

# FlexiForce™

## ボタンセンサシリーズ ユーザガイド

### はじめに

本ガイドでは、FlexiForceボタンセンサシリーズの使用方法について説明します。本センサは試験のダイナミクスを乱さずに力を測定しようとするエンジニア、設計者及び研究者の方々にとって理想的なセンサです。本センサでは静的及び動的な力を測定でき、また、極めて薄いので被試験環境を乱さずに使用できます。

本センサは、抵抗体技術を用いています。センサに力を加えると、その力に反比例して感圧素子の抵抗が変化します。

### センサの構造

本センサは、幅14mm、長さ205mmの極めて薄い(0.208mm)フィルム状のセンサです。センサは測定範囲によって、4.4、110、440N の3タイプがあります。有効センシングエリアは、センサの先端にある直径9.5mmの円です。センサは、上下2層のポリエステルフィルムから構成されています。各々のフィルム層の上には導電材料(銀)の層があり、その上に感圧インク層があります。この2つのフィルム層は互いに接着剤でラミネートされて、センサを形成します。有効センシングエリアは、感圧インクが塗られた円形の銀層(直径9.5mm)と定義されます。銀層は、導電配線としてこのセンシングエリアと他端の接続部をつなぎます。本センサの端部には3ピンのオス型角ピンが取り付けられており、容易に回路と接続することができます。外側の2ピンのみを使用しており、中央のピンは使用していません。



オス型角ピン

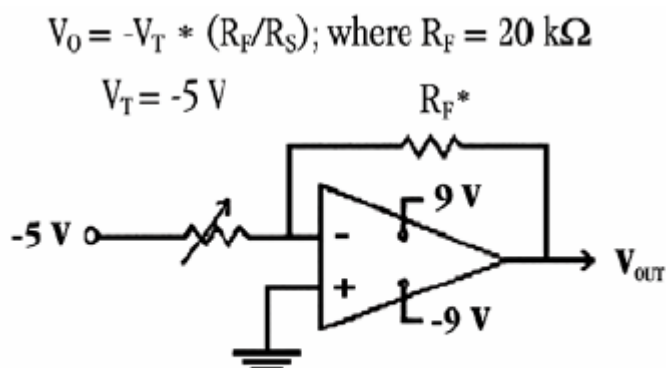
感圧部

### 適用

センサは電気回路内で抵抗器として作動します。センサが無負荷の状態では、その抵抗は非常に高くなります。センサに力を加えると、この抵抗が減少します。この抵抗は、抵抗計をセンサコネクタの外側の2本のピンと接続し検知部分に力を加えることによって読むことができます。

本センサをアプリケーションに組み込むために、多くの方法があります。一つの方法は、それを力-電圧変換回路とする方法です。出力を適切な単位付きの数値に変換するためにキャリブレーションが必要です。回路定数の設定によってセンサの感度を変更することができます。

回路例を次ページに示します。ここでは、印加電圧としてDC-5Vを使用しています。この回路では、センサ抵抗の変化を電圧に変化するためにオペアンプと固定抵抗を使用しています。この電圧の変化をデジタル出力に変更するためにA/D変換器を使用する事も可能です。この回路において、センサの感度は、抵抗(RF)を変更することによって調整することができます。抵抗値を下げるとセンサの感度は低くなり、測定できる力の範囲は広がります。



\*The range for  $R_F$  is 1 k $\Omega$  to 100 k $\Omega$

\*\*Resistance at no load is 20 M $\Omega$

### **センサを使用するにあたっての注意**

本センサを使用するにあたって気を付けるべき事項を説明します。以下に示す一般的なセンサ使用上のガイドラインは、さまざまな場面に応用でき、正確な測定結果を得るために大変役立ちます。

**重要:** センサ出力から正確な結果をいかに得るかについては、「センサ性能特性」の項をお読み下さい。

### **センサ荷重**

センサの感圧面は全体で1つの接触面として処理されます。従って、正確で再現性のある測定結果を得るためには、加えられる荷重を感圧面に対して均一に分布させる必要があります。感圧面上で荷重の分布が変化した場合、出力も変化することがあります。ここで、感圧面はセンサ先端の銀電極部(銀色の丸い部分)のみであることに注意して下さい。また、センサへの荷重は常に同じ条件で行って下さい。

加重される範囲が感圧面よりも狭い場合、可能な限り分布を均一にするために、荷重を感圧面の端にかけないようにして下さい。感圧面内に全ての荷重を加え、感圧面以外の部分に荷重がかからないようにすることが重要です。

加重される範囲が感圧面よりも広い場合、「パック(平らな円盤)」を使用する必要があります。「パック」には、感圧面よりも小さく、ある程度硬い板を用います。この「パック」を感圧面内に置き、その上に全荷重を加えるようにします。「パック」は感圧面の端にかからないようにする必要があります。

本センサは、センサ面に垂直な力を測定するように作られているため、剪断力を測定する用途には推奨できません。このような測定を行った場合、センサの寿命が短くなり、測定の再現性も低下します。万一、センサに剪断力が加わる用途で使用する場合、柔らかい素材のものでセンサを保護する必要があります。

センサを測定面に装着する必要がある場合、可能ならばテープを使用して下さい。接着剤を使用する場合は、センサ表面(ポリエステル)を劣化させないことを確認して下さい。また、感圧面には接着剤を用いないようにして下さい。もし、どうしても必要なときには可能な限り均一に塗るようにして下さい。接着剤が均一に塗られていない状態で測定を行った場合、荷重が均一にならず、正しい測定ができなくなる可能性があります。

