

ファサードのパターン別分類と商品選択ガイド

ビルファサードは、外観上の意匠および構成方法によりいくつかのタイプに分類されます。それぞれのタイプに対して、当社の商品体系を当てはめたものが以下の表で、ファサードデザインの際の商品選択ガイドとしてお使いいただけます。

参考資料

① 商品タイプ別検索

フレーム型			
タテ通し	ヨコ通し	格子模様	
マリオンタイプ SR-GARELIA P.54 SR-GARELIA D P.72	バックマリオンタイプ NSR-KDF P.89	バックマリオンタイプ Comfort P.76 NSR-GDF P.96	連段窓タイプ NSR-UN1F P.110

② 意匠別検索

全面ガラス	水平					
	バーチカル					
	グリッド					
横強調						
縦強調						
格子						
複合						

③ 構成方法別検索

ノックダウン	マリオン					
	バックマリオン					
	無目通し					
ユニット	バックマリオン					
	インターロック					
スパンドレル						

フレームレス型

複合型

ヨコ通し

タテ通し

連窓タイプ NSR-UN2F P.118	インターロックタイプ SR-IL II P.123	スリムタイプ NSR-SLIM P.104	バックマリオンタイプ NSR-KD P.130	バックマリオンタイプ NSR-GD P.137	連段窓タイプ NSR-UN1 P.145	連窓タイプ NSR-UN2 P.153	アルミ木材複合タイプ JANUS WALL P.160

1.ビル建築の構成

参考資料

事務所などが入っているビル建築の構成要素は大きく「支えるもの」と「仕切るもの」の二つに分けられます。

支えるもの

支えるものとは建物自体の重さや、中に入っている人間や家具などを支え、地震や台風などによる外からの力(水平力)に対しても安全に建物を保つ役割を果たすもので、躯体とか主体構造といわれるものがその役割を担っています。

そのうち柱や梁を特に骨組みといい他と区別していることがあります。床自身の重さや人間・家具などの荷重は、まず梁を受けて柱に伝えられ、さらに基礎(杭)を経て最終的に地盤に伝えられます。

また水平力に抵抗するために柱・梁の接合部を強固にする方法の他に、耐震壁(耐力壁)を入れることがあります。この壁は建物の荷重を負担したり、外力を柱や梁に伝える役を担っているため、自由に取はずすことはできません。

仕切るもの

仕切るものとは、内部空間の中を仕切るものと、外部空間と内部空間を仕切るものの二つに分けることができます。内部空間は、床・壁・天井によって囲まれており、それらは表裏一体となって、それぞれの用途に合わせて空間を仕切っていると見ることができます。

特に床は人間や家具などを支え、上下階を仕切る役割の他、水平力を柱・梁や耐震壁(耐力壁)に伝えるという重要な役割を持っています。

一方、外部空間との境界にある外壁や屋根は周辺の建物と一体になって外部環境デザインの要素となっていると同時に、内部にいる人間を雨・風の他、火・熱や騒音・飛来物から守り、また寒暑など外部環境の変化を和らげる働きをしています。

仕上げと下地

建物の表面部分を広い意味で仕上げといいます。仕上げは外部にあっては周辺環境に、内部にあっては空間の用途や使い勝手に、それぞれ配慮して決められるわけですが、内側にある躯体や下地を保護する役割も担っています。

下地とは躯体と仕上げの間にあって、仕上げを支え躯体に接続するものをいいますが、仕上げだけでは不足する性能(例えば断熱性)を補うべく材も下地の一種といえます。

耐震壁(耐力壁)以外の壁を帳壁、英語ではCURTAIN WALLと言いますが、現在、カーテンウォールと言えば建物外周部にある帳壁、それも工場生産(プレハブ化)された部材を上下の床や梁に直接掛け渡して(下地などを組まずに)支えるタイプのものを指しています。

■用語説明

水平力

地震や風によって生ずる地震力や風圧力など、建築物に作用する水平方向の力。

耐震壁(耐力壁)

主体構造として鉛直力や水平力に抵抗する目的で造られた壁を耐力壁といい、特に水平力に対し効果のある壁を耐震壁という。耐震壁を配置すると、その柱や梁は水平力に対する負担が減るから、一般に断面は小さくすむ。

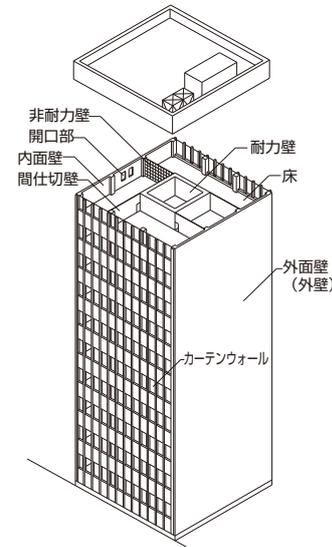
工場生産(プレハブ化)

生産性向上・品質向上・現場労務削減などを目的に、あらかじめ工場で部材の加工・組み立てを行うこと。

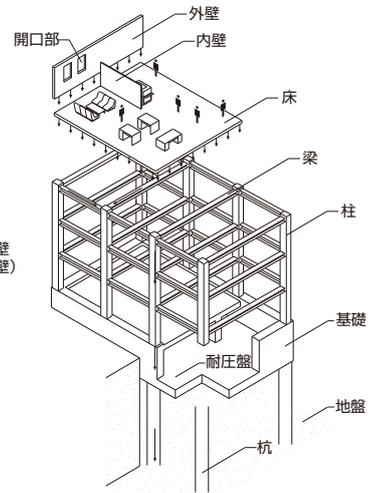
耐圧壁

地盤からの反力に抵抗するように設けられる基礎底面のスラブ。

■仕切るものの名称



■力の流れ方



ビル建築は「支えるもの」と「仕切るもの」から成り立っています。

建物自身の床や柱、梁等を固定荷重といい、建物に入っている人間や家具等を積載荷重といいます。雪も積載荷重の一種ですが、特に積雪荷重ともいいます。これらをすべて加えた鉛直荷重は床→梁→柱→基礎→杭を通して地盤に伝えられます。

■壁の構成

骨組	下地	仕上げ
鉄骨造	ALC板	塗料 塗構法
コンクリートブロック造	プラスターボード	布 接着剤で貼る構法
コンクリート造	モルタル	タイル モルタルなどで貼る構法
壁体なし	下地なし	カーテンウォール 大型部品をはめ込む構法

壁は仕上げとそれを支える躯体およびその間にあって 各々を接続する下地に分けることができます。どのような方法によって 壁を仕上げるかは設計者の判断にゆだねられています。

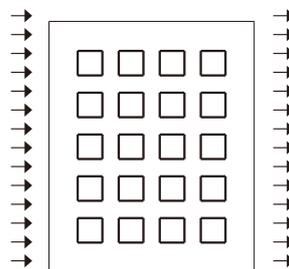
2. カーテンウォールに求められるもの

カーテンウォールとはまさにカーテンのように空間を仕切るだけの、建物の構造に寄与しない取りはずし可能な壁をいいます。ブロックやれんがなどによる組積の壁や、鉄骨や木製の間柱・胴縁による壁も、耐震壁（耐力壁）でなければ、広義にはカーテンウォールの一種なのです。しかし、現在は外装材や開口部などを含む部材を、現場で組み立て取り付けるだけにまで加工済みのもの（ノックダウン knock-down という）や、工場パネル化したものに限って、カーテンウォールと呼ぶのが一般的です。

