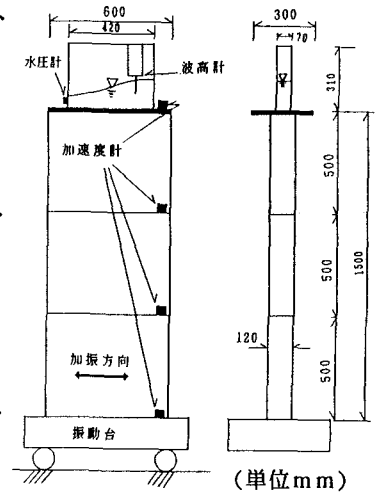


I-249

位相特性からみたTLD-3層ラーメン模型の制振性

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

1. まえがき 近年、構造物の高層化、長大化、軽量化に伴って、地震力あるいは風力等で生じる構造物の振動が問題となってきた。そこで液体を入れた貯槽を構造物に設置し、構造物の振動によって発生する液体の揺れにより、構造物の振動エネルギーを吸収し消散することを目的とした同調液体ダンパー（TLD）が注目され始めた。このTLDは、貯槽内の液体の揺れ（スロッシング）を利用し、そのスロッシング周期を構造物の基本周期に同調させ、貯槽の側面に働く動水圧により制振効果を得るものである。TLDの特徴は構造が簡単で、貯槽内溶液の深さを変えるだけでTLDの固有振動数を変えることができ、容易に構造物の振動に同調させることができることである。また、他の制振装置と比べて安価である。本論では、TLD-3層ラーメン模型系の振動台実験を行い、その定常振動、非定常振動に対する動特性を求めた。定常振動実験では、振動台と内容液の波高および動水圧との位相差、3層ラーメンと波高および



(単位mm)

図-1 TLD-3層ラーメン模型

2. 実験概要 振動台実験に用いた3層ラーメン模型は図-1に示すように、高さ1500mm、幅600mm、奥行120mmのステンレス製で、板厚12mmの鋼板を3層の頂板として使用した。また、頂板上には厚さ10mmの亚克力樹脂板で作られた内寸50mm×400mmの貯槽を設置した。貯槽には図-1に示すように波高計と水圧計を取り付けている。振動台実験は、まず(1)(i)3層ラーメン本体のみの系、(ii)模型に空のTLDを設置した系、(iii)模型に水の入ったTLDを設置した系のそれぞれに対して定常振動実験を行い、振動台および3層ラーメン各層の加速度、貯槽内壁面における内容液の水圧および波高を計測し、さらに、振動台、ラーメン本体およびTLD間の位相差を求めた。次に(2)非定常波を振動台に入力し、(1)と同様に振動台および各層の加速度、内容液の動水圧および波高を計測してその時刻歴を記録した。

