

TLDを有する模型3層ラーメンの振動台実験

九州共立大学工学部	正員	小坪	清真
九州工業大学工学部	正員	高西	照彦
九州共立大学工学部	正員	○成富	勝
九州工業大学工学部	正員	多田	浩

1. まえがき

構造物の長大化、高層化により、振動の影響が問題とされるケースが増加しており、構造物の振動を抑える対策として様々な技術が導入されている。制振技術の進歩、新しい材料の開発により、これまで理論だけで有効性が唱えられていた種々の制振方法についても実用化が進められている。最近、これらの制振装置の中で TLD (Tuned Liquid Damper: 同調液体ダンパー) と呼ばれるダンパーが実際に構造物に設置され始めている。この TLD の構造は液体と液体を入れる容器からなり、内容液のスロッシング周期を構造物の基本周期に同調させ、このとき容器側面に働く流体力により制振効果を得るものである。また、機械的な摩擦がないので、微小な振動から効果を発揮するというのが TLD の特徴である。実用化の例として、タワーでは千葉ポートタワー、横浜マリントワー、香川県のゴールドタワーなどがあり、橋梁では生口橋の主塔にも採用されている。本論では、これまで行ってきた振動実験結果を踏まえて、障害物のある隔壁を有する長方形水槽を頂部に設置した3層ラーメンの振動台実験を行い、減衰自由振動曲線および共振曲線から減衰定数、固有周期などの振動特性を求め、制振効果の検討を行った。

2. 実験の概要

3層ラーメンの実験に先立ち隔壁に付ける障害物の断面形状および配置を変えて減衰効果を検討した結果、図-1に示すように長方形水槽(500mm×250mm)の障害物として、隔壁に直径5mmの亚克力製の円柱棒を15mm間隔で配置した。水槽を設置したラーメンの振動台試験を行うにあたって、まずラーメン本体の振動特性と水槽内容液の振動特性をそれぞれ把握する必要がある。そこで次の順序で実験を行った。最初に(1)ラーメン本体に空の水槽を設置したときとしないときのラーメンの減衰自由振動実験と振動台実験を行った。次に(2)水槽に円柱棒を有する隔壁を付けたときと付けない場合について水槽単体の自由振動実験を行った。そして最後に(3)図-2に示すようにラーメンに水槽を設置して減衰自由振動および振動台実験を行い、水槽(TLD)に円柱棒を有する隔壁の有無が制振効果にどのような影響があるかを調べた。

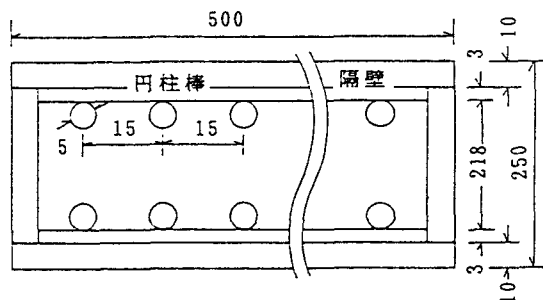


図-1 水槽平面図(単位mm)

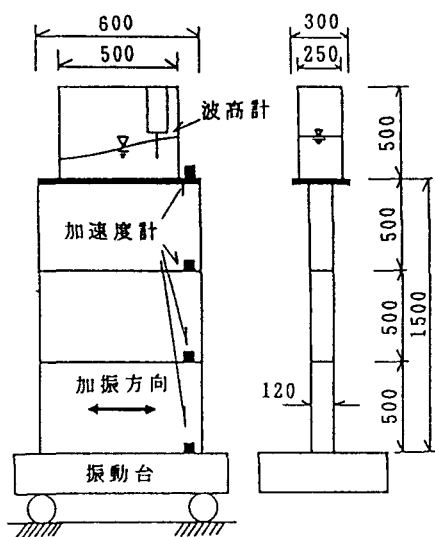


図-2 実験概要図(単位mm)

