

平面強化ガラス



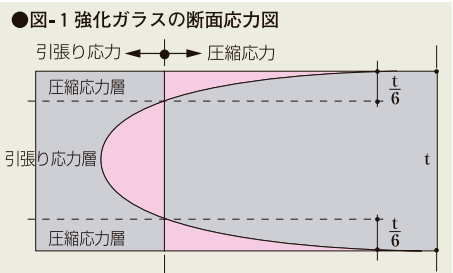
■ 強化ガラスの品揃え

- 平面強化ガラス・・・オフィスビル等
- スクールハードガラス・・・学校・体育館
- 倍強度ガラス・・・・・・学校・体育館



■ 強化ガラスの原理

強化ガラスは、フロート板ガラスを軟化点付近の摂氏 約 700 度まで加熱した後、ガラス表面に空気を吹き付けて急冷してつくります。この強化処理によってガラスの表面が先に温度が下がり収縮して固まります。一方、ガラス内部は表面に比べて温度が下がるのが遅く、収縮するのも遅れます。そのために、先に固まったガラス表面層によってガラス内部は収縮が抑えられ、ガラス表面に圧縮応力層、ガラス内部には引張り応力層が生じた状態になります。ガラスは圧縮に強く引っ張りに弱い性質を持っています。ガラスに力が加わるとガラスはたわみます。そうすると力の加わった反対側の面に引張り応力が生じ、その応力に耐えきれなくなり割れてしまうのです。しかし強化ガラスは、ガラスの表面に引張り応力に対抗する圧縮応力層が形成されるためフロート板ガラスにない強度を生じさせ、また万一の破損にも破片が粒状になる特性を持っています。



■ 強化ガラスの製法

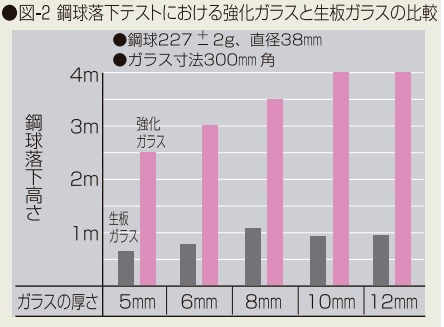
強化ガラスには、水平強化と吊り強化の方法があります。水平強化が呼び厚さ15ミリ以上の場合、単位面積当りの重量が重いため、製造工程中にガラス表面に梨肌状の細かな凹凸が生じることがあります。吊り強化の場合は、そのガラスの短辺に製法による吊り穴跡が生じます。この部分は光学的なゆがみもあります。

■ ハードグラスの基本的特性

特性1 強度が大きい

強化ガラスは、同じ厚さの生板ガラスに比べ衝撃、風圧、水圧、荷重などの外力に対し3～5倍の衝撃強度、曲げ強度を持っています。

下記のグラフは、強化ガラスと生板ガラスとの鋼球による落下テスト実験値です(当社比較値)



特性2 熱衝撃に強い

強化ガラスは急激な温度の変化(熱衝撃)に対しても、生板ガラスに比べて、約3倍の耐熱上の強度を持っています。

品名	板厚 (mm)	急冷強さ (温度差)	
		0%破壊	100%破壊
フロート板ガラス	3	80° C	120° C
フロート板ガラス	5	60° C	100° C
強化ガラス	5	170° C	220° C
強化ガラス	8	170° C	220° C
強化ガラス	12	150° C	200° C

※この数値は一つの実験値であり、性能の保証値ではありません。

特性3 破片が粒状で安全

強化ガラスも絶対に割れないわけではありません。しかし万一割れた場合でも、破片は細かな粒状になってしまうので、生板ガラスの鋭利な破片のように危険性が生じません。(写真破損形状参照)

■ 強化ガラスの設計・施工

【設計上のご注意】

- 強化ガラスは、強化処理後の切断、穴あけ、面取り及び表面加工などは一切できませんので、寸法や形状は正確な寸法でご発注ください。
- 穴あけ部、エグリ部など加工部分は他の部分より強度が低下しますので、それらに大きな曲げ応力が作用しないように設計してください。
- 強化ガラスは万一の場合は、瞬時に破砕しますので、屋根や高所の腰板など脱落が許されない場所では、強化合わせガラスをお勧めします。