建物の構成からいってカーテンウォールはビル建築において、デザイン的にも性能的にも極めて大きな役割を担っています。すなわち、ビル建築のように多層で、勾配のほとんどない陸屋根の建物においては、外周壁なかでもカーテンウォールによって構成されるファサードが、意匠上の大きな要素となることは自明のことです。躯体と関係なしに、自由なデザインができることは大きな利点です。また性能上もカーテンウォールは軽微な内壁を伴うだけで、外周壁としての様々な要求、耐風圧性・耐震性・水密性・気密性・遮音性・断熱性・耐火性、あるいは耐熱変形性・防露性など多岐にわたる要求に対応する必要があります。以上あげたものの他、建物外周部に位置することや単体としての大きさや使用面積の大きさからいって、工場で製作しやすいこと、現場で施工しやすいこと、そして使用時には操作性・清掃性に優れ、耐候性を含め総じて耐久性に富んでいること、などもカーテンウォールを考えるうえで重要なポイントです。このようにカーテンウォールには様々な条件があるため、その設計は多岐にわたる項目に留意しながら進めていく必要があります。設計にあたっては他の工事と異なり、「性能発注」によって進められることが多いようです。すなわち、設計者はデザインや使い勝手などの考え方や要求性能だけを明示し、具体的な仕様や生産・施工法は、カーテンウォールメーカーの責任と裁量に任せるといった発注方式です。

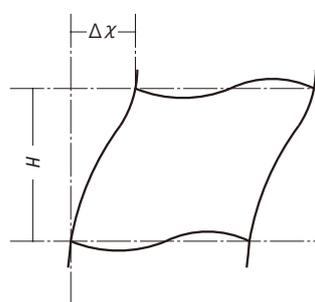
■カーテンウォールの基本的な三つの性能

耐風圧性能



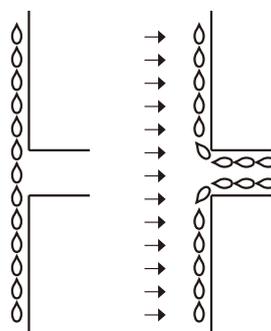
風は空気の流れですが、建物にぶつかった時には建物を押し、裏に回った時には、渦をつくって建物を引っ張ります。この押したり引っ張ったりする力を風圧といいます。面積あたりどのくらいの風圧 Pa に耐えるかの程度で耐風圧性能を表します。

耐震性能



建物が地震や風で揺れる時、上階の床と下階の床とは相互に水平方向のずれ「層間変位」が生じますが、カーテンウォールの耐震性とはどれだけの層間変位にまで耐えられるか「層間変位追従性」で表します。階高 H に対するずれ Δx の割合を層間変形率 R（ラジアンで表します）といい、「層間変位追従性」つまりは耐震性能の程度を表します。

水密性能



台風のように風を伴った雨の時には漏水しがちです。一定の降雨量の時、どの程度の風圧まで雨水の浸入を防げるかを水密性といい、耐風圧性能と同じく Pa で表します。

■用語説明

ノックダウン (knock-down)

運搬効率や現場施工性を考えて、製品をあえて部品の状態で出荷し、現場で組み立て製品化する方式。

気密性

すき間から空気が洩れる程度をいう。1m²・1時間あたり洩れる空気の量で表示するが数値が小さいほど気密性は高い。

遮音性

内から外へ漏れる音や外から内へ侵入する音を遮る程度をいう。内外の騒音レベルの差はそれを仕切っている部材の遮音性による。

断熱性

熱が対流や伝導により移動するのを抑える程度をいう。熱貫流率（K 値）の単位は、内外空気の温度差が 1℃あるとき、1m²当たり 1 時間につき、何 W の熱が移動するかをいい、W/m²・K で表す。

耐火性

火災時、建物内外からの火熱によって損傷・脱落しない程度をいう。想定された火災条件において何分くらいもつかによって程度を表示する。

耐熱変形性

気温変化や直射日光の有無を原因とする温度変化により伸縮する度合いをいう。色などにもよるが外周壁の温度は 1 年で相当異なる。

防露性

空気中に含むことのできる水蒸気の量は温度によって異なる。外周壁の断熱性が高いと、その内側の壁面温度は室内温度に近くなり、結露しにくくなる。

3. 主材料による種類

カーテンウォールとガラス

建築の外周壁は壁の部分と窓の部分によって構成されています。窓の部分の主な材料はガラスです。壁の部分には様々な材料が用いられます。室内側が壁でも、外側をガラスで構成すれば、外観上は全面がガラスのビルを作ることができます。もちろん、窓が無い外周壁もありますから、カーテンウォールには、全面がガラスのものと、壁の中に窓が設けられたものと、壁だけで構成されるものがあることになります。

全面がガラスのものは、アルミニウムやスチールなどの金属でフレームを組んでガラスを固定するので、メタルカーテンウォールと呼ばれるものに属します。ガラスにかかる風の力を、金属のフレームの部分で受けて建築物の躯体に流すので、メタルのフレームが重要な構造部材になるわけです。初期のカーテンウォールには、腰壁の部分にガラスの代わりにスバンドレルパネルと呼ばれる板を嵌め込んだものが多く用いられました。この構成がメタルカーテンウォールの代表的な形態で、風による力の流れ方も全面ガラスのものと全く同様です。これらのスバンドレルパネルには、様々な材料のものが用いられます。窓の部分が少なく壁の面積が大きい場合には、工場で壁の中に窓を組み込んでパネルの形に作ったカーテンウォールが用いられることがあります。

カーテンウォールの主材料

窓が横に長いデザインの外壁では、腰壁の部分の面積がかなり大きくなります。このような方式やパネル方式のカーテンウォールでは壁の部分の材料として様々なものが用いられます。金属が用いられればメタルカーテンウォールとなりますし、工場でパネルとして作成したコンクリート版を用いたものはプレキャストコンクリートカーテンウォールと呼ばれます。このように、カーテンウォールは主材料によってメタル系とプレキャストコンクリート系に分類することができますが、両者を組み合わせた複合カーテンウォールも盛んに用いられています。

■主材料のちがいによる施工の例

メタル



■用語説明

スバンドレル

外壁における上段の開口部と下段の開口部との間の部分。

プレキャストコンクリート

あらかじめ工場などで製作した鉄筋コンクリート製部材の総称。普通コンクリート・軽量骨材コンクリートあるいは気泡コンクリートなどで作られる。種類としては、柱・梁・壁板・床板・屋根板・道路用側溝などがあり、これらを現場で組み立てて構造体を造る。「PC」または「PCa」と略称する。対する言葉として現場打ちコンクリートがある。

複合カーテンウォール

金属を用いた部材とプレキャストコンクリートを用いた部材などを複数にわたって複合・組み合わせて構成するカーテンウォール。

ガラス



PC



4. 支持方法・取り付け方法の種類

カーテンウォールの取り付け方

同じ方式のカーテンウォールでも、その支持方法、すなわち建築物の躯体への取り付け方法には様々なものがあります。デザインの狙いによって支持方法が異なることもありますが、主として、風の力や地震による力をどのように処理するかという、技術的な判断によって、支持方法は決定されています。

一般的な方立方式や階高分の高さのパネル方式では、躯体の床スラブの先端や外周部分にまわされた梁にカーテンウォールは取り付けられます。この取り付け部では、躯体側とカーテンウォール側の双方に金物を用意され、その金物どうしを固定するのが普通です。躯体側に取り付けられた金物をファスナー、カーテンウォール側に取り付けられた金物をブラケットと呼びます。

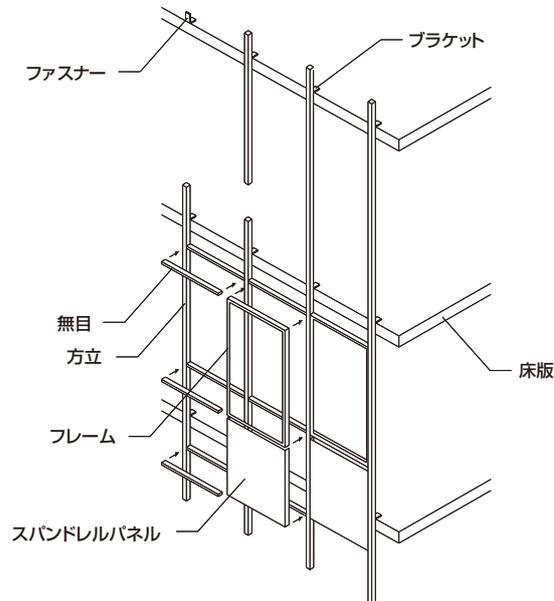
各階の床スラブにファスナーが設けられる方法では、カーテンウォールにかかる大きな風圧力を床スラブの位置まで流すことになります。方立方式はその典型で、方立にはそれに耐える柱としての強度が求められます。パネル方式の場合も床スラブの位置で躯体に固定することが多く、版としての強度で風圧力に抵抗します。

