

安全ガラス

(1930年～現在)

見学可能：

ガラスなんでも情報局
(ガラスの王国とガラス
プラザ) (旭硝子)

[http://www.agc.co.jp/
various/index.html](http://www.agc.co.jp/various/index.html)

ガラスプラザ (防災ガ
ラス) (旭硝子)

[http://www.asahi
glassplaza.net/kaiteki/
bousai/index.htm](http://www.asahiglassplaza.net/kaiteki/bousai/index.htm)

ガラスワンダーランド
(日本板硝子)

[http://glass-wonder
land.jp/index.html](http://glass-wonderland.jp/index.html)

Key-words：安全、防
犯、防災、強化ガラス、
合わせガラス

注1 「ガラスを用いた
開口部の安全設計指針」
建設省住宅局建築指導課
長名 昭和61年5月31
日付通達 (平成3年4月
4日付改訂版の通達)

安全ガラスには一般的に強化ガラスと合わせガラスの2種類がある。強化ガラスは、ガラスの強度を高めて割れにくくするとともに、割れた時には破片が小さくなり大きな怪我をしにくくしている。また合わせガラスは、2枚のガラスの間にある中間膜が、ガラスが割れたときの衝撃物の貫通性能とガラスの破片の飛散防止性を高めている。安全ガラスの目的は時代とともに変化しており、従来の人体衝突安全性、ボールや石による破損防止から、最近では侵入盗などの犯罪を防ぐ防犯性能や台風や地震時の衝撃破損防止や割れたガラスの破片による災害・怪我の防止を目的として使用されることが増えている。

1. 製品適用分野

建築用開口部、自動車用開口部

2. 適用分野の背景

(1) 建築用開口部

建築分野は、大きく2つの分野に分けることが出来る。ビルディングと呼ばれる事務所建築や、公会堂、美術館などの大型公共建築 (以後ビル建築と称す) と、住宅建築に分けることが出来る。

ビル建築、特に公共建築では、不特定多数の人が使用することから、その出入口では人のガラスへの衝突による怪我を防ぐために安全ガラス (合わせガラス、強化ガラスなど) を使用することが推奨されている。^{注1)}

住宅建築分野では、1990年代末より侵入盗などの犯罪の増加と、犯罪の検挙率の減少が見られている。

侵入盗の最も多い手口が「ガラス破り」であり、その防犯対策として安全ガラスの1種である合わせガラスが防犯ガラスとして使われるようになっていく。^{注2)}

(2) 自動車用開口部

自動車の安全性を考える時に、ガラスの占める役割は大きい。安全性には、ゆがみの無い視野を確保する予防安全性と、衝突時の乗員の安全を確保する衝突安全性がある。

自動車の衝突安全性に最も重要なガラスはフロントガラスである。フロントガラスは、1959年に安全ガラスであることが規定され、1969年にガラス破損時の前方視野確保のために部分強化ガラスが、1985年に衝突時の乗員確保による安全確保のために合わせガラスにすることが法制化された。

●フロート板ガラス

一般的に多く使われているガラスで、破損すると鋭利なガラス片が残り、非常に危険です。衝撃物はガラスを飛散させ貫通してしまいます。



●強化ガラス

フロート板ガラスの約3倍の強度があります。破損した場合、ガラス片が小粒状になり、大きなケガから人体を守ります。衝撃物は、ガラスを飛散させて貫通していません。



●合わせガラス

2枚のガラスで特殊なフィルムをはさんでいるため、ガラス片の飛散や貫通もほとんどありません。中間の特殊フィルムを厚くすることで、耐貫通性もより大きくなります。



3. 製品の特徴と仕様

安全ガラスの「安全」の意味、レベルは時代とともに変わっている。

自動車用フロントガラスは、強化ガラスから合わせガラスに変わって安全のレベルが大きく向上した。

それに対し建築用安全ガラスでは、安全の意味 (領域) が人体衝突安全、ボールや石による破損時のガラス片飛散による傷害低減から、台風や地震時の破損による被害低減のための防災ガラスや、侵入盗等による被害を防ぐための防犯ガラスに変わってきた。そして安全の意味の変化によって、ガラスの種類は強化ガラスから合わせガラスに変わった。

