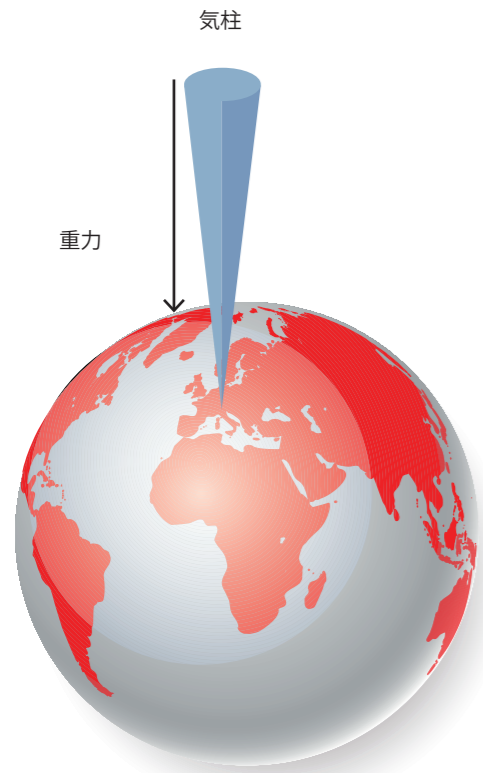


## 大気圧の定義

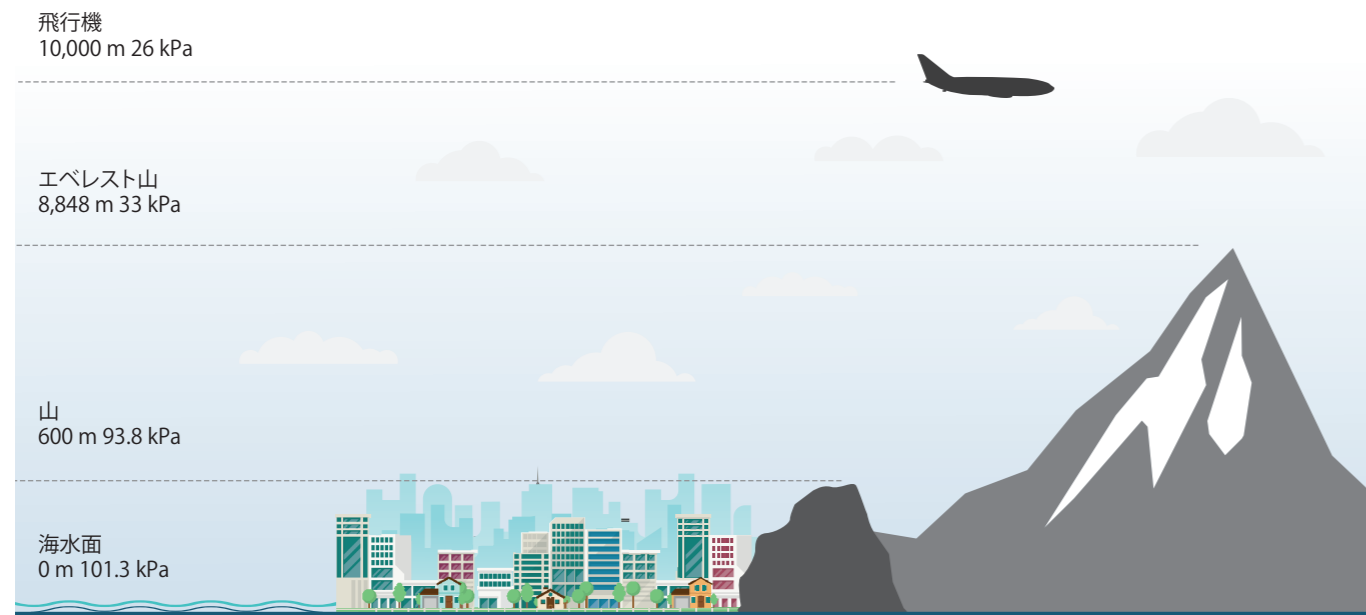
真空とは何か、またこの分野で使用される正しい技術は何かを定義する前に、大気圧の意味を知ることが重要です。

地球は、気体の混合物の層(大気)によって覆われています。

地球を覆っている大気にはそれ自身の重量があります。大気圧とは、ある表面に対してその上にある空気の重量が及ぼす単位面積当たりの力と定義されます。またそれは正に、私たちが真空を使用する際に私たちが利用する力です。大気圧は限られた範囲内では増加させることができません。それは国際単位系のパスカルで、また気圧計と呼ばれる測定器を用いて測定されます。



大気圧は山の頂上よりも海面上で高くなります。それは、山頂地点の上の空気の質量は海水面地点の上の空気の質量より小さいためです。

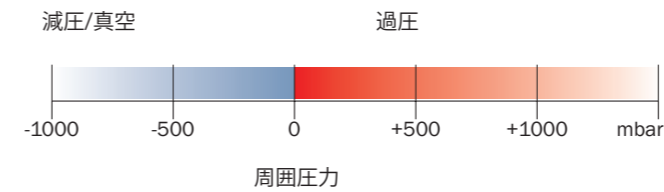


## 真空の定義

工業真空セクターでは、圧力とエア流量に関して異なる用語と測定単位が使用されます。この目的で、これらの量の意味を明らかにする必要があります。

### 相対値としての真空

真空技術の分野では、真空は相対値として示され、それは周囲圧力に対して減圧が示されることを意味します。参照ポイントとして0 mbarで周囲圧力が示されるため、示される真空値にはマイナス記号が前に付きます。

