

サッシュ (開口部) の遮音性能とその予測

Sound Insulation of Openings and Noise Level Prediction

小原 弘之¹ 川上 正男¹
Hiroyuki Obara Masao Kawakami

【要旨】

集合住宅において施工前に室内騒音の予測を実施するケースが多い。この予測検討の際に、外部騒音設定の仕方や外部騒音が透過してくる部位の設定条件で、予測した室内騒音の値が大きく異なる結果となる。本報告では、鉄道騒音を対象にした測定事例を元に、サッシュと給気口に着目し室内騒音の予測を行い、その結果より、給気口の予測に対する影響について検討した。更に、サッシュや給気口を選定する場合の組み合わせの基本事項及び、現地で測定した騒音レベルから概略的に開口部仕様を選定する目的的な計算方法について記述した。

【キーワード】 騒音 遮音 鉄道騒音 開口部 給気口

1. はじめに

集合住宅における騒音源としては、種々のものが存在するが、入居者の行動と無関係なものとして、サッシュから透過してくる車や鉄道の騒音がある。本報告では、集合住宅における開口部の遮音性能について、予測上のパラメータとして、サッシュ及び給気口に着目した予測値と実測値の比較を行い、そのばらつきについて検討を加えるものとした。また、開口部仕様選定に関する基本事項についても、合わせて記述する。

2. 鉄道騒音の測定事例

2.1 内外音圧レベルの測定結果

測定事例は、表 - 1 に示した 3 例であり、サッシュの仕様はすべて異なっている。給気口 (100mm) についても、対策有 (GWタイプ)・無となっている。測定は、外部のバルコニー中央 1 点、室内の居室中央 1 点にて、普通騒音計を用いた同時測定を実施した。通常、鉄道騒音の評価値は $L_{e,q}$ を用いるが、本報告では、列車通過

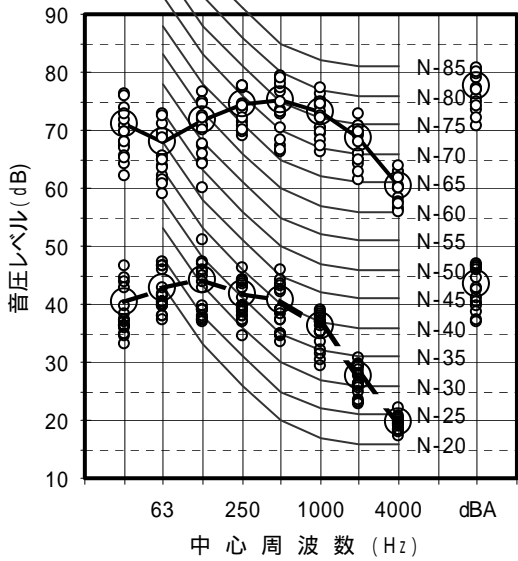
時の最大値を検討値に用いた。測定結果を、図 - 1 に示した。いずれの外部騒音も 250 ~ 1000 Hz の音圧レベルが大きく、また、N 曲線により決定される室内音圧の決定周波数は、500 又は 1000 Hz であった。

2.2 内外音圧レベル差

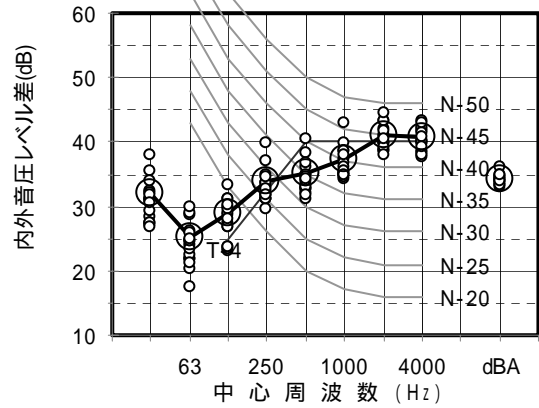
図 - 2 に事例毎に内外音圧レベル差を求めた。各図には、現地で用いたサッシュの等級曲線 (T - 2 ~ 4) も図示している。どの事例でも 250 Hz 以下は、等級曲線より大きな値となっているが、500 ~ 1000 Hz では、5 dB 程度低い値となっていた。

