ガラス製カーテンウォール

（1992 年～現在）

従来，外装の窓といえば，雨風をしのぎ，明かりを取り入れ，換気をするといった，機能性を重視してきた．しかし近年になって，窓は外装の一部から，建物のイメージを形づくるデザインのアイテムの一部と，変貌を遂げてきた．ガラス張りの外装の進歩はめざましい．なかでもグラサード構法は，サッシ枠を使用せず（フレームレス），ガラスの大開口を可能にした．この構法は，ガラスの本来持っている透明性をフルに生かし，外部の景色と部屋の内側を一体化させる効果をもたらした．自動車のショールーム等に使われている．さらに，ガラスの加工技術の進歩により，ガラスに孔加工を施し，金物で固定する DPG 構法及びガラスを金物で挟み込んで支持する MPG 構法，PFG 構法等が開発された．近年この様なフレームレスでガラスを金物で固定する外装の事をアルミ製カーテンウォールと比較して，ガラス製カーテンウォールと呼ぶようになってきた．最近，銀座，表参道等の海外ブランドのビルや商業ビルの低層部分のファサードで多く使用されるようになった．

1．商品適用分野

建築の内・外壁（図 1）

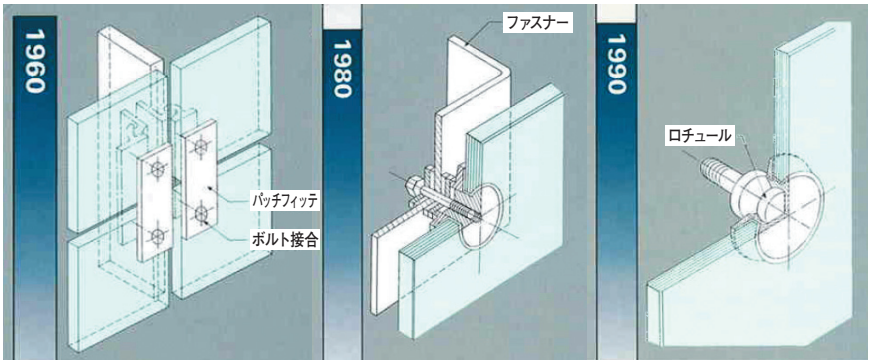
図 1　ガラス製カーテンウォールの外観（DPG 構法）
アルミのフレームを使用しない，すっきりとした外観．

2．適用分野の背景

ガラスの透明性を生かして，開口部を大きく取りたいという欲求やガラスの製造方法の発展，更には施工技術の改良により高さ 10 m以下の大開口部をガラスで納める事を可能にしたグラサード構法[注1)]が開発された．

その後，ガラスの孔加工技術の発展及びガラスをボルト止めする部品の開発によりガラスに孔（ストレート孔又は皿孔）をあけて，点（ポイント）でボルト止めする DPG 構法[注2)]が開発された．ヨーロッパでは，1960 年代から発展し，日本でも 1990 年頃から本格的に技術が導入された．（図2）

その後，孔加工を施さず点で支持した MPG 構法[注3)]，更には線状で支持した PFG 構法[注4)]等が開発された．最近では，アルミ製カーテンウォールと比較してフレームを使用しない上記の構法を総称して，ガラス製カーテンウォールと呼ぶ様になった．



（ボルトで固定）　（皿ボルトで固定）　（ヒンジボルトで固定）

図2　DPG 構法（ボルト止め）の変遷
1960 年頃からヨーロッパで発展した．日本に本格的に技術が導入されたのは，1990 年頃からである．

見学可能：
アクアマリンふくしま，金沢駅東広場もてなしドーム，国立新美術館，羽田第２旅客ターミナルビル，ガレリアかめおか，NHK 大阪放送会館・大阪歴史博物館，九州国立博物館等

