

膜構造体の遮音効果に関する実験

鹿島建設(株) 正会員 ○佐野雄紀 竹林健一 露木健一郎

1. 目的

建設現場では発破による掘削, 振動ふるいをはじめとする建設機械から低周波音が発生しており, 現場近隣の民家においてしばしばサッシのガタツキや心理的な不快感などの被害が発生している. 一方, 従来の防音扉や防音パネルは低周波音に対する遮音効果が必ずしも十分ではないものの, 過去の研究において膜構造体内部に圧力を加えた部材は低周波音に対し遮音効果があることが報告されている¹⁾. 今回, 二重の膜構造体などの実験によって, 低周波音に対する遮音効果を確認したので, その概要について報告する.

2. 実験方法

(1) 実験の概要

実験の概要を図-1 に示す. 実験装置の内寸法は縦 1.0m×横 1.0m×深さ 0.9m で, 上面が開口部となっている. 装置の側面および底面はボックス型鋼板の外側をコンクリートで覆った構造(寸法は縦 1.0m×横 1.0m×深さ 0.9m)となっており, 厚さは 200mm である. 膜構造の試験体は実験装置の開口部分に取り付け, ボルトにより固定する. 実験装置の内部底面に固体伝搬音防止のための緩衝材を置き, その上にスピーカを設置した. また実験装置内外にマイクロホンを設置した. スピーカからパルス音を出力し, 装置内外のマイクロホンにより音圧レベルを測定した. 周波数の測定範囲は 12.5Hz~4kHz とし, 装置内外の測定値の差分により遮音効果を算出した.

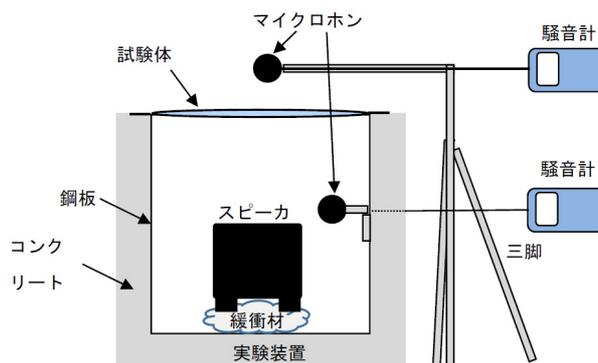


図-1 実験概要

表-1 実験ケース

実験ケース	膜構造体	材質	鋼枠材	質量(kg)
1	一重	ポリエステル	無	2.0
2	二重	ポリエステル+PVCフィルム	無	2.8
3	一重	ポリエステル	11mm角パイプ縦3本×横3本	7.2
4	二重	ポリエステル+PVCフィルム	11mm角パイプ縦3本×横3本	8.0

(2) 実験ケース

実験ケースを表-1 および図-2 に示す. ケース 1 はポリエステル材を袋状にした一重膜構造体, ケース 2 はポリエステル材の内側にさらに袋状の PVC フィルム材を取り付けた二重膜構造体である. 膜構造体の端部に平プレート材を取り付け, 平プレート材と膜構造体を実験装置にボルトにより固定した. ケース 3, 4 はそれぞれ一重膜構造体, 二重膜構造体を縦 3 本×横 3 本の角パイプ(縦 11mm×横 11mm)で挟み込んだ試験体とした. 小型コンプレッサによりビニールホースを介して膜構造体内部側に空気を注入した. ビニールホースには枝管を設け, その先に圧力計を接続した. 圧力計により膜構造体内部に加わった圧力を測定し, 圧力を 0~3.0kPa に変化させたケースで実験を行った.

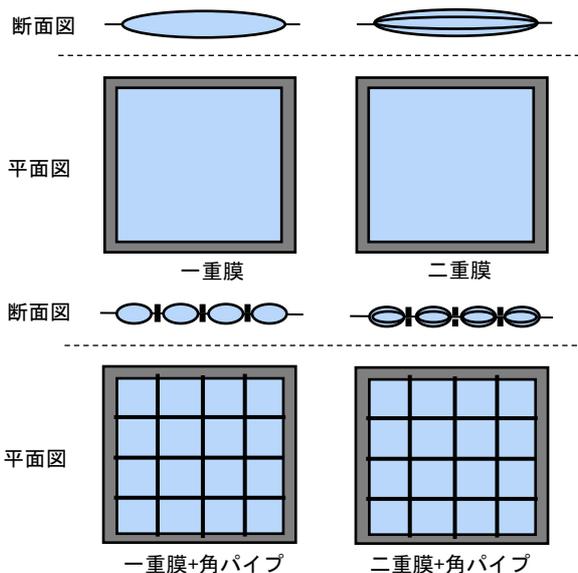


図-2 試験体の種類

キーワード 膜構造体, 建設工事, 発破, 振動篩, 低周波音

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-489-6274

3. 実験結果

実験結果を図-3, 4 に示す.

