

LFM-A Compact 6-Component Force Transducer Instruction Manual

Thank you for purchasing LFM-A Compact 6-Component Force Transducer (hereinafter referred to as the LFM-A). Read carefully this Instruction Manual before using the LFM-A.

In addition, please keep this Instruction Manual near at hand to be used when necessary.

1. Symbols Used in The Instruction Manual

Important items that affect safety and instructions relating to LFM-A functions are indicated with symbols specified below. Be sure to read the instructions accompanied by these symbols.



WARNING

Improper operation of the LFM-A may result in death or severe injury of the operator or other person nearby. Be sure to read the instructions accompanied by this symbol.



CAUTION

Improper operation of the LFM-A may result in injury of the operator or other person nearby. Be sure to read the instructions accompanied by this symbol.

CAUTION

Improper handling may result in breakdown or damage to the LFM-A. To ensure correct operation, be sure to read the instructions accompanied by this symbol.

2. Safety Precautions



WARNING

- The LFM-A may break and fall if a load exceeding the rated load is applied. Install safety measures to prevent accidental fall due to overload.
- If the mounting screws are loosened, the LFM-A may fall and cause injury. Be sure to confirm that the mounting screws are securely tightened.



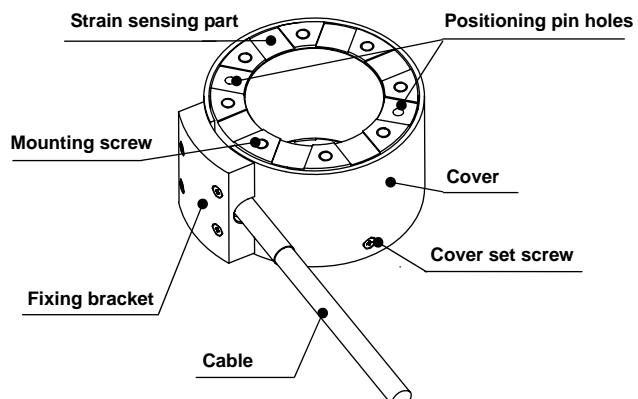
CAUTION

- Be careful not to overload the LFM-A when installing or taking measurement.

CAUTION

- Do not disassemble the LFM-A.
- Avoid dew condensation on the LFM-A.
If condensation is formed on the LFM-A, promptly dry the LFM-A.
- Do not bend the cable near the cable outlet.
- If the LFM-A is used in an environment affected by vibration, fix the LFM-A cable near the fixing bracket to prevent vibration transfer to the LFM-A.
- The LFM-A is not in waterproof or dripproof structure. Do not allow the LFM-A come in contact with water or oil. Also, avoid using the LFM-A in a dusty environment.

3. Parts Names and Principal Functions



(1)Mounting screw holes

Install the LFM-A using the screw holes provided on the top and bottom (P.C.D. 52 mm, 8-M4, depth 5) of the LFM-A.

(2)Positioning pin holes

Two pin holes ($\varnothing 3H7$) are provided at the same P.C.D. 52-mm positions as screw holes. Use these pin holes to align the centers of the equipment and the LFM-A. Pin holes are provided on the top and bottom of the LFM-A.

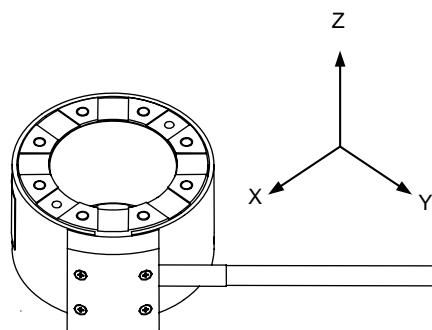
Use the accessory parallel pins ($\varnothing 3g6$ (-0.002), length 8) or purchase commercially available parallel pins.

(Equivalent product)

SKFA-GG3-P3.00-L3-B4.5-E0.5-A45 (MISUMI made)

(3)Loading direction

Determine the force detecting direction of the LFM-A by using the positioning pin holes as reference. Connect the 2 pin holes on one side of the LFM-A to provide the X-axis, and specify the fixing bracket side as the positive direction. Consequently, the side where cover set screws are located becomes the negative direction.



KYOWA

4. Installation

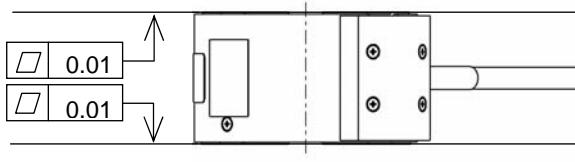
4.1 Prior to Installation

Before installing the LFM-A, take note of the following points.

- Precautions on overload**
Do not apply load exceeding the safe overload on the LFM-A. Applying such an excessive load may cause damage to the LFM-A. If impact load is applied, a force several times larger than the applied load acts upon the LFM-A. Pay due attention and handle the LFM-A with special care during work.

b. Flatness of the mounting surface of the measuring target

Since the LFM-A is installed on the measuring target by means of surface contact, uneven contact surface may affect the characteristics of the LFM-A. To prevent adverse effects on the LFM-A, it is recommended that the flatness of the mounting surface contacted with the LFM-A should be adjusted to 0.01 mm or less with ø64 mm in outer diameter and ø42 mm in inner diameter.



c. Mounting accuracy

The LFM-A is designed to detect 6-component force based on the coordinates of 3 reference axes (X, Y and Z-axes). If the LFM-A is not installed by perfectly aligning its coordinates with the coordinates of the measuring target, measured values may have a margin of error. For example, misalignment of 1 degree around the Z-axis generates an interference of approx. 1.7% in component forces FX and FY. Therefore, the LFM-A must be accurately installed in position to ensure accurate measurement.

d. Material of the measuring target

If the material of the measuring target on which the LFM-A is installed is different from the LFM-A, the difference between the linear expansion coefficient of the 2 may change the zero point. At this time, take care to keep the temperature at the time of installation as it is during the measurement.

