

# 板ガラスの斜め入射音響透過損失に関する実験的検討

松岡 明彦\*<sup>1</sup>大阪谷 彰\*<sup>1</sup>  
山内 崇\*<sup>1</sup>  
小林 正明\*<sup>1</sup>

## 概 要

板ガラスの音響透過損失については、これまでガラスの大きさ、固定方法、ガラスの種類などの影響について報告されているが、建物と騒音源の位置関係によっては、ガラスへの入射角による影響が無視できず、ガラスの遮音性能が大きく異なる状況が生じることが考えられる。そこで、板ガラスに対する斜め入射音響透過損失に関する実験的検討を行った結果を報告する。

## An experimental study on oblique incident sound reduction index of flat glass

Akihiko MATSUOKA\*<sup>1</sup> Akira OSAKAYA\*<sup>1</sup>  
Takashi YAMAUCHI\*<sup>1</sup> Masaaki KOBAYASHI\*<sup>1</sup>

About the sound transmission loss of the flat glass, it is reported about the influence of size of the glass, fixed method of glass, the kind of glass, till now. The position of buildings and noise sources, can not ignore the impact of the incident angle to the glass, which can result in very different circumstances might sound insulation performance of glass.

We report the results of experimental study on the oblique incidence sound transmission loss of flat glass.

---

\*<sup>1</sup> 技術研究所

\*<sup>1</sup> Technical Research Institute

# 板ガラスの斜め入射音響透過損失に関する実験的検討

松岡 明彦<sup>\*1</sup> 大阪谷 彰<sup>\*1</sup>  
山内 崇<sup>\*1</sup> 小林 正明<sup>\*1</sup>

## 1. はじめに

最近、室内騒音環境に対する関心が高まり、建物用途に合わせて室内騒音レベルの設計目標値が定められる場合が多く、室内騒音レベルを予測する際に、サッシやガラスの音響透過損失が重要な検討項目のひとつとなっている。

板ガラスの音響透過損失については、ガラスの大きさ、固定方法、ガラスの種類などの影響について報告されているが<sup>1,2)</sup>、建物と騒音源の位置関係によっては、ガラスへの入射角による影響が無視できず、ガラスの遮音性能が大きく異なる状況が生じることが考えられる<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、板ガラスに対する斜め入射音響透過損失に関する実験的検討を行った。

## 2. 実験概要

試験体に対する音の入射角を一定とするため、無響室を音源室、残響室を受音室とした。実験室の概要を図-1に示す。

試験体への入射角は、0°（垂直入射）、45°、60°および70°とした。スピーカは、密閉式のフルレンジスピーカを採用し、試験体中央までの距離を4mとした。試験体およびスピーカ設置状況を図-2に示す。

なお、試験体は表-1に示すようにアルミ枠にシール固定した4種類の板ガラスとし、図-2に示すように試験体周辺は石膏ボードの壁をアルミ枠から独立させて設置した。

測定は、JIS A 1430:2009「建築物の外周壁部材及び外周壁の空気音遮断性能の測定方法」に準じ、無響室側の試験体試料面から10mmの点にマイクロホンを設置し、音源側の音圧レベルを測定するとともに、受音側には5点のマイクロホンを設置して平均音圧レベルの測定を行った。また、受音室の残響時間を測定し、等価吸音面積を求めた。測定位置概要図を図-3に示す。

## 3. 測定結果

### 3.1 各試験体の準音響透過損失

図-4に各試験体について各入射角における準音響透過損失を算出した結果を示す。また、JIS A 1416:2000「実験室における建築部材の空気音遮断性能測定方法」に基づく板ガラスの音響透過損失<sup>4)</sup>（以下、残響室法）も合わせて示す。

すべての試験体で垂直入射（0°）のコインシデンス周波数付近の落ち込みは小さい。また、入射角度の増大にともない、コインシデンス周波数が低域に移動し

ている。入射角45°のコインシデンス周波数は、残響室法による板ガラスの音響透過損失と比較すると1オクターブほど高い結果を示した。

FL6mmおよびFL10mmを比較すると、FL6mmの方がコインシデンス周波数付近の落ち込みが大きい結果となった。

複層ガラスのコインシデンス周波数は、同じガラス厚の単板ガラスと同様であるが、落ち込みの程度は小さくなっている。空気層による共鳴周波数帯域（250Hz帯域）付近については、垂直入射時が最も影響を受けて落ち込んでおり、斜め入射時は共鳴の落ち込みがやや軽減されている。

