

平面道路に面する戸建て住宅群による道路交通騒音 減衰量の区間最頻値の簡易予測法

平栗, 靖浩
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

穴井, 謙
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

藤本, 一壽
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

<https://doi.org/10.15017/19100>

出版情報：都市・建築学研究. 12, pp.109-114, 2007-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

平面道路に面する戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の 区間最頻値の簡易予測法

A simple predicting method of the highest frequency level of insertion loss
of road traffic noise caused by detached houses

平栗靖浩*, 穴井 謙*, 藤本一壽*

Yasuhiro HIRAGURI, Ken ANAI and Kazutoshi FUJIMOTO

ASJ RTN-Model 2003, which is generally used for the evaluation of the Environmental Quality Standards for Noise in Japan, estimates the averaged noise levels as the representative value in each estimate section. However, the noise level of each building is greatly changed by the arrangement of buildings. Therefore, it is necessary for the evaluation of the Standards to take the distribution of noise levels in the estimate sections into consideration. From the above viewpoint, we propose a new concept to adopt the highest frequency level of insertion loss of road traffic noise as the representative value of each estimate section, and a simple method to predict the highest frequency level of insertion loss is presented based on the simulation of the insertion losses caused by detached houses by the authors' method (F2006).

Keywords : Road traffic noise, Spatial evaluation, Simple prediction method
道路交通騒音, 面的評価, 簡易予測法

1. はじめに

平成11年4月に施行された「騒音に係る環境基準」¹⁾では、道路に面する地域における騒音は一定地域ごとに基準値を超過する建物の戸数や割合によって評価(“面的評価”)することになっており、またすべての建物について騒音レベルを測定することは困難であることから、騒音を推計することも認めるとされている。騒音の推計には建物群による騒音減衰量を求めることが必要であるが、ASJ RTN-Model 2003²⁾には上坂ら³⁾の研究に基づく建物群背後における平均的な騒音レベルを求める方法として、(1)道路近接建物列と背後建物群のパラメータを用いる方法や(2)街区全体のパラメータを用いる方法などが示されている。また、藤本ら⁴⁾は、より現実に即した環境評価のためには地区内の区間平均値だけではなく特定点の値も必要であるとの考えから、戸建て住宅群による道路交通騒音の減衰量の簡便な予測法 F2006 を提案している。

戸建て住宅地においては、建物背後の騒音レベルは、予

測点から道路が見える場合と見えない場合で異なり、そのために騒音分布は大きな広がりを持つ2峰性の確率分布となることが多い⁵⁾が、ASJ Modelに示されている区間平均値ではこれを適正に捉えることができていない。たとえば、図-1は戸建て住宅地の騒音レベル分布の予測例を示すが、F2006による予測(右図)では、道路からの距離が同じ区間でも建物の配置状況に応じて騒音レベルが異なる様子が捉えられているが、ASJ Modelによる予測(左図)では、道路からの距離が同じ区間では同じ騒音レベルの値となっており、ASJ Modelの与える“区間平均値”が

