

# 建物周辺における道路交通騒音の簡易予測手法

## SIMPLE PREDICTION METHOD OF ROAD TRAFFIC NOISE AROUND BUILDINGS

足立義雄\*・中須賀聡\*\*

By Yoshio ADACHI and Satoshi NAKASUKA

Environmental countermeasures for road traffic noise should be, in general, performed at the area not only on the road side but also around road. Therefore, installation of the buffer building due to the low for Improvement of the Areas along Trunk Roads is one of the important technique to reduce road traffic noise. In this report, the simple acoustic model of buildings, which is able to calculate the characteristics of noise propagation around buildings, was proposed, as calculate points are placed at the rear area of the large building. And the availability of the suggested prediction method was confirmed by field measurements of some places. Then, the characteristics of road traffic noise were revealed under some values on size of the building, arrangement of buildings and gap in two buildings. It will make the most use for executing the environmental improvement for road traffic noise in future.

### 1. ま え が き

都市部における騒音対策の1つとして、沿道の土地利用を適切に誘導していくことを目的とした「幹線道路の沿道の整備に関する法律」に基づく、緩衝性建築物の活用が期待されている。これは、沿道に建物が存在する場合に、建物が騒音の遮蔽物として作用し、遮音壁などと同様に回折効果を見込むことができることによる。このため、沿道整備で緩衝性建築物を計画する場合には、この遮音効果を明確にしておく必要がある。

建物の存在しない開放空間での道路交通騒音の予測は、自動車等を等間隔に配置したときの理論<sup>1)</sup>を中心に導かれた計算式が実用に供されており、遮音壁など騒音の遮蔽物に関する影響として回折減衰が与えられている。しかし、この回折減衰は厚さのない無限に長い障壁を基本としているため、建物による回折にそのまま適用することは不都合であるといえる。また、建物周辺の音場に関連した研究もこれまでにいくつか報告されているが<sup>2)</sup>、いずれも道路交通騒音を直接対象としていないため、具体的な適用が困難な面を有している。

そこで本文では、沿道に面して立地している建物を対象として、簡単な騒音の計算方法を提案し、現地実測結果と対比して有用性を確かめたい。また、建物周辺における道路交通騒音の伝播特性をとりまとめて報告する<sup>3)</sup>。

### 2. 計算モデルの設定

建物周辺における騒音の伝播経路は個々の建物に着目すると、1) 音源から受音点に直接到達する経路、2) 建物上方を迂回して到達する経路、3) 建物側方または間隙を迂回して到達する経路の3つが考えられる。このため、音源と受音点の位置によって建物の影響が変化する。

建物が道路に面して存在する場合に、音源Sに対する減音量は、基本的には図-1に示すように建物周辺の領域①、②、③を音が迂回するときの回折減衰として計算できる。まず、建物上部の領域①を迂回することによる減音量 $\alpha_A$ は次式により求められる。これは、Fresnel-Kirchhoffの近似理論を拡張して厚みのある建物に応用したものである<sup>4)</sup>。

$$\alpha_A = \alpha_{11} + \alpha_{12} + 20 \log l_1 / l - 5 \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 $\alpha_{11}$ ：図-1の経路SO<sub>1</sub>P'とSP'の行路差から求められる減音量、 $\alpha_{12}$ ：図-1の経路S'O<sub>2</sub>PとS'P'の行路差から求められる減音量、 $l_1$ ：伝播経路長SO<sub>1</sub>O<sub>2</sub>P、 $l$ ：距離SP。

\* 正会員 工博 建設省土木研究所道路交通総括研究官  
(〒305 茨城県筑波郡豊里町大字旭1)

\*\* 建設省土木研究所道路部交通環境研究室研究員(同上)