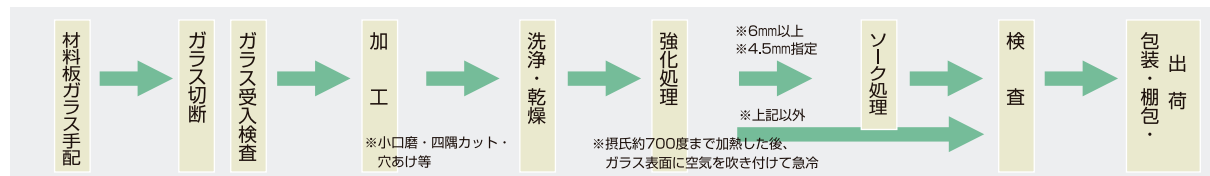
【施工上のご注意】

- 強化ガラスの施工は、基本的には普通ガラスの施工法に準じますが、下記の点に留意し、強化ガラスの施工法に従って施工してください。
- 強化ガラスのエッジ部(穴あけなどのエッジも含む)と、フレームなど金属との直接の接触は絶対にさけてください。
- 強化ガラス性質上、特にエッジ、あるいは表面に深いキズがつくと全面破壊につながる可能性がありますので施工取扱上でご注意ください。

■ 強化ガラスの標準施工法

- シーリング材はシリコン系、またはポリサルファイド系などの良質の弾性シーリング材をご使用ください。
- バックアップ材はエチレンフォーム、発泡ゴムなどをご使用ください。
- セッティングブロックは硬度90°以上のクロロプレンゴムを下辺に2カ所ごで使用ください。また、ガラス板厚が6mm以下の場合には、良質の塩化ビニールも使用できます。
- 各種クリアランス及びかかりしろなどの数値は、右図に示すJASS-17(日本建築学会、建築工事標準仕様書17番、ガラス工事)の数値を最小値としてください。(表-1参照)(図-1参照)

強化ガラス製造工程



製造可能寸法（透明）

ガラス厚 (mm)	強化ガラス (W×H) (mm)	倍強度ガラス (W×H) (mm)
4	1800 × 2400	
5	1800 × 2600	
6	2400 × 3750	2440 × 3000
8	2500 × 4000	2440 × 3600
10	2800 × 4800	2440 × 3600
12	2800 × 4800	
15	2800 × 4800	
19	2800 × 4800	

※強化ガラスの最小寸法 100×250 / 合わせガラスの最小寸法250×400 / 倍強度の最小寸法 100×250

破損形状



●強化ガラス



●フロート板ガラス

衝撃強度と安全性

一般に板ガラスは透明性、耐候性、不燃性、耐擦傷性などに非常にすぐれた特長を持っていますが、その反面脆性破壊する性質や、それにとまなう安全性に問題を持っています。ガラスの破壊の要因には衝撃のほか、風圧力、面内変形、熱応力などがありますが、ガラスの安全性に最も関係深いものは衝撃による破壊です。強化ガラスはガラスの優れた特長をそのままに、安全のために大切な耐衝撃強度において各種板ガラスの中でもっとも優れた性能を有するガラスといえます。（表-2 参照）（図-2参照）

強化ガラスの衝撃強度は、衝突物の速度始め質量、硬度、形状によって、また強化ガラスの板厚、面積、支持方法によって複雑に影響を受けるため、耐衝撃性能を一般化することはほとんどできません。強化ガラスの耐衝撃性能や安全性は、板厚や形状及び支持方法など実際の使用条件において、予想しうる加撃物による実験を行ない、その実験値や強化ガラスの衝撃破壊特性を考慮して判断しなければなりません。例えば表-2に示すように、耐衝撃強度の高い強化ガラスに、耐貫通性に優れた合わせガラスの使用を併用するなど、用途上必要な場合は、それぞれの特長を生かした使用も考えられます。ここでは参考となる実験結果を示しておきますので、類似した条件における性能判断の参考としてください。

《衝撃破壊のメカニズム》

通常、ガラスの衝撃破壊には、曲げによって衝撃反対面に引張り応力が働いて破壊がおこる曲げ破壊と、硬く作用面積の小さな加撃物によって衝撃面に集中応力がかり、円錐状の破面からおこる集中応力破壊（ヘルツ破壊）があります。（図-3参照）

