

## 木製サッシの防音改修の検討

平 間 昭 光      千 野      昭  
佐 藤 義 明      長谷川      優  
石 井      誠

### Modifying the Sound Insulation Efficiency of Wooden-Frame Windows

Akimitsu HIRAMA      Akira CHINO  
Yoshiaki SATOH      Masaru HASEGAWA  
Makoto ISHII

To discover a method that will improve the sound insulation efficiency of wooden-frame windows, it was examined the sound insulation performance of louver blinds, combination windows and box windows. The results are summarized as follows:

- (1) By attaching a louver blind to the wooden-frame window whose sound insulation grade was under Ts-25, the grade became nearly Ts-40.
- (2) By transforming the above wooden-frame window into a double combined casement window, its sound insulation grade became more than Ts-35.
- (3) The grade of a box window built by transforming a wooden-frame window was more than Ts-40.

木製サッシの防音改修方法の検討を行うために、罌戸、結合窓、箱窓等の窓構造の遮音性について比較検討を行った。

その結果は以下のように要約される。

- (1) Ts - 25以下の遮音性能のサッシが、罌戸を付加することによりTs - 40に近い性能が得られた。
- (2) 結合窓にすることにより、Ts - 35以上の性能が得られた。
- (3) 箱窓にすることにより、Ts - 40以上の性能が得られた。

#### 1. 緒 言

最近、北海道で<騒音>という言葉がよく聞かれるようになった。これは、単に自動車や航空機などの交通騒音や工場騒音にさらされる機会が増えているだけでなく、騒音に対する住民の意識が高くなってき

ているためであると思われる。。

北海道では、断熱性能、気密性能などに優れた木製サッシの需要が急増している。これらのサッシに関する研究は、断熱、気密に関する性能について行われているが、遮音に関しては、ほとんど行われていない。

木製サッシを使用することが多い中部ヨーロッパでの遮音に関する報告は、その評価方法や普及しているサッシの開閉方式が日本と異なるため、それらを基礎データとして扱うことは難しい状況にある。

現在のところ、サッシの遮音性能は、日本工業規格による基準 (JIS A 4706 - 1989サッシ)<sup>1)</sup> で評価されているが、日本の住宅は外回りの開口部にアルミサッシを用いるのが主流であり、JISの規格では、木は種類も多く、サッシ用材として適切な基準を定めることが難しいため、木製サッシの扱いについては、適用範囲外となっている。

また、開口部にいろいろな種類の材料を複合して使用する場合、遮音の機構を考えるうえで一重壁の質量則のように精度の高い予測を行うことは現在のところ無理なので、試作、実測によって透過損失のデータを十分把握してから実用に供することが望ましいと考えられる。

このような状況に鑑み、木製サッシを村象に、最も

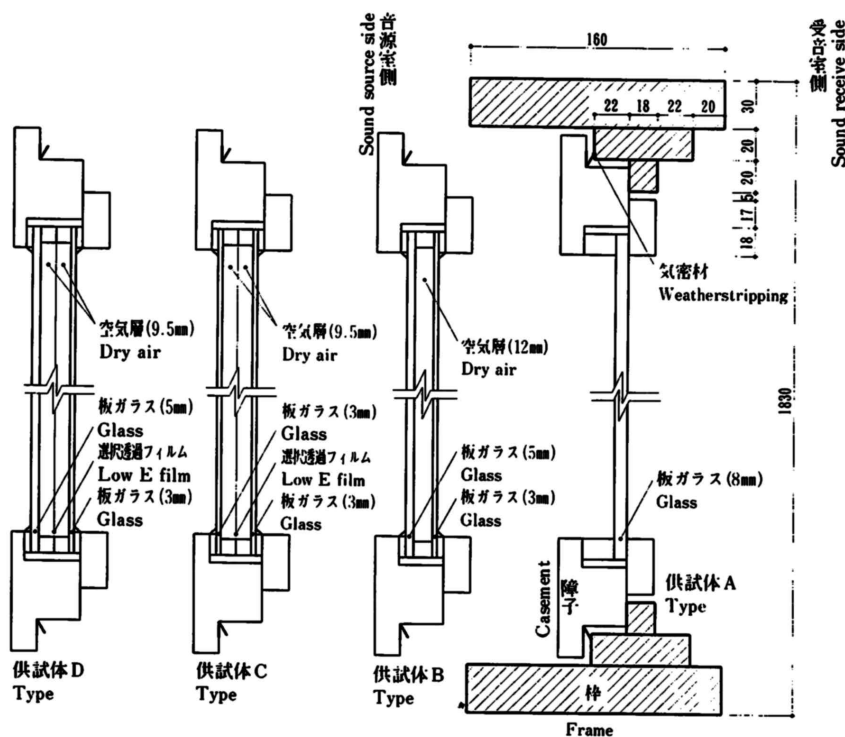
容易に住宅の防音改修のできる開口部について検討を行うための基礎的データを収集をするため、本研究では異なるガラス構成、結合窓、箱窓、錠戸などの窓構造の遮音性能について比較検討を行った。

