

Study on perforated plate-porous material sound absorption system with wide band absorption characteristics

小口, 恵司

<https://doi.org/10.15017/458551>

出版情報 : Kyushu Institute of Design, 2002, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第6章 まとめ

6.1 研究成果まとめ

広帯域を吸音する構造の選択肢を広げる意味で、孔の前面に目隠し板を置いた立体的な表面仕上げ+グラスウール+空気層で構成される孔あき板吸音構造に着目した。任意形状の周期構造を取り扱うために、周期壁の散乱理論に基づくモード展開法と境界要素法を組み合わせた解法を吸音率計算法に用いて、吸音率の計算値と実験値の比較検討を行うとともに、目隠し板が吸音特性に与える影響について数値計算により検討を行った。その結果、孔あき板の前面に目隠し板を置くと、孔あき板吸音構造の吸音域の他に、目隠し板のスリット共鳴と考えられる吸音域が高音域に現れること、などが明らかとなった。これらを踏まえて、より広帯域を吸音する孔あき板吸音構造について若干検討を行った。結果をとりまとめるとつぎのとおりである。

[解析手法について]

- ・表面仕上げ構造に接して背後に多孔質材が設置される孔あき板吸音構造の吸音特性解析においては、空気と孔壁面との間の摩擦や熱伝導を省略したモデルでも実用的に有用な結果が得られる。
- ・板厚や孔径が10mm以下の仕様で構成される目隠し板を有する孔あき板吸音構造の場合、境界要素の分割の細かさについては最大寸法を最小寸法の約3倍以下に、Gauss積分の積分点の数については8点積分を行えば、吸音特性を十分に説明できる解析結果が得られる。
- ・より精度の高い吸音率予測を行うためには、特に境界が狭まっている部位における空気と境界面との摩擦や熱伝導による損失を考慮する必要がある。
- ・残響室法吸音率と統計入射吸音率との対応をとるためには、吸音構造の大きさが有限であるという条件を考慮する必要がある。

[目隠し板の吸音特性に与える影響について]

- ・中音域では、孔あき板の前面に目隠し板を置いても孔あき板吸音構造の共鳴周波数を中心とする山型の吸音特性を示す。ただし、目隠し板を置くことで共鳴周波数が低域にシフトする。

- ・今回取り上げた2種類の孔あき板 $8\phi-20$ と $8\phi-15$ では、目隠し板のスリット開口率を孔あき板の開孔率の2倍以上にとることで、共鳴周波数の低域へのシフト量が $1/3$ オクターブ以内となっている。音響設計では通常 $1/1$ オクターブ毎に残響計算が行われることから、目隠し板を置くことによる共鳴周波数のシフト量が $1/3$ オクターブ程度であれば、実務上、中音域においては目隠し板の無い単純な孔あき板吸音構造とほぼ同等の吸音特性を有していると考えられる。
- ・孔あき板から目隠し板を 10mm 程度離して置いた場合、目隠し板のスリット共鳴と考えられる吸音領域が 2kHz 以上の周波数域に現れる。
- ・その他に、グラスウールを含む背後空気層に相当する気柱の共鳴による吸音領域が目隠し板の有無にかかわらず現れる。
- ・ここで考えてきた孔あき板の前面に目隠し板を置いた立体的な表面仕上げ構造は、正面から見ると目隠し板裏の孔は見えにくいですが、斜め方向からは見える角度がある。意匠的にはどの方向からも孔が見えないことが、音響上は基本となる孔あき板吸音構造の吸音特性が変化しないこと望ましい。残響室法吸音率測定用に製作した大判試料を一般室内照明の下で見ると、目隠し板から奥の様子はほとんどわからないことから、ここで考えてきた目隠し板を有する孔あき板は、実際に孔の見えにくい孔あき板とすることができよう。

[広帯域を有する孔あき板吸音構造について]

- ・目隠し板スリット構造の深さや間隔を交互に変化させても、共鳴域の広帯域化や平坦化は期待できない。
- ・2種類の孔を市松状に開けた孔あき板（それぞれの孔間隔 15mm ）を用いた吸音構造は、中音域の広い範囲で大きな吸音率を示す。
- ・さらに、目隠し板を並べることでスリット共鳴による高音域の吸音が付加され、全体として広い周波数範囲で高い吸音率を示す孔あき板吸音構造が得られた。
- ・このような広帯域吸音特性が実際に得られるかどうか確認の吸音率測定を行った結果、計算結果は実測値をほぼトレースしていることから、計算で得られた吸音域が実際に生じていることを確認した。

6.2 今後の課題

本研究においては、孔あき板に接して背後に多孔質材が設置される場合を前提としている。この場合は多孔質材の抵抗による吸音が優勢となることから、孔の空気と孔周囲壁面との摩擦や熱伝導による音エネルギー損失のモデル化は省略した。計算値と実測値の比較において高音域の吸音率の計算値が実測値を若干下回る傾向は、摩擦や熱伝導を省略したことによることも原因と考えられる。より精度高く吸音率を予測するためには、この摩擦や熱伝導現象のモデル化が重要と考えられる。共鳴域における孔あき板吸音構造の吸音率は、背後に多孔質材料が設置されていない場合でも 30～40%を示すことがある。孔あき板の前面に本研究で着目した目隠し板を置くことで、吸音率はそれほど大きくないものの広帯域を吸音する構造を開発できる可能性があり、その吸音機構の解析には摩擦や熱伝導のモデル化が有用と考えられる。このような構造は、オフィスや通路の天井など残響過多の抑制が目的の吸音構造の1つとしての需要が考えられる。

残響室法吸音率と統計入射吸音率の間には、周辺効果の影響と考えられる差が認められた。本研究では無限に続く周期壁構造を考えているが、現実に即した有限の大きさの吸音特性の解析方法の確立も重要である。体育館の天井全面を吸音仕上げとする場合や、音楽練習室で吸音構造を市松状に分散配置する場合などは、残響室法吸音率のデータをそのまま使った設計値と実測値がしばしば合わないことがあり、このような場合に有用である。

2種類の孔を市松状に開けた孔あき板吸音構造はより広帯域を吸音することが明らかとなったが、さらにある大きさの中で孔の形、大きさや間隔をランダムに変化し、それが周期的に並ぶ構造は解析対象として、また実用上も興味深い。

これまで研究期間内で、今回着目した目隠し板を有する孔あき板吸音構造の実用には至らなかったが、近い将来是非実現したい。使用材としては、木材、木繊維加工品、リップ付きアルミスパンドレルなどを想定している。