

B-5

建築用ガラスの安全性検証法の確立に関する基礎的研究
板ガラスの支持条件が破壊性状に及ぼす影響

Basic Study on Establishment of Safety Verification Method for Architectural Glass
Effect of Support Condition on Breaking Mechanism of glass

○村田雅也³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造²

*Masaya Murata³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi²

Abstract : In recent years, glass has been used for a number of building. But glass has a non-structural member and the allowable stress of glass has not been defined in the Building Standards Law. For this reason, the design method for verifying the safety of glass against such damage has not been yet established. From the above, the authors performed a loading test under wind pressure and evaluated the breaking mechanism of glasses.

1. はじめに

ガラスは、外装材として多くの建築物で使用される材料である。しかし、ガラスは、建築基準法上で非構造部材として扱われており、設計基準強度(F値)が設定されていないのが現状である。現状、ガラスの設計は、4辺支持ガラスのみ告示式^[1](Fig. 1)が定められている以外、明確な設計手法は存在していない。また、唯一の告示(平 12 建告 1458)式では、アスペクト比(縦と横の長さの比率)の考慮が行なわれていない他、約50年前に報告された実験^[2]を基本としていることから、以下の問題点が挙げられる。

- i) 試験体に現在主流であるフロート板ガラスではなく、普通板ガラスを使用している
- ii) 4辺支持のみに対する検討であり、現在の多様なディテール(支持構法)を反映していない
- iii) 告示式における安全率の設定が不明である

本研究では上記の i), ii) を検討項目として、風荷重時の板ガラスの設計手法の確立を目的とし、実験的検討を行なった。

2. 耐風圧試験概要

風荷重時の板ガラスの破壊荷重及び破壊性状の把握を目的として、板ガラスの耐風圧試験を行なった。

試験概要をFig. 2に示す。試験体には、長辺1040mm(支持間1000mm)×短辺540mm(支持間500mm)×板厚3mm、アスペクト比1:2のフロート板ガラスを用いた。なお、試験における安全性を考慮し、飛散防止フィルムを上面(圧縮側)に貼った。試験環境は、室温、大気中とし、試験ごとに温度・湿度の測定を行なった。荷重は、吸引機能を持つ送風機を用いて、治具内部の空気を吸引し負圧にすることで、ガラスに面圧を加えた。ガラスの鉛直変位の測定は高感度変位計、治具内部の圧力は圧力計を用いて測定した。境界条件は4辺支持とし、サッシの有無(Fig. 2-d)をパラメータとした。なお、パラメータ毎30体、合計60体の試験体について試験を行なった。

$$P = \frac{300 \cdot k_1 \cdot k_2}{A} \cdot \left(t + \frac{t^2}{4} \right)$$

P: 許容耐力 (N/㎡)
A: ガラスの見付面積 (㎡)
t: ガラスの呼び厚さ (mm)
k₁ (強度係数): ガラスの種類に応じて定められた数値
k₂ (構成係数): ガラスの構成に応じて定められた数値

Fig.1 Notification formula^[1]

