

エッジ効果
防音壁

減音装置
騒音低減

低周波

1. はじめに

筆者らは、これまでにエッジ効果抑制理論[1]を用いた減音装置の開発・製品化を行い、道路や鉄道の交通騒音、空調騒音、工場騒音等の対策に用いている[2]。従来のエッジ効果抑制型減音装置は、250Hz 前後の周波数が下限周波数となっており、それ以下の低周波域へは対応していない。

そこで本報告では、エッジ効果抑制型減音装置（以下、減音装置）を低周波帯域に対応すべく無響室内で実験を行い、その結果を反映した減音装置を実際の防音壁に施工し、低周波域に対する効果について検証を行った。また低周波を発生する大型冷凍車を用いた実音での効果の確認を行った。

2. 減音装置の高さの検討

エッジ効果抑制理論の下限周波数は、流れ抵抗調整材料の高さと関係すると言われている[3]。そこで、減音装置の高さをパラメータとした検討を行った。

2-1. 実験概要

減音装置の製造上および施工上の都合により、減音装置の1ユニット当たりの高さを大きくすることは合理的ではない。そこで、標準としている $H=0.5\text{m}$ のユニットを段組した。本検討では、無響室内に設置した遮音壁の上に、減音装置ユニットを段組して測定を行った。測定は図-1に記す遮音壁先端の高さを基準とした8点を測定点とし、減音装置が設置されていない状態における各点の受音レベルと、減音装置を設置した場合における各点の受音レベルの差を求め、この差を減音装置の効果とした（挿入損失）。減音装置の高さは0.5,1,1.5,2mの4パターンとし、各試験パターンにおける低音域の挿入損失の値を比較した。

2-2. 実験結果

実験結果を図-2に記す。63Hzにおける挿入損失は、高さが高くなるにつれて大きくなった。125Hzにおいても、ほぼ同様の傾向を示した。

2-3. 高さの検討

無響室実験では実験室の寸法の都合上、高さは2mが上限となった。高さ2mにおける63Hzの挿入損失は3dB程度であり、1mにおける損失量に比べて3倍程度高い値となったが、目標値（63Hzで5dBの挿入損失）には至らな

かった。そこで、この実験の結果を縮尺1/2の縮尺実験と仮定し、高さ3mの減音装置を想定した。相似則を検討するに当たり、減音装置に用いる流れ抵抗調整材料の抵抗値は、周波数に依存しないものと考えた。この場合、1.5mにおける125Hzの挿入損失の値が3mにおける63Hzの値とすると、5dB以上の挿入損失が得られる事が想定される。これより対象物件に施工するエッジ効果抑制減音装置の高さは3mとした。

