

浮屋根式貯蔵タンクにおけるスロッシングの抑制に関する実験的研究 (その4)

勝井建設株式会社	正会員	○勝井 勇次
勝井建設株式会社	正会員	勝井 優
徳山工業高等専門学校	正会員	原 隆
早稲田大学	正会員	依田 照彦

1. 目的

本研究は石油貯蔵タンクにおいて主流となっている浮屋根式貯蔵タンクにおいて、長周期地震動の入力により生起する液面揺動（スロッシング）の抑制のため、浮屋根より吊下するばねと錘より成る制振装置の開発を試みたものである。本年度は前年度までの研究に引き続き、タンク内水流の挙動把握のため、新たに粒子法概念を導入して自由水面条件での解析を行った。

2. 粒子法概念

本研究において粒子法は、タンク内貯蔵液を質点に置換して解析を行うものである。粒子法においては質点の連動作用を粒子間距離を加味した重み関数 ω を導入し、一定の範囲内における粒子間の相互作用で解析する点が異なる。

本方式を採用する利点は

- ・ 局所的な挙動の把握が容易である。
- ・ 局所的な変動（飛沫・渦流など）がモデル全体に及ぼす影響を矮小化できる。

などが挙げられる。

粒子法概念を図-1. に示す。ここで r は粒子間距離、 r_e は設定パラメータであり、重み関数 ω は(式1)で表わされる。

$$\omega(r) = \begin{cases} \frac{r_e}{r} - 1 & (0 \leq r \leq r_e) \\ 0 & (r_e \leq r) \end{cases} \quad \dots (式1)$$

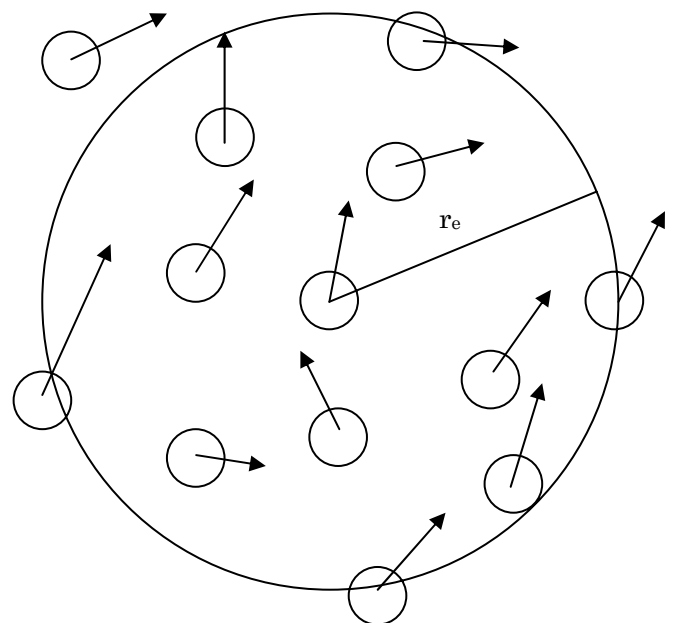


図-1. 粒子法概念

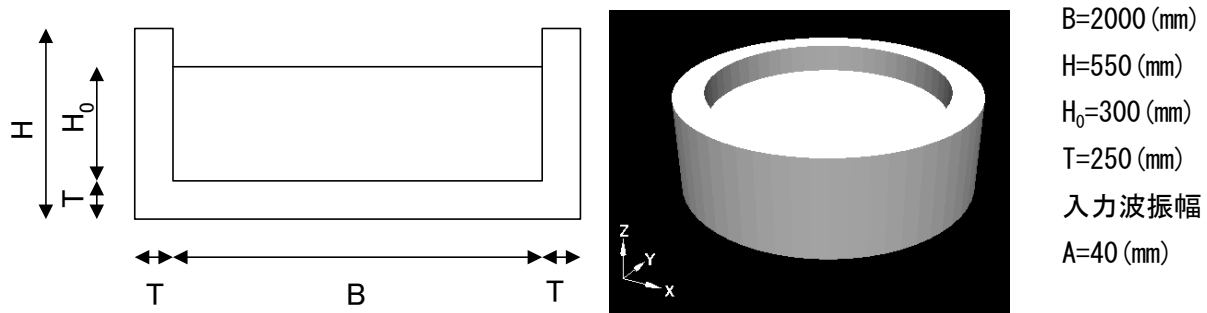
3. 解析条件

図-2. は本研究に用いた解析モデルである。解析の簡便のため、もっとも単純な自由水面モデルを設定した。実際に使用した実験用タンクを模し、直径2000(mm)の円形水槽に水深300(mm)で水を満たしている。なお壁は剛体で設定し、水面は露出している。