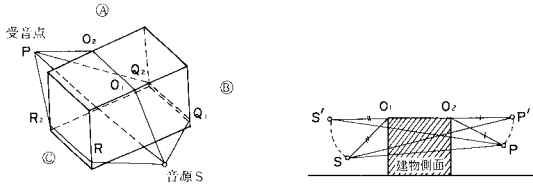


図-1 建物周辺における音の回折

建物側方の②、③についても、原則的には式(1)を用いて求められるが、建物が連担している場合には音源と受信点の位置によって音の伝播経路が定めにくい場合が生じる。そこで、領域②、③を迂回することによる減音量は、建物の間隙部に着目した計算を行うこととする。

建物の間隙部を伝播する音の性状には、回折、減衰、反射が組み合わさり複雑であるが、建物に挟まれた空間では単に受信点側の建物端部でのみ回折するものと考え、Babinetの原理により図-2のように簡単に扱うことができる。すなわち、O<sub>2</sub>より右側へ半無限長障壁を仮想して求められる減音量 $\alpha_{s2}$ から、O<sub>1</sub>より右側へ半無限長障壁を仮想して求められる減音量 $\alpha_{s1}$ を差し引いて建物側方を迂回することによる減音量 $\alpha_s$ が求められる。

$$\alpha_s = 10 \log_{10} (10^{\alpha_{s2}/10} - 10^{\alpha_{s1}/10}) \dots \dots \dots (2)$$

したがって、建物による騒音の遮蔽効果 $\alpha_d$ は、 $\alpha_s$ と各建物間隙部に対応した $\alpha_{si}$ ( $i$ は個々の建物間隙を示す)を合成することにより次式で求められる。

$$\alpha_d = 10 \log_{10} \left( 10^{\alpha_s/10} - \sum_i 10^{\alpha_{si}/10} \right) \dots \dots \dots (3)$$

ここで、各点音源による障壁の回折減衰は、実用性を重視して図-3を用いて算出することとする。図中に示した式はこれを近似的に表わしたもので、 $N$ はフレネル

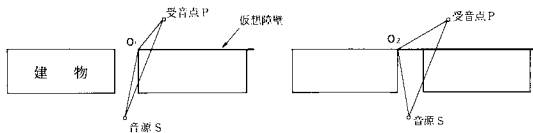


図-2 建物間隙部の取扱い

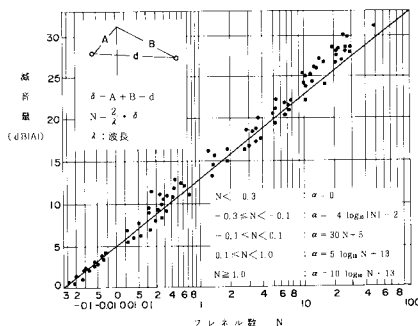


図-3 点音源における回折減衰<sup>5)</sup>

数を示している。このとき、建物が1棟のみの場合には、建物の間隙を無限に大きくとることにより計算できる。これは図-1において領域②、③、④を回折するとして式(1)を用いて計算した値と当然一致する。

建物が無い場合の直達音は、建物の遮蔽効果と同様に、道路交通騒音を点音源とみなして個々に計算する必要がある。ここでは、現在予測方法として一般に用いられている等間隔モデルを基本として、任意角度 $\theta$ で分割した次式を、点音源として用いることとする。

$$L_a = L_w - 8 - 20 \log_{10} l_0 + 10 \log_{10} \left( \pi \frac{l_0}{d} \tanh 2\pi \frac{l_0}{d} \right) + 10 \log_{10} \frac{\theta}{180} \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 $L_a$ :分割要素からの直達音レベル、 $L_w$ :自動車の平均パワーレベル、 $l_0$ :音源から受信点までの距離、 $d$ :平均車頭間隔、 $\theta$ :点音源への分割角度。分割はできるだけ細かくすることが望ましく、精度を勘案すると $\theta=5^\circ$ 以下とすべきである。また、点音源は分割した区間の中心に置いている。

