

- 研究 -

航空機騒音を対象とした住宅 の防音対策（第3報）

- 部位別音響透過損失の測定 -

石井 誠 飯沼 善範^{*1} 平間 昭光^{*2}
佐藤 義明^{*2} 長谷川 優^{*2}

Development of a Technique to Soundproof Houses Against Aircraft Noise ()

- Performance of Sound Transmission Loss at Some Building Elements -

Makoto ISHII Yoshinori IINUMA Akimitsu HIRAMA
Yoshiaki SATOH Masaru HASEGAWA

住宅の部位別モデルによる遮音性能測定結果から、次のことが明らかとなった。

1) 軸組内断熱工法、2×4工法、軸組外断熱工法間での遮音性能は基本的には同等と見てよいが、外断熱工法においては、断熱材の材質や面材の構成などにより、低音域での遮音性能低下が見られた。

2) 壁部分と屋根部分の性能を比較すると、屋根部分の方が高い遮音性能であった。これは、内外装間にある空気層厚さの違いによるものと思われる。

Keywords : 航空機騒音, 壁, 屋根, 音響透過損失
aircraft noise, wall, roof, sound transmission loss

The sound transmission loss of some building elements, i.e. walls, roofs and wood windows, was investigated. The results were summarized as follows;

1. The performances of sound insulation for conventional and 2×4 construction were almost the same. Outside - insulated structures had lower performance at the low frequency bands than inside - insulated ones.

2. In comparison with the walls and the roofs, the performance of the roofs was higher than that of walls. It was considered that this was due to the difference of the depth of the air layer between the inside and outside plate.

1. はじめに

北海道で普及している高気密・高断熱住宅の航空機騒音を対象にして、その遮音性能について検討を行った。

第1報¹⁾では、小型航空機の発着する飛行場について、周辺の住宅がさらされるとされる騒音レベルを推定し、小型航空機程度の騒音では、住宅の遮音性能は、D - 30程度あればよいことを示した。第2報²⁾では、北海道で一般的に建てられている高気密住宅の外周壁の遮音性能について調べ、第1報で得られた結果との比較を行い、住宅の防音改修の改善量について検討を加えた。

本報告では、外壁と屋根の試験パネルを作製し、そ

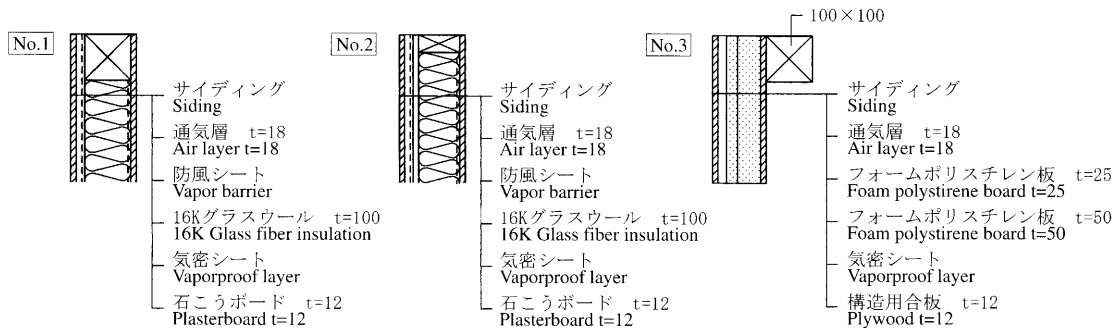
れらの音響透過損失を測定し、部位別に考慮すべき点について検討した。また、参考のために木製サッシについても測定を行った。

