

低周波音の遮音性能向上技術の開発

機械金属部 ○吉田勇太 高野昌宏

1. 目的

壁面パネルの遮音性能はパネルの面密度によってほぼ決定され(質量則), 1枚のパネル(1重壁)の遮音性能(音響透過損失)は図1のように低周波から高周波にかけて右肩上がりの直線となる。一方, 住宅の壁や間仕切り, 新幹線の車両などは, パネル2枚の間に空気層を設けた2重壁構造を採用し, 遮音性能を高めている。図1に壁の遮音性能を示す。単にパネルを重ねて重量を2倍にした場合は遮音性能が6dB向上するのに対して, 2重壁の遮音性能は, 1重壁の遮音性能の足し合せに近くなる。しかし2重壁では, 高周波域で遮音性能が高くなるのに対して, 共鳴現象を生じるため, 低周波域(200Hz以下)では極端に遮音性能が低くなる欠点を有している。

そこで, 本研究では2重壁の欠点である低周波域での遮音性能低下を改善するため, パネルの共鳴を抑制する方法について検討した。具体的には, まず1重壁における低周波域の遮音性能を向上させることを検討し, 次に2重壁へ適用することにより共鳴による遮音性能低下の改善を試みた。

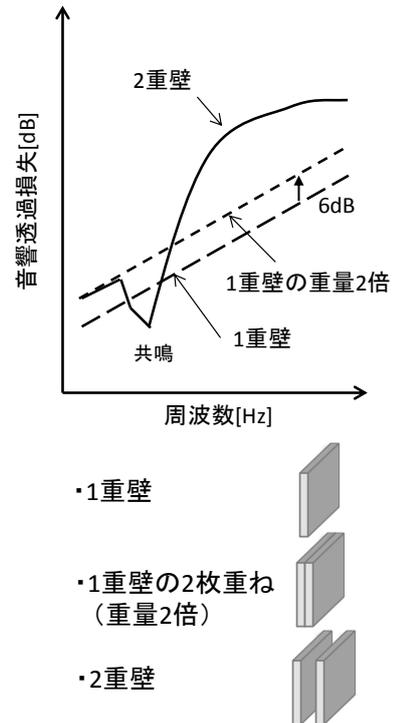


図1 壁の遮音特性

2. 内容

2.1 錘による1重壁の遮音性能向上効果

まず1重壁に錘を取り付けることによる低周波域意の遮音性能向上について検討した。

パネルに錘を取り付けると遮音性能が向上することに関しては, 塩化ビニルシートや鉄板(厚み 0.4 mm), 繊維膜などの薄板に対して効果があると報告されている¹⁾。

遮音性能の評価は音響シミュレーションソフト「ACTRAN」を使用して行った。

本研究では, 建築部材への適用を考慮して厚みのある部材について検討した。パネルは一般的に建築部材として使用されている石膏ボード(厚み 12.5 mm)と鉄板(厚み 0.5 mm)を張り合わせた構成とした。なお, 取付ける錘は1重壁の重量の4割に相当する重さとした。

図2に音響シミュレーション結果を示す。錘を取付けることで, 1重壁の遮音性能が向上していることがわかる。1m²の試料面積のパネルの場合, 錘1個では50~200Hzの周波数範囲で遮音性能が10~12dB向上し, 錘4個では50~300Hzで5~10dB向上した。図1で説明したように, 質量則では壁の重

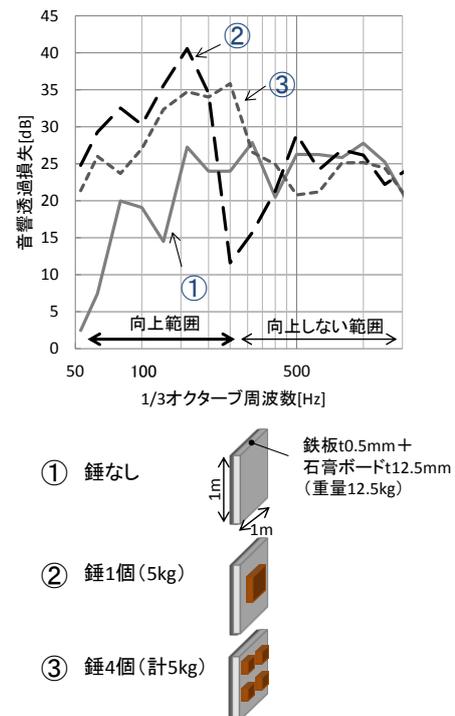


図2 1重壁の遮音性能 (音響シミュレーション結果)

