

竹中技術研究所 正会員 ○ 辰 巳 安 良
 同 上 正会員 鈴 木 善 雄
 同 上 正会員 畑 中 宗 憲

1. はじめに

軟弱地盤における地中タンクの群としての地震時の挙動を把握することを目的として行った地震応答解析結果については前報¹⁾において報告した。筆者等はこれに続く一連の研究として群地中タンクの模型振動実験を行ったので、その結果の一部を報告する。

2. 実験の対象と相似則

模型の対象としてはわが国の典型的な埋立地盤中にある内径80m、深さ40m、側壁および底版コンクリート厚3mの堅穴円筒形のタンクを考えた。地盤はGL±0～GL-40mをN値0の軟弱粘土層、GL-40～GL-80mをN値30～40の洪積砂層、GL-80m以下を堅固地盤と想定した。

相似則については、1) 慣性力、2) 弾性変形に伴う力、3) 自重による力の3つの力の比が等しくなるよう²⁾にして相似率を決定した。本実験で用いた相似率を表-1に示した。

3. 実験方法と実験ケース

弾性模型地盤およびタンク模型はポリアクリルアミドを主剤とし、添加剤を加えることにより単位体積重量および剛性を調整した。土質模型地盤についてはベントナイトヒカオリンを用いた。弾性模型地盤およびタンク模型の材料定数を表-2に示す。本定数は模型の対象から相似率にのっとり計算された目標値に良く近似している。タンク模型および模型地盤の断面を図-1に示した。また、実験ケースE-FI-9-0.5の場合の全体平面配置図を一例として図-2に示した。

実験ケースは表-3に示したように、地盤材料、境界条件、タンク基数、タンク間距離の4つをパラメーターとして8ケースを行った。入力地震波はハルNS, EW, 大船渡NS, EW および0～50Hzまでの成分を含むホワイトノイズの5種類を使用した。

計測項目は、地表面加速度、2尺間境界面加速度、タンク側壁に作用する土圧およびタンク天端の相対変位の4種類である。地表面加速度については小型、軽量の加速度計を用い、約60地点に展開し、加振方向に主に測定した。土圧計は小型の圧力計を用い、加振直

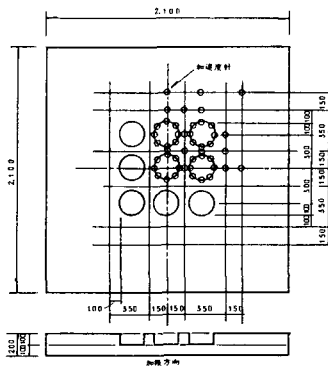
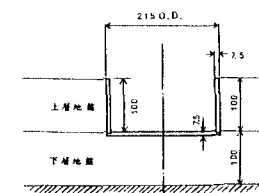


図-1 タンクと地盤の模型断面

図-2 全体の平面配置図

表-1 相似率

模型 / 実物	
長 さ	1 / 400
質 量 密 度	3 / 4
時 間	1 / 20
振 動 数	20 / 1
動的変位	1 / 400
動 じ ゅ ん	1 / 1
応 力	3 / 1600
速 度	1 / 20
加 速 度	1 / 1

表-2 弾性地盤の場合の材料定数

	単位体積重量 (t/m ³)	せん断波速度 (m/s)	ポアソン比	減衰比 (%)
地盤上層	1.20	5.8	0.54	0.25
地盤下層	1.35	9.7	0.40	5.0
タンク	1.88	380	0.14	3.0

表-3 実験ケース

ケース名	地盤材料	境界条件	タンク基数	タンク間距離
E-FI-0	弾性材料	固定	0	—
E-FR-0	#	自由	0	—
E-FI-1	#	固定	1	—
E-FI-5-0.5	#	#	3	0.5 D
E-FI-3-1.0	#	#	3	1.0
E-FI-9-0.5	#	#	9	0.5
E-FI-9-1.0	#	#	9	1.0
S-FI-9-0.5	土質材料	#	9	0.5

4. 実験結果

本報告においては、実験ケースE-FI-9-0.5とE-FI-9-1.0のデータ解析結果の一部について述べる。

図-3はホワイトノイズを入力したときの地表面および2層間境界面における加振方向応答の伝達関数(応答絶対加速度/入力台加速度)の一例である。また、20層に分割したFEMによる成層地盤の解析結果を同時に示した。これより、タンクからはなれた地表面および境界面は、成層地盤の対応する解析結果と良く合っており、材料定数の評価が適切であることがわかる。また、タンク天端は境界面上の応答と良く似た傾向をとり、タンクの根入れの効果があうみれている。また、タンク間の地盤の地表面応答はタンク間距離が大きくなると、タンクからはなれた地表面のものに近づくのかわかる。

