

戸建て住宅地における道路交通騒音分布の予測

片岡壽洋 西村清伸

1. 序論

担当 片岡壽洋

1.1 研究の背景

都心部における幹線道路沿道地域の音環境は、依然として劣悪な状況が続いている。道路交通騒音対策として自動車の単体規制や排水性舗装と呼ばれる低騒音型の舗装等の対策が試みられているが、目立った音環境の改善は図れていない。

このような音源側の対策と併せて伝搬経路、受音点側の対策として緩衝建物の設置、緩衝空地の設置、土地利用の制限、など都市計画的な側面からの対策を含めた総合的な施策が望まれている。

騒音対策を検討するにあたり前提条件となる道路交通騒音の予測法としては、日本音響学会道路交通騒音予測計算法 ASJ Model 1998¹⁾ や加来らの方法²⁾ が知られているが、どちらも地域内の平均的な騒音レベル L_{Aeq} を求めるものであり、特定点の騒音レベルや騒音レベルの分布を得ることを目的としていない。

しかし、戸建て住宅地などでは、住戸ごとの騒音レベルを求めることが必要であり、そのためには、地域内の騒音の分布を把握できるような建物による騒音減衰量の予測法が必要であると考えられる。

1.2 研究の目的

そこで、本研究は戸建て住宅群における道路交通騒音の減衰量の予測式及び、住宅地内の騒音の分布の予測法を提示することを目的とする。

2. 模型実験

担当 片岡壽洋

2.1 実験の概要

図-1 に示すように、半無響室内に地表面に相当する反射性の床 (21mm 厚の合板、ペイント塗装) を設置し、実スケール 100m × 80m (以下、実スケールで示す) の

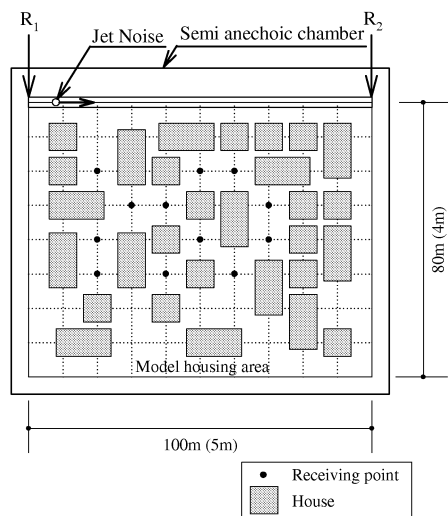
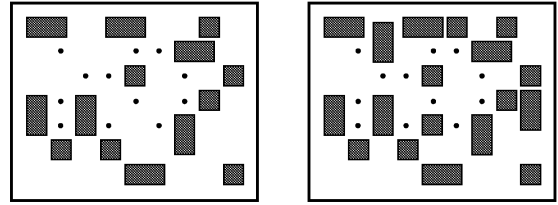
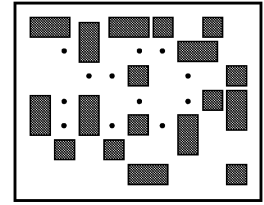


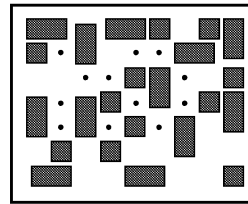
図-1 実験の概要



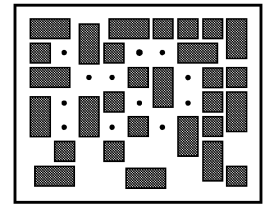
T-11, T-21, T-31



T-12, T-22, T-32



T-13, T-23, T-33



T-14, T-24, T-34

図-2 住宅の配置

範囲に住宅地模型を配置 (図-2) し、道路上を移動する音源を想定して、住宅地内の受音点において道路から伝搬してくる音の音圧レベルを測定し、道路交通騒音の住宅群による騒音減衰量を求めるという実験を行った。模型の縮尺は、音源と計測システムの音響特性を考慮して 1/20 とした。

2.2 住宅地モデル

住宅地内には独立住宅がランダムに配置されていると想定し、住宅の配置を平面的な密度と建物の高さでモデル化する。実験では表-1 に示すように、家屋密度を 4 段階 (16.8%~34.4%) に変化させて住宅を配置することにした。配置する住宅の平面は 8m × 8m と 8m × 16m の 2 種類、高さは 4m, 7m, 10m とし、発泡スチロールで製作した。

2.3 音源と受音点

音源にはジェットノイズを使用した。この音源は、実験の周波数の範囲でほぼ点音源とみなすことができる。これを、図-1 の R_1 から R_2 までの区間 (100m の直線道路) を 40s で定常走行させ、その時受音点で得られる音圧レベルを連続的に測定した。なお音源の高さは 0.5m である。

受音点は、図-1 に示す計 12 点 (道路から 20、30、40、50m の各距離に 3 点) で、高さは建物が 1 階建て (4m) のときは 1.2m、2 階建て (7m) のとき 1.2m・5.2m、3 階建て (10m) のとき 1.2m・5.2m・8.2m である。ここでは、後述するパラメータの導入のため、受音点高さは建物高さ以下とした。

図-3 に ASJ Model 1998³⁾ に示されている道路交通騒音の平均的な A 特性スペクトルを実線として示す。一方、実験で用いたジェットノイズの周波数特性は図-3

表-1 実験条件

No.	Houses	
	Covering percentage	Height
T-11	16.8%	4.0m
T-12	21.6%	
T-13	28.0%	
T-14	34.4%	
T-21	16.8%	7.0m
T-22	21.6%	
T-23	28.0%	
T-24	34.4%	
T-31	16.8%	10.0m
T-32	21.6%	
T-33	28.0%	
T-34	34.4%	

