

114 形状の異なる遮音壁の遮音性能比較

Evaluation of The Attenuation Effect of Noise Barriers with Varied Shape

○学 瀧本 森 (室蘭工大)
正 斉当 建一 (室蘭工大)

正 松本 大樹 (室蘭工大)

TAKIMOTO Shin, Muroran Institute of Technology, Mizumoto27-1, Muroran, Hokkaido

MATUMOTO Hiroki, Muroran Institute of Technology

SAITO Kenichi, Muroran Institute of Technology

1. 緒言及び目的

騒音問題は大気汚染に次いで二番目に苦情件数の多い公害である。道路交通騒音や工場騒音に対しての騒音低減の手段として遮音壁が広く用いられる。大きな減音量を得るためには行路路差を大きくとる必要があるため、道路遮音壁には非常に高い遮音壁が設置される場合も少なくない。しかし、高すぎる遮音壁は近隣住民に対し心理的圧迫感を与えたり日照障害や電波障害を生じさせたりする恐れがある。そのため、遮音壁高さを変えずに先端形状を変化させるなどして遮音壁の高上げに匹敵する効果を得る新型遮音壁の開発が行われてきた。しかし、任意の形状の遮音壁に対してはその遮へい効果を評価する一般的な方法が確立されていない。そこで多重反射をも考慮した遮音壁性能の一般的な評価方法を検討するためにも遮音壁周辺の音場を把握することは重要である。

本研究では、減音量の実用計算が可能な直立壁と先端改良型遮音壁について境界要素法 (BEM) による数値計算及び縮尺模型による音場の可視化実験を行い、各々の手法の妥当性を検証することを目的とする。

2. 縮尺模型実験

2・1 遮音壁モデル

本研究では、遮音壁に対して音源がその片側の地表面に存在する場合を想定する。実験では縮尺比を 1/6 として Fig.1 に示すようにモデル化する。実験モデルは全て合板で構成されている。水平板 (地面) には音源として直径 30mm の円孔を設けてあり、その下部に設置したスピーカから円孔を通して試験音を放射する。実験および解析の対象とする遮音壁モデルは Fig.2 に示すような高さ 400mm (実寸 2.4m) の形状の異なる 2 種類のモデルを音源から 500mm (実寸 3m) の位置に設置する。以下では直立壁と Y 型壁の各モデルをそれぞれ遮音壁モデル(a)および遮音壁モデル(b)とする。

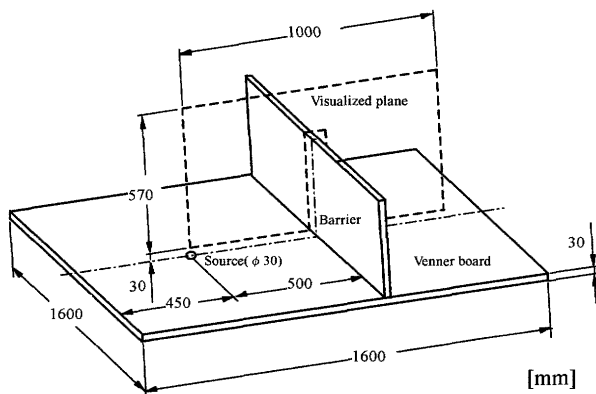


Fig.1 Experimental model of a barrier on the ground.

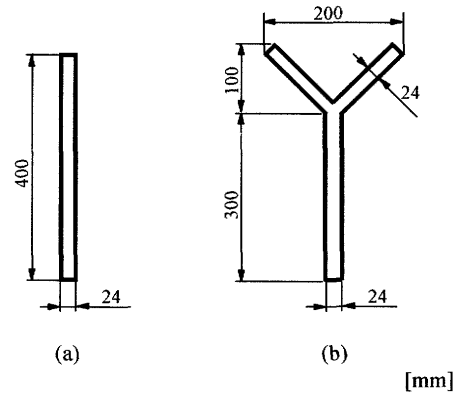


Fig.2 Barrier models of different shapes with the same length.