	測定条件						
	居室	開口面積	床仕上	給気対策	給気口	測定値	開口仕様
事例 1	5階和室	2.5	畳	有	閉	max	T-4
事例 2	5階LD	2.9	フローリング	有	閉	max	T-3
事例 3	2階LD	4.0	フローリング	無	閉	max	T-2
事例 3	5階LD	4.0	フローリング	無	閉	max	T-2
事例 3	2階LD	4.0	フローリング	無	開	max	T-2
事例 3	5階LD	4.0	フローリング	無	開	max	T-2
事例 3	8階LD	4.0	フローリング	無	開	max	T-2
事例 3	12階LD	4.0	フローリング	無	開	max	T-2

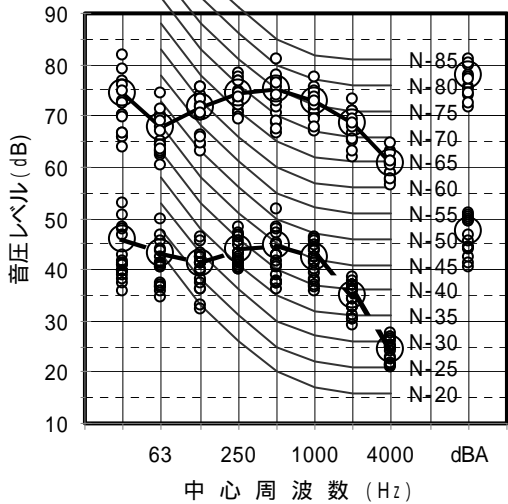
事例1 外部・室内の音圧レベル周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策有 / 給気口 閉 / T-4等級 / 分析データ数 16 >



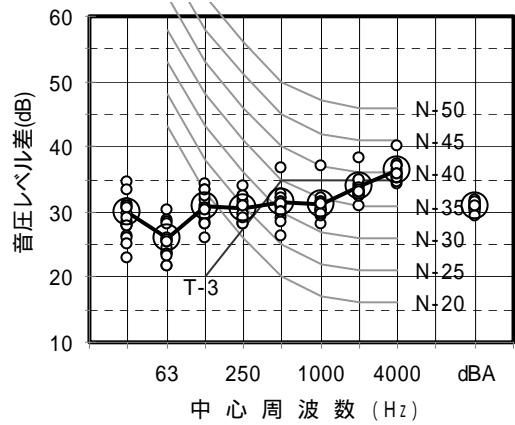
事例1 外部・室内の音圧レベル差 周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策有 / 給気口 閉 / T-4等級 / 分析データ数 16 >



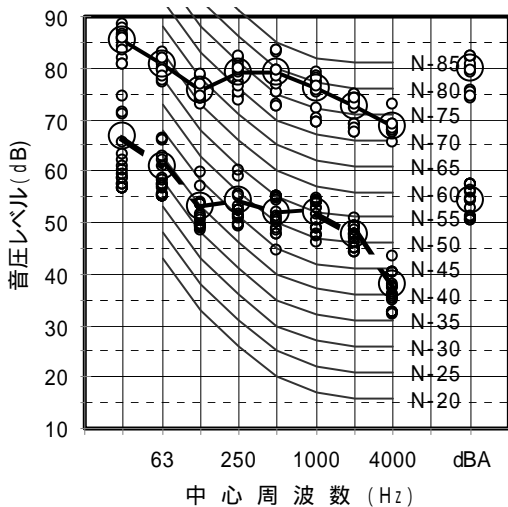
事例2 外部・室内の音圧レベル周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策有 / 給気口 閉 / T-3等級 / 分析データ数 16 >