## 2. 供試体の遮音性測定の概要

### 2.1 供試体

供試体の概要を第1図から第4図に示す。供試体の構成は10種類で、外枠部分はエゾマツ、障子部分はミズナラを使用し、ガラスは島田特殊ガラス(株)製の単板または、複層ガラス、気密材はシュレーゲルエンジニアリング(株)製の独立発泡ポリウレタンをポリエチレンで被覆したものをを使用した。

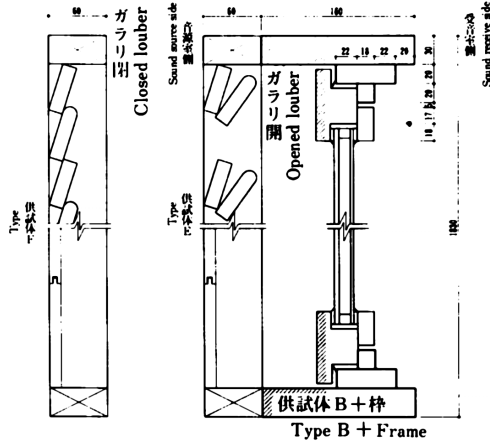
枠と障子および障子と障子は、上下各3箇所、左右各4箇所の合計14箇所木ネジを用いて固定した。第1図の供試体A, B, C, Dは、それぞれガラス構成の異なるもので、Aは8mmの単板ガラス、Bは5mmと3mmガラスの間に12mmの空気層を持つ複層ガラス、CとD



第1図 供試体概要(ガラス構成)  
Fig. 1. Vertical details of basic frame (Glazing composition)

は19mmの空気層を二分する位置に選択透過フィルムを挿入した複層ガラスで、Cは3mmと3mmガラス、Dは5mmと3mmガラス仕様とした。第2図の供試体EとFは供試体Bに鏡戸を取り付けたもので、1枚の鏡戸の寸法が幅425mm・高さ1830mmで、上部に幅365mm、

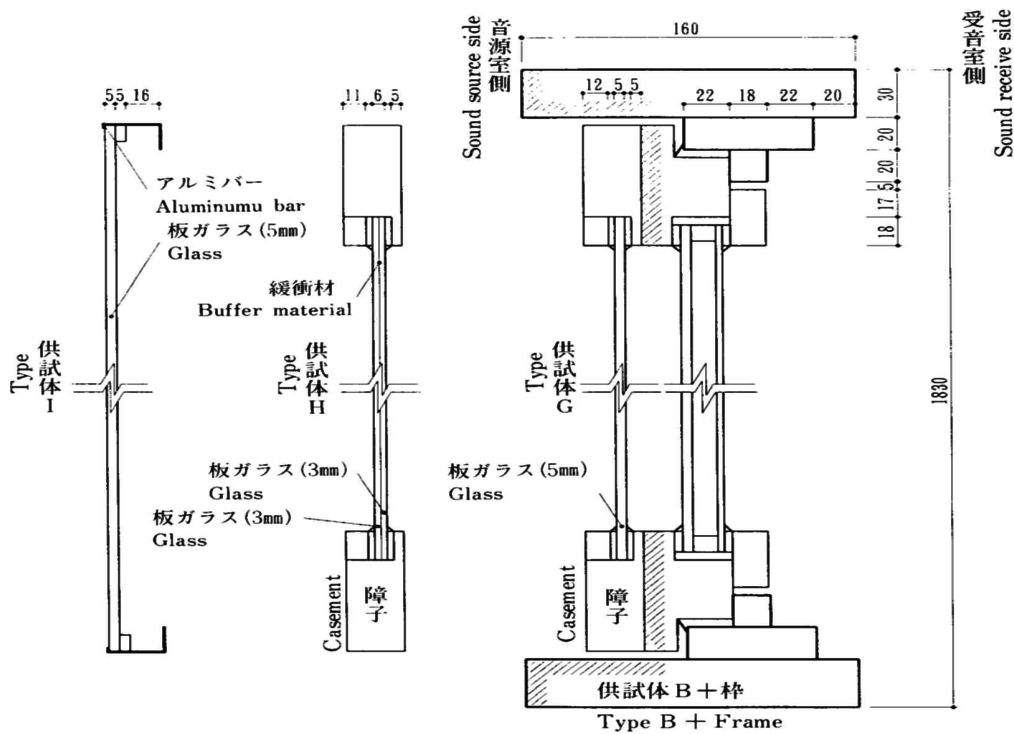
高さ337mmのガラリ部を設け、鏡板を上下に動かすことでガラリ部を開閉させるものとした。ガラリ部を開いた状態で試験したものを供試体Eとし、閉じたものを供試体Fとした。第3図の供試体G、H、Iは、供試体Bの音源室側の障子に構造の異なる障子を木ネジまたはアルミバーで固定した結合窓で、供試体Gは5mmの単板ガラス、供試体Hは3mmと3mmの単板ガラスの間に緩衝材を挟み込んだ6mm厚さの合わせガラス、供試体Iは3mmの単板ガラスの仕様とした。この供試体Iは、障子の木部を保護する目的により、ガラスをアルミバーで固定し、生じた隙間にコーキングを打ち込む構造とした。第4図の供試体Jは、供試体Bを取り付けた外枠部分に、3mm単板ガラスを使用した障子を取り付けた箱窓で、内聞き窓と外開き窓併用の仕様とした。



