

『安全・安心ガラス設計施工指針』の解説

AGC ガラスプロダクツ(株) 商品企画統括部

磯崎 敏正

Guideline of building safety glass for designer and construction manager

Isozaki Toshimasa

Business & Products Planning AGC Glass Products Co.,Ltd

1. はじめに

近年建築物の設計において、開口部、手すり、庇、エレベーターシャフト等、多種の部位に大サイズのガラスが大量に使用されるようになってきた。ガラスの種類についても一般的なフロート板ガラスの他、複層ガラス、強化ガラス、合わせガラス等、固有の機能を有するものが普及してきている。また、ガラスの取り付け構法も、サッシにはめ込む構法以外に、デザインを重視したサッシレス構法等、多岐の構法が開発され施工されている。

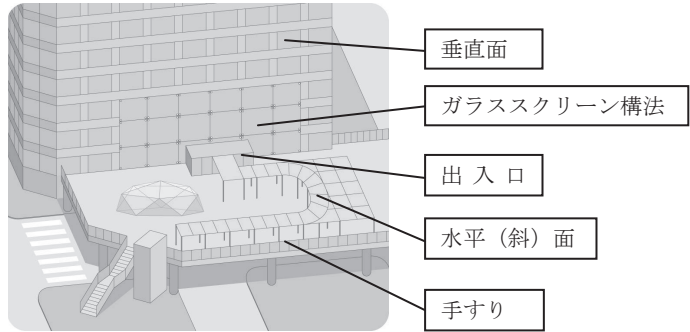
ガラスは透明で快適空間を維持する優れた材料であるが、変形や衝突などの要因で割れる性質があり、一旦割れると人体や財産に重大な2次災害を及ぼす事があるため安全性を十分確保しなければならない。

このような環境下において、本年2月に(財)日本建築防災協会により、建築設計者、施工者に対し、現時点でのガラスに関する知見を周知し、ガラス破損による2次災害を防止する事を目的として「安全・安心ガラス設計施工指針」が発行された。本指針は(財)日本建築防災協会で作成委員会が設立され、学識経験者、関係省庁、関連業界団体等が参加し、約2年間かけ作成された。板硝子協会建築技術部会も参加したので、今回はその要旨を紹介する。

