

圧力の基礎知識

..... 目次

- ・圧力の概念
- ・圧力の種類
- ・圧力計の種類
 - 重錘型圧力計
 - U字管マノメータ
 - 拡散型半導体歪ゲージ
 - レジナントセンサ
- ・圧力測定時の注意事項
 - 周囲環境
 - 測定位置と姿勢
 - 配管系

圧力の概念

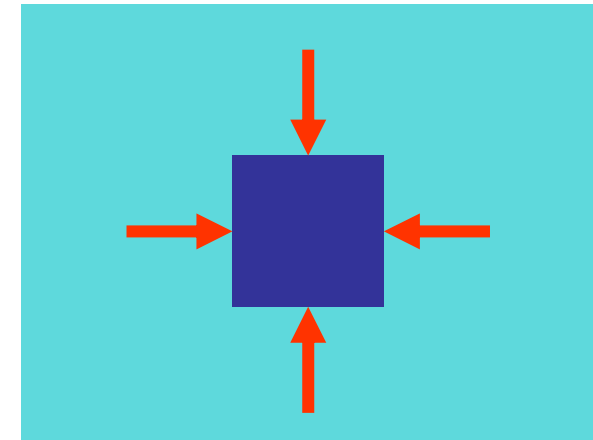
水中におかれた物体の表面には、水からその表面に垂直な方向に力を受け、大気中では大気から力を受ける。