第2図 供試体概要(鏡戸)  
Fig. 2. Vertical detail of louver blind

## 2.2 測定方法

供試体の遮音性測定は、JIS A 1416「実験室におけ



第3図 供試体概要(結合窓)  
Fig. 3. Vertical details of double combined casement window

る音響透過損失測定方法」に準じて行った。試験方法を第5図に示す。測定は、北海道環境科学研究センターの残響室で行い、試料取付用開口部に、幅0.85m、高さ1.83mの外枠を、残響室の間仕切り壁との隙間を粘土で充てんし十分な遮音性を確保するよう取付けた。

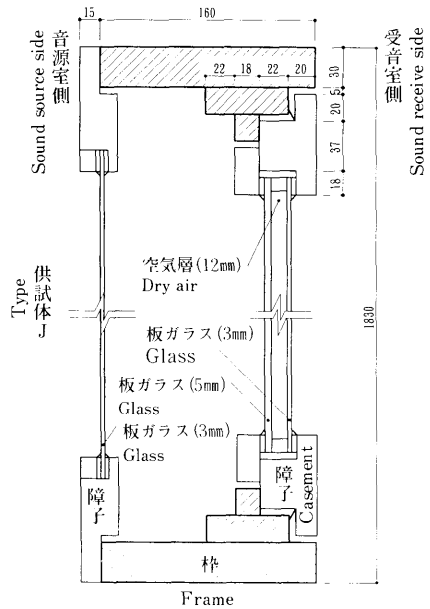
残響室の容積は167m<sup>3</sup>で、残響時間はJISの規定を満たしていた。

### 3. 結果および考察

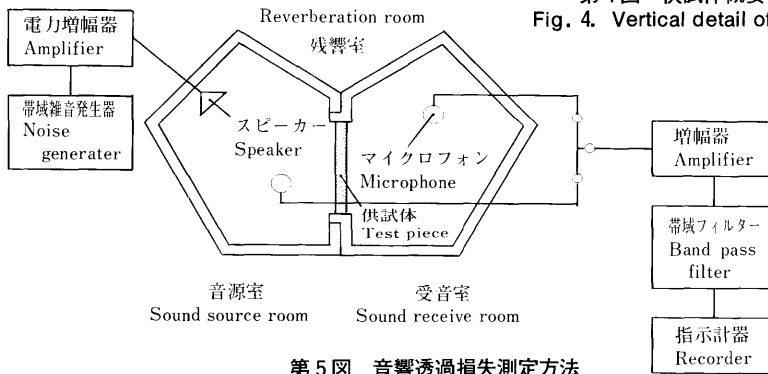
試験結果を第6図から第9図に示す。

遮音性能は、4段階に区分された遮音等級 (Ts 値) により評価される。防音サッシの遮音性基準<sup>1)</sup>は、Ts-25等級以上の性能を有することである。

得られた結果から、音の周波数が高くなるにつれて透過損失も大きくなる傾向が認められた。これは、透



第4図 供試体概要 (箱窓)  
Fig. 4. Vertical detail of box window



第5図 音響透過損失測定方法  
Fig. 5. Method for laboratory measurement of sound transmission loss

