

ひずみゲージ

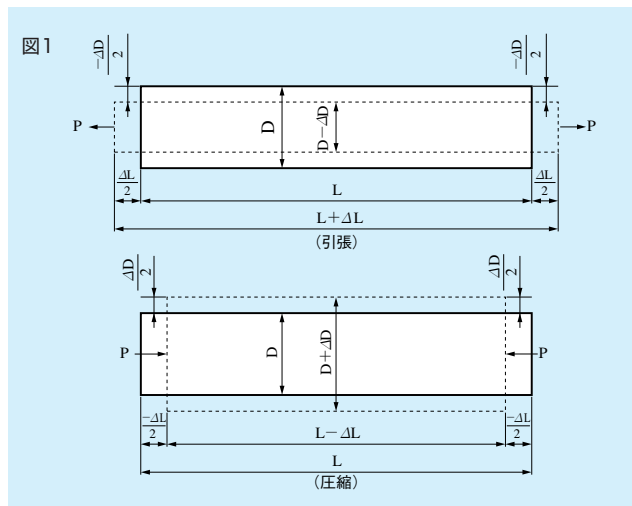
ひずみゲージは機械的な寸法の微小な変化(ひずみ)を電気信号として検出するセンサで、材料や構造物の表面に接着してひずみを測定すれば、強度や安全性を知ることができます。このため、機械、自動車などの移動体、電気、電機、土木建築、医学、食品などの各業界で使用されています。

また、力、圧力、加速度、振動、変位、トルクなどのセンサの受感素子としても応用され生産ラインなどの計測・制御用としても使用されています。

弊社はひずみゲージをわが国で初めて(1951年)生産を開始してからの技術と経験をもとに性能の優れた、環境に適合した品種を多数製造しています。

■ひずみ、応力、ポアソン比

材料に引張力Pを加えると、これに対応した応力 σ が材料内部に発生します。材料は応力に比例した断面の収縮とともに伸びが発生し、力を加える前の長さLは ΔL だけ伸びます(図1の上)。



このときの両者の伸びの比率をひずみとよび

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

ϵ : ひずみ

L : 力を与える前の長さ

ΔL : 変形長さ

と表されます(引張りひずみ)。なお、圧縮力を加えると、ひずみは

$$\epsilon = \frac{-\Delta L}{L}$$

となります(圧縮ひずみ、図1の下)。

例えば、長さ100mmの材料が引張力を受けて0.01mm変形したときは

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.01}{100} = 0.0001 = 100 \times 10^{-6}$$

したがって、ひずみは無名数で、数値の後に $\times 10^{-6}$ ひずみ、 $\times 10^{-6}$ 、 $\mu\epsilon$ 、 $\mu\text{m}/\text{m}$ などをつけてあらわされています。弊社では、ひずみを「 $\times 10^{-6}$ ひずみ」と表示し、読みはマイクロひずみです。

材料に加えられた力によって内部に発生した応力とひずみの間には、フックの法則により

$$\sigma = E \epsilon$$

σ : 応力

E : 弾性係数

ϵ : ひずみ

の式で表されます。この式からひずみに弾性係数を乗することで応力が求められます。引張力Pを加えたとき材料は軸方向に伸びるに従って、直角方向は縮みます。軸方向の伸びを縦ひずみ、直角方向の縮みを横ひずみといい、縦ひずみと横ひずみの比の絶対値をポアソン比といい、

$$\nu = \left| \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \right| \quad \nu : \text{ポアソン比}$$

$$\epsilon_1 : \text{縦ひずみ } \frac{\Delta L}{L} \text{ または } -\frac{\Delta L}{L} \quad (\text{図1})$$

$$\epsilon_2 : \text{横ひずみ } -\frac{\Delta D}{D} \text{ または } \frac{\Delta D}{D} \quad (\text{図1})$$

となります。ポアソン比は材料によって異なります。主な材料の縦弾性係数、ポアソン比は工業材料の機械的性質(P.11-6)を参照してください。

■ひずみゲージの原理

金属材料は、その金属固有の抵抗値をもっていますので、外部から引張力(圧縮力)を加えられると伸び(縮み)、その抵抗値は増加(減少)します。金属材料にひずみが増えたとときRであった抵抗値が ΔR だけ変化したとすれば、次の関係が成り立ちます。

