



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



## 空力騒音の音質改善に関する研究： 制御用アクチュエータの超磁歪素子の評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学SVBL 公開日: 2007-12-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 寺分, 有之, 松本, 大樹, 齋當, 建一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/314">http://hdl.handle.net/10258/314</a>

## 空力騒音の音質改善に関する研究：制御用アクチュエータの超磁歪素子の評価

著者	寺分 有之, 松本 大樹, 齋當 建一
雑誌名	サテライト・ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー年報
巻	7
ページ	66-67
発行年	2005
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/314">http://hdl.handle.net/10258/314</a>

### 3) 学内公募研究課題A

## 空力騒音の音質改善に関する研究

(制御用アクチュエータのための超磁歪素子の評価)

室蘭工業大学 機械システム工学科 4年 寺分 有之,  
機械システム工学科 松本大樹, 齊当建一

#### 1 緒言

近年、航空機や鉄道車両、自動車などの輸送機械や産業・電子機器、家電製品または建造物など多岐にわたる分野で騒音が問題となっており、私達の生活において音環境は悪化している。特に、気流によって生じる騒音(空力騒音)では、音源を明確にできないため、その抑制は困難なものになっている。そこで、本研究においては、騒音抑制ではなく音質を変化させることにより、音環境の改善を目指した制御方法を検討してきた。これまで、円柱から発生するエオルス音に着目した音質評価を行い、同じオーバーオール音圧レベルにおいても、断続的に発生するエオルス音は不快感を抑制する場合があることが明らかになった<sup>1)</sup>。

また、円柱から発生するエオルス音は、円柱から交互に流出するカルマン渦による圧力変動が音源となっており、渦の流出を抑制することによって音圧レベルを抑制することができる。本研究においては、円柱表面に空けられた小孔からの空気の噴出し吸い込みによる外乱によって空力音を制御することを目的としている。

これまで、ポンプを利用した円柱表面からの空気の噴出しや大口径のスピーカによる外乱を与えた場合の空力音の変化について検討してきたが、装置が大掛かりとなる問題点があった。この問題点の解決を目的として、小型かつ省電力で駆動できるアクチュエータの開発を目指す。空力騒音では、円柱表面における圧力変動は音波の圧力変動に対して非常に大きいため、それらの外圧に打ち勝つだけの圧力を与えることが必要となる。また、強い加振力を持つアクチュエータによって物体表面を直接加振するなどの新たな手法も検討できるようになる。そこで、磁界の変化で変形する素子である超磁歪素子を利用したアクチュエータを提案する。超磁歪素子は圧電素子等に比較して大きな変形量を得ることができ、応答周波数も高いため、十分な性能を有すると期待できる。

本報告では、超磁歪素子の駆動方法の検討と動作確認を行った結果を報告する。

#### 2. 実験装置および実験方法

超磁歪素子は磁界をかけることによって素子の変形するいわゆる Joule 効果を起こす素子である<sup>2)</sup>。本研究で用いた超磁歪素子は ETREMA 社製の Terfenol-D であり、3x3mm の方形断面で長さが 20mm である。この超磁歪素子の周囲にコイルを巻き、磁界を変化させることで素子の変形を生み出す。また、素子はあらかじめ予荷重をかけることにより、ひずみが大きくなる性質があるため、板ばねによって予荷重をかける構造としている。設計したアクチュエータを図1に示す。

超磁歪素子はアクチュエータの中央のコイル内側にあり、その上下に設置した透磁性のあるヨークにより、磁力線の乱れを防いでいる。ヨークには上部ヘッドと下部ヘッドに接続され、上部ヘッドを

被加振物に押し当てて駆動する。

まず、アクチュエータの動作確認のために、上部ヘッドに加速度ピックアップを取り付けて振動加速度を計測する。次に、超磁歪素子の加振力が十分であるかを確かめるために、周辺固定された金属板を加振し、その放射音を計測することで評価する。