Key-words：枠なし（フレームレス），ガラスの孔加工，ボルト止め

注 1　自動車のショールームなどに見られるように大板ガラスを使用した開口部構成の総称．

注 2　Dot Poit Glazing 構法の略．

注 3　Metal Point Glazing 構法の略．

注 4　Piece（Point）Frame Glazing 構法の略．

3．ガラスの特性及び製造法・加工法

3－1．ガラスの特性

ガラスは視覚的に硬いように映るが，その性質はむしろ液体に近い物である．ガラスを割ると，一般に貝殻状に割れ目ができる．また加熱していくといつの間にか軟らかくなってしまう．このような現象は，ガラスの構造が規則的な結晶体でないというところからくる特有の性質である．表１にガラスの物理的・機械的性質を示す．

表１　ガラスの物理的・機械的性質

項　　目	数　　値
屈　　折　　率	約1.52
反射率（垂直入射）	片面で約4%
比　　熱	0.2cal/g℃（0～50℃）
軟　化　温　度	720～730℃
熱　伝　導　率	0.68kcal/mh℃
線　膨　張　率	8.5～9×10^{-6}/℃（常温～350℃）
比　　重	約2.5
硬　　さ	約6度（モース硬さ）
ヤ　ン　グ　率	720,000kg/cm^2
ポ　ア　ソ　ン　比	0.25
平均破壊応力	約500kg/cm^2
耐　　候　　性	変化なし

3－2．ガラスの製造法

建築用ガラスは，品質及び生産性の両面から優れているフロート法によって主に生産されている．フロート法とは，溶解したガラスを溶融した金属の上に浮かべて製板する方法である．溶解槽内で溶解された高温ガラス素地を一定温度に調節，連続的にフロートバスに流し込む．この約 1600 度の熱で溶解されたガラスは溶融金属（すず）の上を浮かびながら広がり，流れていく過程で温度降下とともに固化，均一な板幅と厚みを持った帯状の板ガラスとなる．建築用としては，厚さ 2 ～ 25 mm まで商品化されている．フロート法によって，生産されたガラスをフロートガラスという．

フロート法の工程を図３に示す．

3－3．ガラスの加工法

3－3－1．切断加工

ガラスの表面をダイヤモンドまたは超鋼合金製を使用したカッターで押し当てて引くとガラスの表面に切り筋“にゅう”が生じ，その切り筋に力を加える事によって，ガラスが切断される．その他の切断方法としては，金剛砂を混ぜた水をガラス面に高速で吹き付けて切断するウォータージェット法等もある．

3－3－2．エッジ加工

ガラスの切り口を研磨または研削する事である．ガラスのエッジや小口を露出して使用する場合の化粧を目的にするほか，エッジを切断したままの鋭利な状態では危険な事や，板ガラスの強度低下につながる切断面のハマ欠けなどを防止する為に行う．

3－3－3．孔明け加工

超鋼ドリル及びコアドリル等を使用して行われる．大きな穴あけには，ウォータージェットを使用する事がある．

3－3－4強化加工

フロートガラスを軟化温度近く（650 度程度）まで加熱してから，常温空気を均一に吹き付けて，急冷し，強度を増大する加工である．強化加工されたガラスは，同じ厚さのフロートガラスに比べて約３倍程の強度を有し，強化ガラスといわれている．

4．構法の特徴及びバリエーション

4－1．DPG 構法

a）特徴

ガラスに孔加工をする為，ガラスの仕様は，強化ガラスになる．この構法は，ボルト止め部品の外面とガラスの外面をフラットな意匠にすることを可能にし

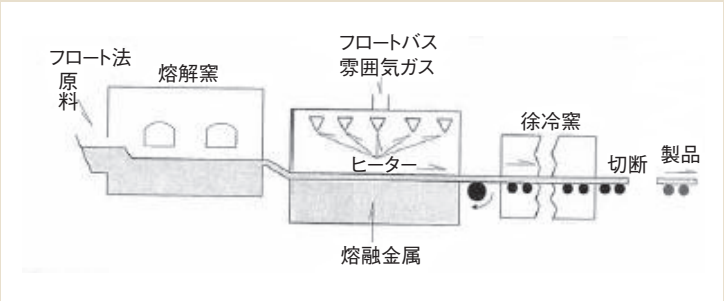


図３　フロート法の工程

原材料としては，けい砂，石灰石，ガラス屑等を使用する．

た．図4に最新のボルト止め部品（ヒンジボルト）を使用したDPG構法の納まりを示す．ガラスを固定している部分が自由に回転できる機構（ヒンジボルト）になっている為，ガラスに風圧などの外力が加わった際にもガラスを無理に拘束することなく皿孔部に発生する曲げ応力が極めて小さくなる．また，ヒンジボルトの回転の中心とガラスの重心の位置が一致している為，ガラスを吊った際，ガラス孔まわりに回転モーメントを生じないという特徴がある．