$$\frac{\Delta R}{R} = K_s \cdot \frac{\Delta L}{L} = K_s \cdot \epsilon$$

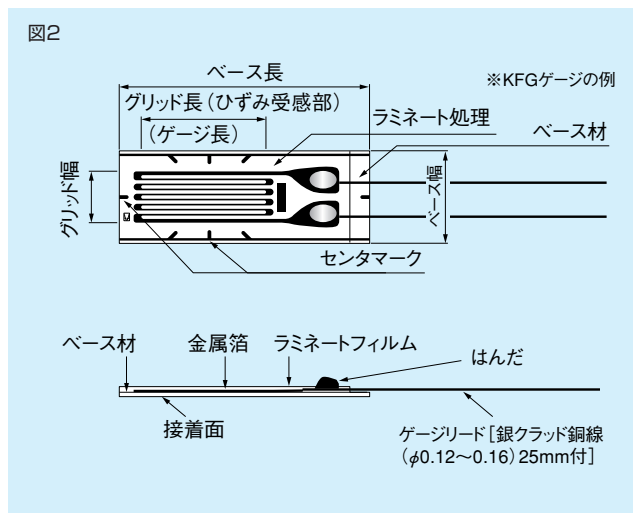
K_s はゲージ率といい、ひずみゲージの感度を表す係数で、一般用のひずみゲージで使われている銅・ニッケル系やニッケル・クロム系合金ではほぼ2です。

■ひずみゲージの種類

ひずみゲージには、箔ひずみゲージ、線ひずみゲージ、半導体ひずみゲージなどがあります。

■ひずみゲージの構造

ひずみゲージは、薄い樹脂の電気絶縁体上に格子状の金属箔をフォトリソで製作されたものに引出線であるゲージリードが取り付けられたものです。その構造を図2に示します。



ひずみゲージを被測定箇所専用接着剤で接着します。被測定箇所に発生したひずみは、ひずみゲージのベースを介してひずみ受感部に伝達されます。ひずみを精度よく測定するためには、被測定材料・使用温度など使用条件に合ったひずみゲージと接着剤を選択する必要があります。ひずみゲージを金属に接着する方法は、ひずみゲージの接着法と防湿処理(P.11-13)を参照してください。

■ひずみ測定の原理

ひずみゲージは、それ単独で用いるとひずみによる抵抗の変化は極めて小さいので、図3に示すホイートストーンブリッジ回路に組み、抵抗の変化を電圧の変化に変換して測定します。図3において、各抵抗を R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 (Ω)とし、ブリッジ電圧を E (V)とすると、出力電圧 e_o (V)は

$$e_o = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} \cdot E$$

いま、抵抗 R_1 をひずみゲージとし、ひずみにより R_1 が ΔR だけ変化したとすると、

$$e_o = \frac{(R_1 + \Delta R) R_3 - R_2 R_4}{(R_1 + \Delta R + R_2)(R_3 + R_4)} \cdot E$$

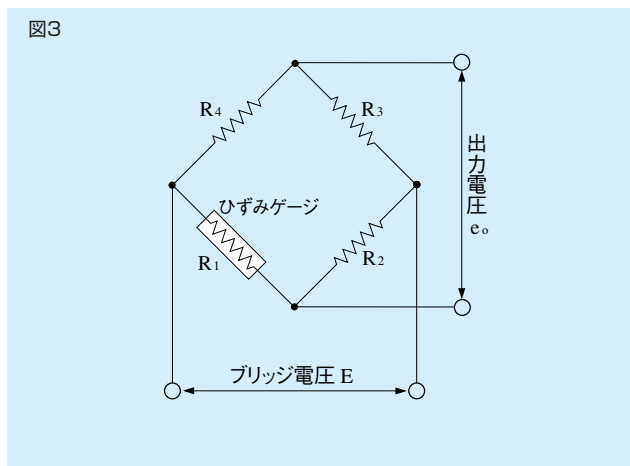
ここで、 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ とすれば、

$$e_o = \frac{R^2 + R \Delta R - R^2}{(2R + \Delta R) 2R} \cdot E$$

$R \gg \Delta R$ とみなせるので、

$$e_o \approx \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R} \cdot E = \frac{1}{4} \cdot K_s \cdot \varepsilon \cdot E$$

となり、抵抗変化分に比例した出力電圧が得られるとともに、ひずみにも比例した出力電圧が得られることになります。この微小電圧を増幅器で拡大して、アナログ出力として得たり、デジタル値として表示してひずみを測定することができます。

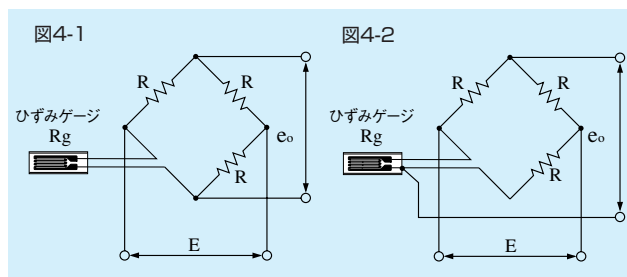


■ひずみゲージの結線法

ひずみゲージでブリッジ回路を構成する場合には、測定目的に応じて1、2、4ゲージ法があります。それぞれの結線法を図4、図5、図6に示します。なお、測定目的に応じてひずみゲージの配置、結線法、ブリッジの出力などにより多数ありますので、ひずみゲージブリッジの組み方例(P.11-11)を参照してください。

