

沿道建築物による背後の騒音低減効果について

建設省土木研究所 正会員 足立 義雄

“ “ “ 野中 光

“ “ “ 荒木 隆雄

1. まえがき

沿道の環境整備の一環として、騒音の影響を受けにくい構造や用途の建築物を道路沿道に誘導し、公園を立地することによって、その背後の住宅地を自動車交通騒音から守り、道路と沿道土地利用との調和を図ろうとする試みが検討されている。沿道にこのような比較的大きな遮音性の建築物を配置することは、その背後地への騒音の影響を低減する効果が期待されるからである。そこで、ここでは、この沿道建築物により背後地での程度の騒音低減効果を得ることができるのかを把握するために、簡略計算モデルを作成し、いくつかの配置を考えて背後の騒音分布を求め、また実際に国道沿道に建つ比較的大きな建築物を対象に、その背後地および周辺で騒音実測を行ってそれによる遮蔽効果を求めたので報告するものである。この結果より、騒音対策として、このような遮音建築物の設置が有効な手段とすることが確認された。

2. 沿道建築物の背後における騒音簡略計算モデル

騒音低減に与える建築物の影響を求めるときに大きくは2つに述べる2つの考え方がある。ひとつは都市内で、建築物群より高い位置にある高架道路からの音の低減を考える場合のように、建築物個々の形状・配置を考慮してその影響を加えていくより、それが音の低減に対して平均的に或る影響度を与えるものとして、マクロにその低減状態を考えるやり方である。これに対して、平面道路沿道に建てられる遮音建築物による遮蔽効果や、沿道建築物の配置形態個々の建築物周辺の騒音分布に与える影響を求める場合には、個々の建築物の形状、配置などを具体的に考慮して計算を行う必要がある。その場合、道路端から数列の建築物の配置を対象として騒音分布を求める場合には、計算はかなり手数を要するものとなるが、騒音対策として沿道に建てられる1個または1列の建築物の背後における騒音分布を求めるときには、以下に述べるような比較的簡便な計算モデルを考えることができる。音の伝搬経路として、直達経路、ビルを迂回する経路およびビルとビルの間隙を通過する経路を考え、それぞれ以下に述べる計算方法を用いることにする。

1). 直達音

直達音については、現在最も一般的に用いられている日本音響学会の実用的予測方法を適用する。

$$L_d = L_w - 8 - 20 \log_{10} l + 10 \log_{10} \left(\pi \frac{l}{d} \tanh 2\pi \frac{l}{d} \right) + \alpha_i \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし、 L_w : 平均パワーレベル[dB(A)], l : 音源から受音点までの垂直距離(m), d : 平均車頭間隔(m), α_i : 補正値、なお補正値 α_i については、その受音位置に支配的である音の経路の平均伝搬高さで考えるのが妥当であると考えられる。

2). ビルを迂回して受音点に到達する音

ビルを迂回して受音点に到達する音については、有限障壁の回折に関する簡略計算法¹⁾を適用することにする。ただし、この場合には、音源も受音点からみて5度ずつに区切って、それぞれの要素からの音について計算を行う。二回回折による減衰については、U.J. Kurzeの簡略式²⁾を適用する。すなわち、図-1において、まず領域[A]の経路SO₀Pによる減衰量 α_{d1} は次式により求める。

$$\alpha_{d1} = \alpha_{d1.1} + \alpha_{d1.2} + 10 \log_{10} (l'_1 / l) - 5 \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 α_{d11} : ΔSO_1P より求まる減衰量[dB(A)], α_{d12} : ΔSO_2P より求まる減衰量[dB(A)], l_1 : $\overline{SO_1P}$ [伝搬経路(m)], l : $\overline{SP}$ [直達距離(m)].

同様に、領域[B]の経路 SO_2P による減衰量 α_{d2} は、

$$\alpha'_{d2} = \alpha_{d21} + \alpha_{d22} + 10 \log_{10} \frac{l_2}{l} - 5 \dots \dots (3)$$

$$\alpha'_{d1} = \alpha_{d11} + \alpha_{d12} + 10 \log_{10} \frac{l_2}{l} - 5 \dots \dots (4)$$