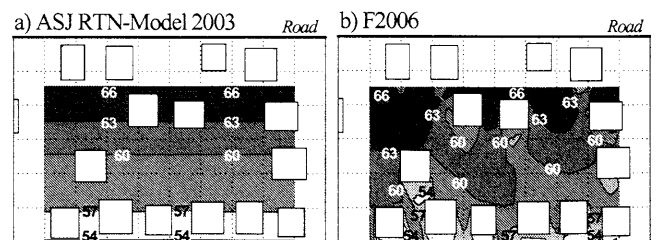


図-1 戸建て住宅地の騒音レベル分布の予測例

* 都市・建築学部門

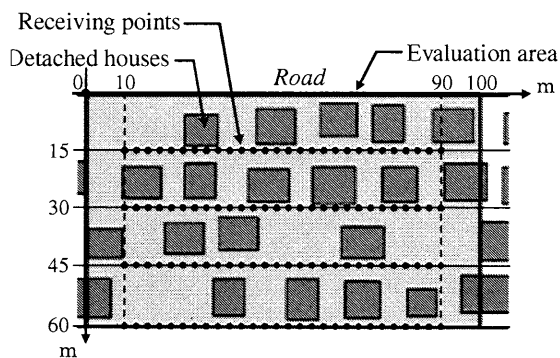


図-2 戸建て住宅群の建物配置と騒音予測点

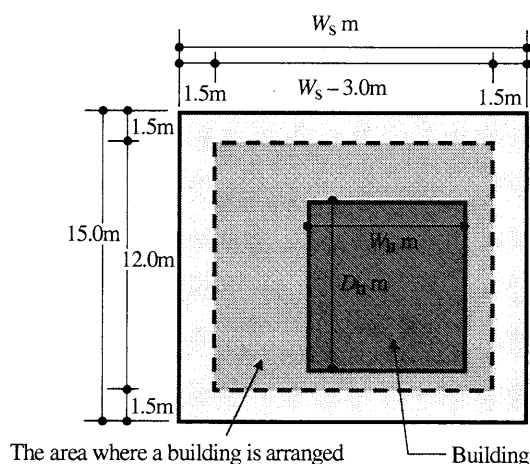


図-3 建物の大きさと位置

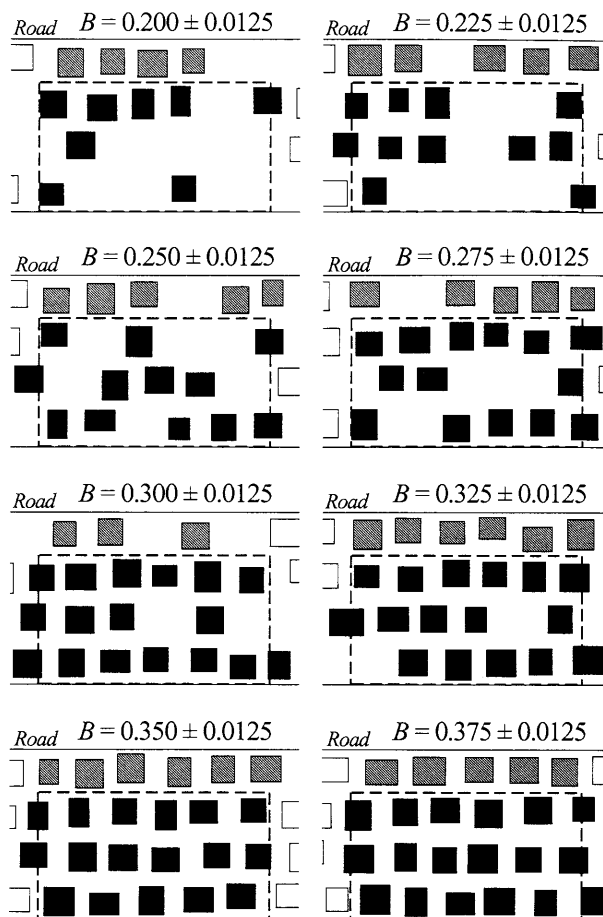


図-4 戸建て住宅の配置例

評価区間内の騒音レベルを正しく代表しているかどうか疑問である。また、近年、自治体等における「騒音に係る環境基準」の評価は、地理情報システムを用いて都市全域について行われるようになりつつあり、騒音予測の簡便さの重要性が増している。

そこで本研究では、戸建て住宅地を対象に、建物背後における騒音レベルの分布を適正に捉えながら、しかも計算に必要なパラメータの少ない簡便な道路交通騒音減衰量の予測法（「環境基準」の“面的評価”に適した騒音予測法）を提案することを目的とする。

