1.ビル建築の構成

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うことがあります。床自身の重さや人間・家具などの荷重は、まず梁で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、自由に取り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。

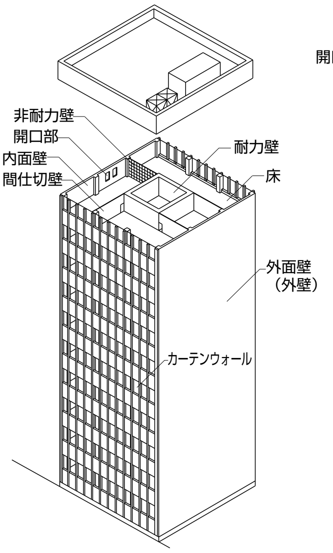
仕上げと下地

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)を補う充てん材も下地の一種といえます。

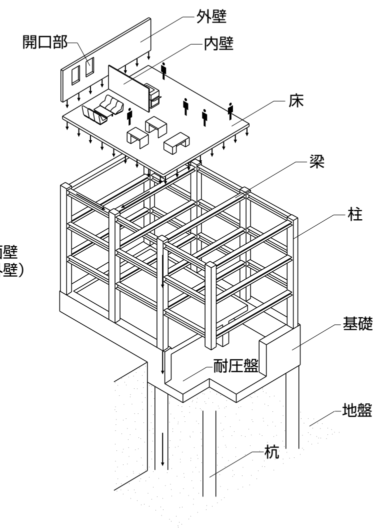
耐震壁(耐力壁)以外の壁を帳壁、英語ではCURTAIN WALLと言いますが、現在、カーテンウォールと言えば建物外周部にある帳壁、それも工場生産(プレハブ化)された部材を上下の床や梁に直接掛け渡して(下地などを組まずに)支えるタイプのものを指しています。

■仕切るものの名称



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。

■力の流れ方



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→杭を通っ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 。

■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てすむ。

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。

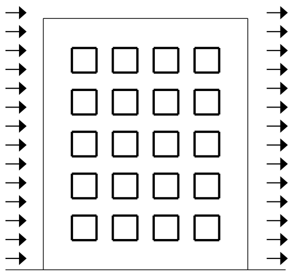
耐圧盤
地盤からの反力に抵抗するように設けられる基礎底面のスラブ。

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knockdownという)や、工場で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。
カーテンウォールには建築物の外壁としてデザイン性と高い性能が求められます。デザインについては、躯体と関係なく自由な形状の壁が構成できます。また様々な素材や色の選択が可能で、多様な外観デザインを実現することができます。また性能についても、カーテンウォールは外周壁として求められる様々な性能を実現できます。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して高い性能を実現することができます。また使用時においては操作性・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。さらに近年においては、高い省エネ性が求められ、それがデザインにも反映された例が見られるようになってきました。
一方でこれらデザインと性能を実現するためには、条件も伴います。コストや製造、施工において、実現可能な範囲が伴うのです。製造においては工場で製作可能であること、施工においては現場で取り付けられることが条件となります。したがって、組み立てる前の部材の大きさなどに制約が生じるのです。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う発注方式です。

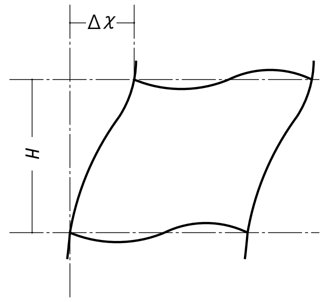
■カーテンウォールの基本的な三つの性能

耐風圧性能



風による空気の流れは、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。この押し引きする力を風圧と言います。
面積あたりどのくらいの風圧Pa(N/m^2)に耐えるかの程度で耐風圧性能を表します。

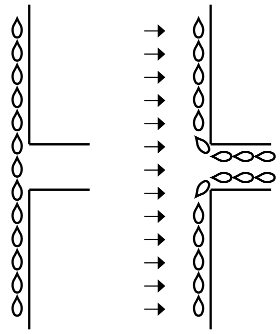
耐震性能



$R=\Delta\chi/H$

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△χの割合を層間変形角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(N/m^2)で表します。

■用語説明

ノックダウン(knockdown)
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。
$1m^2$・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が高い。

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、$1m^2$当たり1時間につき、何Wの熱が移動するかをいい、W/m^2・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。色などによって外周壁の温度は異なる。

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

カーテンウォールの構成

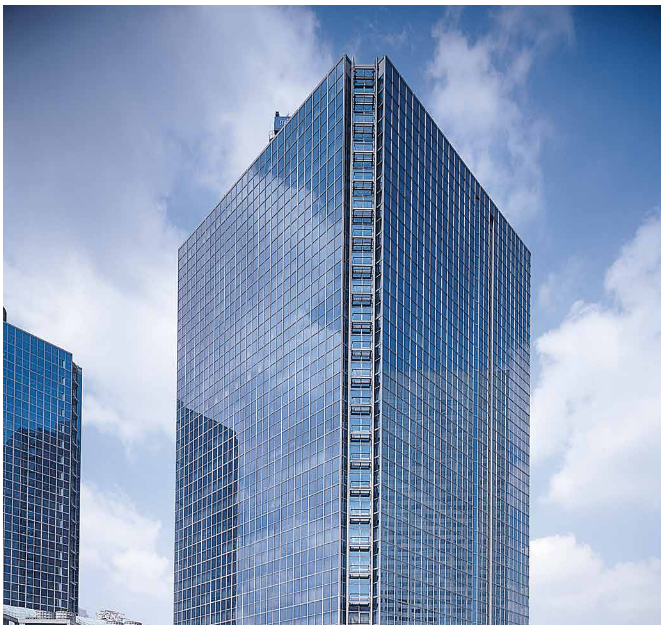
建築の外周壁は壁の部分と窓の部分によって構成されています。窓の部分は主にガラスであり、壁の部分には様々な材料が用いられます。室内側を壁として、外側をガラスで構成すれば、外観上は全面ガラスのビルを作ることができます。
当然、窓のない外周壁もありますから、カーテンウォールには、全面ガラスのもの、壁の中に窓を設けたもの、壁だけで構成したものがあることになります。
また、腰壁の部分(スパンドレル)と窓の部分(開口部)を2層に分けて構成し、スパンドレル部に様々な材料をパネル化して用いられることもあります。

