

知っているようで知らない
ロードセルのおはなし



はじめに

ロードセルという言葉はエンジニアの方ならともかく、一般の方が耳にすることはほとんどないのではないのでしょうか。

ロードセルは簡単に言えば力を測ることができるセンサの一つです。

これは“ロードセルなんて聞いたことがない”あるいは“詳しくは知らない”という方向けにロードセルについて少しだけ知っていただければというおはなしです。

目次

1. ロードセルに関する基礎知識
2. ロードセルの原理について
 - 金属にはバネの性質をもつ部分がある
 - 歪ゲージとブリッジ回路
3. 多種多様なロードセル
 - ロードセルのタイプと荷重方向
 - 温度影響について
 - 性能と精度の見方
4. 重さと力をはかるために
5. 実際のロードセル選び
 - 〔はかり向け〕
 - 〔力測定向け〕
6. アプリケーション例でご利用のイメージを
 - 〔はかりに使用される例〕
 - 〔力の測定に使用される例〕
7. 安全と、より良い計測のために
8. 用語説明

～このブックについて～

このブックはロードセルについて少しでも理解していただけるようご案内しています。詳しい情報を入手したい方はホームページまたは弊社計測営業部までお問い合わせください。

ユニパルスホームページ <http://www.unipulse.co.jp/>

ユニパルス計測営業部 **03-3639-6121**

1. ロードセルに関する基礎知識

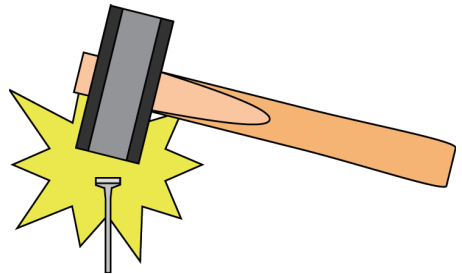
力を測るセンサは他にもありますがロードセルは数多く利用されているセンサの一つと言えます。ロードセルは力を測るセンサですがその利用方法は大きく分けて**“重さを測る”**と**“力を測る”**に2分しています。

ロードセルはおもに・・・



おもさを測る(はかり)

と



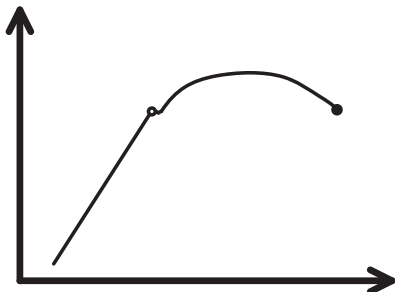
ちからを測る(力測定)

に使用されます。

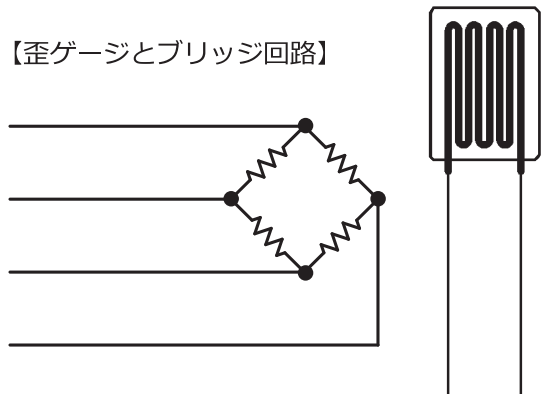
どちらも基本的な原理は一緒ですが、使用目的に合わせて容量、形状、材質、性能、耐久性などを変えて作られています。

