

MR ダンパを用いたサスペンションシステムの検討

○浅付 誠 (芝浦工大)
岡村 宏 (芝浦工大)

松崎 光弘 (クボタ)
川上 幸男 (芝浦工大)

Study of suspension system with MR fluid damper.

Makoto Asatsuki (Shibaura Institute of Technology)
Hiroshi Okamura (Shibaura Institute of Technology)

Akihiro Matsuzaki (Kubota)
Yukio Kawakami (Shibaura Institute of Technology)

MR 流体は磁界印加により粘性を変化させることができる機能性流体である。この流体を使用したダンパを自動車のサスペンションに利用することにより、サスペンションに存在する「乗心地」と「走行安定性」の矛盾を解決するシステムについて検討を行った。現在までに MR ダンパの特性を調べ、サスペンションに利用した場合のメリットについて評価を行った。

Key words : MR 流体, 減衰比, 減衰係数, 自動車サスペンション

1. はじめに

近年まで、機械に対する一番の要求は出力や効率といった点に重点が置かれ、これらを満たすように技術は発展してきた。しかし現在では多くの分野でそれらを満たすことができるようになり、最近の要求はさらに高いレベルでの性能を有することに变化してきている。

そういった要求を実現するために、状況に応じて特性を変化させることのできる機能性材料と呼ばれるものが注目を集めており、そのなかでも流体のレオロジー特性を外部からの電気信号によって変化させることのできる流体⁽¹⁾が注目されている。例えば電界印加で見かけの粘度が変化する ER 流体(Electro-Rheological fluids), 磁界印加で見かけの粘度が変化する MR 流体(magneto-Rheological Fluids), 磁界により吸引される磁性流体があり、総称して機能性流体と呼ばれている。このような機能性流体を使用した機械部品は多く開発されているが、それらの機械部品を用いた機械の例は多くなく、従来の装置に取って代わるような、あるいは使用法が求められる。ここでは MR 流体と ER 流体を比較し(表 1)⁽²⁾、使用範囲温度と特性の変化量に注目し MR 流体を取り扱う。

Table1 Comparison of MR fluid and ER fluid.

	MR fluid	ER fluid
Viscosity [Pa · s]	0.1~0.3	0.2~0.3
Yield stress (added) [kPa]	50~100	2~5
Response speed [sec]	10 ⁻³	10 ⁻³
Power consumption [W/ cm ²]	10 ⁻¹ ~10 ⁰	10 ⁻³ ~10 ⁻²
Service temperature range [°C]	-40~120	10~60

一方、自動車のサスペンションは車体を支え乗員の快適性を保ちつつ「走る」、「曲がる」、「止まる」といった運動性能を満たす必要がある⁽³⁾。しかし従来のパッシブサスペンションの場合これらの要求を同時に満たすことは困難であるため、乗り心地と走安性といった相反する要求に対してある程度妥協している現状である。この問題を解決するためにアクティブサスペンションやセミアクティブサスペンションといったものが実用化されているが、コストや信頼性の問題からすべての自動車に搭載するには至っていない。しかし技術の発展とともに消費者の要求も高まっていることから、電子制御サスペンションは今後発展していくものと考えられる。

本研究では、MR 流体ダンパを使いパッシブサスペンションの持つ矛盾を改善することを試みる。

2. MR ダンパの抵抗力発生理論

2・1 抵抗力発生理論

MR 流体は、径が数 μm ほどの磁性体粒子を鉱油などの溶媒に混ぜた非コロイド溶液である。MR 流体の大きな特徴は、外部から印加した磁界方向に磁性体粒子がクラスタを形成することで流体の粘度を可逆的に変化させることができる点にある。図 1 に MR 流体における MR 効果の発生の概念図を示す。MR 流体は磁場が印加されない状態では溶媒の分子粘性による抵抗が作用し、その特性はニュートン流体として振舞う。そして磁場を印加すると磁界方向に連なったクラスタの張力が抵抗となり、見かけ上の粘度を