

合わせガラスの耐飛散物衝撃試験

機器運転技術グループ 加茂正人

1. はじめに

強風による建築物の被害の多くは外装材に発生するが、その中でも飛散物による被害は多いことが知られている。飛散物に対する建築物の防御はわが国では設計に取り入れられていないが、台風と同様の熱帯性サイクロンの襲撃を受ける U.S.A. やオーストラリアでは規準やガイドラインの整備が進み、一部では法律（フロリダ建築基準，FBC）に組み入れられている。わが国でも、原子力発電所，病院，学校など飛散物に対して防御すべきと考えられる建築物では、耐飛散物設計ガイドラインの開発や耐衝撃性能を有する建材の普及が必要であると考えられる。

筆者らは海外や ISO の基規準に対応できる飛散物発射装置を制作し、試験に使用できる十分な能力があることを確認した¹⁾。また、開発した装置を用いて ISO16932「建築物のガラス—破壊的な強風ストームに耐える安全ガラス—試験と分類」²⁾の試験手順に従って、合わせガラスの耐飛散物衝撃試験を行ったので報告する。

2. ISO16932 の衝撃試験手順

ISO16932 では、表 1 に示す 5 種類の加撃体とそれらの衝突速度、および図 1 に示す衝突位置を決めている。試験体が耐えるべき加撃体の種類は、表 2 に示す建築物の防御レベルと強風ゾーンごとに建築物のガラスが設置される高さによって選択できる。

この規定では、加撃体が試験体を貫通すれば不合格となり、加撃体による部分的な損傷などが見られた場合は圧力試験を行うよう規定されている。なお、試験体のサイズは幅 90cm，高さ 110cm と定められている。

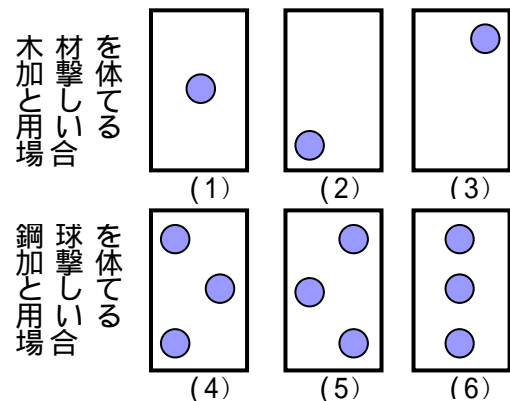


図 1 衝突位置

表 1 試験に用いる加撃体

タイプ	質量・材質	衝突速度（誤差）
A	2g ± 0.1g / 個・鋼球 10 個	39.7m/s (± 1%)
B	2.05 ± 0.1kg ・ 2 × 4 木材	12.2m/s (± 2%)
C	4.1 ± 0.1kg ・ 2 × 4 木材	15.3m/s (± 2%)
D	4.1 ± 0.1kg ・ 2 × 4 木材	24.4m/s (± 1%)
E	6.8 ± 0.1kg ・ 2 × 4 木材	22.4m/s (± 2%)

3. ISO16932 の日本での適用について

図 1 の加撃体の衝突位置は、一般の建材（窓，ドア，シャッターなど）用に開発された耐飛散物衝撃性能のための標準仕様書 ASTM E1996 と同じである。性能を確認しようとする建材としてドアを考えた場合，ヒンジやデッドボルトは左右で非対称に配置されるため，この図のような加撃体衝突位置の配置が考えられたと思われる。しかし合わせガラスは左右対称であり，左右非対称な衝

突位置を設定する意味は全くない。例えば、ガラスにとっては、図 1 の (2) と (3) あるいは (4) と (5) の加撃体による衝撃は同じと考える方が合理的であろう。

表 2 建築物の分類による試験に要求される加撃体

防御レベル	レベル 1		レベル 2	
構造体の高さ	>10m	10m	>10m	10m
強風ゾーン 1 (32 $V_{10} < 35$)	無	無	A	B
強風ゾーン 2 (35 $V_{10} < 38$)	無	無	A	B
強風ゾーン 3 (38 $V_{10} < 41$)	A	B	A	C
強風ゾーン 4 (41 V_{10})	A	B	B	C

防御レベル	レベル 3		レベル 4	
構造体の高さ	>10m	10m	>10m	10m
強風ゾーン 1 (32 $V_{10} < 35$)	C	C	C	D
強風ゾーン 2 (35 $V_{10} < 38$)	C	C	C	D
強風ゾーン 3 (38 $V_{10} < 41$)	C	D	D	E
強風ゾーン 4 (41 V_{10})	C	D	D	E

4. 試験結果

IS016932 の試験手順に従って、合わせガラスの耐飛散物衝撃試験を行った。合わせガラスは FL5mm-60mil-FL5mm (1mil=0.025mm) を用いた。写真 1 に示す加撃体 B を図 1 の (1) に示す衝突位置に衝突させた場合、写真 4 に示すようにひび割れは生じたが貫通は生じなかった。写真 3 に示す金属製のパイプを 10 本束ねた器具をエアークャノンの先に取り付け、写真 2 の加撃体 A を合わせガラスに衝突させた場合は、写真 5 のように衝突面のガラスにはひび割れが発生したが、反対側のガラスは無傷であった。加撃体 C の衝撃を受けた場合、図 1 の (2), (3) の衝突位置では加撃体が貫通し (1) の場合は幅 1mm 長さ 5mm の小さな開口が生じた。

この結果、FL5mm-60mil-FL5mm の合わせガラスは、加撃体 A と B の衝撃試験は合格で、その後の圧力試験が合格であれば合格と判断される。加撃体 C の場合は不合格である。

参考文献

- 丸山 敬・河井宏允・西村宏昭：外装材の耐衝撃性能試験用エアークャノンの試作, 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, 2008. 9, pp. 283-284.
- ISO 16932: Glass in building— Destructive - windstorm - resistant security glazing— Test and classification



写真 1 加撃体 B



写真 2 加撃体 A



写真 3 鋼球射出装置



写真 4 加撃体 B の衝撃



写真 5 加撃体 A の衝撃