

フィルターの設置位置による矩形型貯水槽のスロッシング波高抑制効果の検討

愛知工業大学 学生会員 ○黒田亮 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
愛知工業大学 学生会員 日比野広之

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についての被害が報告されている。

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。また、矩形型貯水槽の構造上、内壁面にフィルターを設置できない可能性があるため、貯水槽模型を用いて最適なフィルターの設置位置について検討を行った³⁾。

本研究では、貯水槽模型での実験結果を基に、既存の矩形型貯水槽を用いて実験を行う。内壁面からフィルターまでの距離を変化させ、貯水槽模型と同様な波高抑制効果を得られるか比較・検討する。

2. 実験計画

2.1 供試体概要

本研究では写真-1に示す(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、L3000mm 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。本研究で使用するフィルターは、写真-2に示すように厚さ 30mm 、空隙率 90% 程度の(株)吉原化工製の「もやいドレインマット」である。図-1のように内壁面からの距離 d の位置に設置する。

2.2 実験方法

実験は屋外大型振動台に L3000mm 貯水槽を載せ、水深 $H=2700\text{mm}$ (常用水深)に設定し、 $\pm 2\text{mm}$ の振幅で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

実験条件は文献 1)に準じ、表-1に L3000mm 貯水槽での実験パラメータを示す。加振角度は 0° で行う。振動数は一次モード(0.508Hz)および二次モード(0.883Hz)の2ケースで加振する。図-1に示すように

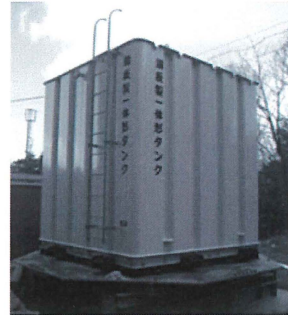


写真-1 矩形型貯水槽



写真-2 フィルター

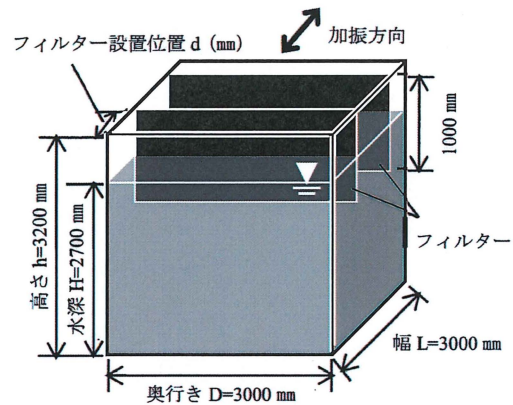


図-1 実験概要

表-1 矩形型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
固有振動数 f (Hz)	0.508(一次モード) 0.883(二次モード)
加振方向角($^\circ$)	0
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)

フィルターの設置位置をパラメータとし、距離 d を貯水槽内壁面に接した状態($d=30\text{mm}$)から貯水槽の中間位置($d=L/2$)まで変化させる。なお、 $d=0\text{mm}$ とは非制振であることを表す。また、フィルターは水深 $H=2700\text{mm}$ に対して 500mm 浸かった状態(浸漬比¹⁾0.2)である。

キーワード: スロッシング, 矩形型貯水槽, スロッシング波高抑制, 一次モード, 二次モード
連絡先: 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八草 1247 TEL: 0565-48-8121, FAX: 0565-48-0030

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の変化を示す。縦軸には最大波高を、横軸にはフィルターの設置位置 $d(\text{mm})$ を示す。なお、最大波高は各モードの非制振時の最大波高 ΔH_0 で無次元化している。

図より、一次モードではフィルターの設置位置を内壁面から貯水槽の中間位置($d=L/2$)に向かって近づけていくと、内壁面にフィルターを設置した場合と比較して波高抑制効果は大きくなるのがわかり、非制振と比べて約40~30%まで波高を抑制することができた。

