

I-44

卵形消化槽内の表面波の成長

九州大学 工学部 正員 小坪清真, 鳥野 清
九州工業大学 正員 高西照彦
九州大学 工学部 学生員 砂田 聡

1. まえがき

汚泥処理のための消化槽には、円筒形(米国)、卵形(西独)等があるが、形状のなかで最も機能的で美観上も優れているとされているのは卵形のもので、西独各地の下水処理場に多く見られる。その卵形消化槽を日本でも建設する計画があり、日本に導入するには耐震性を確かめなければならない。そのためには、地震時にタンクに働く衝撃圧とスロッシング圧を求める必要がある。本研究は、耐震設計のための基礎データを得るために、模形タンクを振動台上で正弦波加振することにより実験的にスロッシング応答を解明したものである。本実験では比較的容易に製作・改造できるように、奥行き100mm、高さ888mmの2次元模型を用いた。

2. 実験模型および測定方法

使用した卵形消化槽の2次元模型を、図-1に示す。剛な模型とするために裏面は13mm厚の鉄板とし、それと、鉛直に立てた2本のH型钢とを、9mm厚の鉄板を介して剛結した。正面は厚さ13mmの透明アクリライト平板、側面は厚さ15mmの透明アクリライトで製作した。試験液体には着色した水道水を用いた。水圧計は、共和電業製PGM-02KG型(容量200gf/cm²)を同時に3本使用し、取り付け位置は水位と測定目的により種々に変更した。

振動台による入力加速度を歪式加速度計により測定したが、振動台に直接設置した場合と、模型上部に設置した場合に、測定値の差は無く、模型が剛であることが確かめられた。

振動台で正弦波加振をし、応答が定常になった状態で、入力加速度と変動水圧を直視式電磁オシログラフに記録し、透明な正面板にスケールをあて、目視により波高を読んだ。

タンク内のスロッシング圧の共振曲線(図-3(a), 図-4)を求めるにあたり、応答の跳躍現象等の非線形現象を見るために、加振加速度を一定にして、一次共振点付近で加振加速度を低い方から順次上げてゆき、一次共振点を過ぎて、変動水圧の値が十分小さくなつた所から再び下げるという方法を取った。^{1), 2)}

3. 実験結果

タンクの上部口の角に、ちょうど静水面がある場合(水深843mm)の、水圧計位置①における共振曲線を図-3, 図-4に示す。図-3(a), 図-3(b), 図-4の縦軸はスロッシング圧であり、これは水圧計が直接示した変動水圧から、ベクトル的に衝撃圧を差し引いたものである。高い振動数で加振すると、ほとんどスロッシングは起こらず、入力加速度に同位相かつ比例した衝撃圧が働くことを確認した。水深843mm, 水圧計位置①, 入力振動数10Hzで実験して得られた、入力加速度-衝撃圧関係により、低振動数・低加速度で加振した場合の衝撃圧を求め、これを図-2に示すように測定水圧からベクトル的に差し引いてスロッシング圧の絶対値および位相遅れφを求めた。

図-3(a)は、入力加速度9galの場合のスロッシング圧の振動数応答曲線お

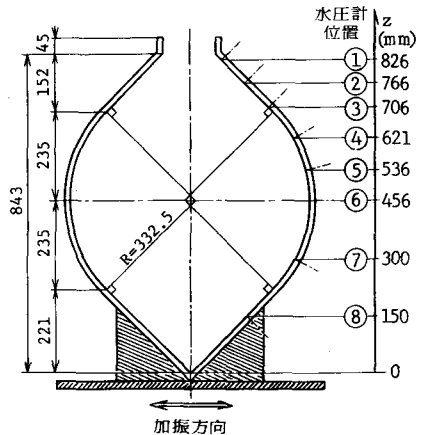


図-1 模型正面図

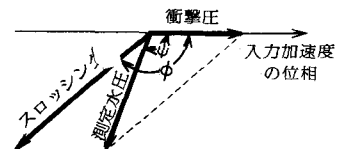


図-2 スロッシング圧の分離

よび位相角曲線である。応答の跳躍現象が顕著に見られる。図-4は、図-3(a)に入力加速度 6 gal と 12 gal の応答曲線を付け加えたものである。入力加速度の大小により、共振点に変化するのみでなく、応答の大きさが入力加速度に比例しないことがわかる。

図-3(b)は、図-3(a)と同じ水深・水圧計位置・入力加速度の場合の共振曲線であるが、一定入力のもとで加振しながら振動数を連続的に変えるのではなく、毎回、加振を停止してから振動数を変えたので、変化以前の振動数の波の影響を受けないことになる。図-3(b)の共振点は図-3(a)における振動数上昇時の共振点に近いことがわかる。図-3(c)は、図-3(b)の実験における波高(両振幅)の応答曲線である。