防音合わせガラスは、入射角の増大にともなうコイ

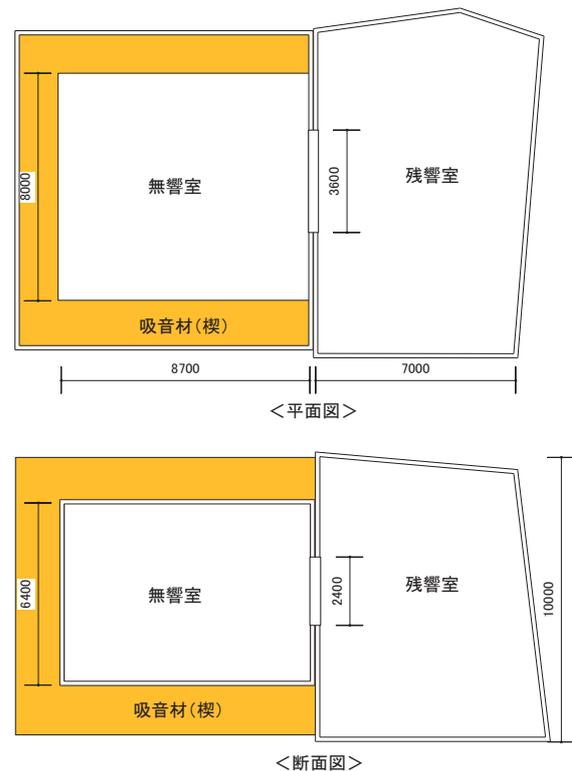


図-1 実験室概要（平面図）

表-1 試験体（ガラス面積 1,250mm × 950mm）

No	ガラス	サッシ枠	支持条件
1	FL6	アルミ製	シール
2	FL10	アルミ製	シール
3	L10（防音合わせ5+5）	アルミ製	シール
4	FL6+AS6+FL6（複層）	アルミ製	シール

