

7-1 板ガラスと防火性

木造建築物の多い日本では、これまで多くの都市災害や戦災を経験してきました。そのため、建築基準法・同施行令では火災に対して厳しい規定が設けられています。

- ①対象地域による防火規定
 - ②建築物に対する防火規定
 - ③火災発生時の避難及び消火活動の規定
- これらの規定のうち、①、②では開口部に対する防火対策として板ガラスが関連します。③では非常用出入口に替わる窓として板ガラスが関連します。

1 開口部に対する防火対策

● 対象地域による防火規定

ある建物で発生した火災が他の建築物に延焼しないように、地域による集団的な規制を目的に定めたもので

- 防火地域（法第61条）
- 準防火地域（法第62条）
- 法第22条地域（法第22条）

などがあります。

● 建築物に対する防火規定

これらの地域では建築物に対する防火規制が定められており、表1のようになります。

● 建築物の定義

① 耐火建築物

主要構造部が(1)又は(2)のいずれかに該当し、外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に、防火戸その他の政令で定める防火設備を有しているものです。（法第2条第9号の二、令第108条の3）

(1) 耐火構造

(2) 次に掲げる性能に関して政令で定める技術的基準に適合するもの。

- (i) 当該建築物の構造、建築設備及び用途に応じて屋内において発生が予測される火災による火熱に当該火災が終了するまで耐えること。
- (ii) 当該建築物の周囲において発生する通常の火災による加熱に当該火災が終了するまで耐えること。

② 準耐火建築物

主要構造部が(1)又は(2)のいずれかに該当し、外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に、防火戸その他の政令で定める防火設備を有しているものです。（法第2条第9号の三）

(1) 準耐火構造

(2) (1)に掲げるものと同様の準耐火性能を有するものとして主要構造部の防火の措置その他の事項について政令で定める技術的基準に適合するもの。

表1 地域による建築物の規制

地域	階数又は延べ面積	建築物
防火地域	階数3以上、又は100m ² 超え	耐火建築物
	その他の建築物	耐火建築物又は準耐火建築物
準防火地域	階数4以上、又は1500m ² 超え	耐火建築物
	500m ² 超え、1500m ² 以下	耐火建築物又は準耐火建築物
	階数3以上	耐火建築物、準耐火建築物又は※1の建築物

※1 外壁の開口部の構造及び面積、主要構造部の防火の措置その他の事項について防火上必要な政令で定める技術的基準に適合する建築物

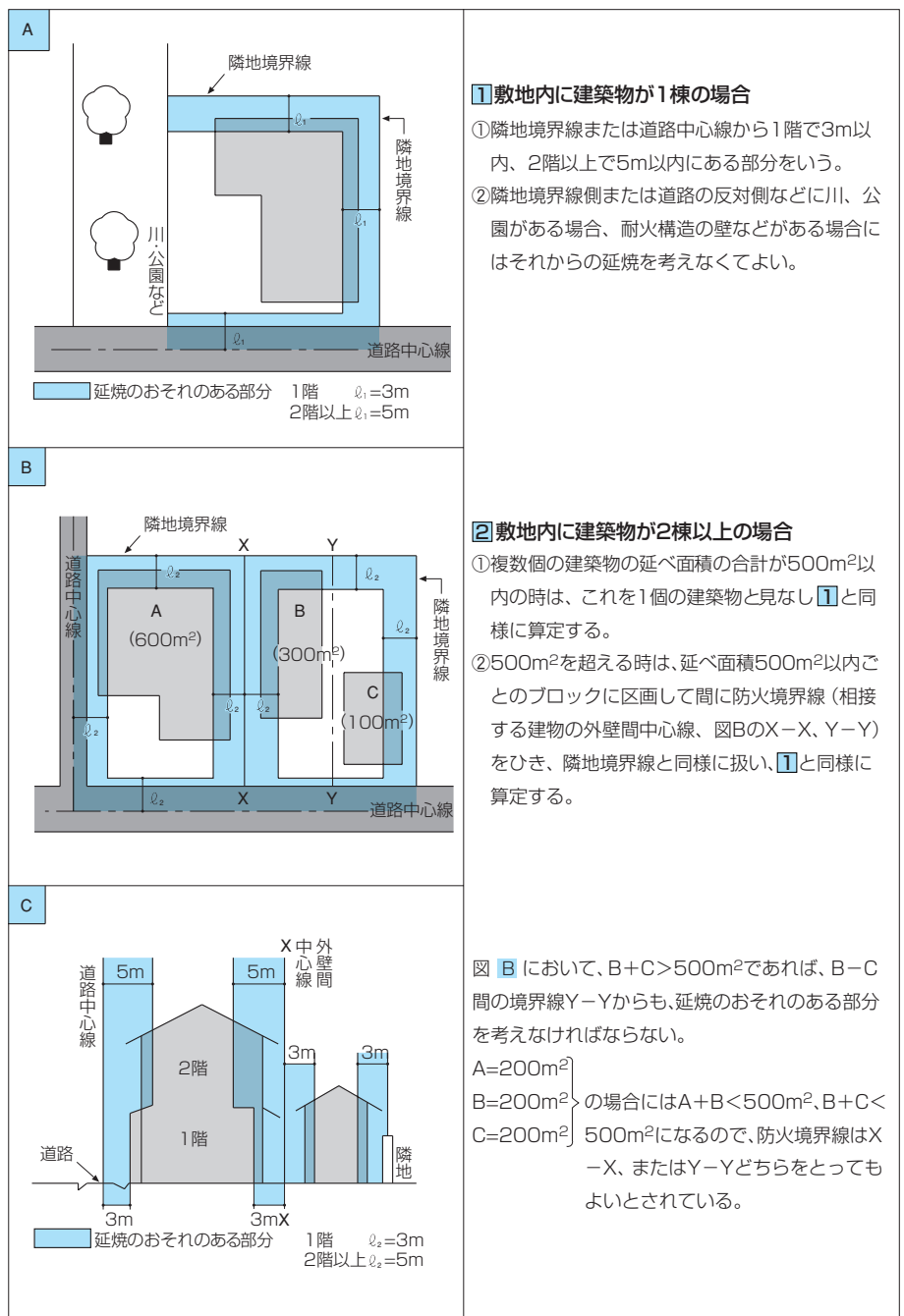


図1 延焼のおそれのある部分

③ 延焼のおそれのある部分

図1のように隣地境界線、道路中心線又は同一敷地内の二以上の建築物(延べ面積の合計500m²以内の建築物は1の建築物とみなす)相互の外壁間の中心線から、1階にあっては3m以下、2階以上にあっては5m以下の距離にある建築物の部分を行います。

なお、防火地域又は準防火地域内にある建築物で、耐火建築物および準耐火建築物以外のものも、その外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に、防火戸その他の政令で定める防火設備を有しているものとします。