アクチュエータを取り付ける平板は、厚さ 0.4mm で、92x92mm の正方形で、周囲をフランジを介してボルト締めされている。アクチュエータの取り付け位置は図4に示すとおりである。

図3に、放射音の計測に利用した測定系を示す。実験では、シグナルジェネレータによってホワイトノイズを発生させ、アンプによって増幅した後、コイルに入力する。マイクロホンは平板より 25cm の位置に設置し、精密騒音計と FFT アナライザによって放射音を周波数分析する。コイルへの入力電力は 0.014W とした。

実験は無響室で行われており、計測音と暗騒音とのオーバーオール音圧レベル(OA 値)の差は 25dB 以上あり、暗騒音の影響を考慮する必要はない。

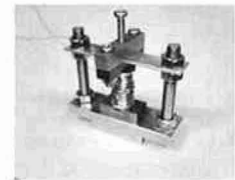
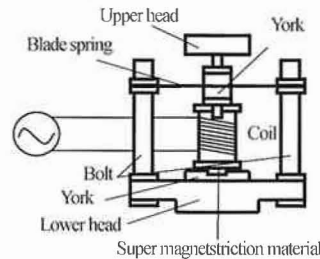


Fig.1 Super magnetostriction actuator

Fig.2 Photograph of the actuator

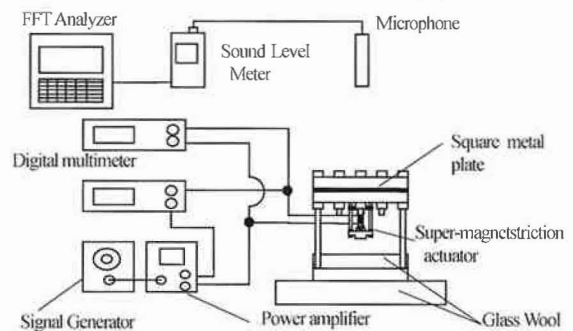


Fig.3 Experimental apparatus

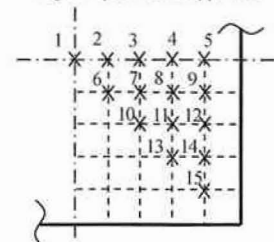


Fig.4 Attaching position on the plate for the actuator

### 3 実験結果および考察

実験結果の一部を図5~7に示す。図5にホワイトノイズを入力した場合の上部ヘッドの加速度のスペクトルを示す。3つのグラフは、“ヨークのみをつけた場合”、“ヨークに上部ヘッド(26g)をつけた場合”、さらに“上部ヘッドに付加質量をつけた場合”をそれぞれ示している。いずれも1000Hz以上で鋭いピークを持ち、系の共振周波数が明確に現れている。上部ヘッドのみをつけた場合に、加速度の振幅が最も大きくなっているが、加速度振幅から推測される振動振幅は $60.4 \times 10^{-6}$ となり、空力騒音制御のために用いるには体積流量を十分に稼ぐことが難しいと思われる。また、それぞれの最大の加速度を示したピーク周波数は、質量が大きくなるにつれて下がる傾向にあることがわかる。いずれの場合にも加速度のスペクトルの特定の周波数帯に鋭いピークを持つため、このままの状態ではアクチュエータとしては利用しにくい。

図6に加振点1, 2, 5(図4における1~5への直線上の位置)に取り付けた場合の放射音の周波数特性を示す。取り付け位置1番(平板の中心)では、OA値で約52dBの放射音が放射されており、アクチュエータにより平板が十分加振されていることがわかる。また、スペクトルのピークは40Hz, 675Hz, 1275Hz, 3075Hzにあり、平板の固有振動とアクチュエータの固有振動数の影響が現れている。アクチュエータの取り付け位置を変化させると1000Hz以下の低周波数のレベルが変化することがわかる。平板の固定端に近い側にアクチュエータを取り付けた5番の位置では、70Hzから1000Hzまでの周波数帯の放射音は非常に弱くなっているのに対して、1番や2番は小さいながらも音波の放射が確認できる。