<sup>\*1</sup> 技術研究所

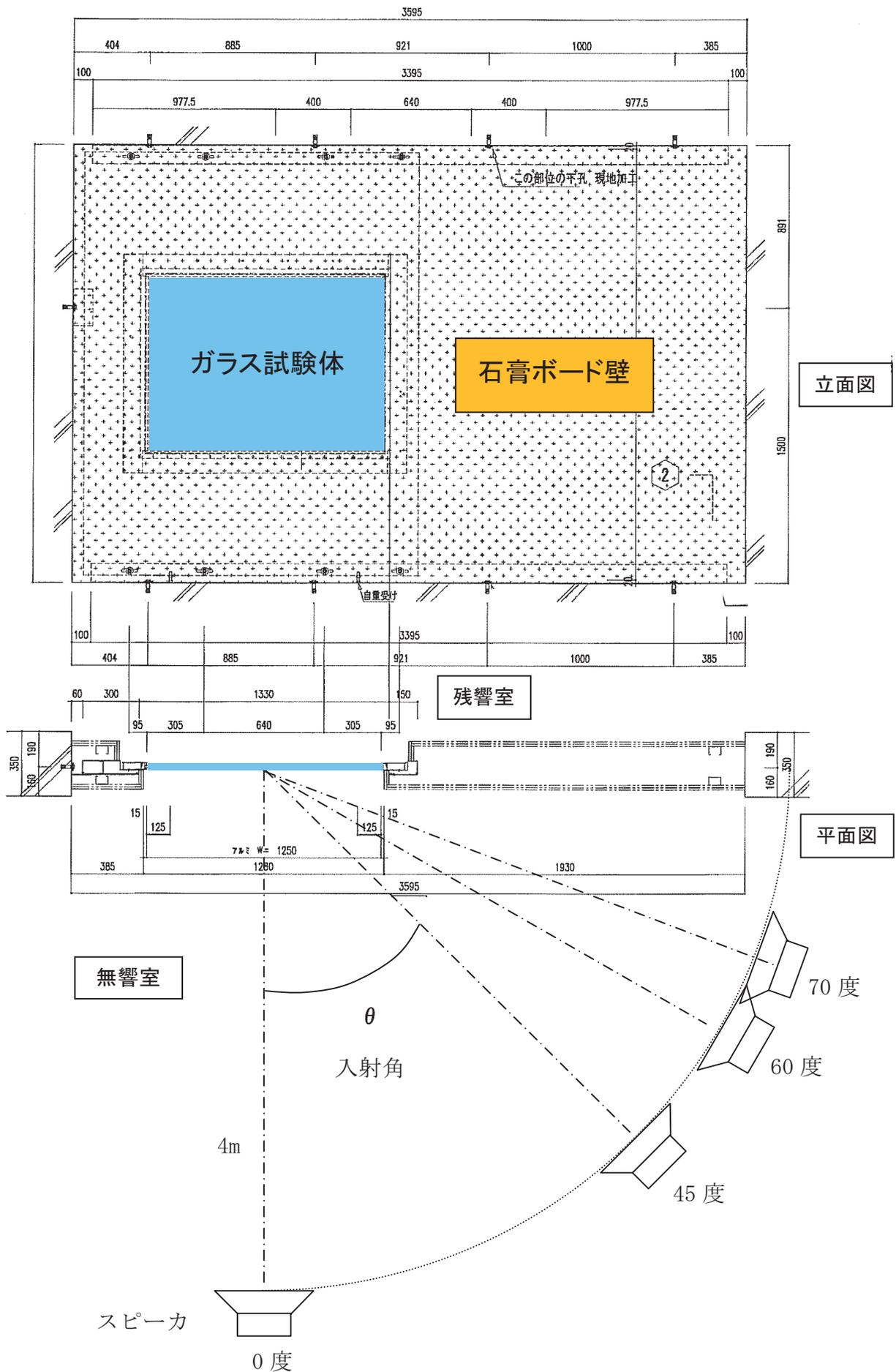


図-2 試験体およびスピーカ設置状況

ンシデンス周波数の低域への移動は生じているが、同じガラス厚のFL10mmと比較すると、コインシデンス周波数付近の落ち込みは軽減されており、斜め入射にともなうコインシデンス周波数の落ち込みの影響を受けにくい結果となった。

### 3.2 FL6mmの測定結果と計算値との比較

コインシデンス効果を考慮した斜め入射音響透過損失は、以下の式で求められる<sup>5)</sup>。

$$\tau_\theta = \frac{1}{1 + \frac{Z_w \cos \theta}{2\rho_0 c_0}}$$

$$TL_\theta = 10 \log \left| 1 + \frac{Z_w \cos \theta}{2\rho_0 c_0} \right|^2$$

$$Z_w = j\omega m \left\{ 1 - (B + j\eta B) \frac{\omega^2}{m c_0^4} \sin^4 \theta \right\}$$

$$= \eta B \frac{\omega^3}{c_0^4} \sin^4 \theta + j\omega m \left( 1 - \frac{B}{m} \frac{\omega^2}{c_0^4} \sin^4 \theta \right)$$

- $\tau_\theta$ : 入射角 $\theta$ の斜め入射透過係数
- $\rho_0$ : 空気の密度
- $c_0$ : 空気中の音速
- $TL_\theta$ : 斜め入射透過損失
- $Z_w$ : 壁体のインピーダンス
- $m$ : 面密度
- $B$ : 壁体の曲げ剛性

FL6mmのガラスについて、入射角ごとの準音響透過

過損失測定結果、残響室法による音響透過損失および計算値を合わせて図-5に示す。なお、計算値はコインシデンス周波数以下までの値である。

各入射角とも計算値と実測値のコインシデンス周波数は、ほぼ一致している。

入射角ごとのコインシデンス周波数は、残響室法による音響透過損失のコインシデンス周波数とは大きく異なるため、遮音検討を行う際には騒音の入射条件にも注意が必要である。

### 4. まとめ

今回は、ガラスの斜め入射に対する音響透過損失の変化について、実現場におけるガラス支持条件に近い状況での実験室実験を行った。その結果、入射角度の増大にともない、コインシデンス周波数が低域に移動すること、ある入射角の準音響透過損失と残響室法による音響透過損失との間には乖離が生じることが確認された。