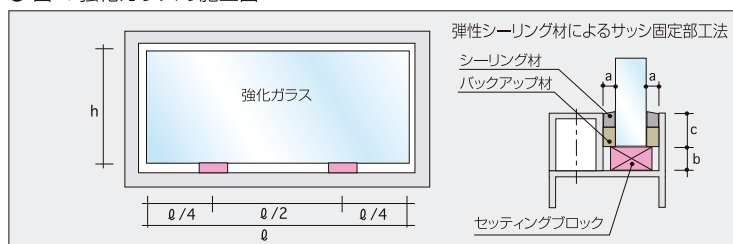
《強化ガラスのヒートソーク処理について》

強化ガラスは、ガラス表面に圧縮応力層があり、それにバランスよくガラス内部に引張り応力層があります。このバランスが保持されている限りガラスが破損することはありません。ごく稀に、ガラス製作時にガラス内部に残存した微小な不純物が温度変化により体積膨張し、引張り応力層と圧縮応力層のバランスを崩した時、ガラスが破損する事があります。この不純物を強化工程内で除去するために行なっているのが、ヒートソーク処理（再熱処理によるガラス破壊試験）です。（ヒートソーク処理裏面参照）

● 表-1 強化ガラスの納まり寸法標準 (mm)

品 種	厚さ (mm)	弾性シーリング材によるサッシ固定部工法		
		面クリアランス	エッジクリアランス	かかりしろ
		a	b	c ※2
強化ガラス	4・5・6	7 ※1	7	10
	8	10	8	10
	10	10	8	12
	12	14	10	14
	15	14	10	18
	19	14	15	22

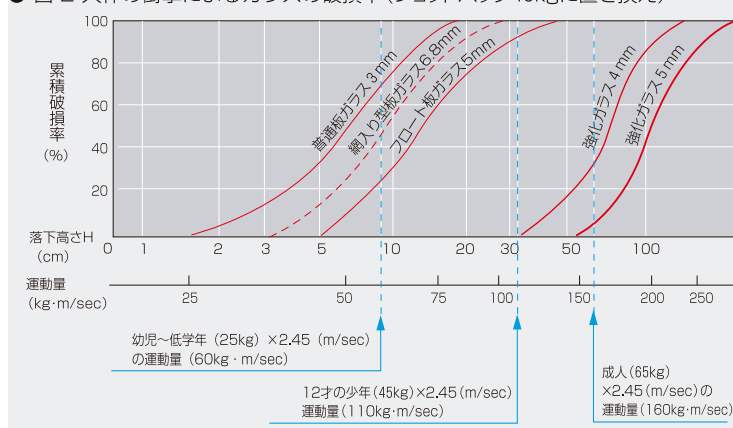
● 図-1 強化ガラスの施工図



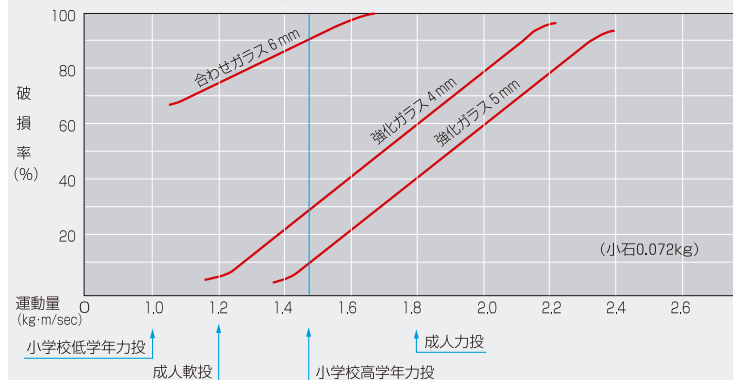
● 表-2 安全なガラスの条件

安全なガラス	破損しにくい 安全性が高い場合	破損時の安全性	そのための条件	該当ガラス
		破片との接触により大きな傷害を受けない	●破片が小粒である ●破片が鋭くない	強化ガラス
		破損しても危険な破片と接触しにくい	●破片が飛散しない ●耐貫通性に優れている	合わせガラス

● 図-2 人体の衝撃によるガラスの破損率（ショットバック45kgに置き換え）



● 図-3 投石によるガラスの破損率



● 破損率の求め方…例えば小学校の高学年が力投した場合、

グラフ上の交点よりガラスの破損率を求めると、強化ガラス4mm厚で30%合わせガラス6mm厚で90%であることがわかります。

●この図表は、板硝子協会及び旭硝子研究所による実験値を示しています。
●板ガラスの強度は、加撃物の性状（硬さなど）によりばらつきがあります。従って記載数値は参考値としてお読み取りください。