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、腰壁部分が窓部分に比べて面積の割合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に様々な材料が用いられます。金属が用いられれば「メタルカーテンウォール」、工場でパネルとして作成したコンクリート版が用いられれば「プレキャストコンクリートカーテンウォール(PCカーテンウォール)」と呼ばれます。
メタルカーテンウォールで金属を用いた壁面には、板材で作られる場合があります。
全面ガラスのものは、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」に属します。ガラスに加わる風の力を、金属のフレーム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。
プレキャストコンクリート系の壁面では、軽量コンクリートのほか、GRC(ガラス繊維補強セメント)と呼ばれる材料で作られることがあります。
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大別することができますが、両者を組み合わせた外周壁を複合カーテンウォールと呼んでいます。また、その他の外周壁の構法を適材適所に組み合わせることで、豊かな表現を創り出すことができます。

■主材料のちがいによる施工の例

メタルカーテンウォール



シーバンスN館
全面ガラスカーテンウォール

ホンダ青山ビルディング
スパンドレルパネルカーテンウォール

■用語説明

スパンドレル
外壁のうち上下に重なっている二つの窓その他の開口部の間の部分。

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・道路用製品・杭・橋・シールドトンネルなどの各種製品がある。
プレストレスト・コンクリートと区別するために「PCa」と略称することが多い。対する言葉として現場打ちコンクリートがある。

軽量コンクリート
広くは普通コンクリートよりも嵩(かさ)比重の小さいコンクリートの総称。カーテンウォール部材には人工軽量骨材を粗骨材に用いた軽量コンクリート1種が使用されることが多い。「JASS 5 鉄筋コンクリート工事」では、気乾単位容量質量が1.8を超え2.1以下のコンクリートが軽量コンクリート1種と定義されている。

PCカーテンウォール

東京音第一本庁舎
本石打込みPCカーテンウォール

横浜ランドマークタワー
本石打込みPCカーテンウォール

複合カーテンウォール

梅田スカイビル
メタルとPCの複合カーテンウォール

日米ビル
スパンドレル部に御影石を用いた複合カーテンウォール

■用語説明

GRC
(Glassfiber Reinforced Cement)

一般に耐アルカリ性ガラス繊維を混入したコンクリートをGRCと呼ぶ。GRCパネルには、セメントとガラス繊維を混練し型枠に打設、またはプレス、押出しにより成型されたものと、セメントとガラス繊維を型枠面に吹付けて成型されたものがある。後者の製品は型枠面に直接吹付けるので、金属やコンクリートでは出来ないようなかなり複雑な形状も自由に成型することができる。仕上げは塗装仕上だけではなく、タイル模様仕上や、石張模様仕上が可能である。

複合カーテンウォール

金属を用いた部材とPCコンクリートを用いた部材などを複数にわたり複合・組み合わせて構成するカーテンウォール。

4. メタルカーテンウォールの種類

メタルカーテンウォールとは

外周壁の主要構成部材に金属が用いられるとメタルカーテンウォールですが、昨今は全面ガラスをアルミニウム合金のフレームで支える形式が主流になっています。アルミニウム合金が用いられる理由は、風圧や水密などカーテンウォールとしての性能設計をする上でフレームが重要な役割を担っており、様々な角度から検討を重ねディテールに反映することになりますので、複雑な形状のフレームが組み合わされることになります。そこでアルミニウム合金の押出し材を用いることで比較的容易につくることができます。さらに加工性の良いことや、色調やテクスチャーのデザインの自由度も高いことが挙げられます。

工法による分類

アルミニウム合金製カーテンウォールの超高層や大規模建築物が急激に増加する中で、現場での施工方法の工夫や安定的な水密性能などが求められるようになり、技術標準化が進み部材構成や断面構造に反映されるようになりました。そこで現場組み立て工法の観点から、超高層など大型ビルで採用される「ユニット法」と従来からの中低層で多い「ノックダウン工法」とに分類することが多くなってきました。

●ノックダウン工法

方立を上下の構造躯体に取り付けて、そこに無目材、ガラス、パネル、シーリング材を現場にて順次取り付ける工法を「ノックダウン工法」といいます。利点としては、複雑なカーテンウォールのデザインに対応しやすい反面、現場での施工工程が多くなります。方立はカーテンウォール全体の風圧力を構造躯体に伝える役割があるため、一般的に室内側を中空形状として奥行きのある一体断面となります。

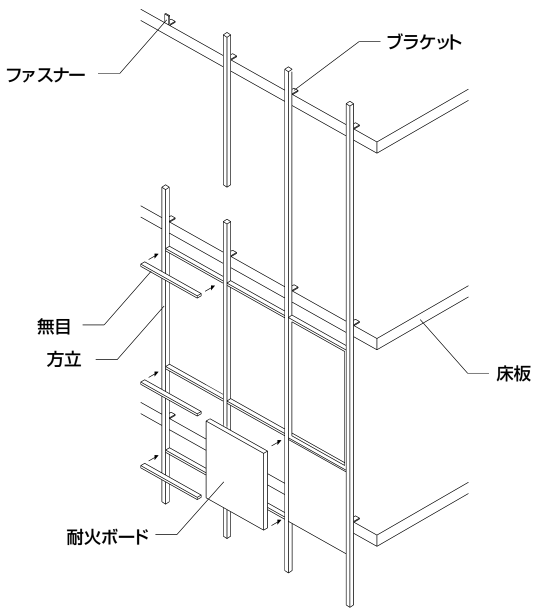
●ユニット工法

カーテンウォールの構成部材であるフレームとガラス、パネルの組み立て、シーリング材等の施工の大部分を工場で行い、一般的に階高分をユニットとして現場に搬入して取り付ける方式を「ユニット工法」といいます。利点としては、現場での施工工程数が減り、工期短縮や現場での品質管理が容易となります。ユニット同士の接合部については、雨仕舞としての水密性能を持たせるために接合部にガスケットが装着される断面で設計されます。