に示すように、実スケールで 200~1,600Hz 以上 (以下、実スケールの周波数で示す) であり、両者の相対的なレベル差は、図-3 の correction value のようになる。ここで、音源のジェットノイズ自体は 1,600Hz 以上の周波数成分も含んでいるが、後述のデジタルフィルタの特性から、1,600Hz 以上の周波数成分がカットされたものである。さて、実際の道路交通騒音は図-3 に示す範囲外の周波数成分を含んでいるが、ここでは、200~1,600Hz の周波数域を道路交通騒音の A 特性スペクトルの主要部分と考えて実験を行った。

図-4 のブロックダイアグラムに示すように、実験では、受音点のマイクロホンの出力信号を、デジタルフィルタを用いて図-3 の correction value のような周波数補正を施した。このようにして周波数補正された音響信号は、音源が道路交通騒音の平均的なスペクトルを有する場合に受音点で観測される A 特性音圧に相当する。そこで、この信号を計測アンプによって実効値に変換し、A 特性音圧レベル (騒音レベル) に相当する DC 信号をサンプリング周波数 25.6Hz で AD 変換した。以上のようにして、音源の移動に伴って受音点で測定される図-5 に示すような騒音レベルの時間変動 (ユニットパターン) を得た。

2.4 騒音減衰量の算出

建物を配置した場合と配置していない場合に同一受音点で測定されたユニットパターンから、単発騒音暴露レベル L_{AE} を算出し、建物を配置していない場合の値 L_{AE0} と建物を配置した場合の値 L_{AE1} との差を、住宅群による騒音減衰量 $\Delta L_{AE}(= L_{AE1} - L_{AE0})$ とした。なお、ここで定義する減衰量は通常定義と符号が逆であるので注意されたい。

3. 実験結果と分析

担当 片岡壽洋

3.1 パラメータの導入

本研究は、住宅群による騒音減衰量を簡単なパラメータで予測する方法を得ることを目的としているので、次のようなパラメータを導入してみた。

図-6 の (a) に示すように、受音点 P を頂点、道路 (線分 L_1L_2) を底辺とする頂点 θ の 2 等辺 3 角形 (以下、基準 3 角形と呼ぶ) を考え、基準 3 角形に基づいて定義される見通し角度 ϕ と建物率 ξ を考えた。ここで、見通し角度 ϕ は、図-7 に示すように、基準 3 角形内において、受音点から道路を見たとき、道路が見える角度

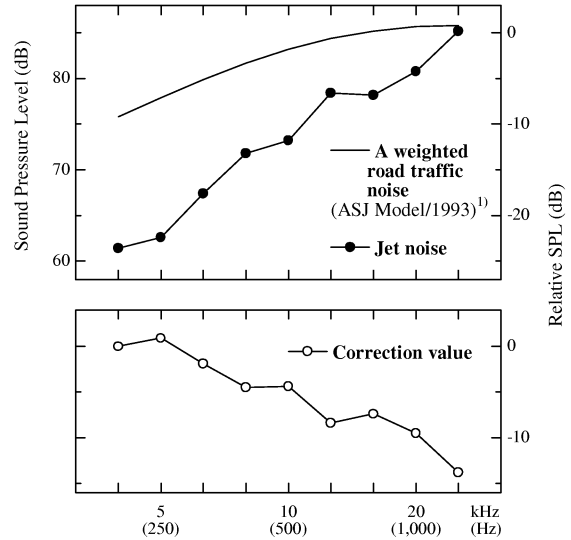


図-3 道路交通騒音と Jet noise の周波数特性

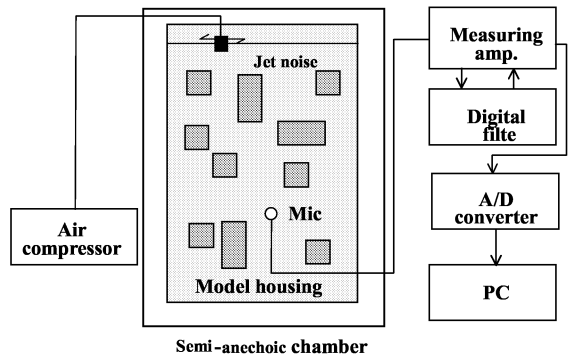


図-4 実験のブロックダイアグラム

の合計、また建物率 ξ は、図-8 に示すように、基準 3 角形の面積に対する基準 3 角形内の住宅面積の合計の割合と定義した。これらは、音源から受音点に至る音の伝搬において、直接音の影響と建物による騒音伝搬の阻害要因の影響を捉えようとしたものである。

見通し角度 ϕ は建物配置の平面的な情報から得られるものであるため、受音点が建物高さよりも高い位置にある場合、建物上方から音源を直接見通せる状況が起こり得る。その場合 ϕ が実際の見通し角度を表せないことのため、本論文では受音点高さを建物高さ以下に限定し検討を行った。

受音点と道路の位置関係によって、基準 3 角形の底辺 (線分 L_1L_2) が実験における音源の走行区間 (線分 R_1R_2) の範囲を超える場合 (図-6 の (b), (c), (d)) もあるが、この場合には、実験において住宅は住宅地全域に平均的に分布していると想定していることから、図-6 の黒塗りの 4 角形あるいは 5 角形を基準 3 角形とみなした。

基準 3 角形の頂点 θ は $2\pi/3$ とした。 θ を大きくするほどユニットパターン全体を把握できるが、建物を配置していない場合、 θ を $2\pi/3$ としたときと π としたと