なお本指針発行の約1か月後に東日本大震災が起きた。本稿では震災によるガラス破損事例も併せて報告する。

安全・安心ガラス設計施工指針表紙

ガラス用途の多様化のイメージ

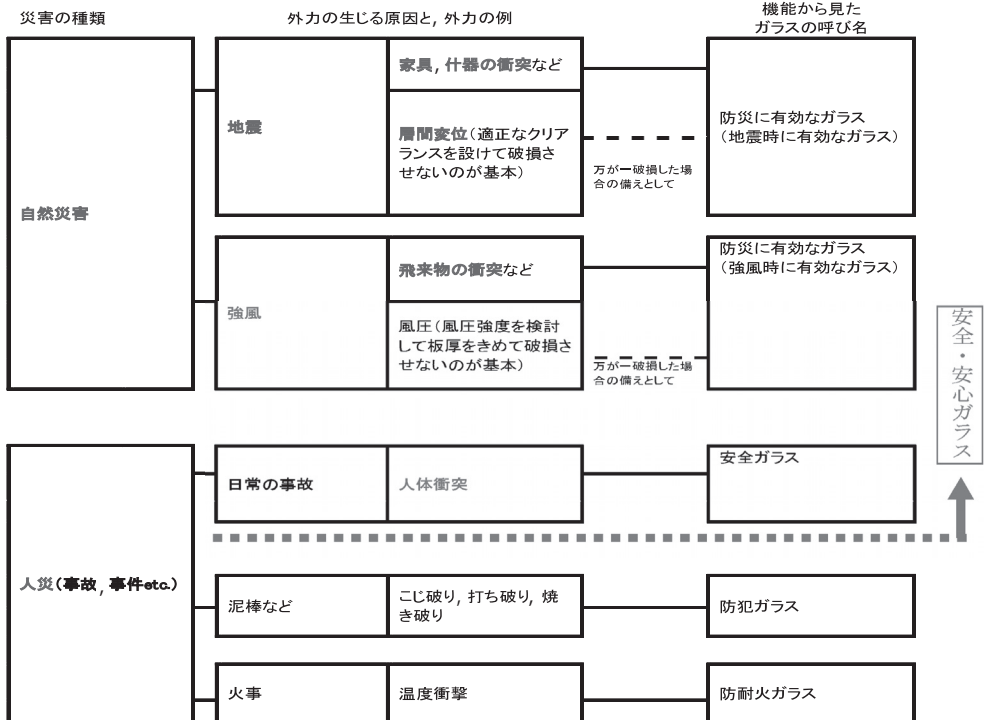


2. 防災の概念と分類

災害の種類とガラスに作用する外力，その外力に対応可能なガラスの種類を下図の様に整理

した。

災害の種類は便宜上、「自然災害」と「人災」の2つに分類した。「人災」の中、泥棒、火事への対策は本指針から除外した。



*他に防弾用, 防爆用のガラスなどもある。

3. 指針作成の経緯

「人災」の人体衝突時、「自然災害」の地震時、強風時、等によりガラスが破損しても安全性が確保できるガラス選定に関しては、過去25年間で下記3つの指針・ガイドラインが(財)日本建築防災協会から発行され啓蒙が図られている。

本指針の基軸はこの3つの指針・ガイドラインを現在の商品構成等を考慮し修正した上で、1つに編集しているが、更に、各種ガラスの特性、特に破損時の破片形状、及び多種の構法の解説、取扱注意事項、メンテナンス配慮事項、等を加筆した。

【3つの指針・ガイドライン】

①「ガラスを用いた開口部の安全設計指針」：

昭和 61 年初版，平成 3 年改訂版発行

⇒人体衝突に対する障害事故防止：強化ガラス、合わせガラスを推奨

強化ガラス：割れても鋭利な破片とならない
合わせガラス：割れても破片が飛散しない

【背景】昭和から平成初期にかけ、家庭、学校で幼児、小学生のガラス衝突事故が多発したため、ガラスが割れても重大なケガとなりにくいガラス仕様を推奨している。

人体衝突の運動エネルギーをショットバック試験(下図参照)の落下高さに置き換え、ケガ防止に有効なガラス仕様を検証した。建築用途、部位により推奨落下高さが異なる。

■ショットバック試験(試験架台、各種ガラス破損状況)

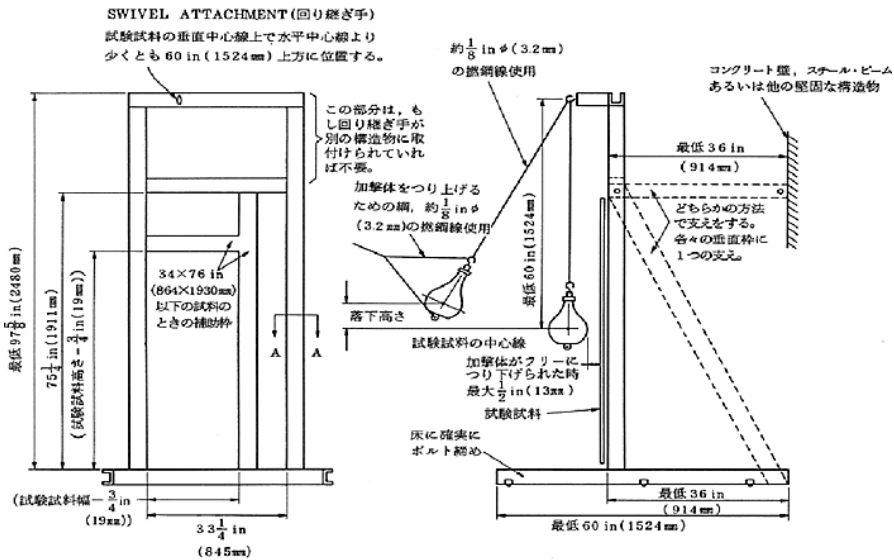


図1 試験枠(締め付け枠は図示していない)

