

鋼矢板地中壁によるタンクの沈下・傾斜抑制効果に関する実験的研究

早稲田大学大学院
早稲田大学
早稲田大学

学生会員
正会員
フェロー会員

○中町 遼 頼所 憲弥
加藤 一紀
濱田 政則

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震により、臨海部を始めとする広い地域で液状化による被害が生じた。東京湾臨海部の埋立地には液状化対策が施されていない地盤が広く存在し、将来発生が予想されている首都直下地震により大きな被害が発生することが危惧されている。特に、臨海コンビナート地域では液状化および流動化によってタンクが損傷し、内容物の海上への流出の可能性もある。

本研究では、タンクの液状化対策として図 1 a) に示すように鋼矢板を防油堤の位置に連続的に打設し、タンク周辺を四角壁で囲う方法（以下、防油堤対策工と呼ぶ）と図 1 b) に示すように、護岸背後地盤に流動を防止するための地中壁を設置し、さらにタンク外周に沿って地中に鋼矢板を打設する方法（以下、円形対策工と呼ぶ）を提案し、各工法のタンクの沈下・傾斜の抑制効果を重力場模型実験により検討した。

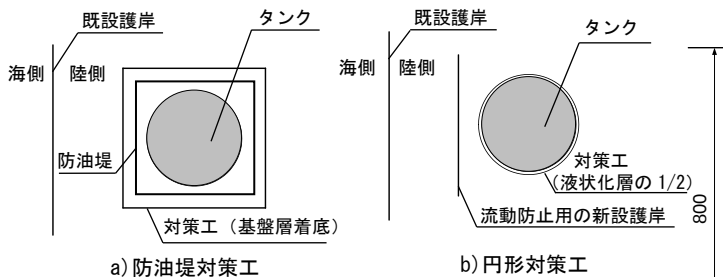


図 1 実験模式図

2. 重力場における模型実験の概要

模型縮尺を 1/50 とし、図 2 に示す長さ 150cm、高さ 60cm、奥行き 80cm の剛土層に地表面よりケイ砂 7 号による埋土層および液状化層（共に相対密度 50%）と砂利による基盤層を作製した。地盤上には控え工付矢板式護岸およびタンク模型を設置した。検証対象としたタンクは直径 20cm、高さ 6cm、接地圧 58.86kN/m^2 で、タンクの模型を直径 40cm、高さ 12cm、重量 15.1kg で、ゼラチンで作製した。これは、タンク側壁・底板の剛性がほとんど影響しないと考えたことによる。模型地盤中の液状化の進行状況や、タンクおよび護岸の水平・

鉛直変位の時刻歴を測定するため、地盤およびタンク各部に水圧計やレーザー変位計を設置した。

実験ケースは、無対策、および図 1 a) で示した防油堤周りでの地中壁構築（根入れ深さ 280mm）の防油堤対策工、図 1 b) で示した根入れ深さ 160mm（液状化層の 1/2）の円形対策工の 3 種である。対策工には 1mm のアルミニウムを用いた。これは、重力場での相似則を考慮し、対象鋼矢板である U 型鋼矢板 KSP-III 型の曲げ剛性とほぼ等しくなるような厚さを設定した。円形対策工では流動防止工として、護岸背後 300mm の地点に長さ 280mm、厚さ 1mm の鋼矢板を設置した。

