

音の測定と音対策

精密・電子技術部門

製品の音対策を行う上での測定及び解析方法について、ご紹介いたします。当センターでは、音に関する問題解決のための支援業務をおこなっております。お気軽にご相談ください。

■ 音対策の経済効果

掃除機など家電製品では、5dB以上の騒音の低減によって、製品価格の一割程度の経済的付加価値がもたらされます[1]。

■ 音の測定

音は空気中を伝わる圧力変動の波と考えることができます。波の状態を表すものとしては、振幅の大きさ（音の大きさ）と周波数（音色）があり、この二つの測定が重要です。

【波の状態】

- 振幅の大きさ
- 周波数
- ...

【波の性質】

- 干渉
- 回折
- ...

■ 周波数解析

周波数解析の方法には、FFT（高速フーリエ変換）解析とオクターブ解析があります。

音は、周波数によって異なる特徴を持ちます。

周波数	周波数が低い	周波数が高い
可聴域	20Hz～	～20kHz
主な特徴	回折しやすい	指向性が強い
	透過しやすい	反射しやすい
聴覚	感じ方が鈍い	加齢で喪失する

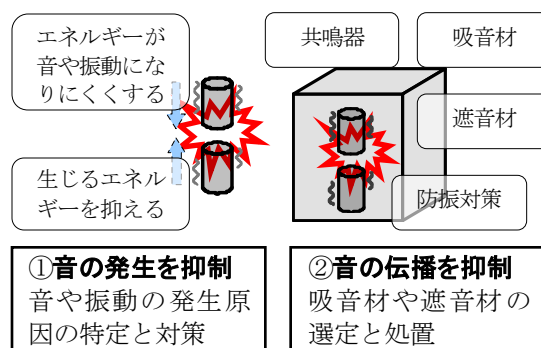
単なる物理パラメータだけでなく、ヒトの感じ方を探るための音質評価パラメータもあります。

音がー 重量感のある (loudness)、滑らか (roughness)、甲高い (sharpness)、単調な (tonality)、...

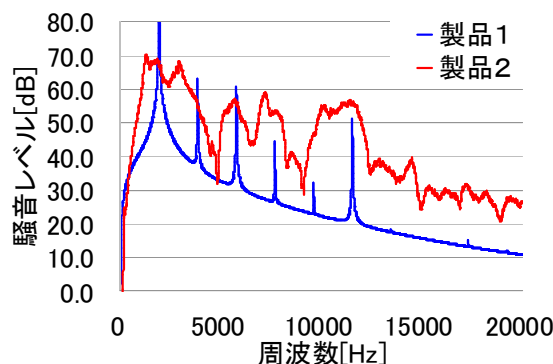
単純に音の大小だけでなく、音の重量感 (loudness) や甲高さ (sharpness) もヒトが感じる不快感に影響を与えます[2]。

■ 音を小さくする

音の大きさと周波数を測定することによって、音の発生原因の推定や音響材料の選定を行います。



ここで、製品から発生する音について代表的なパターンを二つ示します。



○製品1 ある特定の周波数成分の山を持つ場合
この周波数成分に相当する音の発生原因を探します。干渉が起こりやすい状態ですので、干渉壁や共鳴器などの吸音材が適しています。

○製品2 多くの周波数成分を含む場合
振動の測定結果と併せて、音の発生原因を減らします。多孔質材料のような広い周波数特性を持つ吸音材を用いて、騒音対策を施します。

■ 吸音材による騒音対策

吸音材は、多孔質材料を用いたものが広く流通しています。これは、細かな連泡性の孔を音が通り抜けようとする際に、大気中の圧力変動を熱エネルギーに変換することで、吸音する仕組みです。