《フロートガラス》



《強化ガラス》

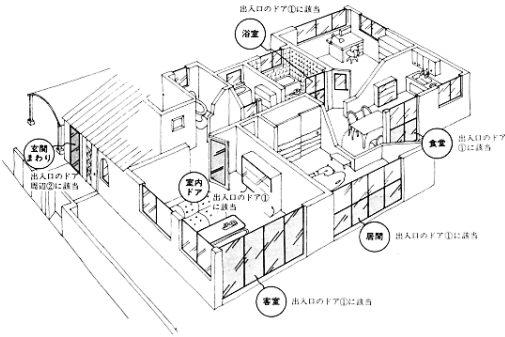


《合わせガラス》



■ ガラスを用いた開口部の安全設計指針 適用部位イメージ

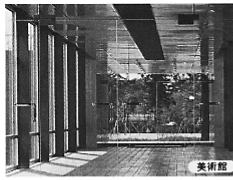
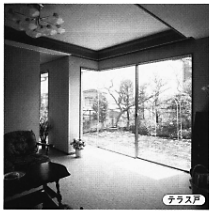
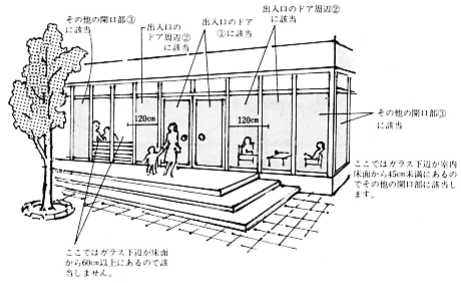
2. 住宅に、この指針を適用すると…。



C. 指針の適用対象の具体例。

(グレー地の部分が該当部位となります)

1. 集会場のロビーに、この指針を適用すると…。



② 「鉄骨構造建築物におけるガラススクリーン及びガラス防煙垂れ壁構法の設計・施工ガイドライン」：平成 19 年発行

⇒都市郊外型店舗の地震時に対する障害事故防止：層間変位角 1/100 の設計，施工を推奨

【背景】阪神淡路大震災（平成 7 年），福岡県西方沖地震，宮城県沖地震（平成 17 年）で自動車ディーラーのガラスファサード，ショッピングセンターの防煙垂れ壁のガラス破損事故が多発した。破損の原因を調査・検討し，耐震性を向上させた設計・施工方法を提案している。

③ 「防災に有効なガラスのガイドライン」：平成 21 年 3 月発行

⇒地震時，強風時の衝突物，飛来物による障害事故防止：合わせガラスを推奨

【背景】阪神淡路大震災，中越地震，福岡県西方沖地震，宮城県沖地震等でサッシの予想以上

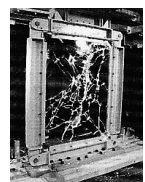
の変形によるガラス破損，及び家具等の転倒・移動による衝突でガラス破損した例が散見された。また長周期地震動による大きな揺れへの対策も課題となり，家具等が衝突して破損しても人，及び居室の安全性が確保できるガラス仕様の選定が求められてきた。

サッシ変形時，家具等衝突時のガラス破損実験は（独）建築研究所で実施し，合わせガラスの優位性（ガラス破片飛散率，貫通性）を検証した。

■ サッシ変形時（層間変位時）

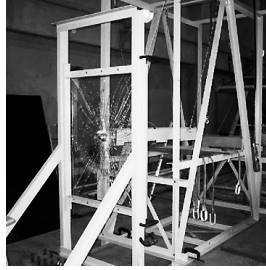
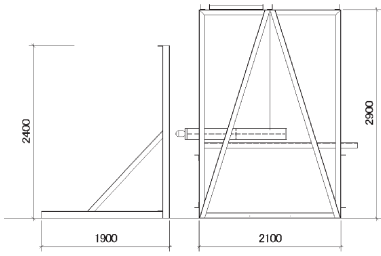
《フロートガラス》