2. 既成の防音改修方法

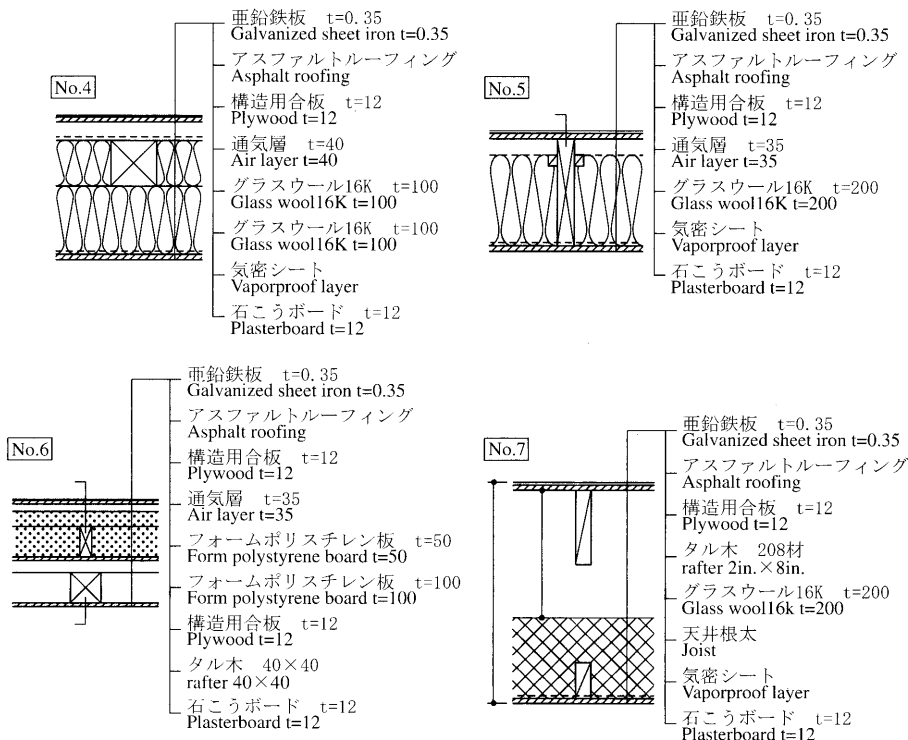
現在、防音改修をする場合に行われている方法には、次のようなものがある³⁾。

住宅の防音を考えた場合、特に窓の遮音性能が大きく影響するため、窓の多層化を行うことが最も簡便に出来る防音改修方法である。そのため、既存の窓の内側または外側にPVCサッシ、アルミサッシや木製サッシを追加して施工する。

外壁の遮音性能向上のためには、外壁の内装に厚



第1図 試験体の構造 (壁パネル)
Fig. 1. Structure of specimen (wall panel).



第2図 試験体の構造 (屋根パネル)
Fig. 2. Structure of specimen (roof panel).

第1表 試験パネルの概要
Table 1. Outline of tested panel.

試験体 No. Specimen No.	部位 Element	駆体工法 Structure	断熱工法 Insulation method	総厚さ Total thickness (mm)	面密度 Plate density (kg/m ²)
1	壁 Wall	在来 Conventional	充てん Inside thermal insulation	142	25.1
2	壁 Wall	2×4 2×4	充てん Inside thermal insulation	143	33.1
3	壁 Wall	在来 Conventional	外張り Outside thermal insulation	217	32.9
4	屋根 Roof	在来（登り梁構造） Conventional (Couple roof construction)	充てん Inside thermal insulation	314	27.4
5	屋根 Roof	2×4（タル木構造） 2×4 (Close-couple roof construction)	充てん Inside thermal insulation	259	26.8
6	屋根 Roof	在来（登り梁構造） Conventional (Couple roof construction)	外張り Outside thermal insulation	291	35.6
7	屋根 Roof	2×4（タル木構造） 2×4 (Close-couple roof construction)	吹き込み Loose full thermal insulation	540	26.6

さ25mmの24K無機質繊維吸音材を貼り、その上に仕上げ材を追加する。また、外部騒音が大きい地域では、無機質繊維吸音材と仕上げ材の間に軟質遮音シートを貼る方法がとられる。

天井は吊り天井構造とし、天井材の上に無機質繊維吸音材を挿入する。

3. 試験体の概要

3.1 試験パネルの形状

試験を行ったパネルの寸法は、1,820×1,820mmである。また、工法は軸組内断熱工法、2×4工法、軸

組外断熱工法の3種類とし、各工法の壁構造、屋根構造のものを試験した。試験パネル断面形状を第1図、第2図に、概要を第1表に示す。

3.2 木製サッシ

試験に供した木製サッシは、北海道内で製造されている外開き+はめ殺しコンビネーションサッシである。試験体数は5社5体であった。

サッシに使用したガラスは、すべて3mm-12mm(空気層)-3mm構成の複層ガラスである。

なお、これらのサッシは同一構造の別の試験体で行った気密試験の結果から、JIS A 4706-1996（サッシ）に規定された気密性能A-4等級を満足しているものと思われる。

