

III-A 162 ソイルセメント柱列壁によるタンク基礎地盤の液状化対策効果の解析

熊谷組技術研究所 正会員 濱田尚人 渡辺則雄
同上 正会員 藤木広一 森 利弘
同上 正会員 仙頭紀明

1. はじめに

筆者らは、タンク基礎地盤の液状化による被害防止工法として、H鋼を挿入したソイルセメント柱列壁による対策工法の効果を実験、及び解析により検討してきた^{1,2,3)}。本工法がタンク沈下の抑制効果、タンク下地盤の液状化の程度を低減できることを示してきたが、たとえ設定入力を越えるような地震が発生し、対策工が局部的に壊れても、対策工全体として粘って大災害をくい止めることが必要であると考える。

本報告ではソイルセメント部にクラックが入った状態、即ちソイルセメント部分の強度を除外した条件で解析を行い、無対策の場合との比較、及びソイルセメント部が健全な場合との比較を行っている。

2. 解析モデル

本対策工の解析モデルを図-1に示す。地盤条件、タンク規模は全解析ケースで統一している。

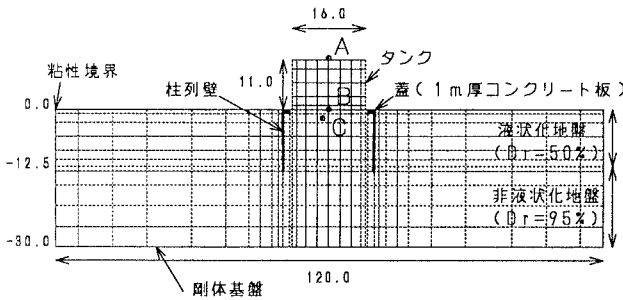


図-1 数値解析モデル

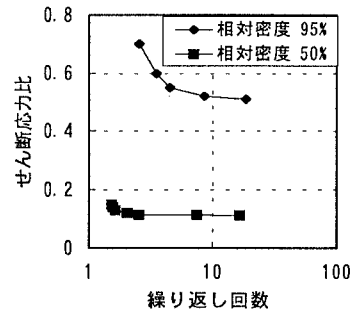


図-2 液状化強度曲線

地盤の設定液状化強度を図-2に示す。きわめて液状化しやすい地盤を想定した。

ソイルセメント柱列壁のモデル化は柱列壁をビーム要素で、柱列壁上部を胴巻きにする補強 H鋼をバネ要素で設定した。タンクは平面ひずみ要素でモデル化した。ビームとバネの解析用の物性値を表-1に示す。

ソイルセメント強度考慮のケースは仮想の EI

表-1 ビーム要素とバネ要素の解析物性値

を与えたビーム要素に単位荷重をかけた場合の曲げ変形が、対策工の3次元シェルの静的解析で水平方向に単位荷重をかけたときの曲げ変形に近似できるように設定した。

対策工	ビーム要素 EI (tf・m ²)	バネ定数 (tf/m)
ソイルセメント強度考慮	81300	5031.6
ソイルセメント強度無視	7460	5031.6

一方、ソイルセメント強度無視とは、ソイルセメント部分の E を無視し、対策工をソイルセメント柱列壁の芯材の H 鋼、及び補強リングの H 鋼のみで構成された構造体として評価し、ソイルセメント強度を考慮した場合と同様の方法で EI を設定した。これは対策工で囲った地盤内とその外側地盤で砂や水の出入りは遮断するが、強度としては H 鋼の骨組みだけとするものである。

バネ定数は以下のように算定した。バネは柱列壁上部に設置する H 鋼 2 本分の剛性とした。

$$K_n = \frac{E \cdot A_s}{r^2} \quad E: \text{H 鋼のヤング係数、} \quad A_s: \text{H 鋼断面積} \times 2、 \quad r: \text{柱列壁リング半径}$$

入力動は八戸波 EW 成分のうち主要動の 10 秒間であり、基盤入力最大加速度は 100gal に設定した。自由地盤で GL-12.5m の非液状化地盤の上部の加速度波形を図-3に示す。

地表面では地盤が液化化するため加速度が減衰し、最大 219gal になるが、GL-12.5m では最大加速度 238gal と大きく、入力としては厳しい条件を想定している。