ここに、 α_{d21} : ΔSQ_1P より求まる減衰量[dB(W)], α_{d22} : ΔSQ_2P より求まる減衰量[dB(A)], α_{d11} : ΔSQ_1P より求まる行路差 δ_{11} の符号を反した時の減衰量[- δ_{11}] [dB(A)], α_{d12} : ΔSQ_2P より求まる行路差 δ_{12} の符号を反した時の減衰量[- δ_{12}] [dB(A)], とすると次式で求められる。

$$\alpha_{d2} = \alpha_{d21} + \alpha_{d1} \dots \dots (5)$$

領域[C]の経路 SRR_1P について全く同様に減衰量 α_{d3} が求まり、 α_{d1} , α_{d2} , α_{d3} を次式に合成してビルによる減衰量 α_d が計算される。

$$\alpha_d = 10 \log_{10} (10^{-\frac{\alpha_{d1}}{10}} + 10^{-\frac{\alpha_{d2}}{10}} + 10^{-\frac{\alpha_{d3}}{10}}) \dots \dots (6)$$

3). ビルとビルとの間隙を通過する音。

ビルとビルとの間隙からの影響を単純に解析できないが、ここでは簡略化のためにこの間隙をひとつのスリットであると仮定して、すなわちこの間隙内では音の減衰をせずに受音点側のビルのエッジでのみ回折するものとして計算を行うことにする。図-2において、 t_1 まで障壁があるとした場合(a)の受音点における音の強さと t_2 まで障壁があるとした場合(b)の音の強さの差がスリット部分から通過してくる音の強さであると仮定する。すなわち、 ΔSt_1P から求まる回折減衰量を α_{s1} , ΔSt_2P から求まるそれを α_{s2} とすれば、間隙を通過してくる音の減衰量 α_s は次式で求められることになる。

$$\alpha_s = 10 \log_{10} (10^{-\frac{\alpha_{s1}}{10}} - 10^{-\frac{\alpha_{s2}}{10}}) \dots \dots (7)$$

このように考えてくるとビルの壁面や地面の反射吸収の影響は考えていないが、ビルとビルとの間隙を通過する音については、エネルギー的にはほぼ収支がとれるような簡便な方法を採用しているので、音圧分布の詳細なパターンは別として、大略の音圧分布にはさほど大きなずれがないものと考えられる。このビルとの間隙部を通過する音に関する簡略計算方法の適合性について検討するため、無響室において実験を行い、その結果がある。音源にはホーン型マイクを用いたオフターフ・バンドノイズを出力して、厚さ7mmのアルミ板を組合せて設定した所定のスリット部を通過してくる音を、マイクフロホンを水平に掃引して測定した。音源およびマイクフロホンは一定のアルミ板から50cm離れた位置とした。得られた実験結果とここでの簡略計算手法による計算結果との適合性は音源がスリット部中央に位置している場合について図-3に示す。図にみられるようにスリット幅が20cm以上の場合には、実験値と計算値とが適合しているが、スリット幅が10cmより狭い場合には計算値がかなり小さめに算出されている。これは音源がスリット部端部に位置している場合にも同様の結果が得られている。すなわち、この実験結果より、スリット幅が対象音の波長より十分広い場合には、ここでの簡略計算法が有効であるものと考えられる。