4. 試験方法

壁および屋根パネルの試験は、第3図に示す簡易残響室を用いてJIS A1416-1994「実験室における音響透過損失測定方法」に準拠して行った。測定点は、音源側、受音側とも3点とし、測定周波数は1/3オクターブバンドで100～5,000Hzであった。測定を行った試験室の残響時間を第2表に示す。また、室容積は、音源側16m³、受音側327m³であった。

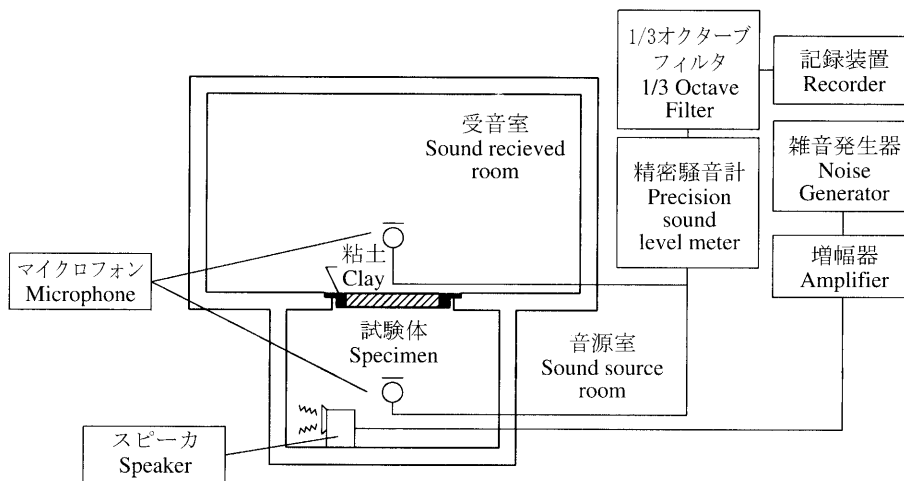
なお、各測定室の吸音特性は、JISなどの測定規格とかなり異なる。そのため、測定値自体は精度の高くないものと思われ、壁面と屋根面との周波数特性の比較についてだけ検討を行った。

木製サッシの試験は、第4図に示す音源、受音室とも容積167m³の残響室を用いて試験パネルと同様の試験を行った。測定点は、音源側、受音側とも5点である。

音響透過損失の算出には、試験パネル、木製サッシとも次式を用いた。

$$TL = D + 10 \log_{10} (S/A)$$

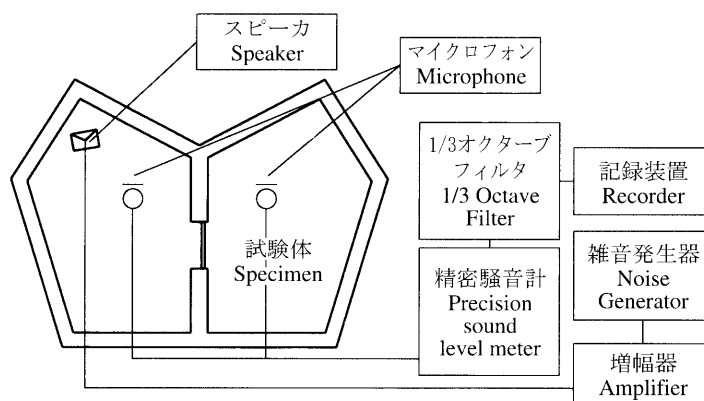
$$D = L_1 - L_2$$



第3図 部位別試験体パネルの音響透過損失の測定装置の概要
 Fig. 3. Method for measurement of sound transmission loss at each building elements.

第2表 試験パネル測定時の残響時間
 Table 2. Reverberation time of laboratory tested panels.

周波数 Frequency (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
音源室 (秒) Sound source room (sec)	1.4	1.2	1.1	1.4	1.7	2.2
受音室 (秒) Sound receive room (sec)	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8



第4図 残響室法音響透過損失の測定装置の概要
 Fig. 4. Method for measurement of sound transmission loss used reverberation room.