### **飽和**

センサに加える力を増加させていったとき、センサの出力抵抗がもはや変化しなくなる力を飽和力と呼びます。この飽和力は、弊社で決めたセンサに加えることができる最大の荷重であり、センサ自身あるいはパッケージに記載しています。前記の「適用」の回路例では、センサの飽和力(最大荷重)は、参照抵抗  $R_F$  に関係し、この参照抵抗を変化させることに回路のゲイン(感度)を変えることができます。参照抵抗を小さくすると回路のゲイン(感度)は小さくなり、測定力範囲は大きくなります。試験時に、センサを飽和させないことは重要なことです。

### **センサのならし**

正確な圧力測定を行うためには、キャリブレーションや測定の前にセンサを圧力に「ならす」必要があります。「ならし」には、ドリフトやヒステリシスの影響を少なくする効果があります。「ならし」は、新しいセンサや、長い間使われていなかったセンサに対して行うと効果的です。

センサのならしは、センサに測定荷重の 110% に相当する圧力を加え、センサを安定化させ、その荷重を取り除くことによって行います。このプロセスを 4 ~ 5 回繰り返して下さい。このときの圧力の加わる接触面は、キャリブレーションや実際の測定時と同じである必要があります。

### **キャリブレーション**

キャリブレーションは、センサの電気出力をグラムやニュートンなどの工学単位に変換するための手段です。

キャリブレーションでは、センサに既知の力を加え、センサ出力とこの力の関係を求めます。この操作は、試験で使用される荷重範囲の数点で行ってください。荷重ゼロの点とこれらの既知のキャリブレーション荷重の間で線形補間を行って、センサ出力範囲に対応する実際の力範囲を求めることができます。

センサをキャリブレーションするときには、次のガイドラインにしたがってください。

- ・センサ使用時に加えられると予想される荷重を、重りや試験装置(材料試験機など)を使って加えてください。
- ・キャリブレーション時には、飽和に近い荷重をセンサに加えることは避けて下さい。
- ・正確な力の読みを得るために、感圧面には均一に分布した荷重をかけて下さい。感圧面で荷重分布が変化すると、出力の読みはわずかに変化することがあります。
- ・キャリブレーション時の荷重分布に関しては「センサ荷重の注意」の項のガイドラインにしたがって下さい。

### **センサ性能特性**

本センサには、測定結果に影響を与える多くのセンサ特性があります。以下では、これらのセンサ特性について述べ、その影響を軽減する方法について説明します。

### **繰り返し性**

繰り返し性とは、センサが繰り返し加えられる力に対してどの程度同じ応答を返せるかを示す性能です。本センサでは、「ならし」を行うことによって繰り返し性を向上させることができます。これは、加重、抜重の繰り返しによって生じるセンサ応答の変化量を少なくするために行うものです。「ならし」を行うことによって、センサは 5% 以内の繰り返し性を示します。ならしは、測定しようとする荷重の 110% の圧力を 4 ~ 5 回センサに加えることによって行います。「センサのならし」の項で示した手順に従って下さい。

### **直線性**

直線性とは、センサの全測定範囲における加えられた力に対するセンサの応答(デジタル出力)であり、理想的には直線になります。しかし、実際にはこの直線からのズレが生じ、このズレがセンサの非直線性になります。本センサでは、直線性は  $\pm 5\%$  です。

### **ヒステリシス**

同じ力を加えたときに加重方向と抜重方向でセンサの出力に差が生じますが、その差をヒステリシスといいます。静的な力やただ力が増加していくだけで減少しない用途では、ヒステリシスの影響は最小となります。荷重の増減を含む用途では、キャリブレーションでは考慮できないヒステリシスの影響による誤差が生じます。ヒステリシスは、「ならし」が行われたセンサでは、フルスケールの 50%の力において、フルスケールに対して 4.5% 以下になります。

### **ドリフト**

一定の力がセンサに加えられているときのセンサの出力の時間的変化をドリフトといいます。一定の力が加えられ続けるとセンサの抵抗は徐々に減少し、出力は増加します。センサをキャリブレーションするときには、その影響を最小化するために、ドリフトを考慮することが重要になります。最も簡単な解決方法は、「荷重を加えて実際に測定を始める時間」と、「荷重を加えてキャリブレーションを始める時間」を同じにすることです。本センサでは、ドリフトは対数時間当たり3%以下になります。

### **温度特性**

本センサの動作範囲は  $-10 \sim 70$  で温度変化による出力の変化は、 $\pm 0.36\%$  / 以内です。精度を確保するために、実際に使用される温度でキャリブレーションを行って下さい。

### **耐久性・寿命**

センサの寿命はその用途に依存します。鋭いエッジによる荷重や剪断力を測定するような厳しい条件で使用されるのであれば、センサは繰り返し使用することができません。25kgf程度(50ポンド)の力の場合、100万回以上使用できます(弊社試験条件による)。

センサを不注意に取り扱くと寿命は短くなります。例えば、フランジに測定のたびに繰り返し装着されたセンサは、長い間荷重をモニタするためにフランジに取り付けられたままのセンサよりも寿命は短くなります。センサを装着するときには、センサにしわ、折れ、傷などの測定に影響を及ぼすようなものがないかどうか目視で確認して下さい。

また、センサの感圧面をきれいに保つことも正確な測定を行うには重要なことです。感圧面に付着物があると、不均一な荷重状態となり、低い加圧力にもかかわらず、センサが飽和することがあります。