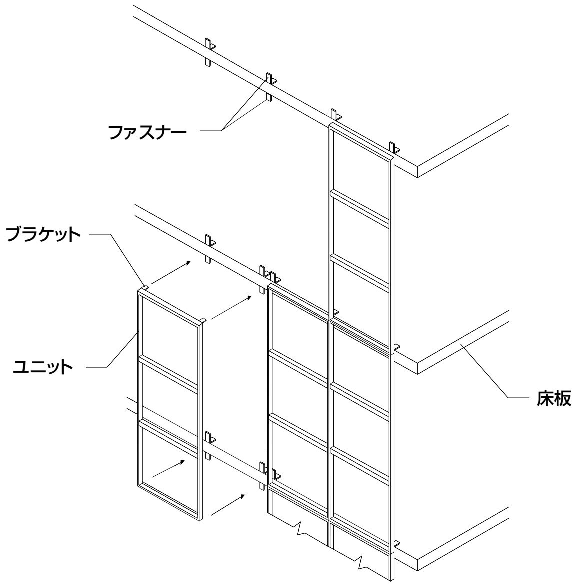
接合部の構造形式は、従来PCと同様の中空状のガスケットを左右対称の枠に装着する目地ガスケット構造が国内では一般的な断面でしたが、近年、アルミ押出し材のフィン同士を噛み合わせるインターロッキング構造と呼ばれる目地方式も多く採用されるようになり、等圧構法と組み合わせて高い水密性能が期待できます。

■カーテンウォールの取り付け方法

ノックダウン工法



ユニット工法



■用語説明

スラブ
鉄筋コンクリートの床版のこと。

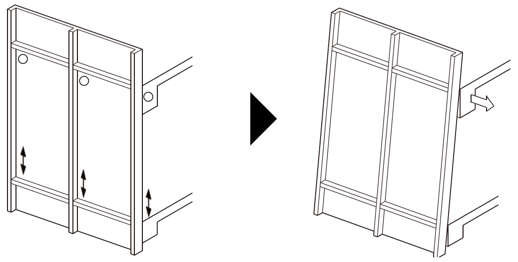
ファスナー
カーテンウォールを躯体に取り付けるための金物で、部材付け金物、連結用金物、調整用金物などを組み合わせて構成する場合、躯体に近い方から1、2、3･･･次ファスナーと番号づけされて呼ばれる。

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金物。

■カーテンウォールの支持方法と層間変位追従方式

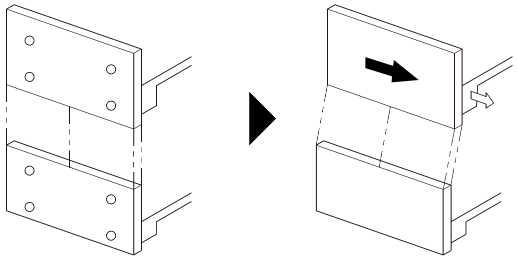
地震が発生した場合に建物の躯体の床は水平方向に揺れますが、ある階とその上下の階とでは、ズレに差が発生します。この差を「層間変位」と呼び、カーテンウォールは、地震時にこの変位に対して追従する必要があります。支持方法と層間変位追従の基本的な考えは以下の通りになります。

面内変形追従方式（方立タイプ）



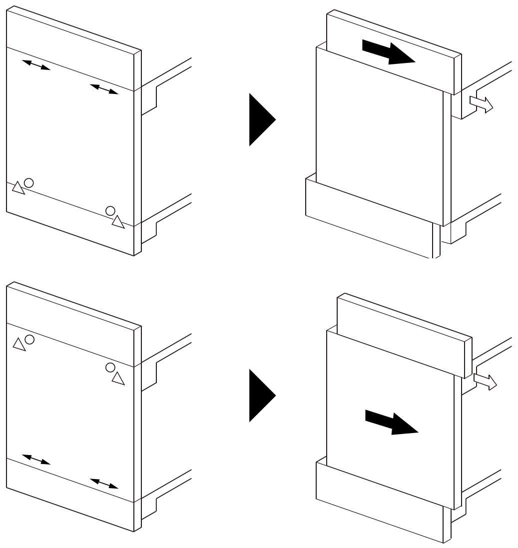
メタルカーテンウォールで代表的な方立方式の場合は、「面内変形追従方式」になります。マリオン（方立）と躯体の接合部（ファスナー）は、いわゆるピン接合であり、層間変位が発生するとマリオンは斜めになります。
マリオンと無目で囲まれた部分は平行四辺形になり、ガラスの留め付けなどには配慮が求められますが、カーテンウォール自体の層間変位への追従方法は容易です。

固定方式（スパンドレルパネルタイプ）



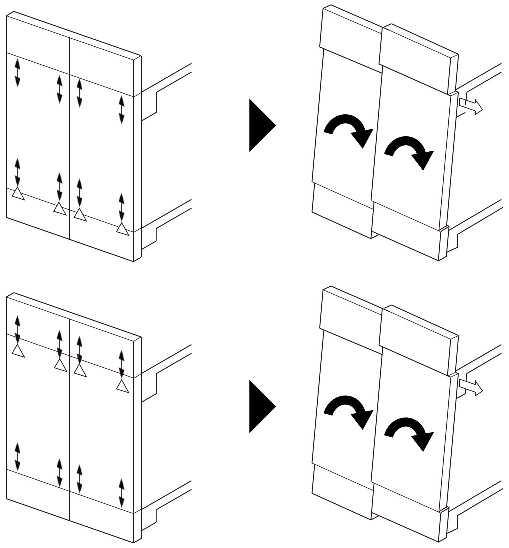
スパンドレルパネルタイプの場合には、スパンドレル部のパネルをそれぞれ各階に固定することになるので、支持方法としては、床スラブや梁の上端と梁の下端とで固定するのが一般的です。
上下階のスパンドレルパネルの間に設けられる窓は、スパンドレルパネルに取り付けることになるので、層間変位をその取り付け部で追従させる工夫が求められます。

スウェイ方式（パネルタイプ）



PC カーテンウォールで代表的なパネル方式の場合は、面内剛性が高くパネル自体が平行四辺形に変形しないので、地震時に躯体の層間変位に対して、ファスナーの接合方法を工夫することにより対応することになります。
層間変位に対してパネルが面内水平方向にずれることによって追従する方法を「スウェイ方式」といいます。
下部に自重支持点がある場合には上階床との間のずれをファスナーによって吸収します。