2. 戸建て住宅群による騒音減衰量の確率分布

環境基準の評価対象となる市街地における建物の立地状況は多種多様であるが、本研究では、戸建て住宅地を対象とする。すなわち、沿道に戸建て住宅程度の大きさの建物群が並んでいる場合を想定し、その配置を様々に変化させた時の F2006 による騒音減衰量をシミュレーションし、得られた騒音減衰量の確率分布について検討する。

2.1 戸建て住宅群の建物配置と騒音予測区間

戸建て住宅群のモデルを図-2 に示す。100m×60m の地

域に様々な大きさの住宅が平面道路と平行に並んでいる住宅地を想定し、道路からの距離 d が 15 m, 30 m, 45 m, 60 m である騒音予測区間（区間長 80 m）における騒音減衰量をシミュレーションにより求めた。音源の高さは 0.3 m, 受音点の高さは 1.2 m, 建物の高さは 2 階建てを想定し 7 m で一定とした。以上の条件のもと、後述の 8 通りの建物立地密度について騒音減衰量を算出した。

F2006 により得られる特定地点の騒音減衰量は、騒音予測点において、建物が存在しない時の騒音レベルから戸建て住宅群が存在する時の騒音レベルを引いた値（以下、 ΔL_{AE} と呼ぶ）である。騒音予測点は道路と平行に 0.1 m ごとに設定した（計 801 点）。

2.2 建物立地条件

様々な住宅配置における ΔL_{AE} を調べるため、15m× W_s m の長方形の外周から内側 1.5 m を除いた範囲を“建物配置エリア”とし、ここに 1 戸の建物を配置した（図-3）。 W_s は 13 m~17 m の間で発生させた一様乱数により決定した。建物は、幅 W_h が平均 ($W_s \times 0.6$) m, 分散 1 m の正規分布に、奥行き D_h が平均 9 m, 分散 1 m の

正規分布にしたがうと想定し、乱数により建物の大きさを決定し、建物配置エリアにランダムに配置した。評価エリア全体 (100 m×60 m) の建物立地密度 B は 0.200 から 0.375 まで、0.025 刻みの 8 種類とした (図-4)。このとき、乱数を用いて生成した配置のうち B が上記のそれぞれの値から ± 0.0125 を超える場合は除外した。騒音減衰量は建物の配置ごとに異なり、また F2006 では騒音予測点によっても異なるため、同一区間内でもばらつきが生じるが、建物の配置状況が同程度で道路からの距離が等しいときには、しかるべき確率分布にしたがうと予想される。そこで、確率分布が収束すると考えられる 200 回の試行をそれぞれの建物立地密度について行った。

2.3 戸建て住宅群による騒音減衰量の予測結果

F2006 による ΔL_{AE} の確率分布を図-5 (棒グラフ) に示す。F2006 の値は道路が見える場合と見えない場合とで大きく異なるため、どの評価区間においても ΔL_{AE} は広い範囲に分布し、そのほとんどが 2 つの山を持っていることがわかる。道路から受音点までの距離が長くなるにつれ、また建物立地密度が高くなるにつれて、山のピークの ΔL_{AE} は小さい方 (より減衰しない) から大きい方 (より減衰する) へと変化し、1 つ目の山 (図中の右側) から 2 つ目の山 (図中の左側) へと移行する。

したがって、ASJ Model が与える“区間平均値”は、騒音レベルの確率分布がこのように 2 峰性となる場合には代表値として適当でないと考えられる。そこで本研究では、“ある任意の誤差範囲に含まれる区間が最も長く (受音点 が最も多く) なるときの ΔL_{AE} ” を区間代表値とすることを新たに提案する。

