

I - B 459 群設された LNG 地下式貯槽の動的挙動評価に関する遠心模型実験(その3)

—シミュレーション解析による実験結果の考察—

(株)竹中工務店 正 会 員 鬼丸貞友* 上田貴夫** 甲村雄一* 鈴木吉夫*

(株)竹中土木 正 会 員 白井克巳***

東京ガス・エンジニアリング(株) フェロ-会員 高橋行茂****

1. はじめに

本研究では、先に報告した遠心模型試験^{1), 2)}のシミュレーション解析を行った。1基貯槽モデルおよび6基群設モデルの場合の実験結果と比較した結果を報告する。

2. 解析方法

解析コードは動的有効応力解析手法に基づく MuDIAN³⁾を用い、液状化を考慮した3次元動的解析を実施した。1基貯槽モデルを対象とした解析用メッシュ分割図を図-1に、また、解析に用いた物性値を表-1および図-2に示す。実験モデルの1/2領域を解析対称範囲とし、地盤はsolid要素、貯槽は板要素でモデル化した（総要素数1340）。支持層に浅の砂層地盤の構成式としては Mohr-Coulomb の降伏規準に従う Densification モデルを用い、支持層に関しては非液状化層とした。地盤が液状化する実験時の振動台応答（約160gal）を入力とした。加振方向に平行な2側面は面外変位を拘束し、直交する2側面は同一深度で加振方向変位が等しいとする周期境界条件とした。なお、以下に示す実験結果および解析結果はプロトタイプ換算値で示した。

3. 解析結果および考察

1基貯槽モデルの解析結果と実験結果の比較地点を図-3に示す。貯槽の応答加速度および地表面における地

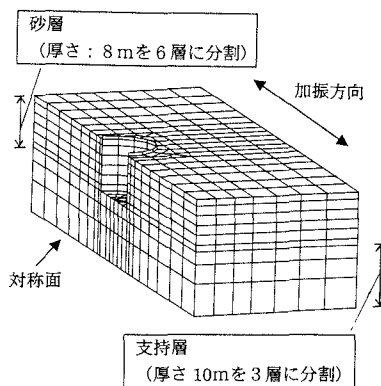


図-1 メッシュ分割図

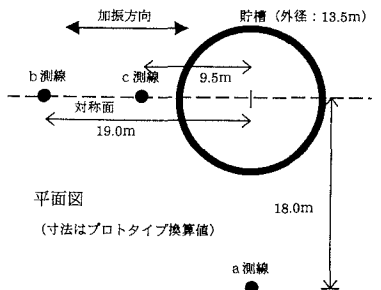


図-3 解析結果との比較地点

表-1 解析に使用した物性値

	湿潤密度 (g/cm^3)	G_0 (kgf/cm^2)	ϕ ($^\circ$)
砂層	1.86	182(地表面) ~ 537(最深部)	42
支持層	1.61	1079	-

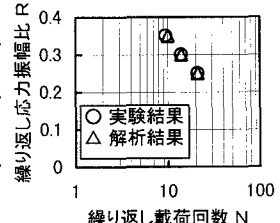
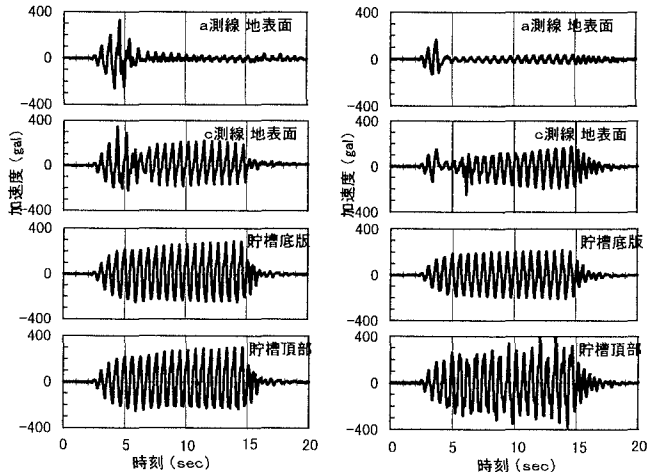


