

弾性地盤上にあるタンク模型の動的実験について

大阪府立工業高専 正会員 宮 脇 幸治郎
 京都大学大学院 学生員 小 国 嘉 之
 京都大学防災研究所 正会員 土 岐 寛 三

1. まえがき

液体を貯蔵したタンクの動的現象を把握するにわ従来数多くの解析・実験が行われている。本研究では、いまだ十分に検討されていない地盤と底面スラブとの動的相互作用を検討するための模型実験を行った。すなわち、1) 柔な底面スラブにおける側板下部での浮き上がりおよび変形、2) 底面スラブに作用する圧力分布、3) タンク全体の動的挙動、などの検討を実験的に行った結果について報告する。

2. 実験の概要

図-1は、模型および実験の概要を示したものである。模型地盤は、アクリルアミド系のグラウト剤で製作し、材料定数は、サンプルを切出して行った静的載荷試験ならびに板にたき法による動的試験とから表-1のように求めた。タンク模型は、0.2mm厚の銅板で製作した。なお、振動中にも円筒形を保持させるために上下端には、銅製のリブがハンダ付けされている。模型全体の相似律については考慮されておらず、底面スラブと模型地盤との動的現象についてのみ注目した。

実験は、振動台を正弦波および不規則波で加振したが、本報告では正弦波加振の結果のみを示す。測定量は、図-1に示すように、振動台の水平加速度 H_0 、地盤中央表面の水平・鉛直加速度 H_1, V_1 、タンクの水平・鉛直成分 $H_2 \sim H_3, H'_1 \sim H'_2, V_2 \sim V_3 (V_4)$ 、底面スラブのひずみ $S_0 \sim S_6$ 、底面反力 $E_1 \sim E_4$ および動液三層である。

3. 実験の結果

図-2は、模型地盤のみ系における加振加速度 H_0 に対する応答倍率 $H_1/H_0, V_1/H_0$ を示したものである。水平成分の卓越振動数は4, 6, 11Hz付近にあり、鉛直成分については、7, 10, 13, 24Hzに現われている。これらの振動数は、3次元FEMによる固有値解析の結果にはばよい対応を示し、図-2 地盤系の加速度応答倍率について、FEMの結果では、6Hz付近は水平より鉛直の方が卓越する結果を示している。

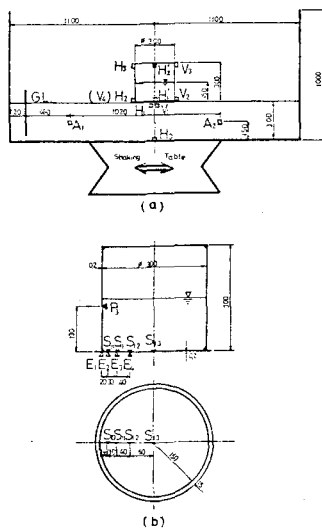


図-1 模型および実験の概要

表-1 模型地盤の材料定数

	Static Test	Dynamic Test	
Young Modulus E (g/cm ²)	400	333	
Poisson's Ratio ν	0.41	0.49	
Velocity	P-Wave V_p (m/sec)	9.65	21.8
	S-Wave V_s (m/sec)	3.77	3.31

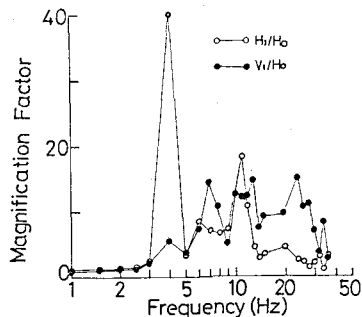
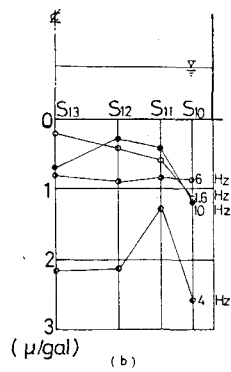
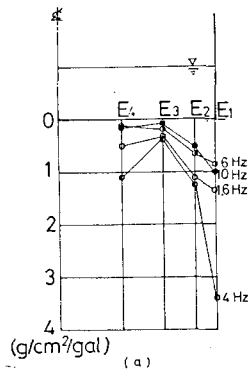


