

安全のための建築用ガラス

日本板硝子(株) BP 事業部

和田 哲

Architectural Glass for safety

Satoshi WADA

Building Products Business Line, NIPPON SHEET GLASS CO., LTD

1. 始めに

建築用ガラスが製品として安全を担保するためには、建築用ガラスという製品の安全性を試験する必要がある。ここでは人的災害、地震災害、台風災害、防犯、防弾の5つについて試験方法と有効なガラスについて順に述べていくこととする。

2. 人的災害

人的災害とは人体がガラスとの衝突もしくは加撃により、ガラスが破損し、破損したガラスでもって、主に切創することである。表1に人体加撃および衝突による種々のガラスの破損率[1]を示す。このデータにおいては、上肢および下肢はゴム球で、頭部は木製ヘッドフォームで、全身はショットバックによって人体による

試験の代用としている。このうちショットバックによる試験は、JIS試験として、強化ガラスはR 3206に、合わせガラスはR 3205に試験詳細が決められている。

1987年11月13日名古屋地裁の判決で、児童がガラスに衝突し死亡した事故の判例がある。破損したガラスは5ミリのフロート板ガラスであった。表1のとおりこのガラスでは、ほぼ破損してしまうことが分かる。裁判では、安全の配慮を欠いていたとされ、損害賠償を認める判決が下されている。「ガラスを用いた開口部の安全設計指針」(安全・安心ガラス設計施工指針に包含)ではショットバック試験を用いたガラスの選定の指針が示されている。合わせガラスの破損率はフロートガラスと同様であるが、耐貫通性が非常に高く、また破損時にもガラスの落下が非常に少なく安全性が高い。合わせガラスのショットバック試験の判定基準にも直径75mmの球が自由に通過する開口を生じないものと記されている。

表1 人体加撃および衝突によるガラスの破損率 (出典：NSG ガラス建材総合カタログガラス技術資料編)

		人体加撃および衝突によるガラスの破損率 単位：%												
		質量 kg	速度 m/s	フロート板ガラス				網入・線入磨板ガラス		強化ガラス			合わせガラス	
動作				3ミ	5ミ	8ミ	12ミ	6.8ミ	10ミ	5ミ	8ミ	12ミ	6ミ	10ミ
上肢	成年男子拳打ち	2.2	6	100	80	20	5	100	70	0	0	0	100	60
下肢	成年男子 スニーカー前蹴り	1.0	11	100	90	30	5	100	70	0	0	0	100	70
頭部	3歳児転倒	5.7	2.1	60	10	0	0	10	0	0	0	0	10	0
全身	3歳児こぼしり	15	0.8	10	5	0	0	5	0	0	0	0	10	0
全身	13歳児こぼしり	45.0	2.2	100	100	100	70	100	70	0	0	0	60	-

・ データは初期強度品によるもので、使用による強度低下は含みません。

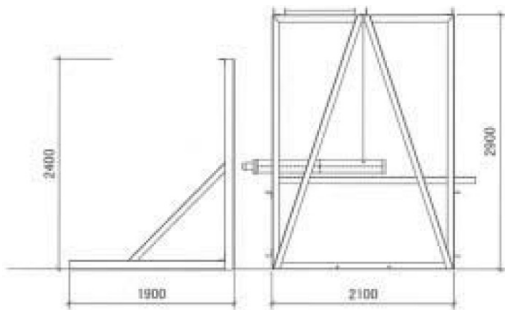


図1 試験装置概略図



写真1 実際の装置

3. 地震災害

地震時のガラス破損の主要原因となる層間変位(上階と下階の水平方向の位置ずれ)については建築基準法令を基に、Bouwkampの計算式を用いて設計することで安全を確保することができる。ただし、これには地震の揺れによる、テレビやキャビネット等がガラスに衝突することは、考慮されていない。この点に関しては(財)日本建築防災協会から、「安全・安心ガラス設計施工指針」[2]の中で図1および写真1を用いた試験が述べられている。また、中間膜が30mil(約0.8ミリ)以上の合わせガラスが最も有効なガラスであると示されている。これは合わせガラスの耐貫通性が高いことに加え、破損時のガラスの落下が非常に少ないという優