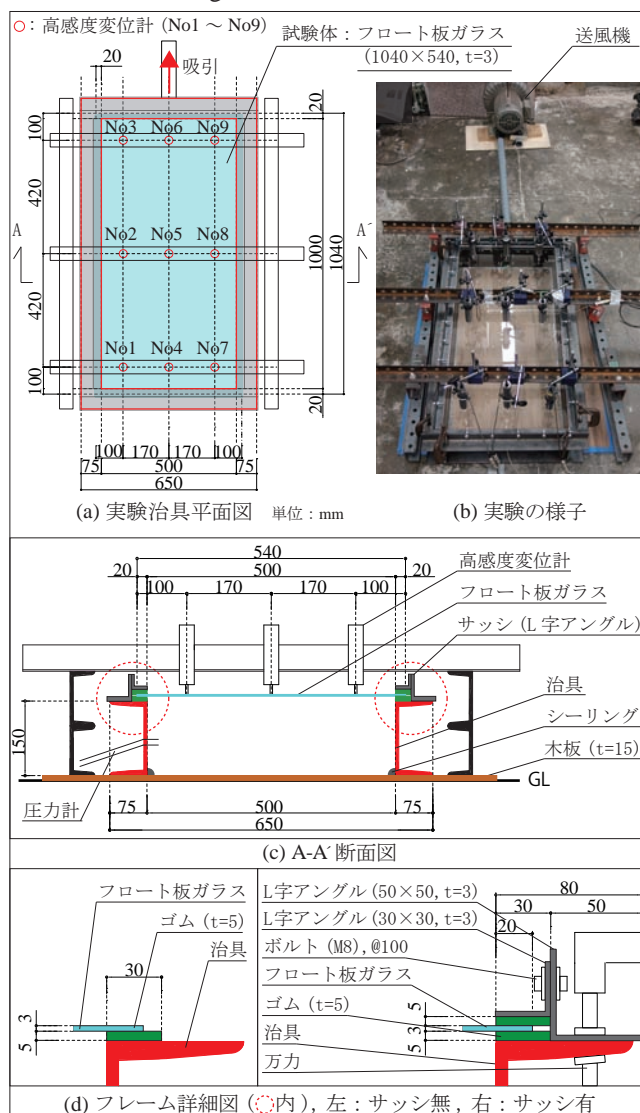


Fig.2 Outline of experiment

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工(前)・院・建築

3. 実験結果及び考察

3-1. 破壊荷重

Fig. 3に破壊荷重(1000N/m²毎)の破壊枚数を示す。破壊荷重Wはサッシ無の場合W_{min}=2964N/m²~W_{max}=13665N/m², サッシ有の場合W_{min}=5526N/m²~W_{max}=16027N/m²であった。サッシ無ではW_{max}/W_{min}が4.1倍, サッシ有では2.9倍となり, 双方とも破壊荷重Wに大きなばらつきを生じた。これは, グリフィスフロー(ガラス表面にある微細な亀裂)が要因の一つとして考えられる。

次に破壊荷重Wの平均値に着目すると, サッシ無の場合は, 破壊荷重Wの平均値が8954N/m², サッシ有では, 12630N/m²であった。双方の平均値の差は3676N/m²であり, 境界をサッシで挟み込む方が, ガラスの破壊荷重Wは平均して約1.4倍大きくなることを把握された。これは, サッシでガラスの4隅の浮き上がりを防止したことで, 境界条件が変化したことが要因であると考えられる。Fig. 1の告示式より算出した理論値と実験値を比較すると, サッシ有では全ての試験体において理論値を上回ったが, サッシ無では2枚の試験体が理論値を下回る結果となった。以上より, 実際に建築物に使用されるサッシ付のガラスの評価として, 理論値は安全側であると考えられる。

3-2. 起点位置及び破壊荷重

Fig. 4に起点の定義, Fig. 5に起点位置及び破壊荷重Wを示す。なお, 図中の%は外枠に対する点線枠の大きさの割合(各辺の長さの比)となっている。Fig. 4より, 本論ではひびの発生順序を観察し, 先行ひびが密集する点を起点と定義する。Fig. 5よりサッシ無では, 起点の位置と破壊荷重Wには大きな関係性が見られずばらつきを生じている。一方サッシ有では, 破壊荷重Wが大きい場合, 起点の位置はガラスの外周に寄り, 破壊荷重Wが小さいほどガラス中央部に分布する傾向が確認された。また, 起点は, サッシ無の場合, 50%~75%の枠の中に全体の約5割が分布している。これに対してサッシ有では, 全体の約6割が75%の枠の外側に分布している。これは, 4隅の浮き上がりがサッシで拘束され, ガラス境界の固定度が増加したことが要因であると考えられる。

3-3. ひび割れの様子

Fig. 6にガラスのひび割れの様子を示す。サッシの有無に関わらず中央部に起点を生じた場合, ひび割れは4隅に向かって進行していく様子が確認された。また, 起点が外周部に近い場合, ひび割れは4隅に向かって進行していくと共に, 短辺に平行なひび割れが何本か入る傾向となった。

