

III-170

鋼矢板リング工法による液状化対策に関する研究 （その2 地震観測に基づく数値シミュレーション）

鹿島建設

正会員 鄭 京哲, 鈴木 輝一

正会員 大保 直人 澤内 至武

1. まえがき

比較的小規模な地上式石油タンクの基礎地盤の液状化被害を防ぐ対策として、澤内らが鋼矢板リング液状化対策工法を提案している¹⁾。この工法の効果を実証するために、著者らは1991年より鋼矢板による対策工が施工されているタンクとされていないタンクについて地震観測を実施している²⁾。本論文は、2次元有効応力FEMプログラムDYNAFLOW³⁾を用いて、石油タンクサイトにおける地震観測のシミュレーションを行い、解析手法の妥当性を検証し、鋼矢板リング液状化対策工法の有効性を示したものである。

2. 解析方法

石油タンクー地盤ー鋼矢板系を図-1のようにモデル化した。ボーリングとPS検層の結果より厚さが8.5mの軟弱層(N=5)と21.5mの支持層(N>30)の2層地盤モデルを作成した。地盤物性については、PS検層、物性試験および経験式を用いて定め、ダイレーションパラメータは観測地点で得られた液状化強度曲線に合うように求めた。その結果を図-2に示す。鋼矢板(N>30の支持層に根入れ)は、リング効果と等価な平面ひずみ要素を用い、地盤要素と重ね合わせることによって表現した。境界条件については、底面を固定、左右両端は同じ挙動をするように拘束した。入力は、タンクから離れた地点のGL-20mで取れた波形を用い、1次元波動論によってGL-30mでの波形を求め、これを図-1に示すモデルの基盤から入力している。

解析を行う際、まず自重解析を行い地盤の初期応力を求め、次に地震応答計算を実施している。

3. 地震観測のシミュレーション

1992年2月2日に発生した東京湾南部を震源とした地震（自由地盤地表面で観測された最大加速度は158gal）についてシミュレーションを行った。基盤での入力波形を図-3に示す。タンク下の加速度の観測値と計算値の比較を図-4に示す。観測値と計算値とは、主要動の部分で位相、振幅ともよく対応していることがわかる。対策工がある場合の地盤の加速度振幅は、対策工が無い場合に比べて、計算値、実測値も同程度の低減を示しており、これは鋼矢板の拘束効果によるものと思われる。過剰間隙水圧の観測と計算結果をあわせて図-5に示す。過剰間隙水圧の計算値は、約3.3秒以降において観測値よりやや大きく振動しているが、全体としておおむね観測値とよく対応している。また、観測値も計算値も対策工がある場合の過剰間隙水圧は対策工が無い場合に比べて低減していることがわかる。計算した過剰間隙水圧の後半における振動は上部のタンクの回転によるものであり、石油タンクをより適切にモデル化すれば、より実測値に近いシミュレーションができるとと思われる。

4. まとめ

有効応力解析プログラムDYNAFLOWを用いて地震観測のシミュレーションを行い、DYNAFLOWによって石油タンクー鋼矢板ー地盤系の実挙動を再現できることを示した。また、鋼矢板リング液状化対策工法によってタンク下の地盤が拘束され、加速度応答および間隙水圧が低減することが確認できた。

なお、解析検討についてPrinceton大学のJ.H. Prevost教授からコメントをいただいた。

参考文献：

- 1) 澤内他，液状化対策工法に関する研究（第1報），－鋼矢板リング工法の開発－，土木学会第47回年次講演概要集，第3部門，pp280-281.
- 2) 大保他，鋼矢板リング工法による液状化対策に関する研究（その1 鋼矢板リングで施工された地上式タンクでの地震観測），土木学会第48回年学術講演会

3) J.H. Prevost, DYNAPLOW: A nonlinear transient finite element analysis program, Dept. of Civil Eng. and Op. Research, Princeton University, last update 1992.