<Linear expansion coefficient>

LFM-A-3KN: $10.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

LFM-A-1KN: $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

4.2 Installation Method

When installing the LFM-A on the measuring target, use the positioning pin holes to determine the force detecting direction. Check the positional relation between the LFM-A force detecting direction and pin holes.



CAUTION

- When machining the equipment, take special care for the strength of the equipment. If the machine processed equipment does not have sufficient strength, it may break and fall during use or cause unexpected accident.

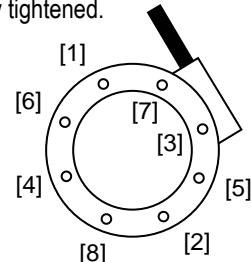
4.3 Screw Tightening

Install 2 parallel pins on each side of the LFM-A and tighten them with 8 hexagonal socket head bolts. If the operating environment is affected by vibration and bolts are likely to loosen, apply commercially available sealant to the bolts. If it is required to reduce the zero drift, apply commercially available adhesive (Recommended: LOCTITE 242) on the mounting surface. Do not allow the adhesive to contact the screw holes.

CAUTION

- If location of the mounting holes are misaligned or the bolts are not inserted vertically, the screw holes of the LFM-A may be damaged.

Tighten the bolts using a torque wrench, etc. The recommended tightening torque is 4.6 N·m for the LFM-A-3KN and 3.0 N·m for the LFM-A-1KN. Do not tighten the bolts with the specified torque in one go, but tighten them in diagonal pairs. Tighten one bolt, then tighten the bolt on the diagonally opposite side, and repeat this 3 times or so until both bolts are securely tightened.



Tighten the bolts in diagonal pairs.

| | First tightening | Second tightening | Tightening torque |
|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|
| LFM-A-1KN | 1.0 N·m | 2.5 N·m | 3.0 N·m |
| LFM-A-3KN | 2.0 N·m | 4.0 N·m | 4.6 N·m |

CAUTION

- Be sure to observe the specified tightening torque. If the tightening torque is smaller than the specified torque, the measurement accuracy of the LFM-A may be decreased or the mounting screws may become loose during use. On the other hand, applying excessive tightening torque may damage the threads of the LFM-A and render it unusable.

5. Cable Connection

Connect the LFM-A cable to the measuring device.

| C H | Wire color | Symbol | Circuit |
|-----|------------|--------|------------|
| F 1 | Orange | - | Input (+) |
| | Gray | - | Output (-) |
| | Orange | - | Input (-) |
| | Gray | - | Output (+) |
| M 1 | White | - | Input (+) |
| | Yellow | - | Output (-) |
| | White | - | Input (-) |
| | Yellow | - | Output (+) |
| F 2 | Pink | - | Input (+) |
| | Orange | -- | Output (-) |
| | Pink | -- | Input (-) |
| | Orange | -- | Output (+) |
| M 2 | Gray | -- | Input (+) |
| | White | -- | Output (-) |
| | Gray | -- | Input (-) |
| | White | -- | Output (+) |
| F 3 | Yellow | -- | Input (+) |
| | Pink | -- | Output (-) |
| | Yellow | -- | Input (-) |
| | Pink | -- | Output (+) |
| M 3 | Orange | --- | Input (+) |
| | Gray | --- | Output (-) |
| | Orange | --- | Input (-) |
| | Gray | --- | Output (+) |
| F 4 | White | --- | Input (+) |
| | Yellow | --- | Output (-) |
| | White | --- | Input (-) |
| | Yellow | --- | Output (+) |
| M 4 | Pink | --- | Input (+) |
| | Orange | --- | Output (-) |
| | Pink | --- | Input (-) |
| | Orange | --- | Output (+) |

6. Output/Conversion

The LFM-A outputs 8 strain components F1 to F4 and M1 to M4.

- Measuring ranges are set as follows:

F1 to F4: 5000 $\mu\text{m}/\text{m}$ (or more)

M1 to M4: 10000 $\mu\text{m}/\text{m}$ (or more)

Take measurement using a constant voltage measuring instrument within the recommended excitation voltage range. To obtain accurate and safe measurement, change the measuring ranges to appropriate levels while conducting the measurement.

The measured outputs are converted into outputs of 6-component forces by the following equations:

$$\varepsilon_{fx} = -(F1 - F3)$$

$$\varepsilon_{fy} = -(F2 - F4)$$

$$\varepsilon_{fz} = -(M1 + M2 + M3 + M4)$$

$$\varepsilon_{mx} = M1 - M3$$

$$\varepsilon_{my} = M2 - M4$$

$$\varepsilon_{mz} = -(F1 + F2 + F3 + F4)$$

Next, interference correction is made. The calculated outputs of the 6-component forces are processed with a calibration constant matrix to obtain physical values of 6-component forces (loads FX, FY and FZ and moments MX, MY and MZ).

$$\begin{pmatrix} FX \\ FY \\ FZ \\ MX \\ MY \\ MZ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Calibration constant matrix } 6 \times 6 \text{ matrix} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{fx} \\ \varepsilon_{fy} \\ \varepsilon_{fz} \\ \varepsilon_{mx} \\ \varepsilon_{my} \\ \varepsilon_{mz} \end{pmatrix}$$

The accessory CD-ROM contains calibration constant matrix data as well as an Excel file for simplified output conversion designed to convert outputs from the LFM-A into loads/moment (This file is created using Microsoft Corporation's Microsoft Excel).

