

## 戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測：切妻屋根あるいは高さが異なる住宅群の場合

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

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

磯谷，賢志  
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

関藤，大樹  
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

<https://doi.org/10.15017/19034>

---

出版情報：都市・建築学研究. 4, pp.139-143, 2003-07-15. 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：

## 戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 —一切妻屋根あるいは高さが異なる住宅群の場合—

Prediction of Excess Attenuation of Road Traffic Noise by Detached Houses:  
Applying of the Formula to Houses with Gable Roofs or Various Heights

藤本一壽\*, 穴井 謙\*, 磯谷賢志\*\*, 関藤大樹\*\*

Kazutoshi FUJIMOTO, Ken ANAI, Kenji ISOGAI and Daiki SEKITO

In the former study, the authors proposed an empirical formula to predict excess attenuation of road traffic noise by detached houses on the basis of the experiment in which model houses with flat roofs and the same height were used. On the other hand, most of detached houses have slanted roofs, and the houses with various heights are mixed in the actual residential houses in Japan. Two experiments were performed in this paper to examine the validity of applying the formula to real residential area. In the first experiment, the model houses with gable roofs were used, and in the second one the houses with various height were mixed in the residential area. The results were compared with the predicted values by the authors' formula, and good agreement was found between them. This shows that the formula is applicable to the houses with gable roofs or various heights.

**Keywords** : *Excess Attenuation, Noise Propagation, Road Traffic Noise, Model Experiment*  
超過減衰, 騒音伝搬, 道路交通騒音, 模型実験

### 1. はじめに

平成11年4月に施行された新しい「騒音に係る環境基準」<sup>1)</sup>では、道路に面する地域において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、建物による騒音減衰量を求めることが必要となるが、複雑な形状の建物が複数建っている市街地における騒音の伝搬を理論的に取り扱うのは大変難しい。ASJ RTN-Model 1998<sup>2)</sup>には、上坂ら<sup>3)</sup>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が示されているが、より現実に即した環境評価のためには、このような地区内の平均的な値だけではなく特定点の値も必要であると考えられる。

このような観点から、筆者らは、縮尺模型実験により、道路交通騒音が戸建て住宅地に伝搬する際の騒音減衰量の予測方法について検討し、見通し角度 $\phi$ 、建物率 $\xi$ 、道路

からの距離 $d$ 、建物高さ $H$ 、受音点高さ $hp$ の5つのパラメータから騒音減衰量を簡便に求める予測式(1)を提案した<sup>4)5)</sup>。

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

$\Delta L_{AE}$  : 住宅群による騒音減衰量 (dB)  
 $\phi$  : 見通し角度 (rad)  
 $\xi$  : 建物率  
 $d$  : 道路(車線)からの距離 (m)  
 $H$  : 建物高さ (m)  
 $hp$  : 受音点高さ (m)  
 $a$  :  $a = p + q \log_{10} d$   
 $p$  :  $p = 2.03H - 2.63hp + 4.64$   
 $q$  :  $q = -1.10H + 1.47hp - 1.21$   
 $b$  :  $b = 10^{(sd+t)/a}$   
 $s$  :  $s = -0.0023H - 0.009hp - 0.123$   
 $t$  :  $t = -0.29H + 0.94hp - 3.74$   
 $u$  :  $u = -20.0$   
 $v$  :  $v = 6.59$

\* 都市・建築学部門

\*\* 空間システム専攻修士課程

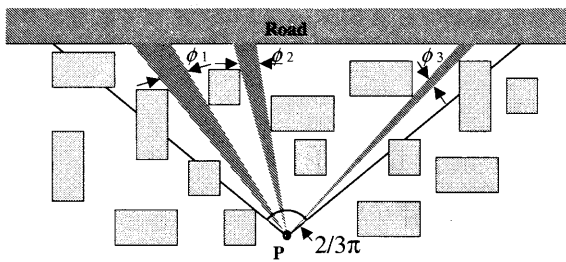


Fig.1 基準3角形と見通し角度  $\phi$  ( $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \dots$ )