ロッキング方式（パネルタイプ）



層間変位に対してパネルを回転させることによって追従する方法を「ロッキング方式」といいます。
躯体変位方向の自重支持点を中心に回転します。

■用語説明

○:ピン接合
部材がピン接合で支持されている。接点の回転は自由になるが、上下左右には動かない。

↔:ローラー接合
部材がローラー状態で支持されている。支持面には直角方向のみに反力が生じ、直角方向以外は自由に滑動して回転できる。

△:部材の自重を支持している点。

ファスナー

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や工法によりそれぞれ異なりますが、壁という特徴から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、デザイン的に重要とされます。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、カーテンウォールを成立させる重要な役割を持ち合わせています。

外部表面材には、開口部を構成するガラス、腰部スパンドレ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）、それらを支持するためのマリオンや無目など金属製枠等、外壁表面すべてがカーテンウォールを構成する材料です。内部表面材は、カーテンウォール構成材料（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、躯体と接合して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、良好な室内環境を作りだすための気密材、シーリング材、断熱材、その他防火用の材料等、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、耐候性圧延鋼材、表面処理鋼材、鋳物等）、ステンレスなどがあり、それら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。

初期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、アルミニウムが一般化して以降は、カーテンウォール材料の主流は完全にアルミニウム合金へと移ってきました。また、一部では耐候性鋼材を材料としたカーテンウォールもみられます。これ以外の材料として、非常に耐候性のあるチタンがあげられ、カーテンウォールとして使用されるケースが出てきています。また高耐候性ステンレスも、新たなカーテンウォールの材料として使用され始めています。

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、装飾性など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

揚重されているカーテンウォールのユニット

表面処理

■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。

粉体塗装
有機溶剤を含まず、塗膜形成成分からなる細かい粉末状の固体塗料を、静電気によって金属に付着させ、焼き付けることで塗料を溶融、硬化させて均一な塗膜を得る方法。

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・熱可塑型）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を含まない「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

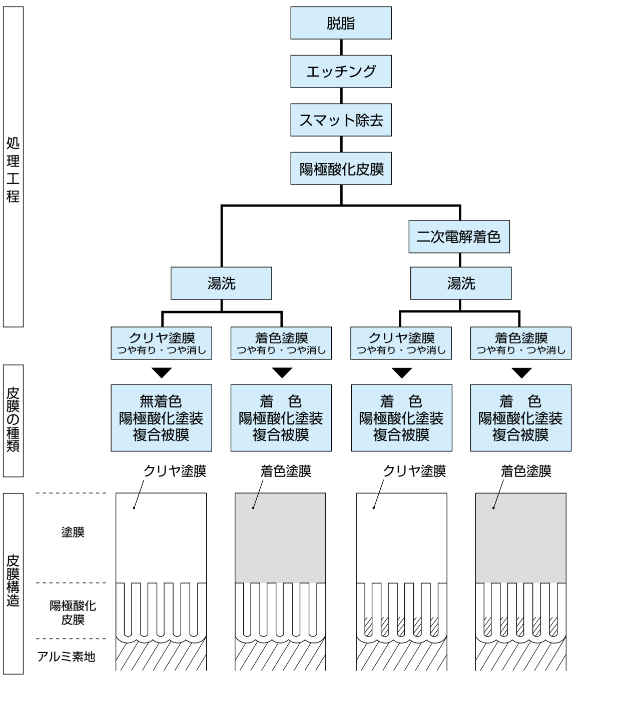
陽極酸化皮膜はアルミニウム特有の表面処理であり、建材では硫酸皮膜が一般的です。耐候性、耐食性に優れ、シルバーや二次電解着色による色調が得られます。皮膜厚さや性能については、JIS H 8601（アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜）に規定されています。

■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〉

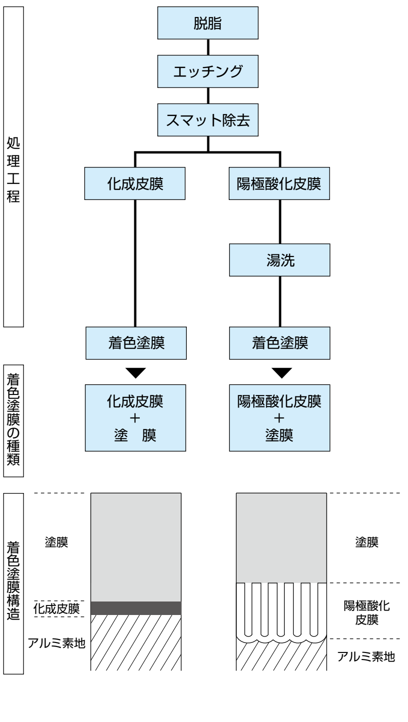
種類	複合耐食性		耐候性 a)		参考
	複合耐食性試験 b)				
	紫外線蛍光ランプ式促進耐候性試験	キャス試験	キセノンランプ式促進耐候性試験	サンシャインカーボンアーク灯式促進耐候性試験	適用環境
	試験時間　h				
A1	240	120	4000	3000	過酷な環境で、かつ、紫外線露光量の多い地域の屋外
A2	240	120	2000	1500	過酷な環境の屋外
B	240	72	1000	750	一般的な環境の屋外
C	－	－	350	250	屋内

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加し、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）建築開口部協会による「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、耐温度差性能などは、一概に数値では示せないので、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、値を示したり、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。

耐温度差性能

耐温度差性能は、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を行わず、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を超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。

また、建物の1階かつ高さ13m以下の部分は告示1458号適用除外範囲となっていますが、カーテンウォールに関しては同様に適用することが一般的です。

性能グレード	1	2	3
風圧力（N/㎡、Pa）	平成12年建設省告示第1458号による値	平成12年建設省告示第1458号の基準風速に対し再現期間100年に相当する補正係数1.07※を乗じて求めた値	平成12年建設省告示第1458号の基準風速に対し再現期間300年に相当する補正係数1.19※を乗じて求めた値