7. Excel File for Simplified Output Conversion

This Excel file is used to calculate physical values from strain outputs of the LFM-A. By entering strain outputs of 8 components, physical values of 6-component forces can be obtained through calculations. See the following steps to use this file.

- (1) Input a calibration constant matrix.

Input a calibration constant matrix in the "Calibration Constant Matrix" sheet. The calibration constant matrix of the LFM-A is written in the accessory CD-ROM in advance.

| Calibration constant matrix | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | aFx | aFy | aFz | aMx | aMy | aMz | |
| Fx | 0.895348 | 0.006833 | -0.000253 | -0.022062 | 0.178861 | 0.001358 | |
| Fy | -0.009918 | 0.830854 | -0.005703 | -0.186231 | -0.014620 | -0.000876 | |
| Fz | 0.002733 | 0.002206 | 0.840763 | 0.006126 | -0.000426 | 0.009777 | |
| Mx | -0.000271 | 0.003161 | 0.000047 | 0.018050 | 0.000003 | -0.000021 | |
| My | -0.003215 | -0.000322 | -0.000006 | -0.000006 | 0.017804 | -0.000024 | |
| Mz | 0.000109 | -0.000022 | 0.000312 | 0.000029 | 0.000083 | 0.013611 | |

Model LFM-A-3KN
Serial No. 123456789

- (2) Convert into physical values

Enter the desired data (Unit: $\mu\text{m}/\text{m}$) of the LFM-A outputs you want to convert in the "Data Conversion Software" sheet and then, click the Execute of Conversion button.

| Data Conversion Software | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| MODEL LFM-A-3KN | | | | | | | |
| Serial No. 123456789 | | | | | | | |
| Insert data here: <input type="text"/> | | | | | | | |
| Execute of Conversion <input type="button"/> | | | | | | | |
| Output Data Value | | | | | | | |
| CH | F1 μe | F2 μe | F3 μe | F4 μe | M1 μe | M2 μe | M3 μe |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 17 | 325 | -46 | -332 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 17 | 325 | -46 | -332 |
| -1755 | 65 | 1639 | 70 | 17 | 325 | -46 | -332 |
| -1755 | 65 | 1639 | 70 | 17 | 324 | -46 | -331 |
| -1755 | 65 | 1638 | 70 | 17 | 324 | -46 | -331 |
| -1755 | 65 | 1638 | 70 | 18 | 324 | -46 | -331 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 325 | -46 | -332 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 325 | -46 | -332 |
| -1755 | 63 | 1637 | 70 | 18 | 327 | -46 | -333 |
| -1755 | 64 | 1637 | 70 | 18 | 327 | -46 | -333 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 327 | -46 | -333 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 326 | -46 | -332 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 326 | -46 | -332 |
| -1755 | 65 | 1638 | 71 | 18 | 325 | -46 | -332 |

The converted physical values are displayed.

8. Precautions for Storage and Inspection

If the indicated value is unstable or abnormal, check the LFM-A is correctly and securely connected to the measuring device, and also check the LFM-A is used according to the specified instructions. If no abnormality was found, check the following items on the LFM-A.

- (1) Check bridge resistance with a tester, etc.

The input resistance and output resistance should be in a range of $350 \Omega \pm 3\%$.

- (2) Check insulation resistance between the LFM-A mainbody and any cable conductor wires except the shield wire with a tester, etc. Do not use a Megger for the measurement.

The insulation resistance should be $100 \text{ M}\Omega$ or more (Measurement voltage: 50 V or less).

If any of the above measured value is abnormal, contact KYOWA or our representative.

9. Specifications

(1) Weight: LFM-A-1KN Approx.160 g (LFM-A body only)

LFM-A-3KN Approx.360 g (LFM-A body only)

(2) Rated capacity: (See the next page.)

(3) Safe overload: 150%

(4) Nonlinearity: Within $\pm 0.5\%$ RO *1

(5) Hysteresis: Within $\pm 0.5\%$ RO *1

(6) Interference: 1.5% RO or less *1

(7) Recommended excitation voltage: 1 to 5 VAC or VDC

(8) Safe excitation voltage: 12 VAC or VDC

(9) Input/output resistance: $350 \Omega \pm 3\%$

(10) Temperature compensation range:

0 to $+60^\circ\text{C}$ (Non-condensing)

(11) Safe temperature range: -10 to $+70^\circ\text{C}$ (Non-condensing)

(12) Temperature effect on zero balance: Within $\pm 0.05\%$ RO/ $^\circ\text{C}$

(13) Temperature effect on output: Within $\pm 0.05\%$ / $^\circ\text{C}$

(14) Protection code: IP40 (Not to be wetted)

(15) Cable: 0.11mm², 16-paired twisted shield cable, Cable length: Approx. 55 cm, Outer diameter: 6.6 mm, Bare at the end (32 conductors)

*1: Items (4) to (6) indicate characteristic values after interference correction.