圧力とは

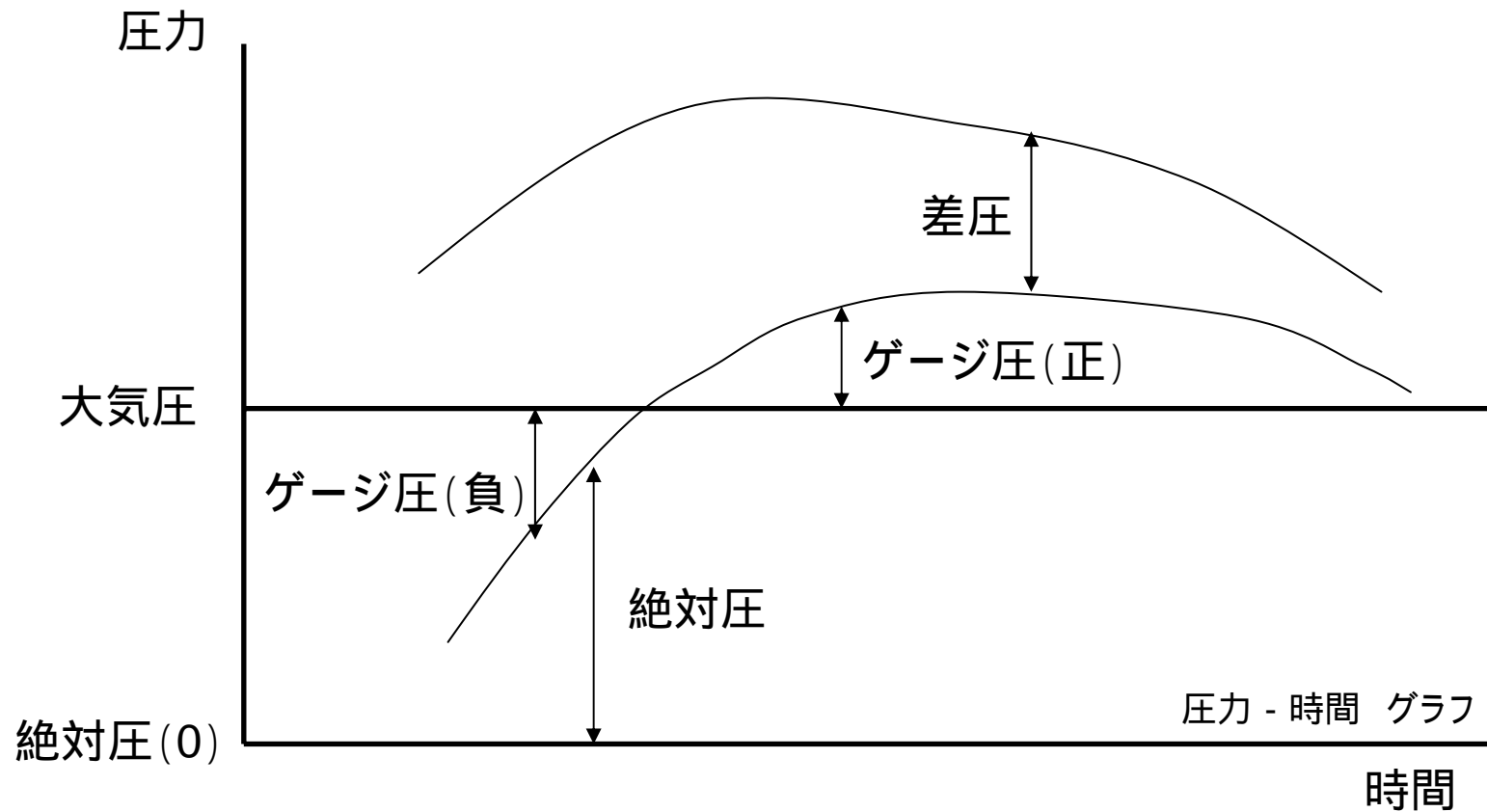
これらの力の単位面積あたりの大きさ

水の場合には水圧

大気の場合には大気圧



圧力の種類



$$\text{絶対圧とゲージ圧の関係: (ゲージ圧) = (絶対圧) - (大気圧)}$$

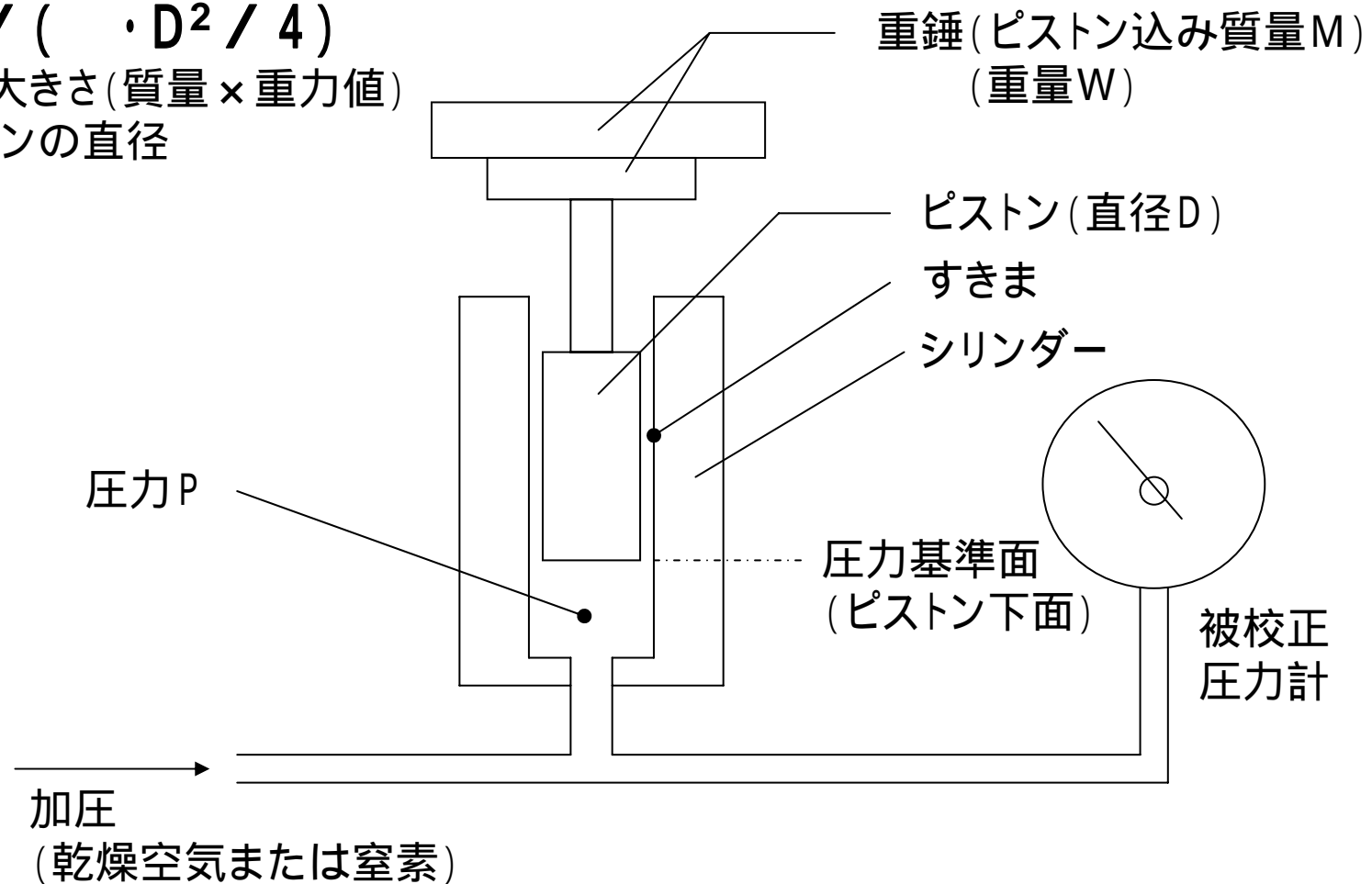
圧力計の種類 重錘型圧力計

$$P = W / (\pi \cdot D^2 / 4)$$