加振波は無対策の場合は正弦波 1.2Hz(50 波)、対策工の場合は 3.0Hz(60 波)とし、いずれも最大加速度を 150gal とした。

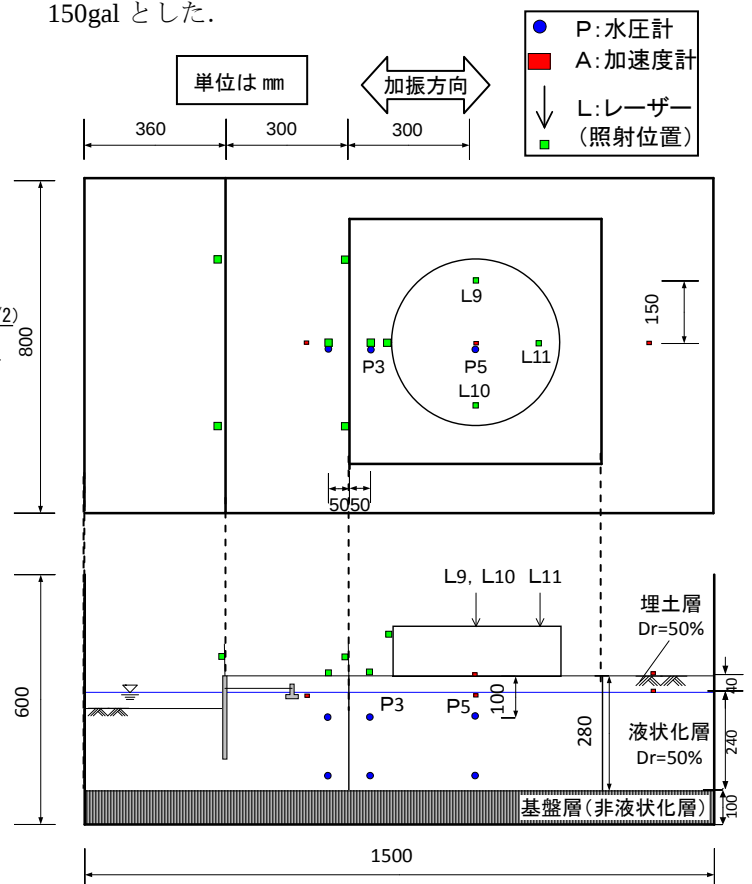


図 2 全体図および計測機の配置（防油堤対策工の場合）

キーワード 液状化, 側方流動, 石油タンク, 鋼矢板, 重力場実験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 濱田研究室 TEL03-3208-0349 E-mail feble22@fuji.waseda.jp

3. 対策工による地盤の過剰間隙水圧の抑制効果

図 3(a), (b) に無対策および円形対策工におけるタンク近傍地盤の水圧計 P3 とタンク直下地盤の水圧計 P5 による過剰間隙水圧比 (いずれも深さ 100mm) の時刻歴を示す。無対策の場合と対策工を設置した場合ともにタンク近傍地盤 P3 とタンク直下 P5 の過剰間隙水圧比の上昇過程に大きな差はみられない。これは、矢板による地中壁の構築だけではタンク基礎直下の液状化抑制効果が少ないことを示している。

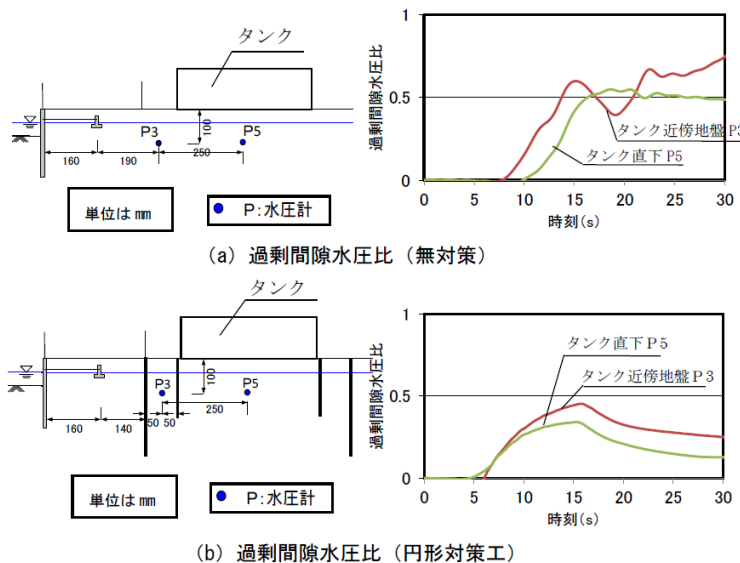


図 3 過剰間隙水圧比の時刻歴

4. 対策工によるタンクの沈下・傾斜の抑制効果

図 4 にレーザ変位計 L9・L11 による無対策および防油堤・円形対策工の場合のタンクの沈下量 (L9・L11 の平均値) の時刻歴を示す。四角形対策工では沈下の抑制効果はみられず、円形対策工では無対策と比較して沈下の抑制効果が高い事がわかる。図 5 にレーザ変位計 L9・L11 によるタンクの傾斜角の時刻歴を示す。図 4 と同様に円形対策工が最も傾斜量が少ない。

