

遮音壁の減音効果について

小林 正雄 菅野 菊江 望月 富雄

1. はじめに

交通騒音は騒音問題の中でも、影響を及ぼす地域の広さや住民の数からも、最も重要な問題の一つである。

現在、各種の防止対策が検討されており、そのうちの遮音壁は高速道路をはじめとし、幹線道路、鉄道などに使用されはじめている。一般に遮音壁と呼ばれているものには、コンクリート壁から吸音処理をしたものまで各種のものがあり、その音響性能については受音点において壁に期待する減音量に10dBを加えた値以上の透過損失があればよいと考えられている。しかし、実際に設置した場合、遮音壁による減音効果については、道路騒音などでは遮音壁の設置前後における交通量、速度、車種構成などの騒音源としての交通条件が不確定であることから、遮音壁による減音効果の判定は大変困難なことが多い。また、遮音壁の減音効果の測定には、今のところ標準規格に類するものがなく、各種の方法がとられているのが現状である。

そこで、今回遮音壁が設置された道路4カ所、鉄道2カ所で測定を行い、実態を含めた遮音壁の効果について検討したので報告する。

2. 測定方法

測定は精密騒音計を用いてテープレコーダに録音し、実験室で再生してA特性およびオクターブバンドに分析した。分析結果は高速度レベルレコーダで記録させ、道路騒音についてはペンスピードFASTを用い、5秒間隔で50回の読み取りを行い、中央値および90%レンジを算出した。鉄道騒音についてはSLOWで記録させ、そのピーク値を読み取った。そのほかに分析を行わない地点では、指示騒音計に高速度レベルレコーダを連動させ現場で記録した。

3. 遮音壁について

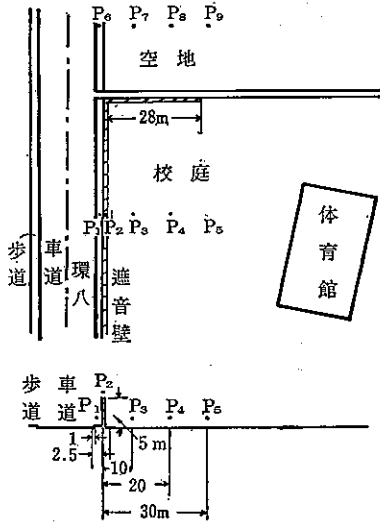
騒音防止対策は、一般に音源対策、伝搬経路の遮断お

よび受音点側の対策に大別できる。交通騒音についてみると、抜本的解決策である音源対策については多くの問題があり、大幅な減音量を得ることは今のところあまり期待できない。そのため、現在では伝搬経路の遮断が防止対策の主流となっている。伝搬経路の遮断方法については、道路構造の改良が最も効果があると考えられるが、都市内既設道路では困難な問題が多い。その点、遮音壁は既設道路でも比較的採用しやすく、設置費に対する減音効果も高いのでかなり採用されているのが現状である。

遮音壁には種々のものがあるが、その音響的機能からは吸音性のものと、反射性のものに分類できる。遮音壁の音響性能については田村ら¹⁾の発表によると、吸音性遮音壁については400Hzで透過損失25dB(最低値20dB)、吸音率70%、また1,000Hzで30dB、80%以上を標準としている。反射性遮音壁についても、透過損失は上記の値に準ずるが、一般にコンクリート板などが多く、十分な透過損失をもつものが多いので特に規定はしていない。反射性遮音壁については、設置場所が限定され注意を必要とする場合がある。例えば、反射板を使った遮音壁を道路の両側に設置した場合、壁の間で音が多重反射をして減衰しないため、壁の減音効果が損なわれることがある。

今回測定した遮音壁は函鉄(竹芝小)に設置されたものを除くと、いずれも吸音性のもので、その吸音率および透過損失は前記の標準値を満足している。環七、環八に設置された遮音壁は孔あき板構造体をしており、表面の開孔部と内部に充填された吸音材により、比較的低音における帯域まで吸音率が高くなっている。さらに背面に内装されている鋼板により、面密度を増加させて透過損失を高くしている。鉄道(狛江第3中)に設置された遮音壁は、木片セメント板の背面にモルタルを塗ったもので、木片セメント板により吸音性を、またモルタルによって遮音性を高めてある。

