

1. まえがき

半径と深さが数十メートルに及ぶ円筒型地下タンクが沖積地盤中に群となって建設された場合について、模型実験によってその動的応答特性を解析した結果を既に報告¹⁾しているが、引き続き著者は数値シミュレーションによって実験結果を解析し、それをもとに群地下タンクの地震応答特性について考察を行ってきた。実験内容の詳細は既報によることとし、本報告では数値解析と得られた結論について述べる。

2. 数値解析法

地下タンク等の地中構造物の地震応答は一般に地盤の応答に支配され慣性力による動的相互作用は無視できる、即ち応答変位法が適用できるとされている。そこで、本解析では地盤タンク連成系を3次元FEMでモデル化し、震度法の考えに従ってモデル全体に一様一定な水平加速度を作用させ、静的計算で応答を求めることとした。図-1-2に1基の場合と6基の場合（タンク間距離0.5直径）の解析モデルを示している。いずれも対称条件を利用した1/4モデルである。

1基の場合については動的解析も行ない、1次モードによる応答を求めて震度法の結果と比較した。図-3は遠方地盤における地表面変位が両解法で同一となるように基準化しておいてタンク側壁歪の最大値分布を比較したもので、両解法の結果はよく一致し震度法適用の妥当性が確かめられる。高次モードについても、タンク底盤レベルから上層の地盤の歪分布に大きな変化が生じない限り震度法の適用が可能と思われる。

3. 解析結果

タンク側壁代表点の円周方向歪について実験値（地震波入力）と解析値を比較したものが図-4、-5である。また、側壁頂部の半径方向タワミ分布を図-6（実験値、1次共振状態）と図-7（解析値）に示した。実験誤差、特に実験の際の歪計の出力が実歪の約50%であることを考慮すれば解析結果は実験結果とよい対応を示していると考えることができる。図-8

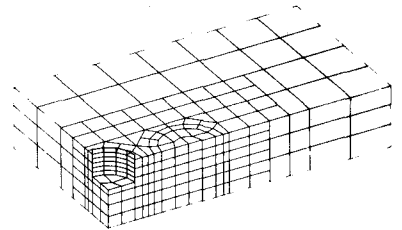


図-1 タンク1基のモデル

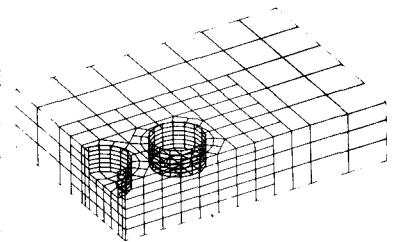


図-2 タンク6基のモデル

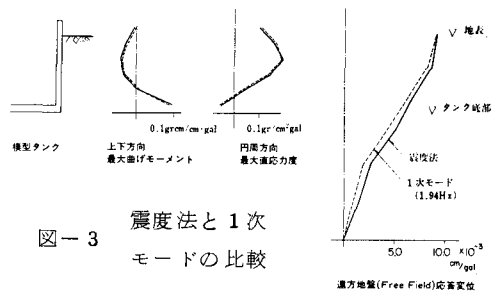


図-3 震度法と1次モードの比較

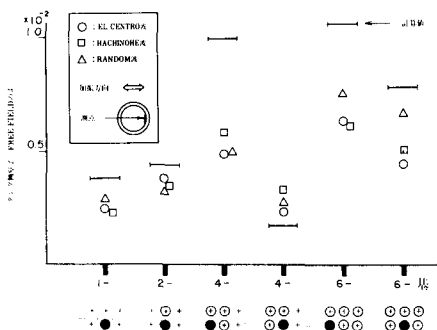


図-4 側壁歪・実験値と解析値の比較

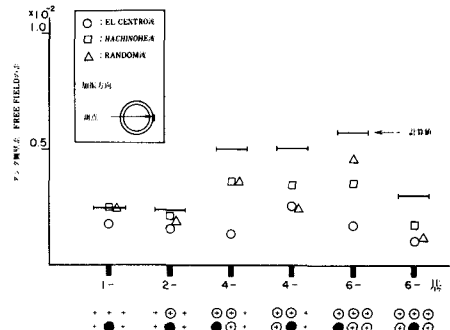


図-5 側壁歪・実験値と解析値の比較

には解析結果から求めた側壁面における加振方向の動土圧分布を示した。

他方、4基の場合を対象としてタンク間距離を0.5 Dから1 D (D:直径)に変えた計算を行なった。図-9は側壁のタワミ分布を示したもので、タンク間距離が大きくなると分布形状は1基の場合に収束する傾向を示す。そこで、1基の場合の側壁歪の最大値を基準にとり、タンク間距離の影響をプロットしたものが図-10である。面内セン断歪を除けば、群の影響によって側壁の歪は増加する傾向にある。