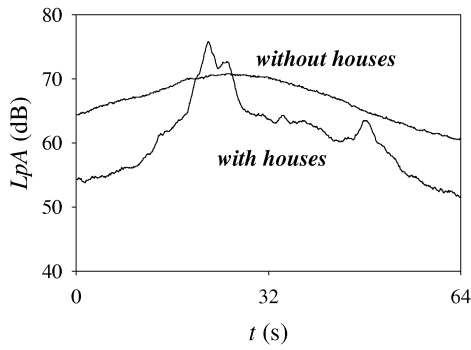


図-5 模型実験で得られるユニットパターン L_{pA}

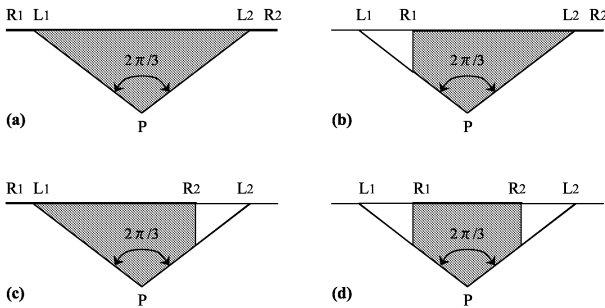


図-6 基準30°角形

き(無限長道路)の受音点における単発騒音暴露レベルの差はおよそ1.8dB($10 \log_{10} 3/2$)であり、建物が配置された場合にはそれよりも十分小さくなると考えられること、また現実の住宅地における騒音伝搬を考えた場合、 θ を $2\pi/3$ 程度とすればユニットパターンとしては十分であると考えられることから、 θ を $2\pi/3$ として検討を行った。

3.2 見通し角度 ϕ

受音点の中には道路(音源)が見通せるものも存在するが、その場合、受音点の騒音レベルは直接音の影響が大きいことがこれまでの基礎実験の検討結果⁴⁾⁵⁾から分かっている。建物が存在しない場合の有限長線音源からの音圧レベルは $10 \log_{10} \phi$ で決まるが、これまでの研究⁶⁾から建物が配置された場合には $\log_{10} \phi$ の係数が建物の状況により変化すると予想されること、また基準三角形内に建物が存在しない場合($\phi = 2\pi/3$)の騒音減衰量は0となるべきであることを考慮して、

$$\Delta L_{AE} = a \log_{10} \left\{ \frac{3\phi}{2\pi} (1-b) + b \right\} \quad (1)$$

という式で表現し、最小2乗法により係数 a 、 b を求め、受音点からの距離 d ごとの a 、 b の値を更に回帰分析し、

$$a = \frac{265.6}{d} - 1.46 \quad b = 1.36e^{-0.091d}$$

という関係を得た。

(1)式は受音点の高さが1.2mのときに限られ、建物高さも考慮されていない。本論文では(1)式に建物高さ H 、受音点高さ hp をパラメータとして導入した式

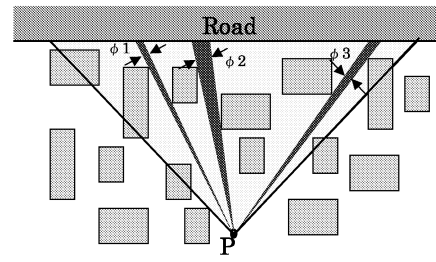


図-7 見通し角度 $\phi (\phi = \phi_1 + \phi_2 + \dots)$

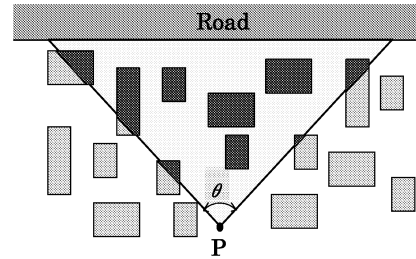


図-8 建物率 $\xi (\xi = \frac{\text{基準三角形内の住宅の面積}}{\text{基準三角形の面積}})$

へ拡張するため、まず見通し角度 $\phi = 0$ の場合に実験で得られた $\Delta L_{AE, \phi=0}$ を d ごとに算術平均したものと受音点から音源までの距離 d の関係、建物高さ H および受音点高さ hp ごとに検討した。見通し角度 $\phi = 0$ の場合、 $\Delta L_{AE, \phi=0}$ は受音点から音源までの距離 d が大きくなるとより小さな値を示す。そこで、見通し角度 $\phi = 0$ の場合の騒音減衰量 $\Delta L_{AE, \phi=0}$ を、

$$\Delta L_{AE, \phi=0} = sd + t \quad (2)$$

と表現し、最小2乗法により係数 s, t を求めた。係数 s, t は建物高さ H および受音点高さ hp によって変化するため、 H, hp ごとに得られた s, t の値をさらに回帰分析し以下のような関係を得た。

$$s = -0.0023H - 0.009hp - 0.123$$

$$t = -0.29H + 0.94hp - 3.74$$

次に(1),(2)式から、 $b = 10^{(sd+t)/a}$ とし、音源が見える場合について ΔL_{AE} と見通し角度 ϕ の関係を受音点から道路までの距離 d および高さ方向(建物高さ H 、受音点高さ hp)ごとに検討した。