過損失はガラスの面密度 (kg / m<sup>2</sup>) と周波数の積に依存するという質量則によるものである。さらに、面密度の他にガラスの曲げ剛性などが関与して、質量則の値より透過損失が低下するコインシデンス効果や、ペアガラスなどのように中空二重構造に見られる、中空部分の空気などをバネとして二つの壁体が共鳴し透過損失を低下させる現象を引き起こしているのがみられた<sup>2)</sup>。供試体 A は、1 KHz から 2 KHz にかけて透過損失の低下が認められた。これは、コインシデンス限界周波数 f<sub>c</sub> (Hz) を次式により算出すると、

$$f_c = \frac{C^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{B}} \div \frac{C^2}{1.8C_e t}$$

m : ガラスの面密度 (kg / m<sup>2</sup>)

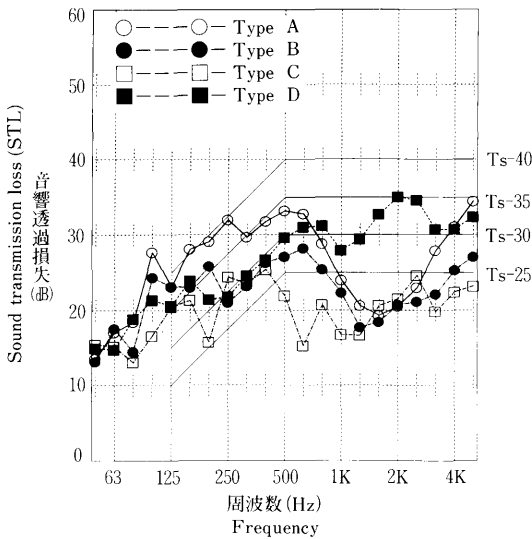
B : ガラスの曲げ剛性 (kg · m)

C : 空気中の音速 (340m/sec.)

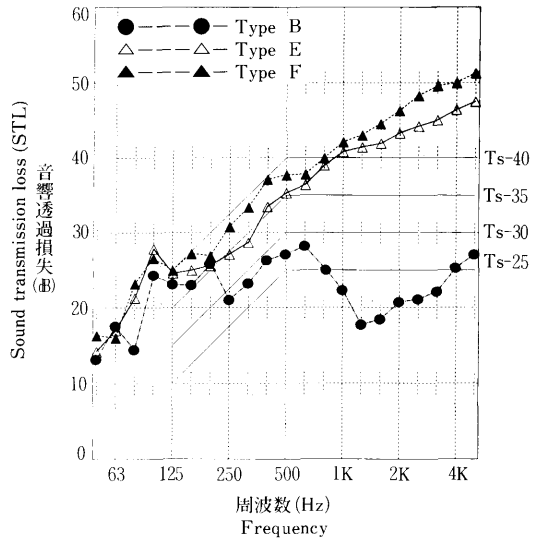
C<sub>e</sub> : ガラス中の縦波の伝搬速度 (5400m/sec.)

t : ガラスの厚さ (0.008m)

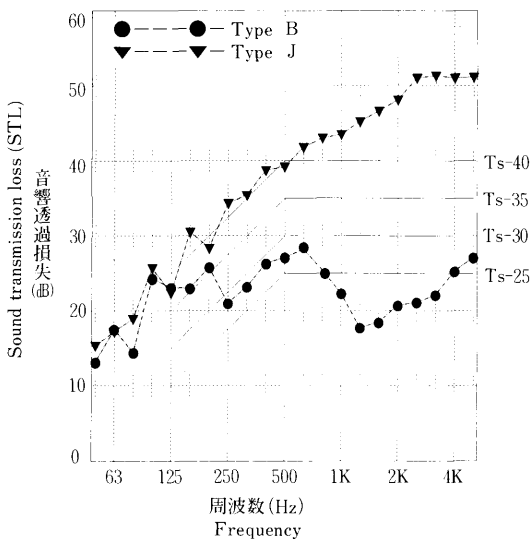
f<sub>c</sub> 値は1500Hz となり、透過損失が低下する帯域周波数とほぼ等しいことから、コインシデンス効果に起因するものと推察される<sup>3)</sup>。