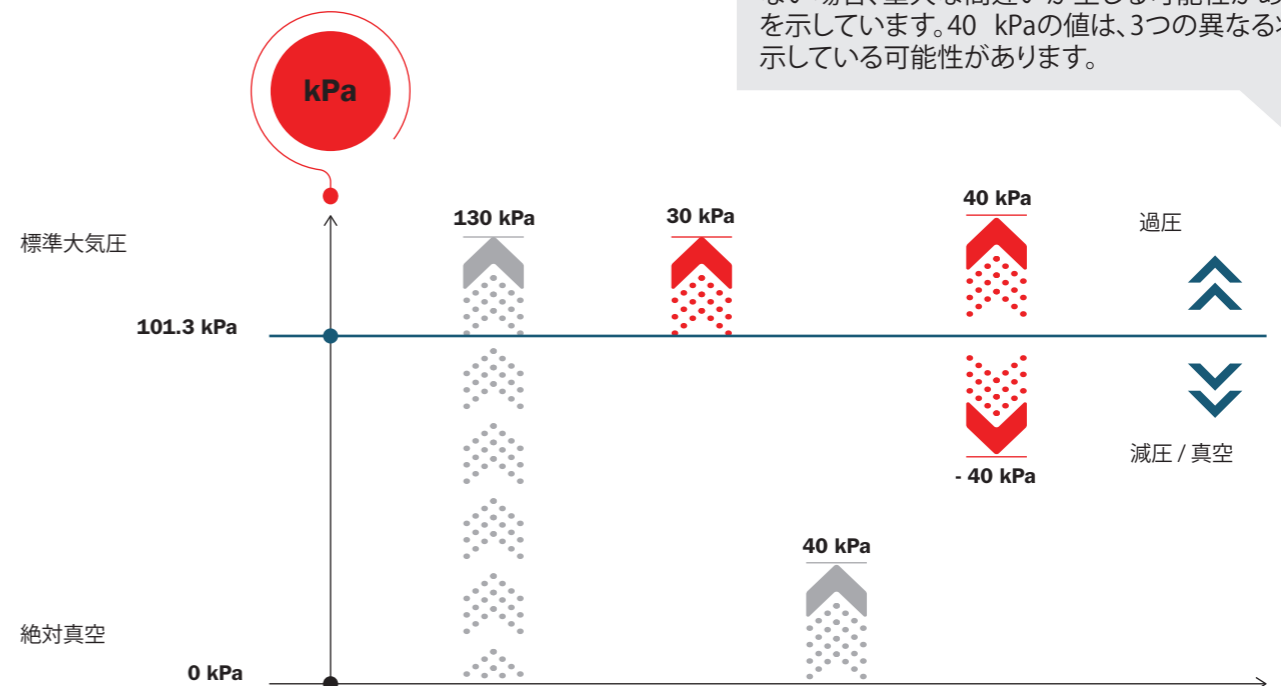


### 絶対値としての真空

科学分野では、真空は絶対値として示されます。この場合、絶対ゼロが参照ポイントとして示され、すなわちそれは大気のない空間(例えば、宇宙)です。そのようにして、真空値には常にプラス記号が付きます。「絶対真空」は体積内の物質の欠如を目的とするものですが、完全にすべての気体を取り除くことは不可能であるため、これを達成することはできません。ゼロの圧力値は実際には到達できないので、真空レベルの値は、圧力値が小さくなるほど、すなわち真空レベルの値が大きくなるほど、小数点の後に多くのゼロが付いた小数となります。



図は、絶対、相対および負の圧力の関係を示しています。これは、言及する圧力の種類が指定されていない場合、重大な間違いが生じる可能性があることを示しています。40 kPaの値は、3つの異なる状況を示している可能性があります。



## 圧力の定義

圧力は、対象物の表面に垂直に加えられた単位面積当たりの力の量として定義されます。

気体は大量の粒子で構成され、それらは常に動いています。これらの粒子が表面に衝突した際に、そのような衝突は、力として測定可能な推力を生成します。圧力は、単位面積当たりの、粒子によって生成されたすべての力の和です。気体を構成する粒子は、熱力学的平衡にある場合、空間に均一に分散するため、気体の圧力と組成は参照エリアのすべてのポイントで均一になります。