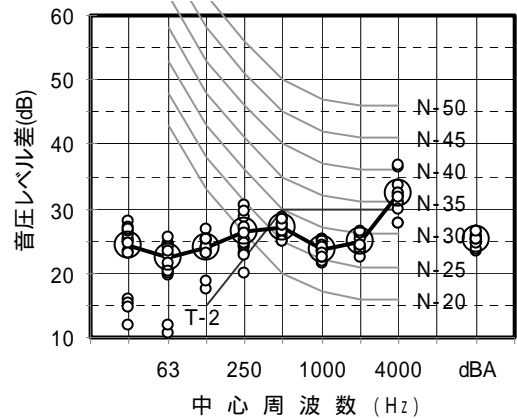
事例2 外部・室内の音圧レベル差 周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策有 / 給気口 閉 / T-3等級 / 分析データ数 16 >



事例3 外部・室内の音圧レベル周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策無 / 給気口 開・閉 / T-2等級 / 分析データ数 14 >



事例3 外部・室内の音圧レベル差 周波数特性 - AP max -
 < ガラリ対策無 / 給気口 開・閉 / T-2等級 / 分析データ数 14 >



○ 個別データ ● 平均値
 — 外部音圧レベル平均値 — 内部音圧レベル平均値

図 - 1 内外音圧レベル測定結果

図 - 2 内外音圧レベル差

3. 室内騒音予測におけるサッシュと給気口

3.1 予測方法とその条件

予測計算上給気口の影響がどの程度であるかを確認するため、鉄道騒音測定結果を元に、室内騒音の予測を行った。予測計算は個別データの各平均値において行った。予測式は、文献2)に示されている式(1)を用いた。予測に関する諸条件は表-2, 3である。但し、給気口の透過損失は、文献3)を参考に基準化音響透過損失を用いた。

$$L_i = L_0 - TL + 10 \log(S/A) \quad \text{式(1)}$$

L_i 室内騒音レベル (dB)

L_0 外部騒音レベル (dB)

TL 壁・サッシュ・給気口を考慮した

総合透過損失 (dB)

S 透過面積 (外壁・サッシュ面積のみとした) (m²)

A 室内吸音力 (m²)

3.2 予測結果

(1) 予測計算上の給気口の影響

図-3から、給気口の透過損失を無視することは、実測値より10dB以上低い予測値となり、危険側となることが分かる。また、給気口を考慮した場合事例1, 2においては、ほぼ全体的に安全側に評価されるが、事例3の給気口防音対策なしの場合は、1000~2000Hzで実測値を下回る結果となっていることが分かる。

予測値と実測値のN数、騒音レベルを比較すると、ほぼ予測値の評価結果は、安全側になっている。従って、事前予測を行う場合、サッシュ及び給気口を考慮する事が重要であると言える。

表-2 予測の透過損失の設定⁶⁾

	オクターブバンド中心周波数 (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
RC150+発泡ウレタン+PB (GL張)	37	39	44	51	59	67
サッシュ部 (2重サッシュT-4)	25	33	40	40	40	40
サッシュ部 (6+6 T-3)	20	28	35	35	35	35
サッシュ部 (FL10 T-2)	15	23	30	30	30	30
給気口 (GW有) : 基準化音響透過損失	24	21	13	24	25	28
給気口 (GW無) : 基準化音響透過損失	26	21	13	21	18	20

表-3 予測の室内吸音率の設定⁵⁾

	オクターブバンド中心周波数 (Hz)					
	125	250	500	1K	2K	4K
室名	125	250	500	1K	2K	4K
和室	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15
洋室 (カーペット)	0.10	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14
洋室 (フローリング)	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10