以上の関係から、各点音源からの騒音レベル $L_s$ を式(5)で表わすと、騒音レベル中央値( $L_{50}$ )はこれをエネルギー的に加算した式(6)で求めることができる。

$$L_s(j) = L_d(j) - \alpha_d(j) \dots \dots \dots (5)$$

$$L_{50} = 10 \log_{10} \left( \sum_j 10^{\frac{L_s(j)}{10}} \right) \dots \dots \dots (6)$$

ただし、 $j$ は各分割区間の点音源を示している。

### 3. 現地実測結果による検証

まず、4車線道路に面して幅66m、高さ19m、奥行き20mの建物があり、周辺は若干の家屋を除き開放平坦地となっている箇所、建物1棟に対する検証を行った。騒音測定時の交通条件は、交通量が370~3200台/h、平均速度が55~75km/hの範囲で変化しており、大型車混入率はいずれも30%以下であった。地上高さ1.2

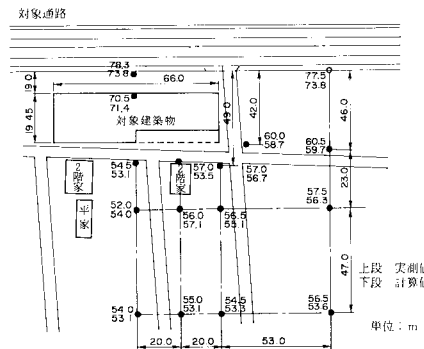


図-4 実測値と計算値の対応(交通量3180台/h, 速度54.7km/h, 大型車混入率16.8%の場合)

mの各測定点における実測値と計算値の対応例を図-4に示す。道路近傍で多少差がみられるが、おおむね適合していることがわかる。これは、交通条件の異なる他の測定でも同じような傾向を示した。

次に、長さ55m、高さ8m、奥行き8mの建物が道路に面して6m間隔で並んでいる箇所を検証を行った。これは、建物が連立しているという条件である。図-5は計算値より描いた等騒音レベル線と実測結果を併記して示したものである。実測値と計算値の完全な一致は当然難しく多少の差はあるものの、騒音の分布状況はよく対応している。

また、4車線の平面道路に面して高さ約5mの建物がやや斜めに4棟連立している箇所を検証を行った。騒音測定時の交通量は450~1500台/hで、大型混入率はいずれも15%以下、平均速度は45~48km/hの範囲でわずかに変化していた。図-6は計算値と実測値を対比したものであるが、測定点の位置、交通条件によらず両者はよく対応している。

このように、ここで提案した簡易予測手法による計算結果は、建物形態、交通条件などによらず実測値とよく整合しており、この手法が緩衝性建築物による騒音低減効果の検討、建物周辺の騒音予測に有用であると判断できる。また、模型実験による検証も多数行っているが、それにおいても計算値と実験値はよく一致している。なお、上記の計算では道路交通騒音の代表周波数を700Hzとしている。

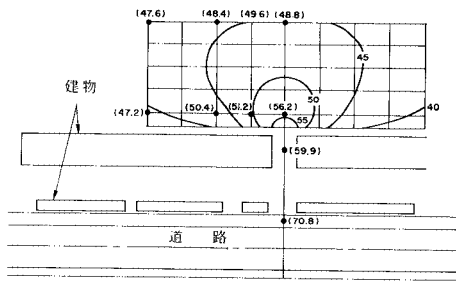


図-5 建物間隙部の測定結果（( )内は実測値）  
（交通量1000~1460台/h、速度50km/h、大型車混入率17~30%、実測結果は6回測定した平均値）

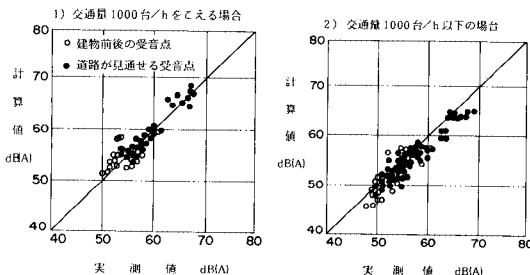


図-6 計算値と実測値の対比

#### 4. 建物周辺の騒音分布特性

建物周辺の騒音分布特性として、建物形態と騒音レベルの関係について、上記の手法を用いて検討した。計算条件は、道路条件として主要幹線B地域4車線の平面道路を取り上げて道路幅員を30mとし、路肩端より10m離れて建物がある場合を想定した。また、交通条件は断面交通量1500台/h、走行速度60km/h、大型車混入率15%としている。