※日本建築学会「建築物荷重指針・同解説（1993）」によると風速の再現期間換算係数（R）は以下の式で示されている。

R＝0.54＋0.11n（r）　　r:設計用再現期間（年）

告示1458号の計算に用いる基準風速は告示1454号に示されており、この基準風速は上記荷重指針の概ね50年再現期待値に相当しているため、再現期間50年が1となるように補正係数（Y）を設定する。

Y＝R（r）/R（50）

r＝100の場合、Y＝1.07　　r＝300の場合、Y＝1.19

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）で表示したもので、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が周知されています。設計上の検討では、面外方向の層間変位についてはファスナー部の転びで比較的容易に変位を吸収できるため、大きな挙動が発生する面内方向の層間変位について各部の追従性の検討を行うことが一般的です。

性能グレードは、カーテンウォール部材が脱落しない限界として、下表の通り区分し、建物の構造と高さで適用するグレードを決定します。

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限界の上限圧力差で表示したものです。

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×0.75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、腰スパンドレル部・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によります。

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、腰スパンドレル部・パネル部等を除く。）の断熱性能で代表表示したものです。

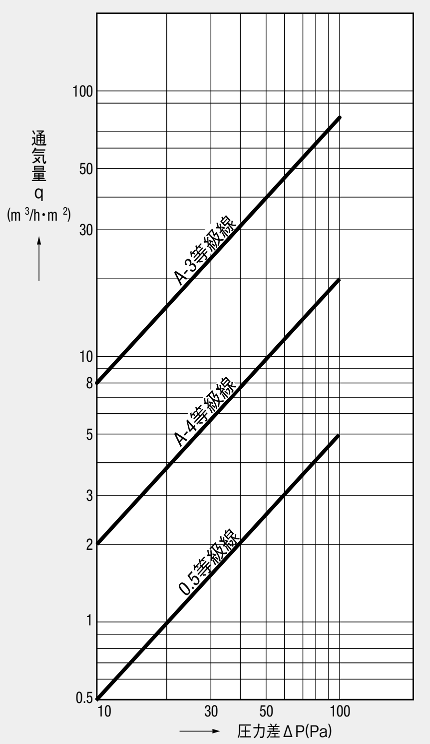
性能グレード	1	2	3	4	5	6	7	8
等級（標準化（された）熱貫流率W/（㎡・K））	JIS等級H-1（4.7以下）	JIS等級H-2（4.1以下）	JIS等級H-3（3.5以下）	JIS等級H-4（2.9以下）	JIS等級H-5（2.3以下）	JIS等級H-6（1.9以下）	JIS等級H-7（1.5以下）	JIS等級H-8（1.1以下）

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）の気密性能を下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。

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

q　:通気量（$m^3/h\cdot m^2$）

α　:0.5, 2, 8（$m^3/h\cdot m^2$）

△P :測定に用いた圧力差（10,30,50,100Pa）

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のには、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いますが、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で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、各材料の中でも表面のテクスチャー、色、性能等が異なる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。

また石の場合は、タイルと同様にPCカーテンウォールに打ち込むことが多いのですが、軽量化の目的で金属フレームに石を取り付けたタイプのメタルカーテンウォールもあります。

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係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

一般的にカーテンウォールの開口部には、採光や室外の眺望等の目的でガラスが採用されていますが、ガラスは万一破損した場合危険な材料になる恐れがあるので、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。

4辺支持のガラスの強度計算

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。

$$P=\frac{300\cdot k_1\cdot k_2}{A}\cdot\left(t+\frac{t^2}{4}\right)$$

ただし、
P :ガラスの許容風圧力(N/m^2)
A :ガラスの見付面積(m^2)
k_1 :ガラスの種類に応じて決まる係数(下表)
k_2 :ガラスの構成に応じて決まる係数(下表)
t :ガラスの呼び厚さ(ミリ)

注1) 複層ガラス:構成するそれぞれのガラスごとにPを求め、そのうち小さい方を複層ガラスのPとする。

■k_1;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
フロート板ガラス 熱線吸収板ガラス 熱線反射板ガラス	t≦8mm	1.0
	8<t≦12mm	0.9
	12<t≦20mm	0.8
	20mm<t	0.75
倍強度ガラス		2.0
強化ガラス		3.5
網入、線入り磨き板ガラス		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		2.0

注2) 合わせガラスで同種、同厚の場合は、中間膜を除いた合計厚さに相当するガラス単体のk_1を採用。異種、異厚の場合は中間膜を除いた合計厚さに相当するガラス単体の数値とそれぞれの厚さに対応した数値のうち、いずれか小さいk_1の数値を採用。

■k_2;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		1.0
合わせガラス		0.75
複層ガラス	t_1について計算する場合	$0.75\times\{1+(t_2/t_1)^3\}$
	t_2について計算する場合	$0.75\times\{1+(t_1/t_2)^3\}$

注3) 複層ガラスの場合は構成するガラスのうち薄い方の厚さをt_1とする。t_2/t_1が2を超えるときは $t_2/t_1=2$としてk_2の値を計算する。

ガラスメーカーのカタログには、より詳細な事柄が書かれており、これをもとに各種性能を総合的に検討して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。

8.メタルカーテンウォールの面構成材設計

メーカーでの詳細設計

外壁の持つ複雑な機能や性能、意匠に対して、与えられた設計条件のもとで詳細設計がカーテンウォールメーカーで行われます。要求される意匠・性能が総合的に検討されますが、おおまかな流れとしてはフロー図のようなものになります。構成部分の設計順序として先ず標準部の設計、それからコーナー部や上下端部の役物とよばれる特殊部の設計を行います。スタンダードカーテンウォールの場合は、標準部の設計が比較的簡単になります。

詳細設計の条件は、設計・製造・施工の三つの分野から出されます。

設計面では、意匠と性能の両面から要求が出されます。とくに部材の割付けや寸法、使用材料については意匠にかかわる重要なポイントとなります。性能的には、耐風圧性能、層間変位追従性能、水密・気密性能などが指定されます。