* The above characteristic values are measured and obtained using KYOWA's calibrator under KYOWA's standard conditions.

● Accessories Included in the Package

Test data sheet 1

Warranty 1

Instruction Manual 1

CD-ROM 1

Parallel pins 4 ($\varnothing 3$ g6, length 8)

Loading direction label 2

(Reference)

If the Excel file for simplified output conversion does not function properly, change the security setting in Excel as follows:

Tools → Options → Security → Macro Security → Low

(Excel data display)

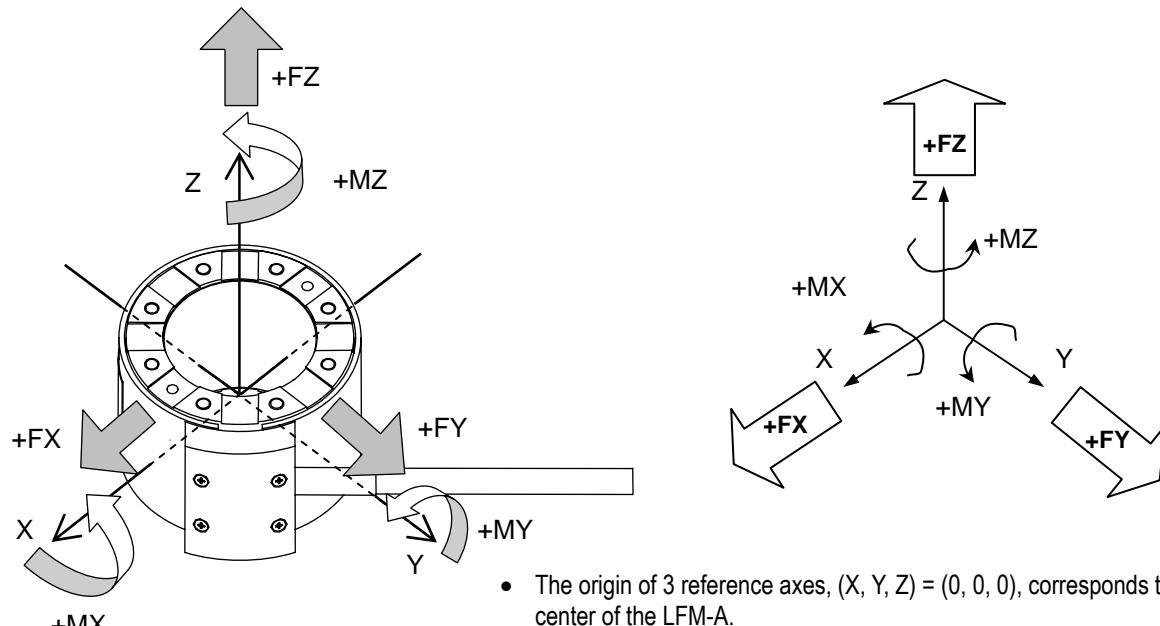
If your PC is not provided with Japanese font function, Excel data is garbled. Considering the users not to become troubled, Excel data in the Instruction Manual is translated purposely into English.

- Rated Capacity, Rated Output, Natural Frequency

| Model | Top: Rated capacity / Bottom: Rated output | | | | Natural frequency |
|-----------|--|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | FX, FY | FZ | MX, MY | MZ | |
| LFM-A-1KN | 1kN | 1kN | 50N · m | 25N · m | Approx. 5kHz |
| | 1.5 mV/V or more | 1.8 mV/V or more | 4.0 mV/V or more | 2.4 mV/V or more | |
| LFM-A-3KN | 3kN | 3kN | 100N · m | 50N · m | Approx. 5kHz |
| | 1.6 mV/V or more | 1.6 mV/V or more | 2.4 mV/V or more | 1.6 mV/V or more | |

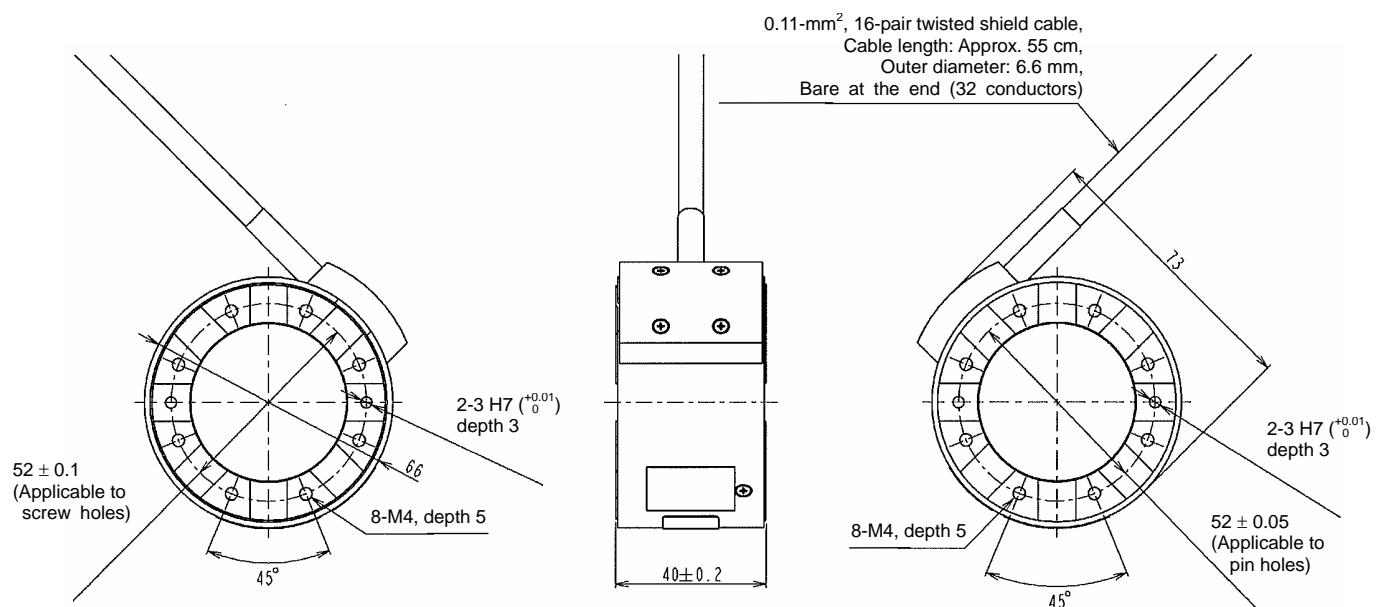
Note) The above values are 6-component force outputs converted from 8-component outputs.