図-3 に二次モードにおけるフィルターの設置位置を変化させた場合の最大波高の変化を示す。図より、二次モードでは、一次モードのようなフィルターの設置位置を変化させたことによる波高抑制効果の線形的な変化はみられなかった。二次モードにおいて、内壁面にフィルターを設置した場合($d=30\text{mm}$)に最も波高抑制効果があった。

3.2 貯水槽模型と矩形型貯水槽の比較

図-4 に一次モードにおける貯水槽模型(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、両者とも浸漬比は0.2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大きくなるのが確認できた。

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、一次モードと異なり、両者ともに $d=L/3$ の場合において、波高が少し高くなり、それ以降は低くなるのが確認できた。

4. 結論

- (1) 矩形型貯水槽の実験結果は、貯水槽模型の実験結果と比較して、同様な傾向を示した。そして、矩形型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、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、フィルターの設置位置を変化させたことによる波高抑制効果の線形的な変化はみられず、 $d=L/3$ 以外で高い波高抑制効果が得られた。

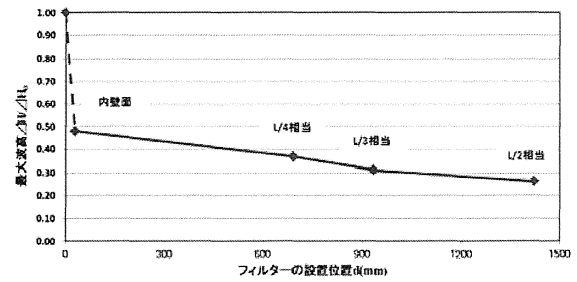


図-2 最大波高と設置位置の関係(一次モード)

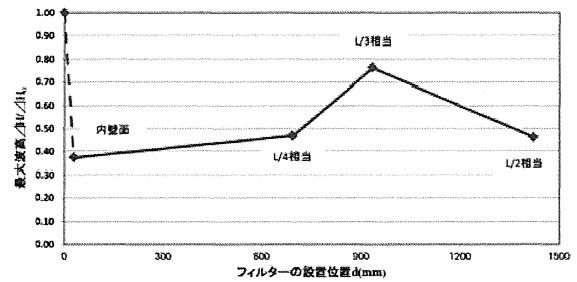


図-3 最大波高と設置位置の関係(二次モード)

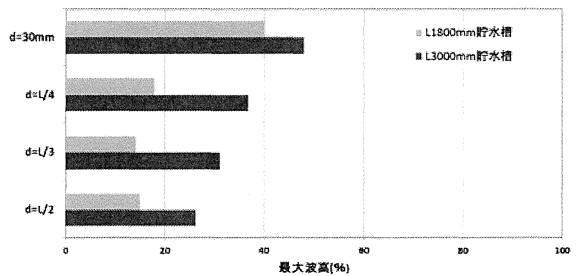


図-4 貯水槽模型と矩形型貯水槽の比較(一次モード)

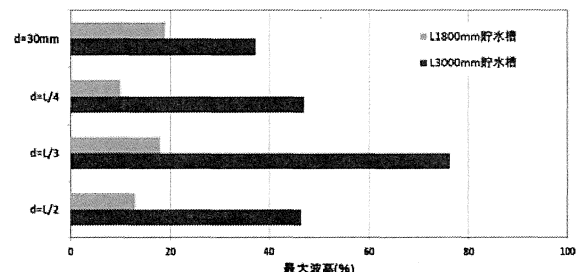


図-5 貯水槽模型と矩形型貯水槽の比較(二次モード)

謝辞: 本研究は科学研究費(基盤研究(B)25289140 代表:平野廣和)および愛知工業大学耐震実験センター研究助成金を得た。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 則竹一輝, 鈴木森品, 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)特集号, Vol.15, I, 785-I, 794, 2012.8.
- 2) 日比野広之, 鈴木森品, 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, I-025, pp.49-50, 2013.9.
- 3) 黒田亮, 鈴木森品: 矩形貯槽におけるスロッシング波高抑制のための減衰フィルターの設置位置の検討, 平成25年土木学会中部支部研究発表会講演概要集, I-16, pp.31-32, 2014.3.