図1 環状八号道路測定点配置図



壁などの障害物による減音量については多くの研究がなされている。騒音の伝搬経路に障害物があると音波は障害物のまわりに回折し、光では影になる部分へも伝搬するが、障害物が波長よりも十分大きければかなりの減衰が得られるので、特に高い周波数の遮音に有効である。その減音量は光学において開発された回折理論に基づき、実験データを用いて簡単な近似計算を行うことにより求める方法が発表されている。

4. 調査結果

(1) 環状八号線道路

環状八号線道路の調査は図1に示したように、道路に面する小学校の校庭で行い、測定は道路端から1m、遮音壁上、壁から10m、20m、30m地点で行い、その他に校庭に隣接した開放地で対照地点として4地点で測定した。

交通量は外回り339台/10分間、内回り345台/10分間で

図2 距離減衰

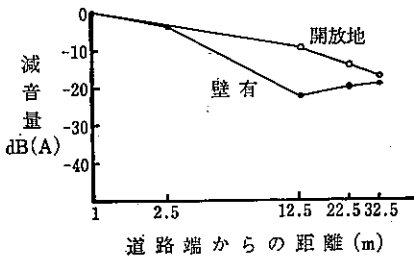
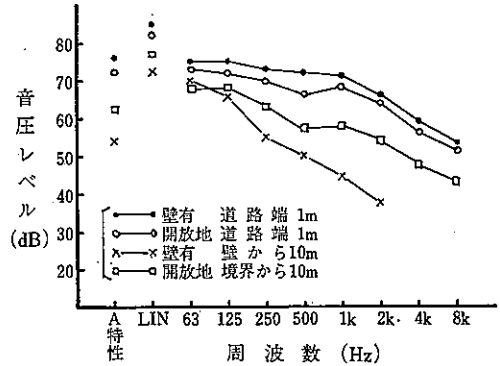


図3 周波数分析結果

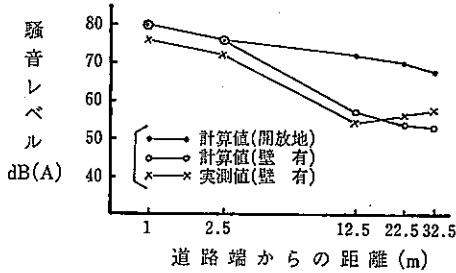


平均車速は52km/hであった。対照地点である平坦開放地での騒音レベルは、道路端1mで72dB(A)、境界から10mで62dB(A)、20mで58dB(A)、30mで55dB(A)と道路から離れるにつれて減衰している。壁の設置してある場所では、76dB(A)、壁から10mで54dB(A)、20mで56dB(A)、30mで57dB(A)と壁による減音のため10m地点が最低値を示している。これを道路端1mとの相対レベルで比較し壁による減音量を算出すると壁から10mで12dB(A)、20mで6dB(A)、30mで2dB(A)となる。

周波数分析結果については図3に示したように、道路端から1mでは63~125Hzに主成分があり、高周波帯域では減衰の傾向を示している。壁の有無による差についてみると、20、30m地点では63~2kHzではほぼ同様な傾向であるが、8kHzでは壁の後方で減衰が大きく分析できないくらいであった。壁から10mの地点については、各帯域とも遮音壁により減衰しており、ことに高周波帯域で大きくなっている。10m地点での周波数ごとの壁による減衰値は63Hzで2dB、125Hzで5dB、250Hzで11dB、500Hzで9dB、1kHzで16dB、2kHzで18dBである。

実測値による比較は以上の通りであるが、ここでは道路騒音の推定式を用いて、遮音壁の減衰値を算出してみた。道路騒音の推定式については多くの研究がなされてきたが、このほど日本音響学会²⁾より統一された推定式が提案されている。今回はこの方法を用いて計算した。推定式により計算を行い実測値と比較してみると、図4に示すように壁から10mまでは2~4dB(A)実測値が低く、20、30m地点では逆に実測値が大きくなっている。壁による減音量に注目してみると、計算では壁より