法第22条地域(特定行政庁が防火地域及び準防火地域以外の市街地について指定する区域)では耐火建築物及び準耐火建築物以外の建築物の屋根は、不燃材料とすることになります。また、地域に関係なく、特殊建築物(法別表第一)のうち、法令(法第27条、令第115条の3)により耐火建築物又は準耐火建築物にする必要のあるものがあります。さらに特殊建築物(令第128条の4)は法令(法第35条の2)により内装制限をうけ、壁及び天井(天井のない場合には、屋根)の室内に面する部分の仕上げを不燃材料、準不燃材料などにする必要があります(令第129条)。

● 防火設備および特定防火設備について

防火設備には耐火建築物、準耐火建築物において外壁の延焼のおそれのある部分に用いるものと防火地域又は準防火地域内にある建築物で、耐火建築物および準耐火建築物以外のものに用いるものがあります。また、防火区画では特定防火設備を使用することとなります。防火設備及び特定防火設備の要求性能について表2に示します。

● 防火戸の認定番号

開閉方式(はめ殺し窓、引き窓等)ごとに、以下の認定番号が定められています。詳しくは(社)カーテンウォール・防火開口部協会発行の資料をご参照ください。

主にビル用としては

- 防火設備(アルミニウム合金製防火戸) EB-9101~EB-9108
- 防火設備(耐熱板ガラス入り鋼製防火戸) EB-9131~EB-9133
- 防火設備(木質系開き戸) EB-9141

主に3階建て以下木造住宅用としては、

- 防火設備(アルミニウム合金製防火戸) EB-9111~EB-9117
- 防火設備(木質系開き戸) EB-9121~EB-9124

防火設備や特定防火設備の要求性能は以下の試験により確認します。



写真1 防火設備の性能確認試験例

表2 防火設備および特定防火設備の要求性能

設備名	対象建築物	要求性能
防火設備	耐火建築物、準耐火建築物に用いる	遮炎性能(通常の火災時の火炎を20分間遮る性能)
防火設備	防火地域又は準防火地域内にある建築物に用いる	準遮炎性能(建築物の周囲において発生する通常の火災時の火炎を20分間遮る性能)
特定防火設備	防火区画部に用いる	遮炎性能(通常の火災時の火熱が加えられた場合に加熱開始後1時間当該加熱面以外の面に火炎を出さないもの)

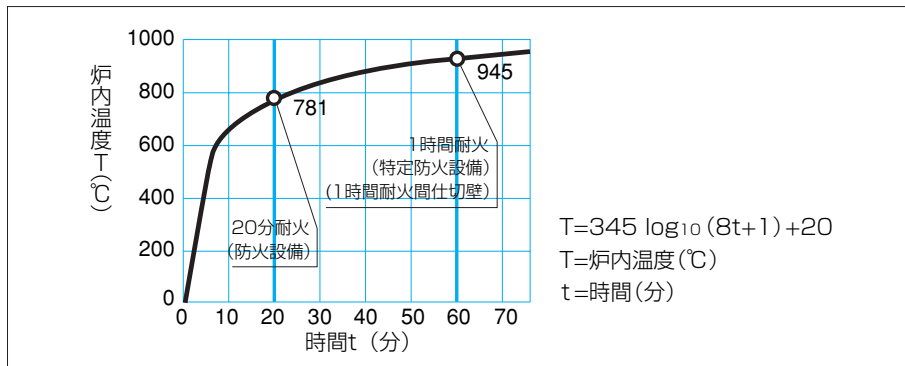


図2 耐火標準加熱温度曲線図 (ISOに準ずる)

● 防火区画検証法(令第108条の3第5項)

防火設備および特定防火設備の試験方法以外に開口部に設けられる防火設備の遮炎に関する性能を検証する方法が導入されました(保有遮炎時間≧火災継続時間)。参考として、その他の関連検証法としては次のような物があります。

- 耐火性能検証法
(令第108条の3、告示第1433号)
- 階避難安全性検証法
(令第129条の2、告示第1441号)
- 全館避難安全性検証法
(令第129条の2、告示第1442号)

● 耐火構造の屋根について

令第107条「耐火性能に関する技術的基準」の第3項において屋根にあつては通常の火災による火熱が30分加えられた場合に、屋外に火災を出す原因となる亀裂その他の損傷を生じない物であることとあり、平成12年建設省告示第1399号「耐火構造の構造方法を定める件」で令第107条に適合する屋根の構造として鉄材で補強されたガラスブロック若しくは網入板ガラスで造られたものとあります。

● 耐火構造の間仕切壁について

令第107条「耐火性能に関する技術的基準」の第2項において非耐力壁の間仕切壁にあつては通常の火災による火熱が1時間加えられた場合に、当該加熱面以外の面の温度が当該面に接する可燃物が燃焼するおそれのある温度(可燃物燃焼温度)以上に上昇しないこととあります。

防火設備や特定防火設備、屋根、間仕切壁に使用するガラスの選択方法として 図3 を示します。

● 不燃材料、準不燃材料、難燃材料について

不燃材料とは建築材料のうち不燃性能(通常の火災時における火熱により燃焼しないことその他の政令で定める性能、令第108条の2)に関して政令で定める技術的基準に適合するもので、国土交通大臣が定めたもの又は国土交通大臣の認定を受けたもの(法第2条第9号)とあります。平成12年建設省告示第1400号「不燃材料を定める件」により、「ガラス」は不燃材料とされています。

準不燃材料とは建築材料のうち通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後10分間法令(令第108条の2各号)に定める条件を満たしているものとして、国土交通大臣が定めたもの又は国土交通大臣の認定を受けたもの

のとあります。(平成12年建設省告示第1401号「準不燃材料を定める件」)

難燃材料とは建築材料のうち通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後5分間法令(令第108条の2各号)に定める条件を満たしているものとして、国土交通大臣が定めたもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとあります。(平成12年建設省告示第1402号「難燃材料を定める件」)

なお、不燃性能及びその技術的基準として令第108条の2において通常の火災における火熱が加えられた場合に、加熱開始後20分間次の各号に掲げる要件を満たしていることとあります。