建物立地密度 B と道路からの距離 d の組み合わせごとに、全受音点数 (801 点) に対する、 ΔL_{AE} の ± 3 dB の範囲内に含まれる受音点数の割合 (以下、 ± 3 dB の割合と呼ぶ) を図-5 (実線) に示す (例えば、 $B = 0.20$ 、 $d = 15$ m のとき、 ΔL_{AE} が -3 dB ± 3 dB の範囲内に全 801 点中の約 90% の受音点が含まれている)。 ± 3 dB の割合の最大値も、道路から受音点までの距離が長くなるにつれ、また建物立地密度が高くなるにつれて ΔL_{AE} の小さい方 (より減衰しない) から大きい方 (より減衰する) へと変化している。このとき ± 3 dB の割合は、1 つ目の山から 2 つ目の山へと移行するとき (例えば、 $B = 0.300$ 、 $d = 45$ や、 $B = 0.375$ 、 $d = 30$ など) に ± 3 dB の割合の最大値は 60% 以下になるなど、他と比較して小さくなる傾向にある。

各条件における ± 3 dB の割合の最大値とその時の ΔL_{AE} の値を表-1 に示す。 ± 3 dB の割合が最小のものは $B = 0.250$ 、 $d = 60$ m のときの 51.3% であり、次いで $B = 0.225$ 、 $d = 60$ m のときの 55.6% であったが、半分以上の条件では ± 3 dB の割合が 70% を超えていることがわかつ

た。このことから、最頻値を捉えた新たな簡易予測法の必要性が確認できた。

2.4 F2006 による予測から導いた簡易予測法

表-1 の騒音減衰量 ΔL_{AE} から、最頻値を意図した各区間の ΔL_{AE} の代表値は、山が 1 つ目から 2 つ目に移行する場所を除けば、ASJ Model で示されている $a \log_{10}(1 - B^{1/b})$ のような対数による減衰傾向を示していることがわかる (図-6 の黒丸)。そこで、表-1 の結果を基に、目的変数を ΔL_{AE} 、説明変数を建物立地密度 B 、道路からの距離 d として $a \log_{10}(1 - B^{1/b})$ に補正項 c を加えた式で回帰した。このとき、回帰モデルは $B = 0$ のとき $\Delta L_{AE} = 0$ 、 $B = 1$ のとき ΔL_{AE} は発散するものとした。得られた回帰式を式 (1) に示す。なお、本式により得られる ΔL_{AE} は、最頻値を意図した簡易式による予測結果として、以下、ASJ Model の $\overline{\Delta L_{bldgs}}$ と区別するために $\overline{\Delta L_{bldgs}^*}$ と呼ぶ。

$$\overline{\Delta L_{bldgs}^*} = a \log_{10}(1 - B^{1/b}) + c \quad (1)$$

ただし

$\overline{\Delta L_{bldgs}^*}$: 戸建て住宅群による騒音減衰量 (dB)

d : 道路からの距離 (m)

B : 建物立地密度

a : $a = 126 \times (1 - e^{-0.0343d})^{4.72}$

b : $b = \frac{303}{(d-13.3)^2} + 0.861$

c : $c = \frac{4.98e^{-0.004 \times (d-24.3)^2} - 6.39}{1 + e^{\frac{B + 4.36 \times 10^{-6} \times (d-40.2)^3 - 0.289}{0.014}}}$

である。

表-1 確率和 (± 3 dB の割合) の最大値とそのときの ΔL_{AE}

	d [m]			
	15	30	45	60
0.200	90.7 %	85.6 %	83.9 %	67.6 %
	-3.1 dB	-3.9 dB	-4.9 dB	-6.4 dB
0.225	88.5 %	81.7 %	76.7 %	55.6 %
	-3.1 dB	-4.4 dB	-5.6 dB	-7.4 dB
0.250	85.7 %	75.4 %	66.7 %	51.3 %
	-3.1 dB	-4.6 dB	-6.6 dB	-12.9 dB
0.275	81.6 %	71.0 %	63.0 %	57.5 %
	-3.1 dB	-5.4 dB	-8.1 dB	-14.4 dB
0.300	79.2 %	68.1 %	57.5 %	67.7 %
	-3.1 dB	-6.9 dB	-9.1 dB	-16.1 dB
0.325	74.4 %	68.0 %	59.3 %	76.5 %
	-3.1 dB	-7.4 dB	-13.4 dB	-17.6 dB
0.350	70.8 %	66.2 %	65.6 %	83.1 %
	-3.9 dB	-7.6 dB	-14.6 dB	-18.9 dB
0.375	66.7 %	58.6 %	72.1 %	87.3 %
	-5.9 dB	-8.4 dB	-15.6 dB	-19.9 dB