本モデルに左右方向から正弦波を入力し、内部水流の挙動を解析している。入力波は実測で最も共振現象が顕著、即ちスロッシング最大応答を示した振動数 $f=0.48(\text{Hz})$ を中心に $0.4 \sim 0.5(\text{Hz})$ に設定した。

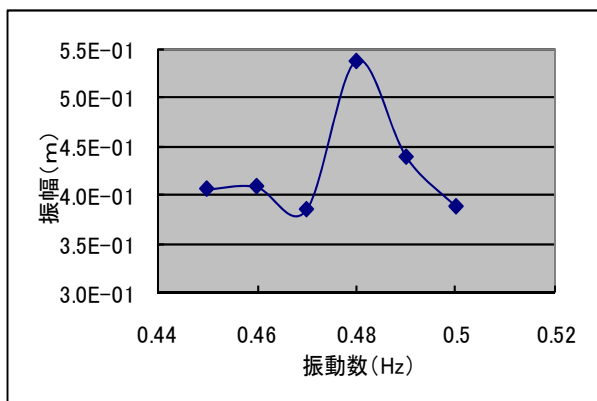
キーワード スロッシング, 粒子法

連絡先 〒740-0044 山口県岩国市通津 2396 TEL 0827-38-1231 (代)

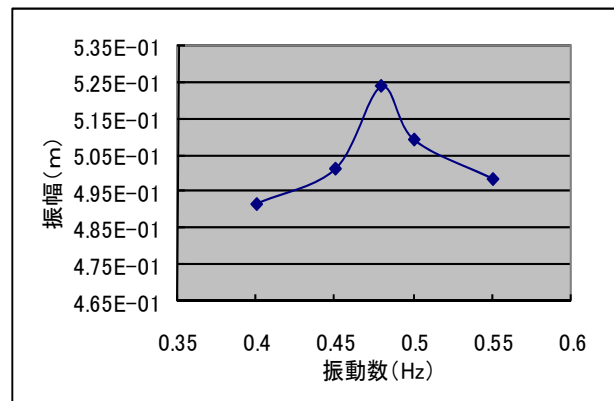


図－2．解析モデル

4. 解析結果



(a) 実測値



(b) 数値解析結果

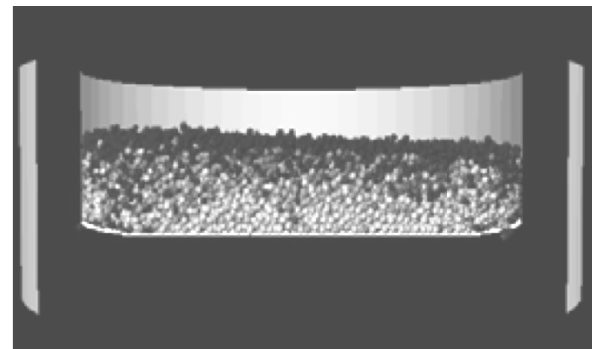
図-3 水平振動に対する壁面での水面の最大応答

図－3．はスロッシング壁面での水面の最大応答の実測値と解析値の比較である。左が実測値、右が解析値であり、入力波の振動数に応じたピーク値変動は 0.48 (Hz) をピークとした山形を描き、両者の傾向はよく一致している。しかしながら全体に実測値 (0.4～0.6m) に対して解析値 (0.49～0.525m) は変動幅が小さい。

理由としては、本解析モデルは最も単純なモデルであり、様々な要素が考慮されていないためと推定される。代表的なものとしては

- ・ 壁面と水、粒子間相互の摩擦
- ・ 飛沫の有無(実験では飛沫は発生しておらず、飛沫形成に要するエネルギーが保存されていると推定)
- ・ タンク壁面の変形 (モデルは剛体で設定)

等が挙げられる。



図－4．解析状況

5. 今後の検討課題

(その4)の結果と過去の知見から、研究継続に当たって下記の検討課題が明らかとなった。

- ・ 今回導入しなかった要素を考慮した解析モデルの構築
- ・ 自由水面モデルに引き続き浮屋根付モデル、さらに制振装置導入状態のモデルの構築