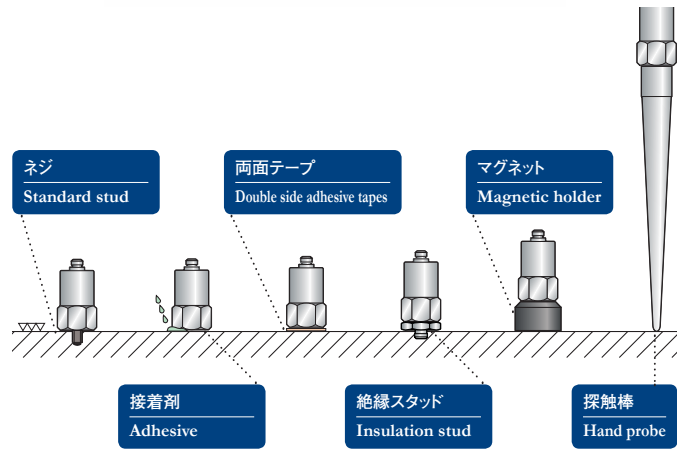


# 取り扱い方法 / 用語解説

## Installation method / Glossary

加速度センサを振動体に取り付けると一つの振動系が形成され、その系の固有共振周波数が決まります。これを接触共振周波数と呼びます。接触共振周波数は加速度センサの取り付け面と振動体の面との固定方法や接触状態によってさまざまに変化します。加速度センサを固定するうえで最も重要なことは、センサ底面と振動体表面を完全に密着させることです。

Mounting an accelerometer to a vibrating object creates a vibrating system with its own resonant frequency known as the mounted resonant frequency. The mounted resonant frequency will vary, depending on the method used to mount the accelerometer to the object and the state of contact. In mounting the accelerometer to the object, the most important thing is to stik the sensor base to the surface of the object exactly.



### ネジ固定 Standard stud mount

上仕上げ面にシリコングリースを介し、規定のトルクで締め付けるのが、最も理想的な固定方法であり、加速度センサの持つ性能を最大限に発揮することが出来ます。

シリコングリースを用いなかったり、測定面の仕上げが粗い場合には接触共振周波数は低下します。

The ideal mounting method is to apply silicone grease to the finished surface, and tighten the screw to the specified torque to maximize the performance of the accelerometer. If silicone grease is not used, or if the finish of the surface where the measurement is taken is rough, then the mounted resonant frequency will decrease.

### 接着剤固定 Adhesive mount

上仕上げ面に接着剤で固定した場合、接着時の条件がよければネジ固定に近い性能を得ることができます。

If adhesion conditions are good when the sensor is mounted, then a performance similar to that of standard stud mount can be achieved.

### 両面テープ固定 Double side adhesive tape mount

振動周波数が低く、振幅が小さい場合はセンサを一時的に固定する方法として便利な方法です。

貼り付け条件さえよければ10kHz付近まで計測することができます。

This is a suitable method to temporarily mount the sensor when the vibration frequency and amplitude are low. If the adhesion conditions are good, measurements of vibrations around 10 kHz are possible.

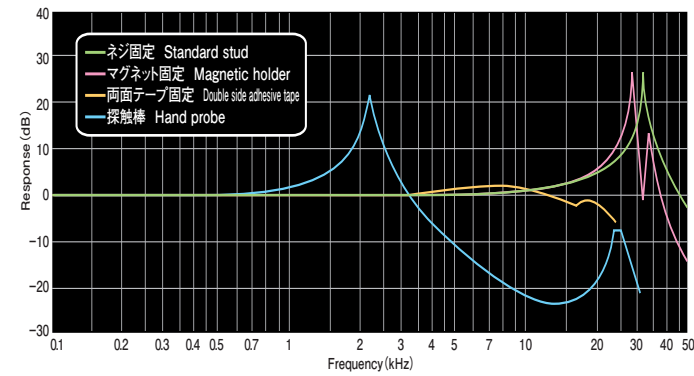
マグネット固定は加速度センサを被測定物から電気的に絶縁するため、ノイズの影響を小さくすることができます。取り付け条件さえよければネジ固定に近い特性が得られます。

Non-insulated accelerometers may be affected by the ground loop noise. Since the insulation stud electrically insulates the accelerometer from the surface being measured, the affects of the noise can be reduced. If the attachment condition is good, characteristics close to those achieved in standard stud mount may be obtained.