係数 a は受音点から音源までの距離 d が大きくなるとより小さな値を示す。そこで、係数 a を、

$$a = p + q \log_{10} d$$

と表現し、最小2乗法により係数 p, q を求めた。係数 p, q は係数 s, t と同様に、建物高さ H および受音点高さ hp によって変化するため、 H, hp ごとに得られた p, q の値をさらに回帰分析し、以下のような関係を得た。

$$p = 2.03H - 2.63hp + 4.64$$

$$q = -1.10H + 1.47hp - 1.21$$

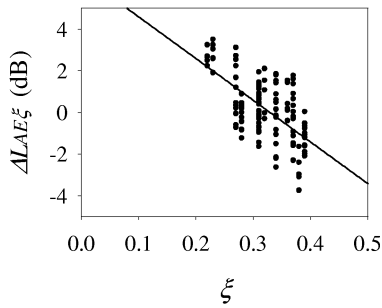


図-9 Relation between $\Delta L_{AE\xi}$ and ξ

3.3 建物率 ξ

見通し角度 $\phi = 0$ 、つまり道路が見通せない場合の騒音減衰量 ΔL_{AE} は配置状態によって変化する。そこで、 ΔL_{AE} と (2) 式において計算される値との差を $\Delta L_{AE\xi}$ と表し、 $\Delta L_{AE\xi}$ と建物密度 ξ との関係をもてみた。結果を図-9 に示す。

図-9 より、 $\Delta L_{AE\xi}$ は建物率 ξ が大きくなるほど小さくなるのが分かる。これは、住宅の密度が高いほど音源から受音点までの伝搬経路における音の回折が複雑になり、騒音減衰量が大きくなるものと考えられる。そこで、 $\Delta L_{AE\xi}$ と ξ との関係をもて、

$$\Delta L_{AE\xi} = u\xi + v \quad (3)$$

という式で表現し、最小 2 乗法により係数 u, v を得た。

$$u = -20.0$$

$$v = 6.59$$

3.4 実験式

以上のようにして、戸建て住宅群による道路交通騒音の減衰量を求める実験式を得た。

$$\Delta L_{AE} = \begin{cases} (\phi \neq 0 \text{ のとき}) \\ a \log_{10} \left\{ \frac{3\phi}{2\pi} (1-b) + b \right\} \\ (\phi = 0 \text{ のとき}) \\ a \log_{10} \left\{ \frac{3\phi}{2\pi} (1-b) + b \right\} + u\xi + v \end{cases} \quad (4)$$

ここで、

ΔL_{AE} : 住宅群による騒音減衰量 (dB)

ϕ : 見通し角度 (rad)

ξ : 建物率

d : 道路 (車線) からの距離 (m)

a : $a = p + q \log_{10} d$

p : $p = 2.03H - 2.63hp + 4.64$

q : $q = -1.10H + 1.47hp - 1.21$

b : $b = 10^{(sd+t)/a}$

s : $s = -0.0023H - 0.009hp - 0.123$

t : $t = -0.29H + 0.94hp - 3.74$

u : $u = -20.0$

v : $v = 6.59$

である。

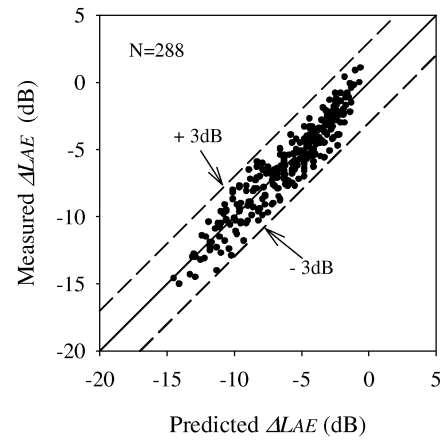


図-10 実験値と (4) 式による計算値との比較

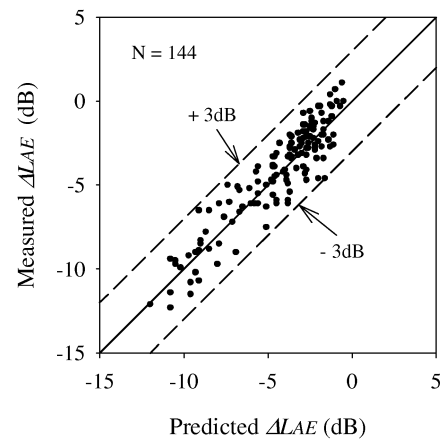


図-11 検証実験 1 の結果と (4) 式による計算値の比較

本実験の条件は、予測地点は道路から 20~50m まで、見通し角度 ϕ は 0~1.25 まで、建物率 ξ は 0.12~0.39 まで、建物高さは 4~10m まで、受音点高さは建物高さ以下であるので、(4) 式の適用は原則としてこの範囲に限定される。また、基準 3 角形の外の住宅の配置も、この範囲から大きく逸脱しない状況である必要がある。

(4) 式による予測値と実験値との比較を図-10 に示す。図-10 から分かるように、いずれの測定点においても高い相関を示しており、両者の差は ± 3 dB 以内であり、よく一致していると言える。

4. 予測式の有効性の検討

担当 西村清伸

3 章で提示した (4) 式は、模型実験の結果を統計的に解析して得られたものである。その有効性を検討する必要がある。そこで本章では、検証実験、従来の方法、騒音実測調査との比較によって (4) 式の有効性を検討した。

