

## 船舶航行音の適応騒音制御のためのタップ数の検討

A-5 A research on the number of taps for active control of boat noise

深津 遼貴<sup>†</sup> 武藤 憲司<sup>†</sup>Haruki FUKATSU<sup>†</sup> Kenji MUTO<sup>†</sup><sup>†</sup> 芝浦工業大学工学部通信工学科<sup>†</sup> Department of Communication Engineering, Shibaura Institute of Technology

## 1. はじめに

ある運河では、朝から夜まで多くの小型船舶が航行している。その航行音が運河沿いに立ち並ぶ住宅や会社騒音の影響を与えている[1]。そこで航行騒音を低減させることで人々の暮らしをよいものにできると考える。

騒音の対策として、適応騒音制御がある。船舶航行音は低い周波数成分が主で卓越周波数が長時間持続することから[2]、適応騒音制御が有効と考える。

本研究の目的は、船舶航行音を適応騒音制御し室内空間を静音化するシステム構築である。本報告では、船舶航行音の卓越周波数に着目し、IIR型適応フィルタのフィードバック部のタップ数の検討を報告する。各卓越周波数の音圧レベルは75 dB以下に低減することを目標としている。

## 2. タップ数検討方法と条件

録音した船舶航行音を用いて、IIR型適応騒音制御を計算機シミュレーションした。フィードバック部のタップ数は2, 4, 6, 8の4種で実験を行った。計算機シミュレーションで利用する適応アルゴリズムはLMSアルゴリズムである。次にLMSアルゴリズムの更新式を示す[3]。

$$U(n+1) = U(n) + (\nu \times e(n) \times \mathbf{y}(n))$$

ここでIIRフィルタ係数を $U(n)$ 、ステップサイズを $\nu$ 、誤差信号を $e(n)$ 、制御信号を $\mathbf{y}(n)$ とする。この実験におけるIIRフィルタのステップサイズ $\nu$ は0.000001とした。サンプリング周波数は48 kHzである。

## 3. タップ数検討結果と考察

船舶航行音は60, 180, 220 Hzが卓越周波数である。2タップの時の適応騒音制御前後の周波数特性を図1に示す。60 Hzで10 dBの低減ができた、しかし180 Hzと220 Hzでは低減されていない。4タップの時は60 Hzで12 dB、220 Hzで5 dBの低減された。180 Hzは低減されていない。6タップの時は60 Hzで15 dB、180 Hzで5 dB、220 Hzで3 dBの低減された。8タップの時の適応騒音制御前後の周波数特性を図2に示す。60 Hzで15 dB、180 Hzで5 dB、220 Hzで7 dBの低減された。船舶航行音の適応騒音制御前と2タップの時と8タップの時制御後の音圧レベルを図3に示す。2タップの時12 dB、8タップの時16 dB低減している。この結果より、タップ数を2つ増やすごとに卓越周波数に1つの音圧レベルを低減することがわかる。またタップ数が多いほど低減量が大きくなることもわかる。

## 4. むすび

本報告では、船舶航行音の卓越周波数に着目し、IIR型適応フィルタのフィードバック部のタップ数を検討した。船舶航行音が少数の卓越周波数を含む音である

ことからフィードバック部のタップ数を8タップとした。8タップとしたとき低減効果は最も良好で-16 dBだった。

## 参考文献

- [1] K. Muto, T. Akahira, Proc. of WESPAC 2015, P8000017, 2015.  
 [2] 武藤, 深津, 音響講(春), 2-Q-20, 2019.  
 [3] B. Widrow, S. D. Stearns, Active signal processing, Prentice-Hall, 1985.

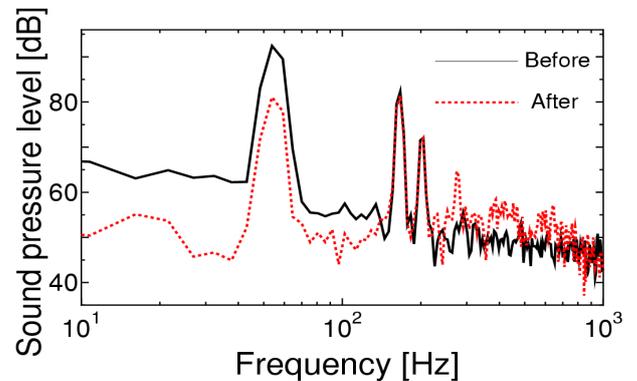


図1. 2タップの適応騒音制御前後の周波数特性

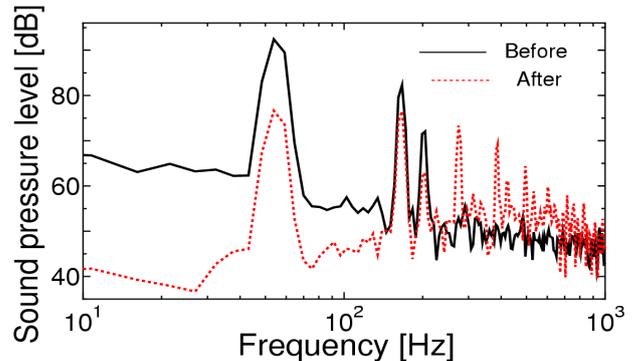


図2. 8タップの適応騒音制御前後の周波数特性

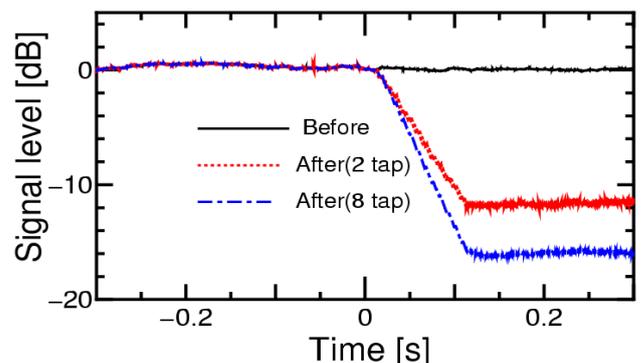


図3. 適応騒音制御前後の音圧レベル