- 燃焼しないものであること
- 防火上有害な変形、溶融、亀裂その他の損傷を生じないものであること
- 避難上有害な煙又はガスを発生しないものであること

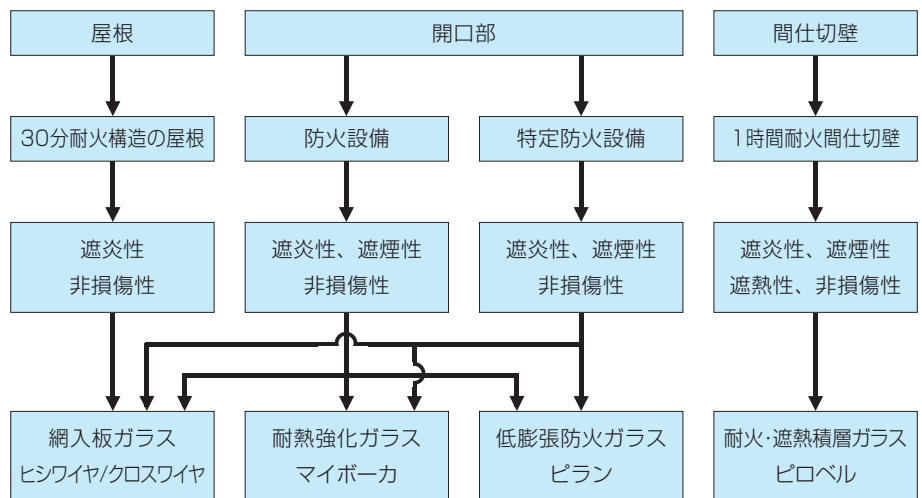


図3 防火設備や特定防火設備、屋根、間仕切壁に使用するガラスの選択方法

※特定防火設備は、サッシ枠やガラス等の構成材料を一体として個別に認定されています。使用できるガラスについては、認定を取得したサッシメーカー等へお問い合わせください。

2 非常用進入口と無窓階の取扱い

● 非常用進入口

(建築基準法施行令第126条の6)

火災時の消火活動や救出活動の際に、外部からの進入を容易にするための進入口です。建築基準法で、「建築物の高さ31m以下の部分にある3階以上の階には、非常用の進入口を設けなければならない。」と規定されています。

ただし、次に該当する場合は、設置が免除されます。

- ・非常用エレベーターを設置している場合
- ・非常用進入口に代わる窓その他の開口部（代替開口部）を規定通りに設置している場合

また、不燃性の物品の保管等の火災の発生のおそれの少ない用途に使用する階、または国土交通大臣が定める特別の理由（平成12年建設省告示第1438号に規定、冷蔵倉庫、美術品収蔵庫、電磁遮へい室等）により、屋外からの進入を防止する必要がある階で、その直上階または直下階から進入することができるものは除きます。

● 非常用進入口の位置と構造

(建築基準法施行令第126条の7)

道路または道路に通ずる幅4m以上の通路や空地に面する各階の外壁面に、40m以内の間隔（外壁端部からは20m以内）で設けます。

図4に示す構造とし、屋外から開放できるもの、または破壊して室内に進入できるものとしなければなりません。

● 非常用進入口の代替開口部の位置と構造 (令第126条の6)

道路又は道路に通ずる幅4m以上の通路や空地に面する各階の外壁面に、10m以内ごとに設けます。

図5に示す直径1m以上の円が内接できる大きさ、または幅75cm以上、高さ1.2m以上の大きさの窓とし、格子その他の屋外からの進入を妨げる構造を有しないものとします。

● 非常用進入口や代替開口部とガラス

非常用進入口や代替開口部にガラスを使用する場合、ガラスの種類による開口部の取扱いは建築主事等の判断によって異なります。ここでは表3に例を示しますが、代替開口部に使用できるガラス種類は、後記する無窓階判定で開口部として取扱うことができるものに準じます。また、進入口に防火設備の性能が要求される場合は、網入板ガラスを使用するなど、それに適合させる必要があります。

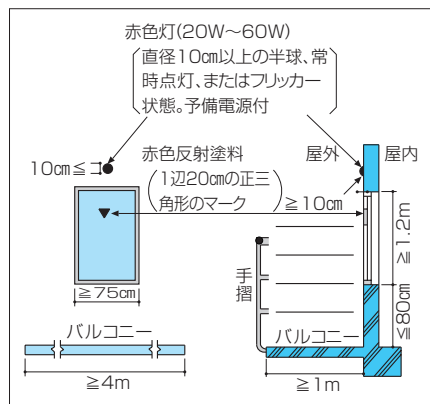


図4 非常用進入口の構造

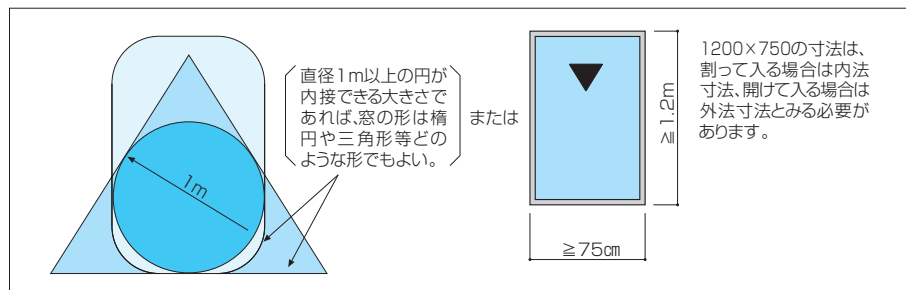


図5 非常用進入口の代替開口部の大きさ(施行令第126条6)

表3 非常用進入口と代替開口部の判定としての開口部構造の取扱い(例)

ガラス開口部の種類	開口部の条件	非常用進入口	代替開口部	
			足場有り	足場なし
普通板ガラス フロート板ガラス 磨き板ガラス 型板ガラス 熱線吸収板ガラス 熱線反射ガラス	厚さ6mm以下	引き違い戸	○	○
		FIX	○	○
網入板ガラス 線入板ガラス	厚さ6.8mm以下 厚さ10mm以下	引き違い戸	○	△
		FIX	○	×
強化ガラス 耐熱板ガラス	厚さ5mm以下	引き違い戸	○	○
		FIX	○	○
合わせガラス	フロート板ガラス6.0mm以下+PVB(ポリビニルブチラール)30mi(膜厚0.76mm)以下+フロート板ガラス6.0mm以下 網入板ガラス6.8mm以下+PVB(ポリビニルブチラール)30mi(膜厚0.76mm)以下+フロート板ガラス5.0mm以下 フロート板ガラス5.0mm以下+PVB(ポリビニルブチラール)60mi(膜厚1.52mm)以下+フロート板ガラス5.0mm以下 網入板ガラス6.8mm以下+PVB(ポリビニルブチラール)60mi(膜厚1.52mm)以下+フロート板ガラス6.0mm以下	引き違い戸	○	△
		FIX	○	×
		引き違い戸	○	△
		FIX	○	×
合わせガラス 倍強度ガラス	—	引き違い戸	○	×
		FIX	○	×
複層ガラス	構成するガラスごとに本表(網入板ガラス及び線入板ガラスは、厚さ6.8mm以下のものに限る。)により評価し、全体の判断を行う。	○	×	