2・2 音場の可視化測定

遮音壁周囲の音場の測定実験は、遮音壁に垂直な測定平面内で音圧レベル (SPL) 分布の測定を行う。音場の可視化測定方法としては、マイクロホン自動走査装置により測定平面内の音圧レベルを自動的に連続して測定する。実験はすべて暗騒音約 45dB の簡易無響室内で行う。

測定は遮音壁モデル(a)および(b)において周波数 300, 600, 1200, 3000Hz (実寸換算 50,100,200,500Hz) の純音について行った。

3. 境界要素解析

音響問題における音場は、音波の時間による変化が調和関数で表されるとき、Helmholtz 方程式によって支配される。この方程式を満足する主要解を用いて、Helmholtz 方程式に、体積積分を面積積分に変換する Green の定理を適用し、Sommerfeld の放射条件を考慮すると Helmholtz 方程式の積分方程式が得られる。BEM による 3 次元解析において、この積分方程式は対象とする系 (遮音壁及び地面) の境界面についての面積分を表す。この積分方程式は音場の任意の観測点における音圧が、境界面での音圧、粒子速度及び主要解によって表される関数を境界面について面積分することによって求められることを示している。しかし、この積分方程式を解析的に解くことは一般的に困難であるため、境界を要素分割し、積分方程式の離散化を行う。

本研究では、境界要素として三角形一定要素を用いて分割を行った。境界条件は全て剛境界と仮定し、系全体の離散化方程式を解くことにより、境界上の各要素節点での音圧及び粒子速度が明らかとなる。これらの値を用いることで、任意の観測点での音圧が求められる。

要素分割は、遮音壁モデルの対称性を考慮してその半分のみを行い、遮音壁モデル(a)は 808 分割、遮音壁モデル(b)は 888 分割した。

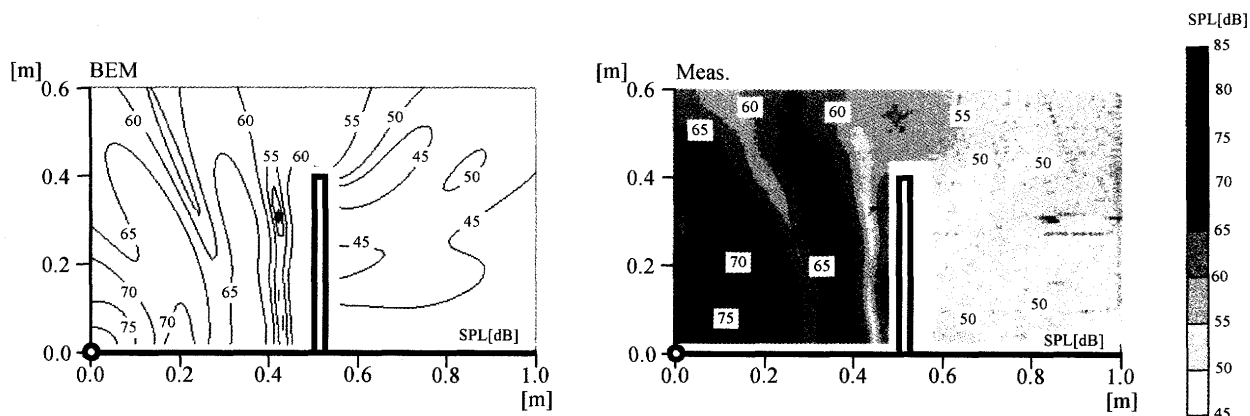


Fig.3 Sound pressure level distributions around the barrier (a) calculated and visualized. (f=1200Hz)