カーテンウォールの支持方法

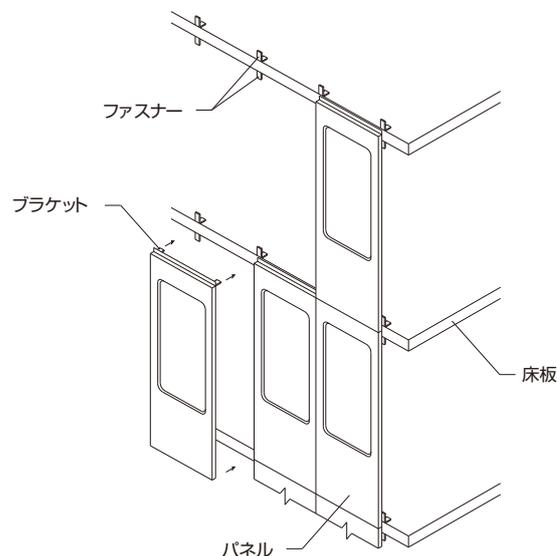
地震が起きると建物の躯体の床は左右に揺れますが、ある階とその上の階とでは、揺れの量が異なります。この差を層間変位と呼び、カーテンウォールは、地震時にこの層間変位に対して追従する必要があります。方立方式の場合は、方立と躯体との接合部（ファスナー）は、いわゆるピン接合であり、層間変位が生じると方立は斜めになります。方立と無目で囲まれた部分は平行四辺形になり、ガラスの留め付けなどには配慮が求められますが、カーテンウォール自体の層間変位への追従の工夫は容易です。ところが、パネル方式の場合には一般にパネル自体が平行四辺形になることはできませんから、地震時の躯体の層間変位に対し、ファスナーを工夫することによって対応します。この工夫には、スライド（スウェイ）方式とロッキング方式と呼ばれる二種類の方式があります。スパンドレル方式の場合には、スパンドレルパネルの固定は各階ごとに行われるのが普通なので、支持方法がかなり異なります。床スラブや梁の上端と梁の下端とで固定するのが一般的です。上下のスパンドレルパネルの間に取り付けられる窓は、スパンドレルパネルに取り付けられることとなりますが、層間変位をその取り付け部で処理しなくてはならないので、工夫が求められます。複合カーテンウォールなどでは、より複雑な支持方法・力の流し方が考えられます。

■カーテンウォールの取り付け方法

方立方式



パネル方式



■用語説明

スラブ

鉄筋コンクリートの床版のこと。

ピン接合

部材と部材をつなぐ節点部がピンで接合されているものをいう。節点の回転は自由になるが、上下左右には動かない。力学的には軸力とせん断力は伝えるが曲げモーメントは伝えない。

ファスナー

カーテンウォールを躯体に取り付けるための金物で、部材付け金物、連結用金物、調整用金物などを組み合わせて構成する場合、躯体に近い方から1、2、3・・・次ファスナーと番号づけされて呼ばれる。

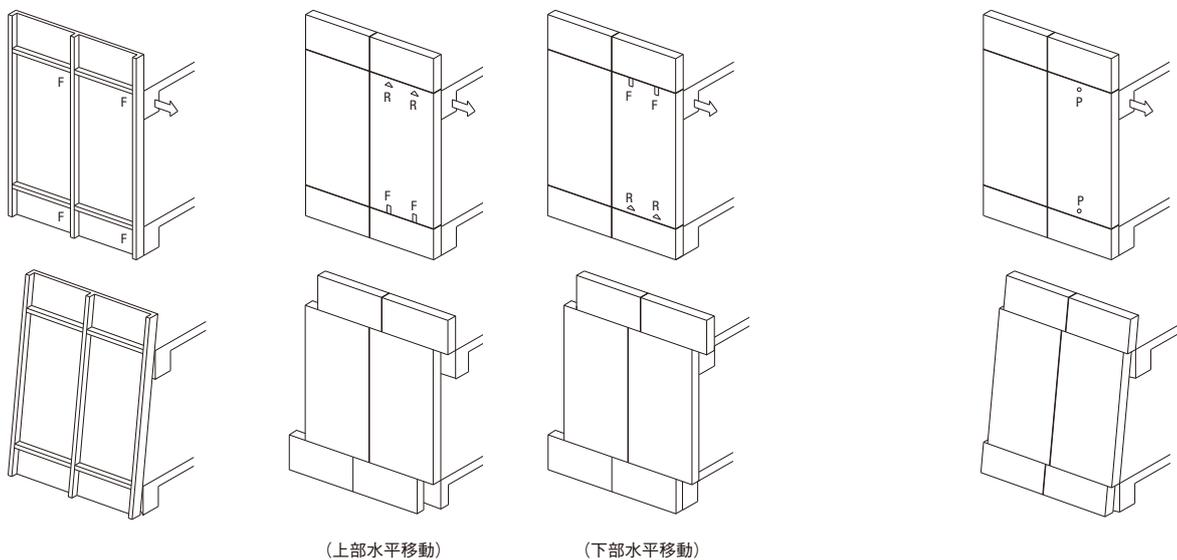
ブラケット

カーテンウォールの取り付け用ファスナーの内、工場であらかじめカーテンウォールに取り付けてくるファスナーをブラケットと呼ぶことがある。

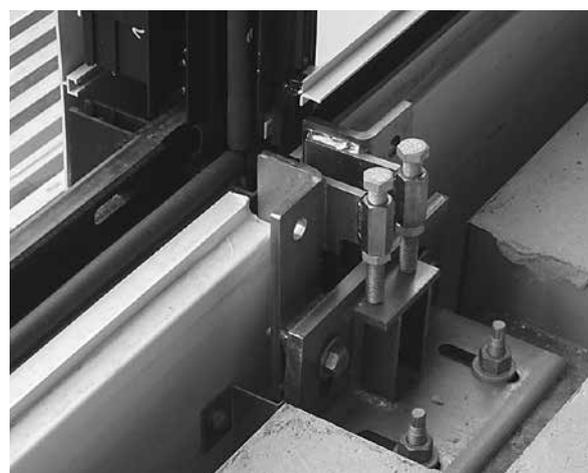
■カーテンウォールの支持方法(層間変位追従方式)

スライド(スウェイ)方式

ロッキング方式



ファスナー



■用語説明

固定(F)

部材が固定の状態です持されている。部材端部には曲げモーメント、せん断力、軸力の三つの支持反力が生じる。

ローラー(R)

部材がローラーの状態です持されている。支持面に直角方向のみに反力が生じ、直角方向以外には自由に滑動し回転できるもの。

ピン(P)

部材がピン接合です持されている。(P.234ピン接合参照)

5. メタルカーテンウォールの材料と仕上げ

メタルカーテンウォールの材料

カーテンウォールを構成している材料は個々の建物独自のデザイン、工法によりそれぞれ異なりますが、壁という特徴から構成材を分類すると大きく二つに分けることができます。一つは人々の目に触れ、周囲の景観・美観を左右するデザイン的要素の強い表面材です。表面材は屋内外両面にありますが一般的に外部表面材の方が性能的にも、デザイン的にも重要となります。他の一つはカーテンウォールに求められる各種の性能・機能を満足させるための機能材です。表面には出てきませんがこれがないと、カーテンウォールは成立しない重要な役割を持っています。外部表面材には、開口部を構成するガラス、および腰部スパンデルのアルミを主とした金属パネル（デザインによりPCもあります）と、それらを支持するための方立や無目など金属製枠等で、外壁表面すべてがカーテンウォールの構成材です。内部表面材は、カーテンウォール構成材（主に開口部材）と関連他業種による内装仕上げ材とがあります。一方、機能材には、強度的役割を持つ構造部材、カーテンウォールと躯体を接合しカーテンウォールに作用する力を建築構造体に安全に伝えるファスナー部、また良好な室内環境を作り出すための気密材、シーリング材、断熱材、その他防火用の材料等もあり、必要機能別に多岐にわたっています。