では、ロードセルはどのような仕組みでできているのでしょうか？ そのカギは**“金属(起歪体)の特性”**と**“歪ゲージとブリッジ回路”**にあります。

【金属(起歪体)の特性】



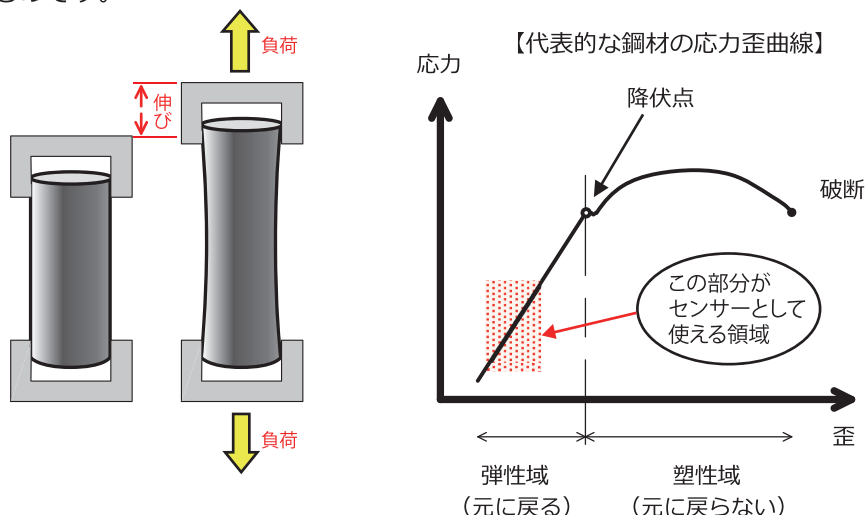
【歪ゲージとブリッジ回路】



2. ロードセルの原理について

● 金属にはバネの性質をもつ部分がある

左の絵のように金属の両端をつかみ徐々に引っ張っていったらどうなるでしょうか。金属片はあるところまでは微小ながら伸びていって最終的には破断してしまいます。右のグラフは、金属が伸びていく過程を力と伸びの関係で表した代表的なものです。



金属が負荷に応じて伸びていく過程で“降伏点”と呼ばれるところを過ぎると、金属は負荷がなくなっても伸びたままどらない状態になります。この降伏点より前を“弾性域”、降伏点を越えたところを“塑性域”といいます。グラフを良くみると、弾性域では負荷に応じて伸びが比例の関係になっていることがわかります。この部分がちょうどバネと同じような特性となっており、荷重センサとして使える部分となります。

実際のロードセルでは、精度を高めたり、再現性や感度の向上を目的に特定の部分だけが歪むような加工をします。また材質も合金やステンレス、アルミなど目的に応じて選定されます。

【USB58】

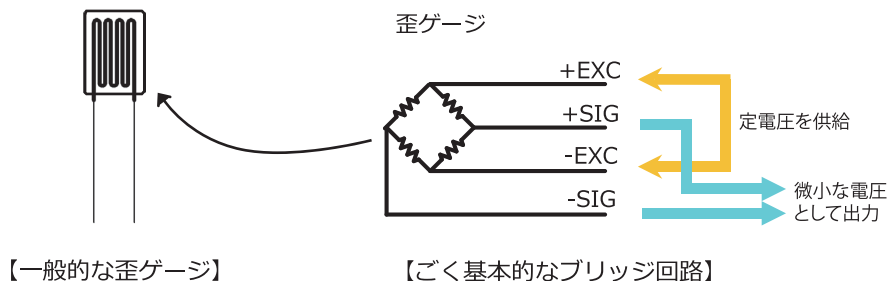
ユニパルス製ロードセルの最高峰！！

他を寄せ付けない圧倒的な高精度。
非直線性、ヒステリシス、繰返し性の
全てにおいて1/10000を実現。
試験機や校正用ロードセルとしてご利用
いただけます。



● 歪ゲージとブリッジ回路

金属がバネのように力に応じて歪むことをご説明しましたが、ではセンサとして電気信号にするにはどのような仕組みになっているのでしょうか。
それを実現するのは“歪ゲージ”と呼ばれる金属箔の抵抗体と“ブリッジ回路”という電気回路です。



このようにごくわずかな金属箔の抵抗の変化、すなわち電気信号の変化としてとらえることが可能になります。実際のロードセルでは歪ゲージは各ロードセルに合わせて作られたり、選定されたりしており、ブリッジ回路もロードセルとしての性能を向上させるためにアレンジされています。