図4 実測値と計算値の比較



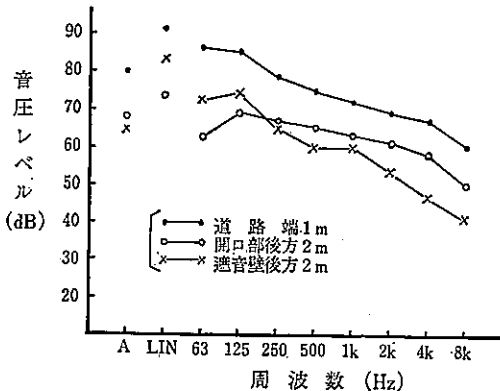
10m地点で16dB(A)となり、実測値より4dB(A)大きく、20m以遠ではさらに差が大きくなり、これは暗騒音や壁の側方からのまわり込みなどの影響と考えらる。ことに20m以遠ではその傾向が強くなっていく。遮音壁の高さ等を変えた場合の壁による減音量を計算により求めると、壁に近いほど減音量は大きく、30~40mではほぼ等しい値となる。また、壁の高さが6m以上になると減音量が15dB(A)を超えるが、実際には15~20dB(A)で減音量が限界であるという報告⁹⁾もあり、この点については計算値を使用する場合の今後の問題点といえる。

(2) 環状七号線道路

測定を行った道路は盛土構造で、さらに道路に勾配があった。その結果、開放地での測定が不可能なため、対照地点として遮音壁開口部(幅2m)の後方2mにおいて測定し、補正により騒音レベルを算出してみた。なお、遮音壁の高さは2mである。

任意の有限長線音源を見込む角度が θ となる受音点における騒音レベル(L)は $L=L_0+10\log\frac{\theta}{\pi}$ で与えられる。これより、 $L_0=L-5.3$ となり、開口部の測定値+5.3dB(A)が開放地における騒音レベルと推定できる。

図5 周波数分析結果



実測結果は、壁後方が65dB(A)、開口部後方が68dB(A)なので、壁による減音量は約8dB(A)となる。

(3) 東名高速道路

遮音壁の設置されている東名高速道路の切土、盛土構造箇所において騒音レベルを測定し、合わせて周波数分析を行い現状を調査した。

切土構造の測定地点は東名高速道路の東京側起点から17kmの位置で、道路面は側道より2.4m低く、高さ3mの遮音壁が道路端から4.2mのところ設置されている。測定は下り車線側で行い、測定の一部は住宅地内の路上で行われた。交通状況は平均車速79km/h、交通量5,016台/h、大型車混入率12.7%であった。

盛土構造の測定地点は起点から30kmの位置で、道路面は側道より7.6m高い盛土構造をしており、盛土の法面は深い芝となっている。遮音壁はやはり3mの高さで道路端に設置されている。測定は上り車線側の住宅地内で行い、交通状況は平均車速78km/h、交通量3,945台/h、大型車混入率17.8%であった。

測定結果は遮音壁の裏側で大きく減衰しており、60m以遠では暗騒音と同じレベルになっている。切土構造と盛土構造の距離減衰の比較では、7.5m地点で6dB(A)、15m地点で4dB(A)、30m地点で4dB(A)盛土構造が大きく減衰している。

周波数スペクトルについては、切土構造と盛土構造の道路端では低音域から高音域まで比較的広い範囲の周波数スペクトルを示している。30m地点については、道路端に比較し、各道路構造とも高音域の減衰が大きい。