金属材料の種類

カーテンウォールの表面に使用される主な金属材料としては、アルミニウム合金（板材、押出形材、鋳物等）、スチール（一般構造用圧延鋼材、耐熱性圧延鋼材、表面処理鋼材、鋳物等）、ステンレスなどがあり、その材料の特性によりそれぞれのカーテンウォールを特色づけています。以前のカーテンウォールは、ほとんどがスチールの折り曲げ材であり一部にステンレス鋼が使用されている程度でしたが、アルミニウムの導入以降は、カーテンウォールの材料の主流は完全にアルミニウム材へと移ってきています。

アルミニウム建材の表面処理

アルミニウム材料は元来美しい地肌と優れた耐食性を持っていますが、さらにその性能を向上させ意匠性を付加するために、各種の表面処理が施されています。以下は、当社が行っている表面処理の種類および方法です。

陽極酸化塗装複合皮膜

複合皮膜は陽極酸化皮膜を下地として塗膜を組み合わせた仕様です。耐候性、耐食性、装飾性に優れた性能をもつことから、アルミニウム建材として最も多く使用されています。複合皮膜の色調・意匠は、陽極酸化皮膜の無色（シルバー）や二次電解着色（ステンカラー、ブラウン、ブラックなど）の色調と、つや消しクリヤ、つや有りクリヤ塗膜または着色

■用語説明

スタナーコート

高耐候性アクリル樹脂系電着塗料を採用した、つや消しクリヤ電着塗装品。塗膜の光安定性を保つ機能と疎水性塗膜を形成することで耐候性、耐食性等を高め、複合皮膜の耐久性を大きく向上させた。

二次電解着色

アルミニウムの着色方法。陽極酸化皮膜を金属塩（ニッケル）を含む着色浴中で電解し、多孔質皮膜の微細孔に金属を析出させ着色する。

化成皮膜

金属素地表面を化学薬品の処理液中で化学反応により生成させた皮膜。化成皮膜にはクロム酸塩系化成皮膜（6価クロム系、3価クロム系、リン酸クロム系）、クロムフリー系化成皮膜などがある。



揚重されているカーテンウォールのユニット



表面処理

粉体塗装

粉体塗装とは、塗料中に有機溶剤や水などの溶媒を用いず塗膜形成成分のみにて配合されている粉末状塗料を使用して塗装する方法。建材では主に静電粉体塗装で処理する。VOCを削減し、環境に優しい塗料として高い評価を得ている。

塗膜などが組み合わされた構造となっています。

複合皮膜の塗膜は一般にアクリル樹脂系塗料を使用した電着塗装により処理されます。複合皮膜は、JIS H 8602（アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化塗装複合皮膜）にその種類や品質等が規定されており、「A1、A2、B、C」の4種類に区分されています。当社では、高耐候性つや消しクリヤ電着塗装品「スタナーコート」をJIS 種類「A1」に規定しています。

着色塗膜(塗装)

塗装では塗装前処理として、素地の防食及び塗膜との付着性に優れる「化成皮膜処理」や「陽極酸化皮膜処理」による素地調整が行われます。塗装は静電塗装、スプレー塗装、粉体塗装などにより、下塗・上塗塗装の処理が行われます。塗膜は加熱硬化（熱硬化型・熱可塑性）や常温乾燥により形成され、塗膜厚さは20～50μm程度となります。塗料の種類はふっ素樹脂系、ポリウレタン樹脂系、アクリル樹脂系、ポリエステル樹脂系などがあり、耐候性、耐久性等に優れたふっ素塗装

は、近年カーテンウォールに多く使用されています。色調はソリッド各色やメタリック色などがあり多彩に対応されています。

また、当社では環境に優しい製品として、素地調整に有害なクロム等含まない「陽極酸化皮膜」、さらに有機溶剤を含まず（脱VOC）耐久性に優れる「ふっ素粉体塗料」を適合させた、「環境対応型ふっ素粉体塗装アルミニウム建材」を設定しています。

※参考耐用年数

- アクリル樹脂系、5～7年間
- ポリウレタン樹脂系、10～12年間
- ふっ素樹脂系、20年間以上

陽極酸化皮膜

陽極酸化皮膜はアルミニウム特有の表面処理であり、建材では硫酸皮膜が一般的です。耐候性、耐食性に優れ、シルバーや二次電解着色による色調が得られます。皮膜厚さや性能については、JIS H 8601（アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜）に規定されています。

■陽極酸化塗装複合皮膜の種類<JIS H 8602:2010 アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化塗装複合皮膜>

種類	複合耐食性		耐候性 ^{a)}		参考 適用環境
	複合耐食性試験 ^{b)}		キセノンランプ式 促進耐候性試験	サンシャイン カーボンアーク灯式 促進耐候性試験	
	紫外線蛍光ランプ式 促進耐候性試験	キャス試験			
	試験時間 h				
A1	240	120	4000	3000	過酷な環境で、かつ、紫外線露光量の多い地域の屋外
A2	240	120	2000	1500	過酷な環境の屋外
B	240	72	1000	750	一般的な環境の屋外
C	—	—	350	250	屋内

注記 使用環境において、「過酷な環境」とは、腐食・劣化の激しい地域で海浜及び沿岸をいい、「一般的な環境」とは、工業地域、都市地域、田園地域をいう。

海浜とは、海岸線から300m以内の地域（飛来する海塩粒子の影響が最も激しい地域）をいう。

沿岸とは、海岸線から300mを超えて2km以内の地域（飛来する海塩粒子の影響が比較的大きい地域。ただし、南西諸島の島は、海岸線から2kmを超えても、すべてこの区分に入れる。）をいう。

工業地域とは、生産活動に伴って、大気汚染物質[硫黄酸化物(SOx)、窒素酸化物(NOx)、降下ばいじんなど]を発生する地域をいう。

都市地域とは、商業及び生活活動に伴って大気汚染物質を発生する地域をいう。

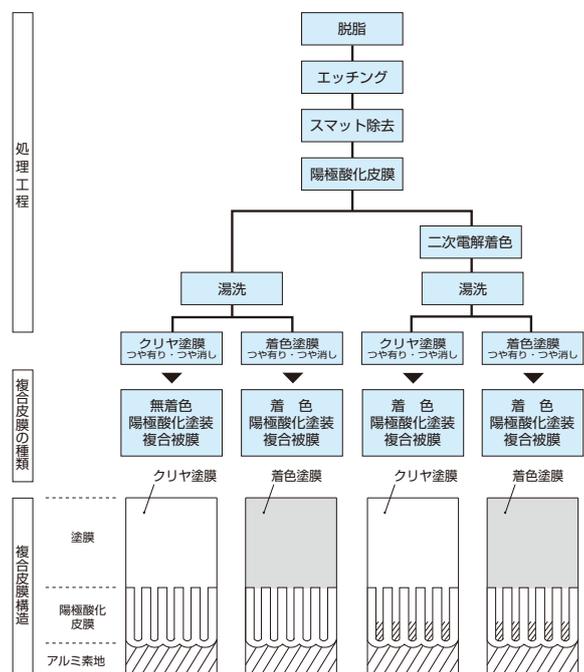
田園地域とは、大気汚染物質の影響が少ない地域をいう。

紫外線露光量の多い地域とは、亜熱帯海洋性気候に類似した地域をいう。

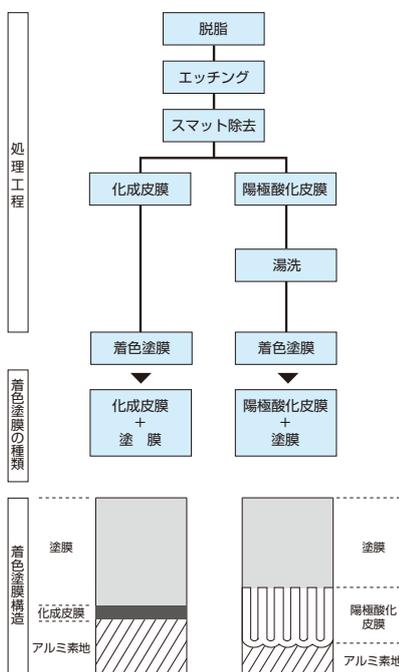
(注) a) 耐候性は、キセノンランプ式促進耐候性試験またはサンシャインカーボンアーク灯式促進耐候性試験のいずれかの試験を行う。