10. Load Directions and Outputs



- The origin of 3 reference axes, (X, Y, Z) = (0, 0, 0), corresponds to the center of the LFM-A.
- The above are load directions applied when the bottom side of the LFM-A (where cover set screws are located) is fixed.

11. Outside View



KYOWA

URL <http://www.kyowa-ei.com>

L FM-A 小型6分力計一取扱説明書

このたびは本製品をお買い上げいただきまして、ありがとうございます。ご使用の前には本書を必ず、お読み下さい。また、お読みになったあとは、いつでも見られるところに必ず保管して下さい。

1. 取扱説明書中のマークについて

ご使用の方の安全確保に関する重要な事項や機能確保に関する事項にはマークを付けて記載していますので、必ずお読み下さい。

警告 取扱を誤った場合、人体に重大な悪影響を及ぼす恐れがあります。必ずお読み下さい。

注意 取扱を誤った場合、人体に悪影響を及ぼす恐れがあります。必ずお読み下さい。

注意 故障しないようにするための注意や正しく動作させるための注意を記載しています。必ずお読み下さい。

2. 安全上のご注意

警告

- 定格負荷を超える荷重がかかると破断し落下する恐れがあります。落下防止用の安全装置を取り付けてください。
- 取付部のボルトが緩むと離脱落下の恐れがあります。緩みのないことを必ず確認してください。

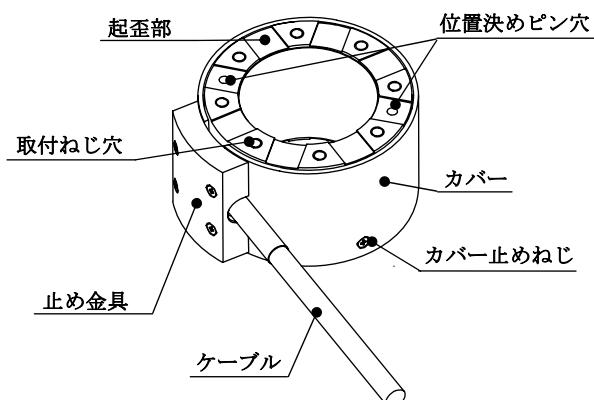
注意

- 過負荷に注意して取付・測定を行って下さい。

注意

- 変換器は分解しないで下さい。
- 本変換器を結露させないで下さい。
結露してしまった場合はすみやかに乾燥させて下さい。
- ケーブルをケーブル引き出し口付近で曲げないで下さい。
- 振動環境下で変換器を使用する場合は、変換器のケーブルを止め金具付近でを固定し、振動止めを施して下さい。
- 防水・防滴構造ではありませんので水・油をかけないで下さい。また、粉塵環境下に置かないで下さい。

3. 各部の名称と主な機能



(1) 取付ねじ穴

本変換器の上下面にあるねじ穴(P.C.D. 52mm, 8-M4 深さ 5)を使用して取り付けを行ってください。

(2) 位置決めピン穴

ねじ穴と同じ P.C.D. 52mm の位置に 2箇所のピン穴(Φ 3 H 7)を使用して、装置と変換器のセンター位置合わせを行います。ピン穴は上下面ともについています。

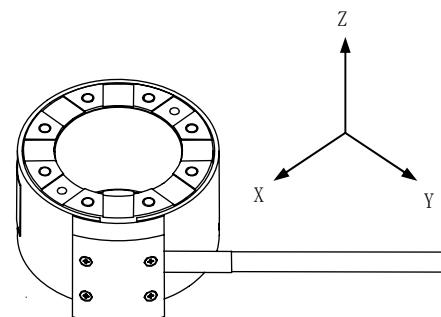
付属の平行ピンΦ 3 g 6 (^{-0.002} _{-0.008}) 長さ 8 を使用するか、市販の平行ピンをご用意下さい。

(同等市販品)

株式会社ミスミ : SKFA-GG3-P3.00-L3-B4.5-E0.5-A45

(3) 負荷方向

位置決めピン穴を基準にして、変換器の検出方向を決定します。片面のピン穴どうしを結ぶ線を X 軸とし、止め金具のある側をプラス側とします。Z 軸はカバー止めねじのある側をマイナス側とします。