A magnetic holder may be used if the object being measured is made of a metal that magnets will stick onto. This form of mount should only be used as a temporary means for preliminary measurements; nevertheless, if the surface conditions of the object are good, a performance can be achieved that is very close to that obtained by coating the surface with silicone grease and mounting a sensor by a standard stud.

This approach is used when there is no space to mount a stud or if the accelerometer cannot be mounted. If a 100 mm stainless steel probe is used, the measurable range of frequencies is 1 kHz or less. This method is quite practical for vibration measurement in the lower frequencies.

代表周波数特性 Typical frequency characteristics



### 絶縁スタッド固定 Insulation stud mount

非絶縁型の加速度センサはグラウンドループによるノイズの影響を受ける場合があります。

絶縁スタッドは加速度センサを被測定物から電気的に絶縁するため、ノイズの影響を小さくすることができます。取り付け条件さえよければネジ固定に近い特性が得られます。

Non-insulated accelerometers may be affected by the ground loop noise. Since the insulation stud electrically insulates the accelerometer from the surface being measured, the affects of the noise can be reduced. If the attachment condition is good, characteristics close to those achieved in standard stud mount may be obtained.

### マグネット固定 Magnetic holder mount

被測定物が磁石に吸着する金属でできている場合、マグネットホルダーを使用することができます。

あくまでも予備計測等の簡易的な固定方法となりますが、取り付け面の表面状態が良い場合には、シリコングリースを塗布することでネジ固定にかなり近い特性が得られます。

A magnetic holder may be used if the object being measured is made of a metal that magnets will stick onto. This form of mount should only be used as a temporary means for preliminary measurements; nevertheless, if the surface conditions of the object are good, a performance can be achieved that is very close to that obtained by coating the surface with silicone grease and mounting a sensor by a standard stud.

### 探触棒 Hand probe mount

ネジ固定できないような狭い場所や、加速度センサを取り付けられない場合には探触棒を用います。

100mmのステンレス製探触棒を使用した場合、計測可能な周波数範囲は1kHz以下となりますが、低域周波数の振動計測には十分実用になります。

This approach is used when there is no space to mount a stud or if the accelerometer cannot be mounted. If a 100 mm stainless steel probe is used, the measurable range of frequencies is 1 kHz or less. This method is quite practical for vibration measurement in the lower frequencies.

### 標準締付トルク Standard tightening torque

センサ取付時に過大な締付力を加えると、内部の接着破断が起こる場合があるので、適正なトルクにて締付けて下さい。

If excessive torque is applied when mounting the sensor, gluing shearing may occur inside the sensor. Be sure to apply the correct torque.

取付ネジ Mounting thread	M3	M4	M5	10-32	M6	M8
標準締付トルク(N・m) Standard tightening torque (Nm)	0.6	1.6	3.0	3.0	5.0	12.0

### 電荷感度 (pC/m/s<sup>2</sup>)

圧電体に力が加わると電荷がチャージされます。その電荷量そのもので表示された値を電荷感度といいます。電荷感度は容量性負荷の影響を受けないためケーブルの長さが変わっても感度は変化しません。電荷感度で振動を計測する場合はチャージアンプを使用し、チャージアンプは電荷を電圧に変換します。

### 電圧感度 (mV/m/s<sup>2</sup>)

一般的にはアンプ内蔵型加速度センサの感度のことを指します。センサにアンプを内蔵していますので、信号は電荷ではなく電圧として出力します。一方、電荷出力型(アンプ非内蔵)加速度センサに電圧アンプを用いる場合も電圧感度と言います。しかし、その場合は次式の様にケーブル容量の影響を受け、ケーブルが長くなるに従い感度が低下しますのであまり実用的ではありません。

$$V = Q / (Cd + Cc)$$

V: 電圧感度、Q: 電荷感度、Cd: センサの静電容量、Cc: ケーブルの静電容量

### 共振周波数

共振現象は構成する部品の境界部で発生し、圧電型加速度センサの場合は主に①検出素子部②センサ取り付け部(接触共振)で発生します。故に、精度よく計測するためには、測定周波数とセンサの「周波数範囲」を考慮する必要があります。また、②の接触共振はセンサと被測定面の接触状態や固定方法によっても変化します。センサの感度が大きいほど共振周波数は低くなりますが、センサの検出構造や形状等によっても異なります。

### 周波数範囲

加速度センサで測定可能な振動周波数範囲をいいます。当社の加速度センサには100Hz～60kHz範囲の周波数特性チャートが添付されています。但し、保証範囲は校正装置の特性から100Hz～15kHzとしています。15kHz以上については共振周波数の確認や、その他の異常判定用としての参考データとして用いています。低域遮断周波数(fc)はアンプとの時定数によって決まります。

