

一群設地下タンクの三次元有限要素法による解析

フジタ工業 技術研究所 正員 斎藤 悦郎

同 上 正員 中村 正博

同 上 正員 山県 達弥

§-1 はじめに

本報告は、群設地下タンクの模型実験¹⁾にひきつづき、同形状寸法のモデルに対して、有限要素法による三次元動的解析を行ない、タンク群として建設されることによるタンク間の動的相互干渉効果を、地盤のみの場合、タンク1基の場合との比較から検討を行ったものである。

§-2 解析モデル

解析モデルの材料定数及び形状寸法を表-1、図-1に示す。要素特性及び分割は、地盤に対し、セン断変形を考慮した9個の非適合変位モードによる8節点要素を用い、鉛直方向に6段、水平方向には放射状に分割し、タンクに対しては、四辺形シェル要素を用い、鉛直方向に3段、円周方向に10°づつ分割した。図-1は、タンク3基、タンク間距離D/2のタンク列方向に振動が作用するモデルに対しての要素分割を示した。計算は、基本的群設タンク配列の各モデルに対し、固有値計算(サブスペース法)、及び地盤セン断一次振動数をもつ正弦波による時刻歴応答計算を行った。なお使用プログラムは、当社で開発したF S A P²⁾を用いた。

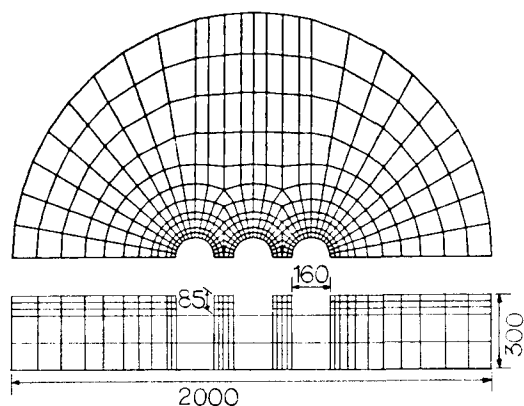


図-1 要素分割図 (M3-D/2-0)

§-3 解析結果

タンク基数、振動方向及びタンク間距離が変化しても地盤の一次セン断の固有振動数及び応答倍率の差は、非常に小さく、ほぼ地盤のみと同様な動きをしているものと思われる(表-2)。図-2は、地表面振動方向の変位分布を示したもので、地盤のみに比べ、M2-D/2-90 M3-D/2-90で4%, M2-D/2-0, M3-D/2-0,

表-1 材料定数

	弾性係数(E) Kg/cm ²	ポアソン比 (ν)	単位体積 重量 Kg/cm ³	減衰定数(h) %
地 盤	1.16	0.45	0.00106	1.5
タンク	2.0	0.40	0.00119	1.5

表-2 モデルケース及び固有値計算結果

モデル	剛自由度	最小バンド幅	計算時間(sec)	固有振動数 (Hz)	応答倍率
M0	3035	325	6692	4.854	42.26
M1	3558	413	7979	4.800	38.94
M2-D/2-0	5941	466	17424	4.806	38.89
M2-D/2-90	6042	678	17908	4.808	38.21
M3-D/2-0	7234	525	24365	4.803	38.10
M3-D/2-90	7215	612	40178	4.814	38.90
M3-D/4-0	7234	525	24365	4.805	37.78

名称 M3-D/2-0 1) タンク基数 3) 振動方向
1) 2) 3) 4) 2) タンク間距離 4) タンク位置(M...中央)

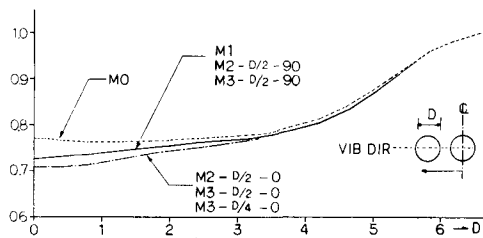


図-2 地表面変位分布

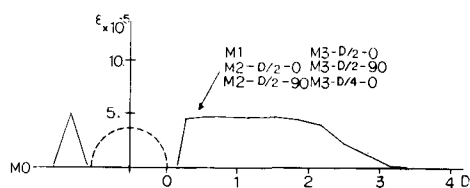


図-3 地表面軸ひずみ分布

M3-D/4-0 で 6 % 程地盤中央付近で減少する。また、タンク側壁から 3D~4D (D ; タンク直径) 離れることにより、タンクによる地盤への影響は、ほとんどなくなるものと思われ、地盤のみの変位と同様な値となる。図-3 は、振動方向地盤直径軸上の、地表面軸ひずみ分布を示したもので、各モデルに対しての差異はほとんど見られない。また、振動直角方向タンク直径軸延長上の地表面セン断ひずみは、M3-D/2-0, M3-D/4-0 の中央タンク側壁付近で、それぞれ 2 倍, 3 倍程度 M1 に比較して大きくなる以外は、M1 と同様な値となる。