4.1 検証実験

検証の一手段として、条件を変えた場合の模型実験を行った。

4.1.1 受音点高さを変えた場合

(4) 式は限られた受音点高さでの実験値を統計的に解析したものであり、実験で用いなかった受音点高さに対

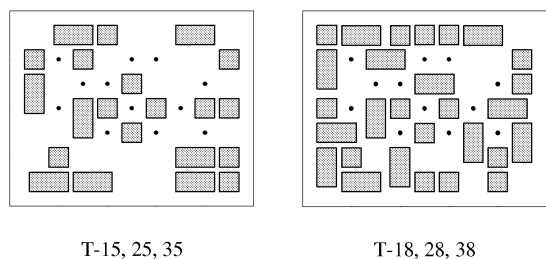


図-12 検証実験 2 の建物配置

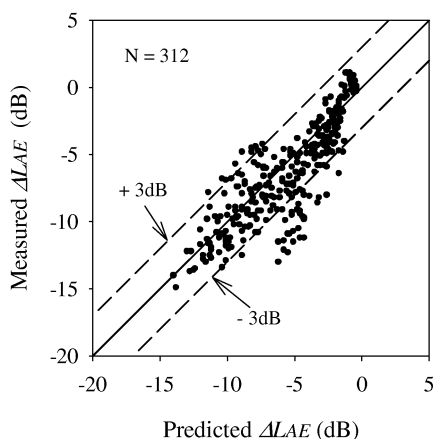


図-13 検証実験 2 の結果と (4) 式による計算値の比較

しても有効であるかを検討する必要がある。そこで本実験と同配置で受音点高さのみを変えた条件での実験を行い、(4)式との相関を調べてみた。実験方法は2章とまったく同じである。ただし、配置はT-11,21,31,13,23,33のみを使用し、受音点高さは3.2m,6.2m,9.2mとした。

(4)式による予測値と実験の結果の比較を図-11に示す。相関係数は0.93で両者は非常に高い相関を示しており、式の適用範囲内では受音点高さの変化の影響を的確に捉えていることが示された。

4.1.2 受音点高さ及び配置を変えた場合

次に、受音点高さに加え、住宅の配置条件を変えたものに対しても有効であるかを検討するため、図-12に示す配置で実験を行い、(4)式との相関を調べた。その他の実験方法は2章とまったく同じである。

(4)式による予測値と実験の結果の比較を図-13に示す。相関係数は0.84となり配置を変化させたことにより若干落ちたもののある特定の受音点のみで差がでており、大半の受音点では両者の差は±3dB以内であり、実験式を導出したデータとほぼ同程度の対応が得られており、(4)式の精度が確認された。

4.2 既往の研究との比較

4.2.1 ASJ Model 1998

(4)式の有効性を検討するために、ASJ Model 1998¹⁾の建物群による騒音減衰量を求める方法を取り上げた。比較に用いた住宅配置は、2章の実験で用いた4つの配置とした。

日本音響学会道路交通騒音予測計算法 ASJ Model 1998¹⁾の建物群による騒音減衰量を求める方法は、沿道に、奥行きが同じ道路近接建物が列状に並んでおり、

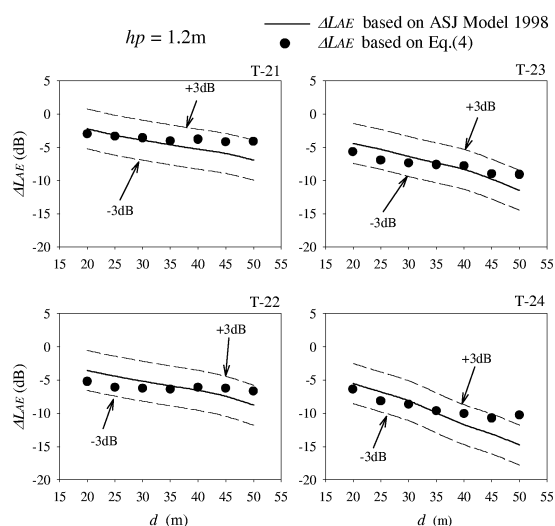


図-14 ASJ Model 1998 と (4) 式による計算値の比較の一例 (受音点高さ 1.2m, 建物高さ 7.6m の場合)

その背後にさまざまな形状の建物が配置されているという市街地を想定して、道路近接建物列より背後の地域の平均的な L_{Aeq} を求めるものであり、ここで計算対象とするような、ランダムに住宅が配置された住宅地に適用するには、住宅を近接建物列と背後建物群に区分すると共に、近接建物列の奥行きと位置を決める基準を設ける必要がある。そこで今回は次のような基準で計算に必要なパラメータを算出した。

まず、建物配置図から目視によって近接建物を選び、選んだ住宅の横幅(道路と平行方向)の合計を地区全体の幅(100m)で除した値を近接建物列の間隔率 α 、選んだ住宅の奥行き(道路と垂直方向)の平均値を近接建物列の奥行き w_1 とした。そして、近接建物列の奥行きの中心が、道路から、近接建物とみなした住宅の奥行きを面積で重み付けした値の平均値の位置にあると想定した。更に、背後建物群の密度 β は、近接建物列の後方から、騒音予測点より5mだけ道路よりの線までの範囲の矩形内における建物率(すなわち、道路からの距離ごとに異なる)とした。なお、上記の α 、 w_1 、 β は、ASJ Model 1998¹⁾で定義されているパラメータの表記をそのまま用いた。

ASJ Model 1998 は、当該地域の平均的な L_{Aeq} を与えるもので、道路からの距離が同じ場合に同じ騒音減衰量となるので、実験式では道路と平行に1mごとの計算を行って、その算術平均値を計算結果とした。結果の一例を図-14に示す。図-14以外の結果においても道路から離れると実験式のほうがやや小さな騒音減衰量となる(減衰しない)という傾向が認められるが、両者の差は概ね±3dB以内であり、まずまずの対応と言える。差の理由の1つは、ASJ Model 1998 が今回のようなランダム配置を想定していないためと推察されるが、このような配置の場合でも、実験式は平均的にはASJ Model 1998 と概ね同じ減衰量を与えると言える。