地盤条件、入力条件、柱列壁のパラメータ設定について、対策工としては厳しい条件で解析を行った。

3. 解析結果と考察

3.1 タンク沈下量の比較

図-4 に地震入力中のタンク沈下時刻歴を図-1 の B 点で比較して示す。地震により、たとえソイルメント部にクラックなどが入り、ソイルメント部分の剛性が期待できない状態になっても、沈下が抑えられることがわかる。

3.2 過剰間隙水圧の上昇比較

図-5 に最大過剰間隙水圧比の分布図を各解析別に示す。対策工を設置する場合、タンク直下の浅い地盤に間隙水圧の上昇が抑えられる範囲ができる。柱列壁の剛性が高いと、柱列壁が一種の振動板としての作用を及ぼし、柱列壁で囲った地盤内の過剰間隙水圧がやや上昇傾向になる。

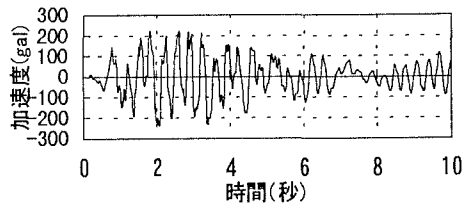


図-3 GL-12.5mにおける加速度波形

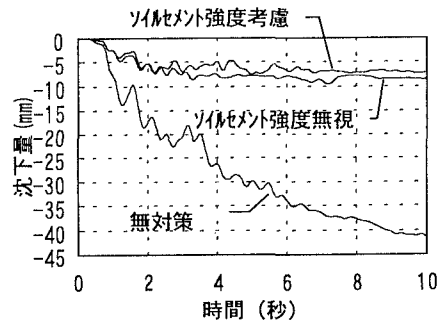


図-4 タンク沈下時刻歴の比較

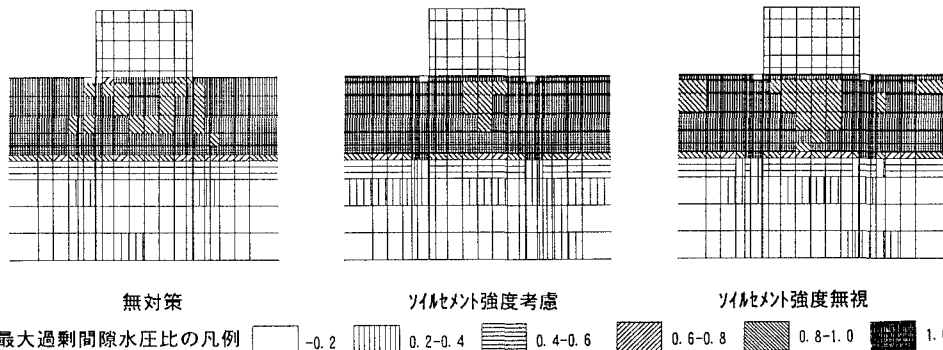


図-5 最大過剰間隙水圧比の分布図

3.3 タンク下地盤の水平変位量の比較

図-6 に各解析ケースのタンク直下地盤の最大水平変位を示す。水平変位が少ないことは地盤内のせん断ひずみが抑えられることを示すと考えられる。対策工の剛性の違いが結果に現れたと言えるが、ソイルメントの強度を無視しても、無対策に比較し変位量、即ち地盤せん断ひずみは抑えられる。このことが沈下の抑制や間隙水圧の上昇抑制につながったと考える。

4. まとめ

本工法は、設定入力を越えるような地震が発生し、ソイルメント部にたとえクラックが入っても、対策工全体として粘って大災害をくい止めることが可能と考える。

【参考文献】

- 1, 2) 濱田、渡辺他：既存石油タンク基礎における液化化対策工法の開発（その1、その2）、第50回土木学会年次講演集、pp. 556～pp. 557、pp. 582～pp. 583
- 3) 仙頭、渡辺他：ソイルメント柱列壁を用いた石油タンク基礎における液化化対策工法、平成8年度地盤工学研究発表会投稿中

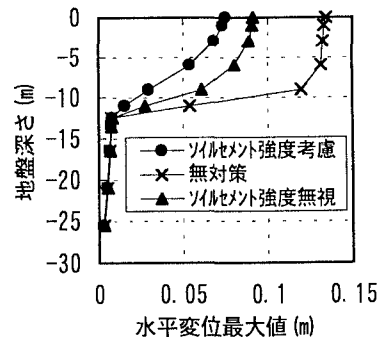


図-6 各解析ケースの水平変位