製造面からは、工場の製造技術、製造設備、生産能力を前提にした設計が求められます。特に最大部材寸法や製品の納期などは大きな制約となります。

施工面では、建築物の立地条件や工法等、その建物固有の施工条件に基づく要求を反映させるための工法上の条件（外部足場の有無、ユニット工法か、ノックダウン工法か）と時間的制約である工事工程条件があります。カーテンウォールの工事工程は建築の全体工程に与える影響が大きく、時として設計条件の中で最優先することもあります。

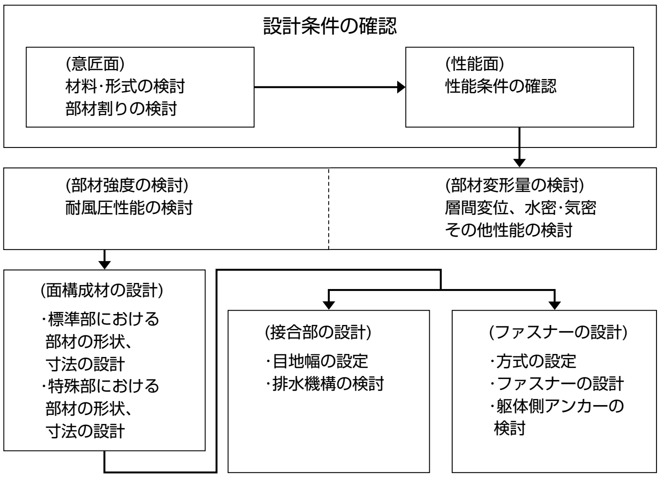
面構成材の設計

設計与条件に基づき面構成材の設計を行います。設計の過程は常に、「設計者の意図するデザインと品質・性能の実現」および「工事工程の厳守」を柱に進めてゆきます。面構成材設計では、デザイン上の要求にそって各部材の概略形状を決め、その上で各性能を詳細に検討し、最終形状を決定します。ここで、性能の中でも最も重要な項目の一つである耐風圧（性能）に対するノックダウン方立タイプの設計手順を例として示します。

①まず構造モデルを決定します。
②設計仕様または建築基準法を基に風圧力の計算を行います。
③使用部材の許容応力度、許容たわみ（率）の確認をします。
④方立、横材への風荷重分布を仮定します。
⑤各部材の必要断面性能を計算します。
⑥意匠、他の性能、製造条件、施工条件などを考慮しながら、各部材の断面形状を仮定します。
⑦⑥で仮定した断面形状の性能を計算します。
⑧応力（度）、たわみ（率）を計算し、許容応力（度）、許容たわみ（率）以内であることを確認します。
⑨ファスナー部（ファスナー本体、接合ボルト、溶接強度）の計算をします。

このように、風荷重に対して構造上の安全が確認された仮想断面は、他の性能面や機能面からの詳細な検討が加えられ完成します。

■メーカーにおける設計のフロー図



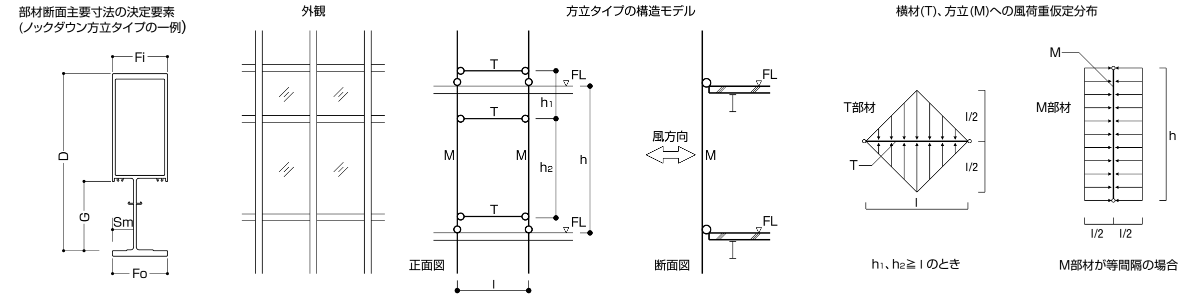
■製造面からの設計条件

	メーカーの内部条件として制約される
供給能力の問題	設備の規模による断面サイズ、長さ、幅等の質的制約
	工事工程に合わせた量的生産規模の制約
技術水準の問題	要求デザインと現代技術水準のギャップ

■施工面からの設計条件例

プロジェクト(現場)固有の条件でゼネコン(の現場)から要求される
1.積層工法等建築全体の工法に係わるもの。
2.外部足場の有無による取付工法の選択
3.ユニット工法の指定(例:工場でのガラス組み込み)
4.他の職種との共同作業の指定
5.未完成部分として残す部分(駄目残し部分)の指定
6.新工法(ゼネコンの開発したもの等)の指定

■部材設計例



全体形状:ガラスを使用する部材縦通しのグリッド状プロポーション　(デザイン上の要求)
D　:主に耐風圧性能
Fo:デザイン(プロポーション)、耐風圧性能
Fi　:デザイン(プロポーション)、耐風圧性能
G　:横材取り合い
水密性能用シール目地幅および内部スペーサー厚(押縁使用)
Sm:ガラスのみ込み代および層間変形に対するエッジクリアランス
※この例はあくまでも断面の一例であり、すべてに共通するものではありません。

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、圧縮クリープに強いガスケット、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るでしょう。
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

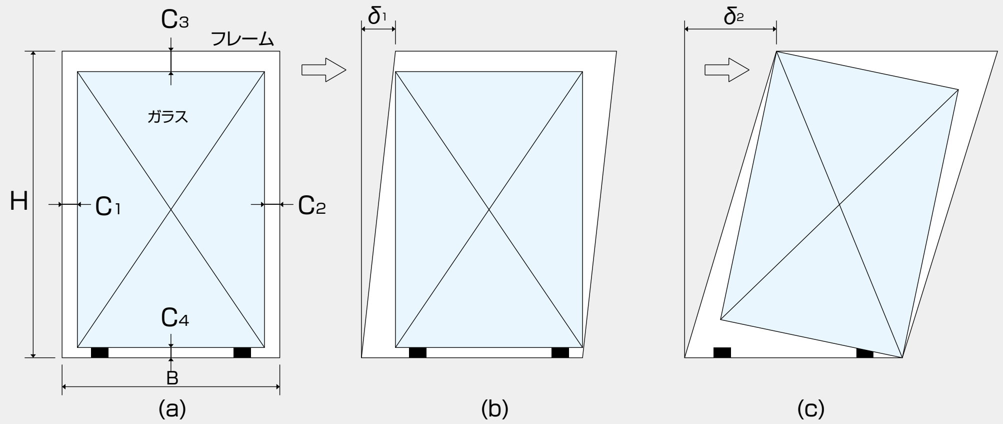
②さらに、フレームのせん断変形が増加すると、ガラスに水平力が作用しガラスが回転しはじめ、ついには図(C)のように平行四辺形に変形したフレームの短いほうの対角線とガラスの対角線とが一致します。この状態のサッシの変形量は次式で求められます。