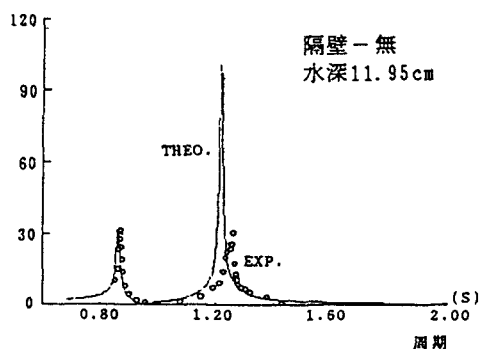


図-3 (a) 共振曲線

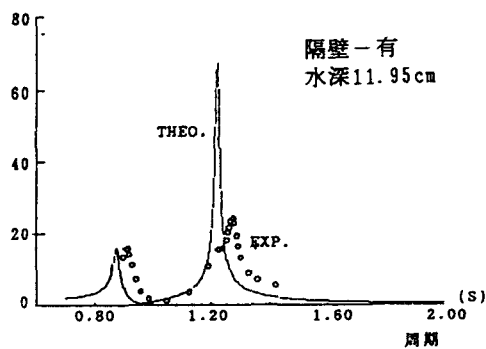


図-3 (b) 共振曲線

3. 実験結果および考察

表-1に前記(1)の実験から求められた減衰定数と固有周期を示す。表の中では制振の対象となる1次振動の固有周期のみを示している。表-2に前記(2)の実験から求められた、水槽の水深が11.00cmと11.95cmのときの減衰定数と固有周期を示す。この結果から水槽単体においては、隔壁を付けた方が水槽内溶液の減衰効果が大きいことがわかる。図-3は前記(3)の実験から求められた結果を理論から求めた共振曲線上に○印で示している。なお、(a)は隔壁が無い場合の共振曲線で、(b)は隔壁がある場合の共振曲線であり、どちらも水深が11.95cmのときの結果である。表-3は水深が11.95cmの結果(図-3)と水深が11.00cmのときの結果をまとめて表にしたもので隔壁がある方が減衰(制振効果)は幾分大きくなっているが顕著ではない。この理由としては、表-2に示したように水槽内溶液の減衰定数がこの場合、TLDとしての最適減衰定数に比べてかなり小さかったことが考えられる。

表-1 ラーメン本体の減衰定数と固有周期

ラーメンのみ	減衰定数	1.938×10^{-3}	
		実験値	理論値
	$T_1(s)$	0.8192	0.8429
ラーメン+空水槽	減衰定数	2.431×10^{-3}	
		実験値	理論値
	$T_1(s)$	0.9870	1.005

$T_1(s)$: 1次の固有周期

表-2 水槽内溶液の減衰定数と固有周期(実験値)

水深	隔壁	11.00 cm	11.95 cm
有	減衰定数		1.408×10^{-2}
	$T_1(s)$		1.0114
無	減衰定数	6.898×10^{-3}	7.079×10^{-3}
	$T_1(s)$	1.0370	0.9990

$T_1(s)$: 1次の固有周期

表-3 ラーメン(TLD設置)の減衰定数と固有周期

水深	隔壁	11.00 cm		11.95 cm	
有	ラーメンの減衰定数	6.670×10^{-3}		ラーメンの減衰定数	8.843×10^{-3}
		実験値	理論値		実験値
	$T_1(s)$	1.2412	1.225	$T_1(s)$	1.2412
	$T_2(s)$	0.9205	0.8937	$T_2(s)$	0.9002
無	ラーメンの減衰定数	5.577×10^{-3}		ラーメンの減衰定数	5.936×10^{-3}
		実験値	理論値		実験値
	$T_1(s)$	1.2412	1.223	$T_1(s)$	1.2412
	$T_2(s)$	0.8904	0.8823	$T_2(s)$	0.8715

$T_1(s)$: 1次の固有周期 $T_2(s)$: 2次の固有周期