b) 複合耐食性試験は、紫外線蛍光ランプ式促進耐候性試験を行った後、キャス試験を実施する。なお、この試験は、種類Cには適用しない。

陽極酸化塗装複合皮膜による方法



着色塗膜(塗装)による方法



脱脂

表面に付着した汚れを取り除く。

エッチング

水酸化ナトリウム溶液中で表面の酸化物を除去し、均一な表面状態とする。

スマット除去

エッチングの残存物を除去するとともに中和する。

陽極酸化処理

硫酸溶液中で直流電解により陽極酸化皮膜を生成する（一次電解）。

電解着色処理

金属塩溶液中で電解し、陽極酸化皮膜の細孔中に金属を析出させ着色する。

湯洗

温水中で洗浄する。

電着塗装

塗料中で直流電圧を印可し、電気泳動により塗装する。

封孔

陽極酸化皮膜の微細孔を封じる。

6. 要求性能と設計条件の設定

要求性能

建物の設計者はカーテンウォールを設計するにあたって、外壁としての性能を満足するための設計条件（要求性能）を設定しなければなりません。要求性能の決定は、建物の特性とカーテンウォールの特性を考慮して決定します。一方製作を依頼されたメーカーは、これを受けて示された性能を確保するよう、詳細設計を行います。

外壁材に要求される重要な性能として、耐風圧性能、層間変位追従性能、水密性能、気密性能、遮音性能、断熱性能があげられます。これら6つの性能に関しては、数値で示すことができるものであり、(一社)カーテンウォール・防火開口部協会による「カーテンウォール性能基準」の中でグレードが示されています。これらはカーテンウォールを設計する上で最も大きな要因になります。

このほかに重要な性能である耐久性能、耐火性能、耐熱(変形)性能などは、一概に数値では示せないで、それぞれ要求するレベルを示し、実施設計の段階でメーカーと打ち合わせをし、その仕様を決定しなければなりません。把握した要求性能を実現するために、図面と仕様でメーカーに対して示すものが設計条件ということになります。

耐久性能

耐久性能は最も重要な項目にも関わらず、値に示したり、設計に反映させることが難しいものです。カーテンウォールを構成する部材ごとの耐久性が異なるため、一概にいえませんが、表面仕上げ材やそれぞれの部材のグレードを上げれば、確実に耐久性はよくなります。ただし、シール材などは寿命を長くするのが難しい材料です。

耐火性能

耐火性能は建築基準法に基づく所定の耐火時間によって表示し、その単位は時間で示します。重要なポイントとしては、外部から上階への延焼を防ぐために層間に90cm以上の防火帯が必要になること、カーテンウォールと床版の間にすき間が生じた場合は、下階からの延焼と煙の侵入防止のために、層間ふさぎをする必要があることなどです。

耐熱性能

耐熱(変形)性能は、カーテンウォールが日射による表面温度の日較差、年較差等によって欠陥が生じないように、伸縮に追従する性能のことです。

このほかにも結露の防止、撥音、金属摩擦音などの防止、避雷対策、維持管理用ゴンドラガイドレールの組み込みなどが求められることもあります。また、高層ビルによる電波障害を少なくする工夫など周辺環境を考慮した設計条件を要求される場合もあります。

用語説明

日較差、年較差

一日、または1年の間の最高値と最低値の差。外壁材表面温度の年較差は、条件によっては100℃近くになる。

撥音

外壁面が日射などにより急激な温度変化を受け、これに伴って金属が伸縮してずれることにより発生する音。

代表表示

構造上高い性能が得られる部分の検討は行わず、一番弱い部分の性能を評価することによってカーテンウォール全体を代表して示すこと。

面内方向

カーテンウォール面に平行な方向。

面外方向

カーテンウォール面に垂直な方向。

耐風圧性能グレード

耐風圧性能は、主要構成部材がカーテンウォールを構成する面の面外方向に有害な変形ならびに残留変形を起こさないことです。原則としてそのたわみが支点間距離の1/150以下であり、かつ20mm以下である限界の風圧力で表示します。なお、支点間距離が4.0mを越える場合のたわみは1/200以下、たわみ量に関して個別に考慮が必要な場合は特記によります。

性能グレード	1	2	3
風圧力 (N/m ² , Pa)	平成12年建設省告示第1458号による値	日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」の設計用再現期間100年を用いた値	日本建築学会「建築物荷重指針・同解説」の設計用再現期間300年を用いた値

層間変位追従性能グレード

層間変位追従性能は、建物の層間変位によってカーテンウォールの面内方向に生じる変位に、カーテンウォールが追従できる限界を層間変形角(ラジアン)で表示し、ほとんど補修の必要なしに継続使用に耐える限界として、1/300を設定しています。

性能グレード	1	2	3	4
層間変形角(ラジアン)	1/200	1/150	1/120	1/100

水密性能グレード

水密性能は、FIX部(固定窓部)と可動部それぞれが室内側に漏水を起こさないこと。性能値は、漏水を起こさない限界の上限圧力差で表示し、性能グレードは下記の区分とします。FIX部グレード4,5の上限圧力差を算定に用いる風圧力(P)は、「耐風圧性能グレード」による値とします。

性能グレード	1	2	3	4	5
FIX部(圧力差Pa)	975未満	975	1500	P×0.5かつ最低値1500	P×0.5かつ最低値2250
可動部(圧力差Pa)	525未満	525	750	1000	1500

P:耐風圧性能に用いた最大正圧値(Pa)

遮音性能グレード

遮音性能は、開口部(ガラスのFIX部および可動部とし、腰スバンドレル部・パネル部等を除く。)の遮音性能で代表表示したものです。

なお、表示の基準はJIS A 4706(サッシ)に規定されている遮音等級線で評価したものとします。

性能グレード	1	2	3	4
等級(等級線)	JIS等級T-1 (T-1等級線)	JIS等級T-2 (T-2等級線)	JIS等級T-3 (T-3等級線)	JIS等級T-4 (T-4等級線)

断熱性能グレード

断熱性能は、開口部(ガラスのFIX部および可動部とし、腰スバンドレル部・パネル部等を除く。)の断熱性能で代表表示したものです。

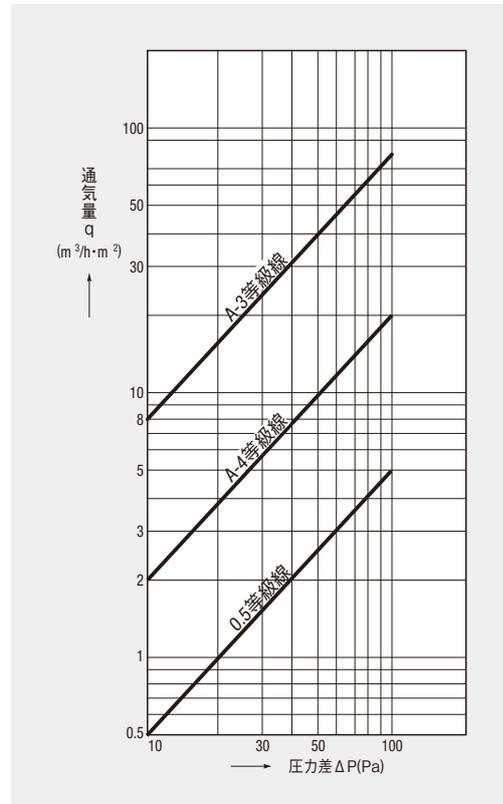
性能グレード	1	2	3	4	5
等級(熱貫流率 W/(m ² ·K))	JIS等級H-1 (4.65以下)	JIS等級H-2 (4.07以下)	JIS等級H-3 (3.49以下)	JIS等級H-4 (2.91以下)	JIS等級H-5 (2.33以下)