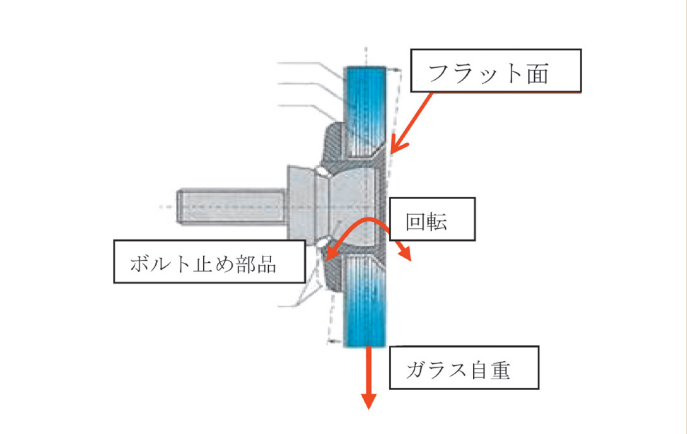


図4　DPG構法の納まり

ボルト止め部品とガラスの面がフラットになる．また部品がボールジョイントになっており外力による応力発生を回転により緩和できる．

b）バリエーション

DPG構法を使用したバリエーションは，以下の3タイプに大別することができる．（図5）

<吊りタイプ>

ガラスの自重は，上部のガラスが下部のガラスを吊り，最上部のガラスを支持する部品を介して全重量が躯体に伝えられる．風荷重は，支持部品を介して躯体に伝えられる．

<固定タイプ>

ガラスの自重及び風圧力は，ガラス1枚毎に支持部品を介して躯体に伝えられる．

<半固定タイプ>

ガラスの自重及び風圧力は，ガラス1枚毎に支持部品を介して躯体に伝えられる．特にガラスの重量は，支持部品を吊り上げるロットを介して躯体に伝えられる．

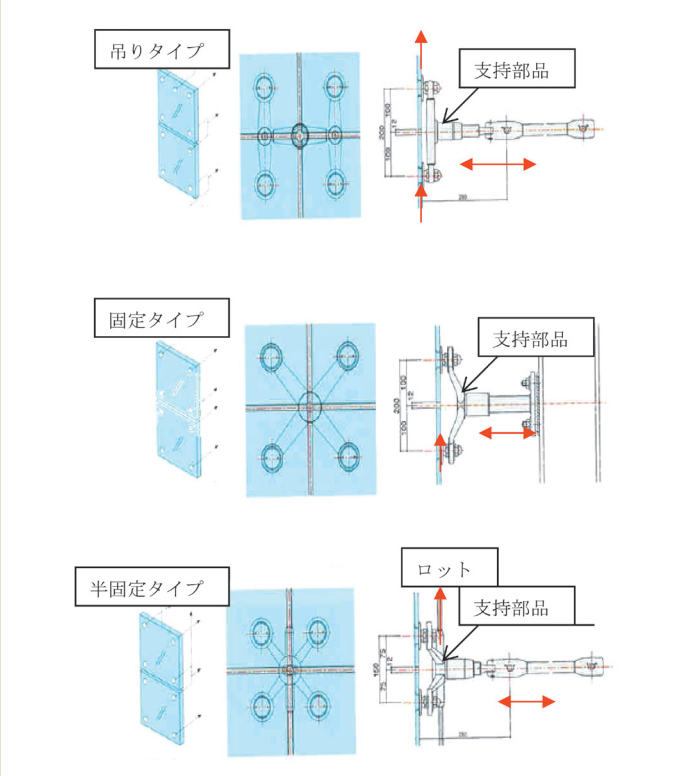


図5　DPG構法の納まり及びバリエーション

支持方法により吊りタイプ，半固定タイプ及び固定タイプの3タイプに分けられる．

4－2．MPG構法

a）特徴

ガラスに孔加工を施さない為，強度上問題なければ，フロートガラスを使用することも可能である．又ガラスは直接支持部品で挟み込むように支持する為，ガラスを固定するボルト止め部品は不要である．