注) 上段: ± 3 dB の割合 [%], 下段: ΔL_{AE} [dB]

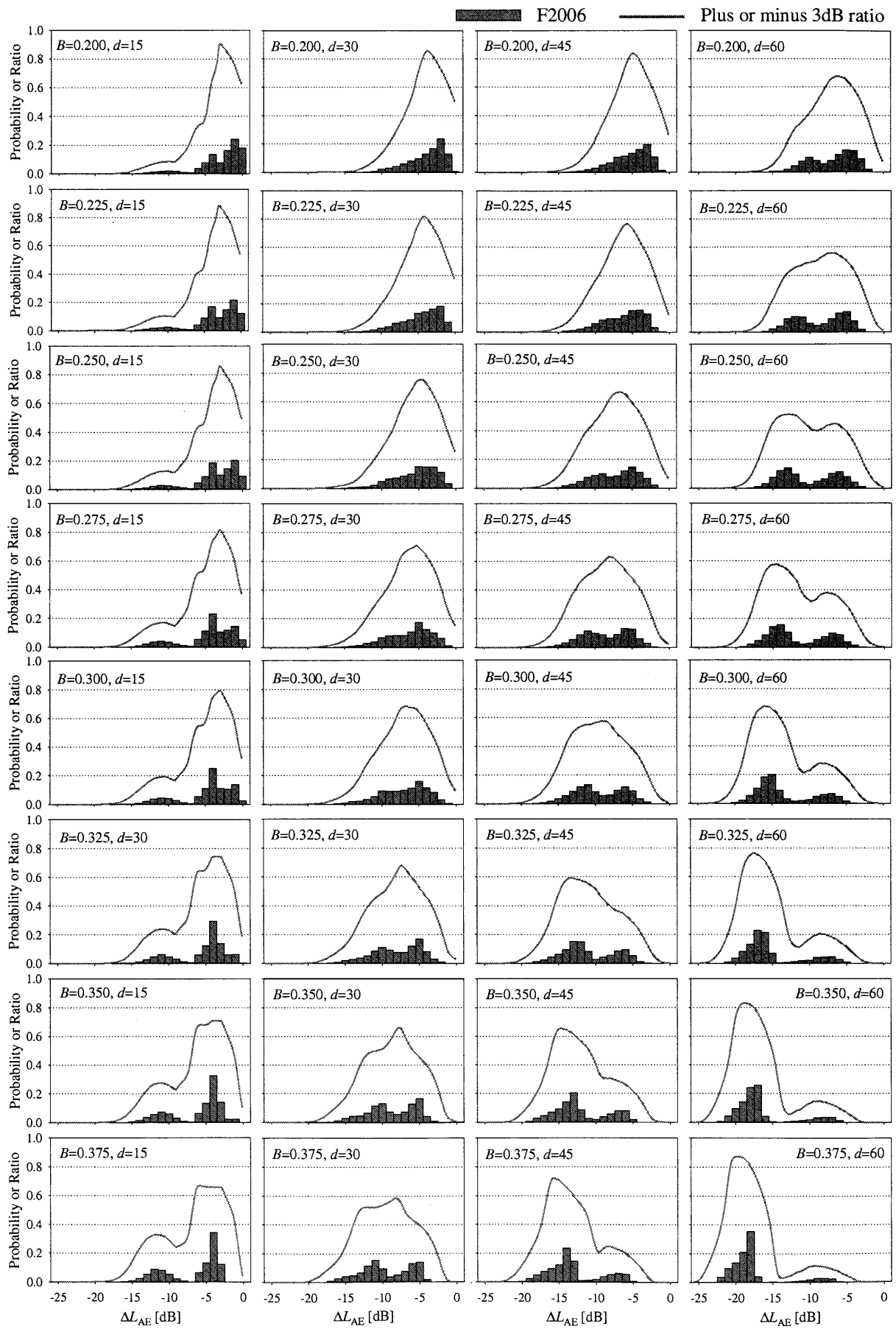


図-5 ΔL_{AE} の確率分布および ± 3 dB の割合の分布

騒音減衰量 $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$ を図-6(実線)に示す。 $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$ は表-1の結果とほぼ一致していることがわかる(決定係数: 0.99)。一方、ASJ Modelの値(図-6の破線)は $d = 15\text{m}$ を除いて減衰量が大きい方の山のピーク(図-5の確率分布を参照)を捉える傾向があり、建物立地密度が小さい場合は $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$ と5dB程度異なる。本式は理論式ではなくF2006に基づく実験式であり、音源の高さ0.3m、受音点