3. 結果および考察 2.の(1)の実験から得られた結果と理論計算結果の一例を図-2～5に示す。これらの図において、横軸には振動台の加振円振動数

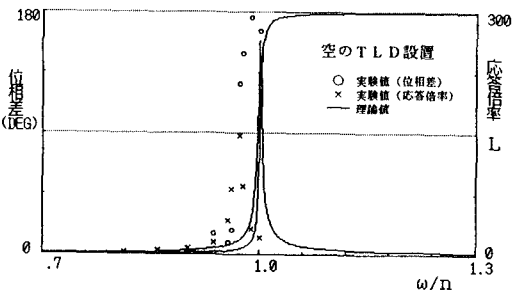


図-2 応答倍率と位相差（振動台加速度～ラーメン頂板加速度）

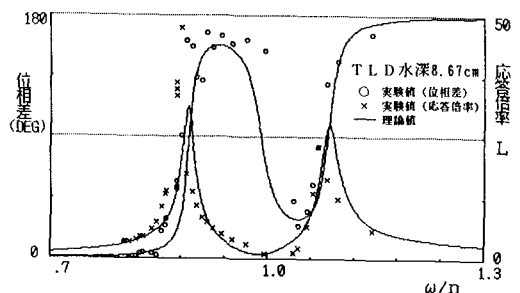


図-3 応答倍率と位相差（振動台加速度～ラーメン頂板加速度）

ω と空の TLD をラーメン上に設置したときのラーメンの 1 次の固有円振動数 n との振動数比 ω/n をとった。また、実験から求めた位相差を○印、応答倍率を×印で示しており、実線はそれぞれの理論値を示している。図-2 は空の TLD を 3 層ラーメン上に設置したときの、ラーメンの頂板変位の応答倍率および振動台加速度とラーメンの頂板加速度との位相差を示した図である。図より、 $\omega/n = 1$ 近傍で応答倍率はピーク値となっており、そのときの位相差はほぼ 90° となり、ラーメンは共振状態となっていることがわかる。図-3～5 は内容液の水深を 8.67cm とした TLD を 3 層ラーメン上に設置したときの応答倍率と位相差を示している。応答倍率について、図-2 と図-3 の結果を比べると、共振点における応答倍率は図-3 の結果の方がかなり小さくなっており、TLD の制振効果が認められる。位相差については、図-3 は振動台加速度とラーメン頂板加速度との、図-4 は振動台加速度と TLD 内容液の動水圧との、図-5 はラーメン頂板加速度と TLD 内容液の動水圧との位相差をそれぞれ示している。図-3 よりラーメン頂板の 2 つの共振点において、位相差が 90° になっているのは当然のことであるが、 $\omega/n = 1$ （応答倍率曲線の谷＝空の TLD を設置したラーメンの共振点）においてもまた、位相差は 90° となっていることが注目される。図-4 は、図-3 と同じ現象を動水圧について示したものである。同図から $\omega/n = 1$ において動水圧との位相差が 180° となっており、互いに丁度逆位相の振動をしていることが判る。また、図-5 より、 $\omega/n = 1$ において頂板加速度と動水圧との位相差が 90° であることから、このとき動水圧はラーメン頂板に対して減衰力として作用していることになる。これらのことから、内容液のスロッシングによって生じた動水圧が、TLD を設置したラーメンの制振性に及ぼす影響をよりよく理解することができるように思われる。なおここには動水圧についてだけ示したが、波高に関しても動水圧と同様な結果が得られた。次に 2. の (2) の実験に用いた振動台加速度を図-6 に示す。これは日本海中部地震の際、秋田港で記録された地震波の NS 成分を振動台に入力したときの振動台の加速度波形の記録を示すものである。図-7 はこの加速度波形でラーメンを加振したときの、頂板における変位の時刻歴応答を示した図で、実験値（○印）と理論値（実線）とを比較して示したものである。同図より両者は互いによく一致しているといえる。

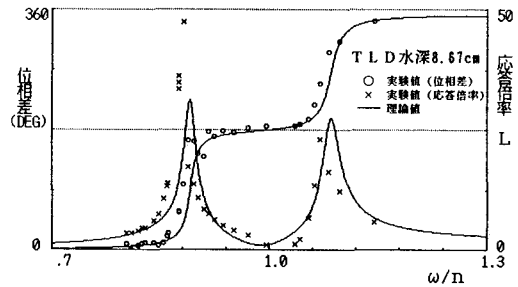


図-4 応答倍率と位相差（振動台加速度～動水圧）

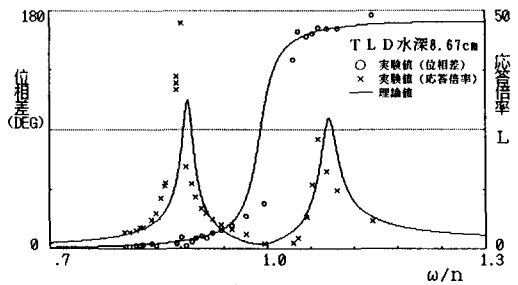


図-5 応答倍率と位相差（ラーメン頂板加速度～動水圧）

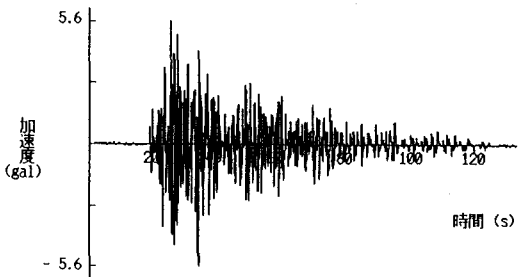


図-6 振動台加速度波形

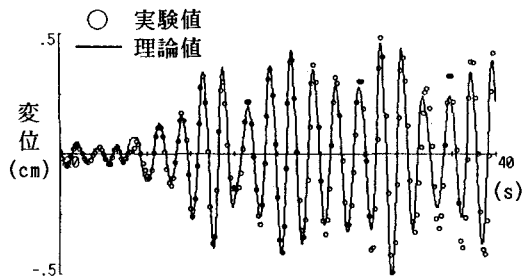


図-7 ラーメン頂板変位の時刻歴応答