4. 取付

4.1 取付前に

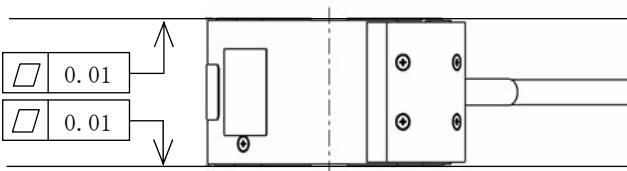
変換器の取り付け前に、以下の点にご注意下さい。

a. 過負荷への注意

取付の際、変換器には許容過負荷以上の負荷を加えないでください。許容過負荷以上の負荷を加えると、変換器は破損することがあります。また衝撃力が働くと、数倍の力が変換器に加わります。十分に注意して、慎重に作業を行なってください。

b. 被測定体の取付面の平面度

変換器は面接触で取付対象物に取り付けるので、接触面に凹凸があると、変換器の特性に影響をおよぼす恐れがあります。したがって、変換器が当たる外径 φ 64mm、内径 φ 42mm の範囲の取り付け面は、平面度 0.01mm 以下を推奨します。



c. 取付精度

6 分力計は変換器の基準 3 軸 (X, Y, Z 軸) 座標をもとに 6 分力を検出します。取付の際、被測定体の座標と変換器の座標にずれがあると測定値に誤差が生じます。例えば、Z 軸まわりに 1 度のずれがあると FX、FY の分力に約 1.7% の干渉が生じます。したがって、精度よく計測するには取付位置の精度が重要となります。

d. 取付対象物の材質

取付の対象が変換器と異なる場合、両者の線膨張係数の差から零点が変化します。この場合は取付時の温度のまま一定に保つようにしてください。

〈線膨張係数〉 LFM-A-3KN : $10.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

LFM-A-1KN : $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

4.2 取付の方法

位置決めピン穴を使用し、取付対象物に変換器を取り付けるときの検出方向を決定します。変換器の検出方向とピン穴位置の関係を確認してください。



注意

●装置側の加工を実施する際には、装置自体の強度に配慮してください。加工後強度が不足すると、使用中に破断・落下等の思わぬ事故原因となる場合があります。

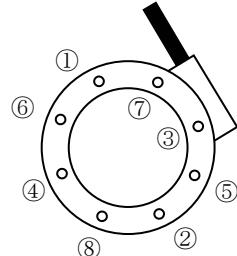
4.3 ネジ締結

片側 2 本の平行ピンを取り付けて、8 本の 6 角穴付きボルトで締め付けます。使用環境に振動があり、ボルトのゆるみの危惧がある場合はボルト部に市販のゆるみ止め剤を塗布してください。零点漂動を小さくする必要がある場合、取付面に市販の接着剤(推奨品:LOCTITE 242)を塗布してください。接着剤はねじ穴に付着させないで下さい。

注 意

●取付穴の位置がずれていたり、ボルトが垂直に入っていないと、変換器のねじ穴を破損する恐れがあります。

トルクレンチ等を使用して締め付けます。締め付けトルクは LFM-A-3KN は推奨締め付けトルク 4.6N·m、LFM-A-1KN は 3.0N·m です。ボルトは 1 度で締め付けず、3 回程度に分けて対角に締め付けるようにしてください。



対角に締め付て下さい。

| | 1回目締め付け | 2回目締め付け | 3回目締め付け |
|-----------|---------|---------|---------|
| LFM-A-1KN | 1.0 N·m | 2.5 N·m | 3.0 N·m |
| LFM-A-3KN | 2.0 N·m | 4.0 N·m | 4.6 N·m |

注 意

●指定の締め付けトルクは必ず守ってください。

締め付けトルクが指定の値より小さいと変換器の測定精度が落ちたり、使用中に取付ねじが緩む原因となります。過大な締め付けトルクでは変換器のねじ部を破損して使用不可能となります。

5. ケーブル接続

変換器のケーブルを計測機器に接続して下さい。

| CH | 被覆色 | マーク | 回路 |
|-----|-----|-------|----------|
| F 1 | 橙 | — | 赤 入力 (+) |
| | 灰 | — | 黒 出力 (-) |
| | 橙 | — | 黒 入力 (-) |
| | 灰 | — | 赤 出力 (+) |
| M 1 | 白 | — | 赤 入力 (+) |
| | 黄 | — | 黒 出力 (-) |
| | 白 | — | 黒 入力 (-) |
| | 黄 | — | 赤 出力 (+) |
| F 2 | 桃 | — | 赤 入力 (+) |
| | 橙 | — — | 黒 出力 (-) |
| | 桃 | — | 黒 入力 (-) |
| | 橙 | — — | 赤 出力 (+) |
| M 2 | 灰 | — — | 赤 入力 (+) |
| | 白 | — — | 黒 出力 (-) |
| | 灰 | — — | 黒 入力 (-) |
| | 白 | — — | 赤 出力 (+) |
| F 3 | 黄 | — — | 赤 入力 (+) |
| | 桃 | — — | 黒 出力 (-) |
| | 黄 | — — | 黒 入力 (-) |
| | 桃 | — — | 赤 出力 (+) |
| M 3 | 橙 | — — — | 赤 入力 (+) |
| | 灰 | — — — | 黒 出力 (-) |
| | 橙 | — — — | 黒 入力 (-) |
| | 灰 | — — — | 赤 出力 (+) |
| F 4 | 白 | — — — | 赤 入力 (+) |
| | 黄 | — — — | 黒 出力 (-) |
| | 白 | — — — | 黒 入力 (-) |
| | 黄 | — — — | 赤 出力 (+) |
| M 4 | 桃 | — — — | 赤 入力 (+) |
| | 橙 | — — — | 黒 出力 (-) |
| | 桃 | — — — | 黒 入力 (-) |
| | 橙 | — — — | 赤 出力 (+) |