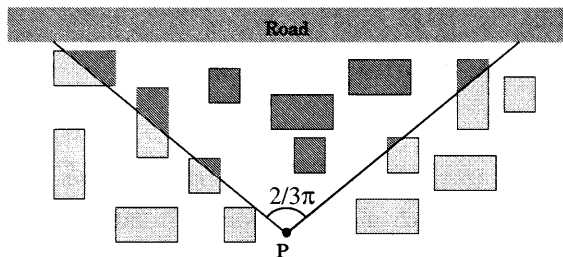


Fig.2 建物率  $\xi$

上記の式(1)において、見通し角度  $\phi (= \phi_1 + \phi_2 + \dots)$  とは、Fig.1 に示すように、受音点 P から道路への垂線を中心とした角度  $2\pi/3$  の2等辺3角形(以下、基準3角形と呼ぶ)を想定したときの基準3角形内の受音点から道路が見える角度を、建物率  $\xi$  とは、Fig.2 に示すように、基準3角形の面積に対する配置された住宅面積の合計の割合のことをいう。また予測式(1)の適用範囲は、式を導出した条件から、予測地点は道路から50mまで、建物率  $\xi$  は0.4まで、建物高さ  $H$  は10mまで、予測点高さは建物高さ以下に限定される。

この予測式は、住宅地に同じ高さの陸屋根の住宅群がランダムに配置されていると想定した模型実験から導出された実験式である。一方、現実の住宅は陸屋根ばかりとは限らず、また異なる高さの住宅が混在している場合も少なくない。したがって、予測式(1)を実際の住宅地に適用するにあたっては、陸屋根でない住宅や異なる高さの住宅が混在する場合の式の有効性について検討しておく必要がある。

そこで本論文では、実際の住宅地を想定した2種類の模型実験から、提案した予測式が切妻屋根の住宅にも適用できるかどうか、高さの異なる住宅が混在している場合にも予測式が適用できるかどうか、できるならば建物高さの設定をどのようにすればよいか、について検討した。

## 2. 模型実験

### 2.1 実験の概要

Fig.3 に示すように、半無響室内の反射性の床上の  $100\text{m} \times 80\text{m}$  (実スケール) の範囲に住宅模型を配置し、直

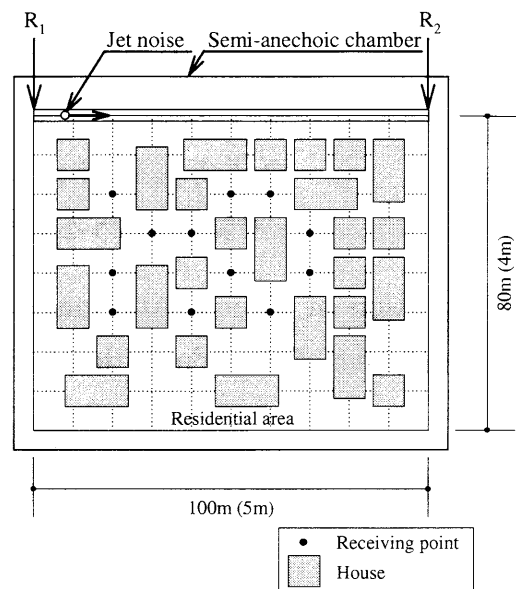


Fig.3 模型実験の概要

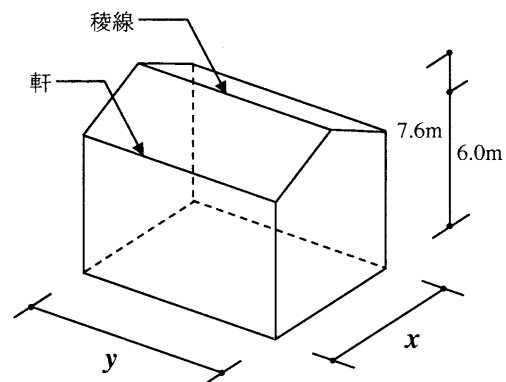


Fig.4 切妻住宅模型

線道路 ( $R_1R_2$ ) から道路交通騒音を想定した音を発生させたときの住宅地内の受音点における音圧レベルを測定し、住宅群による道路交通騒音減衰量を求める実験を行った。模型の縮尺は  $1/20$  とした。

### 2.2 住宅地モデル

住宅模型は、実験の周波数においてほぼ完全反射とみなすことのできる発泡スチロールで製作した。後述のように実験は2種類あり、実験Iでは、屋根の形状の影響を検討することを目的として屋根を切妻とした住宅模型を、実験IIでは、高さの異なる住宅が混在している場合にも予測式が適用できるかどうかを検討することを目的として、高さの異なる陸屋根の住宅模型を用いた。

### 2.3 音源と受音点

音源にはジェットノイズを使用した。この音源の周波数特性は道路交通騒音を概ねカバーする  $200 \sim 1,600\text{Hz}$  (実スケール) であり、この周波数の範囲でほぼ点音源とみなす