図-5 は、タンク側壁頂部付近の円周方向断面力分布を示したもので、ほとんどのモデルケースにおいて、軸力及び曲げモーメント分布は、最大値の位置が各ケースによって差が生ずるが、円周方向に 1 回の正負をくり返す分布となる。またとくに、M3-D/2-90, M3-D/2-90 では、M1 とほとんど同様な分布及び値となる。図-6~8 は、タンク側壁頂部、側壁中央、側壁底版付近の最大断面力を示したもので、M1 と比較すると、側壁頂部付近では、M3-D/2-0, M3-D/4-0 の中央タンクで、それぞれ 3.5 倍, 5.5 倍程度曲げモーメントが大きくなり、側壁底版付近でも、同タンクでそれぞれ 4 倍, 5 倍程度、軸力が大きくなる。しかしながら、M2-D/2-90 の様に、タンク列方向に直角の振動では、ほとんど M1 と同様な値を示し、群設によるタンク間の相互干渉効果は小さいものと思われる。

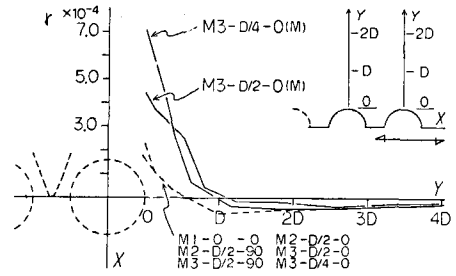


図-4 地表面セン断ひずみ分布

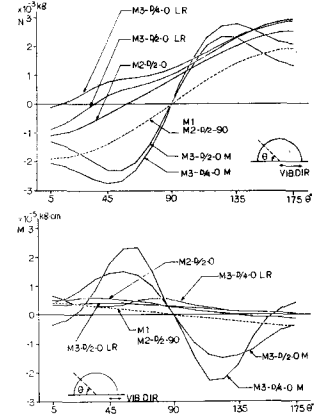


図-5 タンク円周方向断面力分布

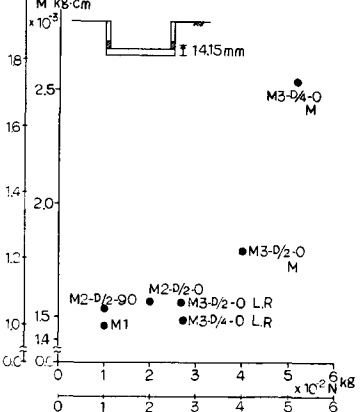
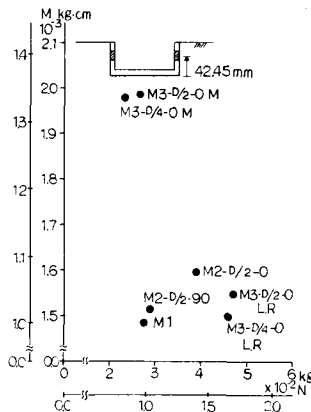
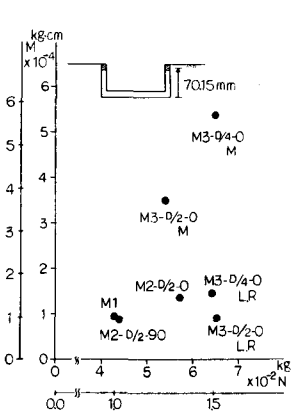


図-6 最大断面力(側壁頂部付近) 図-7 最大断面力(側壁中央付近) 図-8 最大断面力(側壁底版付近)

§-4 おわりに

群設地下タンクにおいてタンク列方向に振動が作用する場合のタンク間にはさまれたタンクでは、1基のみに比べ、側壁断面力は大きくなる。しかしながら、タンク列方向に直角の振動では、1基のみの断面力とほぼ同様な値となる。なお本解析にあたり、神奈川大学田治米研究室学生、太田、粕谷君に感謝の意を表す。

参考文献 1) 斎藤・中村・後藤 円筒型地下タンクの動的挙動(Ⅲ) 第34回土木学会要集

2) 吉沢・平沢 汎用構造解析プログラムSRANの開発と計算例 第2回電算利用シンポジウム論文集