

積層板における内部摩擦の分数階微分を用いた定量的評価

○赤坂修一 網谷啓太 浅井茂雄
(東工大) (東工大) (東工大)

Quantitative evaluation using fractional derivative of internal friction of laminated plate

Shuichi Akasaka, Keita Amitani, Shigeo Asai

(Tokyo Institute of Technology)

過去の研究において、単板の内部摩擦によるエネルギーロス量を分数階微分粘弾性モデルを用いて評価する手法を確立した。また、板振動型吸音材料でより低周波数域で高い吸音性能を示す材料として積層板が有効であることが分かった。本報告では積層板（非拘束型）の内部摩擦によるエネルギーロスの定量的評価を行った。さらに外層厚、内層厚が吸音特性に及ぼす影響についても検討を行った。

Key Words： 板振動型吸音材料，積層材料，内部摩擦，垂直入射吸音率，
損失弾性率

1. 緒言

振動、騒音は我々の身近な社会問題の一つであり、様々な分野で対策が望まれている。その要求性能は多岐にわたり、多種多様な使用環境（温度、周波数など）での制振、吸音が求められている。近年では、人体への影響（めまいや不眠など）が報告された低周波騒音（100 Hz以下の騒音）^[1]が注目されているほか、幅広い周波数範囲での更なる低騒音化のため、低周波数域で効果的な吸音を示す材料開発が望まれている。

板振動型吸音材料は、選択的ではあるものの、500 Hz以下程度の比較的低周波数域で吸音を示すことが知られている。主として、音波が入射することによりサンプルが振動し、内部摩擦によるエネルギーロスを生じて、吸音を示すと考えられている。これまでに我々は、内部摩擦によるエネルギーロスの定量的評価を行うため、振動振幅・吸音率同時測定システムを構築した。これにより、垂直入射吸音率測定中のサンプル

の振動状態の観測が可能となった。さらに、分数階微分粘弾性体モデルを用いて、内部摩擦によるエネルギーロス量 (E_{loss}) の表式を導出した^[2]。以下にその算出式を示す。

$$E_{loss} = \pi E'' \gamma_0^2 V \sin\left(\frac{\pi}{2} \alpha\right) \quad (1)$$

ここで、 E'' 、 γ_0 は、それぞれ各周波数での損失弾性率と曲げ歪の振幅を表す。また V 、 α は、それぞれサンプルの体積と分数階微分の階数 ($0 \leq \alpha \leq 1$) を表す。

単板について、得られた振動振幅、材料物性から式 (1) を用いて、内部摩擦によるエネルギーロス量に由来する吸音率を算出したところ、実験値とよく一致した。これより、本評価手法が有効であることを確認した。

また式 (1) より、より低周波数域で高い吸音性能を示す板振動型吸音材料として積層材料が有効であると考え、非拘束型の積層材料の評価を行った結果、各構成材料の単板よりも低周波数域で高い吸音性能を示すことを確認した^[3]。