備考 1 「足場有り」とは、避難階又はバルコニー(建築政令第126条の7第5号に規定する構造以上のもの)、屋上広場等破壊作業のできる足場が設けられているもの
 2 「引き違い戸」とは、片開き、開き戸を含め、通常は部屋から開放することができ、かつ、当該ガラスを一部破壊することにより外部から開放することができるもの
 3 「FIX」とは、はめ殺し窓をいう。
 4 合わせガラス及び倍強度ガラスは、それぞれJIS R 3205及びJIS R 3222に規定するもの
 凡例 ○……開口部として取り扱うことができる。
 △……ガラスの一部を破壊し、外部から開放できる部分(引き違い戸の場合概ね1/2の面積で算定する。)を開口部として取り扱うことができる。
 ×……開口部として取り扱うことはできない。

参考資料：東京消防庁監修 予防事務審査・検査基準 改訂第8版

● 無窓階

(消防法施行令第10条第1項第5号)

無窓階とは、建築物の地上階のうち、総務省令で定める避難上又は消火活動上有効な開口部を有しない階のことです。

● 無窓階の取扱いとならない開口部構造

(消防法施行規則第5条の2第2項第3号)

避難上又は消火活動上有効な開口部は、外部から開放し、または容易に破壊することにより進入できる構造とします。ガラスの種類による無窓階の取扱いは管轄の消防局等によって異なるため、東京消防庁の例を **表3** に示します。なお合わせガラスの無窓階判定については **表4** に示しますが、総務省消防庁予防課長より各都道府県消防防災主管部長および東京消防庁・各指定都市消防庁宛てに通知が出ており、全国共通の取扱いとなります。

3 スパンドレルとガラス

(建築基準法施行令第107条、第112条10項)

スパンドレル部は、外壁の非耐力壁として延焼の恐れのある部分では1時間の遮熱性能、その他の部分は30分の遮熱性能を有することと規定されていますが、通常のガラスでは遮熱性能を満足しませんので、スパンドレル部にガラスを使用の場合は、ガラス以外で遮熱性能を得る構造にしなければなりません。

4 避難階段とガラス

(建築基準法施行令第122条、第123条)

建築物の5階以上の階*または地下2階以下の階*に通じる直通階段は、避難階段または特別避難階段としなければならぬとされています。避難階段や特別避難階段には、避難上の安全性を考慮して採光上有効な開口部(または予備電源付きの照明設備)の設置が求められています。このなかでガラスに関連のある内容は次のとおりです。

* その主要構造部が準耐火構造であるか又は不燃材で造られている建築物で地下2階以下の階の床面積の合計が100㎡以下である場合を除く。

(1) 屋内に設ける避難階段の場合

(建築基準法施行令第123条1項)

● 階段室に設ける採光上有効な開口部は外壁側に設けられるもので、階段室以外の部分の開口部、壁および屋根(耐火構造のものを除く)から90cm以上はなれていること。90cm未満である場合は開口面積が1㎡以内で法第2条第9号の2口に規定する防火設備ではめごろし戸とすること。

表3 ガラスの種類による無窓階の取扱い(東京消防庁)

ガラス開口部の種類	開口部の条件	無窓階判定(省令第5条の2)		
		足場有り	足場無し	
フロート板ガラス 磨き板ガラス 型板ガラス 熱線吸収板ガラス 熱線反射板ガラス	厚さ6mm以下	引き違い戸	○	○
		FIX	○	○
網入板ガラス 線入板ガラス	厚さ6.8mm以下	引き違い戸	△	△
	厚さ10mm以下	FIX	×	×
強化ガラス 耐熱板ガラス		厚さ5mm以下	引き違い戸	○
	FIX		○	○
倍強度ガラス	—	引き違い戸	×	×
		FIX	×	×
複層ガラス	構成するガラスごとに本表(網入板ガラスおよび線入板ガラスは、厚さ6.8ミリ以下のものに限る。)により評価し、全体の判断を行う。			

備考 1 「足場有り」とは、避難階またはバルコニー、屋上広場等破壊作業のできる足場が設けられているもの。ここでいうバルコニーとは、建基政令第126条の7第5号に規定する構造以上のもの
 2 「引き違い戸」とは、片開き、開き戸を含め、通常は部屋内から開放することができ、かつ、当該ガラスを一部破壊することにより外部から開放することができるもの
 3 「FIX」とは、はめごろし窓をいう。
 4 合わせガラスおよび倍強度ガラスは、それぞれJIS R 3205およびJIS R 3222に規定するもの
 凡例 ○……省令第5条の2第2項第3号に規定する開口部として取り扱うことができる。
 △……ガラスを一部破壊し、外部から開放することができる部分(引き違い戸の場合おおむね1/2の面積で算定する。)を省令第5条の2第2項第3号に規定する開口部として取り扱うことができる。
 ×……省令第5条の2第2項第3号に規定する開口部として取り扱うことはできない。

参考資料：東京消防庁監修 予防事務審査・検査基準 改訂第8版

表4 合わせガラスの無窓階判定(総務省消防庁)

ガラス開口部の種類	開口部の条件	無窓階判定	
		足場有り	足場無し
フロート板ガラス6ミリ以下+ PVB(ポリビニルブチラル)30miℓ (膜厚0.76ミリ)以下+ フロート板ガラス6ミリ以下	引き違い窓等	△	△
	はめ殺し窓	×	×
網入板ガラス6.8ミリ以下+ PVB(ポリビニルブチラル)30miℓ (膜厚0.76ミリ)以下+ フロート板ガラス5ミリ以下	引き違い窓等	△	△
	はめ殺し窓	×	×
フロート板ガラス5ミリ以下+ PVB(ポリビニルブチラル)60miℓ (膜厚1.52ミリ)以下+ フロート板ガラス5ミリ以下	引き違い窓等	△	×
	はめ殺し窓	×	×
網入板ガラス6.8ミリ以下+ PVB(ポリビニルブチラル)60miℓ (膜厚1.52ミリ)以下+ フロート板ガラス6ミリ以下	引き違い窓等	△	×
	はめ殺し窓	×	×
フロート板ガラス3ミリ以下+ PVB(ポリビニルブチラル)60miℓ (膜厚1.52ミリ)以下+ 型板ガラス4ミリ以下	引き違い窓等	△	×
	はめ殺し窓	×	×

備考 1 「足場有り」とは、開口部の外部にバルコニー、屋上広場等の破壊作業のできる足場が設けられているもの。
 2 「引き違い戸」とは、2以下の鍵(クレセント錠又は補助錠をいう。)を解錠することにより、開放することができる開口部。
 3 合わせガラスは、JIS R 3205に規定するもの。
 凡例 △……ガラスを一部破壊することにより、外部から開放することができる部分を消防法施行規則第5条の2に規定する開口部として取り扱う。
 ×……消防法施行規則第5条の2に規定する開口部として取り扱わない。

参考資料：総務省消防庁 消防予第111号「合わせガラスに係る破壊試験ガイドラインの策定及び無窓階の判定等運用上の留意事項について(通知)」(平成19年3月27日)