4.3 実測との比較

実験式の有効性を検証するための第三の検討として、実際の住宅地において測定された道路交通騒音のデータをもとに、実験式との比較を行った。

表-2 実測の概要

AREA	データ数	道路の概要		道路端の騒音レベル L _{Aeq} (dB)	φ (rad)	ξ	d (m)	H (m)	hp (m)
		車線数	幅員(m)						
A	9	4	20.0	68.7~80.7	0.0~1.24	0.13~0.3	30~68	5.9	1.2
	6								5.2
B	9	2	10.0	70.0~78.7	0.0~0.40	0.24~0.31	34~49	9.5	1.2
	3								5.2

(注) d : 測定点から道路端までの距離 (m)
 φ : 測定点の見通し角度 (rad)
 ξ : 測定点の建物率

4.3.1 福岡市の実測データとの比較

実測の概要 福岡市内にある、比較的交通量の多い道路に面した住宅地を2ヶ所(A地区、B地区)選び、道路交通騒音の実測を行った。測定対象地区の概要を表-2に、例としてA地域の建物配置の状況を図-15に示す。道路はA地区4車線、幅員20.0m、B地区2車線、幅員10.0mであり、道路端の騒音レベルΔL_{AE}は68.7~80.7dBである。

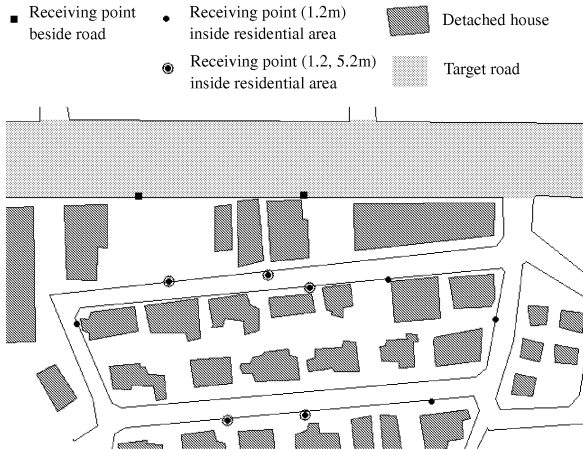


図-15 実測地の建物の配置 A

建物による道路交通騒音の減衰量を求めることが実測の目的であるので、測定点は、道路端と住宅地内に設け、両方の測定点で同期して騒音レベルを測定した。測定点は、道路端はA地区2点、B地区3点、住宅地内は、A地区15点(道路中央から30.0~68.0m、高さ1.2m・5.2m)、B地区12点(道路中央から34.0~49.0m、高さ1.2m・5.2m)とした。住宅地内の測定点ごとに、そこから最も近い道路端測定点と同時に測定を開始し、一定時間(20s)の等価騒音レベルを測定した。測定は昼間行い、天候は晴れ、風は微風であった。測定は道路交通騒音以外の音の影響がないように注意しながら、道路端と住宅地内の騒音レベルの差が安定するまで繰り返しした。

騒音減衰量の算出 実測された道路端の騒音レベルL_{Aeq,d0}と住宅地内の騒音レベルL_{Aeq,d}から、次式で算出される値を建物による騒音減衰量ΔL_{AE}とした。

$$\Delta L_{AE} = L_{Aeq,d} - L_{Aeq,d_0} + 10 \log_{10} \frac{d}{d_0} \quad (5)$$

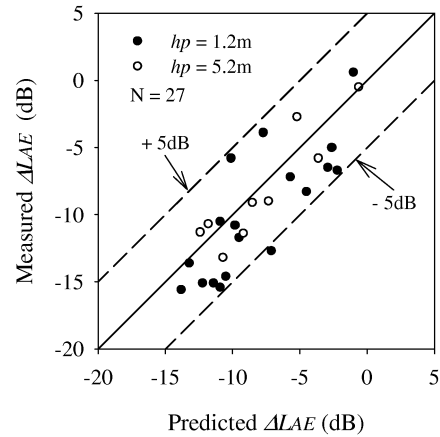


図-16 実測結果と(4)式による計算値との比較

ここで、d₀及びdは、それぞれ道路端及び住宅地内測定点から道路中央までの距離を示す。

結果と考察 (4)式による予測値と実測値との比較を図-16に示す。両者の差はhp = 1.2(m)のとき概ね±5dB、hp = 5.2(m)のとき±3dBであり、よく一致している。図から、受音点が高い方がよりよく一致していることがわかるが、これは、地図には表れていないガードレール、塀、植栽の影響であると推測される。このような要因を騒音予測にどのように反映させるかは今後の課題であろう。

4.3.2 国土交通省実測データとの比較

実測の概要 本節で用いる実測データは国土交通省により全国の直轄国道(平面道路)の沿道市街地33箇所において行われた現地調査⁷⁾によるものである。調査箇所の選定は以下の条件にしたがっている。

- 道路近接建物列の間隙率および建物密度は疎から密まで幅広く分布すること
- 街区幅がおおむね50m以上、街区奥行きが50~100m程度の対象街区の設定が可能であること
- 建物群背後の騒音測定点は原則として道路と平行に複数点設定可能であること

選定された箇所に対象街区を設定し、対象道路の道路端(1地点)と街区内(最大9地点)に騒音レベルの測定点を設け、L_{Aeq}の同時測定が行われた。街区内の測定点は、原則として一つの評価区間あたり3点程度

