

大音圧で測定したインパルス応答を用いた残響時間算出の検討

Study of reverberation time calculated using the impulse response measured at high sound pressure

竹林 涼

金田 豊

Ryo TAKEBAYASHI

Yutaka KANEDA

東京電機大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

インパルス応答を測定する際、大音圧で測定を行えば、環境雑音の影響を軽減することができ、その結果、測定が短縮できる。大音圧で測定信号の再生を行うと再生系に非線形特性が発生するが、残響時間測定においてはその影響は小さいことが報告されている[1]。しかし、この報告では、全帯域のインパルス応答から残響時間が算出されていた。本報告では、より実践的な残響時間測定として、インパルス応答をオクターブバンド分析し、大音圧測定の有用性を検証した。

2. 大音圧でのインパルス応答測定実験

容積が 102m³ の実験室において、Log-SS 信号を用いてインパルス応答を測定した。使用したスピーカは BOSE-101MM、アンプは BOSE 1705-2 であった。測定信号は、スピーカから 1m 地点の音圧が 90dB の場合のアンプ入力を基準(0dB)とし、+10dB、+20dB と 3 段階に変化させた。

得られたインパルス応答を用いて、全帯域の残響時間を計算したところ、どの入力レベルでも同一の結果が得られた。次に、インパルス応答を、中心周波数が 125Hz から 4kHz まで、6 つのオクターブバンドで分析し、残響時間を計算した。その結果、5 つの帯域では、どの入力レベルでも同一の残響時間が算出でき、大音圧再生の有用性が示された。

しかし、250Hz 帯域においては、+20dB 入力時の結果(0.62 秒)が、0dB、+10dB の入力レベルの算出結果(0.57 秒)と異なっていた。

図 1 に 250Hz 帯域の残響曲線を示す。残響時間計測に必要な -5 ~ -35dB において、入力レベルが 0dB、+10dB の残響曲線の傾きはほぼ等しいのに対して、+20dB の曲線は -30dB 以下で変化が生じており、これが異なった残響時間の算出要因となっている。

3. 残響曲線変形の原因

残響曲線が変形した原因を調査するために、入力レベルが 0dB と +20dB の場合のインパルス応答のスペクトログラムを図 2(a)(b)に示した。図より、+20dB 入力の場合には、電源雑音との微小な混変調歪[2]が発生しており、これが原因で 250Hz 帯域の残響曲線が変形していることがわかった。

入力が +20dB の場合は、アンプ(BOSE 1705-2)の出力が定格出力である 20W を上回っており、保護回路などによる非通常動作の結果、混変調歪が発生するものと考えられた。そこで BOSE 1705-2 よりも定格出力の大きいアンプ(B&K Type2734 定格: 250W)を用いて同様の測定を行った。

その結果の 250Hz 帯域の残響曲線を図 3 に示す。図より、+20dB の入力であっても、残響曲線は 0dB および +10dB 同一の傾きを持ち、正確に残響曲線が得られることがわかる。

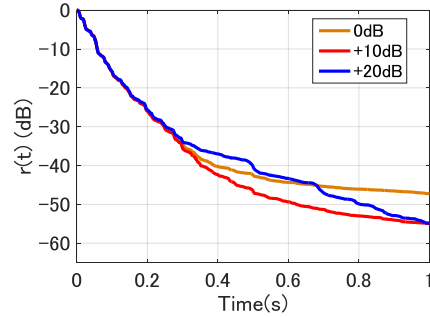
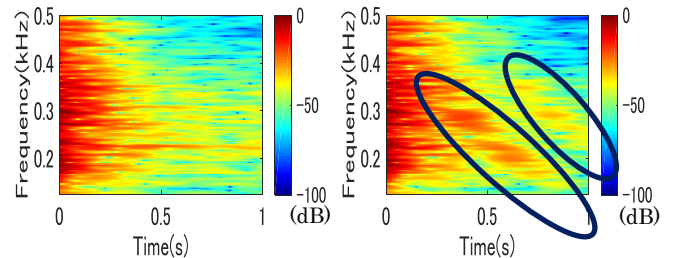


図 1 残響曲線(250Hz 帯域) (アンプ: BOSE 1705-2)



(a) 入力 0dB (b) 入力 +20dB

図 2 入力 0dB, +20dB のスペクトログラム

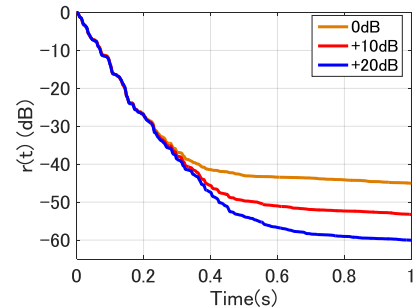


図 3 残響曲線(250Hz 帯域) (アンプ: B&K2734)

4. おわりに

音響再生機器の出力限界近くの大音量で残響時間を測定すれば、短時間での測定が可能である。しかしオーディオアンプの、定格を超えて出力した場合には音源信号との混変調歪によって一部の帯域の残響曲線が変形する可能性がある。これを防止するためには、アンプを定格以下で利用する、もしくは定格の大きいアンプを利用するという注意が必要である。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 15H02728 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 中重, 他, 音講論(秋), 747-748, (2015).
- [2] 佐藤, 他, 音講論(春), 749-750, (2014).