気密性能グレード

気密性能は、カーテンウォールに組み込まれた可動部(サッシ部)の気密性能を右図に示す気密等級線により評価し代表表示したものです。

性能グレード	1	2	3
等級(等級線)	JIS等級A-3 (A-3等級線)	JIS等級A-4 (A-4等級線)	0.5等級 (0.5等級線)

気密等級線



等級線は、次の通りとします。

$$q = \alpha (\Delta P \times 10^{-1})^{1/n}$$

q : 通気量 (m³/h·m²)

α : 0.5, 2, 8 (m³/h·m²)

ΔP : 測定に用いた圧力差 (10, 30, 50, 100 Pa)

n : 指数 n=1

この気密等級線はJIS A 4706(サッシ)に規定する等級線からA-1、A-2等級線を除き、0.5等級線を加えたものです。

7. カーテンウォールの種類と形式の選定

カーテンウォールの種類

カーテンウォールの種類を選定するには、メタルカーテンウォールかPCカーテンウォールか、場合によってはそれらを合わせた複合カーテンウォールの3種類の中から選定することになります。これらは建物のデザインとカーテンウォールの形式、仕上げ材等によりある程度必然的に確定してしましますが、形状や仕上げなど物としての差の他に、メタルとPCにはいくつかの違いがあります。

決定的に異なるのはその重さです。すなわちメタルは軽くPCは重いという点です。これは建物の構造設計に関わるため、初期の段階で決定する必要があります。そして、PCのほうが取り付け条件が厳しいため、鉄骨の発注前にパネルの割付けを行う必要があります。

また、仕事の進め方も異なります。つまり、メタルカーテンウォールとPCカーテンウォールとはメーカーが別々なので詳細設計を行う主体が異なってくるのです。

設計に際しては、デザインや価格以外にPCカーテンウォールの場合には、打ち込み仕上げ材の製作期間も見込まなければなりません。

仕上げの決定

建物のデザインに最も密接に関わるのがカーテンウォールの仕上げの検討です。仕上げ材の種類は金属/タイル/石/ガラス等が考えられますが、各材料の中にも表面のテクスチャー、色、性能等が異なりますのでさらに細かい検討が必要です。金属やガラスの場合は必然的にメタルカーテンウォールになりますが、タイルの場合はPCカーテンウォールに打ち込むことになります。

カーテンウォールの形式

仕上げと共に建物のデザインに最も関わるのがカーテンウォールの形式です。

メタルカーテンウォールの場合には方立方式とパネル方式があり、PCカーテンウォールの場合にはパネル方式のみとなります。建物の表情を決定するデザイン上重要な項目です。

コスト設計

カーテンウォールのコストは、これまで述べたカーテンウォールの選定と使用材料、仕上げ材それに性能によって決定します。また、オーダーメイドかスタンダードかでも異なります。これらを考慮した上で、実現できるデザインや性能に対して適切なコストを検討することが必要です。

カーテンウォール選定に際しては、これまで述べてきたような様々な選択肢の中から主に下記の3つの項目を総合的に検討する必要があります。

- 1) 建物のデザインを満足するための形と材料
- 2) 建物の性能を満足するための設計条件
- 3) 生産・施工条件に配慮したコスト設計

ガラスの選定

一般にカーテンウォールの開口部には、採光や室外への眺望等の目的でガラスが採用されていますが、ガラスは破損した場合危険な材料であるので、安全上詳細な検討が必要です。ガラスの選定は、設計者が行います。

ガラスはその種類と大きさによって、求められる性能上必要な厚みが決まります。

ガラスの耐風圧強度に関しては、建設省告示第1458号により、次式で計算します。

4辺支持のガラスの強度計算

ガラスの許容耐力Pが、風圧力Wを超えないこと。

単板ガラス及び合わせガラス

$$P = 300 K_1 K_2 \frac{[t + (t^2/4)]}{A}$$

P : ガラスの許容耐力(N/m²)
A : ガラスの見付面積(m²)
t : ガラスの呼び厚さ(ミリ)

注1) 板厚tの解釈は、下記による。合わせガラスの場合、中間膜を除いた各ガラスの合計値。複層ガラスの場合、構成する各ガラスの厚さ。

■ K₁:ガラスの種類に応じて決まる以下に掲げる数値

ガラスの種類	K ₁	
普通板ガラス	1	
磨き板ガラス	0.8	
フロートガラス	t ≤ 8mm	1
	8 < t ≤ 12mm	0.9
	12 < t ≤ 20mm	0.8
	20mm < t	0.75
倍強度ガラス	2	
強化ガラス	3.5	
網入、線入り磨きガラス	0.8	
網入、線入り型板ガラス	0.6	
型板ガラス	0.6	
色焼付ガラス	2	

注2) 合わせガラスのK₁の解釈は下記による。合わせガラスの場合、ガラスの合計厚さに対応した単板ガラスの数値もしくは構成する各ガラスのK₁の内、小さい方の数値とする。

■ K₂:ガラスの構成に応じて決まる以下に掲げる数値

ガラスの構成	K ₂
単板ガラス	1
合わせガラス	0.75
複層ガラス	0.75(1+r ²)

注3) 複層ガラスのrは、下記による。
r: Pを計算しようとするガラスに対して対抗するガラスの厚さの割合とする。(2を超える場合はr=2とする。)

しかし、最近ではガラスメーカーのカタログにより詳細な事柄が書かれており、これをもとにガラスを選定することが多いようです。ガラスの支持材や層間変位の追従性能については、カーテンウォールメーカーと共に設計者が検討することになります。

ガラスの支持

主要な部材の断面を決めるときは、面構成材であるガラスの支持方法も検討しなければなりません。ここでは主に風圧と層間変位に対する検討を行います。風圧に対するガラスそのものの強度については、設計者が検討済みですので、ここではガラスの支持材であるフレーム、ガスケット等が風圧に対して十分な剛性を有していることを検討します。一般には、一辺の長さに対して、1/150程度以下のたわみに納まるようなフレームを使用します。また、風圧によりガラスが直接フレームに接触しないように、圧縮クリーブに強いガスケット、グレージングビード、シーリング材等で支持します。さらにこれらの材料の劣化に対する安全率も考慮する必要があります。

層間変位に対しては、ガラスとフレームなどの支持材とのクリアランスを検討します。一般にガラスは支持材との直接接触を避けるため、一定のクリアランスをとって支持されるのが普通ですが、層間変位によってガラス支持材に大きな面内変形を生ずると、ガラスと支持材とのクリアランスがなくなり、直接接触を生じガラスが破損する恐れがあります。ガラスとフレーム等の支持材とのクリアランス寸法の設計式としては、J.G.Bouwkampの設計式が用いられます。

①図(a)に示すような形状のフレームに水平力が作用した場合、ガラスとフレームが接触するまでは、フレームは図(b)のようにせん断変形します。つまり、まずフレームが変形してガラスに接触し、つづいてガラスが水平移動して反対側のフレームと接触するまでの面内変形量 δ_1 は次式で求められます。

$$\delta_1 = C_1 + C_2$$

C_1, C_2 : 左右のクリアランス

②さらに、フレームのせん断変形が増加すると、ガラスに水平力が作用しガラスが回転しはじめ、ついには図(c)のように平行四辺形に変形したフレームの短いほうの対角線とガラスの対角線とが一致します。この状態のフレームの変形量は次式で求められます。

