

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：25301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26820074

研究課題名(和文)新規エアロマグネティックセルを含む動的システムの機械力学特性の制御に関する研究

研究課題名(英文)Control of mechanical properties in dynamic system with aero-magnetic -cell

研究代表者

大田 慎一郎(Ota, Shinichiro)

岡山県立大学・情報工学部・准教授

研究者番号：90550393

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：自動車走行時において、路面から乗員へ伝達される振動を低減させるためのクッションとして、粘性と弾性特性を制御可能なエアロマグネティックセルを提案し、そのエアロマグネティックセルを用いた乗員の振動低減への可能性を検討した。その結果、路面特性に応じて磁束密度を変化させることで、乗員の振動特性を変化させることが可能であり、振動低減に利用できることが示された。

研究成果の概要(英文)：To reduce vibrations from the seat to the human body in a vehicle, an aero-magnetic-cell was proposed such as controlling mechanical properties of cushions. Possibilities of a vibration reduction system of passengers by using the aero-magnetic-cell were researched. From the results, vibration characteristics of passengers were changed by controlling the magnetic flux density. Therefore, it was shown that the aero-magnetic-cell was available to use the vibration reduction system.

研究分野：機械力学

キーワード：自動車用シート クッション 振動特性

1. 研究開始当初の背景

自動車用走行時において、路面から乗員へ伝達される振動を低減させることは、乗り心地向上のためには重要な課題である。振動低減の方法として、走行状況に応じて乗員に接触するシートのクッション部の力学的特性を制御することが有効である。

申請者は、自動車における振動抑制を目的とし、空気を含むセル(エアセルと略記)の制御機構を有する自動車用シートの開発を実施してきた(大田他, 日本機械学会論文集C編, 2011, 2012)。これは、乗員とシートの接触部におけるエアセルを制御する機構であり、乗員の特徴や路面状況に応じて、クッション特性を変化させることにより、乗員の振動を低減する。このエアセルを用いた制御において、セル内の圧力により、弾性特性が制御可能であるが、粘性特性の制御が難しい。

一方、流体の力学的特性を動的に制御可能な流体として、磁気粘性流体が提案されている。これは、磁場を印可させることにより、流体中に混入している磁性を持つ粒子が鎖状の凝集体を形成する。これにより流体中の摩擦が変化し、見掛け上の粘度が変化する(白石ら, 日本機械学会論文集C編, 2004)。したがって、磁場を制御することにより、磁気粘性流体の粘性特性を制御することが可能である。

そこで、本研究では、申請者が取り組んできたエアセルの応答性と粘性特性の制御に関する課題を補うため、磁気粘性流体を含むセル(マグネティックセルと略記)を組み合わせることにより、両者の優れた特性を兼ね備えた新規の構造体(エアロマグネティックセルと略記)を研究開発する。

2. 研究の目的

研究課題では、シートのクッション部の力学特性を制御するためのエアロマグネティックセルを試作し、そのエアロマグネティックセルを用いた乗員の振動低減への可能性を検討する。

3. 研究の方法

(1) エアロマグネティックセルの試作と振動測定システムの構築

図1に示すような磁石、エアセルとマグネティックセルを直列に設置したエアロマグネティックセルを作製し、空気圧を変化させ磁石とマグネティックセルの距離を可変さ

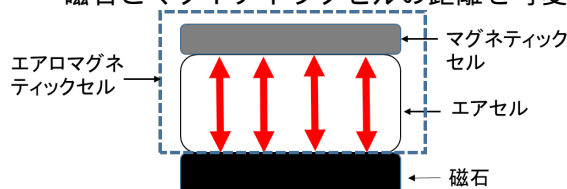


図1 エアロマグネティックセルの概略図

せることで、エアロマグネティックセルの特性を変化させた。次に、エアロマグネティックセルにおける動的特性と圧力の関係の明確化するために、低周波数帯域(20 Hz未満)と高周波数帯域(20 Hz以上)で加振可能な振動測定システムを用いて、振動測定実験を行った。

(2) エアロマグネティックセルの理論モデルの構築

この振動測定実験の結果の基づき、エアロマグネティックセルの理論モデルを構築し、振動低減効果を数値解析により検証する。

4. 研究成果

(1) エアロマグネティックセルの振動特性の解明

図2, 図3はエアロマグネティックセルの厚みと周波数応答, 厚みと共振周波数の関係をそれぞれ示している。これより、実験結果(宮田ら, 第48回日本人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, 2015)から空気圧を4~10 kPaまで変化させることで、伝達関数(加速度比)が変化し、共振周波数は6.6~11.1 Hzの間で変化することが確認できた。

