

膜振動型の吸音特性を利用した工事騒音対策の検討

(株)竹中土木 技術・生産本部 正会員 ○田邊 康太 大村 啓介
(株)竹中工務店 技術研究所 鈴木 和憲 小柳 慎一郎 轟羽 琢元

1. はじめに

建設工事で発生する騒音は、防音シートや万能鋼板を用いた遮音壁で対策することが一般的である。工事騒音の高い周波数成分は、遮音壁での減音が期待できるが、発電機や建設重機のアイドリング音などに多く含まれる低周波音は透過・回折しやすく効果的な対策が困難である。この低周波音は、民家のがたつきや住民に不快感を与えるなど、苦情発生の大きな要因となっている。

筆者らは、これまで、膜振動型の吸音特性に着目し、トンネル発破騒音に対してバルーン型の低周波音低減装置の開発を進めてきた。¹⁾²⁾ 工事騒音対策にバルーン型の吸音体を展開することを目的として、室内試験を実施した。本報では、遮音壁と吸音体の組み合わせによる回折音の低減効果について報告する。

2. 吸音原理と対象周波数

遮音壁は単層壁と二重壁の条件で、バルーン型の吸音体と組み合わせを検討した(図1)。単層壁の場合は、壁に取り付けた吸音体の膜振動型の吸音特性を利用した。二重壁の場合、壁内部に設置した吸音体の空気層をバネとして作用させ、二重膜による回折音の低減を図った。膜振動型の共振周波数を式(1)に

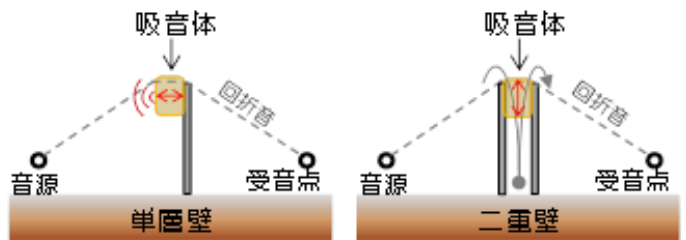


図-1 遮音壁と吸音体の組み合わせ

二重膜の共振周波数を式(2)に示す³⁾。単層壁の場合の共振周波数は遮音壁の密度が十分大きいとして計算した。減音対象とする周波数帯域は、建設機械騒音の代表的な周波数特性を参考⁴⁾に80 Hz程度とした。

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho c^2}{L} \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \right)} \quad \text{式(1)}$$

ρ : 空気密度(kg/m³) c : 音速(m/s)
 L : 空気層(m) $m_{1,2}$: 面密度(kg/m²)

3. 無響室モックアップ試験

遮音壁と吸音体を組み合わせた対策の減音効果を確認するために、無響室で1/4スケールの模型を用いたモックアップ試験を実施した(写真1)。以下より、寸法値は実物大スケールに換算後の値で表す。

遮音壁として用いた万能鋼板の延長は21.6 mとした。吸音体は、加工の容易さと面密度を考慮して、軟質塩化ビニルシート(面密度1.52 kg/m²)でバルーンを製作した。試験ケースを表1に、低減量を測定した受音点の位置を図2に示す。

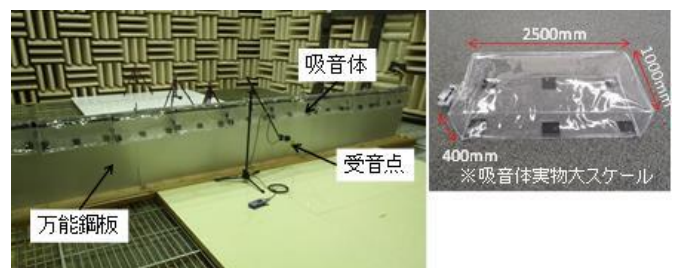


写真-1 無響室試験状況

表-1 試験ケース

ケース	試験体	共振周波数
A	・万能鋼板	-
B	・万能鋼板 ・吸音体 ・空気層400mm	77Hz (膜振動型)
C	・二重万能鋼板	-
D	・二重万能鋼板 ・吸音体 ・空気層1000mm	69Hz (二重膜)