例えば、下の小型圧縮タイプのロードセルでは右の写真のような歪ゲージが採用されています。

【小型ロードセルとその断面】

【小型ロードセル用の歪ゲージ】



【UNCDW】

【UNCSR】

【UNLS】

【UNLRS】

【UNMR】

幅広いラインアップで使い勝手の良い
小型ロードセル

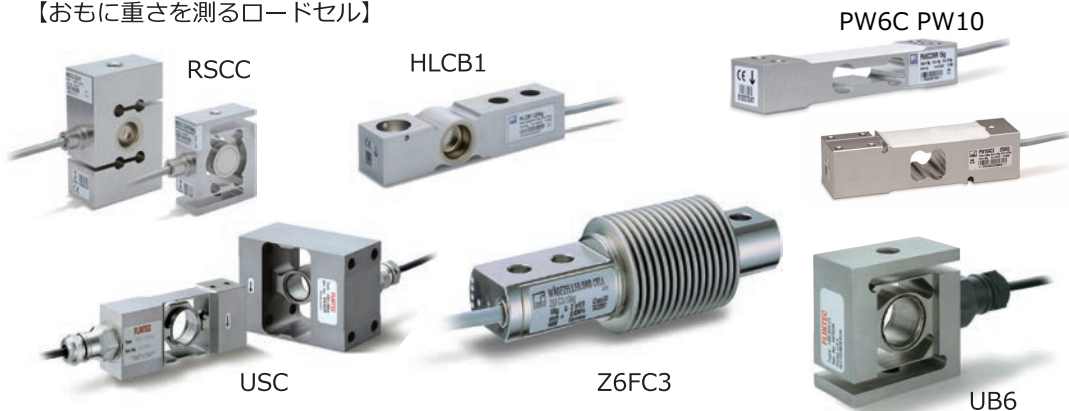
UNシリーズの小型ロードセルは、5N～20KNまでの幅広いラインアップをご用意しています。また、ネジ止め可能なフランジタイプもあり、さらに使いやすくなりました。

3. 多種多様なロードセル

ロードセルは重さ、力を測るために実に様々な種類と容量があります。また時には専用に設計・製作されることもしばしばです。これが力センサとして広く利用されている理由の一つなのかもしれません。

一般的に商品化されているものの一部をご紹介します。

【おもに重さを測るロードセル】



【おもに力を測るロードセル】



【UNTCH】



プレス機の決定版！！

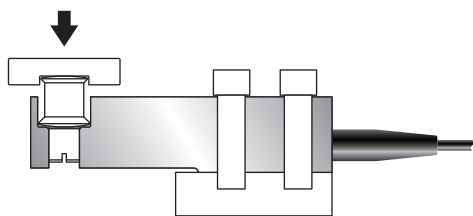
自動車部品などの組立工程で多用される圧入・カシメ。そんな圧入・カシメ行程で今や荷重管理は必須となりつつあります。

UNTCHはプレス機に取り付けやすい構造で圧入・カシメの荷重管理をサポートします。

● ロードセルのタイプと荷重方向

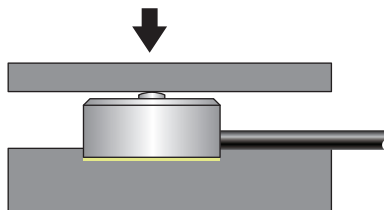
ロードセルはそれぞれに荷重をかける方向が決まっています。ある程度の許容はあるものの、これを逸脱した場合は誤差要因となります。さらに明らかに決められた荷重方向と違う力や容量を超えた力が加わった場合は破損に至るケースもあります。

【ビーム型】



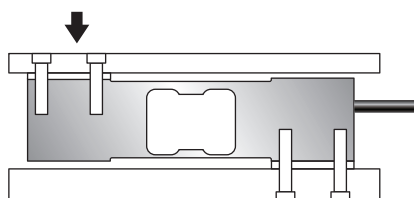
はかり用で3個または4個で使います。
HLCB1、Z6FC3、SB14など

【圧縮型】



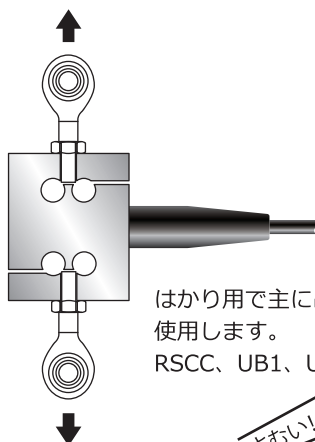
汎用タイプで様々な仕様があります。
USB58、UNGS、UNBF、UNLS、UNMR、
UNCSR、UNCDW、UNLRSなど