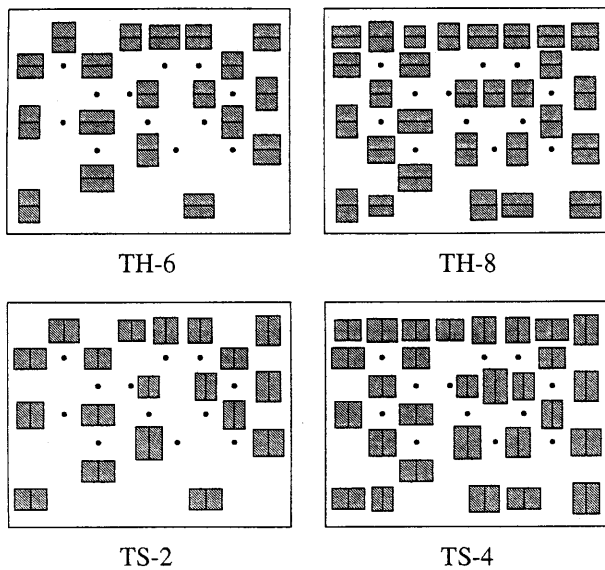


Fig.5 切妻住宅の配置

ことができる。なお、音源の高さは0.5mである。

また、受音点のマイクロホン出力信号をデジタルフィルタを用いて周波数補正し、音源が道路交通騒音のスペクトル<sup>6)</sup>を有する場合に受音点でA特性音圧レベル( $L_{pA}$ )が得られるようにした。

### 2.4 騒音減衰量の算出

模型実験で得られるユニットパターン(車両がFig.3に示す100mの直線道路 $R_1R_2$ を走行したときに受音点で測定される騒音レベルの時間変動)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測定値 $L_{AE0}$ と建物を配置した場合の測定値 $L_{AE1}$ から、住宅群による騒音減衰量 $\Delta L_{AE}(=L_{AE1}-L_{AE0})$ を求めた。なお、ここで定義する減衰量は通常の定義と符号が逆である。

### 3. 切妻屋根住宅への適用

予測式(1)を導出した実験では陸屋根の住宅模型を使用した。我が国の戸建て住宅は陸屋根よりも切妻や寄棟など傾斜のある屋根の方が多い。そこで第1の検討(実験I)として、切妻屋根の住宅模型を用いた場合の模型実験を行って、予測式(1)が切妻屋根住宅へ適用できるかどうかについて検討した。

#### 3.1 住宅地モデル

千葉県松戸市内の道路に面した住宅地(100m×80m)を想定して、Fig.4に示すように平面を矩形( $x: 7.4m \sim 12.2m, y: 7.4m \sim 11.6m$ )、屋根を切妻(稜線の高さ7.6m、軒の高さ6.0m)にモデル化した住宅を、Fig.5に示すように屋根の稜線が道路に平行になるように配置した場合(TH-6, 8)と、道路に垂直になるように配置した場合(TS-2, 4)のそれぞれ2通り、計4通りの住宅地モデルを設定した。家屋密度は、TH-6は20.2%、TH-8は29.9%、TS-2