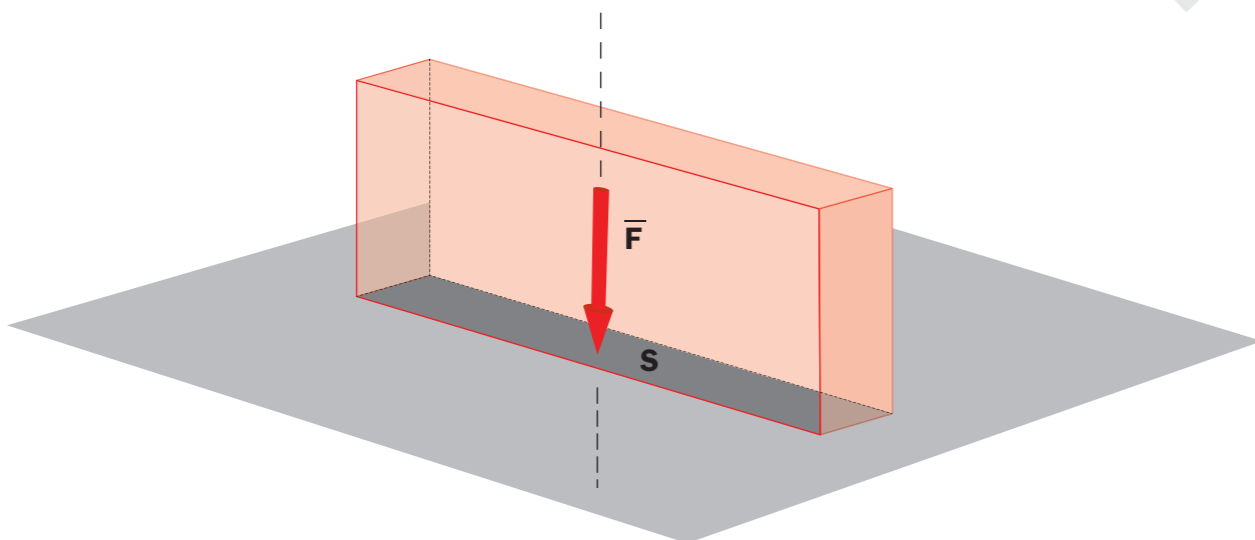
そのため、開始値が0である1つの種類の圧力のみがあることに注意する必要があります(絶対真空)。0より上のすべての値は、絶対圧力として示されます。上記の通り、海水面での大気圧の値は101.3 kPaで、相対圧力を言及する際の参照ポイントとして使用され、それは負(減圧)または正(過圧)のいずれかとなります。

### 圧力の測定のための単位

圧力測定のためのS.I.単位はパスカル(Pa)です：1パスカルは1 m<sup>2</sup>の面積に作用する1 Nの力に相当します。Paの倍数は、kPaとMPaです。

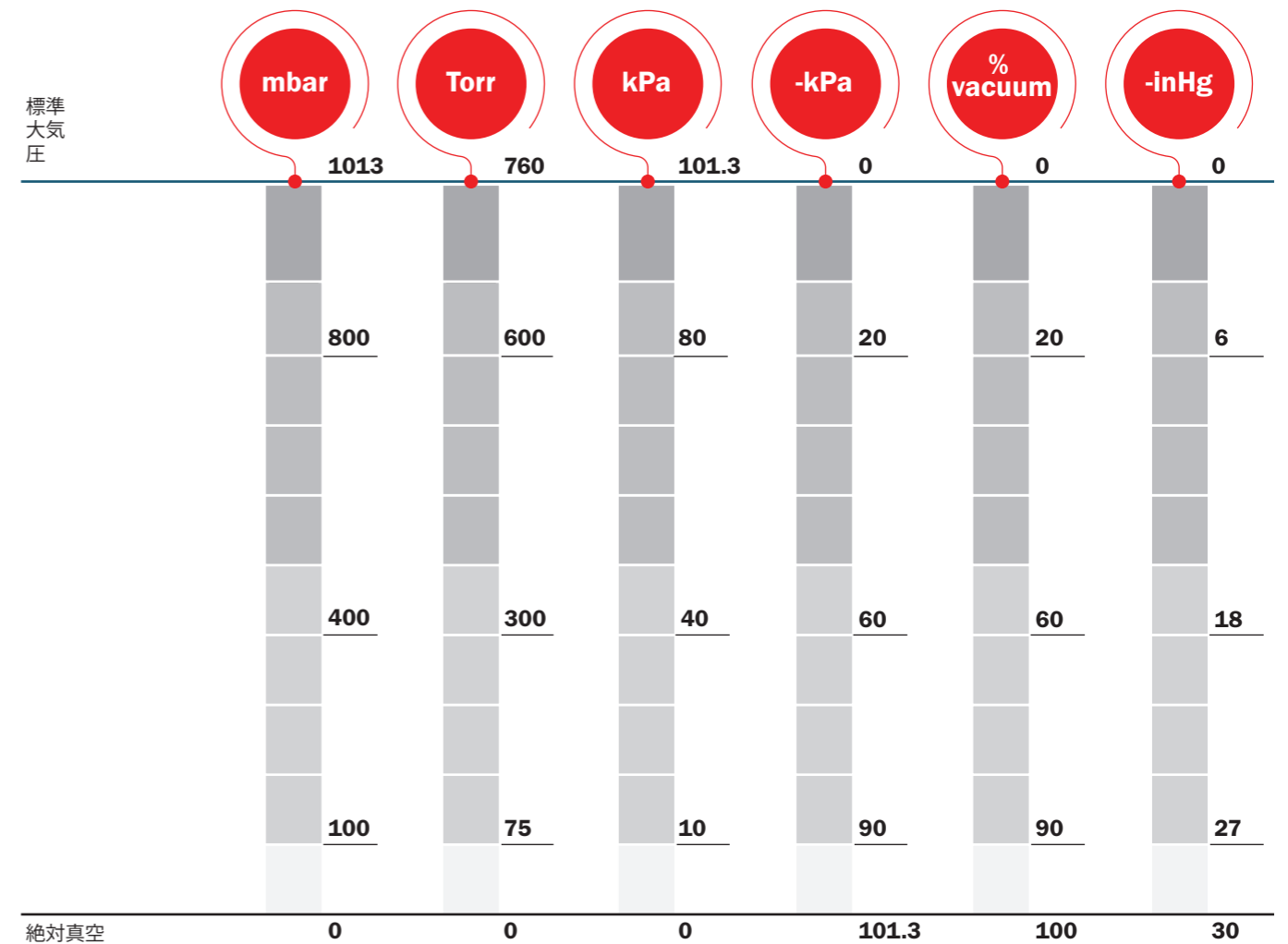
水平に配列された表面Sと、それに垂直に作用する力Fを考えてみましょう。圧力は、力Fとそれが作用する表面との比率として定義されます。