の高さ1.2m、建物の高さ7m、建物立地密度 B が0.200~0.375、道路からの距離 d が15m~60mの戸建て住宅群という限定された条件でしか適用できないが、実際の戸建て住宅地はほとんどこの範囲であるため、実用的には有用な式であると考えている。また、予測式から算出された $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$ から得られる $\pm 3\text{dB}$ の割合は $B = 0.25$, $d = 60\text{m}$ の時に最も小さく45.9%であったが、他の条件ではいずれも50%を、また半数が70%を超えており、幅広く分布する ΔL_{AE} の確率分布を捉えることができた(表-2)。

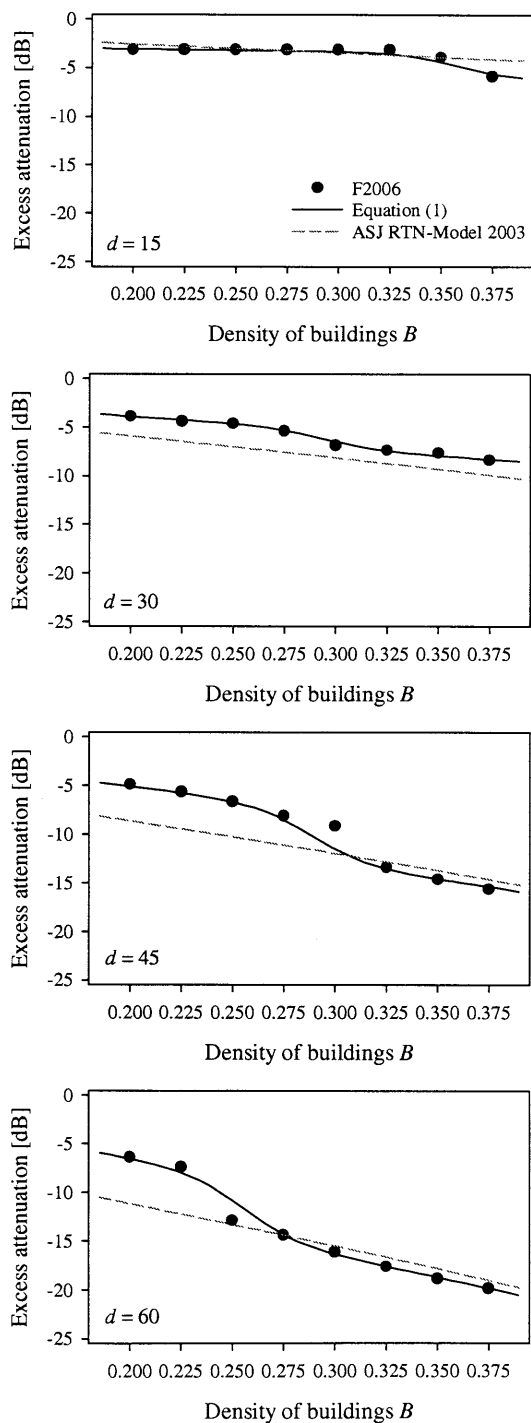


図-6 騒音減衰量と建物立地密度の関係

表-2 $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$ から算出した $\pm 3\text{dB}$ の割合