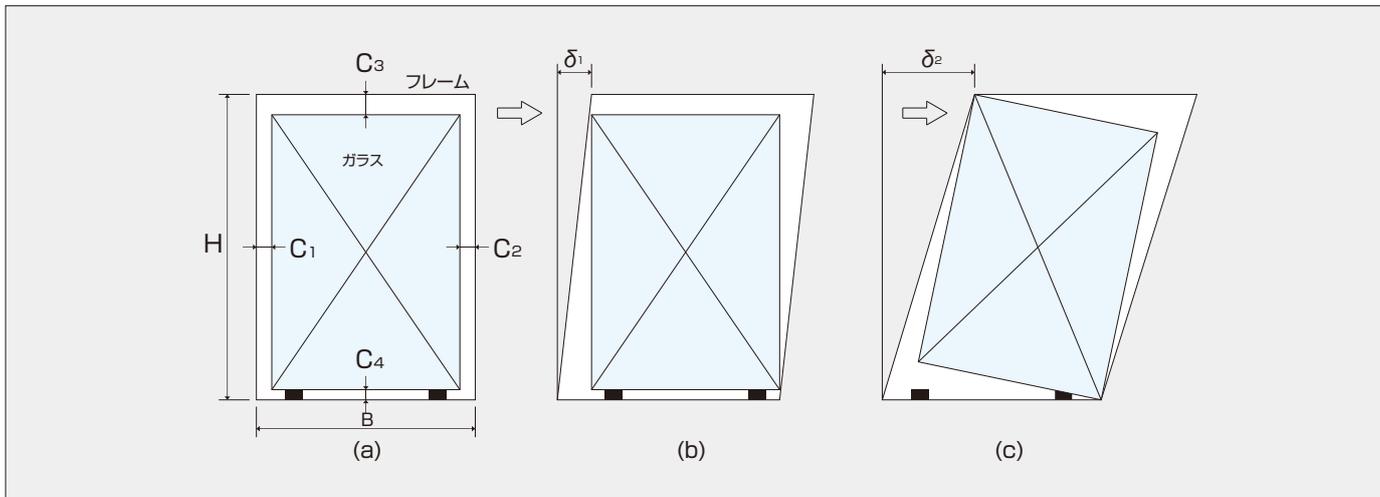
$$\delta_2 = (\delta_1) + \frac{H}{B} (C_3 + C_4)$$

C_3, C_4 : 上下のクリアランス
H: フレームの高さ寸法
B: フレームの幅寸法
 δ_1, δ_2 : フレームの変形量

Bouwkampの式より大きな変形が生じた場合にガラスが破損すると仮定し、 δ_2 をガラスが安全であるために許容されるフレームの最大変形量であるとしています。

カーテンウォールの場合は、ガラスの重量による横材(無目)の鉛直方向のたわみ量を抑えるためにセッティングブロックを端部に寄せて置く場合が多いため、安全をみてエッジクリアランス(C_4)を0として最大変位量を算出するなどの措置をとる場合もあります。

■仕切るものの名称



■用語説明

設計仕様

建築設計者が作成する仕様

グレージングビード

ガラスをサッシ枠に固定するために、その周囲全体に使うひも状の弾性成形シール材。

9. メタルカーテンウォールのファスナー一部設計

ファスナーに要求される機能

カーテンウォールのファスナーは、カーテンウォール本体を建物の躯体に緊結する重要な部材です。このファスナーに要求される機能には次の三つがあります。

- 1) カーテンウォールの自重、地震力、風圧力を躯体に伝えるための力の伝達機能
- 2) 躯体の層間変位および垂直方向の変形に対する追従性と、金属の温度変化による伸縮を拘束しない変形吸収機能
- 3) 躯体誤差、製品誤差、取り付け誤差を吸収する誤差吸収機能

2) の変形吸収機能および3) の誤差吸収機能は共にファスナーに開けられたルーズホールにて吸収させる方法が一般化しています。その際、誤差吸収のためのルーズホールは、取り付け後に溶接などで動かぬように固定しますが、変形吸収のためのルーズホールは、金属同士の摩擦音が発生しないように、すべり材を介してボルト締めを行い、変位に追従するようにします。これらの複雑な要求性能に対処するために、ファスナーの機構は、1次ファスナーと、カーテンウォール本体と1次ファスナーの間にあって種々の誤差を調整するための2次ファスナー（ブラケット）により構成されています。

ファスナーの種類と組み合わせ

カーテンウォールのファスナーは、固定ファスナー、自重受けファスナー、可動ファスナー（上下・上下左右）があり、カーテンウォールのパネル方式と方立方式で使用されるファスナーも異なります。

パネル方式にはロッキング方式、スウェイ方式、面内変形方式がありま

す。ロッキング方式はカーテンウォールユニットの支持端に上方向のみに可動する自重受けファスナーを採用し、下部は可動ファスナーで上下左右フリーとすることで回転により変位に追従する方式です。スウェイ方式はカーテンウォールユニットの上部を支持端に下部を左右フリーのスライド端として変位に追従する方式です。

これに対し、面内変形方式はすべてのファスナーを固定し変位に対してはカーテンウォールユニットが変形することで変位を吸収する方式です。方立方式では方立上端を固定し、下端は可動ファスナー（上下）または下部方立に差し込みますが、層間変位や熱に対する変形は、下端の接続部によって吸収されるしくみです。

また、近年作業環境の改善を目指す建築業界においてサッシ及びカーテンウォールの取り付けも、非溶接化を要請する現場が増加しており、これはファスナーの選択に影響を与えています。

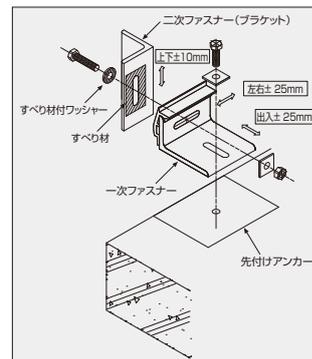
非溶接化とは、溶接作業にともなう火花やガス、粉塵などの発生がないため、火災の恐れがなくなり、現場の作業環境が改善されるものです。また、ガラス面その他の溶接時の養生も必要なくなります。その反面ファスナー部の設計が変わり、これらの部品自体のコストが増えることにもつながります。

用語説明

すべり材

撥音や金属摩擦音を防止するために入れる材料。ファスナー部ではステンレス板やふっ素樹脂系のパッキング材を使用する。

ファスナーの構成図



主なファスナーの種類

名称	固定ファスナー	自重受けファスナー	可動ファスナー(上下)	可動ファスナー(上下左右)
概念図				
内容	溶接等により躯体に完全に固定します。	高さ調整ならびに自重受けを兼ねたボルトを利用して、パネル方式のロッキング方式では上方向に可動し、方立方式では回転支持できるようにして、層間変位を吸収します。	ファスナー部でスライドできるようにボルト締めとし、スライドすべき部分にステンレス板やフッ素樹脂系の滑り材をはさみ込み、スライドできるようにします。左右方向を固定するために、ファスナー横ルーズホール部のワッシャーは溶接固定を行います。	ファスナー部でスライドできるようにボルト締めとし、スライドすべき部分にステンレス板やフッ素樹脂系の滑り材をはさみ込み、スライドできるようにします。左右方向のスライドも可能とするために、ファスナー横ルーズホール部のワッシャーはすべり材付きワッシャーとします。

10. メタルカーテンウォールの接合部設計

参考資料

カーテンウォールは、工場生産された部材やユニットを建築現場で構造体の外側に、それぞれをつなぎ合わせながら取り付け初めて完成されます。したがってその部材なりユニットの数が多ければ、その接合部の数は増えることとなります。この様な接合部を一般には目地とかジョイントと呼んでいます。比較的小さい物で面積の広い建物の外壁を覆うわけですから接合部が多数発生するのはやむをえないのですが、カーテンウォールが保持すべき性能から考えるとその数はできるだけ少ない方が好ましいわけです。接合部に要求される主な機能は次の通りです。

1. 雨水が浸入しないような機構を有すること。
2. 層間変位や熱伸縮などにより生ずる変形を吸収しうること。
3. 部材の製作および取り付け誤差を調整できること。

これらを考慮して接合部の雨仕舞いの機構、目地幅寸法、シール材などを十分検討します。

雨仕舞いの機構

カーテンウォールは多数の部材より構成されているため、部材間の接合部が多くなることから、この目地部からの漏水を防ぐことが重要となります。一般に漏水を生じさせる要因と対策は、下表のようなものがあります。カーテンウォールの接合部における考え方としては、フィールドジョイント方