$$p = F / S$$



## 真空の測定のための単位

工業真空セクターでは、圧力とエア流量に関して異なる用語と測定単位が使用されます。



## 工業真空で採用される正しい用語

真空セクターで使用される用語は、電気機械または圧縮エアシステムのいずれかの場合で一貫している必要があります。同じ言語で話をすることによってのみ、実際の比較を行うことができます。真空回路を実施する際に理解して使用すべき最も重要な用語は以下の通りです：

### 流量

大気圧のエアがシステム内で真空排気される際の速度、またはポンプを通して流れるエアの量。Q = V/t  
流量は漏れを補償する能力も定めます。真空排気速度は真空レベルに反比例します。

### フリーエア流量

大気圧と等しい圧力で真空排気される量を定めます。この用語は、真空ポンプのメーカーによって、ポンプの特性を示すためにしばしば使用されます。

### 真空レベル

この用語は、回路内の圧力レベルを定義し、通常 k Pa で測定されます。  
真空レベルは吸着カップのつりあげ力、または残った大気量を定めます。  
真空レベルが増加すると、真空排気速度は減少します。

### 圧縮エア

これは、空気圧真空ポンプを駆動するエネルギー源です。圧縮エアは、電気機械真空ポンプを駆動する電気に相当します。  
それは、コンプレッサによって供給され、適切な寸法のパイプを用いて分配されます。

### 圧縮エア圧

圧縮エア圧はbarで測定されます。  
圧縮エアポンプの最適な性能は、必要な真空レベルで、コンプレッサによって供給される圧力のバランスを取ることによって達成されます。

### 真空排気時間

特定の真空レベルで所定の体積のエアを真空排気するために必要な時間であり、s/lで測定されます。

$$\text{真空排気時間} = \frac{\text{必要なグリップ時間}}{\text{システムの体積}}$$

### 消費

工業真空では、エアポンプの消費はNI/minまたはNI/sで測定されます。

### 標準リットル (NI)

標準リットルは、特定の量 (質量) の気体が、それが大気圧に戻された場合に占める体積です。  
そのため、標準リットルは気体の質量を測定するために使用されると言うことができます。  
気体は圧縮性であるため、その量はそれが占める体積を単に示すことで示すことはできないので、そのときの圧力も示さなければなりません。  
標準リットルの使用は、異なる圧力での気体の体積を比較するのに役立ちます。  
メカニカル真空ポンプの場合、それは吸引エア流量を明確に示すために使用されます。  
空気圧真空ポンプの場合、それは真空を生成する圧縮エアの消費を正しく示すのにも役立ちます。

### つりあげ力

吸着カップのつりあげ能力は、圧力と接触表面面積との比率で決められます。

### 体積

すべての空間を含む回路の合計エリアおよび用途エリア。

### 真空の分類

真空は通常3つの用途エリアに分けられ、それは必要な真空レベルによって異なります。

#### 低い真空レベル

高いエア流量が必要なすべての用途で使用されます。真空レベルは通常0から-20 kPaの間です。  
電気機械インペラポンプは、通常このセグメントで使用されます。布地へのスクリーン印刷は、低い真空レベルと高い吸引流量が必要な典型的な用途の1つです。(換気、冷却またはクリーニングの用途)。

#### 工業真空

工業真空という用語は、-20から-99 kPaの間の真空を意味します。この範囲は大半の用途をカバーします。工業真空は、材料のハンドリング、つりあげおよびシーリングが必要な用途で使用されます。

#### プロセス真空

これらは、到達真空レベルが-99 kPaを超える場合の用途です。通常使用される測定単位はTorrです。吸引流量は最小で、科学用途には宇宙シミュレーションが含まれます。(分子の堆積を用いたコーティング)  
地球上で到達した最高の真空レベルは、絶対真空値からは大きく外れており、絶対真空値は完全に理論的な値に留まっています。宇宙すなわち大気の欠如の中でさえ、最小限の原子の存在があります。

**真空製品**  
**真空を作成する方法**

真空を作成するにはいくつかの方法がありますが、それを生成するのに使用される主な方法は2つあり、それらは以下を使用します：

**空気圧エジェクターポンプ**

**圧縮エアポンプ**

真空発生器として定義される真空ポンプは、圧力と速度の間には関係が存在するというベルヌーイの原理を使用しています：流体（エアまたは水）の速度が増加すると、流体内の圧力は減少し、逆もまた同様です。

