

川崎重工業(株)
消防方
埼玉大学

小川 浩
関本道尚
奥村敏恵

1. はじめに

液体タンクの耐震問題の研究は、最近、数多く行なわれている。中でも、タンク内液体の液面動揺(スロッシング)に関する問題は、地震入力におけるいわゆる“やや長周期”成分の存在が認識されるに従って重要な問題となってきた。本研究では、特に、従来のスロッシング研究ではあまり考慮されていなかった浮屋根に注目し、その基本振動性状を調べることを目的として、振動台による加振実験を行なった。

2. 実験概要

実験には、図-1に示すような直径2m、高さ1.5mの剛体タンクを用い、この円筒タンクに高さ1mまで水を満たし浮屋根を浮かせて加振した。浮屋根は、シングルデッキ形(図-3)、ダブルデッキ形(図-2)の2形式をモデルとし、シングルデッキでは、デッキ部の板厚を0.27mm、0.6mmと変化させたものを2体用いた。材質は、シングルデッキでは、重鉛メッキ板、ダブルデッキでは、板厚0.7mmのしんちゅう板とした。ダブルデッキは、図-2のように、放射状及び同心円状に仕切り板を配し、それと上板及び下板デッキではさんだ構造をしている。

振動台入力は、水平方向の正弦波加振で、変位振幅一定とした。

測定は、図-1に示すような位置で、波高、浮屋根変位、浮屋根に

働く動水圧及びひびき、側壁に働く動水圧を計測し、振動数応答及び計測値分布を調べた。

3. 実験結果及びその検討

図-4に浮屋根のない場合の波高の共振曲線を示す。観

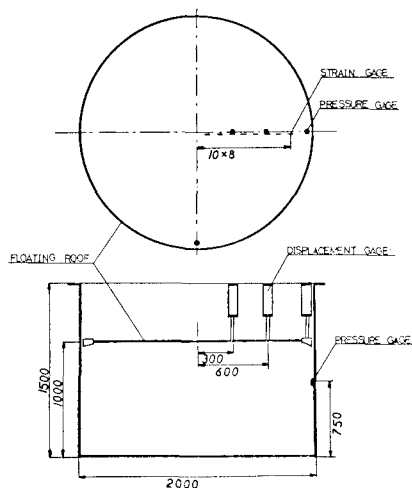


図-1 模型タンク及び計測機器配置

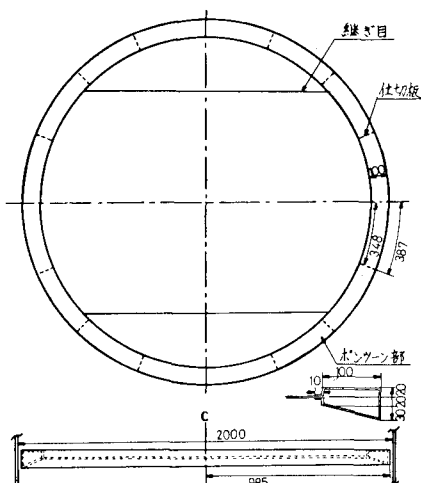


図-3 シングルデッキモデル

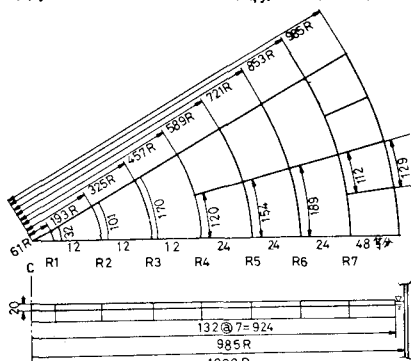


図-2 ダブルデッキモデル
(1/2分割図)

表-1 共振振動数(実験値)

共振振動数	1次共振振動数	2次共振振動数	3次共振振動数
浮屋根なし	0.6592 Hz	1.7504 Hz	1.4557 Hz
シングルデッキ (0.27mm)	"	1.4 Hz	2.6 Hz
シングルデッキ (0.60mm)	"	2.5 Hz	5.5~6.0 Hz
ダブルデッキ	"	4.02 Hz	