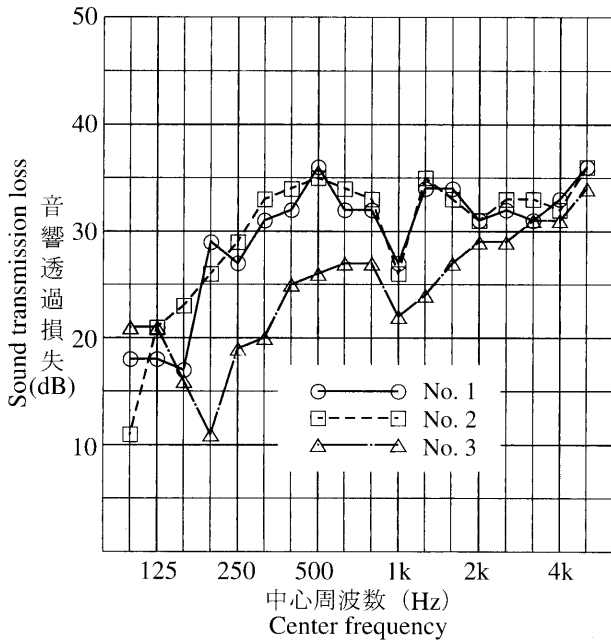
ここで、TL：音響透過損失(dB)，D：室間音圧レベル差(dB)，S：試験体面積(m²)，A：受音室吸音力
 L_1 ：音源室平均音圧レベル(dB)， L_2 ：受音室平均音圧レベル(dB)である。

なお、受音室の吸音力は、各室の残響時間から算

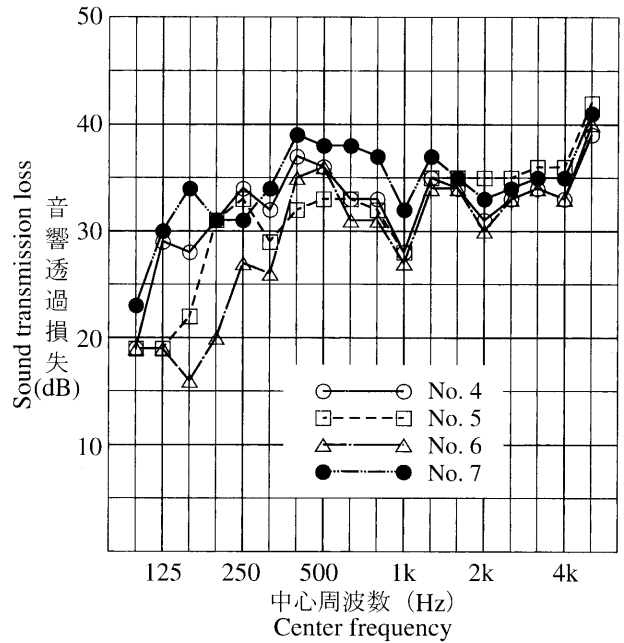
出した。

5. 結果および考察

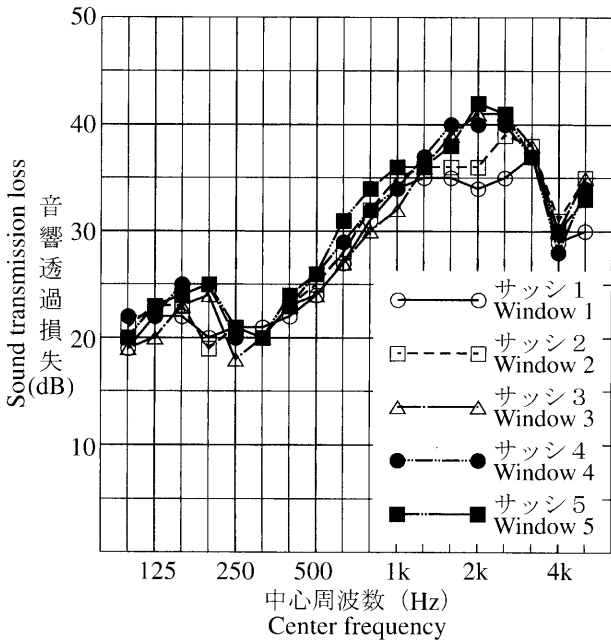
壁パネルの試験結果を第5図に示す。軸組在来工法と2×4工法のものでは、遮音特性はほとんど変わら