【ロバーバル型】



はかり用で1個で使います。
決められた積載面上でどこに置いても
同じ出力がでます。
USC、PC22、PC46、PC6、CPBなど

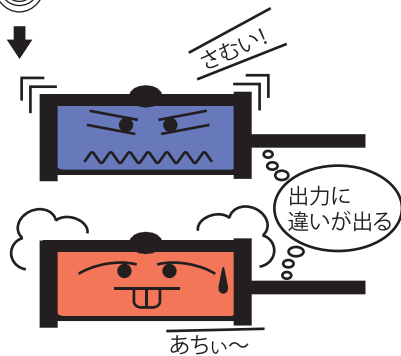
【S字型】



はかり用で主に吊り下げで
使います。
RSCC、UB1、UB6など

● 温度影響について

世の中にあるセンサの中でも温度変化の影響を受けるセンサはたくさんありますが、ロードセルもそのひとつです。
高精度な計量・測定が必要で周囲温度の変化がある場合には、その影響を考慮する必要があります。



● 性能と精度の見方

ロードセルの性能・精度を知るにはどこを見れば良いのでしょうか？
当社カタログのロードセルの仕様部分を例に簡単にご説明します。実際のロードセルの選定はこの後にご紹介しますが、アプリケーションに応じて性能を確認するのが一般的です。

【カタログでの仕様の記載 USB58の場合】

仕 様			
型式	USB58-200N, USB58-500N		
定格容量	200, 500		N
定格出力	1±1%		mV/V
許容過負荷	150		%R.C.
最大許容過負荷	200		%R.C.
ゼロバランス	±2		%R.O.
非直線性	0.01		%R.O.
ヒステリシス	0.01		%R.O.
繰返し性	0.01		%R.O.
クリープ	0.03		%R.O./30min
使用温度範囲	-10 ~ +70		℃
許容温度範囲	-30 ~ +80		℃
零点の温度影響	0.015		%R.O./10℃
出力の温度影響	0.015		%R.O./10℃
入力端子間抵抗	1050±15%		Ω
出力端子間抵抗	1050±1%		Ω
推奨印加電圧	10		V (AC,DC)
最大印加電圧	20		V (AC,DC)
絶縁抵抗 (DC50V)	1000以上		MΩ
ケーブル	φ6 6芯シールドケーブル 5m 先端柳線		
ロードセル材質	アルミニウム合金		

定格容量時の出力を表す。
1V印加あたりの出力で表示するのが一般的

過負荷に対する許容を表す

いわゆる精度を表す3大要素

一定負荷による時間経過に伴う変化

温度変化に伴う出力変化を表す

推奨する印加電源。一般的にはアンプ側に内蔵されることが多く、アンプの選定時に確認。

mV/V
%R.C.
%R.O.
%R.O. /30min
%R.O. /10℃

→ 1mV/V、印加電圧10Vなら定格容量で10mV出力する
→ 全容量に対してという意味
→ 定格出力に対してという意味
→ 定格出力に対して30分後という意味。
→ 定格出力に対して10℃変化に対してという意味

【USC & PC6】

国内唯一
完全防水のシングルポイントロードセル

食品生産ラインに最適。ハーメチックシールドにより完全防水、オールステンレスなので丸洗いOK。



4. 重さと力をはかるために

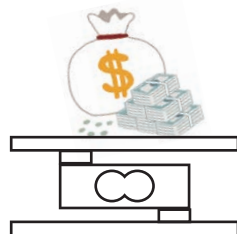
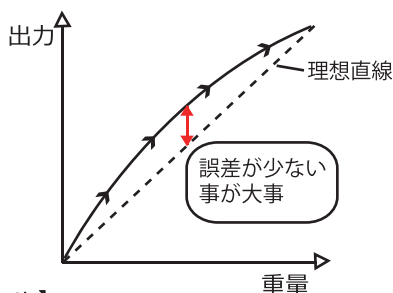
前出のとおり、ロードセルを使用する用途は大きく分けて“重さをはかる”(はかり用)と“力をはかる”(力測定)に分類されます。
ではそれぞれに適したロードセルではどのような違いがあるのでしょうか。