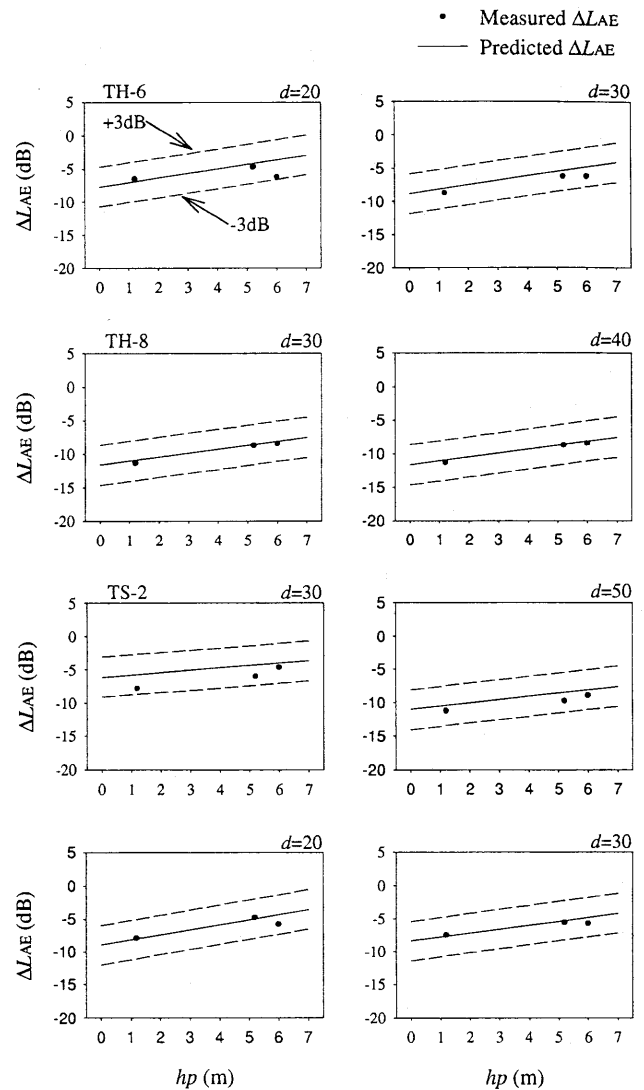


Fig.6 切妻住宅の実験値と(1)式による予測値の比較

は19.4%、TS-4は29.9%である。受音点はFig.5に示す●で、道路から20m、30m、40m、50mの距離にそれぞれ3点ずつ、計12点設定した。受音点高さ $hp$ は1.2m、5.2m、6.0mとした。いずれも予測式(1)の適用範囲内である。

#### 3.2 実験結果

実験結果の一例をFig.6に示す。ここに示していないものも含めて、予測値と実験値の差は、屋根の稜線が道路に平行な住宅配置でも、道路に垂直な住宅配置でも概ね $\pm 3dB$ 以内に収まっており、予測式(1)は、受音点が軒の高さ以下の場合、切妻屋根の住宅にも適用可能であることが検証された。

#### 4. 高さの異なる住宅が混在している場合への適用

予測式(1)を導出した実験で用いた住宅は、平面が8m×8mと8m×16mの2種類、高さは1階建て(4m)、2階建て(7m)、3階建て(10m)の3種類の直方体でモデル化し、同じ高さの住宅が配置された住宅地を想定していた。それ故、予測式の建物高さに関するパラメータも一つ

である。

しかしながら、実際の住宅地では高さの異なる住宅が混在しているのが一般的である。したがって、予測式を実際の住宅地に適用しようとするとき、予測式がそのような住宅地にも適用できるか、適用できるならば高さの異なる住宅が混在している場合の建物高さはどのように設定すればよいかについて検討しておく必要がある。そこで、第2の検討(実験II)として、高さの異なる陸屋根の住宅が混在する住宅地を用いた模型実験を行って、上記のことについて検討した。

#### 4.1 住宅地モデル

Fig.7 に示すように、高さの異なる住宅を家屋密度23.2%, 32.8% となるように配置した2種類の住宅地モデルを設定した。Fig.7 中の住宅に記した数字は、それぞれの住宅の建物高さ(m)を示す。受音点はFig.7 に示す●で、道路から20m, 30m, 40m, 50mの距離にそれぞれ2点ずつ、計8点設定した。いずれも予測式(1)の適用範囲内である。

#### 4.2 建物平均高さの検討

予測式(1)では建物高さは一つのパラメータ  $H$  で表しているため、予測式を高さの異なる住宅が混在している場合に適用するためには、道路から受音点に伝搬する騒音に影響を及ぼす建物の高さの情報を一つのパラメータで捉える必要がある。ここでは、受音点の騒音減衰量に影響を及ぼすと考えられる建物の抽出として Fig.8 に示す5種類を考え、騒音予測パラメータとして該当する建物の“平均高さ”  $\bar{H}_i (i = 1, 2, \dots, 5)$  を考えてみた。

$\bar{H}_1$  は基準3角形内の建物の平均高さ、 $\bar{H}_2$  は基準3角形に触れている住宅も含めた建物の平均高さ、 $\bar{H}_3$  は受音点を通る道路と平行な直線を引いたときにその直線よりも道路側の建物の平均高さ、 $\bar{H}_4$  はその直線に触れる住宅も含めた建物の平均高さ、 $\bar{H}_5$  は住宅地内すべての建物の平均高さである。 $\bar{H}_i$  の添字番号の若い方が、“基準3角形内の住宅配置から騒音予測に必要なパラメータを決定する”とした予測式の考え方により近く、逆に番号が大きくなる