**エジェクター**

エア真空発生器の動作の原理は、圧縮エアをエジェクターと呼ばれる円すいノズルに注入することで構成されます。円すいノズルを通った圧縮エアは、超音速に到達して低圧の分子を引き付けます。外部の大気圧のエアが流入して、システムのバランスを回復させようとし、エジェクターを通過した圧縮エアと外部の大気圧のエアの混合物が排気口から流出します。エジェクターが到達できる真空レベルは、エジェクターの構成によって異なります。

**単段エジェクター**

**多段エジェクター**

**Gimatic多段エジェクター**

Gimaticは多段エジェクターを開発して生産し（イタリアで）、それは頭字語のEJで特定できます。当社のカートリッジエジェクターは3つのサイズで利用可能です（EJ-SMALL, EJ-MEDIUM, EJ-LARGE）。これらのエジェクターは、高い供給圧力と低い供給圧力の両方で優れた性能を発揮します。

**メカニカルポンプ**

すべてのメカニカルポンプに共通な基本的な特徴は、吸引エリアから排出エリアまで特定の体積のエアを運んで、それにより減圧を生成することです。メカニカルポンプは一般に電動モーターによって駆動され、また燃焼エンジン、水圧または空気圧によって駆動される場合もあります。

**容積式ポンプ**

容積式ポンプは、システムを通してトラップされた体積の流体を機械的に動かします。吸入口側で体積は膨張し、一方吐出口側（排気）で体積は収縮します。そのため1回転当たりの体積は固定され、吐出口の圧力、吸入口の減圧または流体の特性に関わらず、理論的には一定となります。容積式ポンプは自給式です。すなわち、それらは吸入口で強力な減圧を生成します。容積式ポンプの動作は遠心式ポンプとは異なります。後者は圧力に対して流量を提供するために加速された流体のパルスに依存し、圧力変化に対して非常に敏感だからです。容積式ポンプには、ベーンポンプとローブポンプが含まれます。

**ブロウポンプ**

遠心式ブロウポンプは、ガスを運んで吸入口で吸い込む吸入パイプで構成されています。ポンプには、垂直方向の吸入口と半径方向の吐出口が付いたクローズドインペラが含まれます。内部にある半径方向ディフューザーは、インペラの出力の運動エネルギーを圧力エネルギーに変換します。これらのポンプは非常に低い真空レベルで用いられ、大量のエアを動かし、大きな吸引流量を得ることができます。

**ベーンポンプ**

**ローブポンプ**



真空製品  
動作の原理

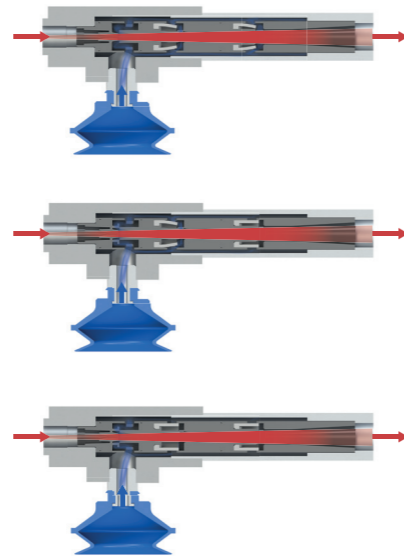
Gimatic多段エジェクター

Gimatic「EJ」エジェクターは、直列に配列されたいくつかのDe Lavalノズルからなり、それらは供給用に前のノズルからの排気エアを使用して、ノイズを減少し、またポンプ効率を高めま

ノズルの直径は、エア吸引能力に比例し、生成する真空レベルに反比例します。

関連するエジェクターで段数が高くなるほど性能がよくなり、ポンプの性能が最適化できるようになります。それぞれの段で異なる真空のレベルに到達できます。様々なエジェクターでの組み合わせられた動作のため、通常の段に存在する圧力が参照エジェクターより高い値に到達した際に、これにより個別のゴムメンブレン(フラップ)が閉止し、高真空の段のみが開いたままになります。外部の大気は、システムの圧力を再バランスさせようとして通常の段を通過して流れま

す。圧縮エアと外部の大気は混合され、排気口を通過して流れます。



単段エジェクター

圧縮エア消費

吸引流量に対する消費されるエアの比率が1:1より大きくなることはほとんどありません。歴史的に、これによりシステムは非効率であると考えられるようになりました。

ノイズレベル

90デシベル。



Gimatic EJ多段エジェクター

圧縮エア消費

これは、De Lavalノズルを通過する圧縮エアの運動エネルギーを利用して、一連の適切なサイズのエジェクターからの圧縮エアの通過により、エアの段階的な膨張を可能にします。この場合、吸引エア流量に対する消費の比率は、平均して3倍効率的で、効率は3:1と等しくなります。

ノイズレベル

Gimatic多段エジェクターの場合、ノイズレベルは55から75デシベルの間の値に低減します。

メカニカルポンプ

容積式ベーンポンプ

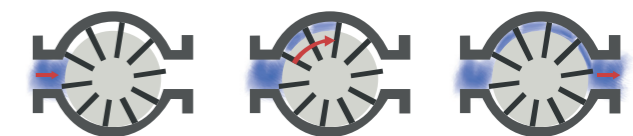
ベーンポンプには、ポンプキャビティーに対して偏心方向に向いた回転要素が1つだけあります。回転要素には、キャビティーの壁の形状に合わせてスライドまたは変形できるいくつかのベーンが含まれます。ベーンはキャビティーの壁に対して位置するスライディングシールを形成し、吸入口で流体の体積を保持し、それが吐出口に向けて流れ出るようにします。ベーンポンプは特に、圧力変化に対して敏感ではなく、それはベーンがキャビティーの壁に接触しているからです。しかし、ベーンと壁の間でスライドする動きは、ノイズ、運ばれる流体の汚染のリスクおよび頻繁なメンテナンスの必要性を生じます。(図1)