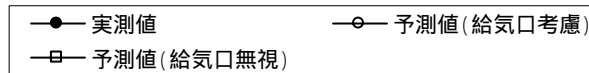
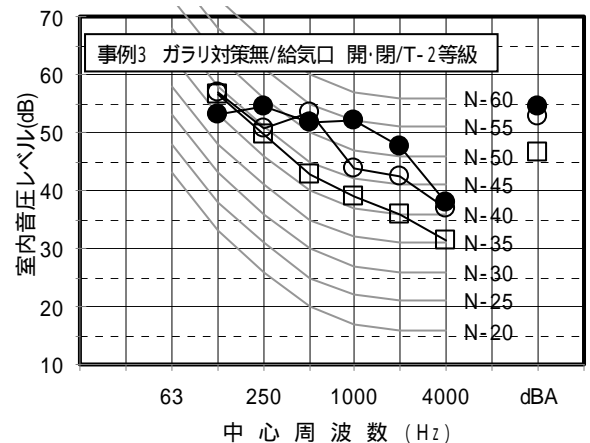
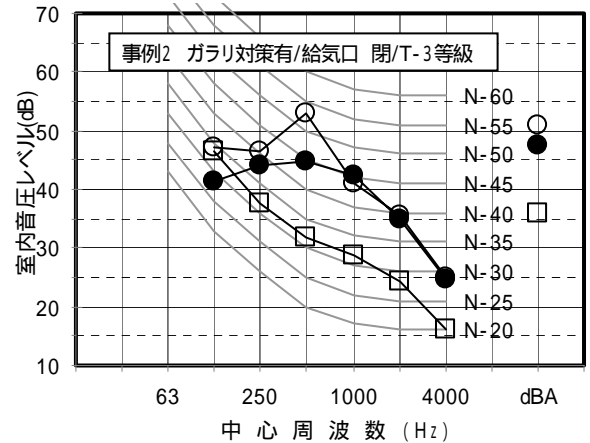
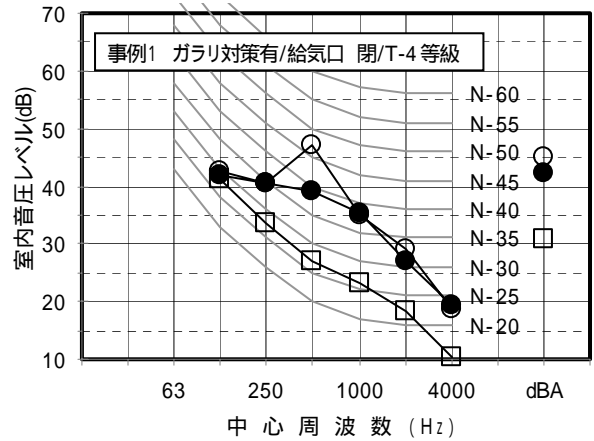


図-3 室内音圧レベルの予測と実測の比較

表-4 予測値と実測値の比較 (給気口考慮)

		実測値	予測値
N数	事例1	39	47
	事例2	45	53
	事例3	55	54
dBA	事例1	42	45
	事例2	47	51
	事例3	54	53

(2) 予測値と実測値のばらつき

鉄道騒音に対して、室内騒音が決定される周波数特性は、500Hzや1000Hzである場合が多く、この周波数においてどの程度予測上の精度が確保されるかが、全体の予測精度に反映されることになる。そこで図-3の給気口を考慮した予測値に関し、500Hz、1000Hz、騒音レベルの各々について「実測値と予測値のばらつき」がどの程度か確認するため、その比較を図4に示した。図中右上に示した数字は、実測値と予測値差である。+側は実測値の方が小さく、-側は実測値の

方が大きいことを示している。T-4、3などの遮音等級が高いサッシの場合、500Hzで予測値と実測値の差が9dBと大きくなっている。これは、対策有りの給気口遮音性能が表-2に示すように、サッシの遮音性能より10dB以上低い設定としているため、計算上は、この給気口の性能で全体の遮音性能が決定されることになる。そのため、各サッシ等の遮音性能は計算上あまり寄与してこないことも考えられる。しかしながら、図2の実測値では、サッシの遮音性能が高くなれば、内外音圧レベル差も高くなっているため、実際の現場で