- 階段室の屋内に面する壁に窓を設ける場合は、面積 1m^2 以下の防火戸その他の政令で定める防火設備としなければなりません。

(2) 屋外に設ける避難階段の場合

(建築基準法施行令第123条2項)

階段は、その階段に通じる出入口以外の開口部から 2m 以上の距離に設けます。

この距離が確保できない場合は、開口面積が 1m^2 以内の法第2条第9号の2口に規定する防火設備ではめごろし戸としなければなりません。

(3) 避難階段に通じる扉

(建築基準法施行令第123条2項)

階段に通ずる出入口には、法第2条第9号の2口に規定する防火設備で政令に規定する構造としなければなりません(従来の乙種防火戸または甲種防火戸)。

(4) 特別避難階段の場合

(建築基準法施行令第123条3項、昭和44年建設省告示第1728号、平成12年建設省告示第1435号)

- 階段室に設ける採光上有効な開口部は屋内に設ける避難階段の場合と同様です。
- 階段室の付室、またはバルコニーに面する部分に窓を設ける場合、この窓ははめごろしとします。
- 階段室には、バルコニーおよび付室に面する部分以外に、屋内に面して開口部を設けてはいけません。
- 屋内からバルコニーまたは付室に通じる出入口には所定の構造の特定防火設備を、バルコニーまたは付室から階段室に通じる出入口には所定の構造の防火設備を設けます。

5 排煙設備、防煙壁とガラス

(建築基準法施行令第126条の2、3)

建物の安全確保のための規定のひとつに、排煙設備の規定があります。排煙設備の規定は、一定の規模や特定用途(不特定多数の人が集まる)の建築物には、発生した煙を速やかに屋外へ誘導排出する設備を設置することを義務づけたものです。排煙設備の規定のなかで、ガラスに関するものは、排煙窓と防煙壁に関する規定です。

6 排煙設備の設置基準

(1) 建築基準法による排煙設備を要する建築物 (建築基準法施行令第126条の2)

- 1) 延べ面積 500m^2 を超える特殊建築物(法別表第一(イ)欄(一)項から(四)項まで)
- ① 劇場、映画館、演芸場、公会堂など
 - ② 病院、ホテル、旅館、共同住宅など

- ③ 博物館、美術館、図書館など
 - ④ 百貨店、マーケット、飲食店など
- 2) 階数が3以上で、延べ面積が 500m^2 を超える建築物(地下階も階数に算入)。
- 3) 延べ面積が 1000m^2 を超える建築物の居室で、その床面積が 200m^2 を超えるもの。
- 4) 開放できる部分の面積の合計が当該居室の床面積の $1/50$ 未満の居室及び開口部を有しない居室。

(2) 排煙設備設置義務の除外

(建築基準法施行令第126条の2)

- 前項2)～4)に規定した建築物のうち、建築物の高さが 3m 以下の部分にある居室で、床面積 100m^2 以内ごとに防煙壁によって区画されたもの。
- 前項1)の②に掲げた用途の特殊建物のうち、準耐火構造の床若しくは法第2条第9号の2口に規定する防火設備で区画された部分で、その床面積が 100m^2 (共同住宅の住戸にあっては、 200m^2)以内のもの。
- 前項1)～4)に規定した建築物のうち、階段の部分、昇降機の昇降路(乗降ロビーも含む)、その他これに類する部分。
- 学校、体育館、ボーリング場、スキー場、スケート場、水泳場又はスポーツの練習場。
- 機械工場、不燃性の物品を保管する倉庫、その他これに類する用途に供する建築物で主要構造部分の不燃材料で造られたもの。その他これらと同等の火災発生のおそれのない構造のもの。
- 平成12年建設省告示第1436号に規定される火災が発生した場合の避難上支障のある高さまで煙又はガスの降下が生じない建築物の部分。

7 防煙壁の設置基準と構造

(1) 建築物の場合の設置基準

(建築基準法施行令第126条の2、3)

- 排煙設備の一部として設ける場合、床面

積 500m^2 以内ごとに防煙壁で区画する。ただし 50cm 以上の防煙壁などを用いる。

- 排煙設備の代わりに設ける場合、特殊建築物などを除く建築物の高さ 3m 以下の部分にある居室の場合、床面積 100m^2 以内ごとに防煙区画する。ただし 50cm 以上の防煙壁などを用いる。共同住宅の住戸の場合は 200m^2 以内とする。

(2) 地下街の場合の設置基準

(昭和44年建設省告示第1730号第2)

- 地下道の床面積 300m^2 以内ごとに防煙区画する。ただし 80cm 以上の防煙壁などを用いる。

8 道路内の建築制限とガラス

(建築基準法第44号)

公共用歩廊その他政令で定める建築物で特定行政庁が安全上、防火上及び衛生上他の建築物の利便を妨げ、その他周囲の環境を害するおそれがないと認めて許可した建築物の構造は、次のように定められています。

- 建築基準法施行令第145条
 - ・ 主要構造部が耐火構造であること。
 - ・ 耐火構造とした床若しくは壁又は特定防火設備のうち、次の要件を満たすもので道路と区画されていること。
 - イ 随時閉鎖若しくは作動した状態にあるか、又は随時閉鎖若しくは作動をできるもの。
 - ロ 避難上及び防火上支障のない遮煙性能を有し、かつ、常時閉鎖又は作動した状態にあるもの以外のものにあつては、火災により煙が発生した場合に自動的に閉鎖又は作動するもの。
 - ・ 道路の上空に設けられる建築物にあっては、屋外に面する部分には、ガラス(網入板ガラスを除く)、瓦、タイル、コンクリートブロック、飾石、テラコッタ、その他これらに類する材料を用いない。ただし、道路上に落下する恐れのない部分はこの限りではない。

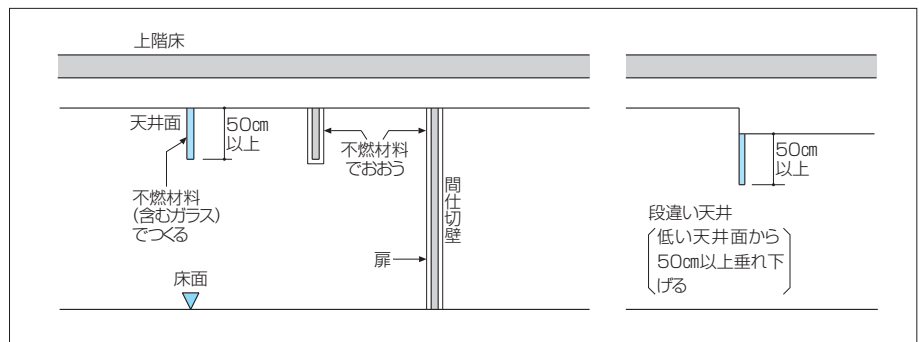


図6 防煙壁の構造(地下街を除く)(建築基準法施行令第126条の2)