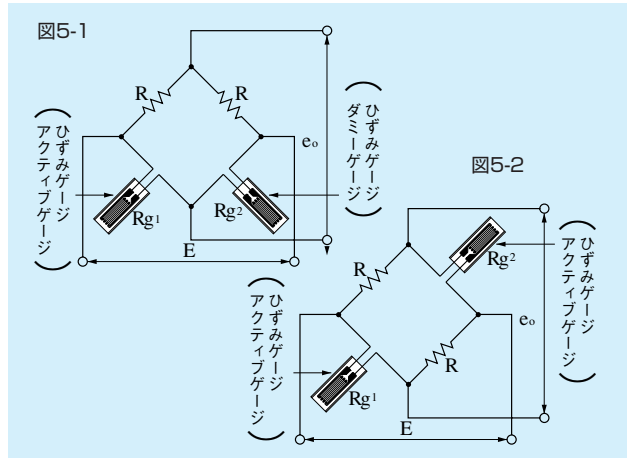
●1ゲージ法

ブリッジ回路の一辺にひずみゲージが、他の三辺に固定抵抗が接続される回路です。この方式は一般の応力・ひずみ測定に簡便なため広く行われていますが、図4-1の1ゲージ2線式ではリード線の影響を大きく受けるため、温度変化の大きい場合やリード線が長くなる場合には、図4-2の1ゲージ3線式を使用しなければなりません。1ゲージ3線式については、リード線の温度影響の補償法(P.11-9)を参照してください。



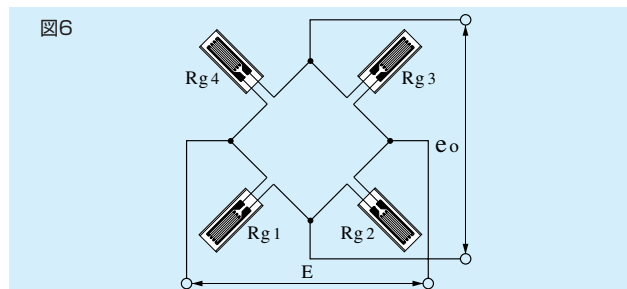
●2ゲージ法

ブリッジ回路の二辺にひずみゲージが、他の二辺に固定抵抗が接続される回路です。2枚のひずみゲージのうち1枚をアクティブゲージ、他の1枚を温度補償用のダミーゲージとするアクティブ・ダミー法(図5-1)や2枚ともアクティブゲージとする2アクティブ法があります。2アクティブ法は、測定対象以外のひずみ成分の除去などに使われますが、測定目的によって図5-1や図5-2の2通りの接続がとられますので、ひずみゲージブリッジの組み方例(P.11-11)を参照してください。



●4ゲージ法

ブリッジ回路の各辺がすべてひずみゲージで構成される回路です(図6)。この回路は、変換器(センサ)製作時の出力を大きくしたり、温度補償を向上させます。また、測定対象以外のひずみ成分の除去などに使われます。詳細はひずみゲージブリッジの組み方例(P.11-11)を参照してください。



■自己温度補償型ゲージ（セルコンゲージ®）

被測定材に接着したひずみゲージは、外力によるひずみ以外に温度変化があると、被測定材とひずみゲージ抵抗素子の線膨張係数の違いおよびひずみゲージ抵抗素子の温度による抵抗値変化の影響でみかけひずみを生じます。セルコンゲージ®は、被測定材に適合するようにひずみゲージ抵抗素子材の抵抗温度係数を調整し温度によるみかけひずみを最小にしたひずみゲージです。

弊社のひずみゲージはほとんどがセルコンゲージ®で、適合材に接着した場合、みかけひずみは10～80℃の温度範囲で± 1.8×10^{-6} ひずみ/℃以内です。なお、KFG型ゲージの自己温度補償特性は図7に示すように、使用頻度の高い20～40℃間は± 1×10^{-6} ひずみ/℃以内となっています。セルコンゲージ®の原理は、計測メモの中の自己温度補償型ゲージ（セルコンゲージ®）の原理（P.11-8）を、適用材料はひずみゲージの型式名とその読み方を参照してください。