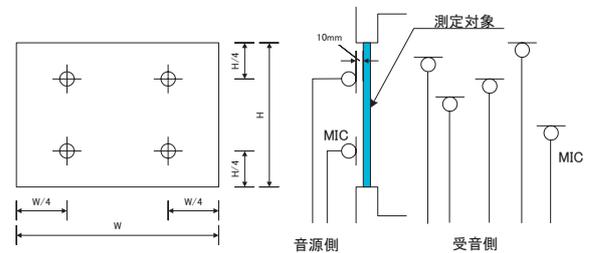


図-3 測定位置概要図

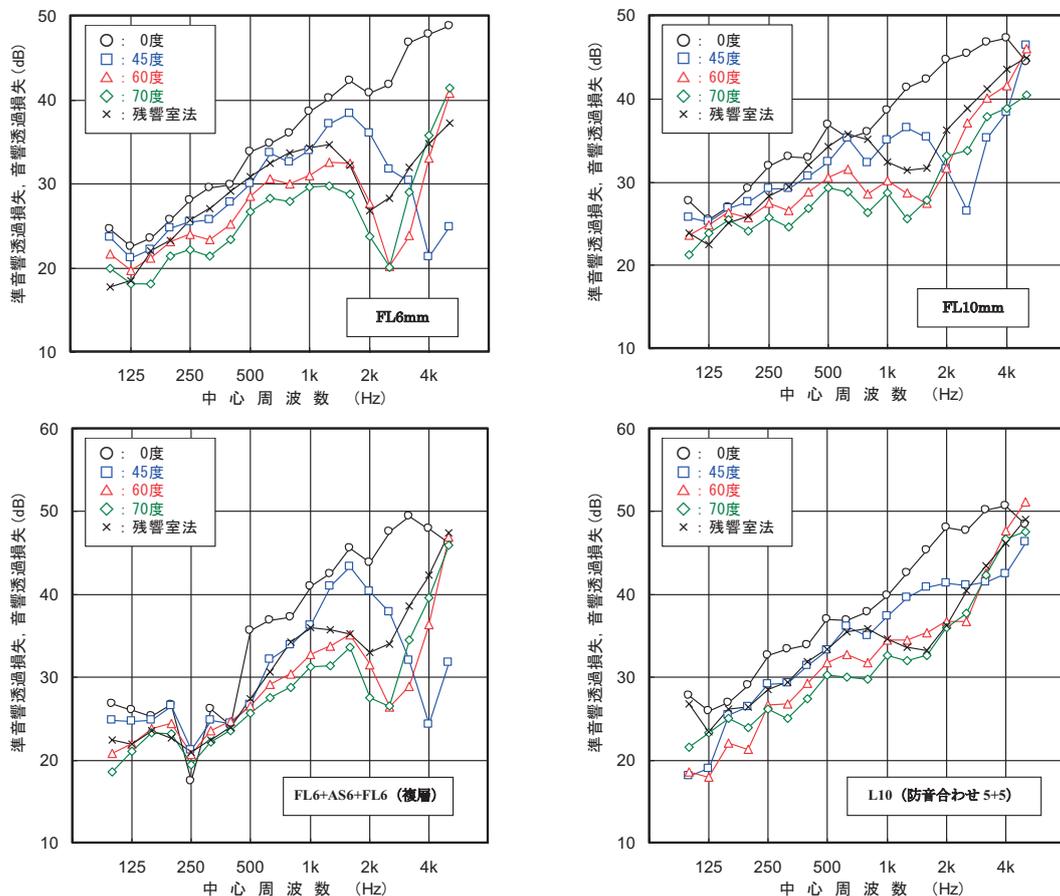


図-4 準音響透過損失測定結果

実際には、一定の入射角から騒音が到来するような環境は少ないと考えられるが、そのような状況で遮音検討を行う際には注意が必要であり、データの蓄積が望まれる。

謝辞

本実験に際し、日本板硝子環境アメニティ株式会社、日本板硝子ビルディングプロダクツ株式会社、新日軽株式会社の関係各位にご協力を頂きました。ここに謝意をあらわします。