量が2倍になると遮音性能が6dB向上する。本手法による重量増は1.4倍であり、質量則よりも効率よく遮音性能を向上できることがわかる。

2.2 2重壁への適用

1 重壁において低周波域の遮音性能向上が確認されたので、この効果を2重壁に適用して、共鳴による遮音性能低下を改善できるか評価した。

(1) 音響シミュレーションによる解析結果

錘あり2重壁の検討では、錘を1個のみ取付ける構造とした。このことは、周波数範囲は狭いが共鳴帯域を満足し、かつ遮音性能が向上する度合いが大きいという利点がある。なお、錘は2重壁の重量の2割に相当する。錘なしの条件では、図3のように100Hz近くに共鳴による遮音性能の落ち込みが見られた。これに対して錘ありの2重壁では、共鳴による遮音性能の落ち込みに改善が見られ、錘の重量が2重壁重量の2割(3.5kg)の場合で10dB向上した。また、錘の重量を変えると、1割(1.8kg)の場合3dB、3割(5.3kg)の場合15dB向上した。

(2) 実測定による解析結果の検証

上記の音響シミュレーションと同様の2重壁を作製し、残響・無響室において遮音性能試験を行った。その結果、図4のように音響シミュレーションと同様の傾向が実測でも得られることを確認した。100Hz、125Hzで遮音性能が10dB以上改善した。

3. 結果

2重壁における共鳴による遮音性能低下を改善するため、錘取付けによる遮音性能向上効果について検討し、以下の結論が得られた。

- (1) 1重壁では、厚みのあるパネルにおいても錘取付けにより低周波域の遮音性能が向上する効果が認められる。1m²の試料面積で錘の数が4個以下の場合、質量則以上の度合いで遮音性能が向上する。
- (2) 2重壁構造では、片方のパネルに錘を取り付けることにより、低周波域の共鳴による遮音性能低下を改善できる。

参考文献

- 1) 橋本典久, 桂充宏他, 日本建築学会計画系論文報告集, 1990, 第410号.

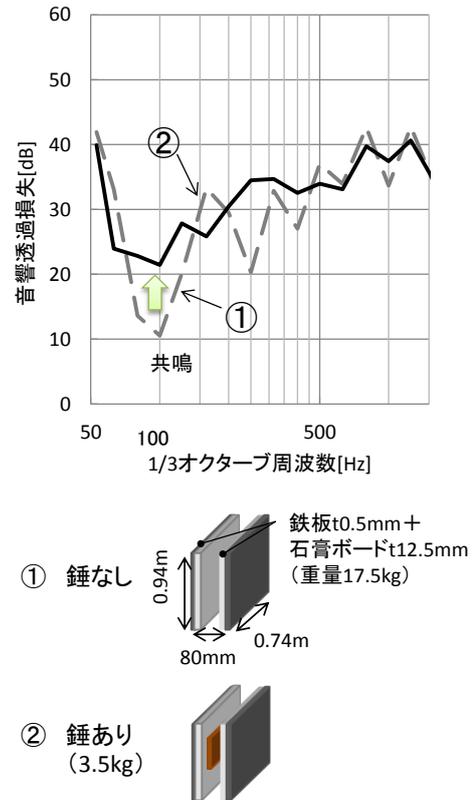


図3 2重壁の遮音性能 (音響シミュレーション結果)

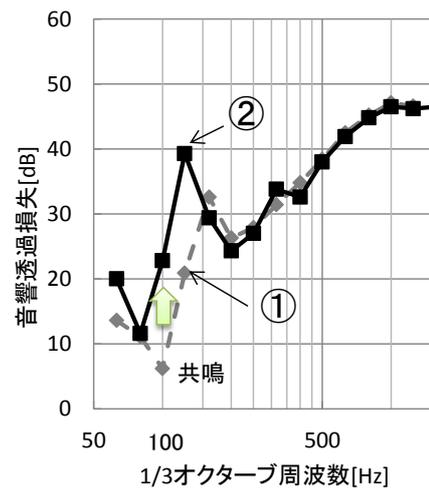


図4 2重壁の遮音性能 (実測結果)