	d [m]			
	15	30	45	60
0.200	90.7 %	84.4 %	83.3 %	66.9 %
0.225	81.5 %	81.7 %	76.5 %	53.5 %
0.250	80.5 %	75.2 %	66.6 %	45.9 %
B 0.275	78.8 %	71.0 %	61.0 %	57.5 %
0.300	78.3 %	68.1 %	54.4 %	66.6 %
0.325	74.3 %	67.0 %	59.2 %	76.5 %
0.350	69.9 %	64.1 %	65.6 %	83.1 %
0.375	66.6 %	58.6 %	72.1 %	87.3 %

3. 環境基準の評価への適用例

本予測法の有効性について検討するため、図-4に示した8種の戸建て住宅群の配置例について、環境基準を評価した。用いた騒音減衰量の予測手法は、(1) ASJ RTN-Model 2003, (2) 環境省マニュアル(MOE)^{6,7}, (3) 本論文で提案した簡易予測法($\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$), (4) F2006の4種である。ここで、F2006は上記4種の手法の中で最も予測精度が高く、その予測結果は真値に最も近いといえる。したがって、予測法の有効性を検証する上で、F2006での評価結果にどれだけ近い値をとるかとともに、F2006による評価結果を上回らない(環境基準を安全側に評価する)ことに着目することとした。各住戸の騒音レベルを予測するにあたり、小型車類が速度50km/hで定常走行している交通量6,000台/hの1車線道路(単位長さのA特性パワーレベル $L_{\text{WA}} = 88.2\text{dB}$ の線音源)に面しているものとした。すなわち、予測点の騒音レベルを $L_{\text{pA}} = L_{\text{WA}} - 10 \log_{10} d - 8 + \Delta L_x$ で算出した。ここで、 ΔL_x は、ASJ Modelでは建物群による減衰に関する補正値の区間平均値 $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}}$, MOEでは建物群による減衰量 ΔL_{build} , 筆者らの式(1)では $\overline{\Delta L_{\text{bldgs}}^*}$, F2006では ΔL_{AE} を示す。結果(環境基準の達成率)を図-7に示す。ここで、図-4中の黒く網掛けをした住宅が評価対象である。灰色に網掛けした住宅は予測可能範囲の外にあるが、道路から1列目にあるため、すべて環境基準を超過した住戸とした。

環境基準を65dBとした場合、建物立地密度が0.225の

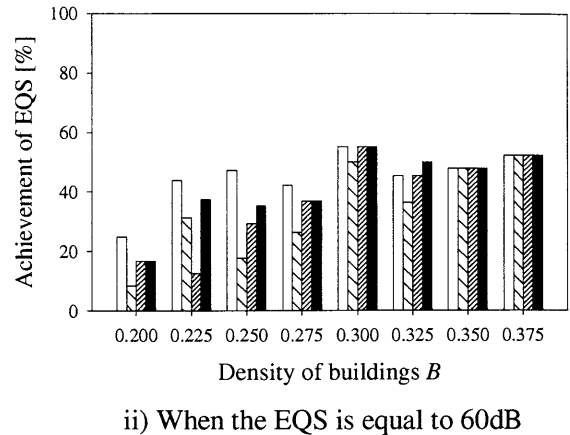
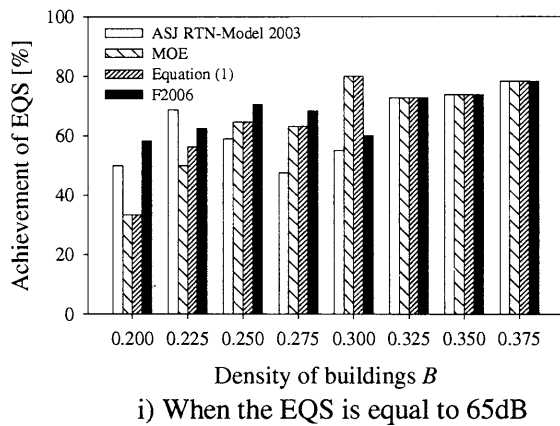