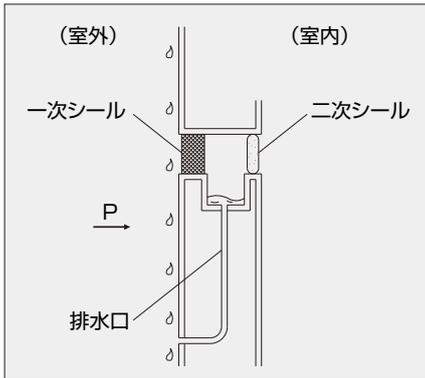
式とオープンジョイント方式があります。

フィールドジョイント方式は接合部に不定形シール材などを充て込んで完全に密閉する方式です。現在一般的なのは、2重シール方式で、これは図のように外側の1次シールが切れても、内側の2次シールが水の浸入を確実に防ぐものです。ここではシール材の種類によってその変形率を求めてシール幅を検討することと、排水経路を確保することが要点となります。特に排水口からの逆流や、これらがつまらない工夫などが必要となります。

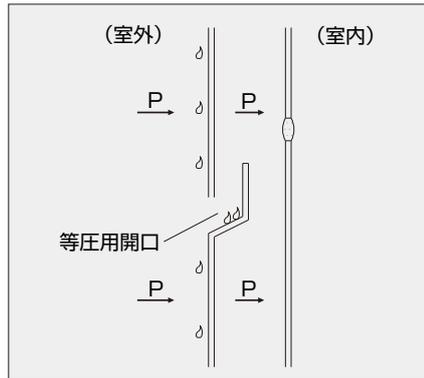
オープンジョイント方式とは、接合部を外気に解放することによって内外の気圧差をなくし、水の浸入を防ぐもので、等圧工法とも呼ばれています。この方式では外側に外気導入口を設けて空気を導入し、内側に気密材を用いて気密性を持たせます。外側のすき間からの雨水の浸入に対しては、水切りなどを設けて対処します。

オープンジョイントによる場合は、まず等圧空間を作るために必要な外気導入口の大きさを計算で求めます。これにはカーテンウォールメーカーごとに実績に基づく計算方法が用意されています。耐久性などを考えるとオープンジョイント方式が優れているといわれますが、フィールドジョイントと比べてイニシャルコストが高くなります。

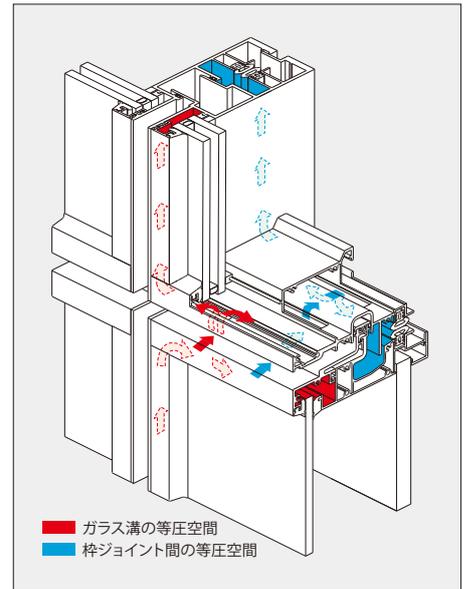
■フィールドジョイントの機構



■オープンジョイントの機構



■等圧カーテンウォールの例



■雨水浸入機構と対策

雨水浸入の機構		対策	
重力	目地内に下方に向かう経路があると雨水はその自重で浸入する。		目地内の傾斜を上向きにする。水返し高さの高い立ち上がりを設ける。
表面張力	表面を伝わって目地内部へ回り込む。		水切りを設ける。
毛細管現象	小さなすき間には奥へ水を吸収する力が働き浸入する。		目地奥に広いエアポケット空間を設ける。すき間間隔を広くする。
運動エネルギー	風速等によって水滴がもっている運動エネルギーによりすき間内部まで浸入する。		運動エネルギーを消費させるため迷路を設ける。
気圧差	建物の内外に生ずる気圧差が起す空気の移動とともに雨水が浸入する。		外部と目地内の気圧の差を無くす。

■用語説明

雨仕舞い

雨水が建物の中に浸入したり、漏ったりするのを防ぐこと。

イニシャルコスト

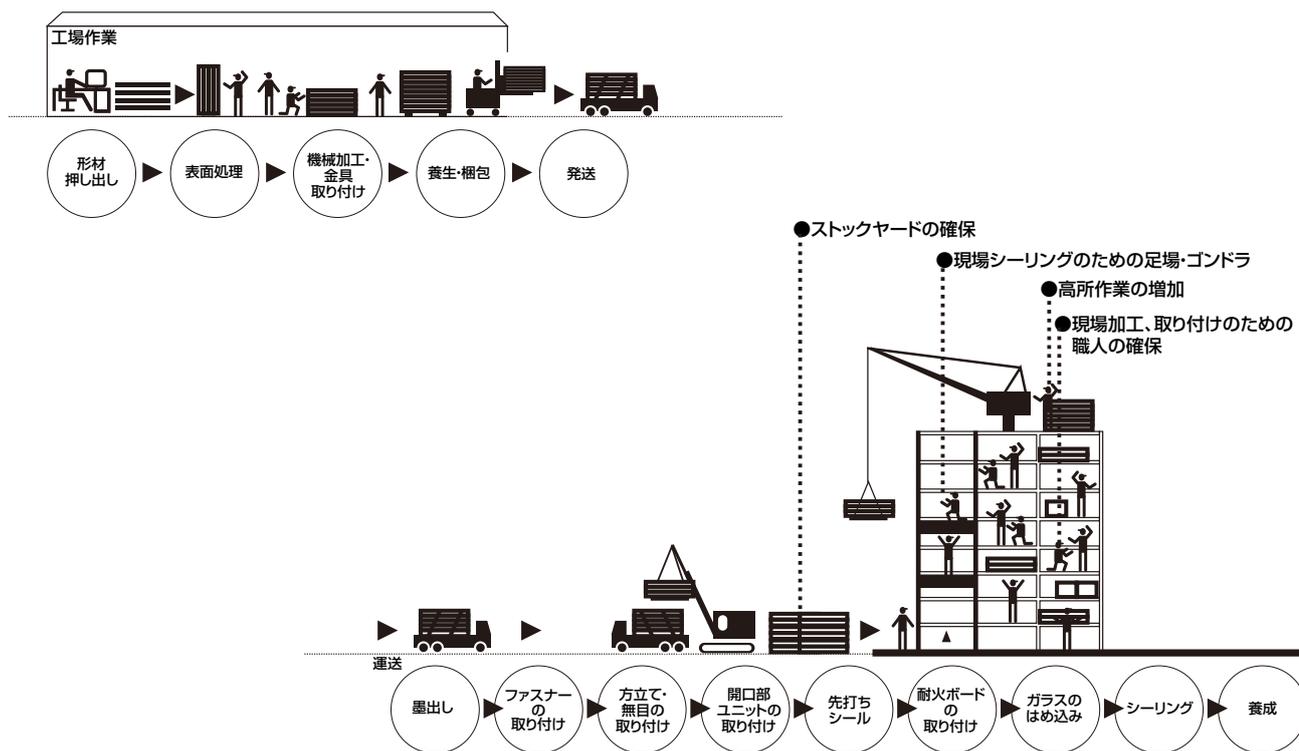
最初にかかる費用のこと。

11. カーテンウォールの製作・施工工程

カーテンウォールの構成方法は、ノックダウンタイプとユニットタイプに大別されます。ノックダウンタイプは組み立て式になっている製品で、工場での作業期間が短縮され、輸送の便宜を図ることができます。ユニットタイプは、1ユニットをほぼ完成品の状態で出荷します。ガラスや耐火ボ

ードなどを工場取り付けとするため、ノックダウンタイプに比べ出荷までの期間が長くなりますが、施工期間の短縮や省力化が図れるという利点があります。

ノックダウンカーテンウォール



ユニタイズドカーテンウォール