ブロワポンプ

このタイプのポンプでは、気体はローディングの開口部からチャンバーに吸い込まれます。スライドチャンネルから気体が入ると、インペラの動きで回転方向で特定の速度を気体に伝達します。インペラベーンの偏心力は、気体を外側に加速させ、圧力が増加します。各回転で運動エネルギーを増加させ、サイドチャンネルの圧力がさらに増加します。チャンネルはローターに向かって狭くなり、インペラベーンからガスを引き出して、排気サイレンサーを通してそれを排出します。(図3)

容積式ローブポンプ

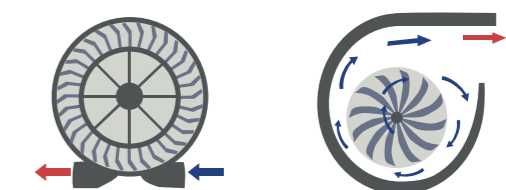
これらのポンプにはギアの代わりにローブ形状の要素があります。各ローブ形状の要素はモーターで駆動されます。これにより2つのローブの間の接触を無くし、摩擦を軽減して、流体の摩擦を最小限にします。通常このタイプのポンプは、高い熱放出と高いノイズレベルが特徴となります。(図2)



1.容積式ベーンポンプの動作



2.容積式ローブポンプの動作



3.ブロワポンプの動作

## 真空システムのサイズ設定

よりよい効率と省エネルギーを達成するには、システムが特定の用途のために明確に設計されていることが重要です。同様に、吸着カップとその継手、モデル、真空ポンプのサイズ、および関連するアクセサリと配管は、その用途に従って選択される必要があります。

真空システムの寸法設定の間に、安全係数ならびに採用する回路のタイプを決めることが非常に重要です。

### 安全係数

どのタイプの対象物をハンドリングするときでも、満たすべき最も重要な条件はグリップの安全性です。開放ポイントを設定する前に、対象物が吸着カップから外れないことを確認することが重要です。この理由で、移動する対象物の重量(+慣性力)に適切な安全係数を掛けることが常に必要です:

- ・ 静的用途または低速ハンドリング用途の場合は2.0。
- ・ 中および高スピードのハンドリング用途の場合は2.5以上。

真空システムのサイズ設定を行う際にしばしば低く見積もられるパラメータは、吸着カップのサイズです。吸着カップは、操作する対象物をグリッピングシステムに物理的に「接続する」装置です。

### 回路のタイプ

#### シールされたシステム

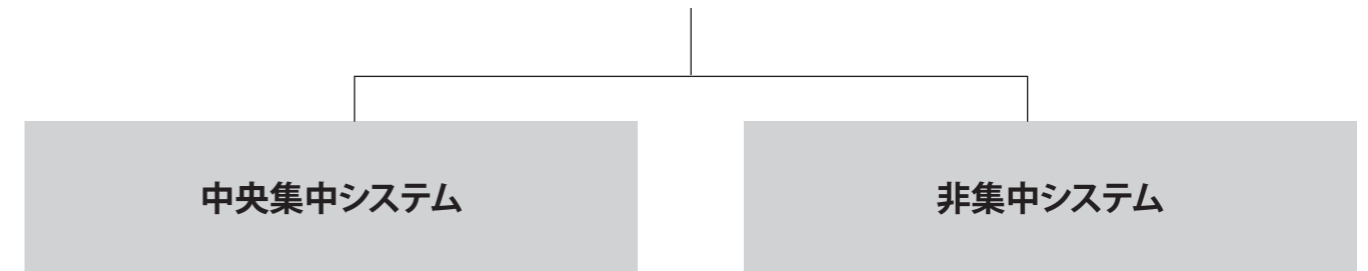
この回路を設計する際は、体積、真空レベルおよび真空排気時間を考慮する必要があります。シールされたシステムでは、ポンプ能力は回路が特定の真空レベルで排気される際の速度で定められます。この能力は真空排気時間と呼ばれ、通常s/lで指定されます。この値に全システムの体積を掛けることで、所望の真空レベルの関数として真空排気時間が得られます。

#### 漏れがあるシステム

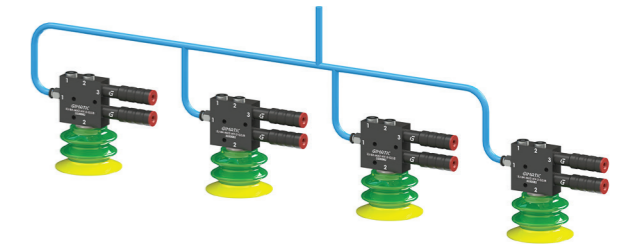
漏れがあるシステムでは、段ボール箱、穴あきシートメタルまたはマイクロ穴がある対象物をハンドリングする必要がある場合、状況は異なります。所望の真空レベルを維持するには、ポンプは漏れを補償するための高い能力がなければなりません。漏れ流量が特定されたならば、様々なポンプモデルの特性曲線をチェックすることで最適なポンプを選択します。既知の断面がある穴からの漏れの場合、漏れの程度が特定できます。漏れ流量の合計を得るには、得られた値に合計面積を掛けます。多孔質の材料をハンドリングする必要がある場合、または漏れの流路の形状が未知の場合、ポンプと真空計を用いて実施される実際のテストによって流量が特定できます。