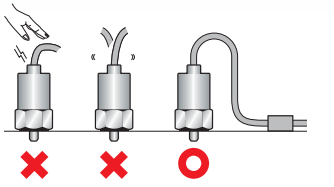
### 最大使用加速度(測定範囲)

圧電型加速度センサのダイナミックレンジは大変広く、上限は最大使用加速度まで直線性があります。下限は理論的ノイズレベルまで下がりますが、その前に測定系のノイズレベルや外来ノイズによって制限を受けることになります。従って、低いレベルの振動計測を行う場合は、計測システム全体にわたって高いS/N比を確保することが大切です。アンプ内蔵型加速度センサの場合、内蔵アンプの最大出力電圧から最大使用加速度が決まりますが、特に注意すべきことは飽和現象です。たとえ最大使用加速度の範囲内の振動であっても、加速度センサの共振周波数成分を含んでいる場合は飽和してしまうことがあります。

### 信号ケーブルの取り扱い Signal cable

コネクタ及び信号ケーブル取り出し口に無理な力が加わる状態や、信号ケーブルが大きく振動した状態で使用すると、十分な性能が得られないばかりか、最悪の場合信号ケーブルの断線やコネクタの破損の恐れがあります。信号ケーブルは被測定物に固定する等して、無理な応力が加わらない状態で使用してください。

If excessive force is applied to the connector and the point where the signal cable exits the sensor, or if the signal cable is allowed to wiggle or vibrate excessively then performance will be impaired. In extreme cases, the cable may break or the connector may be damaged. Be sure to fix the cable to the object being measured and make sure that excessive force is not applied to the cable when in use.



### 耐衝撃性

物理的衝撃に対する限界値。

### 最大横感度(クロストーク)

一般の圧電型加速度センサには、感度が最大となる軸が1つあり、それを主軸感度と呼びます。本来、他の軸では感度がゼロとなるはずですが、センサ製作上の僅かな誤差により、他の軸でも出力が発生します。これをクロストークと呼びます。通常クロストークは主軸感度に対する最大横軸感度との百分率で表します。

### 絶縁抵抗

通常、①加速度センサ(プリアンプ非内蔵)の出力端子間、②絶縁型加速度センサのケース-信号(-)間の絶縁抵抗をいいます。出力端子間の絶縁抵抗が湿気等により低下すると、チャージアンプの動作や特性に影響を及ぼす可能性があります。ケース-信号(-)間の絶縁抵抗が低下するとグラウンドループノイズの影響を受けやすくなります。

### 温度による感度変化

圧電型加速度センサの温度特性は一般的に温度が上昇するに従い、電荷感度、静電容量は増加し、電圧感度は低下します。主に使用している圧電セラミックスの特性に依存しますが、その他の構成部品によっても変化率は異なります。

### パイロ電気感度(温度トランジェント効果)

圧電セラミックスは焦電センサ用素子と同じ組成(ペロブスカイト結晶)であり、温度変化に対し電荷が発生するので、数Hz以下の測定には注意が必要です。

### ベース歪み感度

加速度センサのケースに外部より応力が加わったり、取り付け面にベンディングモードの歪が存在する場合、圧電素子取り付け面に変位が伝達し、ノイズとしての電荷が生じます。

### グラウンドループノイズ

グラウンドループによるノイズは計測システムのアースが2点以上でなされている場合に発生します。これは、各アース間に若干の電位差があるために計測システム内にアース電流が循環するというものです。これを防ぐにはシステム全体を1点でアースすることです。そのためには加速度センサに絶縁型のものを使用するか、絶縁スタッド等を使用します。

### センサの質量について

測定対象物の振動モードが変化することを防ぐために、センサは対象物の1/10以下の質量のものを選んで下さい。

### ■ Charge sensitivity (pC/m/s<sup>2</sup>)

When a force is applied to the piezoelectric element, a electric charge accumulates. The value that expresses the quantity of the charge is called the charge sensitivity. Since the charge sensitivity is unaffected by the capacitance load, sensitivity does not vary with changes in the length of the cable. When charge sensitivity is used to measure vibration, a charge amplifier is used. The charge amplifier converts charge into voltage.

