

防音壁

竹内龍一*

騒音を軽減するには発音源での音の発生を低下させることが根本的なことであるが、実際にはそのような対策が成功している例はわずかである。そこである程度まで騒音を軽減するのに、発音源や静かに保ちたい場所を取り囲むことが多い。この手段でも、完全に囲むことが困難な場合がしばしばある。その場合にはやむを得ず、部分的な遮蔽を採用するしか方法はない。そのときにその処置を一般には防音壁(塀)とか遮音壁(塀)とかいっている。その言葉は、ことに前者はあまり適切なものとはいえないが、ここではそれに従っておく。

防音壁を構成する材料としては、もちろん音を遮断する能力が大きなものが必要である。そのような材料が遮音材料であって、その性能を量的に表わすには音の透過損失が用いられている。透過損失というのは、材料の一面に音が入射するとき、入射した音のパワーと他面に透過したパワーとの比を対数表示したもので、単位としては dB を用いる。実用上では入射した音の音圧レベルと透過した音の音圧レベルとの

差となって、透過損失が大きいほど音の遮断性能は優れている。

発音源を遮音材料で取り囲む場合に、1種類の材料だけで行うことは稀であって、数種の材料を用いることが多い。その場合には個々の材料の透過損失に対して、全体としての平均の透過損失を考えねばならない。

ここで、常に問題になるのは完全に取り囲んだとしてもうっかり隙間ができることである。そのような隙間があるとそこを通して音のエネルギーは容易に透過することをよく知られている。遮音材料として透過損失が如何に大きくても、壁全体の面積と隙間の面積との割合によって平均の透過損失にはある限界がある。それを示したのが図1である。

初めに記したように発音源を遮音材料で完全に囲むことが困難な場合が多い。たとえば高速自動車道や鉄道などでは上方に必ず制約がある。屋根を付けてトンネル形にすればよいのであるが、内部の排ガスの問題とか、万一の事故のときの処置とかで、実際には長い距離では

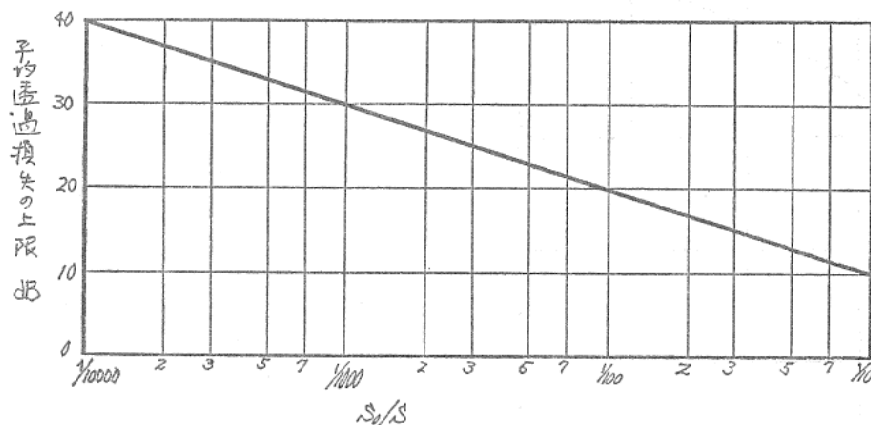


図1.

* 竹内龍一 (Ryoichi TAKEUCHI), 大阪大学産業科学研究所, 音響機器部門, 教授, 理博

実現しないであろう。その場合には防音壁を造ってもその高さには限度がある。その限度は壁の強度に関しても基礎や支持の点からそれほど高くはとれない。

波動全般に共通しているのであるが、波の伝播経路に障害物があると、その周辺を波がまわる回折現象がある。この回折は障害物の寸法と波長との関することはよく知られている。ことに騒音として問題になる音波は波長が長いので、光波などに比べると回折の影響が著しい。従って、防音壁として高さが制約されているときには、その上縁を回折する音波が必ず存在する。

回折に関してはすでに理論や実験による多くの研究が行われている。音波の場合にはいわゆるフレネル数によって回折量の近似値を算出する方法がある。図2に示すように発音源がA点に、受信体がC点にあって、その途中に防音壁Bがあるとき、 \overline{AC} と $\overline{AB} + \overline{BC}$ との差を波長の $\frac{1}{2}$ で割った値がこの防音壁のフレネル数であ

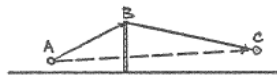


図2.

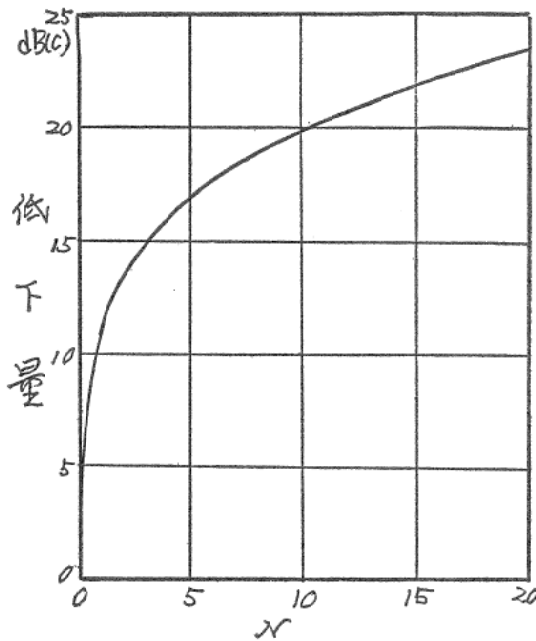


図3.