建物が1棟の場合について、建物の長さや騒音レベルの関係を図-7に示す。これは、建物中央部背後の高さ1.2mでの騒音レベルを距離減衰として示したものである。建物のない開放条件の場合と比較すると、建物による減音量は建物直後で最も大きく、建物から離れるに伴い急激に減少する。また、建物長さが大きくなるに伴い減音量が建物近傍を中心として増加し、建物による騒音対策の有効範囲も拡大する。たとえば、減音量が3dB(A)以上ある範囲を比較すると、建物長さ10mの場合は建物背後の約5mの区間であるのに対して建物長さ50mの場合には約25mとなっている。

建物奥行きと騒音レベルの関係を図-8に示す。建物の奥行きが増加することにより、騒音レベルの減衰を生じる建物背後の位置（図-8のA点）が路肩端より住居

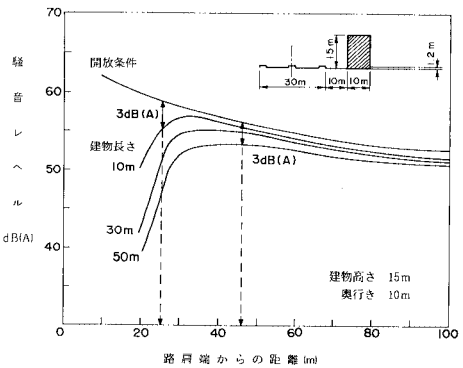


図-7 建物長さや騒音レベルの関係

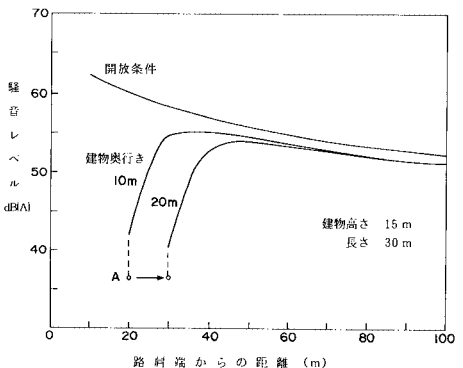


図-8 建物奥行きや騒音レベルの関係

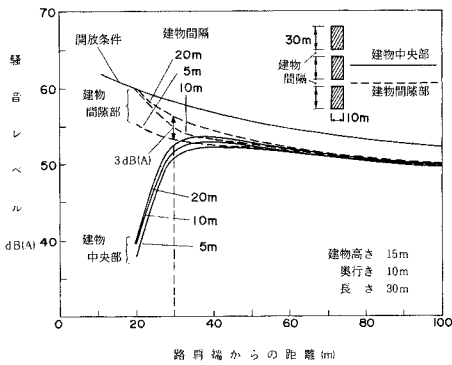


図-9 建物間隔と騒音レベルの関係

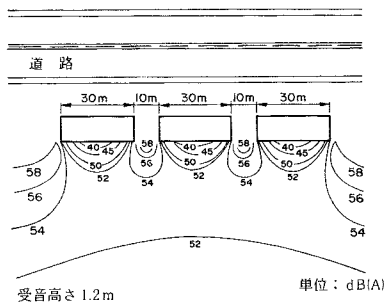


図-10 建物周辺の騒音分布

側に移動し、建物背後でレベル差を生じている。しかし、騒音の減衰性状はほとんど変化しておらず、建物奥行きの影響は小さいことがわかる。

建物長さ 30 m、奥行き 10 m、高さ 15 m の建物が 3 棟連打している場合について、建物の間隔と騒音レベルの関係を図-9 に示す。建物間隙部と開放部との騒音レベルを比較すると、間隙部では建物直近よりも建物からやや離れた位置で大きな減音量が得られている。また、建物中央部と間隙部の騒音レベルを比較すると、建物近傍では間隙部での騒音レベルの方が相当大きくなっているが、建物から離れるに伴いレベル差が減少している。間隔 10 m の場合には建物より 20 m 以遠ではほとんど両者の差は認められない。図-10 は騒音レベルの平面分布を示したものであるが、建物間隙部を通過する騒音の広がりをよく理解することができる。