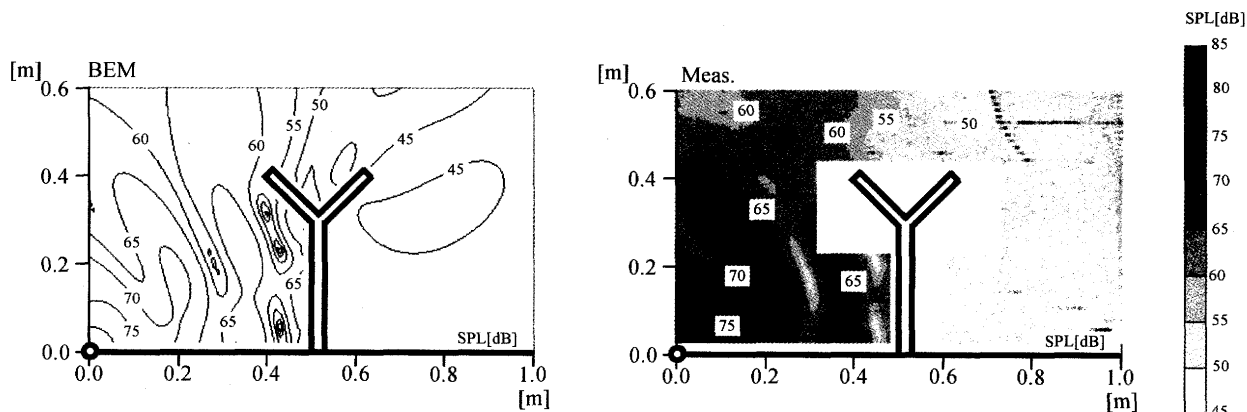


Fig.4 Sound pressure level distributions around the barrier (b) calculated and visualized. (f=1200Hz)

3. 実験結果及び考察

Fig.3 及び Fig.4 に、遮音壁モデル(a)及び遮音壁モデル(b)における周波数 1200Hz の場合の音圧レベル分布測定結果と 3次元の解析結果を示す。測定結果と解析結果は非常によく一致しており、他の周波数においても同様の結果が得られた。

直立防音壁による減音効果は、防音壁の設置前後の観測点 P における音圧レベル差、すなわち減音量によって表される。直立壁についての減音量は実用計算式(1)により簡易的に求めることができる。

$$R = 10 \log_{10} N + 13, \text{ for } N \geq 1.0 \quad (1)$$

ここで、 N はフレネル数であり Fig.5 の記号を用いて、 $N = 2(A+B-d)/\lambda$ で表される。 λ は波長を表す。遮音壁モデル(a)の場合の実用計算式により求まる減音量と、各遮音壁モデルにおける音圧レベル分布測定結果及び BEM 解析結果からそれぞれ求まる減音量を比較する。観測点 P の位置は音源からの距離 0.8m(実寸 4.8m)、地面からの高さ 0.25m(実寸 1.5m)とする。横軸に周波数、縦軸に減音量をとり、それぞれの方法により求めた減音量をプロットしたものを Fig.6 に示す。

遮音壁モデル(a)の測定による減音量は 3000Hz を除いては実用計算式とほぼ一致している。3000Hz のときに実用計算式よりも小さな減音量を示したのは、遮音壁設置後の音圧レベルが暗騒音付近まで減衰するために減音量を測定仕切れなかったためと考えられる。BEM による減音量と測定による減音量は 3000Hz および遮音壁モデル(a)の 600Hz を除いてよく一致している。Fig.3 及び Fig.4 に見られるように、音圧レベル分布には音圧レベルが小さくなる点や地面からの反射の影響により地面付近で音圧レベルが上昇する点がある。3000Hz および遮音壁モデル(a)での 600Hz における BEM と測定による減音量の違いは、BEM

では暗騒音や合板による音の吸収などの影響がないために音圧レベル分布がより明確に変化するためであると考えられる。また遮音壁の形状の違いについては、BEM と測定のどちらにおいても減音量に大きな差は見られなかったが、いくつかの観測点について減音量を比較すると違いが見えると予想される。

4. 結言

- (1) BEM による解析結果と縮尺模型実験による音圧レベル分布測定結果はよく一致し、BEM では音圧レベルの高低差がより大きく現れる。
- (2) 直立壁における減音量は測定結果と実用計算式が一致し、可視化実験の妥当性が確認された。

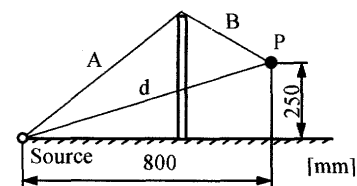


Fig.5 Diffraction course of practically calculating

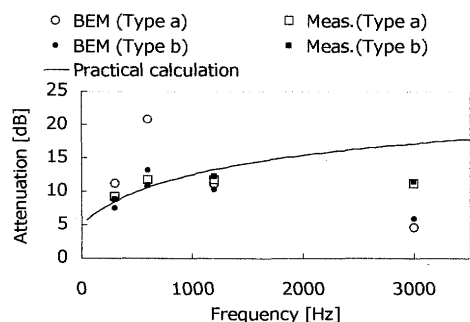


Fig.6 Attenuation on each frequency.