表-3 測定箇所概要

AREA	データ数	道路の概要		道路端の騒音レベル L_{Aeq} (dB)		ϕ (rad)	ξ	d (m)	H (m)	h_p (m)
		車線数	幅員(m)	昼間	夜間					
N-1	9	6	30.0	76.8-77.2	76.3-76.9	0.0-0.61	0.12-0.20	20.6-90.6	8.8-9.0	1.2
N-2	9	4	23.0	71.7-73.5	68.7-69.8	0.0-0.87	0.2-0.35	15.0-85.0	4.6-4.8	1.2
N-3	6	2	6.2	70.8-70.9	67.2-67.3	0.0	0.18-0.25	32.0-69.0	6.0	1.2
N-4	9	4	16.2	70.8-71.4	70.7-70.9	0.0-0.17	0.17-0.31	17.7-97.7	5.9	1.2
N-5	9	6	30.0	78.2-78.4	77.2-78.3	0.0-0.31	0.21-0.34	31.5-87.0	5.7-5.8	1.2
N-6	8	2	8.8	71.1-72.0	67.0-69.8	0.0-0.12	0.14-0.25	25.5-98.9	8.8-10.0	1.2
N-7	7	4	14.9	70.9-71.0	71.4-72.9	0.0-0.79	0.17-0.31	13.0-58.4	6.3-12.0	1.2
N-8	9	4	6.6	69.2-70.8	67.7-67.9	0.0-0.09	0.23-0.31	44.2-98.6	5.6-5.8	1.2

(注) d : 測定点から道路端までの距離 (m)
 ϕ : 測定点の見通し角度 (rad)
 ξ : 測定点の建物率



図-17 測定地区の建物配置の状況の一例

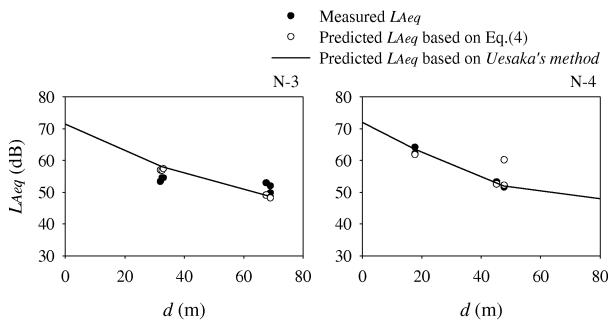


図-18 実測値と計算値の比較 (表-3 で示した N-3、N-4 の場合)

を等間隔に配置されている。本論文で比較に使用したデータは基本的には、昼間 10 分間の L_{Aeq} 測定である。ただし、実測時間において測定台数が 200 台以下の場合には、できるだけ 200 台が確保できるまで、10 分間刻みで測定時間を延長してある。測定箇所の概要を表-3 に、測定地区の建物配置の状況の一例を図-17 に示す。**騒音レベルの算出** ここでは実測された道路端の騒音レベル L_{Aeq,d_0} と (4) 式により計算された騒音減衰量 ΔL_{AE} から、次式により騒音レベル L_{Aeq} を算出した。

$$L_{Aeq,d} = \Delta L_{AE} + L_{Aeq,d_0} - 10 \log_{10} \frac{d}{d_0} \quad (6)$$

ここで、 d_0 及び d は、それぞれ道路端及び住宅地内測

定点から道路中央までの距離を示す。

結果と考察 (4) 式による予測値と実測値との比較を図-18 に示す。なお図-18 中の実線は上坂らの式⁷⁾を用いて計算した値である。実測値には d が (4) 式の適用範囲である 60m 以上のもの (最大 98.9m) も含まれるが、ここでは d が 80m 以下のデータについて比較を行っている。表-3 に示すとおり、住宅地内測定点の各パラメータは適用範囲を若干外れるデータも含まれており、また、住宅敷地境界線には塀の設置が考えられることから予測値の方がやや減衰しない傾向を示しているが、図-18 は概ねよい対応であるといえよう。

5. 予測式の適用例

担当 西村清伸

5.1 住宅地内の騒音分布図

(4) 式によって、住宅地内の騒音レベル分布がどのように求められるか、受音点の高さが騒音レベル分布にどのように影響するかをみるために、(4) 式を戸建て住宅地に適用して騒音レベル分布を求めてみた。対象には、実験に用いた配置 (T-32) を想定した。

計算結果を図-19 に示す。これらの図は、道路中央から距離 d における騒音レベル L_{pA} が、 $L_{pA} = L_{WA} - 8 - 10 \log_{10} d + \Delta L_{AE} + \Delta L_g$ (ここで、 L_{WA} は自動車交通騒音の A 特性単位長パワーレベル、 ΔL_g は地表面効果による補正量を示す) で計算されると考えたとき、 $L_{WA} = 0 \text{ dB/m}$ 、 $\Delta L_g = 3 \text{ dB}$ (半自由空間を考慮) とし計算した値、すなわち騒音レベルの相対値を示しており、図-19 はそれぞれ建物高さが 10m の時の受音点高さ、1.2m、5.2m、8.2m の場合の相対値を示したものである。また図-19 中に示した A、B の断面の騒音レベル分布をみたものが図-20 である。受音点高さを考慮していない (1) 式と比べると、受音点高さによって騒音レベルに違いが生じる様子が把握できる。

また、ASJ Model 1998¹⁾ に基づく計算結果との比較を図-21、図-22 に示す。対象には、任意に仮想した配置を用いた。ASJ Model 1998 の式は、道路からの距離が同じ場合には騒音レベルも同じ値となるが、実験式は、予測地点ごとに住宅配置を考慮するため、住宅の配置に対応した騒音レベル分布が得られている。

6. むすび

担当 西村清伸

本論文では、戸建て住宅地における道路交通騒音分布の予測をするための検討を行った。まず、1/20 の縮尺模型実験によって得られたデータを検討し、これまでの知見⁶⁾をもとに建物密度、見通し角度、音源からの距離、建物高さ、受音点高さをパラメータとして用いた実験式を導いた。