図-4、5では振動台にハブEW波の最大50galを入力した時の最大変位を述べる。なお、この変位は応答加速度を積分することにより求めた。

図-4は地表面の各地点の振動台に対する加振方向の相対変位の最大値の平面分布を2ケースについてベクトルで示したものである。2ケースともタンク周辺において相対変位が小さく、タンクから離れると大きくなることかわかる。また、タンク間距離が大きくなるとタンク間の地盤の相対変位が大きくなることかわかる。

図-5はタンク天端の向かいあう2点の相対変位を45°おきにとり、その最大値をケースE-FI-9-0.5について右半に、E-FI-9-1.0について左半に示したものである。タンク間距離0.5Dのもの全体はタンク間距離1.0Dのものに比して相対変位が大きくなり、中央タンクにおいても大きな相対変位を生じている。外側隅タンク(右上タンク)については、タンク間距離0.5Dにおいて、加振方向45°方向の相対変位が大きいものに比して、タンク間距離1.0Dでは加振方向に相対変位が大きいのは興味深い。

5. おわりに

収録した多くの実験データを現在、解析、整理中であり、また、実験のシミュレーション解析計画しており、今後、継続して報告する予定である。なお、本研究は(財)エンジニアリング振興協会の指導のもとに行なった研究と関連して行ったものであることを付記し、関係各位に厚く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 辰巳他、「軟弱地盤における群地中タンクの地震応答解析」、土木学会年次学術講演会、第部、昭和55年9月。
- 2) 香川、「土構造物の模型振動実験における相似則」、土木学会論文報告集第275号、1978年、7月。
- 3) (財)エンジニアリング振興協会、「軟弱地盤に大容量石油備蓄地下式タンクの開設(地中タンク群の地震時挙動)」、昭和55年7月。
- 4) (財)エンジニアリング振興協会、「地中タンク群の耐震性能評価(模型振動実験)」、昭和56年7月。

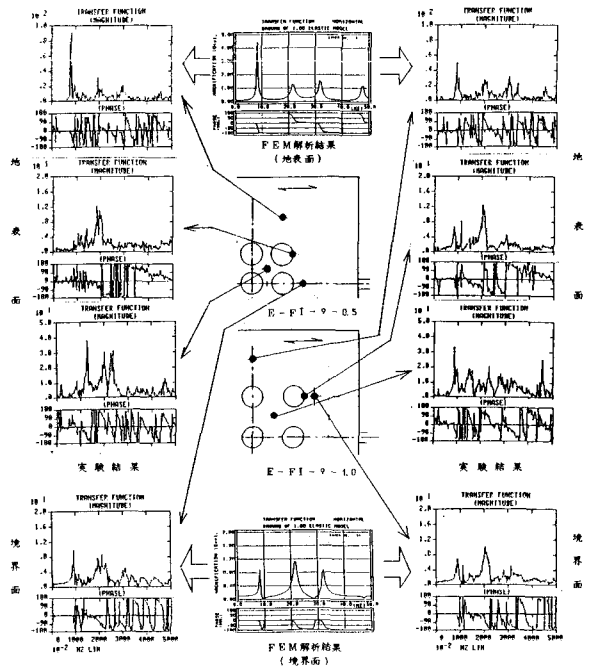


図-3 加振方向の伝達関数

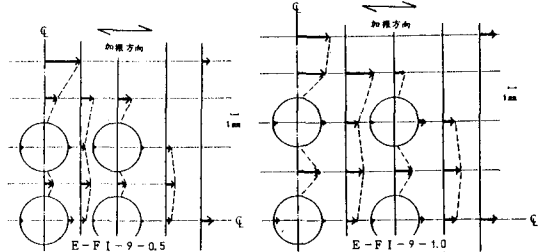


図-4 地表面の加振方向最大相対変位分布

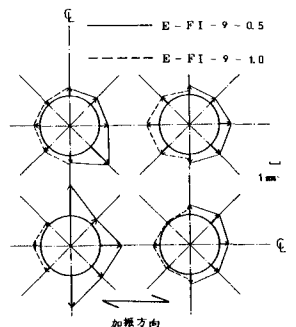


図-5 タンク天端の向かいあう2点間の最大相対変位分布