W:力の大きさ(質量×重力値)

D:ピストンの直径

P:圧力

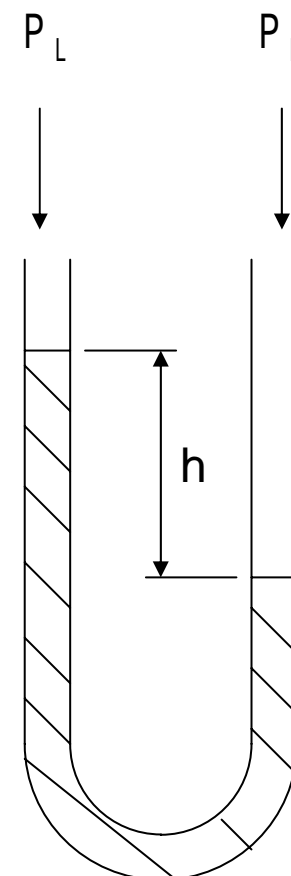


圧力計の種類 U字管マンノメータ

U字管の両端に測定圧を導き、
圧力差によって生じる液柱の高さの差で差圧を求める。

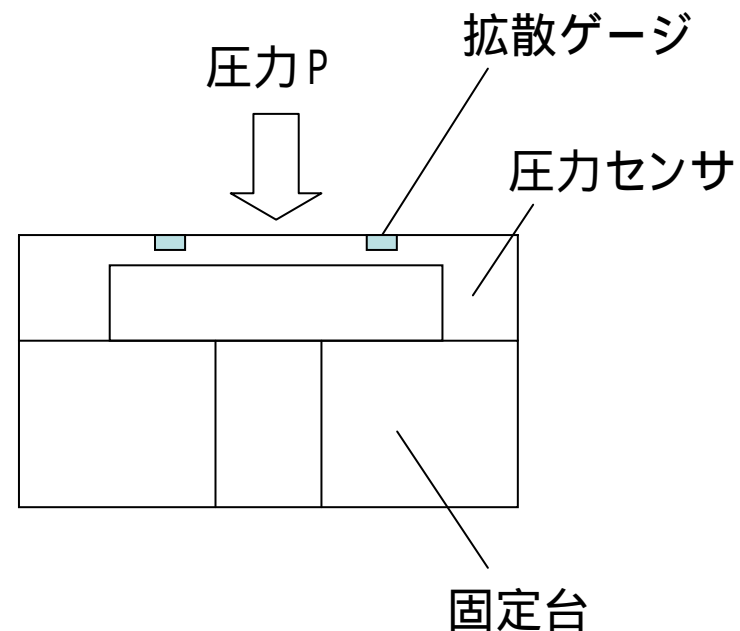
$$P = P_H - P_L = (\rho_1 - \rho_2) g h$$