強化ガラスは、JIS R 3206に規定されるように、①落球衝撃破壊

図1 各種ガラスの破壊状況比較

高さ ②破片の状況 ③ショットバッグ衝撃特性の試験に合格することが求められている。例えば、「5ミリ」の「フロート強化ガラス」の安全に直接関係する試験項目と合格基準を挙げる。ガラスの厚さが $5.0 \pm 0.3\text{mm}$ で、①寸法が $610 \times 610\text{mm}$ のガラスを指定された枠に指定された方法で固定し、 $1040 \pm 10\text{g}$ の鋼球を供試体から 100cm の高さから力を加えずに落下させ、6枚の供試体中破損が1枚以下で、②寸法は製品サイズで、指定された点を指定されたハンマー又はポンチを用いて加撃し、指定された部分を除いて破片の大きさが最も粗い部分の $50 \times 50\text{mm}$ の正方形の領域で、破片の数(指定された数え方で)が40個以上で、③寸法が $1930 \times 864\text{mm}$ のガラスを指定された枠に指定された方法で固定し、指定された加撃体(質量 $45 \pm 0.1\text{kg}$ ・通称ショットバッグ)を供試体に 300mm の高さから振り子式に自由落下させ、供試体の中心点付近を1回加撃する。破壊しないときは、高さを 75cm に上げて同じ供試体の中心点付近を1回加撃する。それでも破壊しないときは、更に高さを 120cm に上げて同じ供試体の中心点付近を加撃する。そして、4枚の供試体が総て指定された基準(破壊した場合は最も大きい10枚の破片の質量の合計が規定以下、または破壊しない)を満足することが必要とされる。

ショットバッグ試験フレーム・加撃物

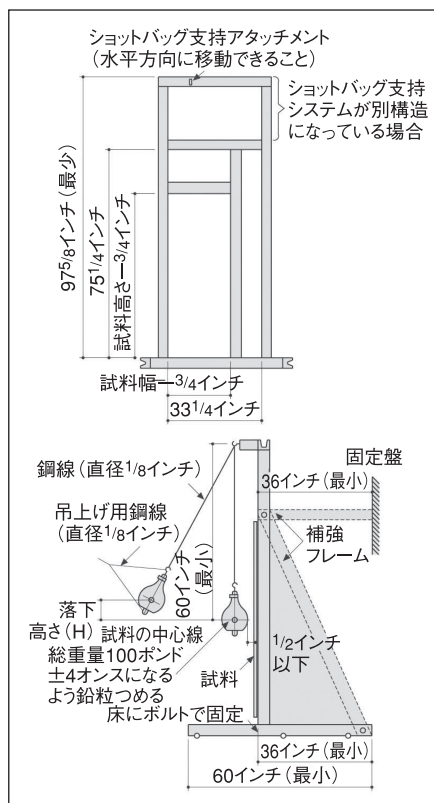


図2 ショットバッグ試験装置

注2 「防犯性の高い建物部品の開発・普及に関する官民合同会議」(2002年設置)による「防犯性の高い建物部品目録」(2004年公表)



フロート板ガラス(5ミリ)
鋭利なガラス片が落下し、大きな開口となる。



合わせガラス(3ミリ+3ミリ)
ガラス片も飛散が少なく貫通もしにくい。



強化ガラス(5ミリ)
破損すると、ガラスが飛散し、加撃物が貫通する。

図3 各種ガラスのショットバッグ試験結果比較

注3 ガラスが曲げにより破壊されるときは、押される側が凹状に曲げられ、圧縮応力が発生し、反対側は凸状に曲げられ、引っ張り応力が発生する。ガラスは圧縮力に強く、引っ張り力に弱い。そこで、強化ガラスは表面に圧縮層を設けて、引っ張り力が加わってもすぐには引っ張り状態にならないようにすることで強度を高めている。

特殊フィルムを一体化
セキュレ特殊フィルム
セキュレクールベール特殊フィルム

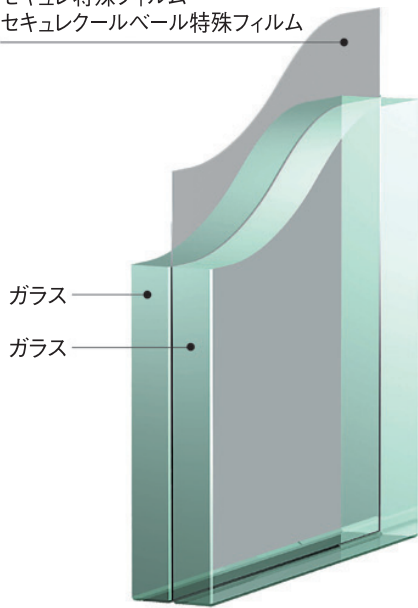


図4 合わせガラスの構成

合わせガラスは、JIS R 3205 に規定されるように、①耐熱性、耐光性 ②ショットバック衝撃特性の試験に合格することが求められている。合わせガラスは、**図4**に示すように、2枚の板ガラスの間に中間膜（有機材料）をサンドイッチしており、光学性能、安全性を建築用部品として長期間保持するために①の試験が設けられている。安全性を示す②では、寸法が1930×864mmのガラスを指定された枠に指定された方法で固定し、指定された加撃体（質量45±0.1kg）を

供試体にII-1類は120cm、II-2類は、75cm、III類は30cmの高さから振り子式に自由落下させ、供試体の中心点付近を1回加撃し、規定された基準（破壊した場合は、破壊部分に直径75cmの球が自由に通過する開口を生じない、又は破壊しない）に合格することが必要とされる。