タンクの沈下・傾斜の抑制効果が円形対策工では見られ、防油堤対策工では見られない要因の一つとして、タンク直下の土の流動が考えられる。円形型対策工ではタンク直下の土の流動が矢板壁によって抑制されるため、タンクは沈下や傾斜が生じにくいと考えられる。一方、防油堤対策工では、タンクの直径に対し矢板壁で囲う範囲が広く、タンク直下の土が流動しているため、タンクは無対策と同様に大きく沈下・傾斜していると考えられる。図 6 に防油堤対策工と円形対策工の場合の加振前後の地表面の地盤変状を示す。円形対策工では地盤がほとんど沈下していないのに対し、防油

堤対策工ではタンクと対策工間の地盤が隆起していることがわかる。この地盤の隆起は、タンク直下の土が流動したために生じていると考えられる。すなわち、流出した土の分だけ、タンクは沈下・傾斜しているといえる。

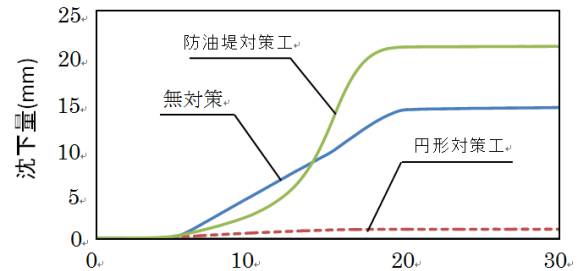


図 4 タンクの沈下量の時刻歴

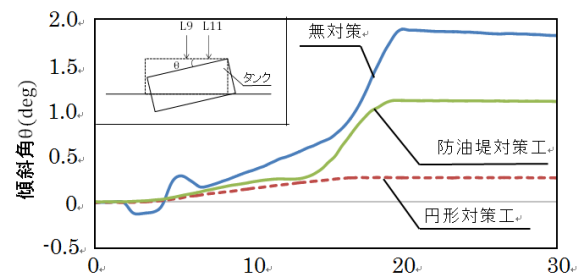
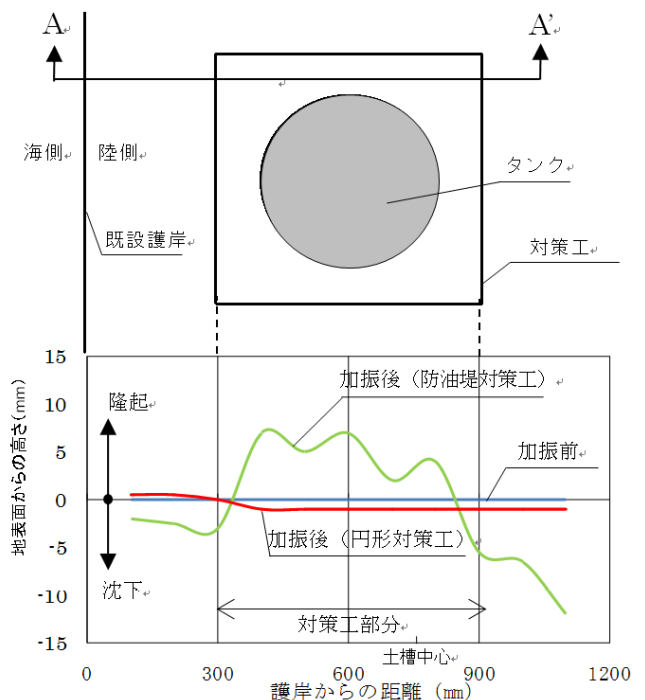


図 5 傾斜角の時刻歴



地表面の沈下・変形 (鉛直方向) A-A' 断面

図 6 地表面の沈下・変形図

5. まとめ

側方流動を生ずる護岸近傍に設置されたタンクの沈下と傾斜抑制方法について 2 方法の工法の効果を調査した。この結果、側方流動防止のための地中壁の構築とタンク基礎周囲の地中壁の構築を併用することの効果が明らかにされた。