6. 出力・換算

本変換器はF1～F4, M1～M4 のひずみ値を8成分出力します。

・測定レンジ F 1～F 4 : 5000×10^{-6} ひずみ(以上)

M 1～M 4 : 10000×10^{-6} ひずみ(以上)

に設定します。推奨印加電圧の範囲で定電圧測定器を使用して測定を行って下さい。測定を行なうながら適切な測定レンジに変更すれば、安全に正確な測定が可能です。

測定した出力を下記の式によって演算し、6分力の出力値に換算します。

$$\varepsilon_{fx} = -(F1 - F3)$$

$$\varepsilon_{fy} = -(F2 - F4)$$

$$\varepsilon_{fz} = -(M1 + M2 + M3 + M4)$$

$$\varepsilon_{mx} = M1 - M3$$

$$\varepsilon_{my} = M2 - M4$$

$$\varepsilon_{mz} = -(F1 + F2 + F3 + F4)$$

次に干渉補正を行います。算出した6分力の出力値と校正係数行列より、6分力の物理量（荷重 FX, FY, FZ、モーメント MX, MY, MZ）に変換します。

$$\begin{pmatrix} FX \\ FY \\ FZ \\ MX \\ MY \\ MZ \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{校正係数行列} \\ 6 \times 6 \text{ 行列} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{fx} \\ \varepsilon_{fy} \\ \varepsilon_{fz} \\ \varepsilon_{mx} \\ \varepsilon_{my} \\ \varepsilon_{mz} \end{pmatrix}$$

なお、付属のCD-ROMには校正係数行列データと、変換器からの出力値を荷重・モーメントに変換する簡易出力値変換エクセルファイル（このファイルはMicrosoft corporationのMicrosoft Excelを使用して作成したものです。）が収納されています。

7. 簡易出力値変換エクセルファイル使用法

本ファイルは変換器のひずみ出力値から物理値を計算するエクセルファイルです。8成分のひずみ出力値を入力し、演算する事で6分力の物理値を求めることができます。使用方法は以下の通りです。

(1) 校正係数行列の入力

「校正係数行列」シートに校正係数行列を記入します。

なお、付属のCD-ROMには当該変換器の校正係数行列があらかじめ記入されています。

| 校正係数行列(Calibration constant matrix) | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | aFx | aFy | aFz | aMx | aMy | aMz |
| Fx | 0.935348 | 0.006833 | -0.000283 | -0.022062 | 0.178861 | 0.001358 |
| Fy | -0.009918 | 0.930854 | -0.005703 | -0.186231 | -0.014620 | -0.000876 |
| Fz | 0.002373 | 0.002206 | 0.840763 | 0.006126 | -0.000425 | 0.009777 |
| Mx | -0.000271 | 0.003161 | 0.000047 | 0.018060 | 0.000003 | -0.000021 |
| My | -0.003215 | -0.000322 | -0.000006 | -0.000006 | 0.017804 | -0.000024 |
| Mz | 0.000109 | -0.000022 | 0.000312 | 0.000029 | 0.000083 | 0.013611 |

型式 LFM-A-3KN
製造番号 123456789

(2) 物理値への変換

「データ変換ソフトウェア」シートに変換する変換器の出力値のデータ系列(単位: $\times 10^{-6}$ ひずみ)を記述し「変換実行」ボタンを押します。

| データ変換ソフトウェア | | | | | | |
|-------------|----|------|----|------|-----|-----|
| 出力データ範 | | | | 変換実行 | | |
| CH | F1 | F2 | F3 | F4 | M1 | M2 |
| | | | | | | |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 17 | 325 | -46 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 17 | 325 | -46 |
| -1755 | 65 | 1639 | 70 | 17 | 325 | -46 |
| -1755 | 65 | 1639 | 70 | 17 | 324 | -46 |
| -1755 | 65 | 1638 | 70 | 17 | 324 | -46 |
| -1755 | 65 | 1638 | 70 | 18 | 324 | -46 |
| -1755 | 65 | 1638 | 70 | 18 | 325 | -46 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 325 | -46 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 325 | -46 |
| -1755 | 63 | 1637 | 70 | 18 | 327 | -46 |
| -1755 | 64 | 1637 | 70 | 18 | 327 | -46 |
| -1755 | 64 | 1637 | 70 | 18 | 327 | -46 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 326 | -46 |
| -1755 | 64 | 1638 | 70 | 18 | 326 | -46 |
| -1755 | 65 | 1638 | 71 | 18 | 326 | -46 |

物理値に変換したデータ系列が表示されます。

8. 保管上の注意および点検

指示値が不安定、異常な場合は、測定機器との接続が正しく確実であるか、また使用上の注意が守られているか確認の上、変換器について下記の点検を行って下さい。

(1) テスター等でブリッジ抵抗を確認してください。

入力抵抗、出力抵抗は $350\Omega \pm 3\%$ 以内。

(2) 変換器本体とシールド線を除くいずれかのケーブル心線との絶縁抵抗をテスター等で確認してください。測定にはメガは絶対に使用しないで下さい。

絶縁抵抗 $100M\Omega$ 以上 (測定電圧 50V 以下)

