

実物大貯水槽におけるスロッシング波高抑制のためのフィルターの 設置位置の検討

A Study on the Installation Position of Filter for Sloshing Wave Damping in the Real Scale Water Tank

黒田亮*・鈴木森晶**

Ryo KURODA and Moriaki Suzuki

*学(工) 愛知工業大学大学院 工学研究科建設システム工学専攻 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

** 博(工) 愛知工業大学教授 工学部都市環境学科土木工学専攻 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

Key Words : sloshing, real scale water tank, sloshing wave damping, first made, second mode

1. はじめに

近年、地震に起因するスロッシング現象による貯水タンクの被害が数多く報告されている。このうち、2011年に発生した東北地方太平洋沖地震(M9.0)では、水道施設、病院および学校などに設置してある矩形型貯水槽が破損する被害が発生した。

筆者ら¹⁾²⁾は、これまでに矩形型貯水槽の内壁面にフィルターを設置することで、スロッシング波高抑制に関する手法を提案し、フィルターの効果的な設置箇所および厚さについて検討を行ってきた。しかし、実物大貯水槽の構造上、内壁面にフィルターを設置できない可能性もあり、設置位置を変えた場合の検討が必要である。

そこで本研究では、矩形型貯水槽模型を使用した実験結果を基に、実物大貯水槽を用いた実験を行う。内壁面からフィルターまでの距離を変化させ、加振実験を行う。本実験を通じて、矩形型貯水槽模型の実験結果と比較して、実物大貯水槽でも、同様な波高抑制効果を得られるのか検討する。

2. 実験計画

2.1. 供試体概要

写真-1のように(株)エヌ・ワイ・ケイ製の幅 $L=3000\text{mm}$ 、奥行き $D=3000\text{mm}$ 、高さ $h=3200\text{mm}$ の鋼板製一体型タンク(以下、 $L3000\text{mm}$ 貯水槽)を使用し、フィルターを設置しない状態(以下、非制振)とフィルターを設置した状態(以下、制振)について加振実験を行い、スロッシング波高抑制効果を検討する。本研究の貯水槽に使用するフィルターは、写真-2に示すように厚さ 30mm の(株)吉原化工製の「もやいドレーンマット」を用い、図-1のように内壁面から距離 d の位置に設置する。

2.2. 実験方法

実験は、水深 $H=2700\text{mm}$ に設定し、 $\pm 2\text{mm}$ の振幅で

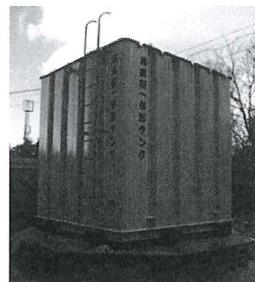


写真-1 実物大貯水槽



写真-2 フィルター

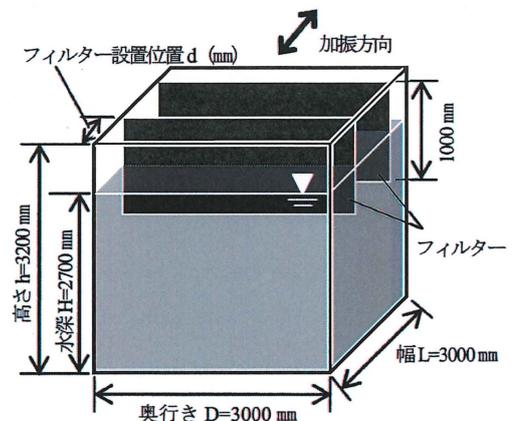


図-1 実験概要

正弦波加振を行った。静水面から加振時の最大波高までの高さを ΔH とし、これを計測した。

2.3. 実験条件

表-1に $L3000\text{mm}$ 貯水槽での実験パラメータを示す。加振角度は 0° で行う。振動数は1次モード(0.508Hz 付近)および二次モード(0.883Hz 付近)の2ケースで加振する。図-1に示すようにフィルターの設置位置をパラメータとし、距離 d を貯水槽内壁面($d=30\text{mm}$)に接した状態から貯水槽の中間位置($d=L/2$)まで変化させる。なお、 $d=0\text{mm}$ とはフィルターを設置していない状態(非制振)であることを表す。また、フィルターの厚さは 30mm のみを用いた。水深

H に対するフィルターの浸水長さの比率は 18.5%(500mm) である。

3. 実験結果

3.1. 一次モードおよび二次モードの実験結果

図2に一次モードにおいて、フィルターの設置位置を変化させた場合の最大波高と入力振動数の関係を示す。縦軸は、最大波高 ΔH (mm)を、横軸は入力振動数(Hz)を表す。

図より、一次モードでは非制振の場合と比べて、フィルターを設置したことにより、高い波高抑制効果が得られた。また、フィルターの設置位置は貯水槽の中間位置($d=L/2$)まで近づけていくほど、より高い波高抑制効果が得られた。