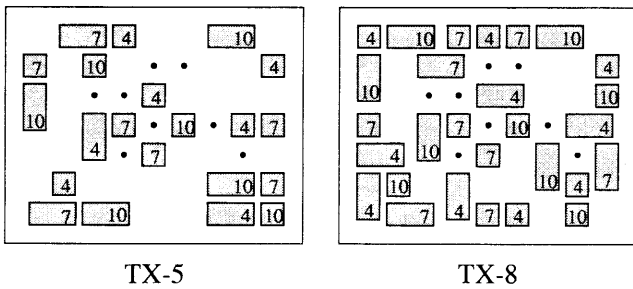


Fig.7 高さの異なる住宅が混在している場合

につれて算出が容易なパラメータであるといえる。

TX-5において、 $\bar{H}_1$  は5.4m~8.7m、 $\bar{H}_2$  は7.0m~8.0m、 $\bar{H}_3$  は7.0m~7.5m、 $\bar{H}_4$  は7.0m~7.6m、 $\bar{H}_5$  は7.2mであった。TX-8において、 $\bar{H}_1$  は6.5m~7.5m、 $\bar{H}_2$  は6.7m~8.3m、 $\bar{H}_3$  は7.3m~7.8m、 $\bar{H}_4$  は7.3~7.7m、 $\bar{H}_5$  は7.0mであった。受音点高さ  $h_p$  は、6.5m, 7.0m, 7.5m, 8.0m からそれぞれの  $\bar{H}_i$  付近になるように3点選んだ。

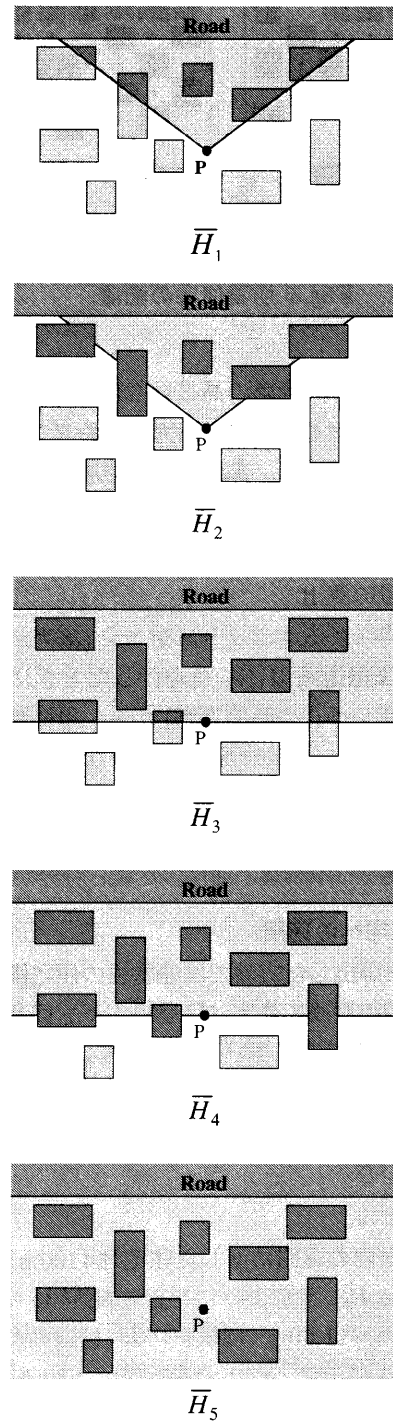


Fig.8 建物平均高さ  $\bar{H}_i (i = 1, 2, \dots, 5)$

### 4.3 実験結果と考察

一例として、 $\bar{H}_3$  で予測した予測値と実験結果の比較を Fig.9 に示す。予測値は実験結果とよく対応しているといえる。ここに示していない他の  $\bar{H}_i$  で予測した場合も同じようなよい対応が得られた。これは、予測値が見通し角度  $\phi$  に大きく依存しており、建物高さ  $H$  の変化に対してあまり変化しないことによるものと考えられる。そこで、 $\bar{H}_1 \sim \bar{H}_5$  による予測値と実験値との差の2乗平均値 (RMS) を算出してみた。結果を Fig.10 に示す。 $\bar{H}_i$  が変化しても RMS はあまり変化せず、系統的な変化も認められない。

以上から、高さの異なる住宅が混在している場合にも予測式 (1) は適用可能であり、予測式の  $H$  に代えて、Fig.8 に示すいずれの  $\bar{H}_i (i = 1, 2, \dots, 5)$  を用いてもよいといえる。