■KFGゲージの温度による見かけひずみの特性例

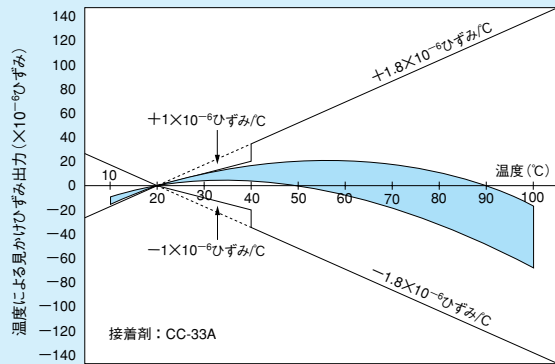


図7

■次の項目については計測メモに掲載されていますので参照してください

- ・工業材料の機械的性質
- ・材料の線膨張係数
- ・ひずみゲージによる測定例
- ・引張および圧縮応力の測定
- ・曲げ応力の測定
- ・はりのひずみの計算式
- ・軸のねじれとせん断応力の測定
- ・2線式結線法でのリード線の温度影響
- ・絶縁抵抗の影響
- ・曲面に接着したひずみゲージの抵抗値変化
- ・ゲージ率の補正式
- ・ひずみゲージの接着角度誤差の影響
- ・リード線、ケーブルを延長した場合の補正式
- ・1ゲージ法の非直線性の補正式
- ・主応力の大きさと方向の求め方（ロゼット解析）
- ・先端並列抵抗法による校正値発生法

■ひずみゲージの選び方

●測定材料、測定環境などによる選び方

- 一般応力測定用
- 複合材料・プリント基板・プラスチック・ゴム用
- 微小ひずみ測定用（半導体ゲージ）
- 高温用
- 低温用
- 抗磁性用など

●省力効果による選び方

リード線付ゲージ

このゲージは、所要の長さの平行ビニル線などのリード線が直接接続されているので、ゲージ接着作業の迅速化、省力化ができます。ゲージとリード線の接続の組み合わせなどは、各ゲージの項を参照してください。

防水ゲージ

ゲージの表面を樹脂で覆い耐水構造としたゲージで、コーティング処理が不要になります。

●ゲージ長による選び方

主な用途	ゲージ長(mm)
モルタル、コンクリートなどのひずみ測定	30～120
木材、ガラスなどのひずみ測定	5
一般金属、アクリルなどのひずみ測定	1～6
応力集中測定	0.15～2
スペースの狭い箇所のひずみ測定	0.2～1
衝撃ひずみなど速い現象でのひずみ測定	0.2～1

●ゲージ抵抗値による選び方

抵抗値	用途
60Ω	曲げ補正用
120Ω	一般応力測定用
350～1000Ω	変換器用

■参考図書

●ひずみゲージによる「ひずみ測定入門」（改定新版）

……歴史から測定まで……

関東学院大学元学長 高橋 賞

（株）共和電業相談役 河井正安 共著

ひずみゲージ、ひずみ測定の基本を平易に解説してあります。

定価 本体3,200円＋税 送料330円

出版社 〒104-0031 東京都中央区京橋2-5-21 ミハマビル

（株）大成社 電話＝03-3561-0246、FAX＝03-3563-

3360

●ひずみゲージ接着マニュアル

ひずみゲージを正しく接着していただくためのマニュアルです。

定価 1,200円（税込み）

■ひずみゲージの型式名とその読み方

抵抗値(Ω) ゲージパターン

ゲージ長(mm) 適合線膨張係数

N付はベース、グリッド幅が狭いナロータイプ

型式名 リード線の種類と長さ

KFG-2-120-C1-11 L1M3R

KFG : 汎用箔ひずみゲージ

KFGT : 温度センサ付箔ひずみゲージ

KFFR : 箔ひずみゲージ

KFW : 防水型箔ひずみゲージ

KFWS : 小型防水箔ひずみゲージ

KCW : 溶接型防水箔ひずみゲージ

KC : 線ひずみゲージ

KM : コンクリート埋込型ひずみゲージ

KMC : コンクリート埋込型線ひずみゲージ

KFRP : 複合材料用箔ひずみゲージ

KFRS : プリント基板用ひずみゲージ

KFP : プラスチック用箔ひずみゲージ

KFML : 低弾性用箔ひずみゲージ

KSP : 半導体ひずみゲージ

KSN : 自己温度補償型半導体ひずみゲージ

KSPH : 高出力型半導体ひずみゲージ

KSPL : 超直線性半導体ひずみゲージ

KHCD : カプセル型ひずみゲージ

KHCS : カプセル型ひずみゲージ

KHCM : カプセル型ひずみゲージ

KHC : カプセル型ひずみゲージ

KFU : 高温用箔ひずみゲージ

KH : 溶接型高温用箔ひずみゲージ

KFH : 高温用箔ひずみゲージ

KFL : 低温用箔ひずみゲージ

KFEM : 箔超大ひずみゲージ

KFEL : 箔大ひずみゲージ

KFN : 無誘導型箔ひずみゲージ

KFS : シールド型箔ひずみゲージ

KFF : 曲げひずみ用箔ひずみゲージ

KCH : プロテクタ付箔ひずみゲージ

KMP : プラスチック埋込型箔ひずみゲージ

KV : クラックゲージ

A1 : 単軸、片端リード、(KC、KTBゲージ)