れた特性によるものと思われる。

4. 台風災害

台風時のガラス破損の主要原因となる風圧に関しては、建築基準法施行令に風圧設計の法規が定められている。ただし、これには台風時の飛来物による建築ガラスの破損は考慮されていない。

ISO 16932:2007 [3]では台風時の飛来物を想定した試験方法および加撃体のレベルをA-Eの5段階に設定している。

表2 ISO 16932：2007 加撃体のタイプ

タイプ	質量・材質	衝撃速度 (誤差)
A	2g±0.1g/個・鋼球 10 個	39.62m/s (±1%)
B	2.05±0.1kg・2 x 4 木材	12.2m/s (±2%)
C	4.1±0.1kg・2 x 4 木材	15.3 m/s (±2%)
D	4.1±0.1kg・2 x 4 木材	24.4 m/s (±2%)
E	6.8±0.1kg・2 x 4 木材	22.4 m/s (±2%)

たとえばレベル E の場合、6.8±0.1 kg の 2 x 4 木材を 22.4 m/s の速度でガラスに衝突させた後、更にガラス面に圧力を繰り返し負荷、ガラスのひび割れ状態などを測定することとなっている。日本ではこの試験法を基に日本での試験法の準備を進めている段階であるが、台風に対しても合わせガラスの特性（耐貫通性および飛散防止性）から、合わせガラスが有効なガラスになるものと思われる。

5. 防犯

空き巣の侵入方法 [4] および侵入をあきらめる時間 [5] のデータを図 2 に示す。この図から、空き巣狙いの侵入方法はガラス破りが一番多いこと、また、侵入に 5 分以上かかる場合には侵入をあきらめてくれることが分かる。つまり、容易に窓ガラスが侵入口とされないようにすれば空き巣被害をかなり小さくできることがわかる。このような観点から、建物の窓ガラスを故意に破壊し、容易に進入口とさせないよう一定以上の防犯性をもたせたガラスが防犯ガラスとされている。試験は 2 種類あり、「打ち破り」手口に関連付けられる防犯性能試験と「こ

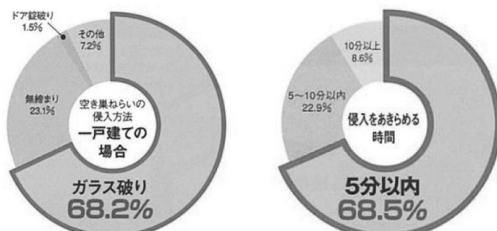
じ破り」手口に関連付けられる防犯性能試験がある。「打ち破り」手口に関連付けられる防犯性能試験は打撃によるガラスの破壊であり、P1A~P5A の 5 段階に分類されている。「こじ破り」手口に関連付けられる防犯性能試験は、ガラスの破損時にあまり音を立てないようにして進入する手口であり、日本独特の進入方法といわれ、P1K~P3K の 3 段階に分類されている。P2A 以上かつ P2K 以上の性能を有するガラスが「防犯ガラス」と定められている。この基準は板硝子協会の定めた基準である。また、「防犯性能の高い建物部品の開発・普及に関する官合同会議」では「防犯建物部品」を公開しており、統一マークの「CP」マークを貼ることが許されている。

「打ち破り」手口に関連付けられる防犯性能試験は下記の通りである。

試験方法概略 鋼球落下試験（詳細は ISO 16936-1 の該当箇所の規定に従う）

- (1) 使用鋼球：直径 100 mm、重さ約 4.11 kg
- (2) 落下方法：中心付近の一辺 130 mm の正三角形の各頂点に順に鋼球を落下させる。
- (3) 供試体の大きさ：900×1,100 mm
- (4) 落下高さ・落下回数
- (5) 上記高さ・回数で実施し、3 供試体全てにおいて鋼球が付き抜けなかったとき、その分類に合格したとみなされる。