- 1 ; 封入液の密度 (例 ; 水、水銀)
- 2 ; 測定流体の密度 (例 ; 大気)
- g ; 重力加速度
- h ; 液柱高さの差



圧力計の種類 拡散型半導体歪ゲージ

表面に歪ゲージ抵抗体を拡散形成し4個でブリッジを組むように結線されている。



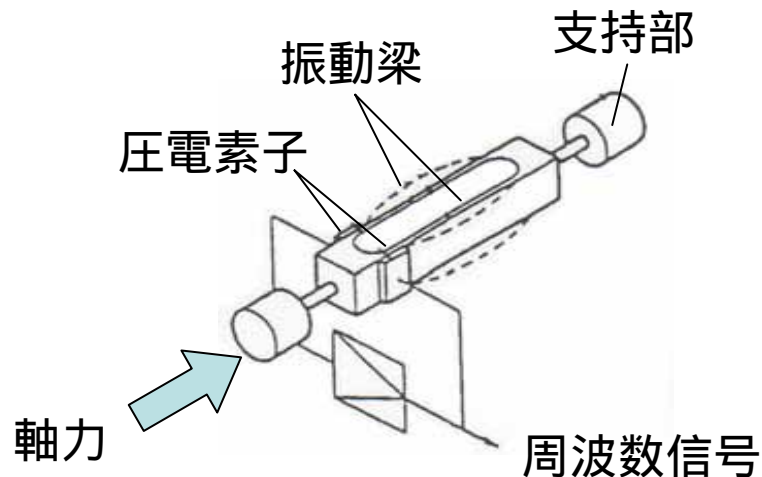
圧力Pが加わるとダイアフラムが変形しゲージ抵抗部に歪が発生し
圧力に比例したブリッジ出力が得られる。

圧力計の種類 レゾナントセンサ

メカニカルレゾナントセンサ

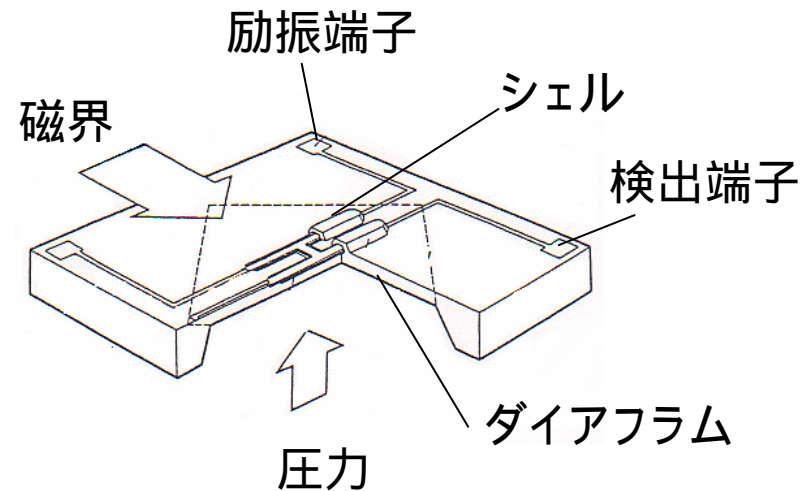
振動梁を点線に示すようなモードで励振すると、梁の根元に生じる反力等が少なくなり鋭い共振特性が得られる。