C1 : 単軸、片端リード、(箔ゲージ)

C2 : 単軸、90°、両端リード

C3 : 単軸、0°、両端リード

C9 : 単軸、片端リード、(KFNゲージ)

C11 : 単軸、2素子厚み1mm、(KFFゲージ)

C12 : 単軸、2素子厚み2mm、(KFFゲージ)

C15 : 単軸、右、45°、剪断用、片端リード

C16 : 単軸、左、45°、剪断用、片端リード

C20 : 単軸、片端リード、(ボルト軸力用)

D1 : 2軸 0°/90°、両端リード

D2 : 2軸 0°/90°、両端リード(トルク用)

D3 : 3軸 0°/90°/45°、両端リード、平面配置

D4 : 3軸 0°/120°/240°、平面配置

D6 : 4軸 0°/30°/90°/150°

D9 : 1軸 5素子、90°

D16 : 2軸 0°/90°交叉、丸ベース

D17 : 3軸 0°/90°/45°交叉、丸ベース

D19 : 1軸 5素子、0°

D20 : 2軸 0°/90°(KFNゲージ)

D22 : 3軸 0°/90°/45°、平面貼り合わせ

D25 : 3軸 0°/90°/45°、平面配置

D28 : 3軸 0°/135°/90°、平面配置、(穿孔法用)

D29 : 2軸 0°/90°、片端リード、平面配置

D30 : 3軸 0°/90°/45°、片端リード、平面配置

D31 : 2軸 0°/90°、片端リード、(トルク)

D34 : 2軸 0°/90°、平面配置

D35 : 3軸 0°/90°/45°、平面配置

D39 : 2軸 5素子 0°/90°

E3 : 単軸、両端リード、(半導体ゲージ)

E4 : 単軸、片端リード、(半導体ゲージ)

E5 : 単軸、両端リード、ベース無し、(半導体ゲージ)

F2 : 1軸2素子、(半導体ゲージ)

F3 : 2軸、0°/90°、(半導体ゲージ)

G4 : 単軸、片端リード、(KH+G4)

G8 : 単軸アクティブダミー2素子、インコネル、(KHC用)

G9 : 単軸アクティブダミー2素子、SUS、(KHC用)

G10 : 単軸、(KCW用)

G11 : 単軸、(KHCD用)

G12 : 単軸アクティブダミー2素子、(KHCS用)

G14S : フルブリッジ、(KCW用)

G15 : 単軸アクティブダミー2素子、(KHCM用)

H1 : 単軸、(KM-30用)

H2 : 単軸、(KM-120用)

H3 : 単軸、(KMC用)

H4 : 単軸、T熱電対付、(KMC用)

J1 : 単軸、(KFS用)

1 : 複合材料用CFRPなど
アンバー(1.1)
ダイヤモンド(1.2)

3 : 複合材料用GFRPなど
ケイ素(2.3)
硫黄(2.7)

5 : 複合材料用GFRPなど
タングステン(4.5)
木材(5.0)
モリブデン(5.2)
ジルコニウム(5.4)
コパー(5.9)

6 : 複合材料用GFRPなど
28タンタル(6.6)

9 : 複合材料用CFRP、GFRPなど
チタン合金(8.5)
白金(8.9)
ソーダガラス(9.2)

11 : 普通鋼材(11.7)
SUS631(10.3)
SUS630(10.6)
鋳鉄(10.8)
ニッケルクロムモリブデン銅(11.3)
ベリリウム(11.5)
インコネル×(12.1)

13 : 耐食、耐熱合金材料用NCFなど
ニッケル(13.3)
プリント基板(13.0)

16 : ステンレス鋼 SUS304(16.2)
ベリリウム銅(16.7)
銅(16.7)

23 : 2014-T4アルミ(23.4)
黄銅(21.0)
錫(23.0)
2024-T4アルミ(23.2)

27 : マグネシウム合金(27.0)
複合材料 GFRP(35.0)

65 : アクリル樹脂(65.0)
ポリカーボネート(66.6)

適合線膨張係数 (×10⁻⁶/°C)