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

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、安全をみて下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



(a) (b) (c)

■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）と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

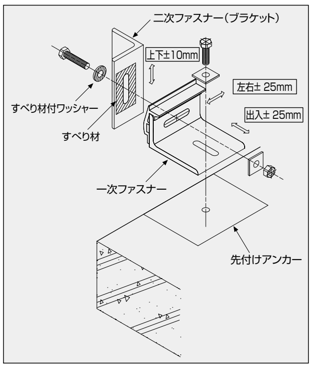
カーテンウォールのファスナーは、固定ファスナー、自重受けファスナー、可動ファスナー（上下・上下左右）があり、カーテンウォールのパネル方式と方立方式で使用されるファスナーも異なります。
パネル方式にはロッキング方式、スウェイ方式、面内変形方式があります。ロッキング方式はカーテンウォールユニットの支持端に上方向のみに可動する自重受けファスナーを採用し、下部は可動ファスナーで上下左右方向フリーとすることで回転により変位に追従する方式です。スウェイ方式はカーテンウォールユニットの上部を支持端に下部を左右フリーのスライド端として変位に追従する方式です。

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分の設計が変わり、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。
ファスナーの非溶接化は、先付けアンカーとファスナーの間等を高力ボルトで緊結するものであり、設計ではこれらによる面摩擦抵抗を計算してボルト固定強度を算出します。緊結力を高めたい場合には、呼び径の大きなボルトを使用することもあります。
また、ゆるみ止め溶接をなくすためのゆるみ止め機能付きナットの採用なども非溶接化のひとつと言えます。

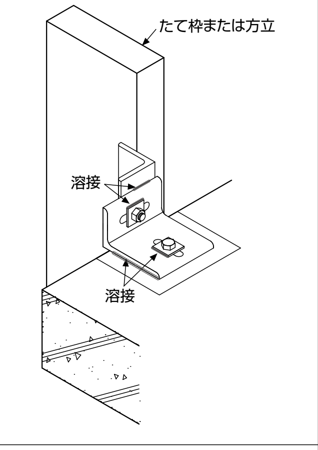
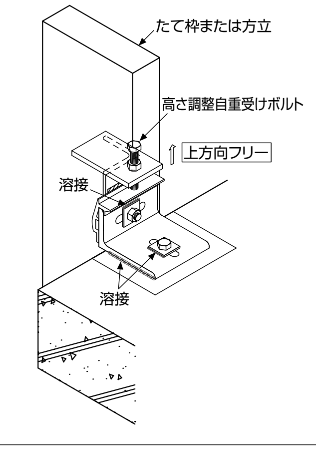
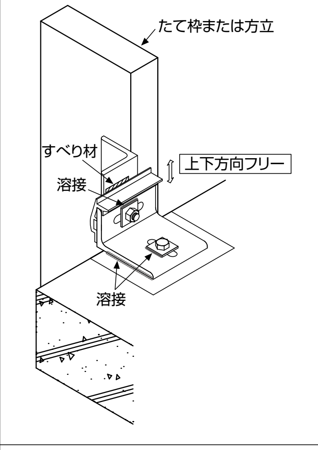
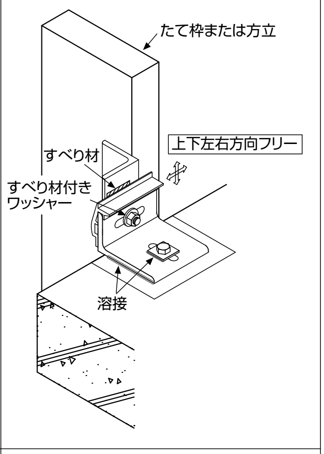
■用語説明

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フッ素樹脂系のすべり材を使用する。

■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、層間変位等を吸収します。	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すべ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すべ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

カーテンウォールは、工場で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て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。

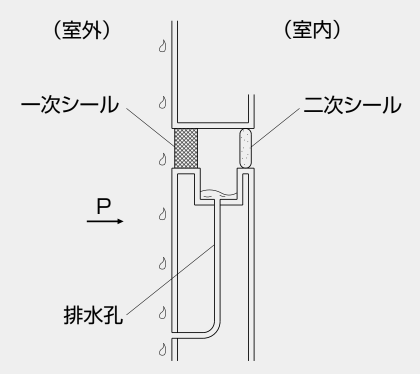
1.雨水が浸入しないような機構を有すること。
2.層間変位や熱伸縮などにより生ずる変形を吸収しうること。
3.部材の製作および取り付け誤差を調整できること。

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。

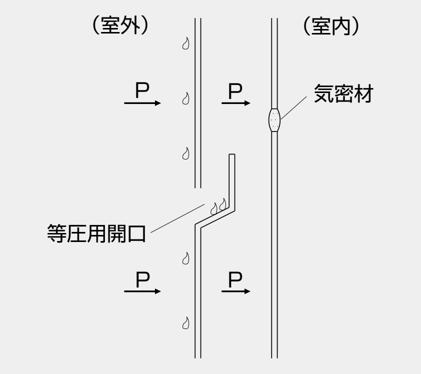
雨仕舞いの機構

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。
フィルドジョイント方式は接合部にシーリング材などを充てんして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。ここではシーリング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。
例えば一般的な方立方式の目地幅の場合、方立どうしの接合部は、金属の熱による伸縮なども考慮すると20～30mm程度になります。パネル方式の場合は少なくてすみ、シールの施工可能な15～20mm程度になります。
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ていますが、フィ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。

