



(1) 内液動揺の低次振動における正弦波加振の場合

スロッシングの1次(0.83Hz)～3次の動液圧分布は、並進振動する剛なタンクに関して速度ポテンシャル理論による慣用式で計算した値に一致し、後述の浮上り振動時相当の動液圧の大きさになっても、浮上り振動は殆んど励起されないことがわかった。

(2) 内液動揺の高次振動における正弦波加振の場合

加振加速度を100galとして振動数を種々変えていくと、動液圧分布は図-2に示すように、並進振動としてのHousnerの式を適用した計算値よりも大きくなる場合がある。この現象は、図-3の動液圧および躯体応答加速度の共振曲線に示されるように、特定の振動数範囲で生じており、この範囲では、明らかに浮上り振動が励起されている。浮上り振動の変形モードは剛支持の場合図-4に示すように側壁部はかなりの範囲にわたって浮上るが、底板部は剛性が小さいため三日月状の部分だけが支持面から離れ、他の大部分は接したままの状態になっている。弾性支持では圧縮側の側壁下端が沈下するため引張側側壁の浮上り量は少ないが変形モードは同様であった。共振振動数は剛支持の場合の方が小さいが、これは浮上り量と浮上り範囲に対応した特定の振動数が形成されるためであり、加振加速度を大きくすると浮上り量も大きくなって共振振動数の低下がみられた。

応答加速度と動液圧の関係は、図-5からもわかるように、支持条件の違いに拘りなく直線関係にあつて、浮上り振動系の加速度増幅が動液圧の増大と密接な関係にあるようである。

また、浮上り振動時に基礎マウンドにもたらず側壁鉛直軸力については、図-6のように支持条件に応じてそれぞれ特定の関係が認められる。図中の計算値は動液圧に対して梁理論でタンク全体の曲げモーメントを求め、円筒の断面係数により軸力に換算したものであり、この計算値に対して、浮上り振動はかなり大きな軸力をもたらしことがわかる。

(3) 地震波加振の場合

応答加速度や動液圧の最大値の生起時刻は必ずしも地震波の最大加速度の時刻と一致せず、むしろ浮上り共振振動数の卓越する時間帯で生起していることがわかった。

4. あとがき

タンクの浮上り振動は、タンクおよび基礎マウンドの耐震設計において重要な要素となることがわかった。実設計用のアプローチとしては動液圧や側壁軸力が躯体の応答加速度と密接な関係にあるため応答加速度倍率の設定を図ることが考えられる。そのためには浮上り振動モードの固有振動数の予測がキーポイントになると考えられる。

参考文献： 三村、永田ほか、同題、鹿島技研年報、Vol. 29, 1981

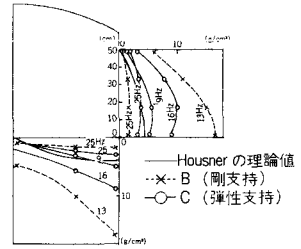


図-2 正弦波加振での動液圧 (100gal, 1/2全振幅)

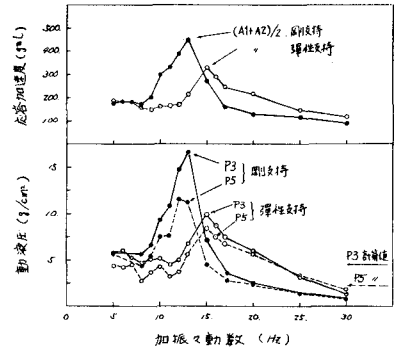


図-3 応答加速度と動液圧の共振曲線 (100gal加振, 1/2全振幅)

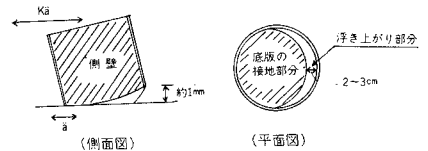


図-4 浮上り振動モード(剛支持, 100gal)

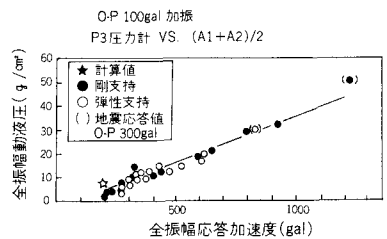


図-5 動液圧と応答加速度の関係

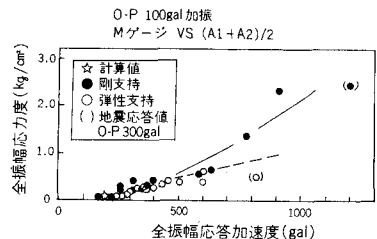


図-6 側壁鉛直軸力と応答加速度の関係