

I-344

スロッシングを利用した制振装置の研究(その4) 装置の流体力特性

三井建設㈱ 正員 立見栄司 三井造船㈱ 正員 萩生田弘
三井建設㈱ 正員 野路利幸 三井造船㈱ 正員 佐藤哲也

1. はじめに 構造物が長大化、軽量化するのに伴って、風による構造物の振動が顕在化し、特に橋梁主塔や超高層建築などの塔状で低減衰性の構造物では、安全性および居住性という点から制振が重要な課題となってきた。本研究は、このような構造物を対象に、強風時の揺れを水のスロッシングを利用して低減する制振機構に関するもので、昨年度年次講演会において装置の基礎的特性および実構造物への適用結果を報告した。本論は、引き続き模型水槽を用いた一連の加振実験から得られた装置の流体力特性とそれを用いた制振効果の解析結果を報告するもので、(その4)では装置の流体力特性について述べる。

2. 実験概要 本制振装置は、角型的水槽で、水槽内には水の動きに直交して減衰ネットと呼んでいる金網が設置されている。装置の流体力は、水槽側壁の圧力変動と減衰ネットの圧力損失とから成り、加振振幅に依存する非線形性を有している。この流体力は、フルードの相似則が成り立つことが実験的に証明されており、形状比(水槽長/水深)が同一であれば、縮尺率をもとに実機換算が可能である。そこで、加振変位と加振振動数を変化させた時の流体力特性を把握すること、および任意の構造物の制振解析に適用するための流体力のデータベースを作成することを目的とし、模型水槽により形状比および減衰ネット数をパラメータとした一連の加振実験を行った。

表-1 試験体定数

形状比 L_m/H_m	4	6	8	10	12	16
水槽長 $L_m(m)$	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0
水深 $H_m(m)$	0.375	0.250	0.375	0.300	0.250	0.188
固有振動数 $f_n(Hz)$	0.584	0.500	0.312	0.281	0.258	0.225

表-1に試験体の定数を、図-1に形状を示す。水槽長は1.5 m, 3.0 mで、形状比は4~16の6ケースである。減衰ネットは、素線径が1.1mm, 開口率が51.3%の金網を用い、垂直方向に0, 1, 3, 5枚の4ケースの配置とした。

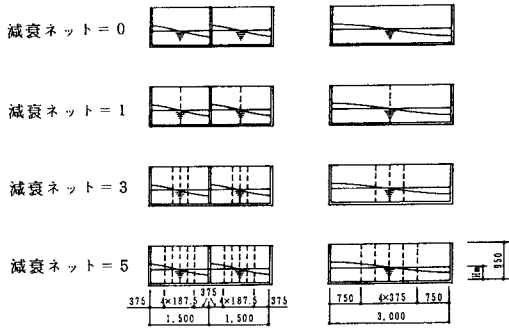
実験は、図-2に示すように水平一方向のスライドテーブルとアクチュエータを用い、加振振幅一定の強制振動試験を行った。実験方法の詳細については文献1)を参照されたい。加振振幅は、水槽長(L_m)で除した無次元振幅(D_m/L_m)で0.0005~0.1、加振振動数は、ポテンシャル理論によるスロッシング固有振動数(f_n)で除した無次元振動数(f/f_n)で0.7~1.3である。

3. 実験結果 図-3~6に形状比が4, 12、減衰ネット数が1, 3の場合の流体力の振幅と位相を示す。振幅は、水重量を固定とした時の慣性力(P_0)で除した力の応答倍率(P/P_0)である。先に述べたように、流体力は強い振幅依存性を有しており、加振振幅が大きくなる程応答倍率が低くなるとともに、位相の変化も緩やかになり、装置としての減衰性が増加することを示している。形状比の違いによる差を比較すると、形状比が4の場合は単一のピークを示すが、形状比が12の場合は加振振幅が大きくなると振幅、位相が複雑に変動する。この現象は、形状比の大きい、いわゆる浅い水では、進行波が側壁反射時に新たな波を形成することによる。なお、さらに振幅の大きい領域では、砕波によるエネルギー損失が増大するため安定した形状を示してくる。一方、減衰ネット数による相違を比較すると、減衰ネット数が増えると減衰がより大きく付加されるため、流体力の応答倍率は小さくなるが、より安定した変化を示す。

図-7, 8は、加振振幅と流体力の最大応答倍率の関係を示したものであり、最大応答倍率は、加振振幅が増加するのに伴って両対数軸上で直線的に減少する傾向にある。また、両図から形状比による差は比較的小さいことがわかる。