7-2 板ガラスと防災

環太平洋地震帯に位置する日本は、特に地震の多い国です。過去に発生した比較的規模の大きな地震において、ガラスに関する被害状況を見ると、その殆どは「FIX窓のパテ止めタイプ」に限られており、最近のグレーディング構法である「弾性シーリング材施工」における、ガラスの破損被害についてはあまり報告がありません。

地震や台風でガラスが破損することは通常は心配ありませんが、想定を越えた地震や台風が発生する可能性はあります。より一層の安全を確保するために、特に不特定多数の人が集まる病院、コンビニエンスストアや競馬場など、また学校、市民会館、福祉施設などの公共施設、特に災害時に避難場所となる施設においてガラスが破損した場合の安全対策が不可欠となります(表1)。

ここでは財団法人日本建築防災協会が策定した「防災に有効なガラスのガイドライン」講習会テキストの内容を抜粋して紹介します。

なお、(財)日本建築防災協会では、2011年2月に「安全・安心ガラス設計施工指針」を策定しており、その中で「防災に有効なガラスのガイドライン」はガラスを安全に設計するための指針のひとつとして取り込まれています。

1. 災害の種類と求められるガラスの分類

建築に用いられるガラスの破損を防ぐには様々な外力によってガラスに過大な応力・変形を生じないように計画することが基本となります。また、万が一としてガラスの破損を想定すると、破損したガラスが人に危害を加えることのないように計画する必要があります。

ガラスに損傷を与える恐れのある自然災害として代表的なものに地震、台風・突風があります。発生する外力として、地震は家具等(以下、「衝突物」)の衝突や層間変位に伴う強制変形、台風・突風は風によって飛ばされたもの(以下、「飛来物」)の衝突や風圧があります。それぞれの災害に対しては、表3のように「地震時に有効なガラス」、「台風・突風時に有効なガラス」が求められます。

2. 地震時の衝突物に対して有効なガラス

(1) 地震時に想定されるガラスへの衝撃荷重
地震、台風・突風時に想定される荷重などのうち、衝突による衝撃はある程度の想定はできませんが正確に捉えることは難しいです。地震時にガラスに衝突する可能性のある代表的な物品と想定荷重は表2のとおりです。

表1 防災対策をお勧めしたい施設

	具体的な施設
特に安全への配慮が必要な施設	保育園・幼稚園、小・中・高等学校(体育館)、病院・医療施設、老人福祉施設
災害復旧など緊急時の重要性の高い建物	警察・消防施設、市役所・町役場、市民会館・町民会館(避難場所として使用)
大勢の人が集い、事故の発生頻度が高い施設	百貨店・スーパー・コンビニエンスストア、コンサートホール、ショッピングモール

表2 地震時にガラスに衝突する可能性のある代表的な物品と想定荷重

ブラウン管・液晶テレビ：台の上から飛来する、倒れる	10~80kg前後
ピアノ：床の上を滑ってくる	200kg~500kg
棚・本棚：倒れかかる	10~100kg以上

参考文献

「板ガラスの衝撃強度の研究」(湯浅他 日本建築学会大会学術講演梗概集S45.9)

「板ガラスの衝撃強度(その1. ガラスの曲げ破壊)」(白橋他 日本建築学会大会学術講演梗概集S53.9)

表3 災害の種類と求められるガラスの分類

災害の種類	作用する外力	求められるガラス
地震	家具、什器の衝突など	地震時に有効なガラス
	層間変位(適正なクリアランスを設けて破損させないのが基本)	
台風・突風	飛来物の衝突など	台風・突風時に有効なガラス
	風圧	

表4 ガラスの種類と被害の評価(地震被害)
(ガラスの衝撃実験および過去の知見を基に作成)

ガラスの種類	衝突物による貫通防止	破片の飛散脱落防止	飛散脱落した破片自体の安全性
フロート5ミリ	×	×	×
網入6.8ミリ	×	△	△
フロート5ミリ+ガラス飛散防止フィルム50μm	△	○	△
薄い膜の合わせ(FL3+15mil+FL3)	△	○	○
厚い膜の合わせ(防犯合わせ)(FL3+30mil, 60mil+FL3)	◎	◎	○
強化	×	×	◎

凡例 ◎：高い安全性が得られる。 ○：効果が期待できる。 △：ある程度効果がある。 ×：効果が期待できない。

表5 地震時の衝突物に対して有効なガラスの選定

	最も有効なガラス	有効なガラス
新築の場合	合わせガラス(中間膜30mil以上)	合わせガラス(中間膜15mil)
		飛散防止フィルム貼りガラス
改修の場合	合わせガラス(中間膜30mil以上)に交換	合わせガラス(中間膜15mil)に交換
		合わせガラスに交換できない場合は、ガラス飛散防止フィルムを貼る

(2) 地震時に有効なガラスとその選び方

室内の家具等の衝突への対策は、家具の固定が基本となりますが、固定が不十分であったり、想定以上の揺れが生じた場合に備えて、家具の衝突を想定したガラスの選択が必要です。

ここでは表2に示すような家具の重量を考慮し、平均値として質量100kgの加撃体を選定した衝撃実験結果を基に、「地震時に有効なガラスの選定を提案しています(表4、表5)。

■参考資料1 重量物衝撃実験（室内の家具等の衝突を想定した衝撃実験）について

地震時にガラス面に加わる外力として、震動により移動・転倒する室内家具の衝突に伴う衝撃力があります。（財）日本建築防災協会に設けられた「防災に有効なガラスのガイドライン」検討委員会において、比較的質量のある物体が低速でガラス面に衝突する場合の実験がおこなわれました。

試験装置は図1に示すようであり、ガラスを保持する部分と、ガラスに衝突する加撃体及びそれを振り子式に吊るす部分からなっています。加撃体は総重量100kg、吊り長さは1500mmです。実験では振り子式に振り上げた加撃体を自由落下させてガラス面を一撃し、その際の破損状況を見ます。ガラスのとめ付け状況や衝突物の材質などは実際の状況と異なるものの、ガラスの破損状況の相対的な比較が可能です。

加撃体の落下高さを15cm（住宅想定）に設定し、表6に示すガラスに関し、試験をおこないました。

FL5、FL8、PW6.8は加撃体先端部がガラス面

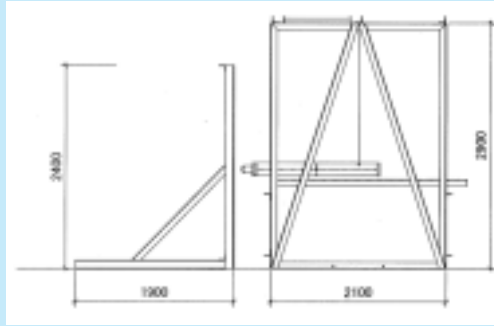


図1 試験装置構成図

を貫通してガラスの大部分が飛散・脱落するものもみられました（図2、図3参照）。

FL5+50 μ m、FL3+15mil+FL3は加撃体先端部がガラス面を貫通するもののガラスの飛散・脱落は加撃体先端部が貫通した箇所付近のみでした（図4、図5参照）。