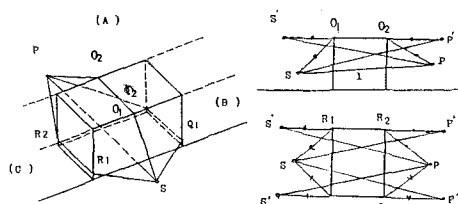


図-1. 有限障壁（ヒル）での音の回折

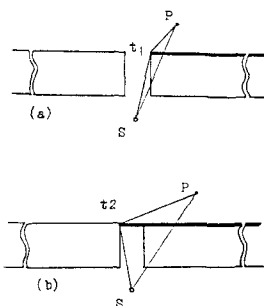


図-2. ビルの間隙を通過する音の簡略計算

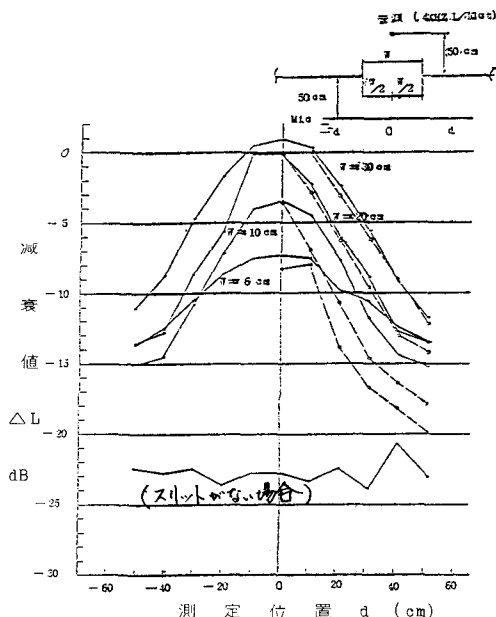


図-3. スリット幅と音の減衰 (音源がスリット中央にある場合)。(—)実験値, (---)計算値

3. 計算結果

図-4は、上で述べた簡略計算方法により、ビルとビルとの間隙を通る音の減衰がその間隙幅とビルの高さによりどのように変化するかを求めてみたものである。予想されるように、スリット部に近い受音位置(図の P_1 および P_2)では、そこでの音はほとんどスリット部を通過してくる音に左右されることから、そこではビルの高さを高くしても全く効果のないことが確認される。逆にビルの裏側でスリット部から遠い受音位置(図の P_3)では、ビルの高さが W_B 程度と低い場合にはほとんどビルの上からの回折音で支配され、スリット幅が $20m$ 程度まで変化してもほとんどそれの影響されないことがわかる。次に、2個のビルとその間隙とで $30m$ の長さと考え、その間隙幅を变化させた場合(対応してビルの高さも変化する)に、その背後の受音位置で騒音レベルがどのように変化するかを求めたものが図-5である。結果は図-4に示すのと近似するが、ビルの開口部付近の受音位置(図の P_1 , P_2 および P_3)において、ビル間隙が変化しては、すなわち長さの短いビルを連立する場合でもおおむね $dB(A)$ の減音効果が得られていることがわかる。

次に、標準的な道路条件として幅員 $20m$ の4車線の道路を考え、その路側に高さ $7m$ 、奥行 $12m$ の緩衝建築物の裡々の間隙を有して立っている場合を想定して、その背後における騒音レベル分布をやはり2.で述べた簡略計算方法を用いて計算してみた。交通条件については代表例に、時間交通量 1200 台/時、平均速度 50 km/h、大型車混入率 30% と設定した。計算結果を図-6(a)~図-6(d)に示す。図-6(a)は、ビルがない場合であり、(1)式で示される日本音響学会の予測式で求められ算出されるものである。(b)は、ビルが切れ目なく無限の長さで建てられている場合であり、ビルの上からの回折音のみで計算されるものである。すなわち、ビルが切れ目なく建てられている場合にはその効果が非常に大きく、ビルのすぐ裏側では約 $25dB(A)$ の減音効果が得られている。(c)および(d)は、より

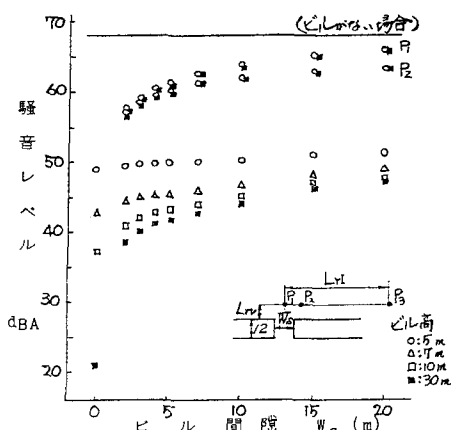


図-4. スリット部を通る音の簡略計算例 (1)

P_1 : $Lr1 = 0m$, $Lrv = 8m$
 P_2 : $Lr1 = (Ws/2 + 2)$, $Lrv = 8m$
 P_3 : $Lr1 = 80m$, $Lrv = 8m$

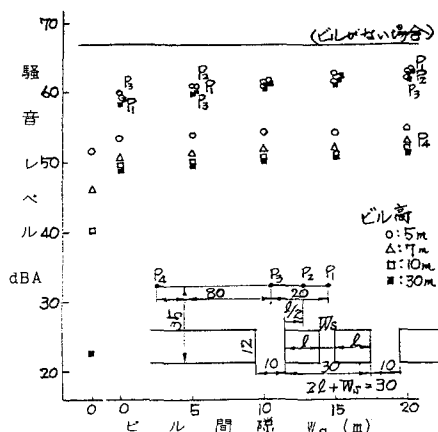


図-5. スリット部を通る音の簡略計算例 (2)

一般的な形態としてビルや或る間隔を有して連立している場合である。この場合には特に間隙部周辺のビルによる減音効果が低下する。最も効果の大きいビルの中央部のすぐ裏側の減音効果は10～15dB(A)となる。間隙が5mと10mでの差はほぼ全減一様で約2.5dB(A)である。またいずれの場合にもビルから約20m離れば、受音位置による(道路から一定距離で延長方向位置の違い)隙間の影響度にはほとんど差がなくなり、道路からの距離でレベルが支配される。