お客様の測定目的に応じたひずみゲージの製作も承ります。
(P.1-45)を参照してください。

注) 各項目のメニュー欄内の数値などは、任意に組み合わせることはできません。

ひずみゲージの主な特性

	品名・型式名		材 質		主な適用接着剤と 組合せたときの硬化後の 使用温度範囲(°C) (注1)	自己温度 補償範囲 (°C)	適合線 膨張係数 ×10 ⁻⁶ /°C	室温における ひずみ限界 (約%) (注2)	室温における 疲労寿命 (回数) (注3)	掲載頁
			抵抗素子	ベ ー ス						
一般 応力 測定 用	汎用箔 ひずみゲージ KFG	一般用	Cu-Ni系合金箔	ポリイミド	CC-33A -196~120 CC-36 -30~100 EP-34B -55~150 PC-6 -196~150	10~100	5, 11, 16, 23, 27	5.0	1.2×10 ⁷	1-13
		変換器の 検出素子			PC-6 -196~150 EP-34B -55~150	10~100	11, 16, 23, 27	5.0	1.2×10 ⁷	1-18
		コンクリート用			CC-35 -30~120 PC-12B -196~150	10~100	11	5.0	1.2×10 ⁷	1-25
		応力集中の 測定			CC-33A -196~120 CC-36 -30~100 EP-34B -55~150 PC-6 -196~150	10~100	11, 16, 23, 27	—	—	1-17
		残留応力の 測定			CC-33A -196~120 CC-36 -30~100 EP-34B -55~150 PC-6 -196~150	10~100	11, 16, 23, 27	—	—	1-20
		ボルトの 軸力の測定			EP-18 常温~50 EP-34B 常温~50	20~50	11	—	—	1-20
	温度センサ付箔ひずみゲージ KFGT		Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	CC-33A -10~120 CC-36 -10~100 EP-34B -10~120 PC-6 -10~120	10~100	11, 16, 23	3	1×10 ⁶	1-21
	箔ひずみ ゲージ KFR	中温域までの ひずみ測定、 変換器用	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	PC-6 -196~150 CC-33A -196~120 EP-34B -55~150	0~150	11, 16, 23	2.2	1×10 ⁶	1-21
		応力集中の 測定			PC-6 -196~150 CC-33A -196~120 EP-34B -55~150	0~150	11, 16, 23	—	—	1-22
	防水型箔ひずみゲージ KFW		Cu-Ni系 合金箔	紙基材十 フェノールエポキシ	CC-33A -10~80 CC-36 -10~80 EP-18 -10~80	10~80	11, 16, 23	2.8	3×10 ⁴	1-23
	小型防水型箔ひずみゲージ KFWS		Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	CC-33A -10~80 EP-18 -10~80	10~80	11, 16, 23	5.0	3×10 ⁴	1-24
	溶接型防水ひずみゲージ KCW		Ni-Cr系 合金箔	ステンレス鋼	(点溶接) -20~100	10~90	11	0.5	※A 1×10 ⁶	1-24
	線ひずみゲージ KC		Cu-Ni系 合金線	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -196~150 CC-35 -30~120	10~60	11	1.8	1.5×10 ⁵	1-26
	埋込型ひずみゲージ KM		Cu-Ni系 合金	アクリル	(埋め込み) -10~70	0~50	11	0.3	—	1-26
コンクリート埋込型ひずみゲージ KMC		Cu-Ni系 合金線	シリコーン	(埋め込み) 常温~70	—	—	0.3	—	1-26	
複合 材料 ・ スチ ック ・ ゴ ム 用	複合材料用箔ひずみゲージ KFRP	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	EP-34B -55~200 CC-33A -196~120	0~150	1, 3, 6, 9	2.2	1×10 ⁶	1-27	
	プリント基板用ひずみゲージ KFRS	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	CC-33A -196~120 PC-6 -196~150	-30~120	13	1.6	2×10 ⁶	1-28	
	プラスチック用箔ひずみゲージ KFP	Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	EP-34B -20~80 CC-33A -20~80 CC-36 -20~80	10~80	65	3.0	1×10 ⁶	1-29	
	低弾性用箔ひずみゲージ KFML	Cu-Ni系 合金箔	フェノールエポキシ	EC-30 0~60 CC-33A 0~60	—	—	1.0	—	1-29	
微 小 ひ ず み 測 定 用	半導体 ひずみゲージ KSP	微小ひずみの 測定	P型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100	—	—	0.3	※A 2×10 ⁶	1-30
		高感度変換器 の検出素子	P型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100	—	—	0.3	※A 2×10 ⁶	1-30
		微小ひずみの測定 2素子温度補償型	P型Si N型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100	20~70	11	0.3	※A 2×10 ⁶	1-30
	自己温度補償型半導体ひずみゲージ KSN	N型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100 EP-17 -50~120 (E5)	20~70	11, 16	0.3	※A 2×10 ⁶	1-30	
	高出力型半導体ひずみゲージ KSPH	P型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100	—	—	0.3	※A 2×10 ⁶	1-31	
	超直線性型半導体ひずみゲージ KSPL	P型Si	紙基材十 フェノールエポキシ	PC-12B -50~150 CC-33A -50~120 CC-36 -30~100	—	—	0.3	※A 2×10 ⁶	1-31	
注	<p>注1 下線のある接着剤は、室温におけるひずみ限界試験、室温における疲労寿命試験などに使用したものです。</p> <p>注2 単軸型ゲージでの代表特性例です。ひずみ限界は、引張荷重を与えたときの指示ひずみと機械ひずみとの差が、10%を越えた点の機械ひずみ。</p> <p>注3 単軸型ゲージでの代表特性例です。ひずみレベル±1500×10⁻⁶ひずみ、※A±1000×10⁻⁶ひずみ、※B±500×10⁻⁶ひずみ、※C±100×10⁻⁶ひずみ</p>									

