

# 板振動型吸音材料における分数階微分を用いた内部摩擦の定量的評価

東京工業大学大学院 理工学研究科 物質科学専攻  
赤坂 修一

## 1. 緒言

騒音問題は、我々の身近な社会問題の一つであり、快適な居住空間や労働環境の実現のため、低騒音化技術への関心は高い。また、幅広い周波数域での吸音や特定周波数の吸音などの吸音特性のほか、寸法性、軽量化など、その要求は多様化している。

吸音特性においては、近年、低周波数域の騒音への対策が望まれている。これは、家電等の低騒音化において、O.A.での騒音低減を行うため、特に音が大きく、また人間の耳で聴こえやすい千から数千 Hz 程度の騒音を中心に低減した結果、数十から数百 Hz 程度の低周波数域の騒音が感知されやすくなったことに起因している。中でも、100Hz 以下の騒音は「低周波騒音」と呼ばれ、特に問題視されている。低周波騒音は、人間の耳には感知されにくい周波数域音の騒音であるが、振動等の物的影響のほか、頭痛、ストレスの蓄積、睡眠障害といった“低周波音症候群“と呼ばれる人体への影響が示唆されている。これを受けて、環境庁（現・環境省）は、低周波音の測定法[1]、対策[2-4]について発行しているが、発生源の振動防止や、重量物、高剛性の材料を配置するといった重量則、剛性則に基づく遮音による対策（騒音を遮ることで静音化を図る）が主である。遮音による対策は、外部からの騒音には効果的だが、近年、高气密、高遮音の建築が増えた結果、家電等から生じた低周波音が室内で増幅されるといった新たな問題も起きている。また、これまで発生源として、大型重機、家電のコンプレッサーやエアコンの室外機が問題視されていたが、風力発電やエコキュートなど、環境に優しい技術として今後発展が見込まれる技術で被害が拡大している。

一般に、低騒音化の手法としては、振動源の振動の低減、他の部材への振動伝搬の抑制、発生音の吸収・遮蔽が挙げられる。この中で吸音材料は、発生音のエネルギー吸収に用いられる。吸音を効果的に発現させるためには、材料の吸音特性を理解し、対象とする騒音の周波数域で高い吸音特性をもつ材料を選択することが重要である。

吸音材料は、“多孔質型”、“共鳴器型”、“板振動型”の大きく三種類に分類される。その中で、板振動型吸音材料は、吸音周波数は多孔質吸音材料に比べて極めて選択的であるものの、500Hz 以下の比較的low周波数域の音に対して、高い吸音を示す。そこで我々は、低周波数域の騒音に対する吸音材料として板振動型吸音材料に注目した。板振動型吸音材料については、波動理論に則った理論解析が報告されている。Ford and McCormick[5]は、背後空気層を持つ矩形板、平泉[6]らは背後空気層を持つ円形板、阪上[7]らは背後空気層を持つ無限大弾性板について、音響特性の解析を行っている。それらの報告では、板振動型吸音材料の吸音機構として、1)材料の内部摩擦によるエネルギーロス、2)材料支持部でのエネルギーロス、3)背後空気層の空気の粘性によるエネルギーロス、4)剛壁表面の空気粘性及び熱交換によるエネルギーロスが挙げられている。導かれた表式より、物性、構造パラメータから吸音率を予測することができるが、固有値解による算出、また複雑な表式のため、材料物性と吸音特性の直接的な関係は明確でない。

我々は、より低い周波数で高い吸音率を示す材料やより幅広い周波数域での吸音を示す材料などの材料開発を行うため、材料物性、構造因子と吸音特性との関係を明らかにし、板振動型吸音材料の設計指針を確立することを目的に研究を行っている。

今回、吸音機構として材料の内部摩擦に注目した。材料は、音波による周期的な応力の印加によって振動し、振動エネルギーの一部が、材料の内部摩擦によって熱として散逸される。そこで、垂直入射吸音率測定中のサンプルの振動状態を測定し、得られた振動振幅と材料物性から内部摩擦によるエネルギーロス量の算