次に、高周波帯域の振動特性を調査するためにインパクトハンマーを用いた加振実験を実施した。図4はマグネティックセルの周波数応答(アクセラランス)を示す。図5は100~1000 Hzの平均のアクセラランスを示している。その結果、100~1000 Hzにおいて、磁束密度が大きくなると、アクセララン

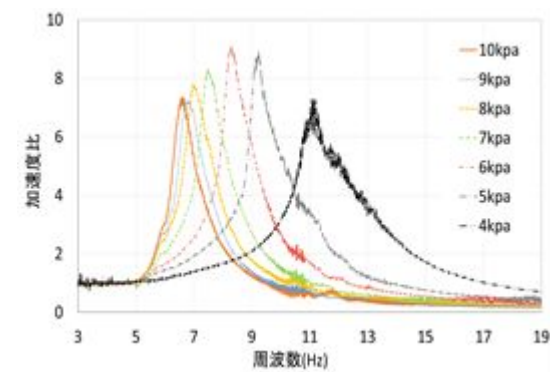


図2 エアロマグネティックセルの周波数応答(低周波帯域)

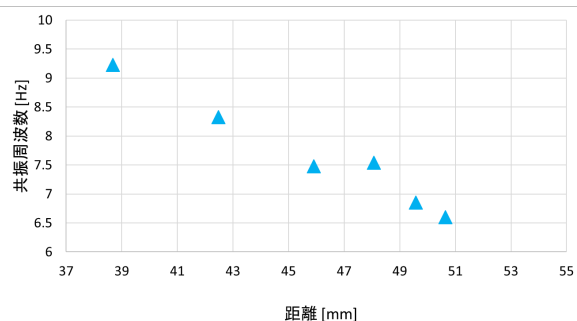


図3 エアロマグネティックセルの共振周波数

スが低下することが確認できる。特に、30 mT 以上では変化がほぼ変化しないことがわかる。よって、磁力を付加させることによってマグネティックセルによる減衰効果が得られることがわかった。

以上の結果より、エアロマグネティックセルの振動特性が明らかとなった。

(2) 理論モデルの構築と乗員 - シート - 車両系における振動低減効果の検証

乗り心地に影響を及ぼす 20 Hz 未満の領域において、エアロマグネティックセルの振動特性を再現するための理論モデルの構築を行い、理論解析結果と実験結果の比較することで妥当性の検証した。さらに、図 6 に示す乗員 - シート - 車両系における理論解析モデルのシート部にエアロマグネティックセルの力学パラメータを適用させた。図 7 は ISO8608:1995 に基づき作製した路面を速度 50 km/h 走行した場合の数値解析結果を示す。これより磁束密度を変化させることで、乗員頭部の周波数応答特性が変化していることが確認できる。特に 5 Hz 周辺において磁束密度が 22 mT で加速度が増加していることに対して、磁束密度が 14 mT では 25 % 程度加速度が低下していることがわかる。

以上のように磁束密度を変化させることにより、乗員 - シート - 車両系の振動特性が変化することがわかる。これを応用することで、路面特性に応じて磁束密度を変化させることで、乗員の振動を効果的に低減させることへ利用することが可能であると考えられる。

今後はエアロマグネティックセルの応答性の向上を図ると共に、エアロマグネティックセルを搭載したプロトタイプシートを作製し、振動低減効果を検証する予定である。

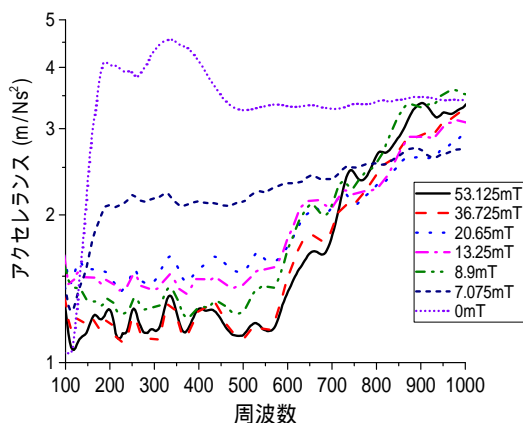


図 4 マグネティックセルの周波数応答 (高周波帯域)