図-2 液状化強度の設定



(a)実験結果

(b)解析結果

図-4 応答加速度の時刻歴

キーワード：遠心模型実験、振動台実験、LNG、地下式貯槽

*〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1

**〒104-8182 東京都中央区銀座 8-21-1

***〒104-8182 東京都中央区銀座 8-21-1

****〒163-1018 東京都新宿区西新宿 3-7-1

(株)竹中工務店 技術研究所

(株)竹中工務店 LNG 本部

(株)竹中土木 技術本部

東京ガス・エンジニアリング(株) 設計部

TEL 0476-47-1700 FAX 0476-47-3080

TEL 03-3542-7100 FAX 03-3545-0974

TEL 03-3542-6321 FAX 03-3248-6545

TEL 03-5322-7513 FAX 03-5322-7526

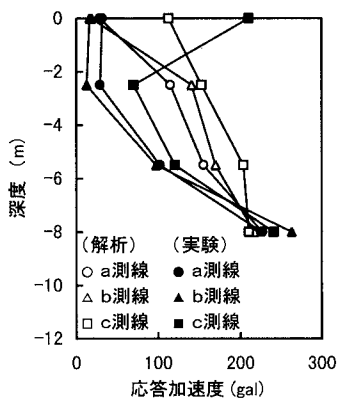


図-5 応答加速度の深度分布

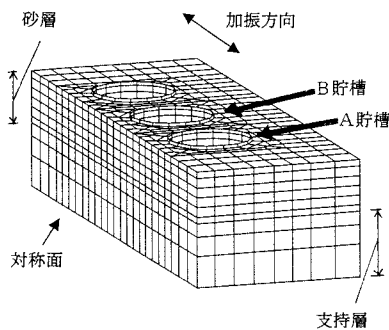
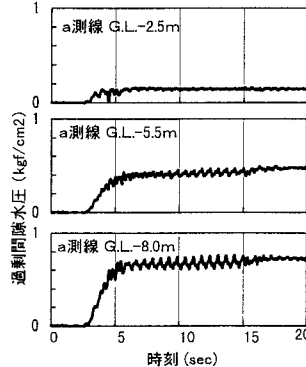
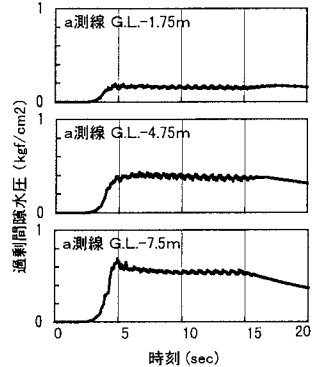


図-7 6基群設モデルのメッシュ分割図

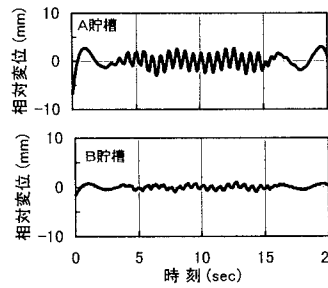


(a)実験結果

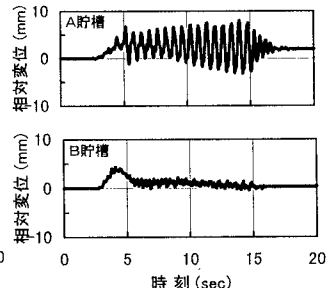


(b)解析結果

図-6 過剰間隙水圧の時刻歴



(a)実験結果



(b)解析結果

図-8 加振方向の内径変化の時刻歴（貯槽頂部）

盤の応答加速度の時刻歴を比較した結果の代表例を図-4に示す。実験結果と解析結果は比較的良く一致している。特に、貯槽に近いc測線地表で液状化により応答が一旦減少した後、応答が増幅する様子が解析により良く評価されている。また、加振後約10秒での砂層地盤の応答加速度の深度分布を図-5に示す。実験および解析ともにc測線では他の測線に比較して応答加速度の値が大きくなっており、貯槽に近接した地盤では貯槽の応答の影響が大きいがわかる。過剰間隙水圧の時刻歴を比較した結果の代表例を図-6に示す。過剰間隙水圧についても実験結果と解析結果は良く一致しており、解析により液状化地盤の動的挙動を比較的精度良く評価できていることがわかる。

6基群設モデルの解析に用いたメッシュ分割図（総要素数 2964）を図-7に示す。ここでは、群設された貯槽間の動的挙動の差異を評価する目的で、貯槽の変形状態に着目して考察を行う。加振方向外側に位置するA貯槽および内部に位置するB貯槽において、貯槽頂部における加振方向の内径変化の時刻歴を求めた結果を図-8に示す。なお、実験における貯槽内径の変化量は、貯槽頂部の加速度値から変位を計算した結果から求めた。A貯槽およびB貯槽を比較すると、実験結果および解析結果ともにA貯槽の内径変化量が大きく、群設された貯槽では内部に位置する貯槽に比べて外周部に位置する貯槽に作用する外力が大きいが解析からも確認された。

4. まとめ

本研究では、遠心模型実験結果のシミュレーション解析を行った結果について報告した。今回実施した解析では地盤や貯槽の動的挙動を比較的精度良く評価できることがわかった。また、6基群設して埋設したモデルの貯槽では、実験ならびに解析により貯槽群の内部と外周部では異なった挙動を示すことがわかった。

参考文献 1) 白井他：土木学会第53回年次学術講演会概要集，I-B，pp.712-713，1998。 2) 高橋他：「群設されたLNG地下式貯槽の動的挙動評価に関する遠心模型実験(その1)および(その2)」，土木学会第54回年次学術講演会概要集，1999。 3) 塩見他：「地盤と構造物の非線形挙動を考慮した構造解析システムの開発」，竹中技術研究所報告，No.54，pp.1-8，1998。