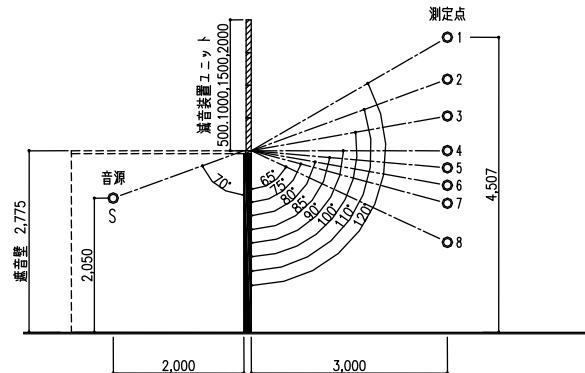


図-1 測定概要（減音装置の高さの検討）

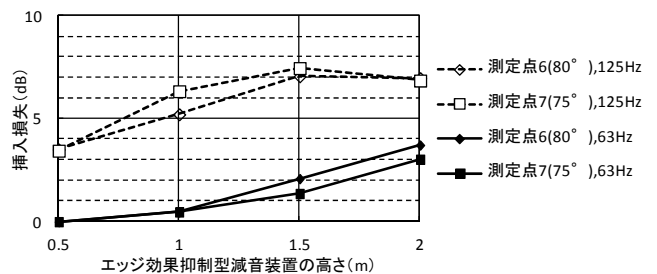


図-2 減音装置の高さと挿入損失の一例（63Hz, 125Hz）

3. 施工物件による性能把握（音源：スピーカ）

低周波対策の対象物件にて施工・確認測定を行った。対象となる遮音壁は、ALC製遮音壁8.5m ($t=100\text{mm}$)の上にエッジ効果抑制減音装置を高さ3m ($0.5\text{m} \times 6$ 段)の構成とした。

3-1. エッジ効果抑制の再現性確認

遮音壁先端に対する音源側および受音側の角度条件を無響室実験と同様にして測定を行い、減音装置の挿入損失を測定した（図-3）。図-4に受音側の入射角度75°および80°における挿入損失の結果を記す。63Hzで5~6dB程度の挿入損失が確認出来た。この結果を無響室実験における同条件の結果と比較したところ、無響室の実験結果を1オクターブ移動すると施工物件の結果に類似する。

この事より、無響室実験の結果を縮尺 1/2 の相似則として検討した結果と同等の効果が確認できた。

3-2. 地上評価点における挿入損失効果

対象とした防音壁にて地上評価点での測定を行い、減音装置の挿入損失を求めた。測定は音源を対象騒音源の位置（壁面より 14.5m, H=GL±0.5m）に設置し、測定点は音源側 1 点（音源より 1m, H=GL+1.2m）、受信側は音源から 20, 33, 60, 100m 離れた 4 点（H=GL+5m）とした（図-5）。

挿入損失を求めた結果、音源から近い 20,33m 点では 63Hz において効果がある事が確認できた（図-6）。また、音源からの距離が大きい測定点では、暗騒音の影響により効果が確認できなかった。

4. 対策対象騒音による効果（音源：大型冷凍車）

対策を必要とする騒音源に対する効果の確認を行った。対象は大型冷凍車の冷凍機から発する音で、63Hz（1/1.Oct）にピークがある（図-7）。測定点は、音源側は実車近傍 5m の地点とし、受信側は前節 3-2 のスピーカによる地上の挿入損失効果の測定と同一とした（図-5、測定点 B-E）。