《合わせガラス》



■家具衝突時

《試験架台》



《フロートガラス》



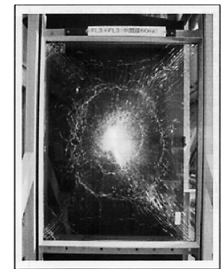
《網入板ガラス》



《フロート+飛散防止フィルム》



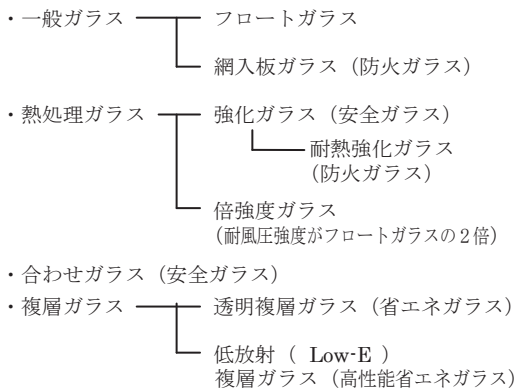
《合わせガラス》



4. 各種ガラスの特性

(1) ガラスの種類分類

ガラスの種類をおおむね以下の様に分類した。



(2) 各種ガラスの破損性状

①フロートガラス

衝撃物により破損した時は、鋭利なガラス片

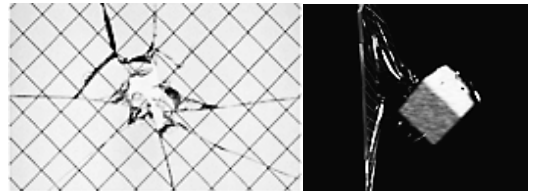
が飛散し非常に危険である。衝撃物は貫通してしまう。

倍強度ガラス破損時もフロートガラス同様の破損性状となる。



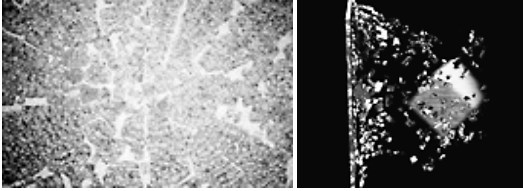
②網入板ガラス

衝撃物により破損した時は、スチール製の網のためガラス片の飛散は少ないが、衝撃物は貫通してしまう。防犯性能は全くない。



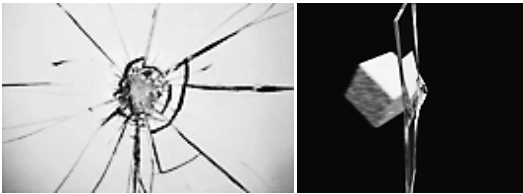
③強化ガラス

鋭利な衝撃物により破損する事がある。破損時は全面破損となるが、ガラス片は小粒状となるため、人体衝突時は大きなケガになりにくい。



④合わせガラス

合わせガラスは2枚のガラスを特殊フィルムで接着しているため、衝撃破損時にガラス片の飛散や貫通はほとんどなく、最も安全性に優れたガラスである。

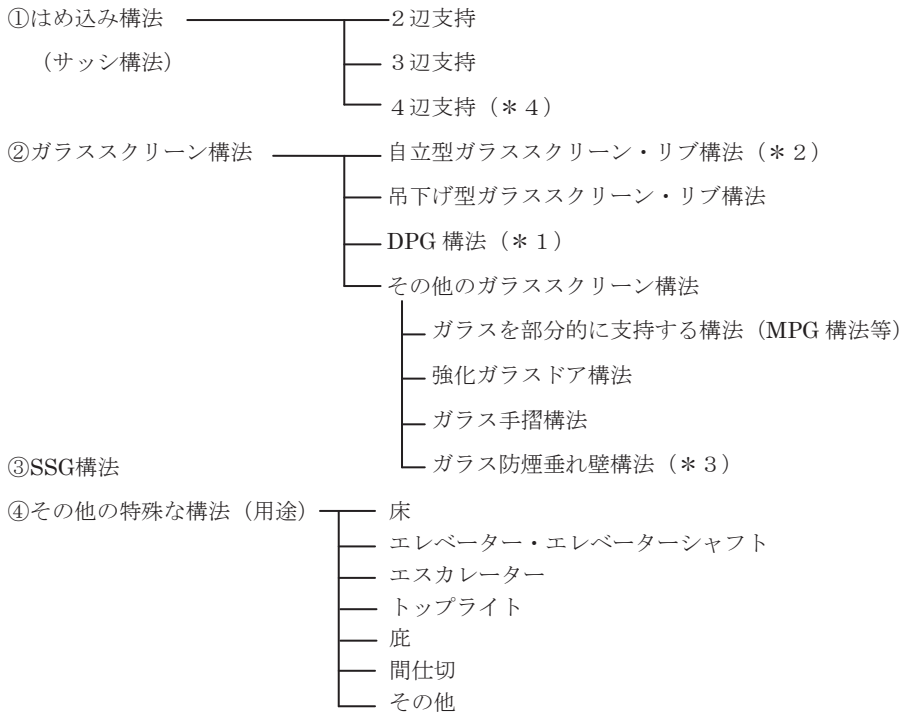


5. 構法の種類

近年、デザインの多様性に因るべく、多岐のガラス構法が開発されてきた。

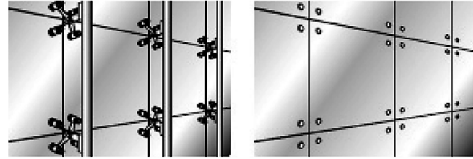
指針では構法を以下の様に4つに分類したが、複雑な構法が多いため、特に設計者に対しては、強度設計の考え方、メンテナンス考慮（点検、クリーニング、ガラス破損時の交換等）の重要性、等を強調している。