	品名・型式名	材 質		主な通用接着剤と 組合せたときの硬化後の 使用温度範囲(°C) (注1)	自己温度 補償範囲 (°C)	適合線 膨張係数 ×10 ⁻⁶ /°C	室温における ひずみ限界 (約%) (注2)	室温における 疲労寿命 (回数) (注3)	掲載頁
		抵抗素子	ベ ー ス						
高 温 用	カプセル型ひずみゲージ KHCD	耐熱特殊合金線	耐熱金属	(点溶接) 常温~800	—	—	1.0 (800°C)	※B 1×10 ⁶ (800°C)	1-32
	カプセル型ひずみゲージ KHCS	耐熱特殊合金線	耐熱金属	(点溶接) -196~750	25~750	11、13、16	1.0 (750°C)	※B 1×10 ⁶ (750°C)	1-32
	カプセル型ひずみゲージ KHCM	耐熱特殊合金線	耐熱金属	(点溶接) -196~650	25~650	11、13、16	1.0 (650°C)	※B 1×10 ⁶ (650°C)	1-32
	カプセル型ひずみゲージ KHC 20型	Ni-Cr系 合金線	耐熱金属	(点溶接) -196~550	常温~500	11、16	0.8	※A 4×10 ⁵	1-32
	カプセル型ひずみゲージ KHC 10型						0.5	※A 4×10 ⁵	
	カプセル型ひずみゲージ KHC 5型						0.5	※A 2×10 ⁵	
	高温用箔ひずみゲージ KFU	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	PI-32 -196~350	10~300	11、16、23	1.9	※A 1.5×10 ⁵ (300°C)	1-33
	高温用箔ひずみゲージ KH	Ni-Cr系 合金箔	ステンレス鋼	(点溶接) -50~350	10~300	11、16	0.5	※B 1×10 ⁷	1-33
	高温用箔ひずみゲージ KFH	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	PC-6 -196~250 EP-34B -55~200 PI-32 -196~250	10~250	11、16、23	2.1	2×10 ⁵	1-34
低温用	低温用箔ひずみゲージ KFL	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	PC-6 -269~150 CC-33A -196~120 UC-26B -196~50	-196~50	5、11、16、23	2.2	1×10 ⁶	1-35
大 ひ ず み 測 定 用	箔超大ひずみゲージ KFEM	Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	CC-36 -20~80	—	—	20~30	—	1-36
	箔大ひずみゲージ KFEL	Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	CC-36 -10~80	—	—	15	1×10 ⁶	1-36
抗 磁 性 用	無誘導型箔ひずみゲージ KFN	Ni-Cr系 合金箔	ポリイミド	PC-6 -196~150 CC-33A -196~120	0~150	11、16、23	1	1×10 ⁴	1-37
	シールド型箔ひずみゲージ KFS	Cu-Ni系 合金箔(120Ω) Ni-Cr系 合金箔(350Ω)	銅箔	PC-6 -196~150 CC-33A -196~120 EP-34B -55~150	10~100	11、16	0.5	1×10 ⁴	1-37
内 面 ひ ず み の 測 定	曲げひずみ用箔ひずみゲージ KFF	Cu-Ni系 合金箔	アクリル	CC-33A -50~80 EP-18 -50~80 EP-34B -50~80	20~60	11、16、23	0.2	※B 4×10 ⁶	1-38
プ ク ロ タ テ 付	プロテクタ付箔ひずみゲージ KCH	Cu-Ni系 合金箔	ポリイミド	プロテクタ部スタッドボルト ひずみゲージ部 EP-34B、CC-33A -40~100	—	11	1	※A 1.2×10 ⁶	1-38
注	<p>注1 下線のある接着剤は、室温におけるひずみ限界試験、室温における疲労寿命試験などに使用したものです。</p> <p>注2 単軸型ゲージでの代表特性例です。ひずみ限界は、引張荷重を与えたときの指示ひずみと機械ひずみとの差が、10%を越えた点の機械ひずみ。</p> <p>注3 単軸型ゲージでの代表特性例です。ひずみレベル±1500×10⁻⁶ひずみ、※A±1000×10⁻⁶ひずみ、※B±500×10⁻⁶ひずみ</p>								

リード線付ゲージの選択

共和のゲージは、そのほとんどがリード線付ゲージです。このゲージを使うことにより、はんだ付け作業の必要がなくなり、ゲージ貼り作業の省力化に非常に有効です。リード線の種類と長さは、ゲージにより下表のようにそろっています。