【はかりに適したロードセル】

ロードセルを計量目的で使用する場合、いかに精度良く重量を測るかということが求められます。したがってロードセルのスペックでも非直線性や繰返し性、場合によってはクリープなどの特性を重要視することが多くなります。

<はかりに使用の場合>

非直線性・繰返し性
などを重視

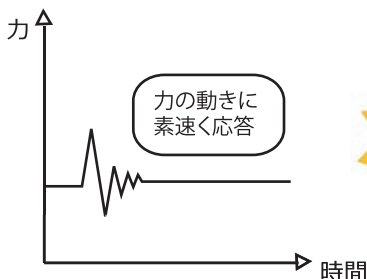


【力測定に適したロードセル】

ロードセルを力の測定で使用する場合は動的な荷重の変化に追従できる応答性や過負荷に耐えられる許容過負荷などが重要視されることが多くなります。力の測定ではクリープやヒステリシスなどの項目はあまり重要視されることはありません。

<荷重測定に使用の場合>

応答性・許容過負荷
もチェックした上で
定格容量を選択



※その他使用環境に応じてスペックを確認します。

【HLCB1 & SB14】

定番のビーム型ロードセル

ハーメチックシールドによる防水、
オールステンレスで耐環境性バツグン。
屋外での実績も多数あります。



5. 実際のロードセル選び

● はかり向け

まずは計量の目的を明確にし、設置場所なども考慮して整理してみましょう。

①何の重さをはかる？

最大の重量は？	
大きさは？	
目量はいくつ？	
風袋（入れ物） の重量は？	

②ロードセルのタイプを決めましょう

型式とタイプ	
支持数	

③はかりとしての精度を考えましょう

④指示計や分銅校正についても考慮しましょう

接続する 指示計は？	
分銅校正の 重量は？	

・・・注意 ここのご案内は非検定（商取引などに使用しない）はかりを想定しています。

【RSCC & UB1 & UB6】

引張型だって防水です！

ホッパーなどで吊り下げ利用されることが多い定番のタイプです。
引張型なら環境性に強いこのタイプ。



● 力測定向け

荷重測定の目的を明確にし、応答性や耐荷重に注意しつつ整理しましょう

①何の力をはかる？

最大の荷重は？	
荷重の方向は一定？	
取付スペースはどのくらい？	

②精度や応答について確認しよう

どの特性を重視する？	
応答性は足りている？	

③ロードセルの取付について確認しよう

取付け方法は適正？	
