

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

1. はじめに

わが国において軟弱地盤での大容量の石油備蓄群地中タンクを建設する場合、特にその耐震性が問題となる。単一地中タンクの耐震性については現在までに多くの解析、模型実験、実大観測が行われ、多くの成果が得られている。だが、群地中タンクを対象としたものは少なく数例の解析¹⁾と模型実験²⁾があるだけであり、現在、地中タンクの群としての地震時挙動の解明が待たれている。そこで筆者らは、その解明への一助とするために群地中タンクの地震応答解析を行なった。

2. 解析プログラムと解析モデル

解析プログラムは、「FLUSH」を用いた。本プログラムではエネルギー伝達境界により波動の側方への逸散を考慮し、また粘性境界により3次元的なエネルギーの逸散を考慮している。

地盤条件は、わが国の典型的な埋立地盤を対象とし、GL±0~GL-5mをN値15の埋土層、GL-5~GL-40mをN値0の軟弱粘土層、GL-40~GL-70mをN値30~40の洪積砂層、GL-70m以下を深部堅固地盤と設定した。地中タンクは堅穴円筒形とし、内径80m、深さ40m、側壁コンクリート厚3m、底板コンクリート厚3mとした。入力波形は軟弱地盤中の大規模地中構造物に影響が大きいと考えられる長周期成分を持つ波形として1968年十勝沖地震ハブE成分を選び、最大加速度を100, 150, 200 galと変化させた。タンク配置は正方配列とし、タンク間距離は1.0D, 0.5D, 0.25D (Dはタンク内径)と変化させた。タンク個数は1基と3基について行なった。なお、タンク内容液については空の場合を仮定している。

地盤定数については、ひずみ依存性をR-Oモデルと仮定し³⁾、プログラム「SHAKE」を用いて成層地盤で求めた等価剛性と等価減衰定数を用いている。また「FLUSH」ではタンクの円筒形はモデルとして表現できないので、タンク部分に円筒シェルモデルの静的なカー-変形関係より求めた等価定数を用いた。

今回報告する解析ケースの内容について表-1に示した。また要素分割の一例(CASE-3)を図-1に示した。

3. 解析結果

図-2、図-3は各々、成層地盤の地表面変位が最大の時(T=15.20秒)の変形パターンをタンク間距離が1.0Dの場合と0.5Dの場合につ

いて示したものである。タンク間距離が大きいほうがタンク間の土の変形が大きく、タンクによる拘束が小さいことがわかる。

図-4は最大水平加速度と最大水平相対変位のタンク間距離による変化を示したものである。また、タンク1基の場合のものも同時に示す。特に最大水平相対変位は成層地盤に比べてタンク周辺で小さくなり、その傾向はタンク間距離が小さい程大きい。

表-1 解析ケース

ケース名	タンク個数	タンク間距離	入力最大加速度
CASE-1	1		150GAL
CASE-2	3	1.0 D	150
CASE-3	3	0.5	150
CASE-4	3	0.25	150
CASE-5	3	0.5	200
CASE-6	3	0.5	100

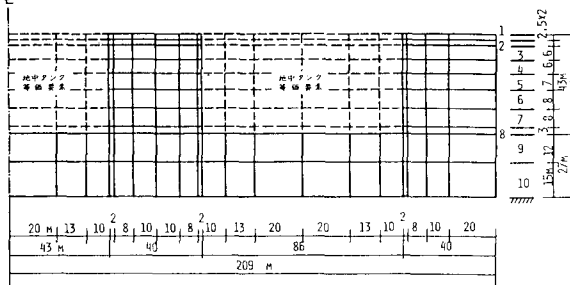


図-1 要素分割の一例 (CASE-3)

図-5は最大地震時土圧分布のタンク間距離による変化を示したものである。またタンク1基の場合のものを同時に示す。タンク間の地震時土圧はタンク間距離が小さくなるにつれて小さくなるのがわかる。また群タンクの外周部では、タンク間距離に関係なくタンク1基の場合とほぼ同様の分布を示し、タンク間の土圧分布よりも大きい。

図-6は最大地震時土圧分布の入力最大加速度による変化を示したものである。地震定数にひずみ依存性を考慮しているため、土圧分布の変化の大きさは入力最大加速度の変化ほど大きくない。特にタンク間では変化が小さいのがわかる。