FL3+30mil+FL3は中間膜に若干膜切れが生じたものはありませんが加撃体先端部の貫通には至っていません（図6参照）。FL3+60mil+FL3はガラスにひびは入るものの中間膜に膜切れは生じませんでした（図7参照）。

表6 実験に用いた各ガラスの仕様

ガラス種類	ガラス構成
フロート板ガラス (JIS R3202)	FL5
	FL8
網入板ガラス (JIS R3204)	PW6.8
合わせガラス (JIS R3205)	FL3+15mil+FL3
	FL3+30mil+FL3
	FL3+60mil+FL3
	FL5+15mil+FL5
飛散防止フィルム貼り フロート板ガラス	FL5+50 μ m
	FL8+50 μ m



図2 FL5（貫通）

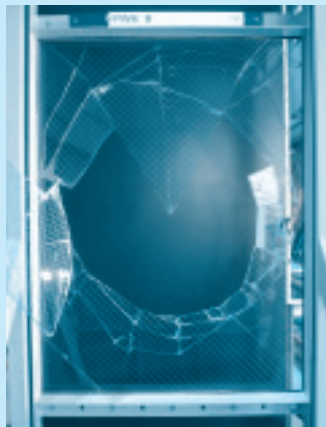


図3 PW6.8（貫通）



図4 FL5+フィルム（貫通）



図5 FL3+15mil+FL3
（貫通）

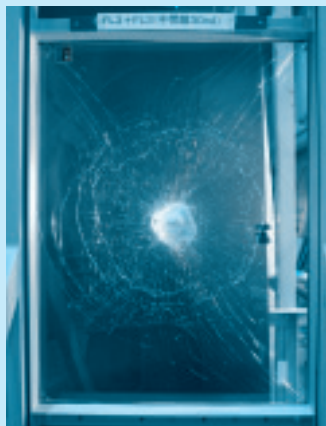


図6 FL3+30mil+FL3
（若干膜切れ、貫通なし）



図7 FL3+60mil+FL3
（膜切れなし、貫通なし）

■参考資料2 面内変形破損試験について

一般的な窓ガラスでは、面内層間変位によりサッシからガラスに力が伝わらないように、ガラスとサッシの間は隙間（エッジクリアランス）が十分確保されています。しかし万が一、想定される範囲を超える層間変位が生じた場合を考えると、ガラスが破損しても破片が飛散しにくいガラスを選択しておく必要があります。ここでは地震時にガラスが破損した場合の破片の飛散状況を、試験的に確認した結果を示します。

この試験結果は、東京大学 坂本功教授を委員長として結成された「ガラス飛散防止性能検討委員会」がまとめたものであり、破壊試験は独立行政法人建築研究所が実施したものです。

(財) 日本建築防災協会「ガラス飛散防止性能検討業務報告書平成15年3月」参照

1) 試験方法

図8のように、試験体ガラスを試験装置（仮想躯体）に取り付け、地震を想定した面内方向の変形を強制的にガラスに加えることで、ガラスを破損させ、ガラス破片の飛散量や大きさを測定することで、合わせガラスの飛散防止性能を確認しています。

この試験では、ガラスを取り付けた試験装置に与える強制変形として、変形角 (rad) を以下のように制御しています。

○第1ステップ

変形角0→破壊または+1/60→破壊しない場合は破壊する迄→0に戻す→-1/60→0に戻す

○第2ステップ

変形角0→+1/30→0に戻す→-1/30→0に戻す

2) 試験結果

表7に示す試験体について試験をおこないました。図9は各ガラスの飛散率を、表8は各ガラスの最大破片重さを示したものです。ここで飛散率とは、飛散した破片の重さをガラス全体の重さに対する百分率 (%) で表したものです。

$$\text{飛散率} = \frac{\text{飛散した試験体の質量 [g]}}{\text{試験前の試験体の質量 [g]}} \times 100 [\%]$$

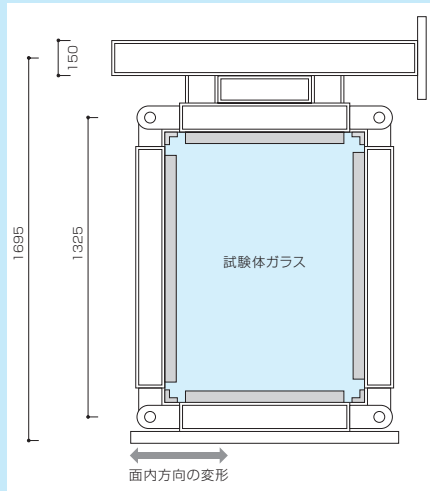
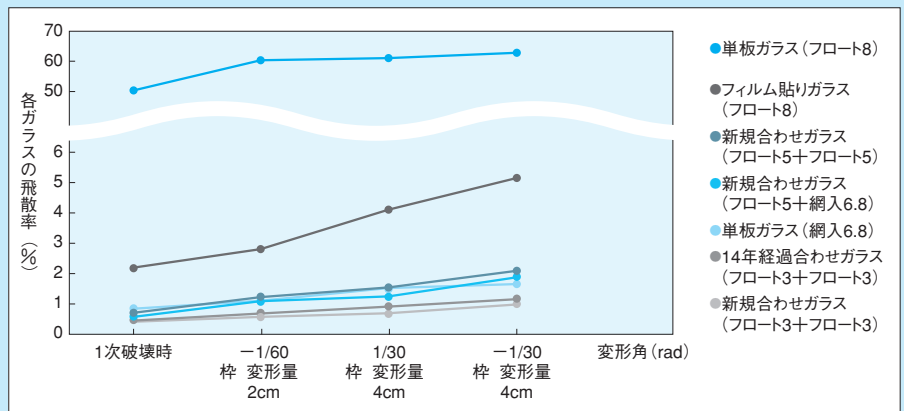


図8 ガラス飛散防止性能検討の試験装置

表7 試験体

記号	試験体名	構成
I	新規合わせガラス	フロート5+フロート5
II	新規合わせガラス	フロート6+網入6.8
III	単板ガラス	フロート8
IV	単板ガラス(網入)	網入6.8
V	フィルム貼りガラス	フロート8+フィルム50μm(ガラス飛散防止用フィルム)
VI	新規合わせガラス	フロート3+フロート3
VII	14年経過合わせガラス	フロート3+フロート3



出典：財団法人 日本建築防災協会「ガラス飛散防止性能検討業務 報告書 平成15年3月」より

図9 各ガラスの飛散率(板硝子協会「防災ガラスのすすめ」)