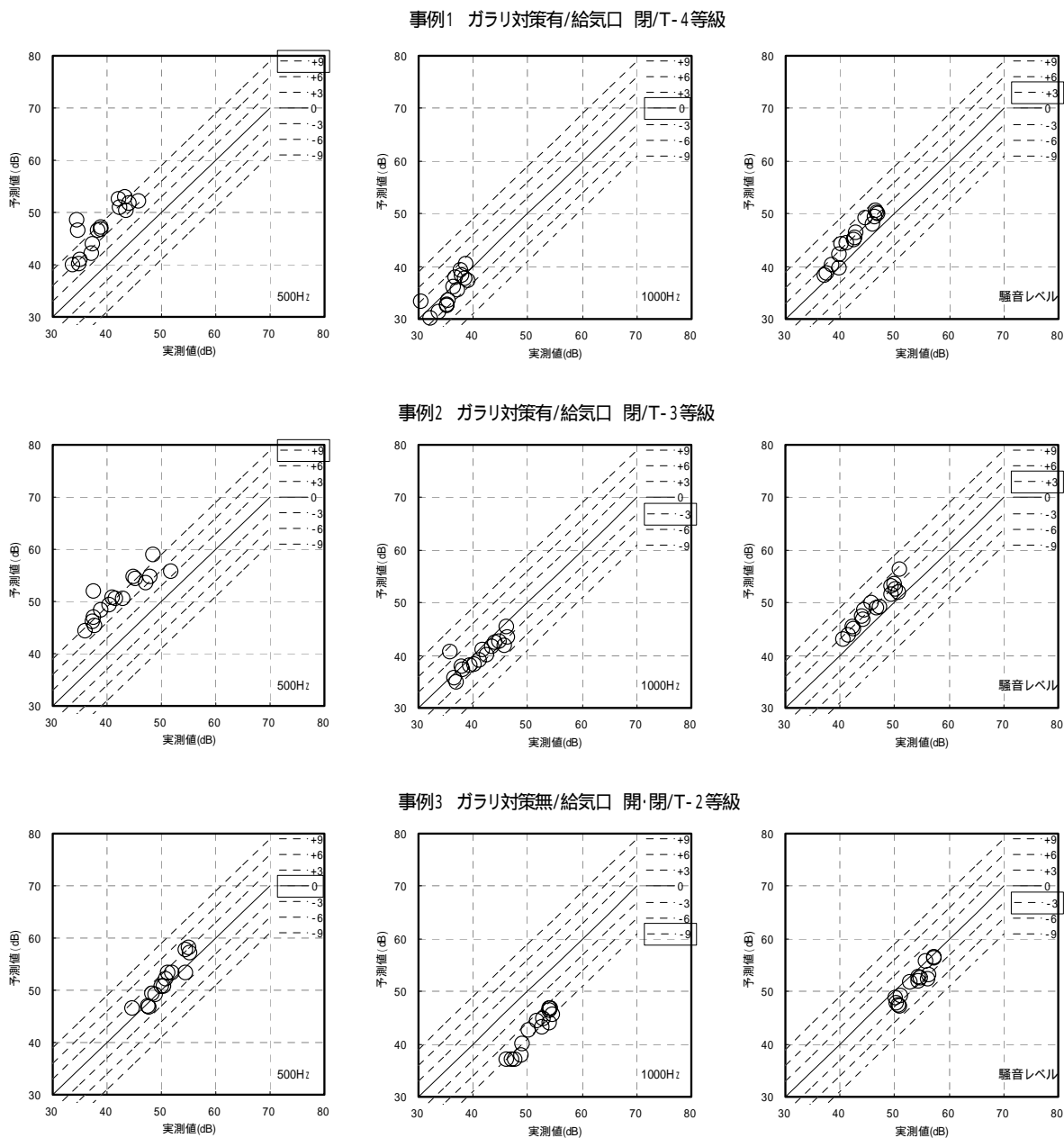


図-4 実測値と予測値のばらつき

の測定では、計算上ほどその影響が大きい可能性がある。また、事例3のT-2と給気口対策なしの場合、事例1, 2とは逆で、1000Hzが実測値より9dB低い予測値となっている。これは、対策なしの給気口の遮音性能が、実際より大きく評価されている可能性がある。これらの点は、事前予測で留意すべき点である。このように個々の周波数を予測することはかなり難しいことであるが、騒音レベルでのばらつきをみると、どの場合も、全体的に3dB程度の範囲に収まる傾向が見られ、騒音レベルの予測精度としては高いことが分かる。