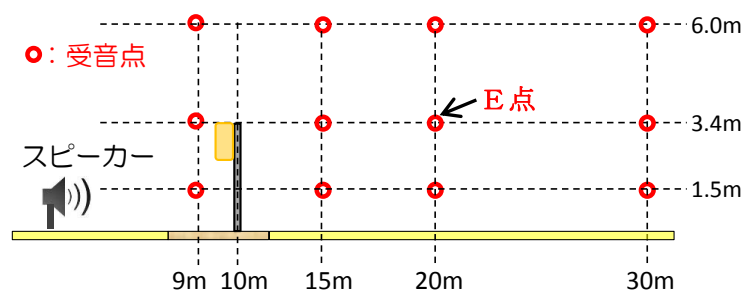


図-2 受音点

キーワード：低周波音, 膜振動型, バルーン, 遮音壁

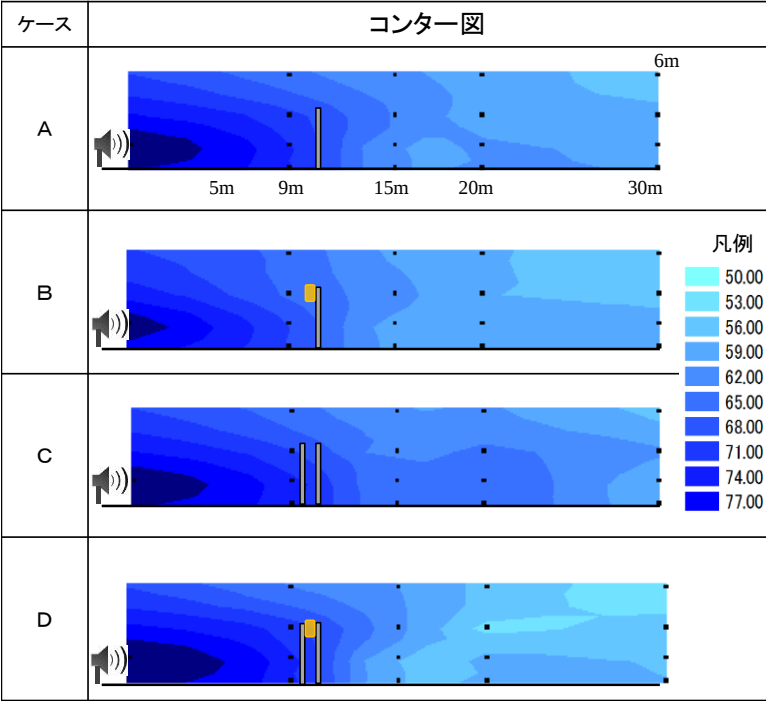
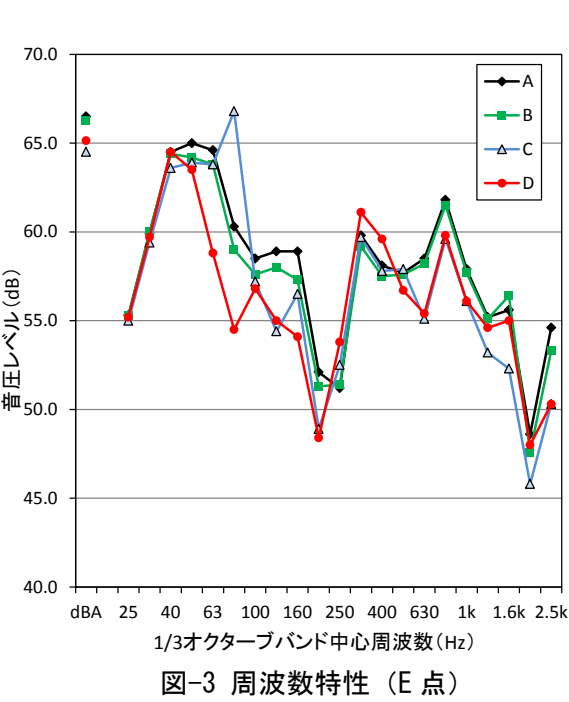
連絡先：〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 (株)竹中土木 技術・生産本部 TEL 03-6810-6215

4. 試験結果

音源には、ピンクノイズを用いて試験を実施した。各ケースの E 点における周波数特性を図 3 に、80 Hz 帯域の音圧分布コンターを図 4 に示す。

図 3 の結果より、各ケースの騒音レベル (dBA) に大きな変化はなかった。単層壁のケース A と B を比較すると、調整した共振周波数帯域で大きな低減効果は確認できなかった。二重壁のケース C と D を比較すると、ケース C では 80 Hz 帯域で音圧の増加があるが、ケース D では 63～80 Hz 帯域で約 5.0 dB の低減が確認できる。

図 4 の結果より、吸音体を設置しないケース A、C と、吸音体を設置したケース B、D を比較すると、音源から 20 m 以降の音圧分布は全体的に減衰傾向が示された。



5. 考察

ケース B の単層壁の頂部にバルーンを設置する条件では、回折音の低減効果は低かった。これは、吸音面として想定した膜表面（垂直面）だけでなく上端及び下端へも音が入射したため、期待する振動モードが得られなかったためと考えられる。一方、二重壁の場合では万能鋼板により吸音面（上端）以外からの入射波が制限されたことで、概ね予想通りの周波数帯で回折減音量が向上したものと思われる。二重膜として調整した共振周波数帯域で減音効果が高く、回折音低減に効果的な遮音壁と吸音体の組み合わせ条件を確認した。

6. おわりに

工事で発生する低周波騒音の回折音を対象として、吸音体と遮音壁を組み合わせた減音効果を室内試験で確認した。結果として、単層壁に吸音体を設置する条件では、十分な低減効果は得られなかった。二重壁頂部に吸音体を設置することで、80 Hz 帯域を 5.0 dB 程度の低減が可能であることを確認した。今後は、さらなる減音効果の向上のため、最適な構造を検証するとともに、実スケールでの試験や現場での実証試験等から有効性を確認する。

参考文献

1) 大村他；膜振動型の吸音特性を利用したトンネル発破低周波音低減装置の開発 その 1,土木学会年次学術講演会講演概要集,2017.9
2) 田邊他；膜振動型の吸音特性を利用したトンネル発破低周波音低減装置の開発 その 2,土木学会年次学術講演会講演概要集,2017.9
3) 前川他；建築・環境音響学,第 3 版,p81,p115
4) 日本音響学会；建設工事の予測モデル“ASJ CN・Model 2007”