

# 交流磁場印加により磁性流体から発生する励磁音響波の 発音遅延時間に関する基礎研究

石田巖, 中川貴, 清野智史, 山本孝夫  
(大阪大学)

Study on sound generation delay time of sonic wave emission from magnetic fluid  
stimulated by alternating magnetic field application

I. Ishida, T. Nakagawa, S. Seino, T. A. Yamamoto,  
(Osaka University)

## 1. 研究背景

交流磁場を印加することで、磁性流体から磁場の2倍の周波数を持つ音波（励磁音響波）が誘起されるといふ現象“励磁音響効果”が2008年に報告された<sup>1)</sup>。励磁音響波は励磁してから音波が検出されるまでに非常に長い遅れ（遅延時間）が生じることが明らかになっている。実験に用いている媒質であるポリアクリルアミドゲル中の音波伝搬距離に対して遅延時間をプロットすると直線関係が得られる<sup>2)</sup>。この直線を伝搬距離ゼロに外挿しても時間軸切片がゼロにならないことから、磁場印加から音波の発生までの間にも遅延（発音遅延時間）が存在することが示されるが、発音遅延時間を直接測定しその本質の解明に取り組んだ研究はない。本研究では、励磁音響波を音波伝搬距離ゼロで直接測定できるように実験を工夫し、発音の遅延の存在確認と磁場周波数に対する依存性の評価を行った。

## 2. 実験

励磁音響波を検出するための実験系は以下の通りである。市販の磁性流体 M300(シグマハイケミカル社製)を濃度 20 wt.%に希釈したものを励磁音響波発生源とした。この磁性流体をアクリルで作製した一辺 20 mm、厚さ 1 mm の直方体形の凹みに滴下し、厚さ 0.01 mm の塩化ビニル樹脂製のフィルムで上面を閉じたものを測定試料とした。この測定試料をコイル中心上に磁性流体が位置するように固定し、コイルに正弦波交流電流を流すことで交流磁場を印加した。印加磁場強度は 42 Oe で固定し、周波数は 300、400、500、600 Hz とした。発生した励磁音響波をマイクロフォンによって電気信号として検出し、アンプを用いて増幅し、デジタルオシロスコープによって PC に取り込んだ。この実験系を用いて発音遅延時間の直接測定を行った。

## 3. 実験結果

図 1 に、磁場周波数 600Hz における磁場信号と音波信号の波形を示す。音波信号波形はマイクロフォンのプローブ長 110 mm 中の伝搬時間を差し引いて補正してある。この結果から、音波伝搬距離がゼロでも遅延が生じており発音に遅延があることが確かめられた。また、表 1 に磁場周波数を変化させた場合の発音遅延時間の値を示す通り、発音遅延時間には磁場周波数への依存性が見られない。

表 1. 各周波数における発音遅延時間

	300 Hz	400 Hz	500 Hz	600 Hz
発音遅延時間 (ms)	0.20	0.21	0.18	0.19

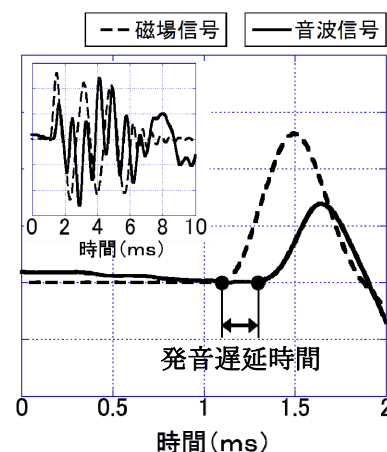


図 1. 磁場・音波信号波形  
(磁場周波数 600Hz)

## 参考文献

- 1) 掛川健司 ほか, 第 32 回日本磁気学会学術講演会概要集 (2008) 12pC-10
- 2) M.Tano et al., *Mater. Lett.* Vol.98, pp51-54, 2013.