

# 自律的に減衰力を制御する磁気粘性流体ダンパの提案と解析

## 背景

構造物や機械の振動を抑制する装置として、ダンパは様々なところで利用されているが、効果的に振動を抑制するためには振動に応じた減衰力を発生させなければならない。そのため、地震のような不規則な振動に対して高い振動抑制効果の発揮するためには、時々刻々と変化する揺れに応じて減衰力特性が変化するダンパが必要となる。そこで、磁場の強さに応じて流体の粘性が大きく変化する磁気粘性流体(MR流体)を利用して、減衰力特性を変えられることができるMRダンパが開発されている。しかしながら、従来のMRダンパはセンサや外部電源を使ったセミアクティブ方式によって減衰力が制御されており、それゆえにコストや故障時の信頼性の面ではパッシブ方式のダンパに比べて劣っていた。

## 目的

センサ・電源を必要としないパッシブ方式のMRダンパを提案するとともに、MR流体の電磁・熱流動解析コードを開発し、本解析コードを用いて提案したMRダンパの特性評価を行なう。

## 主な成果

### 1. パッシブ方式のMRダンパの提案

図1に示すようなパッシブ方式のMRダンパを提案した。永久磁石および、ピストンやシャフト部分に配置される鉄心は、ピストン変位が大きいときに磁気回路を形成する仕組みとなっている。MR流体は磁場が印加されることで粘性が大きく増加するので、磁気回路の形成に伴いダンパの減衰力は増加する(図2)。すなわち、本ダンパは外部供給エネルギーを必要としないパッシブ方式でありながら、ピストン変位に応じて減衰力特性が変化する特徴を持つ。加えて、その構造も単純であることから、セミアクティブ方式のMRダンパと比べて低コスト化と高い信頼性が期待できる。

### 2. MR流体の電磁・熱流動解析コードの開発

提案したパッシブ方式のMRダンパの減衰力評価や設計解析を行なうため、MR流体の電磁・熱流動解析コードを開発した。本解析コードでは、永久磁石や鉄心を含む電磁場、MR流体中に生じる発熱を考慮した温度場、MR流体の磁場に依存した粘性特性を考慮した流体場を  $r$ - $z$  二次元平面内において詳細に解くことが可能である。

### 3. パッシブ方式のMRダンパの特性

提案したMRダンパは微小振動時には粘性力を利用した一般的なダンパと同様の特性を持つが、大きな変位を伴う場合は強い減衰力を発生させる。このような特徴から、本ダンパは免震ダンパなどへの利用において有効であることが、開発した解析コードを用いた検証によって示された(図3、4)。

## 今後の展開

提案したMRダンパにおいて、構造の最適化、及び減衰力の大容量化の検討を行なう。また、実機の製作、試験を行い、実験的に本ダンパの特性を明らかにする。

主 担 当 者 地球工学研究所 流体科学領域 主任研究員 村上 貴裕

関連報告書 「パッシブ方式の磁気粘性流体ダンパの提案とその特性解析コードの開発」 電力中央研究所報告: N05015 (2006年4月)

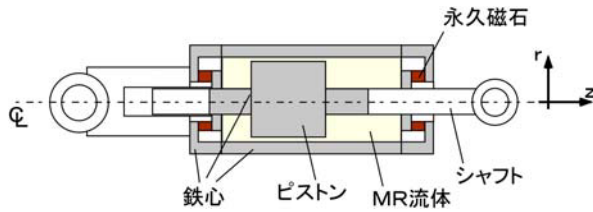


図1  
パッシブ方式のMRダンパ全体図

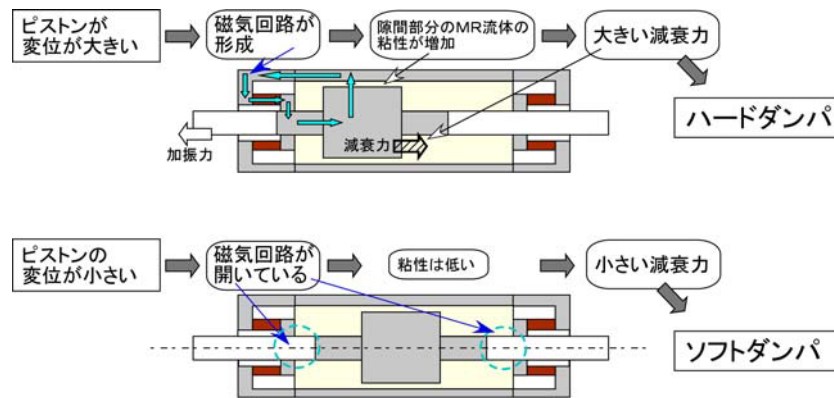


図2 パッシブ方式のMRダンパの動作

ピストンの変位量が一定の大きさを超えると磁気回路が形成され、流体部分に磁場が印加されることによりピストンとシリンダ間のMR流体の粘性が増加するため、強い減衰力が発生する。

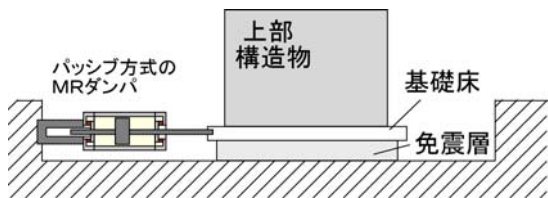


図3 免震装置への適用例

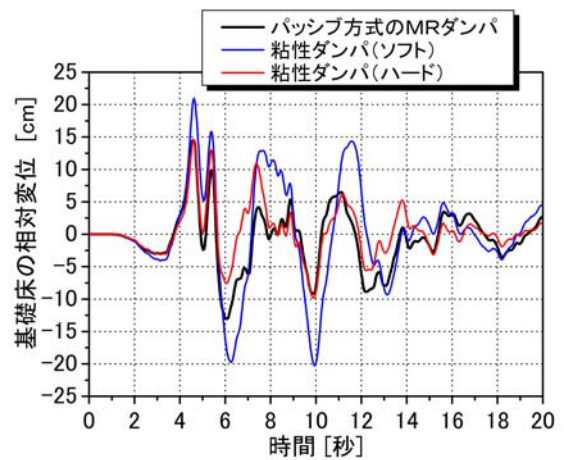
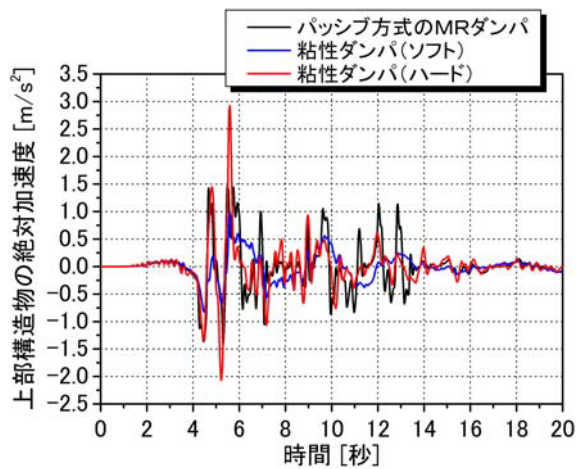


図4 MRダンパを利用した免震装置の特性（加振条件は兵庫県南部地震波(JMA 神戸)を用いた）  
MRダンパを利用した免震装置では、構造物の加速度応答を小さく抑えると同時に、基礎床の変形も小さくすることができる。