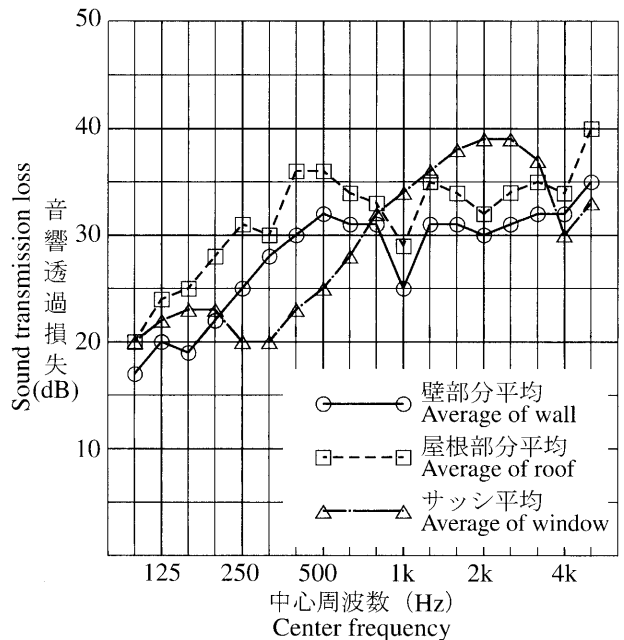
第5図 測定結果（壁パネル）
凡例：番号は第1表参照
Fig. 5. Results of measurement (wall panel).
Legend : Symbols are shown in Table 1.



第6図 測定結果（屋根パネル）
凡例：番号は第1表参照
Fig. 6. Results of measurement (roof panel).
Legend : Symbols are shown in Table 1.



第7図 測定結果（木製サッシ）
Fig. 7. Results of measurement (Wood window).



第8図 各部位の測定結果の平均値の比較
Fig. 8. Comparison of results of each elements.

なかった。また、それらと外断熱工法のものでは、中音域で外断熱工法のものの方が10dB程度低い性能であった。これは、柱間に施工したグラスウールの有無および面材間の空気層厚さが薄いなどが原因として考えられる。また、外断熱に使用されるフォームポリスチレン板は、遮音性に寄与していないと思われる。なお、外断熱工法の内外装材の面密度および通気層

厚さから共鳴透過周波数を概算すると186Hzとなり、200Hz近辺での落ち込みとよく一致した。

屋根パネルの試験結果を第6図に示す。それぞれの工法を比較すると、低中音域では天井断熱構造のものがやや高いが、それ以上ではほとんど同程度の性能であった。外断熱工法のもの、壁パネル同様に160Hz近辺に大きな落ち込みが見られた。

全体的に見ると、1kHzに小さい落ち込みが見られる。これは、壁パネルの場合のサイディング材および屋根パネルの場合の屋根仕上げ材の厚さ、材料密度などから推定されるコインシデンス限界周波数⁴⁾と一致する。また、高音域では、文献⁵⁾に見られる外周壁の測定結果よりかなり低い値となった。これは、受音室側の吸音力の評価方法、試験体周囲のコンクリートスラブ厚さが薄い（170mm）ことなどが考えられるが、原因は特定出来ていない。今後、再度検討する必要がある。

サッシの試験結果を第7図に示す。それを見ると、メーカーによる性能の違いは見られず、同じ傾向を示した。また、12mm空気層の複層ガラスの特性である250Hz近辺での共鳴透過、3.15kHzでのコインシデンス効果による性能低下が見られた。なお、これらのサッシはいずれもJIS A 4706-1996（サッシ）のT-1等級の性能であった。

各部位の音響透過損失平均値を比較したのが、第8図である。前述のように、壁・屋根パネルとサッシの試験方法が異なるため、直接比較は出来ない。壁パネルと屋根パネルを比較すると、全周波数帯域で屋根パネルの方が高い遮音性能を示した。これは、内外の面材間隔による違いと思われる。

6. おわりに

住宅の部位ごとの遮音性能を比較するために、在来工法および2×4工法の壁、屋根部分のパネルを作製し、簡易測定室を用いて、その音響透過損失を測定した。また、参考のために、木製サッシについても残響室を用いて音響透過損失を測定した。

その結果、工法による違いは見られなかった。部位別の比較では、屋根部分の方が壁部分より高い遮音性能であった。

文 献

- 1) 石井 誠 ほか3名：林産試験場報，10(5)，1-5(1996).
- 2) 石井 誠 ほか3名：林産試験場報，13(2)，1-7(1999).
- 3) 北海道住宅防音設計事務所協会編：住宅防音工事標準詳細図(1992).
- 4) 日本建築学会編：建築の音環境設計，58-59(1986).
- 5) 安岡正人 ほか3名：日本建築学会論文報告集，第345号，218 - 225(1984).

—企画指導部 企画課—

—*1：北海道 建設部 建築指導課—

—*2：性能部 性能開発科—

(原稿受理：99.5.7)