図-3は、水平・鉛直成分の H_0 に対する応答倍率分布を液体・スロッシング共振付近16Hz、模型地盤の卓越振動数4, 6, 10Hzについて示したものである。 H_1/H_0 の比がタンクの転倒に作用する量と考えれば、いずれの場合にも相当大きなスロッシング振動が生じていると推測され、側板直下付近で浮き上りの生じる可能性がある。また、6, 10Hzでは $V_1/H_0 > 1$ となり、鉛直成分が顕著な応答を示している。したがって、タンク全体の挙動は、側板を剛であると考え、地盤および液体の挙動によって説明される。

図-4は、地盤反力およびスラブひびきみの応答倍率を図示したものである。いずれもスロッシング共振振動数と地盤の卓越振動数において鋭いピーク値を示しており、図-5にこれらの応答倍率の分布を示している。地盤反力は側板直下において大きな応答を示しており、したがって、底面に生じる復元力モーメントには側板直下部で生じる鉛直力の貢献度が高いことがわかる。しかしながら応答液面より地盤とタンク底面との距離は認められなかった。

図-6は、ひびきよりスラブの変位を推定して図示したものである。(a)は静的に液体を5, 15cmまで注入したときの変位であり、(b)は、 $H_0=100\text{gal}$ に対する変位であり、変位は、入力加速度の各集に比例する。変位モードは、地盤および液体の挙動ならびに側板の回転の動きに影響されていることがわかる。すなわち、6, 10Hzでは地盤

の鉛直動を受け、また16Hzではスロッシングによるタンクの動揺と液面動揺との効果が現われている。



4. あとがき

本実験により、タンクの動的応答は、液体、地盤および底面スラブの連成運動の効果であり、これは地盤の動的挙動に大きく支配されることがわかった。

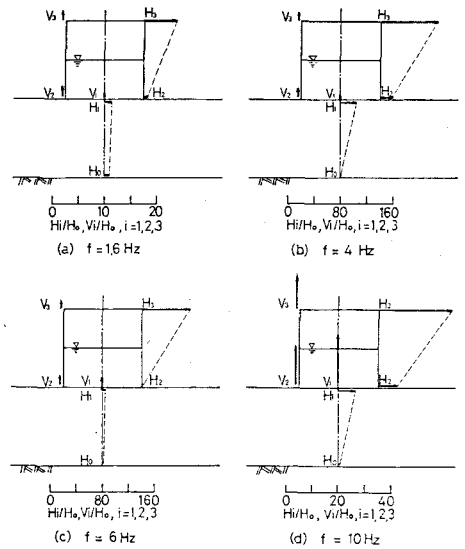


図-3 液体・タンク・地盤系の加速度応答倍率分布

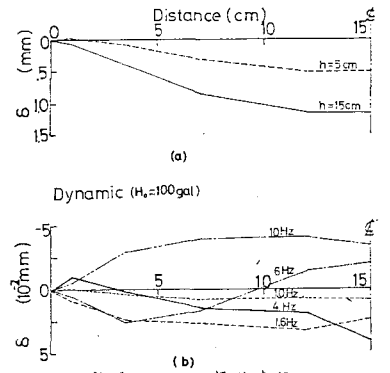
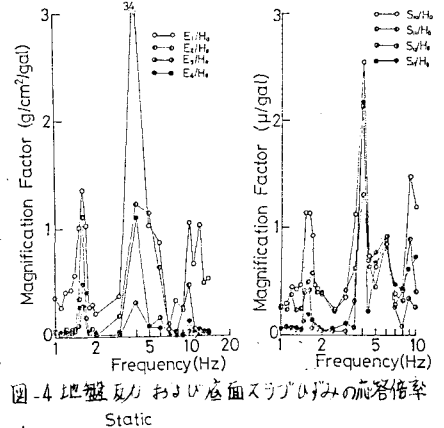


図-6 底面スラブの変位分布