図7は、アクチュエータの位置をさらに変化させた場合である。取り付け位置10番, 11番ではOA値でそれぞれ53.1dB, 53.9dBの音波を放射しており、今回実験した中では最大のOA値である。しかし15番では平板の端に取り付けられることになり、十分加振することができず、OA値で47.7dBとなっている。最大のOA値を示した11番のスペクトルを見ると、低周波数域ではピークが存在せず、周波数変化に対して比較的なだらかな特性となっていることがわかる。このため、制御用のアクチュエータとしては使いやすい特性を持つと言える。しかし、800Hz以上では鋭いピークとディップを繰り返すため、こちらの改善が望まれる。

### 4 結言

超磁歪素子の駆動方法の検討と動作確認を行い、空力騒音制御のためのアクチュエータとしての利用可能性について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) アクチュエータの取り付け位置によって、放射音の周波数特性はさまざまに変化することが明らかとなった。とくに、アクチュエータ単独では、十分加振できない周波数帯においても、取り付け方法を工夫することで放射音が確認できた。
- 2) 金属平板にアクチュエータを取り付けた場合に音波の放射が確認できたことから、空力騒音の制御用アクチュエータとして、物体表面を直接加振できる可能性が確認できた。しかしながら、アクチュエータの振動変位としては非常に小さいことから、表面か

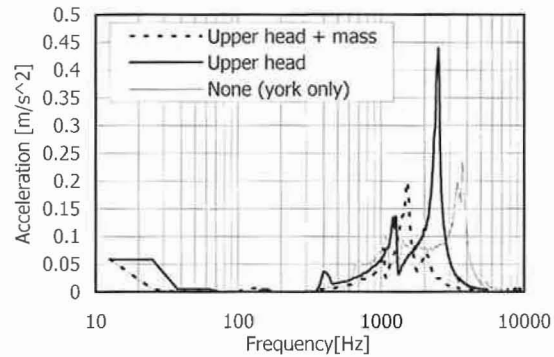


Fig.5 Acceleration response spectra of the upper head without the plate (1W white noise).

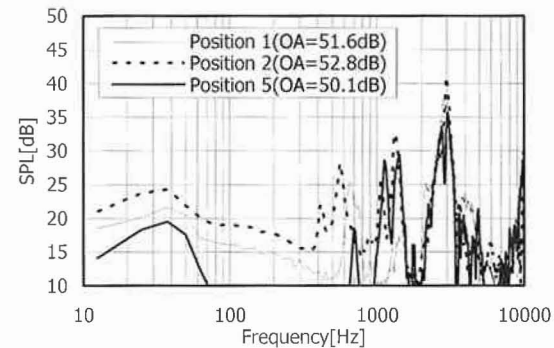


Fig.6 Sound spectra of the speaker within the super magnetstriction actuator attached on the plate at the position of 1, 2, 5

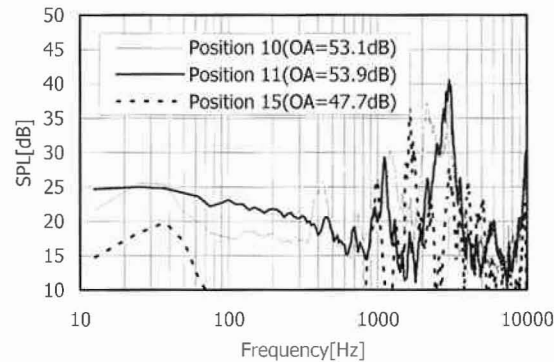


Fig.7 Sound spectra of the speaker within super magnetstriction actuator attached on the plate at the position of 10, 11, 15

らの流れの噴出しに利用するためには、振動変位の増幅機構を検討する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 井上貴仁, 松本大樹, 齊当建一, SVBL 平成16年度年報, 室蘭工業大学, pp82-83, 2005
- 2) A.E.クラーク, 江田 弘, 超磁歪材料 マイクロシステム・アクチュエータへの応用, 日刊工業新聞社, 1995