測された共振振動数の理論値との一致は非常によくほぼ数%以内の誤差であった。浮屋根をのせた場合の共振振動数の実験値を表-1に示す。1次共振振動数は、ほとんど変化のないのに比べ、2次、3次の高次の共振振動数は、浮屋根の剛性が付加されたことにより、浮屋根なしの場合と比べて高くなっている。浮屋根の半径方向の曲げ剛性は、ダブルデッキが一番大きく、次にシングルデッキ(0.6mm)、同(0.27mm)となっているが、共振振動数もこれに対応した変化がみられる。また、浮屋根変位も、2次、3次の共振振動数に対応したピークをもつが、そのオーダーは、1次に比べればはるかに小さい(図-4)。しかし、浮屋根に働く動水圧・曲げひずみ(図-6)は、高次モードの方が、そのオーダーが大きくなっている。

固有値解析の結果をみると、浮屋根を浮かせた場合の変位モードと、浮屋根のない場合のモードでは、高次となってもほとんど変わらないが、浮屋根に働く動水圧のモード形は、浮屋根の曲げ剛性の大小により変化することがわかった。

4. おわりに

今回の浮屋根を浮かせた状態による円筒形タンクの振動実験結果をみると、1次スロッシングでは、浮屋根のない場合と比べても、その共振振動数、波高にはほとんど変化がみられないが、2次、3次のスロッシングでは、その性状が浮屋根の剛性に影響されることわかる。この点から、高次入力モードに対する浮屋根に及ぼす影響を評価する必要があると思われるが、この点を現在、理論解析との比較検討中である。

今回の実験では考慮に入れてはいないが、タンク側壁とポンツーン部の摩擦の問題も、浮屋根の振動性状に影響を与える一つの要因となると考えられる。この点の定性的、定量的評価も必要となる。

参考文献

- 1) 坂井：タンクの流力弾性振動解析法，第33回土木学会年講，第1部第1門
- 2) 坂井他：浮屋根式貯槽スロッシングに関する一研究(解析と実験)，圧力技術15-1，1977

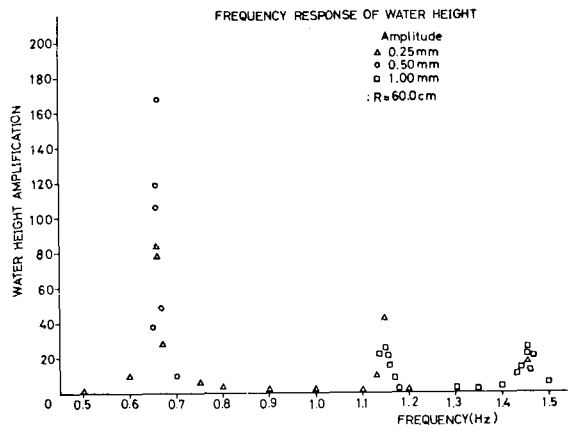


図-2 波高応答倍率共振曲線(浮屋根なし)

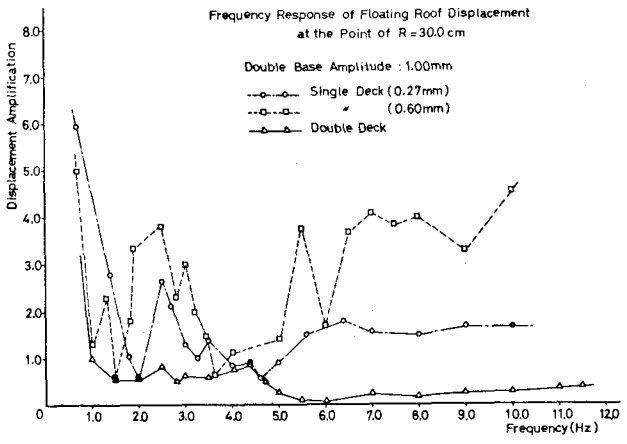


図-3 浮屋根変位応答倍率共振曲線

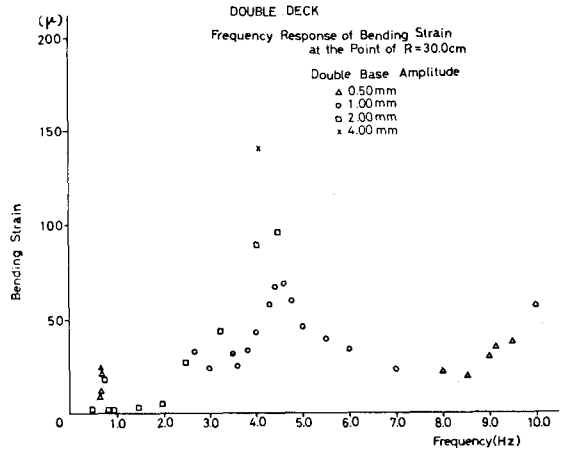


図-4 曲げひずみ共振曲線(ダブルデッキ)