4. まとめと今後の検討

本研究では板ガラスの耐風圧試験を行い, 理論値と実験値を比較し検討した。また, 起点の位置及びひび割れの様子を確認し, ガラスの破壊性状を把握した。今後はガラスのアスペクト比, 厚みをパラメータとした耐風圧試験を行い, 理論値と実験値を比較することで, 告示式の妥当性に対して検討を行う予定である。

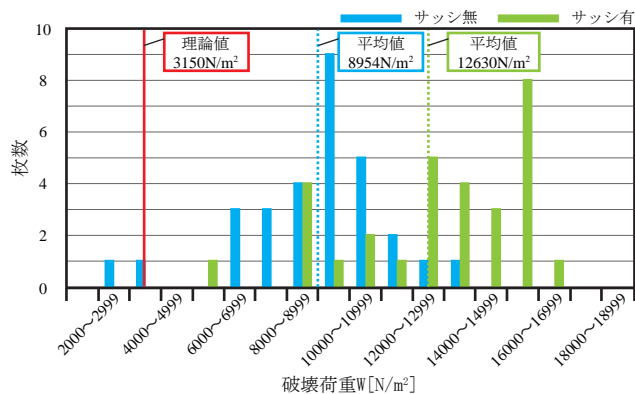


Fig. 3 Distribution of breaking strength

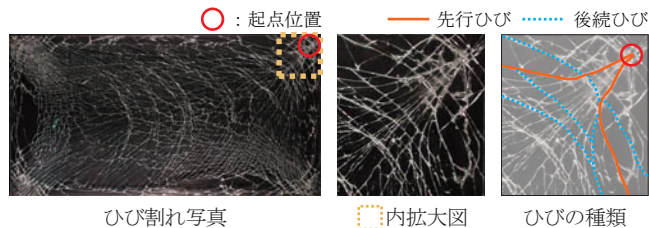


Fig. 4 Definition of starting point

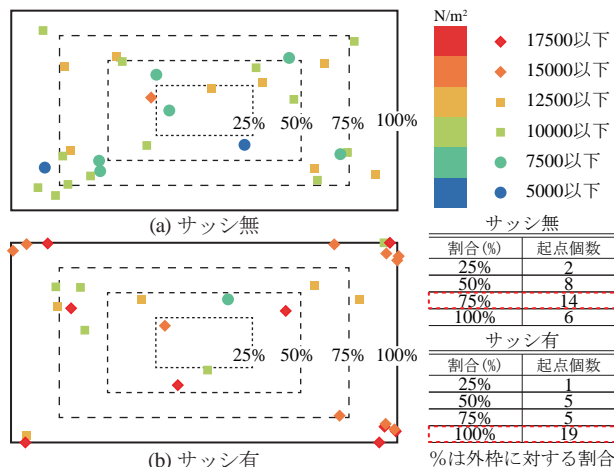


Fig. 5 Position of starting point and failure load

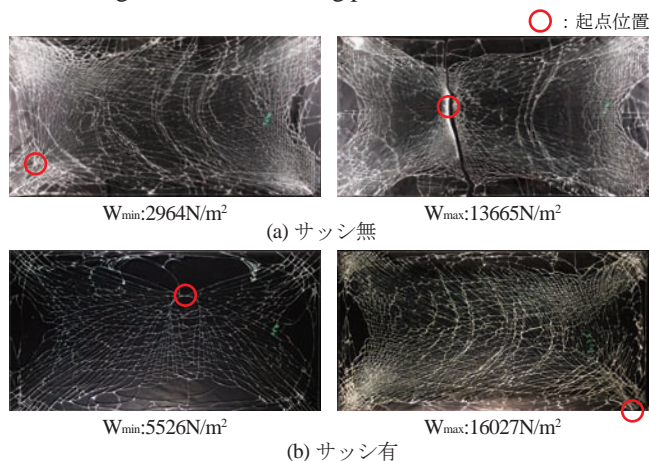


Fig. 6 Glass cracking

【参考文献】

- [1] 平成12年5月31日建設省告示第1458号
- [2] 三好俊二:「ガラス板の耐風圧試験」, 日本建築学会論文報告集 第100号, 1964. 7

【謝辞】

本研究はJSPS科研費26820234の助成を受けて実施した。