(1) 膜構造体単体 (図-3)

周波数 100Hz 未満では周波数が低くなるほど遮音効果が大きくなり、一方、周波数 200Hz 以上では周波数が高くなるほど遮音効果が大きくなることからわかる。周波数 100~200Hz の間に試験体の共振周波数があり、周波数 100Hz 以下の遮音性能は主に膜構造体の剛性に起因し(剛性域)、周波数 200Hz 以上は主に膜構造体の質量に起因する(質量域)と考えられる²⁾。質量域では膜構造体の圧力変化と遮音効果に関連性はみられなかった。一方、剛性域では膜構造材の圧力が高くなるほど遮音効果が大きくなることが確認された。その要因として膜構造体に圧力を加えることにより剛性が高まったことが挙げられる。圧力を 1kPa 以上、加えた場合、低周波音の物理的な被害が発生しやすい周波数 30Hz 以下で 30dB 以上の高い遮音効果が確認された。また二重膜構造体は一重膜構造体と比較し、同じ圧力を加えた場合に質量域で平均 4dB、剛性域で平均 1dB、遮音効果が大きくなった。

(2) 膜構造体と鋼枠材の組み合わせ構造 (図-4)

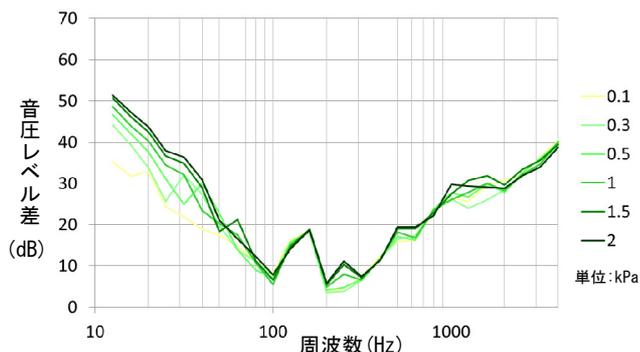
膜構造体と鋼枠材の組み合わせ構造では、膜構造体内部の圧力を変化させても剛性域における遮音効果の増加量は膜構造体単体と比較して小さくなった。また膜構造体単体と比較し同じ圧力では質量域および剛性域における遮音効果は小さくなった。一方、周波数 100~200Hz では膜構造体単体よりも遮音効果が大きい領域が存在した。その要因として角パイプと組み合わせることにより共振周波数が変化したことが挙げられる。

4. まとめ

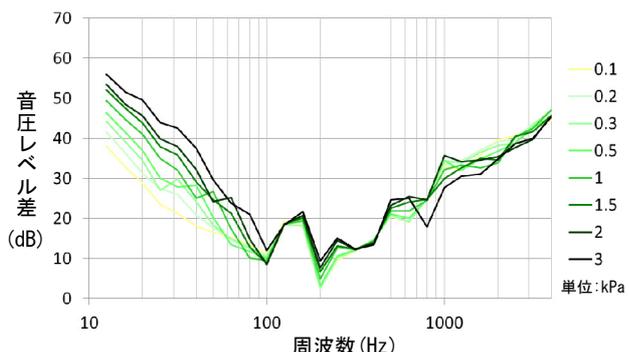
実験の結果、膜構造体に圧力を加えることで剛性域の遮音効果が大きくなることがわかった。特に低周波音の物理的な被害が発生しやすい周波数 30Hz 以下で 30dB 以上の高い遮音効果が確認された。従来の質量則に基づけば周波数 30Hz 以下の低周波音の対策には鉄やコンクリートなどの重量部材が必要であったが、筆者らが提案する膜構造を用いれば軽量部材で低周波音を遮音できる可能性がある。今後、実用化に向けて更なる検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 西村正治ほか, 空気圧を利用した遮音量可変型軽量遮音構造の開発, 日本機械学会, 2012
- 2) 前川純一ほか, 建築・環境音響学 第3版, 共立出版, 2011

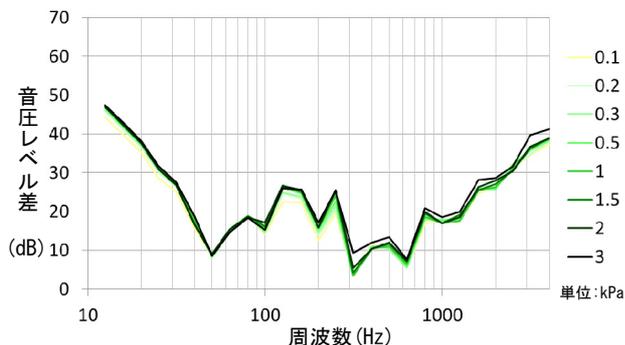


(1) ケース 1:一重膜構造体

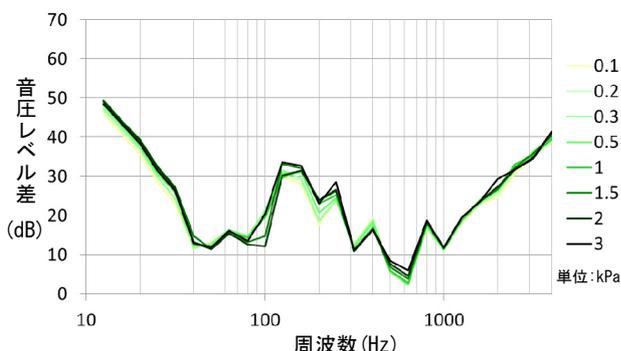


(2) ケース 2:二重膜構造体

図-3 膜構造の実験結果



(1) ケース 3:一重膜構造体+鋼枠材



(2) ケース 4:二重膜構造体+鋼枠材

図-4 組み合わせ構造の実験結果