### ■ Voltage sensitivity (mV/m/s<sup>2</sup>)

The voltage sensitivity generally indicates the sensitivity of accelerometers that have built-in amplifiers. In these types of sensor, there is an amplifier inside the sensor, so the sensor outputs a voltage signal instead of a charge signal. On the other hand, when an accelerometer that does not have a built-in amplifier is used together with a voltage amplifier, the vibration is measured by the voltage output, then this output is also called the "voltage sensitivity." However, this later method is affected by the cable capacitance shown in the following formula. As the cable length increases, the sensitivity decreases, making this approach impractical.

$$V = Q / (C_d + C_c)$$

V: voltage sensitivity, Q: charge sensitivity, C<sub>d</sub>: sensor capacitance, C<sub>c</sub>: cable capacitance

### ■ Mounted resonant frequency

Resonant phenomena occur at the boundaries of components. In the case of piezoelectric accelerometers, resonance occurs chiefly at ① the detector element and ② the sensor mountings (Mounted resonant frequency). In other words, to measure vibration properly, you need to consider the frequency being measured and the "frequency range" of the sensor. The mounted resonant frequency in ② above differs according to the state of contact between the sensor and the surface being measured, and the method of attachment. The relationship between the mounted resonant frequency (f<sub>o</sub>) and the voltage sensitivity (S<sub>v</sub>), the larger the voltage sensitivity, the lower the mounted resonant frequency; however, since this is influenced by both the structural designs of the sensor and the shape.

### ■ Frequency response

The frequency response expresses the range of frequencies of vibrations that the accelerometer is capable of measuring. Our accelerometers are delivered together with a chart showing the frequency characteristics in the range of 100 Hz to 60 kHz. Please note that the guaranteed range is 100 Hz to 15 kHz, due to the characteristics of the calibrating equipment. Frequencies of 15 kHz or higher are used as reference data in checks for mounted resonant frequencies or the diagnosis of other anomalies. Lower cut-off frequency (f<sub>c</sub>) is determined by capacitance and amp's input impedance.

### ■ Maximum acceleration (measurement range)

The dynamic range of piezoelectric accelerometers is extremely wide, and possesses linearity up until the maximum acceleration that they can be used to measure. The lower limit will depend on the theoretical noise level. However, before the sensor output falls down, the limit is reached due to the noise level of the measuring system and external noise. When measuring low-level vibrations, it is important to maintain a high S/N ratio across the entire measuring system.

For accelerometers that have built-in amplifiers, the maximum acceleration that they can be used to measure depends on the maximum output voltage of their internal amplifier, but be wary of saturation. For example, even if the vibration is within the maximum measurable range, the vibration which contains the resonance frequency component may lead to saturation.

### ■ Shock limit

Limit value against physical shocks

### ■ Transverse sensitivity (Cross-talk)

Piezoelectric accelerometers generally have one axis that is the most sensitive to acceleration; this is known as the main axis of sensitivity; however, sensor has sensitivity on the other axis with a slight error during manufacture. It called cross-talk. Generally, cross-talk is expressed as a percentage of the maximum horizontal axial sensitivity with respect to the main axis of sensitivity.

### ■ Insulation resistance

Generally, ① in accelerometers (those without internal amplifiers) there is insulation resistance between the output terminals. ② In insulated accelerometers, there is insulation resistance between the case and signal ground. Insulation resistance between the output terminals is lowered by humidity, and can influence the behavior and characteristics of the charge amplifier. When the insulation resistance that occurs between the case and signal ground of insulated accelerometers is low, the sensor is more easily affected by ground loop noise.

### ■ Sensitivity change with temperature

Generally, as the temperature increases, the charge sensitivity and the capacitance of piezoelectric accelerometers increase, and the voltage sensitivity decreases. The percentage change differs, depending on the material used in the piezoelectric ceramics, and the composition of the other components.

### ■ Pyroelectric sensitivity (Transient temperature effects)

Since piezoelectric ceramics have the same composition as the elements used in pyroelectric sensors (perovskite crystal), they produce an electric charge in response to changes in temperature; therefore care should be taken when using piezoelectric accelerometers to measure several Hz or less.

### ■ Base strain sensitivity

If an accelerometer's base is subjected to external stress, or if there are bending mode strains in the surface that the sensor is attached to, then the piezoelectric element mounting may be deformed, creating noise in the form of an electric charge.

### ■ Ground loop noise

Noise from the ground loop may occur if there are two or more earths in the measuring system. This is caused by the slight potential differences between the earths, which means that there is an earth current circulating inside the measuring system. To eliminate this noise source, the system must have only one earth. This can be achieved either by using insulated accelerometers or using insulated studs.

### ■ About weight of accelerometer

To prevent the vibration mode change of the measurement object, need to select accelerometer weight less than 1/10 of the measurement object.