取付場所の剛性は充分？	

④指示計の選択とデータシートの確認

接続する指示計は？	
データシートは保存してある？	



【UNCLB】

荷重計測用圧縮・引張型ロードセル

雌ネジ構造で取りつけに苦労しません。

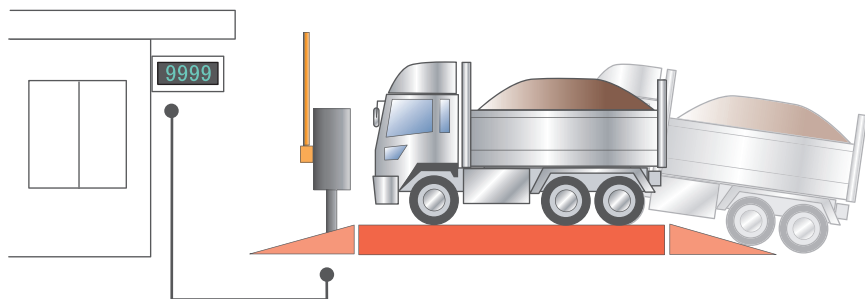
小型で小スペースに収まります。

これ1台で圧縮・引張両用でご利用いただけます。

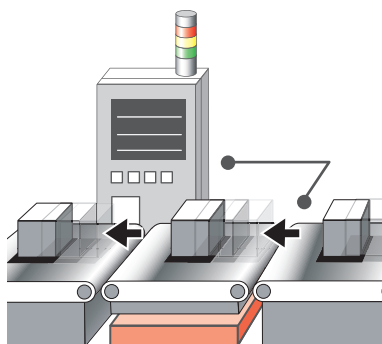
6. アプリケーション例でご利用のイメージを

● はかりに使用される例

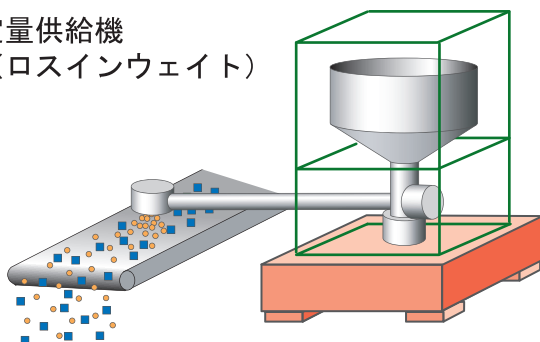
トラックスケール



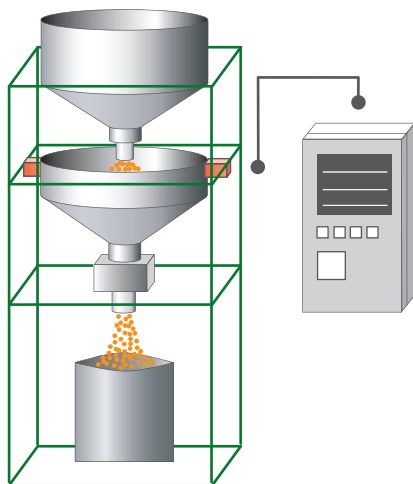
ウェイトチェッカー



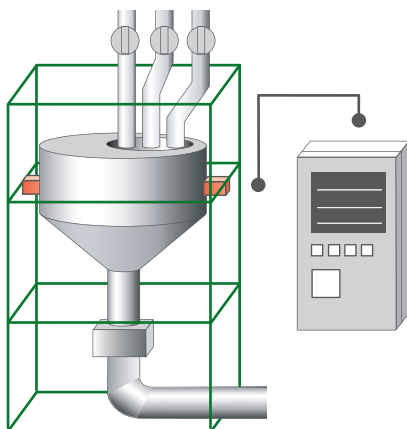
定量供給機
(ロスインウェイト)



パッカースケール

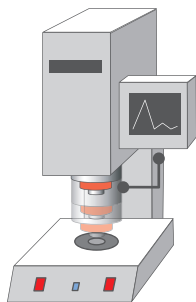


ホッパースケール

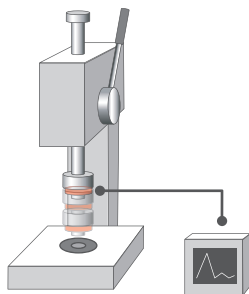


● 力の測定に使用される例

プレス機による圧入・カシメ

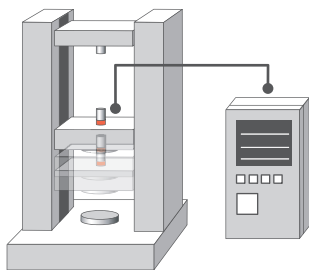


(自動機の場合)

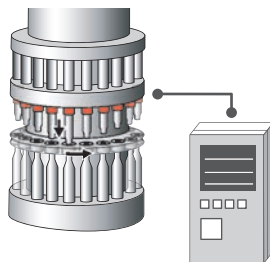


(ハンドプレスの場合)

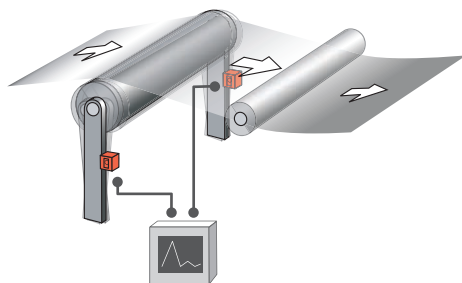
圧縮・引張試験機



打錠機



張力測定



7. 安全と、より良い測定のために

☆ロードセルの主な故障原因

ロードセルの破損については良く質問を受けることがあります。右は破損してしまった原因についてランキングにしてみました。圧倒的に多いのは過負荷による破損で、単純に負荷がかかるだけでなく、衝撃があったり、ねじられたり、場合によっては共振により思わぬ負荷がかかるということもあります。したがってご用途に応じて全容量の何パーセントを常時使用するかを考慮して、希望する精度にかなうか検討することをお勧めいたします。