表 4 に示すように、P2A かつ P2K の防犯ガラスは、たとえば 30 mil (約 0.8 ミリ) 厚の中間膜を 3 mm 厚のフロートガラスで合わせたもの (表のセキユオ 30：日本板硝子(株)の商品)、P5A かつ P3K の防犯ガラスは 90 mil (約 0.8 ミリ) 厚の中間膜を 3 mm 厚のフロー



出典：警視庁生活安全総務課資料 (H19年上半期)

図 2 一戸住宅の空き巣狙いの侵入方法 (左)
侵入をあきらめる時間 (右)

表3 「打ち破り」手口に関連付けられる防犯性能試験の分類(落下高さ&落下回数)

分類	鋼球落下高さ(mm)	加撃回数
P1A	1,500	正三角形各頂点に1回ずつ計3回
P2A	3,000	正三角形各頂点に1回ずつ計3回
P3A	6,000	正三角形各頂点に1回ずつ計3回
P4A	9,000	正三角形各頂点に1回ずつ計3回
P5A	9,000	(正三角形各頂点に1回ずつ計3回)×3回

表4 防犯性能基準の商品例

セキュオの防犯性能仕様基準		打ち破り手口に関連付けられる防犯性能				
		P1A	P2A	P3A	P4A	P5A
防犯性能 試験 に 合格 する 手口 に	P1K					
	P2K		セキュオ30			
	P3K			防犯ガラス	セキュオ60	セキュオ90 セキュオSP セキュオPY

トガラスで合わせたもの(表のセキュオ90:日本板硝子(株)の商品)である。

6. 防弾

防弾ガラスについても述べることにする。防弾ガラスの性能に関しては、米国の Underwriters Laboratories 規格の UL 752 を参考とすることが多い。表5に UL 752 の Rating を示す。規定の弾丸を規定の数だけ発射し、弾丸がガラスを貫通しないこと等が合格条件となっている。日本板硝子(株)の場合には Level 1~

Level 5 相当のガラスを用意しており、たとえば Level 5 相当のガラスでは厚さが 59 mm にもなる。

7. 最後に

建築用ガラスの安全性を高めるためには、より安全なガラスを開発することと、開発したガラスを適切に評価することが必要である。我々はより安全なガラス製品を市場に広めていき、それによってガラスに関わる事故や災害、犯罪による被害が軽減されていくことを切に望むものである。

参考文献

- 1) NIPPON SHEET GLASS ガラス建材総合カタログ
ガラス技術資料編
- 2) 安全・安心ガラス設計施工指針(財)日本建築防災協会, 2011年2月

表5 UL 752: 2005 における Rating

Rating	Ammunition	Weight (g)	Minimum velocity (m/s)	Number of shots
Level 1	9 mm Full metal copper jacket with lead core	8.0	358	3
Level 2	.357 Magnum jacketed lead soft point	10.2	381	3
Level 3	.44 Magnum lead semi-wadcutter gas checked	15.6	411	3
Level 4	.30 caliber rifle lead core soft point	11.7	774	1
Level 5	7.62 mm Rifle lead core full metal copper jacket, military ball	9.7	838	1
Level 6	9 mm full metal copper jacket with lead core	8.0	427	5
Level 7	5.56 mm Rifle full metal copper jacket with lead core	3.56	939	5
Level 8	7.62 mm Rifle lead core full metal copper jacket, military ball	9.7	838	5

- 3) ISO 16932 : Glass in building –Destructive–wind-storm– resistant glazing– Test and classification, ISO (International Organization for Standardization) ASCE 7–05 : Minimum Design Loads for

Buildings and Other Structures, ASCE (American Society of Civil Engineers) Standard.

- 4) 警視庁生活安全総務課資料 (H 19 年度上半期)
5) 防犯環境設計ハンドブック (財) 都市防犯センター