軸力に比例し共振周波数が変化する。軸力に受圧部を形成すると圧力に比例した周波数を得ることができる。



シリコンレゾナントセンサ

シリコンウェハ上に半導体プロセス技術で作られた振動子を永久磁石で励振
Siダイアフラムに圧力が加わると振動子に歪が発生し共振周波数が変化する。



圧力測定時の注意事項

精密な圧力測定を行う場合には多くの影響を考慮しておく必要がある。

周囲状況：温度、圧力、振動

測定位置：測定対象と測定器センサの高度差、測定器の姿勢

配管系：リーク(特に結合部)、配管内の清浄性、配管の強度

圧力計を使用するときの注意点

- 周囲環境 -

温度

外部から熱を加えると測定系内部の圧力が上昇する。

ボイル・シャルルの法則 $P = k \frac{T}{V}$

測定すべき圧力を計測していないことになる。

影響を及ぼす要因の例 太陽光の直射、エアコン等の風、配管に手を触れる

大気圧

周囲の大気圧を基準とするゲージ圧の場合、

測定対象は配管に閉じ込められているので、大気圧の変化でゲージ圧が変化する。

影響を及ぼす要因の例 風の影響、ドアの開閉など

振動

測定器もしくは配管系などに振動が加わった場合には、関係部品が共振したり、配管内の流体が動くことにより、圧力変動が生じる。

特に精密測定の場合には注意が必要。

圧力計を使用するときの注意点

- 測定位置と姿勢 -

測定位置

大気圧は高さにより異なるので、
測定対象と圧力センサの位置を同一平面にしておく必要がある。

圧力差 P (Pa) と高低差 h (m) は次の関係がある。

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

ρ : 重力加速度 (m/s^2) ρ : 大気密度 (kg/m^3)
 $= 1.192 (\text{kg/m}^3)$ 、 $g = 9.80665 (\text{m/s}^2)$ を代入すると

$$P = 11.693 \cdot h$$

約10cmの違いで基準が約1Pa異なる。

姿勢の影響

受圧部に金属製のダイアフラム等を用いている圧力計の場合
傾けると受圧部の質量が力として加わるので、見かけ上の圧力値が変わってしまう。

配管時の注意事項

- 配管系(1) -

リーク

リークは測定系を構成するいろいろな場所から発生する可能性がある。
継ぎ手部分 通常は管用ネジにシールテープ を巻き付けてリークの防止を行う。
異常の場合には、ネジ部分への異物の付着、巻き数の不足、ネジ山の変形、
締結力の不足等が考えられる。

リークを確認する方法として、以下のような方法がある。

ビルドアップ法

配管内を真空にしてから、閉じて配管経路に接続してある真空計、圧力計の圧力の上昇により判断する方法。

染料塗布方法

赤色の染料を塗り、外側に染み出てくる場所でリークしている場所を特定する方法。

スニッフ法

加圧された容器のリーク穴から大気中に出るガスを捕集プローブで吸い込んで検出する方法。
検出器にはハロゲンリークデテクタ、質量分析型リークデテクタが主に使用されている。

配管時の注意事項

- 配管系(2) -

清浄性

配管の内壁には測定流体や、未使用時に配管内に入った空気に含まれる物質が化学吸着、物理吸着している。

真空に近くなると付着物質の蒸気圧より圧力が小さくなり、付着された物質はガス化して、配管内部の圧力値は上昇する。

配管の材質で、空気中に含まれている物質が付着しやすいものは避ける。

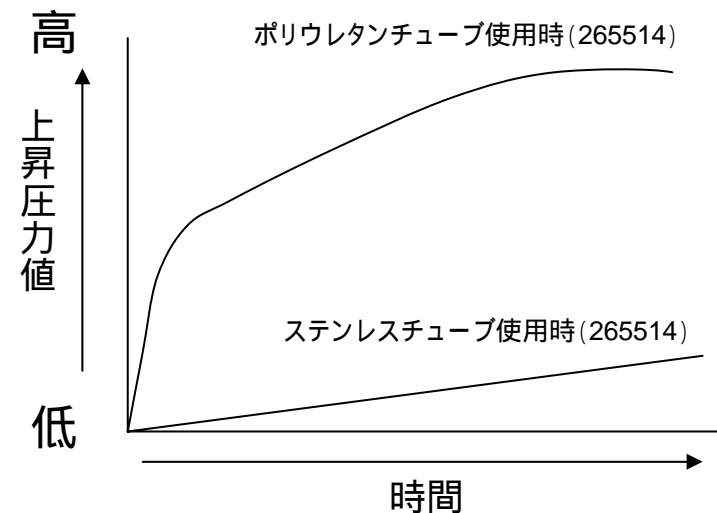
配管の壁を通して内部に入り圧力変化を発生する場合もある。

真空に近い領域では、ゴム、プラスチックでの配管は避けたほうがよい。

強度

配管内外の差圧を受ける。

測定時にはこの圧力により膨張、収縮することがないような強度のものが必要。



弊社製品での実験結果 金属製配管の優位性がわかる。