

I - B170 磁性流体を用いたアクティブ同調式液体ダンパー(TLD)の制振効果

横河ブリッジ 正会員 佐野 泰如
 東京大学大学院 正会員 阿部 雅人
 東京大学大学院 フェロー 藤野 陽三

1. まえがき

近年構造物が大型化する中で、地震や風などによって引き起こされる振動がしばしば問題となっている。その振動を抑える制振装置の一つとして、流体のスロッシングを利用する同調式液体ダンパー (TLD) が実用化されている¹⁾。本研究では流体として、磁力により引き付けられる特性を持つ磁性流体²⁾を用い、図1の様に配置した電磁石によって運動を制御することにより、アクティブ化を試みた。磁性流体の非定常磁場におけるスロッシングの特性を調べた実験が皆無であるので、本研究での前半でスロッシング実験を行った。さらに、その結果に基づいて制御則を構築し、TLD をアクティブ化することによって制振効果が向上するのか、実験的に検討した。

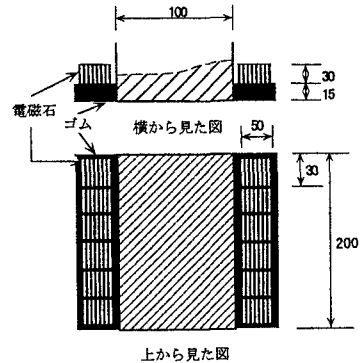


図1 磁性流体 TLD

2. 磁性流体のスロッシング特性

磁性流体のスロッシング特性を知るために磁性流体 TLD の両側に電磁石を設置し、磁力による加振を行った。計測した入力信号とベースシアー力は図2に示す。これより磁性流体が磁力によって、ベースシアー力が生じることが分かった。また流体が共振していない時は両者はほぼ同位相で推移しているのに対し、共振時には90度の位相ずれが起きている。これは通常の動吸振器に見られる加振状態と同じであり、磁性流体が電磁石によってアクティブ動吸振器と同様の方法で制御できる可能性があることを示している。

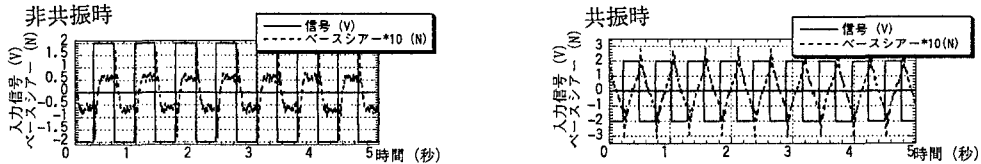


図2 入力信号と流体力の時系列変化

3. 制御方法

一次固有振動数 2.12Hz の建物模型を制振対象として自由振動、強制振動それぞれについて実験を行った。図3の様に制御装置を組み、磁性流体を電磁石の磁力によって制御し、制振する、アクティブな TLD の制御実験を行った。

本研究は制御則として動吸振器を対象に導かれた式 $U = -U_{\max} \operatorname{sgn}[(1 - n\alpha)x]$ を用い³⁾、バンバン制御により行った。式中の記号はそれぞれ n : 切り替えゲイン、

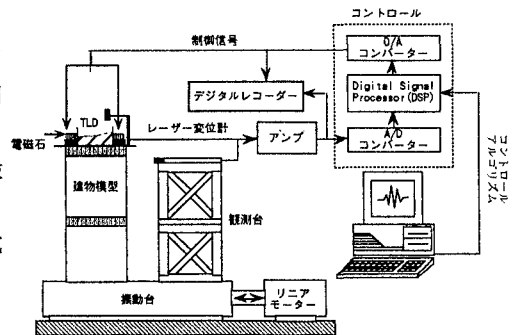


図3 システム構成

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 土木工学科橋梁研究室 Tel 03-3812-2111(内 6099) Fax 03-5689-7292

キーワード：磁性流体、同調式液体ダンパー、アクティブ制御

α ：液体のエネルギー振幅 / 建物模型のエネルギー振幅、 x ：建物模型変位を表している。 α の大小によって切り替わることによって、この制御則は建物模型を制振すると共に液体の運動が不安定にならないようにしている。

4. 制御実験結果

制御実験では自由振動実験と強制振動実験を行った。自由振動実験は建物模型上部に初期変位として1mm与え、自由振動させることによって行い、強制振動実験は振動台により正弦波加振(変位約0.05mm)を加えることによって行った。それぞれについてTLDの無い場合、磁性流体TLDを取り付けた場合(パッシブTLD)、磁性流体TLDを制御した場合(アクティブTLD)の3通りについて計測を行った。ここでは強制振動の結果を図4に示す。

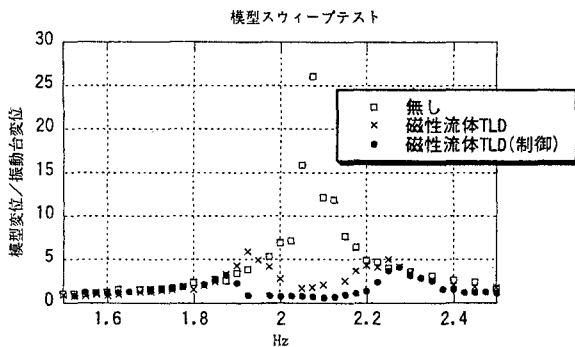


図4 強制振動実験結果

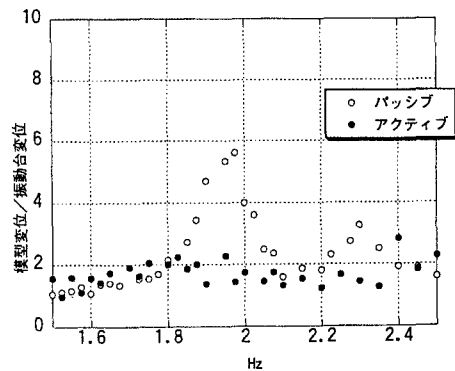


図5 同調ずれの影響

強制振動実験の結果では、制御することによって制振できる幅が広がっていることが分かる。これは従来同調に対してロバスト性が低かったパッシブTLDが、制御することによってロバスト性が向上したためと考えられる。この事は任意に同調をずらした(+5%)時のスイープテストの結果(図5)では同調がずれているにもかかわらず、アクティブ化(制御)によって制振効果が上昇していることから分かる。これが制御による大きな効果である。

5. まとめ

本研究によって以下のような知見が得られた。

- ・磁性流体は磁力によるスロッシングにより、ベースシアー力が生じる。
- ・磁性流体のスロッシングによるベースシアー力は、磁力によりコントロールすることが可能である。
- ・磁性流体を用いたTLDをアクティブに制御することで、従来のパッシブTLDに比べ、ロバスト性の高いTLDにすることが可能である。

<謝辞> 慶応義塾大学澤田達男助教授、渡辺亨助手には実験に際して貴重な助言を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 山口宏樹：構造振動・制御、共立出版株式会社、1996年、p146, 147.
- 2) 日本機械学会：電磁気応用機器のダイナミックス、機械工業ライブラリー(応用編)、コロナ社
- 3) 阿部雅人、藤野陽三：アクティブ動吸振器の最適制御則の摂動解、構造工学論文集、Vol42A、1996年3月