※フロート板ガラス破損すると鋭利なガラス破片としてたいへん危険です。

※強化ガラスフロート板ガラスの約3倍の強度を持つ強化ガラスが破損した場合ガラス片が小粒状になります。



※1 JASS-17では、左記のように規定されていますが、シーリング材の性質・性能上、できるだけa=5mm以上にしてください。

※2 かかりしろのうち、シーリング材の部分は、できるだけ深さ5mm以上が確保できるようにしてください。

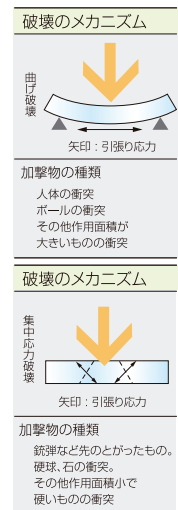
強化ガラスのマーク
シールが目印



強化ガラス
HARD GLASS

●倍強度ガラス
フロート板ガラスを炉に入れ軟化温度（約700℃）近くまで加熱した後、ガラス表面に空気を吹きつけ、強化ガラスよりもおだやかに冷却してつくりまします。（フロート板ガラスの約2倍の強度）

●破損率の求め方
例えば12才の少年が全身衝突した場合、グラフ上の交点よりガラスの破損率を求めると、強化ガラス以外のガラスが90%以上なの比へ、強化ガラスはほとんど破損しないことがわかります。尚、合わせガラスはこれまでの経験より上図の網入り型板ガラスの累積破損率と同様と推定できます。



ハードグラスマークの種類

■ HJマーク	■ Hマーク	■ HSマーク	■ スクール用マーク
TEMPERED JIS GB 88 T III	TEMPERED HARD 88 GLASS	HS HARD 88 GLASS	スクール ハードグラス



ハードグラス工業の「平面強化ガラス」には、信頼のこのマークが目印です。



JQA-QMA16376
JQA-EM7694



MS
CM009



本社・本社工場(第1・第2工場) 地域未来牽引企業



URL <https://hardglass.co.jp>



ハードグラス工業株式会社

本社	〒664-0831	伊丹市北伊丹7-79	Tel.072 (784) 3671 Fax.072 (770) 7400
東京支店	〒141-0022	東京都品川区東五反田1-21-13 (ファーストスクエア五反田9F)	Tel.03 (5420) 5911 Fax.03 (5420) 5912 E-mail : hard.tokyo@rice.ocn.ne.jp E-mail : hard11@dream.com (設計)
札幌営業所	〒069-0833	江別市文京台42-9	Tel.011 (386) 1651 Fax.011 (386) 1652 E-mail : hard.sapporo@eagle.ocn.ne.jp
仙台営業所	〒983-0002	仙台市宮城野区蒲生1-103-15	Tel.022 (762) 7338 Fax.022 (762) 7339 E-mail : hard.sendai@swan.ocn.ne.jp
埼玉営業所	〒336-0034	さいたま市南区内容2-2-3	Tel.048 (633) 4120 Fax.048 (633) 4121 E-mail : hard.saitama@hardglass.co.jp
名古屋営業所	〒452-0811	名古屋市西区砂原町106	Tel.052 (307) 4680 Fax.052 (307) 4681 E-mail : nagoya.1@hardglass.co.jp
福岡営業所	〒812-0018	福岡市博多区住吉2-16-1 (メゾン住吉2F)	Tel.092 (291) 6510 Fax.092 (282) 1030 E-mail : hard.fukuoka@galaxy.ocn.ne.jp
本社第1工場	〒664-0831	伊丹市北伊丹7-79	Tel.072 (784) 3671 Fax.072 (770) 7400
本社第2工場	〒664-0831	伊丹市北伊丹7-76-1	Tel.072 (784) 3671 Fax.072 (770) 7400
川西工場	〒666-0025	川西市加茂6丁目116	Tel.072 (758) 9721 Fax.072 (758) 9725
空港第1工場	〒664-0844	伊丹市口酒井3丁目3-30	Tel.072 (773) 4533 Fax.072 (773) 4535
空港第2工場	〒664-0842	伊丹市森本9丁目27	Tel.072 (785) 6800 Fax.072 (785) 6801
北伊丹工場	〒664-0831	伊丹市北伊丹8丁目126-1	Tel.072 (789) 9690 Fax.072 (789) 9691
本社物流センター	〒666-0025	川西市加茂6丁目97-1	Tel.072 (756) 7077 Fax.072 (756) 7080
北海道物流センター	〒069-0833	江別市文京台42-9	Tel.011 (386) 1651 Fax.011 (386) 1652
仙台物流センター	〒983-0002	仙台市宮城野区蒲生1-103-15	Tel.022 (762) 7338 Fax.022 (762) 7339
埼玉物流センター	〒336-0034	さいたま市南区内容2-2-3	Tel.048 (633) 4120 Fax.048 (633) 4121
東海物流センター	〒452-0811	名古屋市西区砂原町106	Tel.052 (307) 4680 Fax.052 (307) 4681
東金物流センター	〒283-0048	千葉県東金市幸田867-1	Tel.0475 (71) 2971 Fax.0475 (71) 2972
東京物流(東扇島倉庫)	〒210-0869	川崎市川崎区東扇島19-2ロジポートC棟6階	Tel.045 (441) 3793 Fax.045 (461) 6547
(株)ハーディ	〒666-0025	川西市加茂6丁目101-1	Tel.072 (755) 0500 Fax.072 (755) 0501 E-mail : hard91@dream.com