建物の間隙部の影響は、図-9 によると建物中央部ではわずかであるが、建物間隙部でその差が顕著に現われている。つまり、建物の間隔が広がるに伴って建物の遮音効果が建物近傍で減少しており、間隔が 20 m の場合には間隔が 5 m の場合に比べ建物から 10 m 離れた地点（路肩端より 30 m 地点）で約 3 dB(A) の差がみられる。

建物の延長と騒音レベルの関係を図-11 に示す。横軸  $K$  は建物の間隙部に設けた受音点の建物からの距離

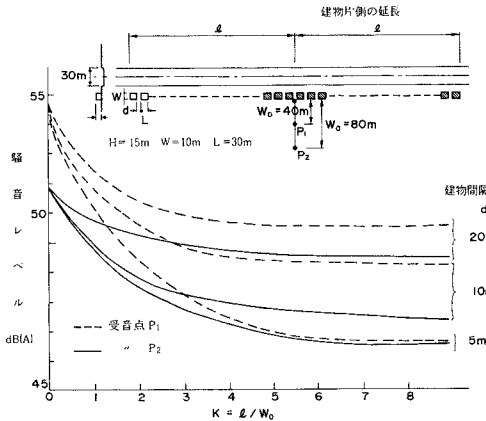


図-11 建物の延長と騒音レベルの関係

( $w_0$ ) と建物の片側延長 ( $l$ ) の比を表わしている。建物の大きさは長さ 30 m、奥行き 10 m、高さ 15 m であり、間隔は 5、10、20 m の 3 条件について示している。

これによると、建物の延長が伸びるに伴って建物の遮音効果が増大し、騒音レベルが急激に低減していることがわかる。しかし、ある延長以上になると騒音レベルは一定値に漸近する傾向にある。建物間隔の影響は、建物の延長が伸びるに従って大きくなっており、設置延長  $K=8$  の場合には受音点  $P_1$  において建物間隔 5 m と 10 m で約 3 dB(A) の差がみられる。また、建物の間隔が大きい場合には、建物の延長を伸ばすことによる遮音効果の増大は望みにくく、環境保全対策として緩衝性建築物を誘致する場合には適切な建物の延長とする必要がある。これは、建物間隔を通過する騒音と建物が設置されていない区間から伝播する騒音の寄与度によって決定されるものである。

以上、建物周辺の音場に関連した種々の調査に基づき道路交通騒音に適用できる比較的簡易な予測手法を提示し、その有用性を確認した。

参考文献

- 1) 庄司 光・山本剛夫・中村隆一：街頭騒音とくに交通騒音に関する研究，日本音響学会誌，Vol. 19，昭和 38 年。
- 2) Pierce, A. D. : Diffraction of sound around corners and over wide barriers, Journal of Acoustical Society of America, Vol. 55, No. 5, May 1974, ほか。
- 3) この成果は昭和 54-57 年度にわたって建設省総合技術開発プロジェクトの一部で実施したものであり、「沿道の騒音分布予測手法に関する研究」(昭和 58 年 2 月) など、いくつかの報告がある。
- 4) 日本音響材料協会編：騒音対策ハンドブック，昭和 57 年。
- 5) 前川純一：障壁(塀)の遮音設計に関する実験的研究，日本音響学会誌，Vol. 8, No. 4, 昭和 37 年 4 月。

(1985. 8. 15・受付)