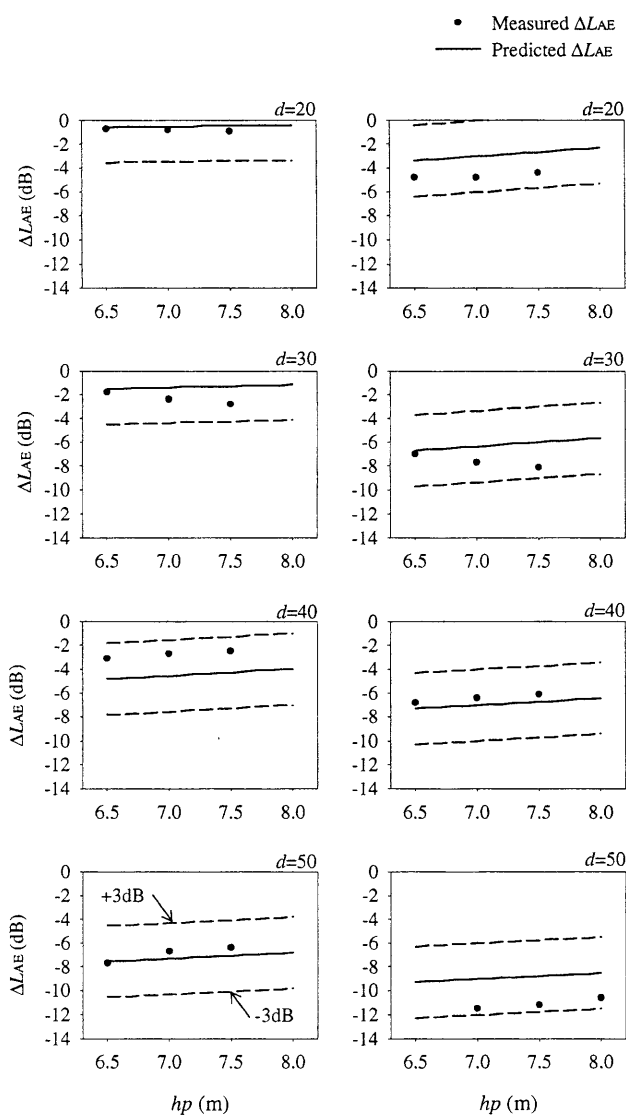


Fig.9 予測値と実験値の比較 ( $\bar{H}_3$  で予測)

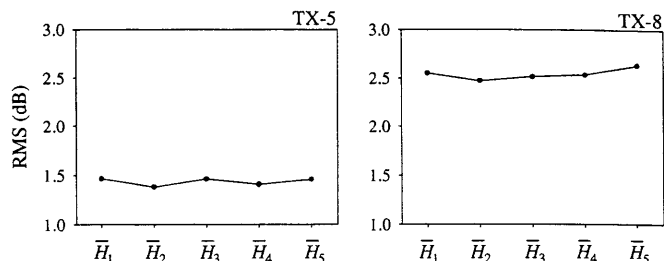


Fig.10 予測値と実験値の差の2乗平均値

### 5. まとめ

戸建て住宅群による道路交通騒音の減衰を簡便に予測することを目的として筆者らが提案した予測式 (1) が、切妻屋根の住宅に適用できること、高さの異なる住宅が混在している場合に適用できることを模型実験によって検証した。その結果、予測式は受音点高さが軒の高さ以下ならば切妻屋根の住宅にも適用可能であり、また高さの異なる住宅が混在している場合は、予測式のパラメータ  $H$  の代わりに建物平均高さ  $\bar{H}_i$  を与えることで適用可能であることが分かった。

本論文の検討結果から、筆者らが提案した戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測式は、住宅の形や配置が複雑である実際の住宅地へ適用可能であることが検証された。

### 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人産業技術総合研究所との共同研究「GISを用いた都市域音環境管理に関する研究」によるものである。

### 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.
- 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 Model 1998, 日本音響学会誌, 第55巻, pp.281-324, 1999.
- 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, 第23巻, pp.441-451, 1999.
- 4) Ken Anai and Kazutoshi Fujimoto: Prediction of excess attenuation of road traffic noise by detached houses, FORUM ACUSTICUM SEVILLA 2002, NOI-06-011, 2002.
- 5) Kazutoshi Fujimoto, Ken Anai and Ryusei Ohta: Excess attenuation of road traffic noise by detached houses: Predictions when receiving points are lower than houses, *Acoustical Science and Technology*, Vol.24, pp.120-129, 2003.
- 6) 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とスペクトル, 日本音響学会誌, 第50巻, pp.233-239, 1994.

(受理:平成15年6月12日)