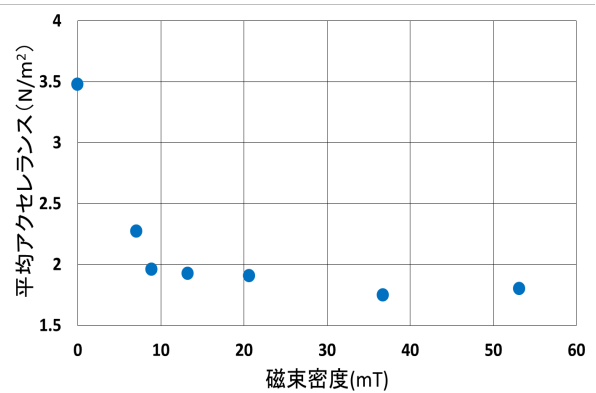


図 5 100-1000 Hz における平均のアクセラランス

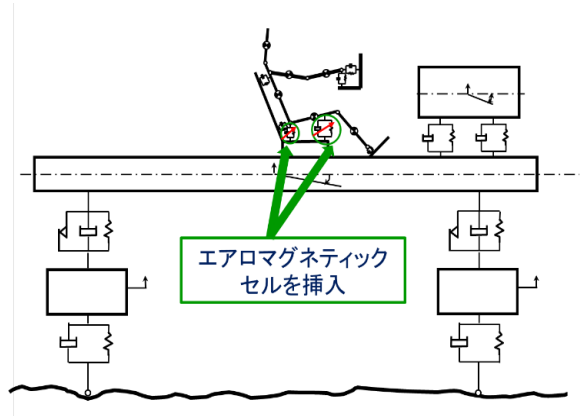


図 6 乗員 - 車両系の振動モデル

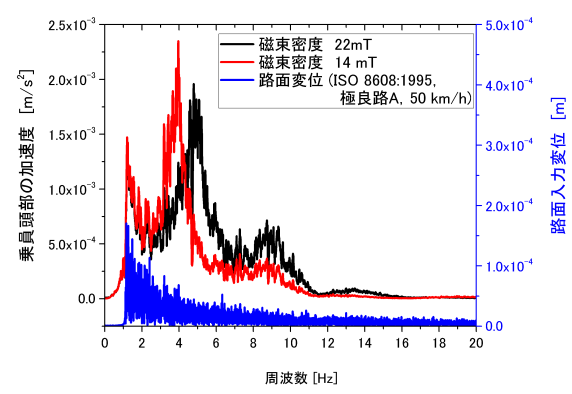


図 7 乗員 - 車両系における振動低減効果振動特性

<引用文献>

大田 慎一郎, 西山 修二, 能動制御を用いた自動車用シートの乗り心地向上に関する研究 (第 1 報, 最適化アルゴリズムの検証), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 77, 2011, No. 779, pp. 2601-2612.  
 大田 慎一郎, 西山 修二, 能動制御を用いた自動車用シートにおける乗員頭部の振動低減に関する研究, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 78, 2012, No. 791, pp. 2396-2404.

白石俊彦, 森下信, MR 流体の利用形態を考慮した基本特性の測定とその MR 流体機器設計への応用, 日本機械学会論文集 C 編 Vol.70 2004 No.696, pp.2308-2314.  
宮田侑真, 大田慎一郎, 磁気粘性流体とエアセルの振動特性に関する研究, 第 48 回日本人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, pp.52-53, 平成 27 年 12 月 13 日, 広島市.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 3 件)

松原直輝, 大田慎一郎, 西山修二, エアロマグネティックセルにおける振動特性に関する研究, 日本機械学会中国四国学生会第 45 回学生員卒業研究発表会講演前刷集 CDROM, No.513, 平成 27 年 3 月 5 日, 東広島市.

宮田侑真, 大田慎一郎, 磁気粘性流体とエアセルの振動特性に関する研究, 第 48 回日本人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, pp.52-53, 平成 27 年 12 月 13 日, 広島市.

Yuji Nakamura and Shinichiro Ota, INFLUENCE ON VIBRATIONAL CHARACTERISTICS BY THE THICKNESS OF A CUSHION HAVING URETHANE WITHIN AN AIR CELL, The 23rd International Congress of Sound and Vibration, T05.RS06#97(2016), 13 July 2016, Athens, Greece.

[その他]

岡山県立大学情報工学部  
人間機械システム分野ホームページ  
<http://www-he.ss.oka-pu.ac.jp/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

大田 慎一郎 (OTA Shinichiro)  
岡山県立大学・情報工学部・准教授  
研究者番号: 90550393