次に、実験式の特性を踏まえた上で得られた実験式

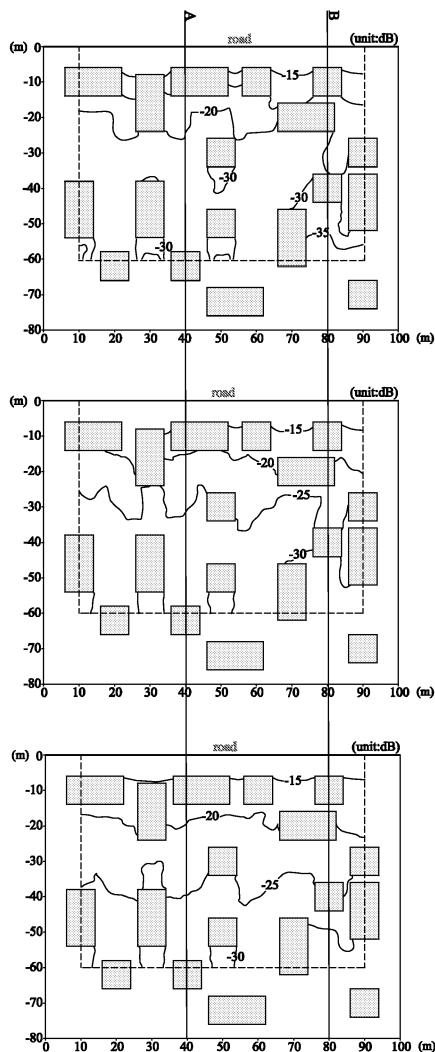


図-19 住宅群による減衰を考慮した騒音レベル分布 (受音点高さ上から 1.2m, 5.2m, 8.2m)

の有効性を検証するため、検証実験、既往の研究との比較、実測値との比較について検討し、実用に耐える精度を持つことを確認した。

さらに、式の適用例として、実験式を用いたシミュレーションを行い、住宅地での騒音レベルの分布の予測に有効であることを示した。

本論文で提案した式によって住宅地内の特定地点の騒音レベルが建物高さや受音点高さも考慮に入れて予測すること、つまり沿道の住宅地における個別の住戸ごとの騒音レベルを階数に応じて予測することができるので、環境基準の評価にも適しており、道路交通騒音を配慮した住宅配置計画や住宅設計にも役立つことができると思われる。

参考文献

- 1) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会, “道路交通騒音の予測モデル ASJ Model 1998,” 日本音響学会誌 55, 281-324 (1999)
- 2) 加来治郎, 山下充康, “騒音の市街地浸透に関する研究,” 音響学会誌 35, 257-261 (1979)
- 3) 曾根敏夫, 香野俊一, 岩瀬昭雄, “自動車走行騒音のパワーレベルスペクトル,” 音響学会誌 50, 233-239 (1994)

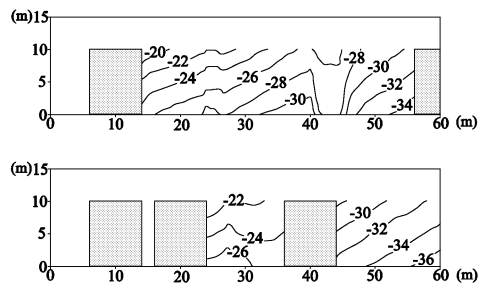


図-20 図-19 で示した断面 A(上), B(下) の騒音レベル分布

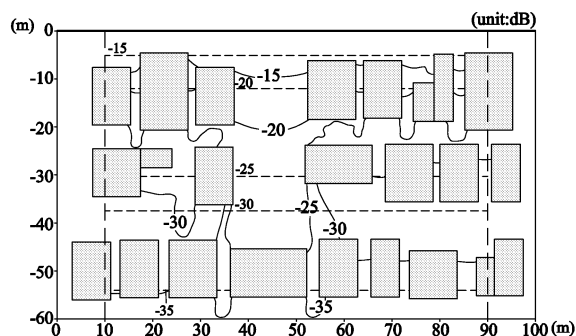


図-21 住宅群による減衰を考慮した騒音レベル分布の計算例 1

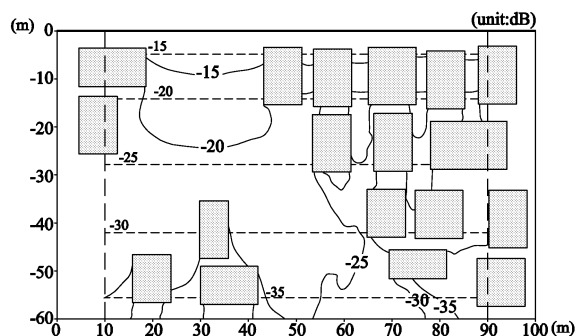


図-22 住宅群による減衰を考慮した騒音レベル分布の計算例 2

- 4) 藤本一寿, 金華日, 白川秀樹, 安永和憲, “戸建て住宅地への道路交通騒音の伝搬,” 音響学会騒音・振動研資 N-98-43, 1-5 (1998)
- 5) H.Kim, K.Fujimoto, H.Sirakawa, and K.Yasunaga, “Propagation of road traffic noise over the detached houses,” Proc.inter-noise 98, Paper No.111(1998).
- 6) 藤本一寿, 安永和憲, 江崎克浩, 大森寛樹, “戸建て住宅群による道路交通騒音の減衰,” 日本音響学会誌 56, 815-824 (2000)
- 7) 上坂克巳, 木村健治, 並河良治, 大西博文, “沿道市街地における道路交通騒音の予測・評価方法に関する研究,” 国土技術政策総合研究所資料 第 2 号 (2001.8)