## 正しい真空のサイズ設定のための一般情報

真空回路は中央集中または非集中設計に従ってサイズ設定できます。



中央集中システムは、複数の吸着カップに接続された1つの真空ポンプによって特徴付けられます。シートメタルやガラスのようなシールされた材料をハンドリングする際にしばしば使用されます。



非集中システムは、各吸着カップに専用の真空発生器が付くように設計されており、それはすべての吸着カップが互いに独立しており、通常多孔質の表面がある用途で使用されることを意味します。

### 利点



### 利点

- ・ 単一の真空源
- ・ シンプルなブローオフの準備
- ・ 容易な真空レベルの制御

- ・ 最小限の真空排気される体積 > 高いグリッピングおよび開放速度
- ・ 圧力低下のゼロ化 > コンパクトなポンプサイズ
- ・ 各吸着カップが独立している
- ・ 小さいフィードパイプ

### 欠点



### 欠点

- ・ 大きな直径の長いパイプ
- ・ 圧力低下のリスク
- ・ 対象物の開放のためにブローオフバルブまたは真空ブレーカーが必要

- ・ 複雑なブローオフの管理(逆止弁が必要)
- ・ ピックアップされる対象物の検出が複雑
- ・ システムの汚れによって問題が生じる可能性がある

## ポンプの選択

ポンプに先立ってコンポーネントを選択した後、以下のパラメータのいくつかを考慮してポンプのサイズ設定を行わなければなりません:

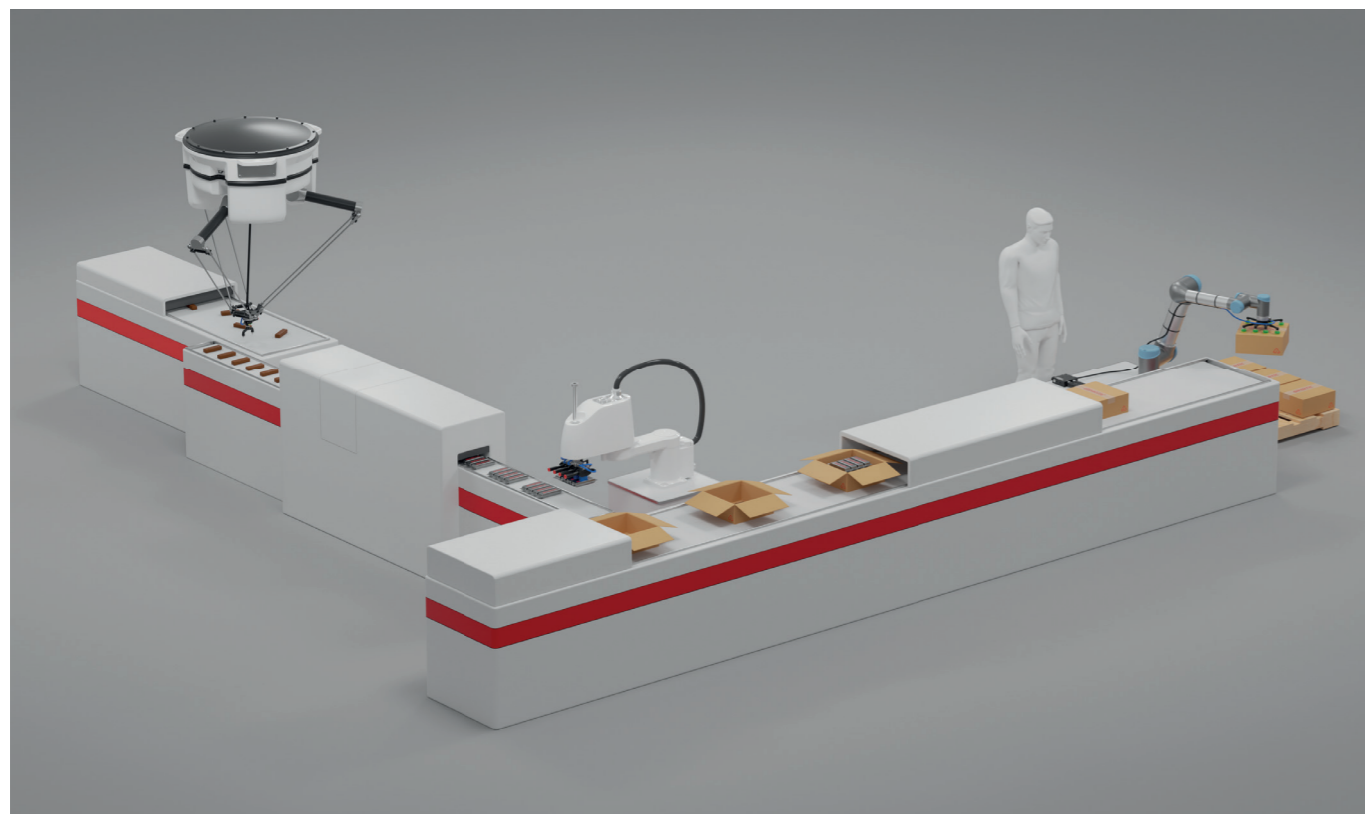
回路は中央集中か?非集中か?