次に、図3に二次モードにおいて、フィルターの設置位置を同様に变化させた場合の最大波高と入力振動数の関係を示す。二次モードでは、一次モードとは異なり、全体的に波高が低い結果となった。また、一次モードのような顕著な波高抑制効果はみられなかった。二次モードにおいて最も波高抑制効果があったのは内壁面にフィルターを設置した場合($d=30$ mm)であった。

3.2. 矩形型貯水槽模型と実物大貯水槽の比較

図4に一次モードにおける矩形型貯水槽模型(以下、L1800mm貯水槽)とL3000mm貯水槽を用いた場合の波高抑制効果を示す。横軸を非制振の最大波高を100%とした場合の非制振の最大波高を示す。なお、両者とも水深Hに対する減衰フィルターの浸漬率は18.5%であることを追記する。

図より、一次モードでは、両者ともにフィルターの設置位置を貯水槽の中間位置まで近づけていくほど波高抑制効果はより高くなる事が確認できる。

次に、図5に二次モードにおけるL1800mm貯水槽とL3000mm貯水槽を用いた場合の波高抑制効果を示す。

図より、二次モードでは、一次モードとは異なり、両者ともに $d=L/3$ の位置において、少し波高が高くなり、それ以降は低くなる事が確認できる。

4. 結論

- (1) 実物大貯水槽の実験結果は、矩形型貯水槽模型の実験結果と比較して、同様な傾向を示した。また、実物大貯水槽においても波高抑制効果は確認できた。
- (2) 一次モードでは、非制振と比べて、フィルターを設置することで高い波高抑制効果が得られた。特に、フィルターの設置位置を貯水槽の中間位置まで近づけていくほどより高い波高抑制効果が得られた。
- (3) 二次モードでは、一次モードとは異なり、全体的に波高が低くなる結果となった。

参考文献

- 1) 則竹一輝, 鈴木森晶, 奥村哲夫, 佐口浩一郎, 倉橋奨: 矩形貯槽におけるスロッシング挙動とその抑制方法に対する検討, 土木学会論文集A2分冊(応用力学)特集

表-1 実物大貯水槽実験パラメータ

| | |
|------------------------|-----------------------------------------------|
| 水深(mm) | 2700 |
| 加振振幅(mm) | ±2 |
| 加振回数 | 20サイクル |
| 入力振動数(Hz) | 0.508付近(一次モード) 0.883付近(二次モード) |
| 加振方向角(°) | 0 |
| 減衰フィルターの設置位置d(mm) | 0, 30, 692(L/4相当), 934(L/3相当), 1422(L/2相当) |
| 水深Hに対する減衰フィルターの浸水長さの比率 | 18.52%(500mm) |

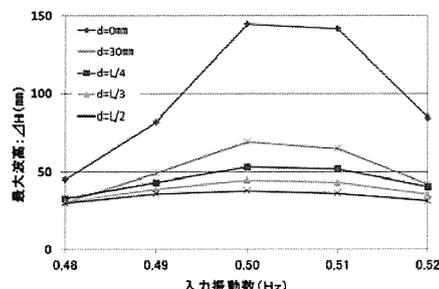


図-2 最大波高-入力振動数関係(一次モード)

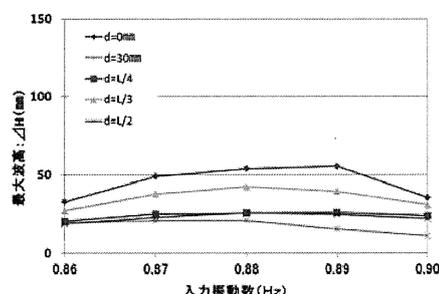


図-3 最大波高-入力振動数関係(二次モード)

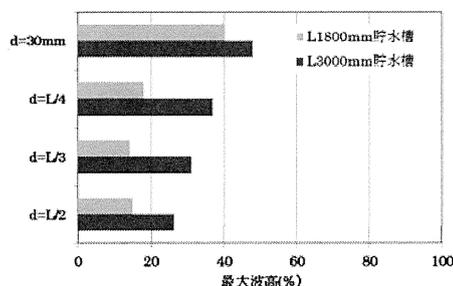


図-4 矩形型貯水槽模型と実物大貯水槽の比較(一次モード)

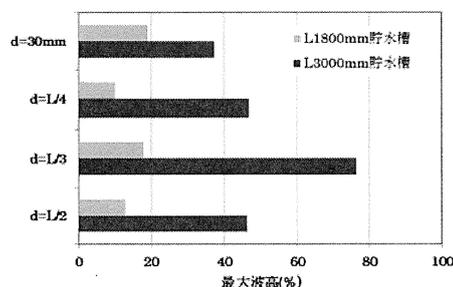


図-5 矩形型貯水槽模型と実物大貯水槽の比較(二次モード)

号, Vol.15, I_785-I_794, 2012.8.

- 2) 日比野広之, 鈴木森晶, 奥村哲夫: 実物大貯水槽のスロッシング現象と波高抑制効果手法に関する研究, 土木学会第68回年次学術講演会, I025, pp.49-50, 2013.9.