吸音材には、その材質、孔の大きさや複雑さなどにより多くの種類があります。図1に代表的なウレタン系とグラスウール系の二つの吸音材（厚

さ 25mm) で対策した場合の測定結果を示します。

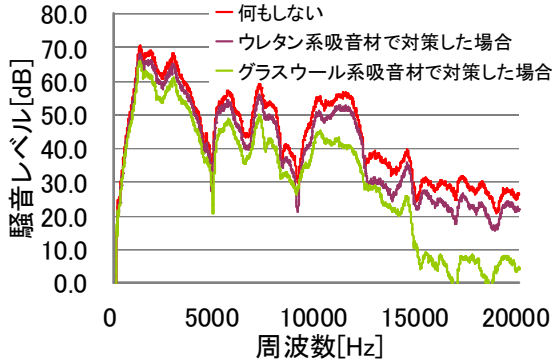


図1 吸音材の種類による騒音レベルの比較

両者の吸音効果に違いがあること、またひとつの吸音材でも周波数によって吸音効果が異なることがわかります。周波数が低くなるほど、吸音効果は低下しています。

※図1 から一概にウレタン系吸音材は、グラスウール系よりも吸音効果が劣っているわけではありません。

(吸音材の特徴)



【ウレタン系】

- 熱に弱い
- 材料が飛散しない
- ...

【グラスウール系】

- 手で触れると痛い
- 経年劣化が少ない
- ...

図2に吸音材の厚さを変えて対策した場合の騒音レベルの測定結果を示します。

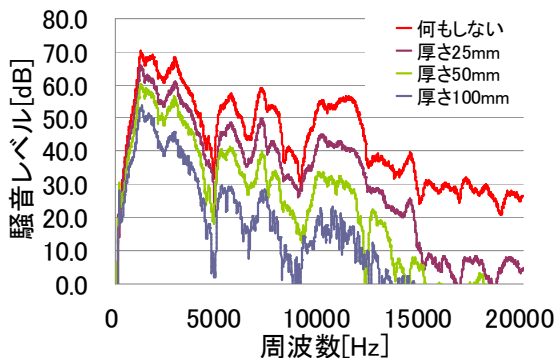


図2 グラスウール系吸音材の厚さによる騒音レベルの比較

吸音材の厚さが対数的に増加すると、それに比例して騒音レベルが抑えられていることがわかります。

吸音材の使用方法では以下の点に注意します。

- 吸音材の種類、厚さ
- 遮音材との併用
- 空気層を設ける
- 熱や、湿気などの使用環境

■ 音をよくする

製品から発生する音が意味を持つ場合があります。このような場合、製品から発生する音をユーザにとってより望ましくすることで、他社製品との差別化をはかることができます。

(音の種類)

【メロディ】

(能動的)

機能性を持たせる

【機器の動作音】

(受動的)

動作状態が判る

(例)

- サイレン
- 電話の着信音
- 目覚まし時計
- ...

- ウィンカー音
- スイッチ音
- ファン音
- ...

音をよくするには、ヒトの聴覚特性を考慮した上で官能評価や音質評価試験を行い、それぞれの目的にあった目標値を決めます。



例えば、スイッチ音では...

ケース1 目的：ON/OFFの判り易さ

ヒトの耳が聴き取りやすい1k~2.5kHz付近の周波数成分が大きい音にする。

ケース2 目的：操作感の良さ

官能評価で操作感の良い音を決める。例えば、自動車のスイッチでは1kHz以下の周波数成分が高く、1.25k~2.5kHzでは低い音にする[3],[4]。

その後、決定した目標値に近づけるよう製品の開発や改良を行って行きます。

参考文献

- [1]機械製品において音質がもたらす経済的付加価値,高田 騒音制御,Vol.32,No.1(2008)pp65-70
- [2]音質デザインの方向性,桑野,日本音響学会誌,Vol64,No.9(2008)pp551-555
- [3]操作感を考慮した快適な自動車スイッチ操作音の研究,木内,小林,戸井,日本音響学会講演論文集2008年3月
- [4]自動車ウィンカー音の音質評価による快音化,甚内,戸井,浜田,大杉,日本音響学会講演論文集,2008年3月

本稿の測定・解析に使用した機器は、日本自転車振興会平成19年度公設工業試験所設備拡充補助事業にて導入されたものです。

長野県工業技術総合センター
 精密・電子技術部門 測定部 江口 稯正
 TEL : 026-226-2106 FAX : 026-291-6243
 E-mail : seimitsushiken@pref.nagano.jp