表8 各ガラスの最大破片重さ(板硝子協会「防災ガラスのすすめ」)

	新規合わせガラス(70-5+70-5)	新規合わせガラス(70-5+網入6.8)	単板ガラス(網入6.8)	単板ガラス(フロート8)	フィルム貼りガラス(フロート8)	新規合わせガラス(70-3+70-3)	14年経過合わせガラス(70-3+70-3)
4試験体のうち最大片の重さ(g)	25.2	22.7	13.3	1764.7	326.8	7.4	6.2

出典：財団法人 日本建築防災協会「ガラス飛散防止性能検討業務 報告書 平成15年3月」より

●合わせガラスの飛散防止性能

合わせガラスの場合、破壊後さらに変形を加えても、飛散率は2%を下回っており、最大破片の重さも小さく、地震時の破壊や余震による揺れ戻しに対しても、他のガラスに比べると安全性が高い事が示されています。

また、比較対象とした網入ガラスも、飛散防止性能は高く、ほぼ合わせガラスと同等という結果が得られています。

一方、フィルム貼りガラスは、合わせガラスの2倍以上の破片が飛散し、最大破片の重さは合わせガラスに比較すると10倍以上の300gを超える重量となっています。

●合わせガラスの飛散防止経年変化

「新規品」と「14年経過品」とを比較すると、「飛散率」、「最大破片重さ」共にほとんど変わらないという結果が得られています。このように、合わせガラスの飛散防止性能は経年変化による劣化もないという事が示されました。

なお、フィルム貼りガラスのフィルムは、ここでは経年変化品の試験は実施していませんので、フィルムの接着力の劣化については不明ですが、一般には劣化する可能性もあるといわれています。

3. 台風・突風時に有効なガラス

台風・突風によるガラスの破損の被害には、風圧によるものと、衝突によるものがあります。

(1) 風圧に関する対策

風圧に関しては平成12年建設省告示第1458号に示された方法を基本として耐風圧設計をおこないます。想定すべき耐風圧は基準法告示に示された値以上になるように設計者が指定する必要があります。

強風による開口部の被害報告には、サッシ枠が外壁から外れる、障子が脱落する、サッシが変形し、ガラスが破損するといった例があります。

これらの原因の多くは、①耐風圧計算のミス、②サッシに想定以上の風圧がかかった、③施工の不備、④障子の施錠忘れ、であることが想定されます。①②③は設計者・施工者の慎重な設計・施工によって解決可能ですが、④障子の施錠忘れは設計・施工関係者から使用者へ、強風時には施錠が必要なことを正しく伝える必要が有ります。

(2) 飛来物の衝突に関する対策

飛来物の衝突に関する対策としては、まず飛来物をガラスに衝突させないことが挙げられます。これには雨戸やシャッターが有効です。しかし、予測し得ない突然の強風に対しては、雨戸やシャッターを閉めるなどの対策はできない場合があります。このような状況では、ガラスの種類を選択により、被害を小さくすることが可能です。

(3) 飛来物の衝突に対して有効なガラス

台風・突風時に有効なガラスの選び方は、基本的に地震の場合と同様です。地震の場合の衝突物は部屋の内側から衝突し、風の場合の飛来物は屋外から衝突する、という違いがありますが、被害防止方法は本質的に変わらないと考えられます。また、地震の場合と同様に、高い安全性を求められる場合にはグレードの高いものを使い、高いところの窓は割れないようにするというのが原則です。

これまでのガラスに関する知見、過去の実績を基にし、ガラスの種類と被害の評価をまとめました。表9、表10に示します。

なお、表11に飛散防止フィルム貼りガラス、強化ガラス、網入板ガラスの長所・短所をまとめました。

これらは強風時の被害軽減を目的としたものではないので注意が必要です。

4. 防災ガラスに関する基本的な考え方

以上、地震時、台風・突風時の評価結果より、「合わせガラス」が被害軽減に最も有効なガラ

表9 ガラスの種類と被害の評価（風被害）
（過去の知見及び今までの実績を基に作成）

ガラスの種類	飛来物による貫通防止	破片の飛散脱落防止	飛散脱落した破片自体の安全性
フロート5ミリ	×	×	×
網入6.8ミリ	×	△	△
フロート5ミリ+ガラス飛散防止フィルム50μm	△	○	△
薄い膜の合わせ（FL3+15mil+FL3）	△	○	○
厚い膜の合わせ（防犯合わせ）（FL3+30mil, 60mil+FL3）	◎	◎	○
強化	×	×	◎

凡例 ◎：高い安全性が得られる。 ○：効果が期待できる。 △：ある程度効果がある。 ×：効果が期待できない。

表10 飛来物の衝突に対して有効なガラスの選定

	有効なガラス
新築の場合	合わせガラス（中間膜は厚い方が有効）
改修の場合	合わせガラスに交換

スとなります。合わせガラスとは2枚の板ガラスの間に特殊中間膜をはさんで熱と圧力で接着させたものです。接着性が強く、耐貫通性に優れているので、万が一破損しても破片がほとんど飛び散らず、衝撃物が貫通しにくい安全性の高いガラスです。またガラスにフィルム貼りをした場合に比べて、耐貫通性、脱落防止性が優れている上、経年変化による透視性、接着性の劣化がほとんどありません。

●ガラスの持つべき安全性能

災害に対して、ガラスが持つべき安全性能としては、以下のように大別されます。

- ①破片が飛散しにくいこと
- ②破片が鋭利でなく、小片であること
- ③加撃物が貫通しにくいこと

万が一、地震、台風・突風等によって破損した際の飛散防止には、合わせガラスと網入ガラスが有効であるといえます。一方、破片が小片であるという点からは、強化ガラスが挙げられますが、ガラス破片の飛散や耐貫通性という面から、安全性能としては十分ではありません。地震時の破損では面内変形の他に人体や什器などの衝突による破損も考えられます。この場合、網入ガラスは耐貫通性能があまり高くないので、やはり、合わせガラスが最も適したガラスであるといえます。

参考文献

- ・防災に有効なガラスのガイドライン講習会テキスト（財団法人日本建築防災協会 平成21年3月）
- ・安全・安心ガラス設計施工指針（財団法人日本建築防災協会 平成23年2月）

表11 飛散防止フィルム貼りガラス、強化ガラス、網入板ガラスの長所・短所

飛散防止フィルム貼りガラス	
長所	飛散防止効果がある。
短所	大きく割れたときは大きな破片が落下するおそれがある。
強化ガラス	
長所	衝突に対して割れにくくなっている。割れた場合でも破片は小さい粒状になるので安全性が高い。
短所	割れた場合、全面的に割れ、落下する恐れがある。
網入板ガラス	
長所	フロート板ガラスと比較して破損した場合のガラスの飛散・脱落を軽減する。
短所	衝撃によって破損した場合は網が切れると大きな破片が落ちることがある。