ゲージの種類		KFG,KFR,KFRP, KFP,KFL,KFEL,KFEM		KFG,KFR,KFW,KFWS,KC, KFRP,KFP,KLM,KFEL			
		リード線の種類		2線式平行ビニル線		3線式平行ビニル線	
		 2線式 ポリエステル 銅線	 3線式 ポリエステル 銅線	 2線式平行ビニル線		 3線式平行ビニル線	
				単軸	多軸	単軸	多軸
リード線の長さ	2 cm	N2C2	N2C3				
	3	N3C2	N3C3				
	4	N4C2	N4C3				
	5	N5C2	N5C3				
	10	N10C2	N10C3				
	15	N15C2	N15C3	L15C2R	L15C2S	L15C3R	L15C3S
	30	N30C2	N30C3	L30C2R	L30C2S	L30C3R	L30C3S
	50 cm	N50C2	N50C3	L50C2R	L50C2S	L50C3R	L50C3S
	1 m	N1M2	N1M3	L1M2R	L1M2S	L1M3R	L1M3S
	2			L2M2R	L2M2S	L2M3R	L2M3S
	3			L3M2R	L3M2S	L3M3R	L3M3S
	4			L4M2R	L4M2S	L4M3R	L4M3S
	5			L5M2R	L5M2S	L5M3R	L5M3S
	6			L6M2R	L6M2S	L6M3R	L6M3S
	7			L7M2R	L7M2S	L7M3R	L7M3S
	8			L8M2R	L8M2S	L8M3R	L8M3S
	9			L9M2R	L9M2S	L9M3R	L9M3S
	10			L10M2R	L10M2S	L10M3R	L10M3S
	15			L15M2R	L15M2S	L15M3R	L15M3S
20			L20M2R	L20M2S	L20M3R	L20M3S	
25			L25M2R	L25M2S	L25M3R	L25M3S	
30 m			L30M2R	L30M2S	L30M3R	L30M3S	
リード線型式名、他		50cm、1mはツイスト線		L-6、6m以上はL-9		L-7、6m以上はL-10	
リード線被覆色				 赤 黒		 赤ライン(単独線)	

※KFEL、KFEMは2線式のみ

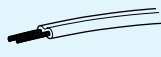
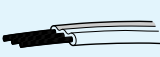

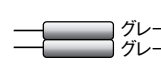

ご注文に際してはゲージ型式名の末尾に1字分あけてリード線コード名を付け加えてください。

ゲージ型式名

リード線コード名

例

KFG-2-120-C1-11 L1M3R

ゲージの種類		KFG,KFR,KFRP,KFL		KFN,KFS	KFRP,KFH,KFL	KFU,KFH	
リード線の種類							
	2線式中温用 リード線	3線式中温用 リード線	3線式 低ノイズビニル線	3線式高低温用 ふっ素樹脂被覆線	高温用リード線	3線式ガラス被覆 Niクラッド銅線	
リード線の長さ	2 cm						
	3						
	4						
	5						
	10						
	15	R15C2	R15C3	J15C3	F15C3	H15C3	B15C3
	30	R30C2	R30C3	J30C3	F30C3	H30C3	B30C3
	50 cm	R50C2	R50C3	J50C3	F50C3	H50C3	B50C3
	1 m	R1M2	R1M3	J1M3	F1M3	H1M3	B1M3
	2	R2M2	R2M3	J2M3	F2M3	H2M3	B2M3
	3	R3M2	R3M3	J3M3	F3M3	H3M3	B3M3
	4	R4M2	R4M3	J4M3	F4M3	H4M3	B4M3
	5	R5M2	R5M3	J5M3	F5M3	H5M3	B5M3
	6	R6M2	R6M3	J6M3	F6M3	H6M3	B6M3
	7	R7M2	R7M3	J7M3	F7M3	H7M3	B7M3
	8	R8M2	R8M3	J8M3	F8M3	H8M3	B8M3
	9	R9M2	R9M3	J9M3	F9M3	H9M3	B9M3
	10	R10M2	R10M3	J10M3	F10M3	H10M3	B10M3
15	R15M2	R15M3	J15M3	F15M3	H15M3	B15M3	
20	R20M2	R20M3	J20M3	F20M3	H20M3	B20M3	
25	R25M2	R25M3	J25M3	F25M3	H25M3	B25M3	
30 m	R30M2	R30M3	J30M3	F30M3	H30M3	B30M3	
リード線型式名、他	L-11	L-12	L-13	L-3	L-17		
リード線被覆色	 グレー グレー	 赤(単独線) 白 黒	 赤(単独線) 白 黒	 赤(単独線) 青 青	 黒(単独線) 黄 緑	 赤(単独線) 青 白	

KCWはP.1-24、KMはP.1-26、KHはP.1-33に掲載されています。
KFRSはP.1-28を参照してください。

リード線を別に選ばれる場合はP.1-44をご覧ください。