今回の検討結果のみ見る限りでは、防音仕様を施した給気口の遮音性能は500Hzにおいて9dB程度現在の設定より低く評価し、防音対策仕様でない給気口の1000Hzは9dB程度下げて予測することが妥当ではないかと考えられる。これらの検討は、今後現場測定を通して実証していく必要があり、予測がより正確にできれば、効率的なコストで、効果的な遮音性能を得る事ができる。その意味も含め、上記の内容を検証することは、非常に重要といえる。

4. 開口部仕様の選定について

4.1 サッシュ仕様と給気口

開口部仕様は、外部騒音レベルと室内騒音レベルの目標値の関係で決定される。外部騒音レベルの大きさによっては、サッシュと給気口の仕様を、通常よりグレードの高いものとする必要が出てくる。

一般的に、サッシュがT-3等級以上の場合、二重サッシュや防音合わせガラスが必要となる。また、その場合、給気口も防音対策仕様とすることが条件となる。開口部同士の遮音性能のバランスを配慮しないと、個々の部位の性能を十分に発揮できない事になるので注意が必要である。表5には、サッシュ等級と給気口対策について一般的な組み合わせを示した。

表-5 サッシュと給気口の基本的な組み合わせ

等級	サッシュとガラス厚	給気口防音
T-1	25等級+ガラス厚5mm～	場合により検討
T-2	30等級+ガラス厚5mm～	
T-3 以上	30等級+防音合わせ(FL6+FL6等) 二重 ガラス厚5mm等	必要

4.2 室内騒音の目安の算出

T-2等級とT-3等級以上では、サッシュ仕様や給気口仕様等コスト面でも大きな違いがあるため、それらの仕様をある程度想定しておく必要がある。3.で実施した室内騒音レベルの予測は、計算方法など通常では馴染みがないため、単純に実施できるものでない。そこで、以下では、T-2等級かT-3等級以上かの線引き程度の目安を付けるため、事例3のデータを元に概算計算を参考として示した。

(1) 外部騒音の設定 L_0

外部騒音レベルは計画場所により異なるので、実際に騒音計で列車通過時の騒音レベル(L_0)最大値を読取る。

外部騒音レベル L_0 = 列車通過時の最大値

(2) 500Hzの音圧レベル $L_{0(500)}$

これまでの測定事例を見ても、室内騒音レベルをほぼ決定するのは、500Hzと考えられる。そのため、過去に鉄道騒音を対象に実施した測定事例107データから、外部騒音レベルに用いる500Hzの音圧レベルを推定した。その結果、図-5から、全体的な平均は、騒音レベルより1dB程度低い値が500Hzの音圧レベルとなっていた。そこで、測定された騒音レベルから1dB低い音圧レベルと考える。