図6 周波数分析結果

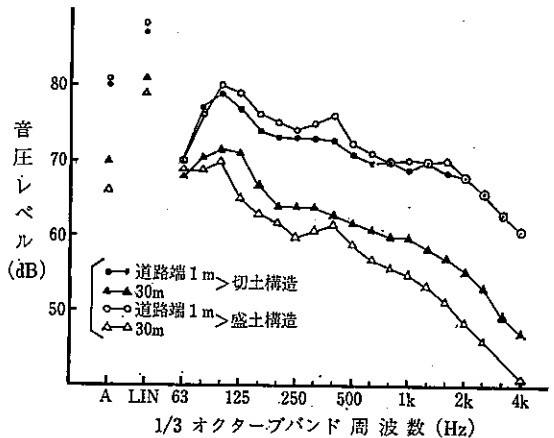


図7 推定計算値による比較

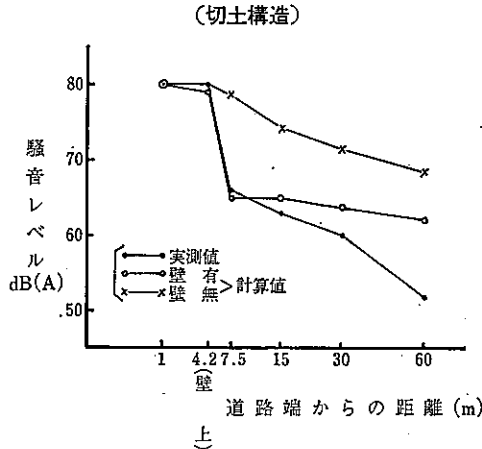
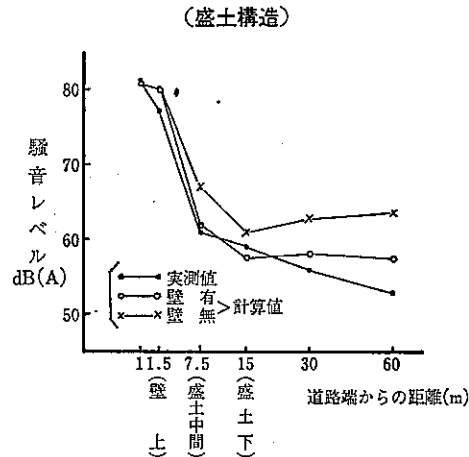


図8 推定計算値による比較

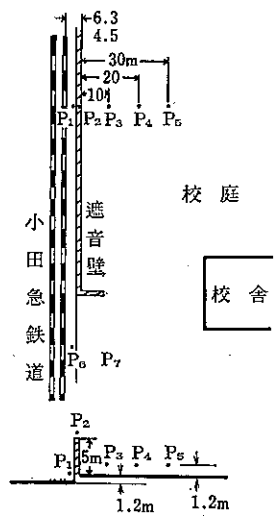


推定計算式を用いて遮音壁がない状態を仮定した場合も含めて計算し、実測値とともに図7、図8に示す。この結果、切土構造では壁の裏側が壁による減音が大きく、壁から離れるにつれて減音量は小さくなってゆく。盛土構造については遮音壁による減音量は小さく、特に壁から11m離れた盛土下では壁による減音量は4dB(A)となっている。この地点は路肩により直接音が到達せず、そのためすでに減音している地点で、このような場所には遮音壁の効果は小さいといえる。

(4) 鉄道(私鉄)

測定は小田急電鉄(狛江一和泉多摩川)に沿った中学校の校庭で行い、図9に示したように近接線路中心から1m、遮音壁上、壁から10m、20m、30mの5地点と、

図9 鉄道騒音測定点配置図



開放地2地点の計7地点で行った。電車の走行状態は、急行、各駅停車等により速度や車輛数がやや異なっていたが全車輛測定した。

測定結果は遮音壁から10m地点と開放地の境界から10m地点の11例について平均すると63dB(A)、75dB(A)になる。このレベル差は遮音壁による減音で、壁による減音量は12dB(A)となる。図10は正常走行をしている車輛についての周波数分析結果であるが、壁の後方では63Hz、125Hzの減衰はやや小さいが、250Hz以上ではほぼ均一に減衰している。遮音壁から20m、30m地点の騒音レベルについては64dB(A)、67dB(A)となり、30m地点が3dB(A)高くなっている。

図10 周波数分析結果

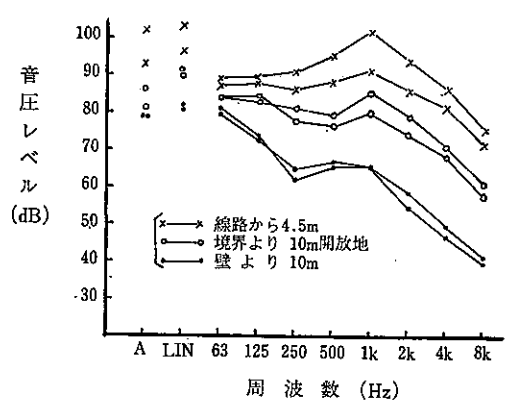
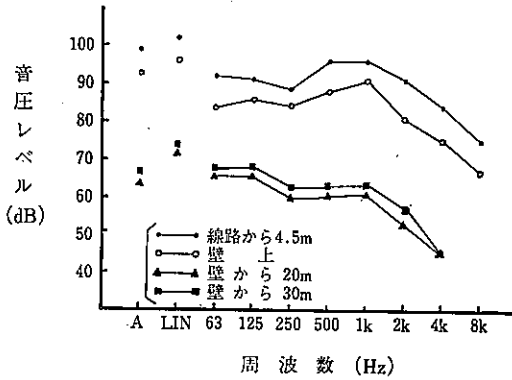


