-46-5128, (Fax)0479-46-5147

通矢板と顕著な差が見られないが、タンク直下では水圧の上昇が抑制されている。これは矢板の外側と内側で排水に関する境界条件が異なり、矢板によって締め切られた閉領域において効果が顕著に現れるためと考えられる。

(2) 地盤およびタンクの加速度

各実験ケースの200gal加振時の加振開始後1秒間(液状化前)、および、加振終了前の1秒間(液状化後)に関して、タンク直下地盤における各深度の加速度応答の最大値を入力加速度との比で図-3に示す。無対策では地盤の液状化後に加速度がほぼゼロになっている。普通矢板対策時には液状化前より小さいものの液状化後にも入力よりも大きな加速度が発生している。これは模型サイズが小さいため矢板の振動が締め切り内の地盤全域に影響を及ぼしたためと考えられる。排水矢板ではさらに締め切り内の地盤の剛性が保持されているため加振終了前でも開始直後と同程度またはそれ以上の応答が見られる。次に、実験No.2とNo.3の150,200gal加振に関しタンク直径方向両端の同時刻での鉛直加速度を図-4に示す。図より、無対策時には鉛直加速度はほとんど生じていないが、対策を施した場合にはタンクのロッキングが見られ、普通矢板の200gal加振時にはこの動きが非常に大きくなっている。

(3) 加振加速度とタンク沈下量および傾斜の関係

加振加速度と加振終了後のタンクの平均沈下量(円周方向8点での計測値の平均)および最大傾斜(タンク両端沈下量差の最大値/タンク直径)の関係を図-5、図-6に示す。両者とも各加振ごとの値を累加する形で示している。これまでの検討結果と両図より以下のことがわかる。①無対策時には沈下量が非常に大きい。タンクは傾斜せず地盤中に陥没するような傾向を示した。②普通矢板による対策では直下地盤が液状化しても側方への流動を拘束するためタンクの沈下を効果的に防止できている。しかし、加振加速度が大きくなるとロッキングが大きくなり、タンクに傾斜が生じた。また、実験でタンクと矢板の間から噴砂が観察され、これも傾斜を生じさせる大きな原因であると考えられる。③排水矢板による対策では直下地盤の水圧上昇を抑制し、噴砂も防止することによりタンクの沈下・傾斜の両者を効果的に防止できている。

4. あとがき

模型実験により排水機能付き鋼矢板を用いてタンクの周囲を取り囲む液状化対策について検討した結果、タンクの沈下量の低減に加え、排水機能がない場合に比べてタンクの傾斜を効果的に低減できることが確認できた。今後は、実物での効果の確認を念頭において解析等による検討を継続していく予定である。

<参考文献>

- 1)林他：動的遠心模型実験装置を用いた鋼矢板リング工法の液状化実験、土木学会第49回年次学術講演会、第3部、1994
- 2)藤木他：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)、土木学会第50回年次学術講演会、第3部、1995

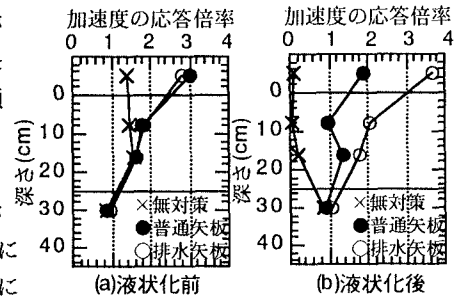


図-3 タンク直下地盤の加速度応答倍率

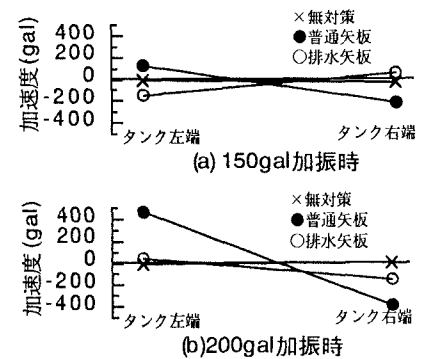


図-4 タンク両端の鉛直加速度

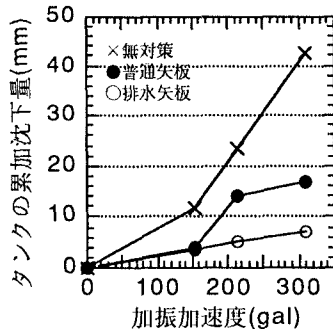


図-5 加振加速度とタンクの沈下量の関係

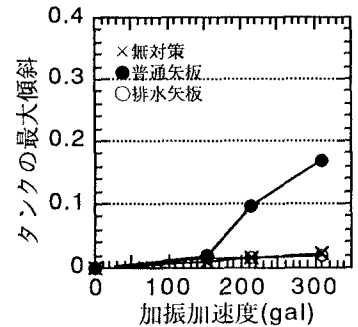


図-6 加振加速度とタンクの傾斜の関係