※改良のため予告なく仕様を変更することがあります。予めご了承ください。
※カタログの写真は、印刷の関係上、実物とは多少異なるものもあります。

●お問い合わせは

 強化ガラスを正しくお使い頂くために〈警告〉

強化ガラスは強度が高く、また万一割れても破片が細かい粒状となり、安全性の高いガラスですが、外力が加わっていない状態で不意に破損することがあります。

強化ガラスの注意すべき特性

1.) 不意の破損の原因

強化ガラスは、ガラスの表面に圧縮応力層があり、それとバランスさせてガラス内部に引張応力層があります。ガラス表面にできた傷が成長して、ガラス内部の引張応力層に達した場合に、外から力が加わっていない状態でも不意に破損することがあります。外部からの傷としては、硬いものなどの衝撃、溶接の火花、風による飛来物によるものがあります。また、ガラス中の引張応力層に残存する不純物の体積変化に起因し、外から力が加わっていない状態でも不意に破損することがあります。

2.) 破損の際の形状

- 破損の際は、一瞬にしてガラスの全体が破砕します。
施工条件によっては、破損時にガラスが脱落することがあります。
- 破片は、ばらばらになることもありますが、破砕しても離れずに大きな塊になることもあります。

3.) 被害発生の可能性

- 近くに人がいた場合、ガラスの破片を浴びたり、頭上から落下してきた破片に当たったりして被害を被ることがあります。
- 小さな破片が落下した場合、下にいる人に当たり刺さったりし、ケガを負わせる恐れがあります。
- 大きな破片の場合、下にいる人に当れば、ケガだけでなく、命に係わる事故となる恐れもあります。

被害の発生を避けるための措置
強化ガラスの破片落下による被害をさけるために、
板硝子協会では、次のような措置を推奨します。

1.) 硝子が脱落しにくい施工法について

- シーリング材やグレーチングチャンネルによる施工は、破損時にガラスが脱落しにくい施工法ですので、お勧めします。

2.) 強化ガラスの飛散防止措置について

次の部位に強化ガラスを使用される場合は、強化合わせガラスにする等の飛散防止措置をとられることをお勧めいたします。

- アトリウムなどの屋根、トップライトなど水平に近い状態で使用している、破損して脱落した場合に人がケガをする恐れがある場合。
- 一般の窓など垂直な壁面に使用する場合、破損して脱落したときにケガをする恐れがある場合。
- 枠を使用しない手摺など、破損時に人が転落する危険性がある場合。

設計上のご提案

- ガラスが破損し、落下した場合に被害を避けるために、次のような措置をとられることをお勧めします。
- ガラスの大きな破片が、下まで落下しないように、**庇などを設置**する。
- ガラスの破片が落下する地点に、人が近づくことがないように、**グリーンベルトなどを設置**する。

● ヒートソーク処理について

強化ガラスは、製品寸法に切断したフロート板ガラスをガラスの軟化温度に近い約 700℃で熱し常温空気により急冷・焼入れし製造します。ヒートソーク処理とは、一度出来上がった強化ガラスを、さらに 300℃付近の温度で一定時間再加熱することにより、ガラス中に酸化ニッケルが含まれていた場合、その酸化ニッケルの性質を強制的に変化させ、体積を膨張させることで自ら破損させる方法です。この方法により、酸化ニッケルが含まれている強化ガラスの大部分がこの時点で破損します。この処理をすり抜けた製品は、その後酸化ニッケルの性質が変化せず、そのままの状態で保たれているものが大半ですが、環境温度の変化により、性質が変化し破損に至る場合もあります。強化加工後のヒートソーク処理は世界中のガラスメーカーにて実施されており、最も有効な自然破損対策であるとされています。しかし、JIS R 3206 (強化ガラス) には明記されておらず、各ガラスメーカーが自主的に行っているのが現状です。