図11 距離減衰



(5) 鉄道(国鉄)

測定場所は高さ5mの遮音壁がある小学校の校庭で行い、音源である電車(浜松町一田町)は山手、東海道、新幹線が走行している。測定点は壁上を基点とし、壁から5m、10m、20m、30m地点で同時測定を行った。この場所では開放地での測定が出来なかったため、遮音壁上の騒音レベルがそのまま減衰するとし、実測値との差により壁による減音量をみることにした。

一般に有限線音源の距離減衰は近距離では線音源減衰をしますが、鉄道騒音についてはほぼ点音源減衰をすると報告されている。そこで、今回は点音源減衰するものとし、基点との相対レベルで求めた。】

いま、壁がない場合に基準点から点音源減衰するとし、実測値との差を表1に示す。この結果が壁による減音量としてみると、音源や受音点が壁に近いほど大きく減衰する傾向があり、5m地点では約10dB(A)の減衰量となっている。なお、この地点では校舎による反射が測定値に影響していると考えられ、壁による減音量はもう少し大きいと思われる。

表1 遮音壁による減音量 (dB)

電車種類	上・下別	遮音壁からの距離			
		5m	10m	26m	30m
国電	上り	-11	-7	-5	0
	下り	-12	-8	-6	-2
東海道	上り	-11	-7	-7	-1
	下り	-11	-7	-7	-1
新幹線	上り	-8	-5	-5	-1
	下り	-7	-4	-4	0
平均		-9.8	-6.3	-5.7	-0.8

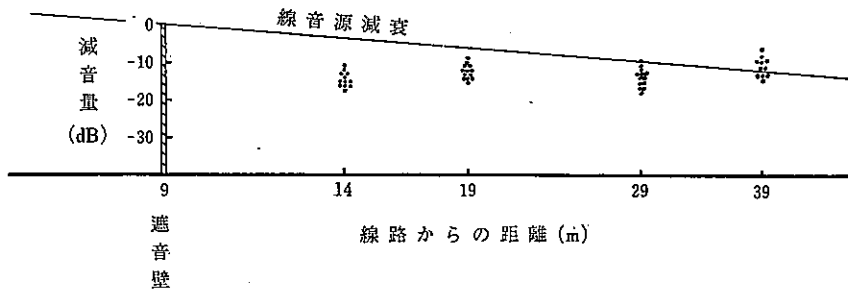
5. おわりに

測定結果から、遮音壁により高周波帯域に特に効果が見とめられ、環状八号道路(遮音壁の高さ5m)では壁から10mで12dB(A)(中央値)、20mで6dB(A)、30mで2dB(A)騒音レベルの減衰が得られていた。道路構造によっては直接音が到達せず回折音が伝搬してくる場所があり、このような地点ではさらに遮音壁を設置しても比較的減音効果は小さく、今回測定した盛土構造高速道路(遮音壁の高さ3m)では、盛土下で壁による減音量は4dB(A)であった。

鉄道騒音については、私鉄(複線)に沿って設置された遮音壁(高さ5m)の測定結果から壁から10m地点で壁による減音量は12dB(A)であった。三複線鉄道に設置された遮音壁の効果について検討してみたが、音源や受音点が壁に近いほど、壁により大きな減音量が得られる傾向を示している。

今回、遮音壁の防音効果について2、3の測定を実施したわけであるが、都内にはまだ本格的設置場所が少なく、壁設置前後の騒音レベル差を測定することが出来な

図12 遮音壁による減音量



かった。また、遮音壁設置場所は、当然のことながら建家が接近しており、測定にはかなりの制限があった。そのため、遮音壁の減音量については対照地点との騒音レベル差および推定計算により求めたが、この点についてはさらに検討の必要がある。

参 考 文 献

- 1) 田村：音響技術 Vol. 30, No.1, 1975
- 2) 日本音響学会：道路交通騒音の予測計算方法に関する研究報告書 1975年2月
- 3) 金泉：日本音響学会誌 Vol. 30, No.11, 1974
- 4) 今泉ほか：東京都公害研究所年報 第2巻, 1971