b）バリエーション（図6）

支持方法を大別すると3タイプに分けられる．

<クロスジョイントタイプ>

ガラス四隅のエッジ部分を支持部品で支持する．支持部品は，十字目地に配置し，ガラスの重量及び風圧力を支持する．

<ホリゾンタルタイプ>

ガラスの上下辺のエッジ2箇所を支持部品で支持し，ガラスの重量及び風圧力を支持する．

<グラサードタイプ>

ガラスの縦辺を支持部品で支持し，風圧力のみを支持する．

4－3．PFG の構法

MPG 構法が点でガラスを挟み込んで支持するのに対して，線状で支持する．（図7）

5．今後

ガラス製カーテンウォールと呼ばれる商品は，市場に出てからまだ 15 年余りであるが急速に普及し，フレームレスで且つガラスの透視性を生かした新しい構法が次々と開発されている．従来は，商業施設やテナントビルの低層階にワンポイント的に使用されるケースが多かったが，最近では，大型ビルの低層階全面に採用されるようになった．今後は，中高層ビルの一般階にも使用され従来の枠入りのガラス窓と同様に普及する時期も遠くないと予想される．

文　献

1）AGC ガラス建材エンジニアリング（株）　総合カタログ（2006.2）　P4 ～ 5，16 ～ 17

2）旭硝子株式会社　AGC 板ガラスカンパニー　旭硝子板ガラスカンパニー建材総合カタログ　（2003.12）　P2－2－1 ～ 2－2－4

3）建築家のためのガラス知識［改訂版］P.32

［連絡先］　栗木　英明
AGC ガラス建材エンジニアリング（株）
ガラスシステムユニット事業推進室
〒 101－0061　千代田区三崎町 2－9－18

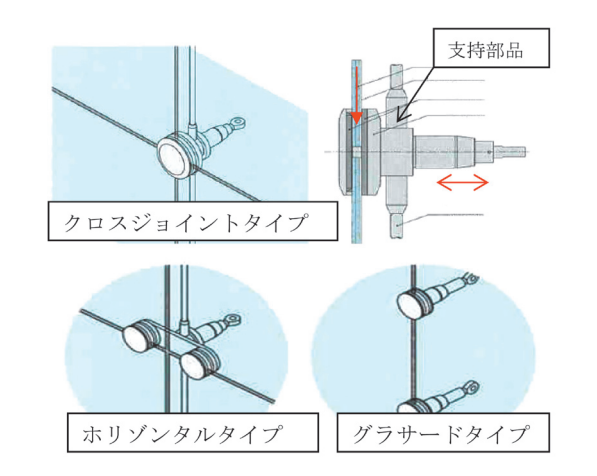


図6　MPG 構法の納まり及びバリエーション

ガラスを支持部品で点状に挟み込む．支持方法によりクロスジョイントタイプ，ホリゾンタルタイプ及びグラサードタイプの３タイプに分けられる．

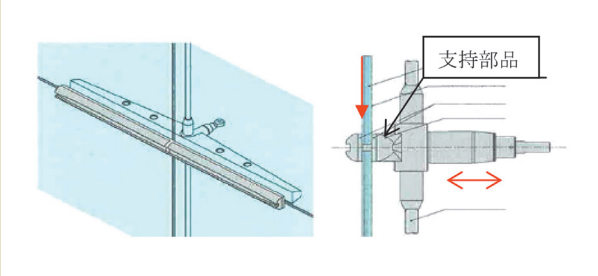


図7　PFG 構法の納まり

ガラスを支持部品で線状に挟み込む．