図-5は水深 843 mm 、入力加速度 9 gal の場合の、深さ方向スロッシング圧分布で、振動数上昇時、下降時の共振点において定常振動している時に加振を急に止めて自由振動をさせると、スロッシング圧のみになり、各水圧計の応答から直接にスロッシング圧分布を求めたものである。

図-6は、6通りの水深に対して、 2 gal で加振した時の振動数上昇時固有振動数を求めることにより得られた、水深と固有振動数の関係である。

〈参考文献〉

- 1). 木村・大橋: 軸対称容器におけるスロッシングの非線形応答 (第2報) 機械学会論文集 44-386 (昭53-10)
- 2). Abramson, Chu, Kana "Some Studies of Nonlinear Lateral Sloshing in Rigid Tanks" J. Appl. Mech. pp 777 Dec. 1966
- 3). 曾我部・重田・柴田: 液体貯槽の耐震設計に関する基礎的研究 東大生研報告 Vol.26, No.7, March 1977

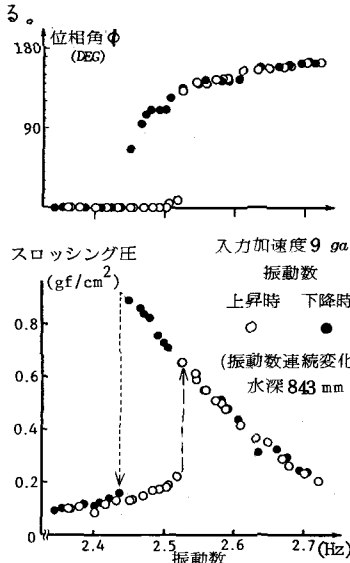


図-3 (a) 振動数-スロッシング圧応答

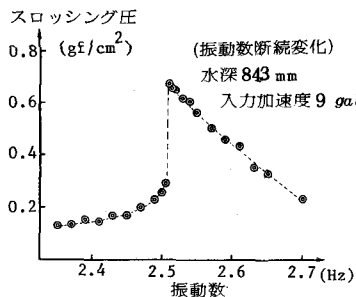


図-3 (b) 振動数-スロッシング圧応答

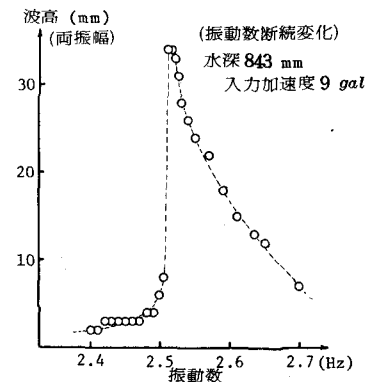


図-3 (c) 振動数-波高応答

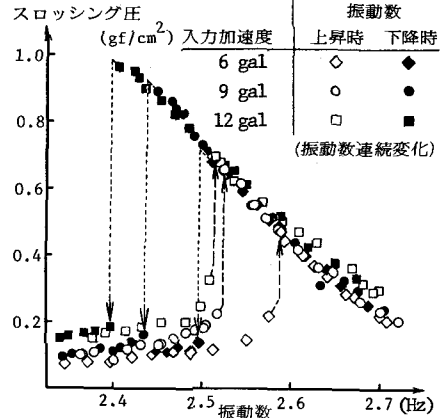


図-4 振動数-スロッシング圧応答

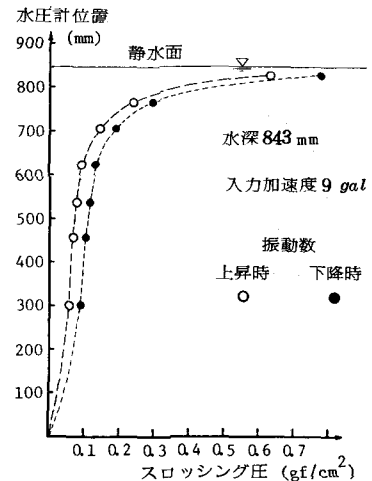


図-5 深さ方向スロッシング圧分布

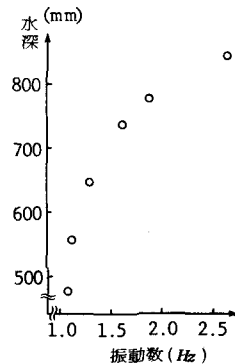


図-8 水深-固有振動数関係