次に、実際の道路沿道に建つビルを対象にその周辺での騒音予測を行ってその減音効果を求めてみた。道路は測定時交通量が2800～

4500台/日で、上り線と下り線とが大きく分離されている場所である。対象ビルの裏側にある空地と、その近傍で道路に面して建物のない開放地とで同時騒音予測を行い、両者のレベル差より対象ビルによる減音効果を求めた。また測定した交通条件と現地条件とから、2.で述べた簡略計算方法により対象ビルの裏側におけるレベルを算出してみた。その結果の一例を図一〇に示す。対象ビルの裏側は、その脇にある間隙部からの音にほとんど支配されていると思われるが図に示される程度の近似を得ることができた。

＜参考文献＞ 1). 日本音響材料協会編：騒音

対策ハンドブック、2). U.J.Kurze : Noise Reduction by Barriers ; Journal of Acoustical Society of America 55. 3.

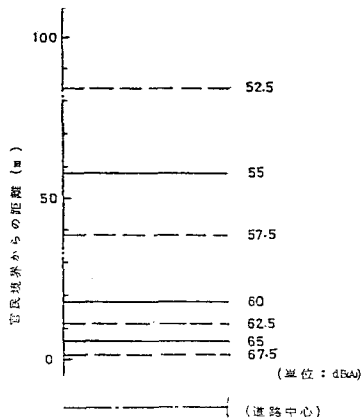


図-6. バッファビル背後騒音分布簡略計算
ビルがない場合、(地上1.2m)
時間交通量1,200台/時 大型車進入率30%
走行速度50km/h

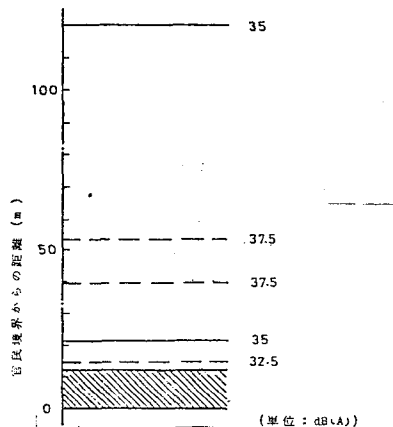


図-7. バッファビル背後騒音分布簡略計算
ビルの長さが無限大の場合 (地上1.2m)

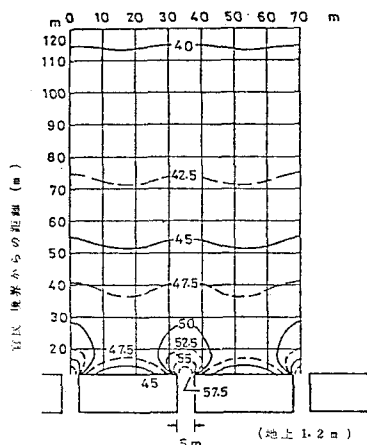


図-8. バッファビル背後騒音分布簡略計算
長さ30mのビルが間隔5mで連立している場合

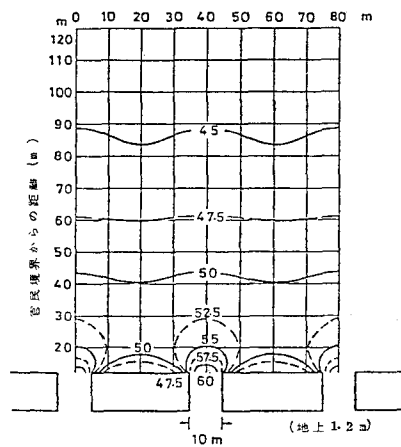


図-9. バッファビル背後騒音分布簡略計算
長さ30mのビルが間隔10mで連立している場合

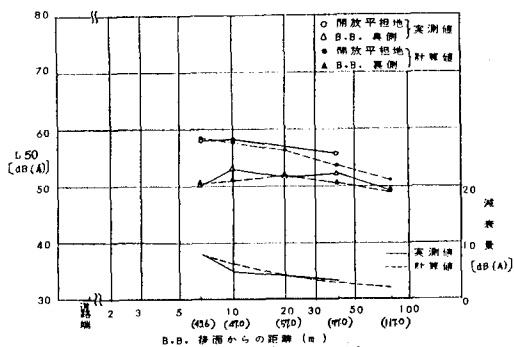


図-10. バッファビル背後の騒音レベル実測結果