4. むすび 水のスロッシングを利用した制振装置について、その流体力特性が把握されとともに、流体力のデータベースが作成され、任意の構造物に対する制振効果の解析が可能となった。

<参考文献>1)小坂他：スロッシングを利用した制振装置の研究(その1)~(その3)、土木学会第43回年次学術講演会, 1988



(1) 形状比 4,6 (2) 形状比 8,10,12,16
図-1 試験体形状

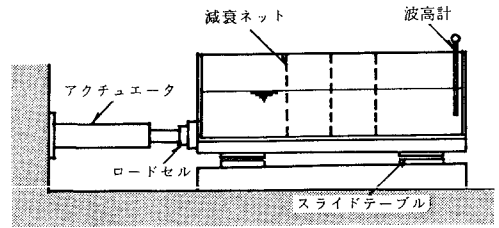


図-2 実験方法

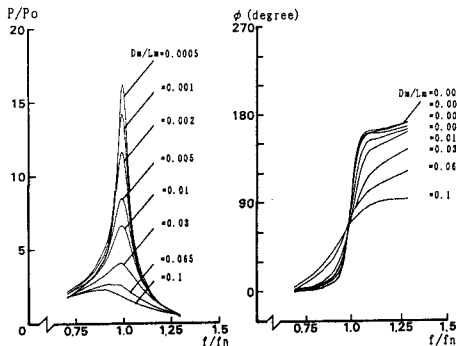


図-3 流体力（形状比=4，減衰ネット=1）

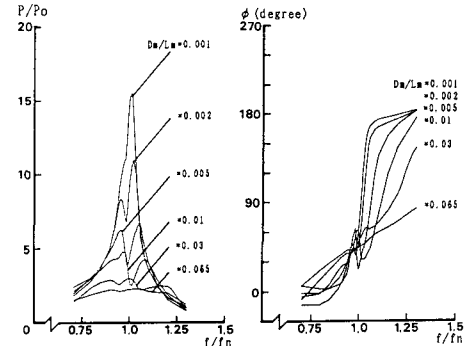


図-4 流体力（形状比=12，減衰ネット=1）

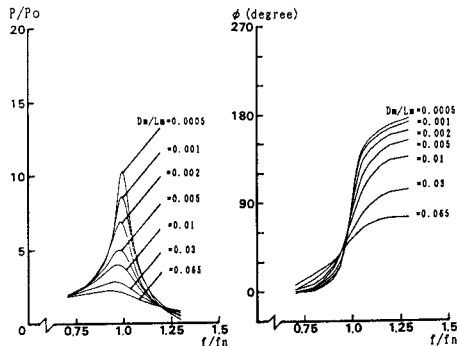


図-5 流体力（形状比=4，減衰ネット=3）

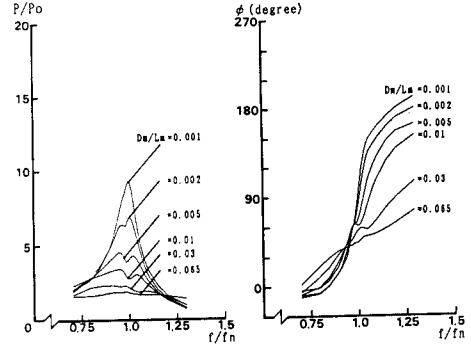


図-6 流体力（形状比=12，減衰ネット=3）

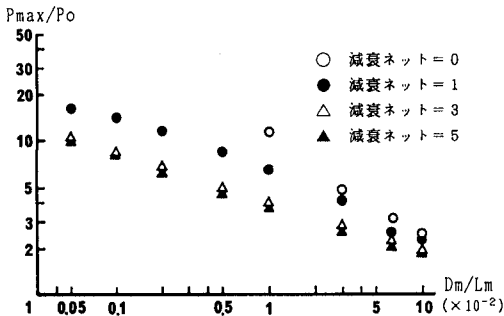


図-7 加振振幅と流体力の最大応答倍率の
関係（形状比=4）

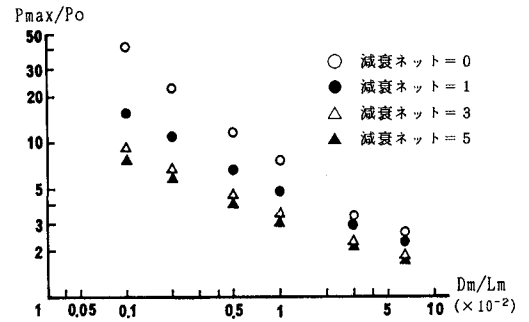


図-8 加振振幅と流体力の最大応答倍率の
関係（形状比=12）