測定の結果、各受信点における対象音の受信レベルは、暗騒音以下に下がった。

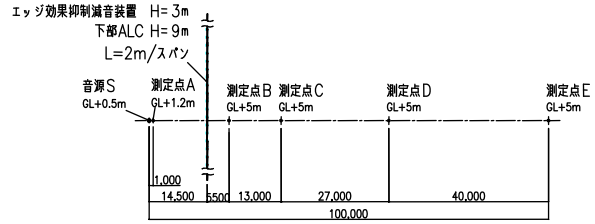


図-5 地上評価点（平面図）

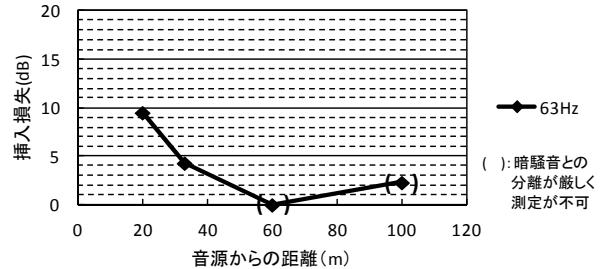


図-6 音源距離と挿入損失（地上挿入損失効果、音源：スピーカ）

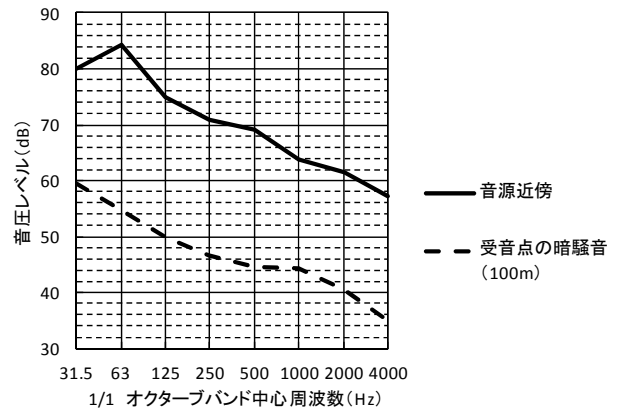


図-7 対象音源（大型冷凍車）の周波数特性と受信点の暗騒音レベル

5. まとめ

エッジ効果抑制型減音装置の低周波数帯域への対応を試み、無響室実験で高さの検討を行った。その結果から減音装置の仕様を決定し、実施物件への施工および効果の測定を行った。その結果、以下の知見を得た。

- ・今回施工した防音壁による低周波騒音対策（63Hz 帯域）について、その効果を確認することが出来た。
- ・エッジ効果抑制型減音装置の低周波数帯域への対応は、減音装置の高さを高くする事により対応可能である。
- ・低周波数帯域に対する付加減音量は、減音装置の高さと周波数による縮尺モデルの相似則により予測できる可能性がある。

【参考文献】

- [1]河井康人, エッジ効果を抑制した先端改良型遮音壁について, 建築学会梗概集D-1, 299-300, 2011. 8
- [2]星野康ほか, エッジ効果抑制技術を用いた減音装置の開発-減音効果の確認-, 日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集, 151-154, 平成 27 年 9 月
- [3]河井康人, 吸音性障壁とエッジ効果, 日本音響学会騒音・振動研究会資料, N-2015-38

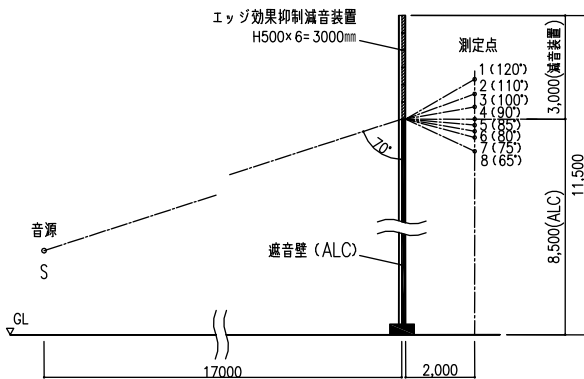


図-3 測定概要（実現場測定）

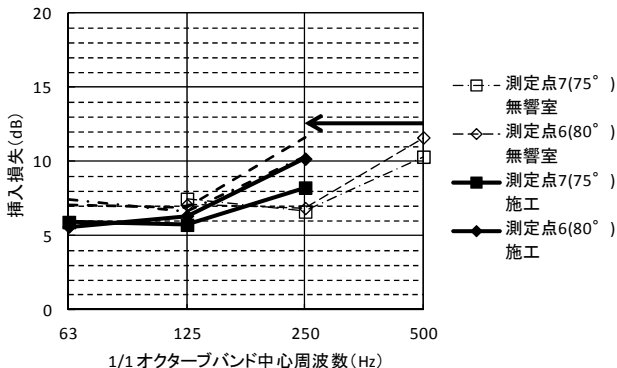


図-4 挿入損失結果の一例（実現場と無響室、音源：スピーカ）

*1 日本板硝子環境アメニティ 博士（工学）
 *2 音響デザイン研究所
 *3 竹中工務店
 *4 関西大学環境都市工学部建築学科教授 博士（工学）

*1 Nippon Sheet Glass Environment Amenity CO.,LTD., Ph.D.
 *2 Acoustic design research lab CO., LTD.
 *3 Takenaka Corp.
 *4 Prof., Dept. of Arch., Faculty of Environmental and Urban Eng., Kansai Univ., Dr. Eng.