

音響インパルス応答測定における測定時間短縮の研究

Reduction of Acoustical Impulse Response Measurement Time

森谷 晃行 金田 豊

Akiyuki MORITANI Yutaka KANEDA

東京電機大学工学部

School of Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

インパルス応答は、系の音響特性を表す重要な特徴量である[1]。図1に、周波数表現によるインパルス応答の測定原理を示す。測定信号 $S(k)$ に対する系の出力は $H(k) \cdot S(k)$ と表され、これに測定信号の逆特性 $1/S(k)$ を乗じれば、インパルス応答の等価量である系の周波数特性 $H(k)$ が求まる。この時、時間領域における被測定系の出力は、測定信号とインパルス応答の円状畳み込みとなっている必要がある。従来は、測定信号を2周期再生し、出力波形の2周期目を切り出すことで円状畳み込みを実現していた[2]。

2. 円状畳み込みの実現

図2に、測定信号を2周期再生した場合の出力波形のモデル図を示す。図より、出力波形の3周期目にはみ出した2周期目の応答(ハッチ部分)が1周期目の応答として2周期目の先頭に含まれているため、2周期目を切り出した波形は円状畳み込みの結果と等価である。しかし、測定信号の長さ N を大きくした時(高SNを実現するためには N を大きくする必要があるので)に2周期再生を行うと、測定時間が長くなるという問題がある。

3. 提案法

図3に提案法の流れを示す。インパルス応答長を Lh と表した時、測定信号を $N + Lh$ だけ再生する。その時の出力波形(図3(a))から $Lh \sim N + Lh$ の部分を取り出し(図3(b))、その前半 $Lh \sim N$ の部分を後半に円状シフトすることで(図3(c))、測定出力の2周期目(円状畳み込みの波形)を再現できる。このようにすることで、 $N \gg Lh$ の時には、2周期再生する場合と比較して測定時間を約1/2に短縮できる。

4. 実音場実験

提案法の有効性を示すため、インパルス応答測定の実音場実験を行った。サンプリング周波数は48kHz、測定信号の周期の長さ N は 2^{17} (約2.7s)であり、部屋のインパルス応答長 Lh は約1.0sであった。測定信号長を $N \sim 2N$ の範囲で変化させ、得られたインパルス応答の誤差を図4に表す。1周期再生の場合(測定信号長 N : 誤差は約-22dB)と比べて、信号長を増加させると誤差は低減していき、 $N + Lh$ 再生した場合の誤差は約-31dBであった。これは2周期($2N$)再生の場合の誤差(約-33dB)とほぼ同等であり、測定時間の短い $N + Lh$ 再生の有効性が確認できた。なお、 $N + Lh$ 再生と $2N$ 再生の誤差の差の原因については今後の課題とする。

4. まとめ

本研究では、音響インパルス応答測定における測定時間短縮法について提案した。実音場実験より、(測定信号の1周期+インパルス応答長)を測定信号長として再生することにより、測定時間を短縮できることを確認した。

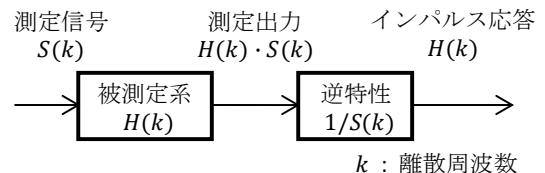


図1. インパルス応答測定の原理

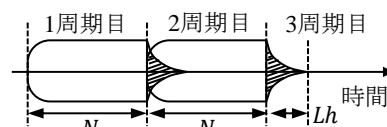


図2. 2周期再生した場合の出力波形のモデル図

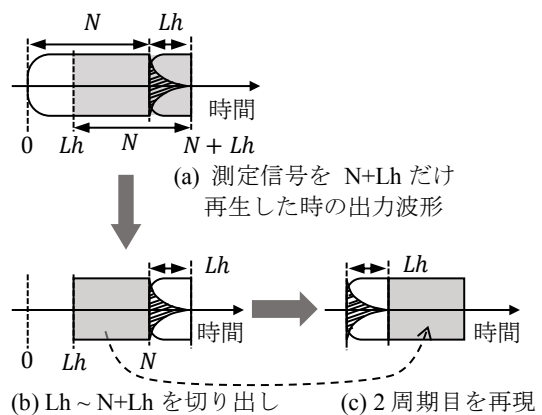


図3. 提案法の流れ

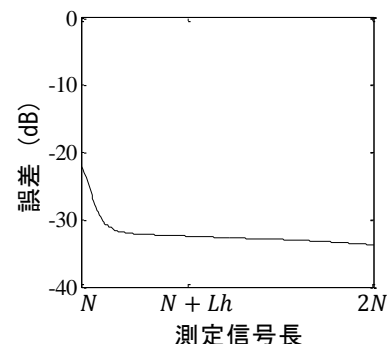


図4. 測定信号長に対するインパルス応答の誤差

文献

- [1] 橘秀樹, “室内音響測定の現状と今後の課題,” 日本音響学会誌, 49, 2, pp. 97-102, 1993.
 [2] “インパルス応答計測の基礎,” 日本音響学会第150回技術講習会資料, pp. 8-9, 2016.