

# MRI 駆動音による振動影響低減に向けた骨伝導マイクロホンの遮蔽面積の検討

高橋 康次郎<sup>†</sup> 武藤 憲司<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 芝浦工業大学

徳永 剛<sup>†</sup> 八木 一夫<sup>††</sup>  
<sup>††</sup> 首都大学東京

## 1. はじめに

MRI(Magnetic Resonance Imaging) 装置は人体の断面図を得る医療装置であり、駆動時に 100dB 以上の音圧レベルを示す場合がある[1]。被験者が検査中に体調不良になり、医師に検査の中断を呼びかけても声がかき消される。呼び出しボタンは手が不自由な被験者は使用できない。この問題を解決するために骨伝導マイクロホンを用いた通話装置を提案した[2]。しかし、体調不良の被験者は大声を出せない。加えて駆動音により人体に振動が発生し、その振動により通話品質が劣化する。

我々は体調不良の被験者の小さい音声は確実に伝達可能である骨伝導通話品質を目指している。そのために骨伝導マイクロホンを遮蔽し、駆動音により発生する振動影響を低減する。振動の効率的な低減のためには遮蔽面積が重要である。これまで、最適な遮蔽面積の算出のために疑似生体を用いて振動の伝搬特性を計測してきた[3, 4]。

ここでは、振動の伝搬特性の計測結果を用いて撮像法の一つである EPI (Echo Planar Imaging) のピーク周波数 800Hz における遮蔽面積ごとの振動影響を推定する。

## 2. 最適な遮蔽面積の算出方法

人体が駆動音を受け振動が発生し、その振動が骨伝導マイクロホンに伝搬する。骨伝導マイクロホンが受ける振動影響は駆動音を受ける人体の表面積に依存する。骨伝導マイクロホンの遮蔽は駆動音を受けない部分を作り、駆動音により人体に発生する振動を低減する。そのため、遮蔽面積が重要である。しかし、最適な遮蔽面積は装着者の体格等により変化する。遮蔽面積を決定するために駆動音を受ける表面積と骨伝導マイクロホンに伝搬する振動加速度の関係を明らかにする。以下にその関係式を示す。

$$a(f, t) = \int_{S_a - S_x} H_1(f) H_2(x, f) P(f) \sin(2\pi f t) dS$$

ここで、 $P(f) \sin(2\pi f t)$  は音圧、 $H_1$  は音圧振動変換比、 $H_2$  は人体を伝搬する振動の伝搬特性、 $f$  は周波数、 $t$  は時間、 $x$  は骨伝導マイクロホンから任意の点の距離、 $a(f, t)$  は骨伝導マイクロホンに伝搬する振動加速度、 $S_a$  は駆動音を受ける全体の表面積、 $S_x$  は遮蔽面積である。 $S_x$  を変化させた時の  $a(f, t)$  を算出することにより、遮蔽面積ごとの振動の低減量が算出でき、最適な遮蔽面積が決定できる。

これまで音圧振動変換比  $H_1$ 、振動の伝搬特性  $H_2$  を疑似

生体を用いて計測した。疑似生体は骨部を想定したセラミック板と筋肉を想定したシリコンゴムを重ねたものである。

$H_1$ 、 $H_2$  の計測方法は参考文献[3, 4]に示す。

## 3. 遮蔽面積ごとの振動影響の推定

以下に単一周波数 800Hz の音圧振動変換比  $H_1$ 、振動の伝搬特性  $H_2$  を示す。

$$H_1(800) = 0.0057$$

$$H_2(x, 800) = 1.0658x^{-1}$$

$x$  は加振点から振動計測器の距離[mm]である。これらの結果を用いて表面積と振動加速度の関係式を解いた。遮蔽のためのシールドは円形を想定している。図 1 に遮蔽面積ごとの振動影響の推定結果を示す。遮蔽面積 0 mm<sup>2</sup> はシールドをしていない場合である。遮蔽面積が増加するほど振動影響は低減した。特に、遮蔽面積 0 mm<sup>2</sup> から 314 mm<sup>2</sup> にかけての振動の低減量が大きかった。しかし、それ以降は遮蔽面積の増加に伴う振動の低減量は徐々に小さくなっていった。実際に疑似生体を用いて 60dB(re. 1m)の発声時の骨導音と 90dB の MRI 駆動音を受けた時の振動加速度を計測したところ SN 比は -7dB であった。そのため 5026 mm<sup>2</sup> のイヤマフ程度の遮蔽面積で被験者の音声がわずかに聞き取れるようになる。

## 4. むすび

本報告では 800 Hz における遮蔽面積ごとの振動影響の推定を行った。イヤマフ程度の遮蔽面積で通話品質が改善した。このことから骨伝導マイクロホンをイヤマフに組み込むことで聴覚保護をしながら医師に音声を伝送できる。今後は、他の周波数における振動影響推定を行っていく。

## 参考文献

- [1] K.Muto, *et al.*, Acoust. Sci.Tech. pp. 174-175, 2006.
- [2] 武藤他, 音講論(春), 2-5-14, pp. 589-590, 2006.
- [3] K.Takahashi, *et al.*, WESPAC2015. pp. 251-254, 2015.
- [4] 高橋他, 人間工学第 51 巻特別号, 1E2-2, pp160-161, 2015.

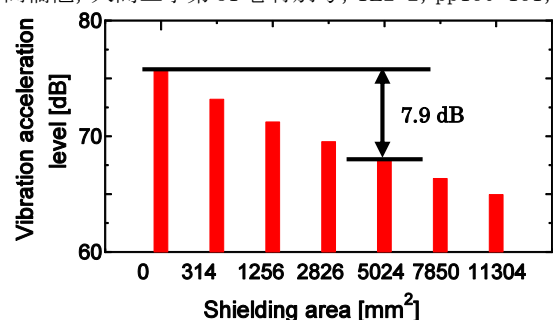


図1. 遮蔽面積ごとの振動影響の推定結果