用途の速度はどれだけか?

材料の空隙率は?

真空排気する体積はどれだけか?

必要な真空レベルはどれだけか?



## 吸着カップ

### 吸着カップの動作原理



真空ベースのハンドリングシステムが導入された場合、製品の安全なハンドリングを可能にする一定の大きさの力を発生させる必要があります。吸着カップはこのフェーズで重要な役割を演じます。

考慮すべき主要な因子が2つあります:

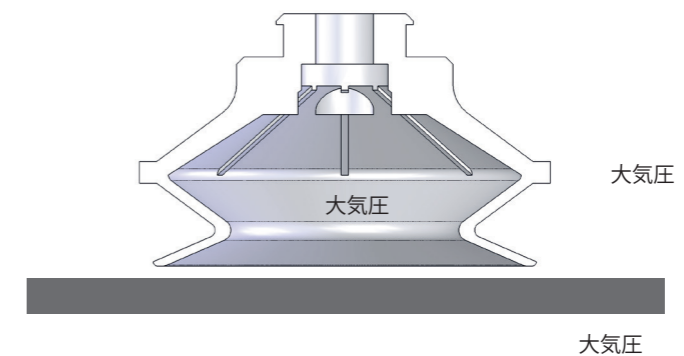
- 吸着カップの形状;
- リップの特性。

適切な形状の吸着カップは、対象物の形状に合わせるために非常に重要です。一方でリップは、表面にある粗さや変化に対して(段ボール箱のひだや木製パネルの粗さ)、精度と再現性を持って従う必要があります。

周囲のエリアの圧力(大気圧)が吸着カップと表面の間の圧力より大きいときに、吸着カップは表面に付着します。吸着カップの内部の減圧を生成するには、吸着カップを真空ポンプに接続します。吸着カップ内の真空レベルが高くなるほど、吸着カップが発生させることができる力が大きくなります。

以下の場合に、吸着カップはより大きい力を生成することを覚えておく必要があります:

- その表面が大きいほど;
- 真空レベルが高いほど;
- 実施されるグリップに適しているほど。



### 吸着カップのサイズ設定



真空レベルによって影響を受ける以外に、つりあげ力は吸着カップのモデルによっても強く影響を受けます。回路を設計するには、吸着カップと対象物との接触ポイントから開始して、真空ポンプへと戻ることが重要です。この方法により、コンポーネントの適切なサイズ設定と最高の性能を可能にします。

吸着カップを選択する前に、対象物の表面、構造、つりあげ方向、重量および空隙率を考慮に入れなければなりません。



真空レベルが高くなるほど、必要なエネルギーが大きくなります



表面に置かれる吸着カップの内部で真空が生成した際に、吸着カップは、それ自身だけでなく、高い外部の圧力のおかげで表面に付着します。つりあげ力は、接触面と真空レベルに比例します。真空レベルが60%から90%に増加した場合、つりあげ力は最大1.5倍まで増加します。エネルギー消費を制限するには、吸着カップの表面面積を増加させる代わりに、真空レベルを制限するのが好ましい方法です。

表面と構造



対象物の寸法を示すのと同様に、視覚的評価により対象物が曲面か平坦かどうかを識別します。表面に最も合った吸着カップを使用することが非常に重要です。対象物の構造の分析はさらに役立つ可能性があります。より慎重な検査により、吸着カップの使用の制限に加えて、漏れの可能性を示す一定の粗さを明らかにする可能性があります。

空隙率



材料の空隙率はどれだけか?この質問は、吸着カップのフォーマットの定義のために、またポンプのサイズ設定のために非常に重要です。空隙率は、減圧の対象となる材料を通過する、大気圧でのエアの量として定義されます。ガラスはエアを通過させることはありませんが、例えば紙には微細な空孔が多数あります。

材料



その特定の用途を実施するのに必要な動作温度をチェックすることがしばしば必要です。熱成形のような非常に高い温度、または非常に低い温度では、特殊な化合物で作られた吸着カップの使用が必要です。その後の印刷の実施を困難にする小さな粒子(ハロー)の放出のリスクがある場合でも、シリコーンは最高のソリューションです。この場合、当社のHNBR吸着カップが理想的なソリューションです。

吸着カップの選択



対象物の重量とサイズが決定されたならば、吸着カップのタイプと直径を決定しなければなりません。利用可能な最大の吸着カップの使用により、真空レベルを下げるができます。このソリューションは、短い真空排気時間、少ない電力消費、長い吸着カップ寿命などの多くの利点を提供します。

パラメータ



様々な真空レベルでの表面に垂直なつりあげ力 [N]

様々な真空レベルでの表面に平行なつりあげ力 [N]

最小曲線半径

体積

最大垂直動作

検証すべき役に立つパラメータ



- 用途に適した吸着カップを使用します。
- 材料の種類と表面の構造に注意を払います。
- 用途に適した吸着カップ材料の種類を決定します。
- 適切な安全係数を用いてシステムを設計します。
- 用途に影響を与える可能性がある動的な力を把握します。
- 重力との関連で吸着カップを分配します。
- 用途に適切なアクセサリを使用します。
- 表面仕上げの種類を考慮します。