る。いまフレネル数をNとし、防音壁がないとき（音波はA→Cと伝播する）に比べて防音壁があるとき（音波はA→B→Cと伝播する）ときに受信点Cではどの程度まで音圧レベルが低下するかを示したのが図3である。ただしここで防音壁は透過損失が非常に大きくて、壁を透過する音のエネルギーは無視できるとしている。この図からわかるようにフレネル数が小さいときには音圧レベルの低下量は極めて小さい。すなわち音波の波長に比べて行路程差 $(\overline{AB} + \overline{BC}) - \overline{AC}$ が大きくないときは、如何に透過損失が大きな遮音材料で防音壁を造っても、音圧レベルの低下量にはある限度がある。

このことから、実用上の防音壁は極端に大きな透過損失の材料である必要がない。行路程差またはフレネル数によって低下する量よりも、透過によって低下する量の方が大きければよい。このことは防音壁の平均としての透過損失はそれほど大きくする必要はないことになる。図1に見るように、壁全体の面積に対してごく小さな面積の隙間があっても実用上では受信点における騒音の軽減には有効であろうと考えられる。

さらに、図1の計算では防音壁の厚さ、従って隙間の深さは無視している。狭い隙間がある深さであると、音波がその隙間を伝播するときには、主として粘性による音のエネルギーの吸収が生ずる。その量は隙間の寸法とその表面の材料の性質によって左右され、近似として次式で表わされる値になる。

$$\text{吸収率} = k \frac{\sqrt{2M+1} - \sqrt{2M-1}}{\sqrt{2M}} \text{ neper/cm}$$

$$\text{ここに } M = \sqrt{\rho \omega a^2 / 2\eta}$$

ρ = 空気の密度, η = 空気の粘性係数

ω = 音の角周波数, k = 音の波数

$2a$ = 隙間の幅 (cgs 単位)

いずれにしても隙間の表面材料として空気の流れに対する摩擦が大きいものを用いれば吸収量は増大する。従って、隙間があるために防音壁の平均の透過損失の減少は、図1から推定されるものよりは小さい。

不透明な材料の板または壁にある間隔をもって細い隙間を作るとき、その前面をある速度以

上で移動すると裏面の物体が明瞭に見ることが
できる。これは目の細い格子などで日常にみる
所である。この現象は人間の眼の残像現象に原
因がある。そのとき、移動する速度と細隙の寸
法、間隔が関連する。

従って、自動車道路の防音壁にある間隔をも
って細隙を設けると、走行する自動車内から壁

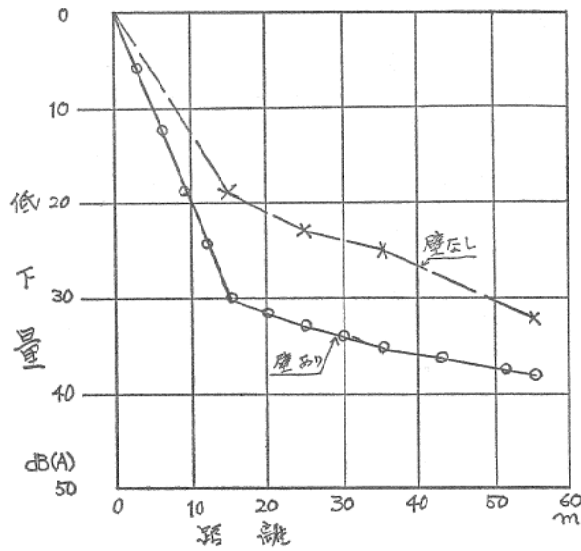


図4.

の裏側の物体を見ることができて、透視性の防
音壁となる。しかもこれまでに述べたように自
動車の走行による騒音を、道路の周辺である程
度までは軽減できる。図4は97mmの間隔で幅
3mmの隙間を設けた高さ3mの防音壁について
実測した結果の平均である。図中で破線で結ん
だのは防音壁がない場合の音圧レベルの低下量
である。壁がなくても、伝播するにつれて音の
エネルギーが拡散するために、道路からの距離
が増すほど、音圧レベルは低下する。実線で示
したのは防音壁がある場合の音圧レベルの低下
量である。防音壁があるとない場合に比べて音
圧レベル低下量は10 dB 前後になっている。こ
の値は防音壁のごく近く以外では、隙間がない
防音壁の場合とほとんど等しくなる。

透視性については前に述べたように、自動車
の速度、隙間の幅、間隔に関連があるが、さら
に防音壁の前面の色も関係するようである。
藍色、焦茶色、濃緑色の順で透視しやすくなる
ようであるが、今後の検討にまつところであ
る。