代表として、②ガラススクリーン構法のDPG構法（*1）を紹介する。



□ DPG構法（孔明け強化ガラスを点支持金物で支持するフレームレス構法）

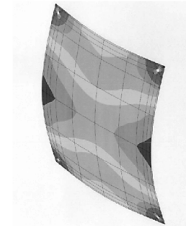
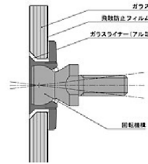
- ・強化ガラスを使用
（大サイズ化の傾向）
- ・突きつけ目地納まり
- ・ガラス支持部に応力集中が発生
⇒FEM応力解析が必要



□メンテナンス（破損時の2次災害を防ぐ）

- ・破損時の脱落飛散防止策を必ずとる
- ・定期的なメンテナンスを実施する
- ・ガラス交換作業を考慮した補助設備を設置する
- ・ガラス交換に日数を要する事への配慮

ロチュール断面図



6. 東日本大震災におけるガラス被害の特徴

板硝子協会は、震災後1カ月から2か月の間で、宮城県仙台、茨城県水戸、福島県郡山の近隣都を含めた3地域の調査を実施した。その後も3地域の詳細調査を実施しており、9月以降に第1弾（速報）の報告書を提示する予定となっている。

ガラス被害の特徴は概略、下記の様になって

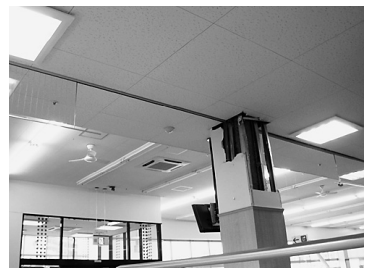
いる。（津波による被害は除外）

- ・構造体の被害はほとんど無く、ガラス、天井、ALC等、非構造体の被害が目立つ。
- ・都市部の被害は極めて少なく、郊外型店舗の被害が多い。
- ・自動車ディーラー店（ガラススクリーン・リップ構法）、ショッピングセンター（防煙垂れ壁）の被害が多数ある。但し耐震性を向上させた構法での被害例は少ない。
- ・DPG構法等、新しい構法での被害例は極めて

■自動車カーディーラー（ガラススクリーン・リップ構法）破損例（*2）



■ショッピングセンター（防煙垂れ壁）破損例（*3）



■サッシ構法の破損例（*4）



て少ない。

- ・構造体との関係、取付け方法と変形の関係等、今後識者を交え検討する必要がある。

7. まとめ

阪神淡路大震災、中越地震、福岡県西方沖地震、宮城県沖地震と、大型地震の被害調査研究をフィードバックし、各種ガラス構法は耐震性能向上を図ってきた。今回の東日本大震災の調査は継続中であるが、構造体の被害がほとんど無いにも関わらず、ガラスを始め非構造体の被害が多い様に、過去の地震被害状況とは明らかに状況が異なっている。地震波、地盤、構造形式による共振等、建築構造の詳細な検証と共に、ガラス構法との関連も検証する必要がある。

ガラス破損のメカニズムは多種となるが、建

築関係者には、ガラスは破損するものであるとの認識に立ち、2次災害を防ぐ手立てを採用してもらう必要がある。併せてガラスの特性、特に破損時の破片形状による危険度をより理解し、設計・施工時に適正なガラス仕様を選定するための一助となる事を目的として本指針がまとまった。

東日本大震災の調査研究のフィードバックも含め、今後も時代の環境変化と共に、改訂版が発行される事となる。

本指針に興味のある方は（財）日本建築防災協会に問い合わせ願いたい。

参考文献

- ・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
- ・旭硝子板ガラス建材総合カタログ
- ・東日本大震災ガラス被害調査資料：板硝子協会