【ロードセルの故障原因ランキング】

- 1 ★ 過負荷による破損
- 2 ケーブルの断線
- 3 腐食、浸水による破損
- 4 歪体の外的要因による損傷
- 5 過電圧による損傷

(当社調べによる)

☆ロードセルアンプが必須です

ロードセルの出力は数mvと微弱な電圧の出力のため、実際にはロードセルアンプが必要となります。ロードセルアンプの役割はこの微弱な信号を増幅することがメインで他に、ロードセルへの印加電源を備えていたり、ノイズ成分を除去するフィルタ機能が備わっているものが一般的です。ロードセルアンプもまた用途に合わせて様々なものがあります。

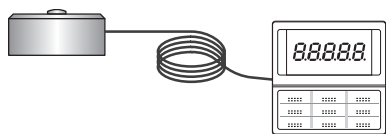
【ユニパルスのアンプ・指示計】



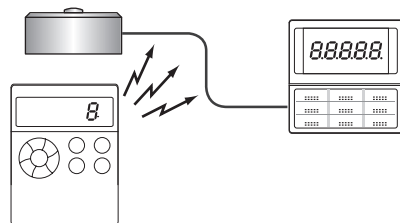
☆電気的な外乱にも配慮を

先のとおりロードセルで取り扱う出力は非常に微弱です。したがって環境によっては電気的な外乱への配慮が必要となる場合があります。

特に工場などで利用する場合は他にも多数の電気を使用していたり、無線などの電波も使用されていることが多数あります。したがって不要にケーブルを延ばしたりするとそのリスクも大きくさります。



※必要以上にケーブルを延長しない



※インバータなど強力なノイズを
発する物になるべく近づけない

8. 用語説明

【定格出力】

定格負荷出力から無負荷出力（ゼロバランス）を差し引いた値。印加電圧1V当たりの出力で表す（mV/V）。

【定格容量】

変換器がその仕様を保って測定できる最大負荷。

【許容過負荷】

仕様は満足しないが、特性上永久変化を起こさない最大負荷。定格容量に対する百分率で表す（%R.C.）。

【起歪体】

応力に比例したひずみを発生させる部材。

【クリープ】

一定条件の下で、定格負荷を一定時間加えたときに現れる出力の変化。30分間における変化を定格出力に対する百分率で表す（%R.O./30min）。

【繰り返し性】

同一条件において繰り返し負荷したとき、負荷増加時の同一負荷に対する出力の差の最大値。定格出力に対する百分率で表す（%R.O.）。

【ヒステリシス】

定格負荷までの負荷増加時と負荷減少時に生じる同一負荷に対する出力の差の最大値。定格出力に対する百分率で表す（%R.O.）。

【非直線性】

負荷増加時の校正曲線において、無負荷点と定格負荷点とを結ぶ直線に対する最大偏差。定格出力に対する百分率で表す（%R.O.）。

【ゼロバランス】

無負荷時の出力。定格出力に対する百分率で表す（%R.O.）。

【推奨印加電圧】

変換器の使用上、最も適している印加電圧（V）。

【絶縁抵抗】

変換器の電気回路と変換器本体間の直流抵抗。
通常はDC50Vで測定する（M Ω ）。

【零点の温度影響】

周囲温度の変化に起因する無負荷出力（ゼロバランス）の変化。
10℃当たりの変化を定格出力に対する百分率で表す（%R.O./10℃）。

【出力の温度影響】

周囲温度の変化に起因する定格出力の変化。
10℃当たりの変化を定格出力に対する百分率で表す（%R.O./10℃）。

【最大印加電圧】

変換器の特性を変化させることなく加えられる最大の印加電圧（V）。

【入力端子間抵抗】

標準試験温度において、無負荷で出力端子を開いた状態のもとで測定する入力端子間抵抗（ Ω ）。

【ひずみゲージ】

ひずみの大きさを電気抵抗の変化にする素子。

UNIPULSE

Unique Sensors and Intelligent Indicators