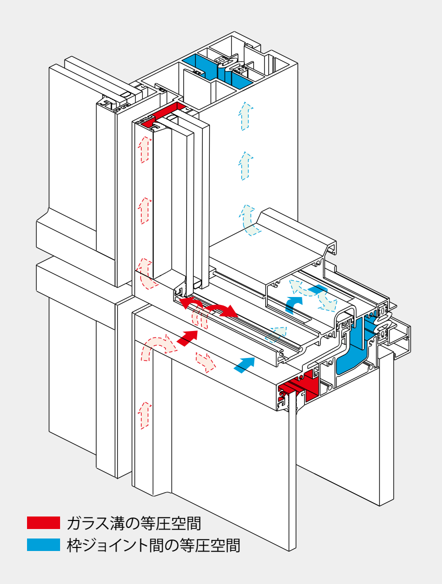
■フィルドジョイントの機構



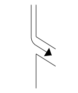
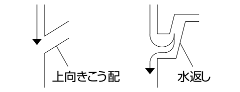
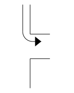
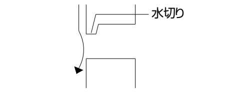
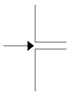
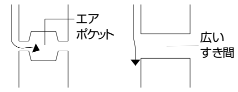
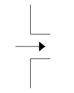
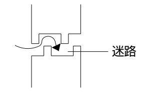
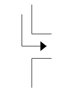
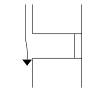
■オープンジョイントの機構



■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耗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こ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

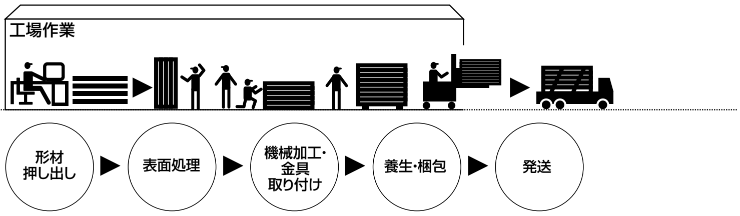
雨仕舞い
雨水が建物の中に浸入したり、漏ったりするのを防ぐこと。

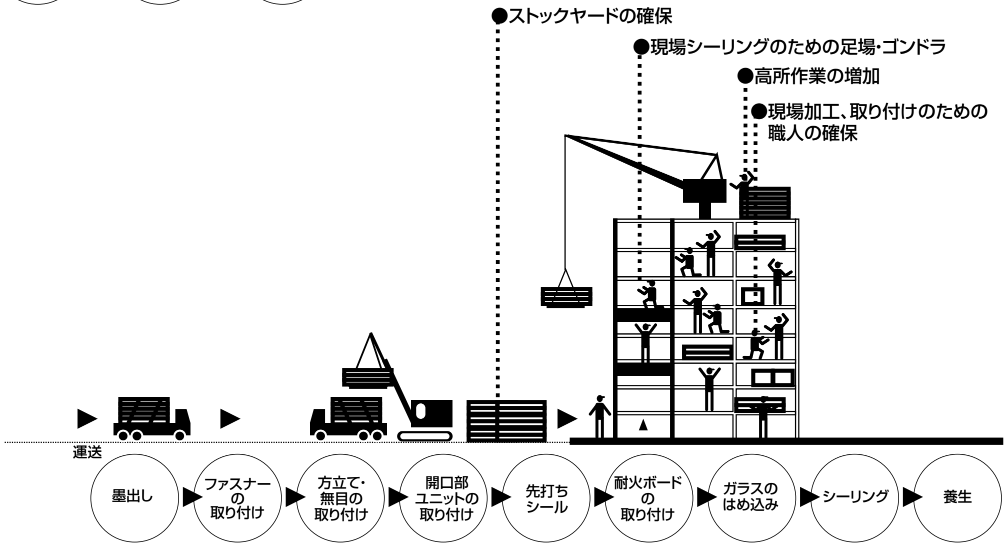
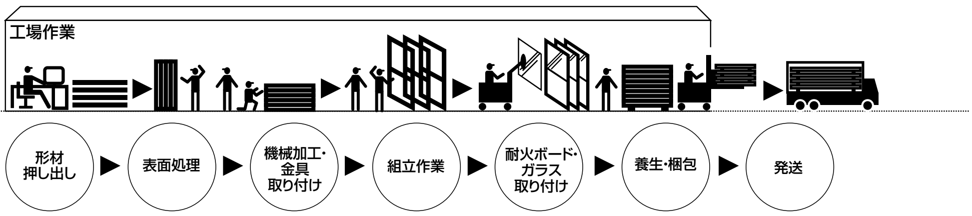
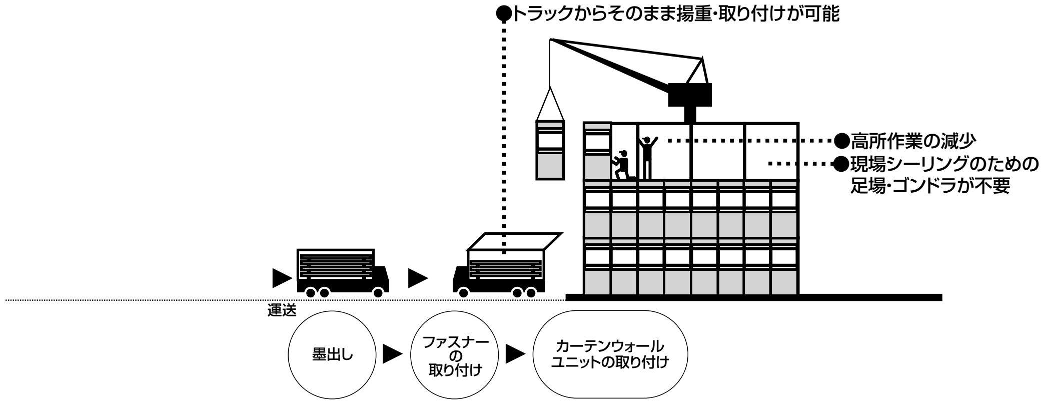
イニシャルコスト
最初にかかる費用のこと。

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