4. 現行耐震計算法との比較

地盤からタンク側壁に作用する地震荷重を対象とした耐震計算は偏土圧法(地震時土圧法)と応答変位法²⁾によって行なわれている。ある地下タンクを例に取ってこれ等の計算法により側壁最大応力度を計算し、応答変位法の片押し片引きを基準にとって計算法による応力の変化をプロットしたものが図-11である。片押し片引きの荷重状態はタンク1基に鉛直下方から波動が作用した場合に相当するから、偏土圧法や応答変位法の両押し計算が群の影響による偏土圧の発生を考慮したものとなれば、図-10と-11の比較が可能となる。また、これ等の計算法に従って設定される地震時偏土圧は通常 10 ton/m^2 程度であり、図-8に示した動土圧の偏圧成分の数倍となっている。

これ等のことを考慮すれば、現行の耐震計算法は群の影響を安全側に考慮したものであると考えることができる。

5. 結論

- 1) 地盤とタンクを連成させたモデルを用いれば、震度法によって地下タンク側壁の地震応答を推算することが可能である。
- 2) タンク間距離が0.5 Dの場合においても、現行耐震計算法は群の影響を安全側に評価している。
- 3) 表面波が作用する場合の問題については別途の検討が必要となろう。

参考文献

- 1) 後藤, 白砂; 沖積地盤における群地下タンクの地震応答特性について, 第15回地震工学研究発表会, 1979
- 2) 土木学会; 地下貯油施設技術指針(案), 昭和55年5月

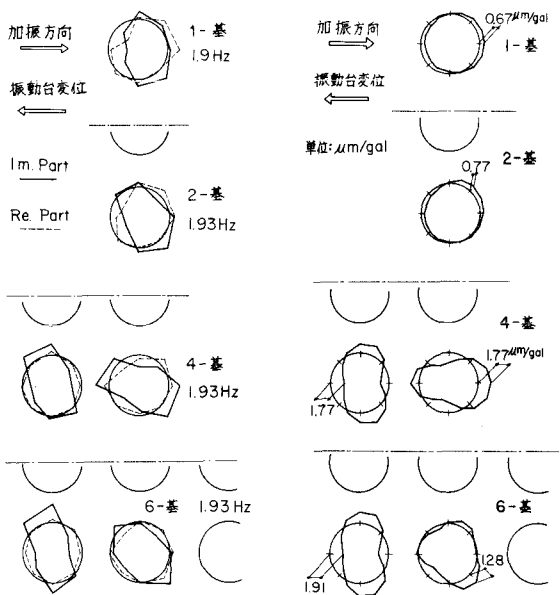


図-6 側壁タワミ実験値

図-7 同左解析値

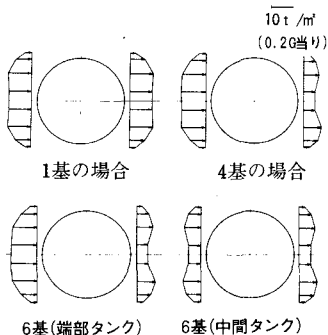


図-8 動土圧分布

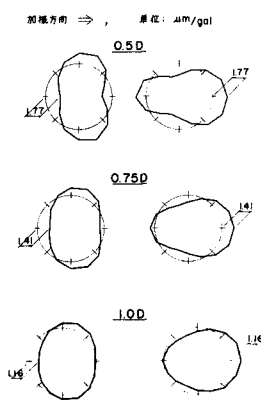


図-9 側壁タワミ

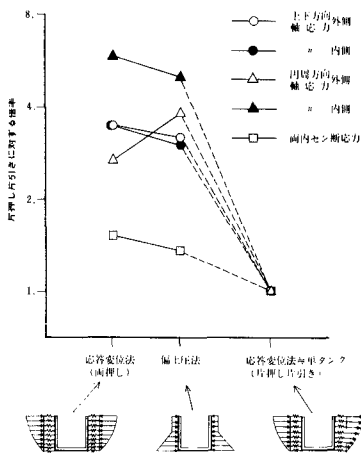


図-11 現行設計法による応力

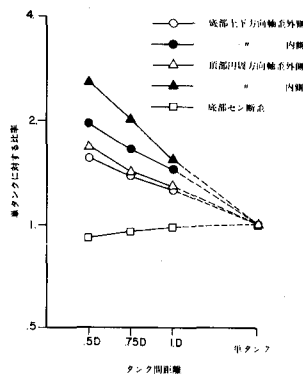


図-10 タンク間距離と歪