参考文献

- 1) 近江伸他、板ガラスの音響透過損失—その1サイズ効果—、日本音響学会学術講演梗概集、2007.08
- 2) 吉村純一他、板ガラスの音響透過損失—その2ガラス支持条件の影響—、日本音響学会学術講演梗概集、2007.08
- 3) 杉江聡他、建具の遮音性能の現場測定方法に関する検討、日本音響学会学術講演梗概集、2003.09
- 4) 板硝子協会編、板ガラスの遮音性能、2000.03
- 5) 笹尾博行、Excelによる音響解析入門—音響構造特性の解析— (3) Excelによる遮音構造の解析、空気調和・衛生工学第80巻第11号 2006.11

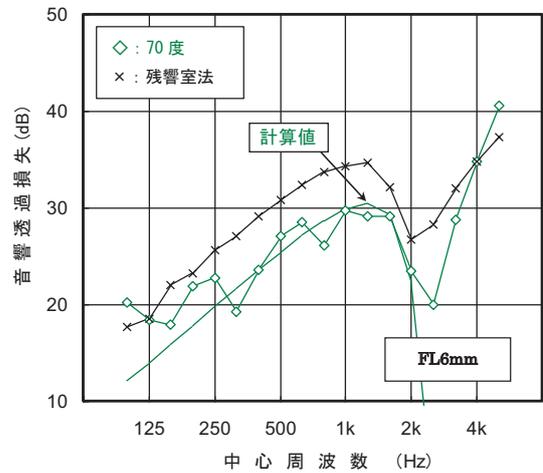
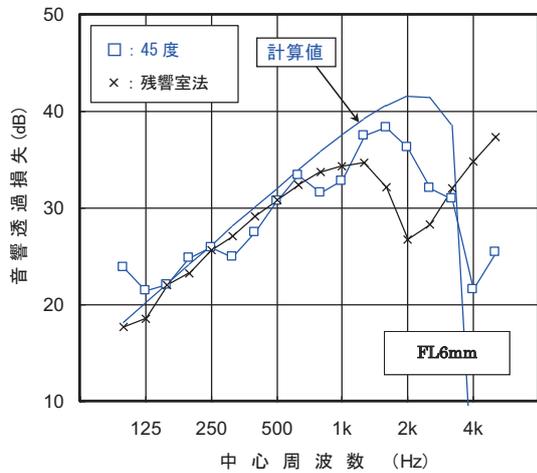
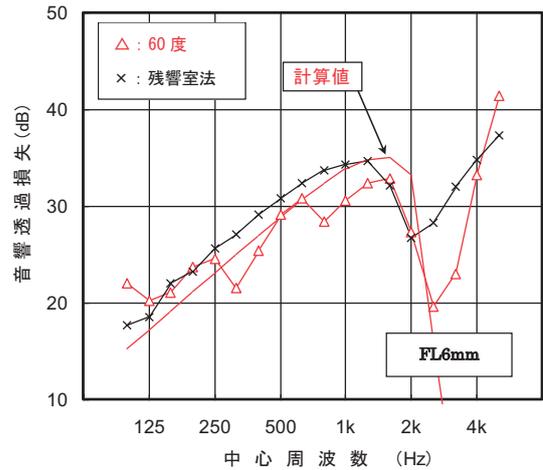
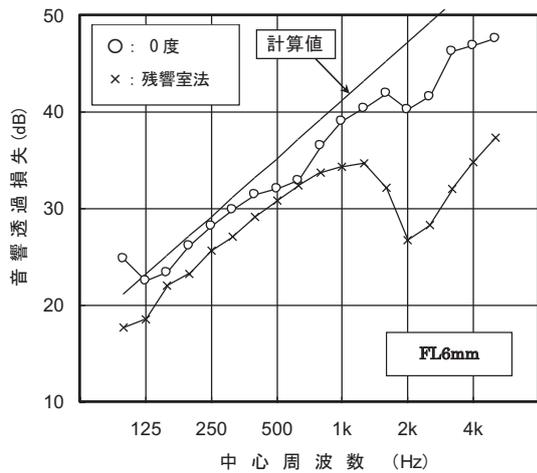


図-5 FL6mmの準音響透過損失測定結果と計算値の比較