図-7 環境基準の達成率の比較

街区では ASJ Model は他の予測手法より達成率が高くなり、一方で、建物立地密度が 0.300 の街区では MOE と式 (1) での達成率が他の予測法よりも高くなっている。それら以外の建物立地密度の街区では (1)~(3) のどの予測法も F2006 より低く、安全側に評価されている。また建物立地密度が 0.325 より大きい場合は、いずれの予測手法を用いても環境基準の達成率は同じであった。次に、環境基準を 60 dB に設定した場合 (道路の交通量が約 3 倍になるか、もしくは地域類型 C の夜間の基準に相当) についてみると、環境基準を 65 dB とした場合と同様に、建物立地密度が大きくなるといずれの予測手法を用いても環境基準の達成率は同じであった。ところが、建物立地密度が 0.200~0.275 の場合、MOE と式 (1) はいずれも F2006 による達成率を下回っているものの、ASJ Model は F2006 による達成率を上回っている。このことは、今回対象とした建物配置においては、ASJ Model を用いると環境基準の達成率が危険側に評価される可能性が高くなることを示している。

4. おわりに

「騒音に係る環境基準」の面的評価に必要な建物群による騒音減衰量の予測に関して、戸建て住宅地に適用するための簡易予測式を提案した。この予測式は、建物背後の評価区間において、広い範囲に分布し、道路の見通しや周囲の建物配置の状況により 2 峰性の分布になる騒音減衰量の確率分布を考慮に入れたものであり、かつ騒音予測に必要なパラメータが 2 つだけという簡便なものである。本予測手法が対象とするのは、音源高さ 0.3 m、受音点高さ 1.2 m、建物高さ 7 m、建物立地密度 0~0.35、道路からの距離 15 m~60 m の戸建て住宅地であるが、実際の戸建て住宅地に適用可能な実用的な予測式であると考えている。

今後は、受音点の高さや建物の高さなどの条件が異なった場合についても検討する必要がある。

謝辞

本研究は、平成 19 年度環境省地球環境保全等試験研究費「都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究」(研究代表者 今泉博之氏 (産業技術総合研究所)) によるものである。記して感謝します。

参考文献

- 1) 環境庁告示 第 64 号: 騒音に係る環境基準について, 1998.9.
- 2) 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 RTN-Model 2003, 日本音響学会誌, **60**, pp.192-241, 2004.4.
- 3) 上坂克巳, 大西博文, 千葉隆, 高木興一: 道路に面した市街地における区間平均等価騒音レベルの計算方法, 騒音制御, **23**, pp.441-451, 1999.12.
- 4) 藤本一寿, 山口晃治, 中西敏郎, 穴井謙: 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法, 日本音響学会誌, **63**, pp.309-317, 2007.6.
- 5) 藤本一寿, 穴井謙: 道路に面する地域における「騒音に係る環境基準」の面的評価に関する考察, 日本音響学会騒音振動研究会資料 N-2006-18, pp.1-7, 2006.3.
- 6) 環境庁: 騒音に係る環境基準評価マニュアル I 基本評価編, 1999.6.
- 7) 環境庁: 騒音に係る環境基準評価マニュアル II 地域評価編 (道路に面する地域), 2000.4.

(受理:平成 19 年 6 月 7 日)