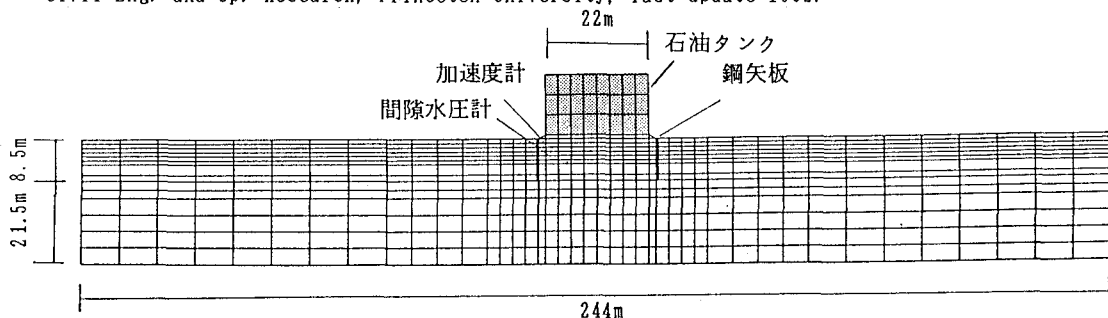


図-1 FEM解析モデル（対策工がある場合）

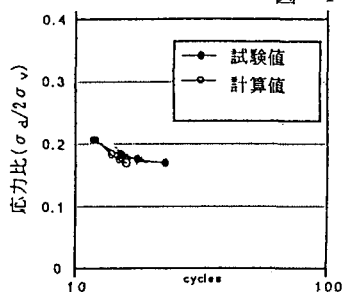


図-2 液状化強度曲線

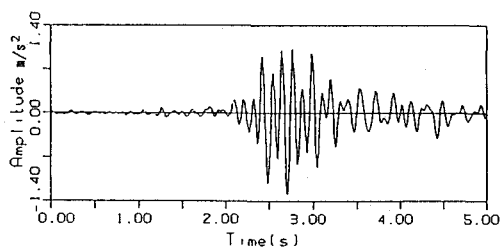
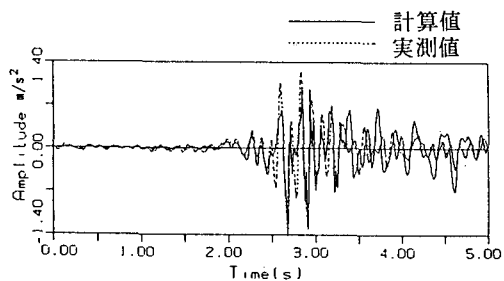
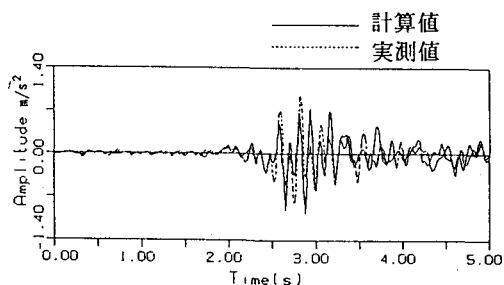


図-3 入力波形

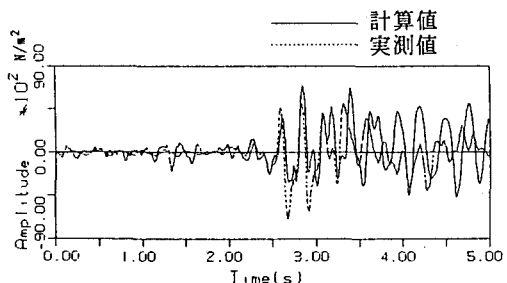


(a) 対策工が無い場合

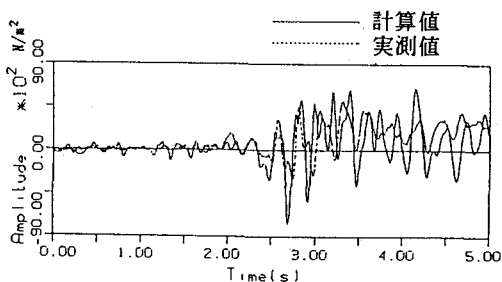


(b) 対策工がある場合

図-4 観測地点の加速度応答



(a) 対策工が無い場合



(b) 対策工がある場合

図-5 観測地点の過剰間隙水圧