上記測定値に異常がある場合は、弊社までご連絡ください。

9. 仕様

(1) 質量 LFM-A-1KN 約 160g (本体のみ)

LFM-A-3KN 約 360g (本体のみ)
(次ページに示す)

(2) 定格容量 150%

(3) 許容過負荷 $\pm 0.5\%R_0$ 以内 *1

(4) 非直線性 $\pm 0.5\%R_0$ 以内 *1

(5) ヒステリシス 1.5%R0 以下 *1

(6) 干渉度 1.5%R0 以下 *1

(7) 推奨印加電圧 1~5V AC または DC

(8) 許容印加電圧 1.2V AC または DC

(9) 入出力抵抗 $350\Omega \pm 3\%$

(10) 温度補償範囲 0 ~ +60°C (ただし結露無きこと)

(11) 許容温度範囲 -10 ~ +70°C (ただし結露無きこと)

(12) 零点の温度影響 $\pm 0.05\%R_0 / ^\circ\text{C}$ 以内

(13) 出力の温度影響 $\pm 0.05\% / ^\circ\text{C}$ 以内

(14) 保護構造 IP40 (水濡れ不可)

(15) ケーブル 0.11mm^2 ,
16ペアツイストシールド、
ケーブル長さ約 55cm、外径 6.6mm、
先端むきだし(32心)

* 1 : (4)～(6)項は、干渉補正後の特性値です。

* 上記特性値は弊社校正機を使用し、弊社標準条件で測定した値による。

● 付属品

検査成績書 1部

保証書 1部

取扱説明書 1部

CD 1枚

平行ピン 4個 ($\phi 3\text{ g }6$ 長さ 8)

方向銘板シール 2枚

(参考) 簡易出力値変換エクセルファイルが正常に動作しない場合、

以下の方法でエクセルのセキュリティ設定を変更して下さい。

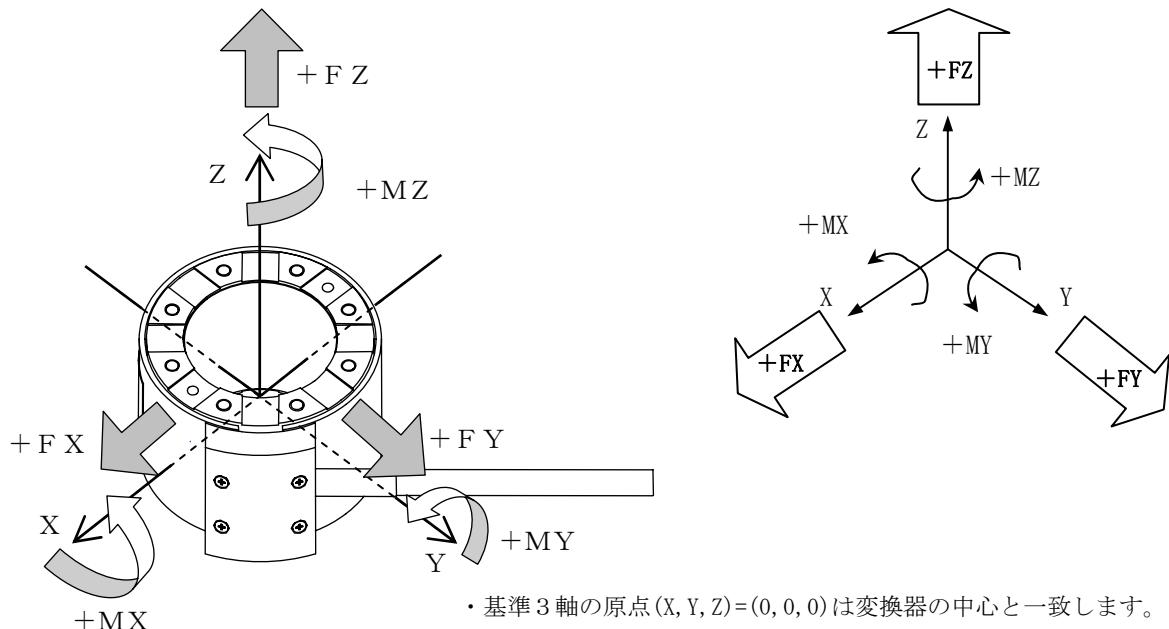
ツール → オプション → セキュリティ → マクロ セキュリティ → 低

●定格容量・定格出力、固有振動数

| 型式名 | 上：定格容量、下：定格出力 | | | | 固有振動数 |
|-----------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| | FX, FY | FZ | MX, MY | MZ | |
| LFM-A-1KN | 1kN | 1kN | 50N・m | 25N・m | 約 5 kHz |
| | 1.5 mV/V 以上 | 1.8 mV/V 以上 | 4.0 mV/V 以上 | 2.4 mV/V 以上 | |
| LFM-A-3KN | 3kN | 3kN | 100N・m | 50N・m | 約 5 kHz |
| | 1.6 mV/V 以上 | 1.6 mV/V 以上 | 2.4 mV/V 以上 | 1.6 mV/V 以上 | |

注) 8成分出力から6分力出力に換算した値です。

10. 荷重方向と出力



11. 外観