$$L_{0(500)} = L_0 - 1 \text{ dB}$$

(3) 500Hzの開口部の総合透過損失 $TL_{(500)}$

式(1)のTLに相当するサッシュ(4m²程度)・給気口の透過損失は、予測時で計算上20dB程度である。

$$TL_{(500)} = 20 \text{ dB}$$

(4) 500Hzの $10\log(S/A)_{(500)}$

通常のマンションの場合、この項は-3程度となる。

$$10\log(S/A)_{(500)} = -3$$

以上(1)～(4)を整理すると、T-2等級(給気口対策なし)の場合、 $L_i = L_0 - TL + 10\log(S/A)$

$$= L_0 - 1 - 20 - 3$$

$$= L_0 - 24$$

となる。これは、図-2で示した事例3の騒音レベルの内外音圧レベル差(約25dB)の値に近いものとなる。

即ち、計画地で測定された騒音レベルから、凡そ25dB程度引いた結果が、凡そ、T-2等級、給気口防音対策なしの500Hzの音圧レベル(=N数、騒音レベ

ル)に相当すると考えられる。データ数は少ないが、この計算式で事例3を計算した結果を図6に示した。

この結果を室内騒音レベル目標値と比較して、T-2等級(給気口防音対策なし)で目標値が満足できそうか、或いは、T-3等級(給気口対策あり)が必要かの目安は付けられると考えられる。周波数別の詳細検討は、後日実施すれば良いことになる。時間的な制約を受ける場合は、最低でもこの上記程度の確認は実施し、開口部周りの仕様を選定しておく必要がある。

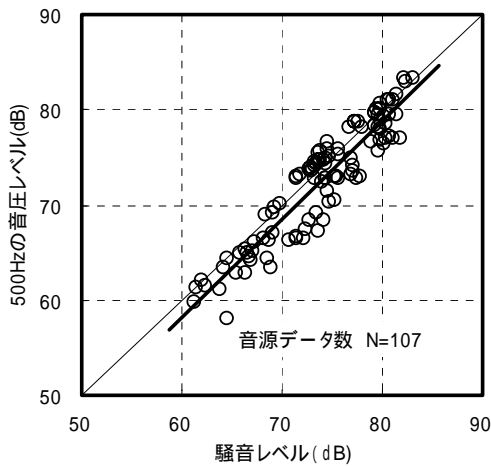


図-5 鉄道騒音の騒音レベルに対する500Hzの音圧レベル

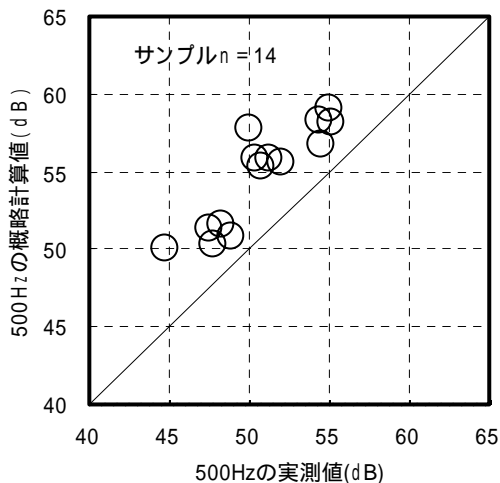


図-6 概略計算の算出結果

5. おわりに

透過損失については、サッシの場合、各メーカーから必要な情報を集め易いが、給気口対策に関しては、対策商品の同種データが、充実しているとは言いにくい。しかし本測定データからは、騒音レベルの予測で、凡そ3 dB程度の範囲で評価ができることを確認した。実測の事例数が少ないため、今後も継続して、予測誤差の検証を継続して行うことが必要である。

今回、サッシと給気口に注目してその予測について記述したが、施工後のサッシは、その調整度合いにより、10 dB程度は変化する。最近では、ハイサッシなど開口の大きな仕様も増えており、隙間の影響などが大きくなる傾向にあるため、実際の測定前には必ずサッシ調整を確認した後にを行うことが必要である。

【参考文献】

- 1) 羽染, 列車騒音に対する遮音,
no.94/jun1996 音響技術 PP.15~19
- 2) 日本建築学会編, 実務的騒音対策指針(応用編)
- 3) 大内, 子安, 大川, 自然換気口の遮音性能について
日本建築学会大会学術講演梗概 2001.9.PP.165~168
- 4) 村石, 子安, 小開口の測定方法
no.64/dec.1988 音響技術
- 5) 松本, 室間の遮音計算法と検討の進め方
no.101/mar.1998 音響技術 PP.9~15
- 6) 田野, 中川, 縄岡, 平松, 建築と音のトラブル他
発行所 (株)学芸出版