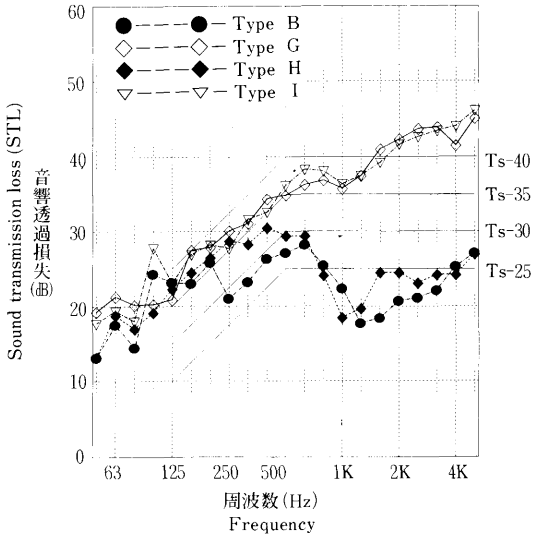
第6図 音響透過損失測定結果 (ガラス構成)  
Fig. 6. Relationships between STL and frequency (Glazing composition)



第7図 音響透過損失測定結果 (錠戸)  
Fig. 7. Relationships between STL and frequency (Louber blind)



第8図 音響透過損失測定結果 (結合窓)  
Fig. 8. Relationships between STL and frequency (Double combined casement window)



第9図 音響透過損失測定結果 (箱窓)  
Fig. 9. Relationships between STL and frequency (Box window)

供試体 B, C にもコインシデンス効果によると思われる透過損失低下が、高周波数帯域に認められた。また、明瞭ではないが、共鳴によると思われる透過損失低下が250Hz 付近に認められた。供試体 A から D のうち、防音サッシの基準 (Ts-25以上) をクリアしたのは、供試体 D (Ts-30) だけであった。

供試体 E, F は、ベースとなっている供試体 B のコ

インシデンス効果や共鳴が生じる周波数帯域で透過損失の低下が軽減され、Ts-35をクリアできた。125Hz 以下の低周波数帯域では、錠戸のガラリを開閉した状態での透過損失に違いが認められなかった。

供試体 G, I も錠戸タイプ同様に、Ts-35をクリアすることができた。しかし、供試体 H は、供試体 G と構造的には同じものであり性能的に同等もしくはそれ

以上の効果が期待できたが、結果は供試体 B とほぼ同等で Ts-25 をクリアすることができなかった。特に、1 KHz 帯域での透過損失の低下が大きく、さらに高周波数帯域での質量則が認められなかったことから、コインシデンス効果が生じたと思われるが、それだけの要因では、供試体 G との差がこれほど大きくなるとは考えられない。この要因の一つとして、コインシデンス効果が生じる周波数帯域と共鳴が生じる周波数帯域が重複したことが考えられる。合わせガラス中の緩衝材についての詳しい物性などは分からないが、ガラスとガラスの間隔が極めて狭いことから高周波数帯域で共鳴を生じる可能性は高いと推察される。

供試体 J は、一般に高い遮音性能を要求される場合に用いられる構造であり、今回の供試体のなかで唯一 Ts-40 をクリアすることができた。受音側と音源側の障子の独立性が高く、中間に十分な空気層を設けたことが、その要因として考えられる。

#### 4. まとめ

以上の結果から、現在普及している木製サッシで防音サッシ遮音等級 Ts-25 を満たしていないサッシ（供試体 A, B, C）でも、結合窓タイプの構造で、住宅等の防音改修が比較的簡単に行え、Ts-35 以上の性能をクリアすることができた。また、ガラスの特徴でもある採光という機能が一部阻害される点をのぞけば、鋳戸を用いることによって Ts-40 に近い性能が得られることも分かった。そのため、夜間の騒音対策を必要と

する地域への普及には期待がもてると思われる。

最後に、最も特徴的な「箱窓」タイプの構造は、外開き窓の防音改修には不向きな面もあるが、Ts-40 以上の高い遮音性能を付加できるため、グレードの高い防音対策を必要とする地域への適用が可能であると思われる。

#### 謝 辞

本研究を行うに当たり残響室を提供していただいた、北海道環境科学研究センター環境科学部環境工学科長坂田康一氏、研究職員高橋英明氏、また試験に御協力、御指導いただいた、北海道大学農学部助教授上田恒司氏、カワイ楽器株式会社西尾幸生氏、そして試験材料などを提供していただいた、島田特殊ガラス株式会社今昭喜氏、シュレーゲルエンジニアリング株式会社吉村孝之氏には、心から御礼を申し上げます。

#### 文 献

- 1) 日本工業標準調査会：「日本工業規格（JIS A 4706）「サッシ」」、日本規格協会（1989）
- 2) 日本建築学会：設計計画パンフレット 4 「建築の音響設計」、彰国社（1983）
- 3) 前川純一：建築音響、共立出版（1986）

一性能部 性能開発科一  
(原稿受理 H5.8.2)