図-7は成層地盤の地表面(A地点)、タンク側壁の頂部(B地点)、タンク間の地表面の中央部(C地点)各々の水平相対変位の周波数応答関数をCASE-2, CASE-3, CASE-4について示したものである。

C地点ではタンク間距離が大きくなるにつれてピークが大きくなり、応答が大きくなるのがわかる。だが、位相角については、タンク間距離による変化はみられず、B地点とC地点は同位相で動くことがわかる。

(謝辞) 本研究は(財)エンジニアリング振興協会の指導のもとで行なった研究と関連して実施したものであることを述べるとともに、関係各位に厚く感謝の意を表し、また、「FLUSH」に関して御指導をいただいた(財)大阪土質試験所の方々に感謝いたします。

(参考文献)

- 1) (財)エンジニアリング振興協会：軟弱地盤での大容量石油備蓄地下タンクの開発，調査研究報告書，1977
- 2) 同上，地震解析の検討，1980
- 3) 吉田正吾他：地下タンクの耐震設計法に関する提案，第13回土質工学研究発表会，1978
- 4) 後藤哲雄他：沖積地盤における群地下タンクの地震応答特性，第5回日本地震工学シンポジウム論文集，1978
- 5) 杉本三雄雄他：海底軟弱粘土の動的挙動特性と動的解析のためのモデル化，第5回日本地震工学シンポジウム論文集，1978

図-2 CASE-2の変形パターン(T=15.20秒)

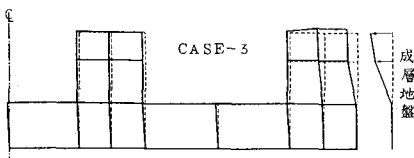


図-3 CASE-3の変形パターン(T=15.20秒)

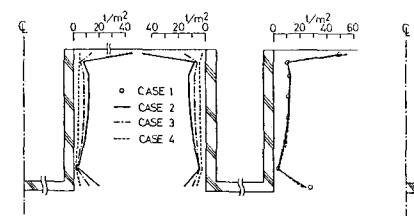


図-5 最大地震時土圧分布のタンク間距離による変化

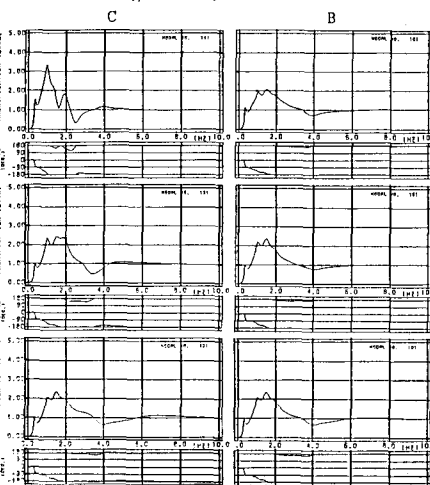


図-6 最大地震時土圧分布の最大入力加速度による変化

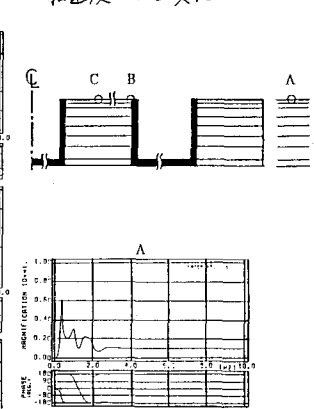


図-7 水平相対変位の周波数応答関数のケースと位置による変化

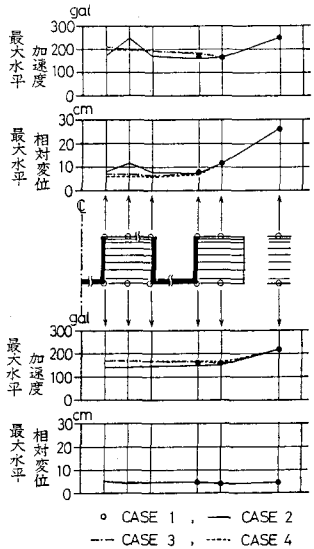


図-4 最大水平加速度と最大水平相対変位のタンク間距離による変化