強化ガラスと合わせガラスのショットバック試験の基準高さは、「ガラスを用いた開口部の安全性設計指針」に建築の用途と部位別に規定されており、例えば、120cmのガラスは、安全設計が求められる建築物（例えば公会堂など）のロビーの玄関周りなどに適用される。また、防犯性能の規格はJISには無く、欧米の規格に準拠した方法で試験、評価を行っている。

4. 製法

(1) 強化ガラス

板ガラスを強化炉に入れ、ガラスの軟化温度近くの650～700℃まで加熱し、その直後にガラス両面に空気を一様に吹き付けて急冷する。そうすると、ガラス表面が内部より先に温度が下がり、表面に安定した圧縮応力層^{注3)}が形成される。これによりガラスの強度が上昇し、耐風圧強度が同じ厚さのフロート板ガラスの約3倍となる。

(2) 合わせガラス

2枚のガラスの間に、透明で接着力の強い樹脂製の中間膜をはさんで、オートクレーブ（圧力釜）に入れ、120～130℃、1.47N/mm²（約15kgf/cm²）で約1時間圧着し、合わせガラスとする。



図5 建築用強化ガラスの製造工程図

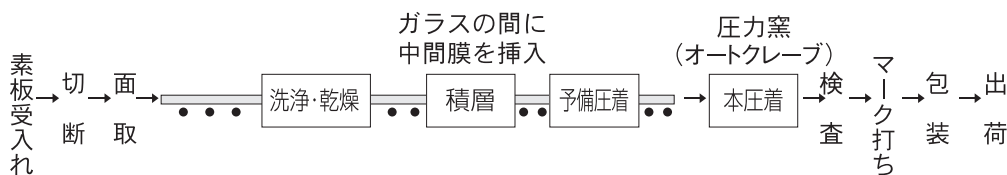


図6 建築用合わせガラスの製造工程図

5. 将来展望

(1) 強化ガラス

強化ガラスは、20世紀後半から安全ガラスの代名詞として広く使われてきている。勿論、高強度のガラスとして、建築分野で広く使われ続けることは、確実であろう。しかし最近新しい用途、例えば製造法の改良により同じ厚さフロートガラスの3倍の強度より更に強いガラスが製造可能となり、防火性能のある安全ガラスとして使われ始めている。さらなる技術改良と新用途展開が期待される。

(2) 合わせガラス

合わせガラスは、安全ガラスとして求められる性能が、時代とともに人体衝突安全性、飛散防止性から防

災性、防犯性と変わってきた。今後は更に高い性能が要求されることが予想されている。従来の日本では、幸いなことに欧米に比べると、防犯性能、台風時などの飛来物貫通性能のレベルが低くても、ユーザーが満足するレベルであった。しかし、最近のように銃による犯罪の増加や温暖化による台風の大型化が続くと、さらなる高性能化がユーザーから要求される時代(望ましいとは思わないが)となる可能性が高く、新材料や、新製造法の研究開発が必要とされると思われる。

[連絡先] 松本 猛
旭硝子(株) AGC 板ガラスカンパニー
日本・アジア本部 技術開発室 企画グループ
〒101-0061 東京都千代田区三崎町 2-9-18
TDC ビル 13F

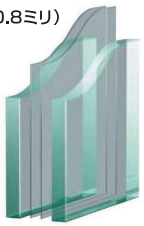
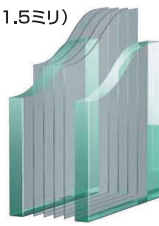
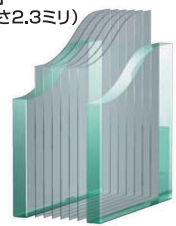

グレード	セキュレ レベルI セキュレクールベール レベルI	セキュレ レベルII セキュレクールベール レベルII	セキュレ レベルIII セキュレクールベール レベルIII	セキュレ レベルIV
特殊フィルムの厚さ ※milは、特殊フィルムの厚さの単位。1mil=1/1000インチ ※表記のガラス断面イラストは15milフィルムを基準にした場合のイメージ図であり、実際には特殊フィルムの総厚さで管理されています。	0.76 ミリ [30mil] (呼び厚さ0.8ミリ) 	1.52 ミリ [60mil] (呼び厚さ1.5ミリ) 	2.28 ミリ [90mil] (呼び厚さ2.3ミリ) 	ポリカーボネート(レキサン)シート3ミリ 
欧州防犯規格(*)	EN356 P2A 適合	EN356 P4A 適合	EN356 P5A 適合	EN356 P6B 適合
板硝子協会による性能・仕様基準(*)	P2A/P2K 適合	P4A/P3K 適合	P5A/P3K 適合	—

図7 合わせガラスの防犯性能比較