

# ひずみ計の取扱方法



株式会社 東京測器研究所

## 目 次

1 . 仕様及び寸法 -----	3
2 . 使用材料及び工具 -----	6
3 . 設置要領 -----	6
4 . 計算方法 -----	1 1

# 1. 仕様及び寸法

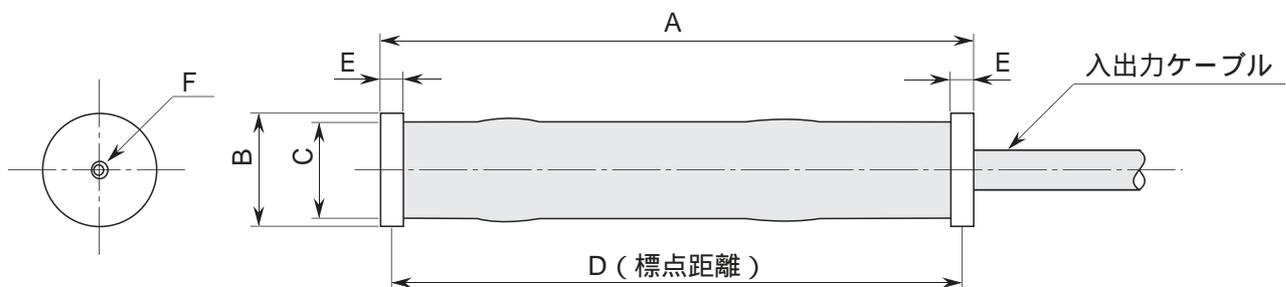
## 1.1 ひずみ計

### (1) 仕様

(表 - 1 ひずみ計仕様)

型名	KM-30	KM-50F	KM-100A	KM-100B	KM-100HB	KM-200A	KM-100AT	KM-100BT	KM-200AT
容量	±5000 × 10 <sup>-6</sup> ひずみ								
標点距離(mm)	31	50	100			200	100		200
定格出力	約2.5mV/V (5000 × 10 <sup>-6</sup> )	約4.0mV/V (8000 × 10 <sup>-6</sup> )	約2.5mV/V (5000 × 10 <sup>-6</sup> )			約5.0mV/V (10000 × 10 <sup>-6</sup> )	約2.5mV/V (5000 × 10 <sup>-6</sup> )		約5.0mV/V (10000 × 10 <sup>-6</sup> )
非直線性	1%RO								
見かけの弾性係数	40N/mm <sup>2</sup>		1000N/mm <sup>2</sup>	40N/mm <sup>2</sup>		1000N/mm <sup>2</sup>		40N/mm <sup>2</sup>	1000N/mm <sup>2</sup>
測温機能	ひずみゲージ (350 1ゲージ3線法 : 約 50 × 10 <sup>-6</sup> / )						熱電対T		
許容温度範囲	-20 ~ +60	-20 ~ +80			-20 ~ +180	-20 ~ +80			
入出力抵抗	120 2ゲージ法	350 4ゲージ法							
入出力ケーブル	2.4mm 0.04mm <sup>2</sup> 3心シールド ビニール ケーブル 2m 先端ばら線	6mm 0.35mm <sup>2</sup> 4心シールド クロロブレン ケーブル 2m 先端ばら線	9mm 0.3mm <sup>2</sup> 5心シールド クロロブレン ケーブル 2m 先端ばら線	6mm 0.3mm <sup>2</sup> 5心シールド フッ素樹脂 ケーブル 2m 先端ばら線	11.5mm 0.5mm <sup>2</sup> 5心シールド クロロブレン ケーブル 2m 先端ばら線	9mm 0.35mm <sup>2</sup> 4心シールド T熱電対組込 複合ケーブル 2m 先端ばら線	11.5mm 0.5mm <sup>2</sup> 4心シールド T熱電対組込 複合ケーブル 2m 先端ばら線		

### (2) 外観寸法図



(\*) 各標点はフランジ厚み方向のセンターとする。

(単位: mm)  
(\*)

型名	A	B	C	D	E	F	質量(g)
KM-30	34	12	約10	31	3	M3 深4	12
KM-50F	54	20	約17	50	4	M3 深6	45
KM-100A / 100B / 100AT / 100BT	104	20	約17	100	4	M3 深6	75
KM-100HB	104	20	約17	100	4	M3 深6	80
KM-200A / 200AT	205	28	約23	200	5	M5 深8	220

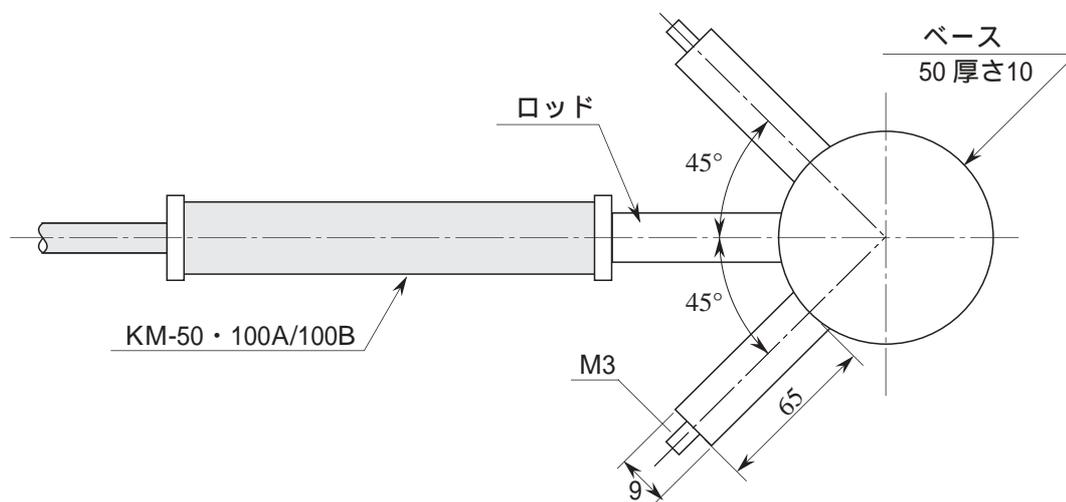
(\*) 重量は本体のみでケーブルは含まない

(図 - 1 ひずみ計外観寸法図)

1.2 ひずみ計用関連製品

(1) スパイダ KMF - 41 (平面用)、KMF - 42 (三次元用)

構造物の平面や三次元応力を測定するために、ひずみ計を決められた方向に正しく埋設するために利用する治具である。



(単位:mm)

[ KMF - 41 - 3 ]

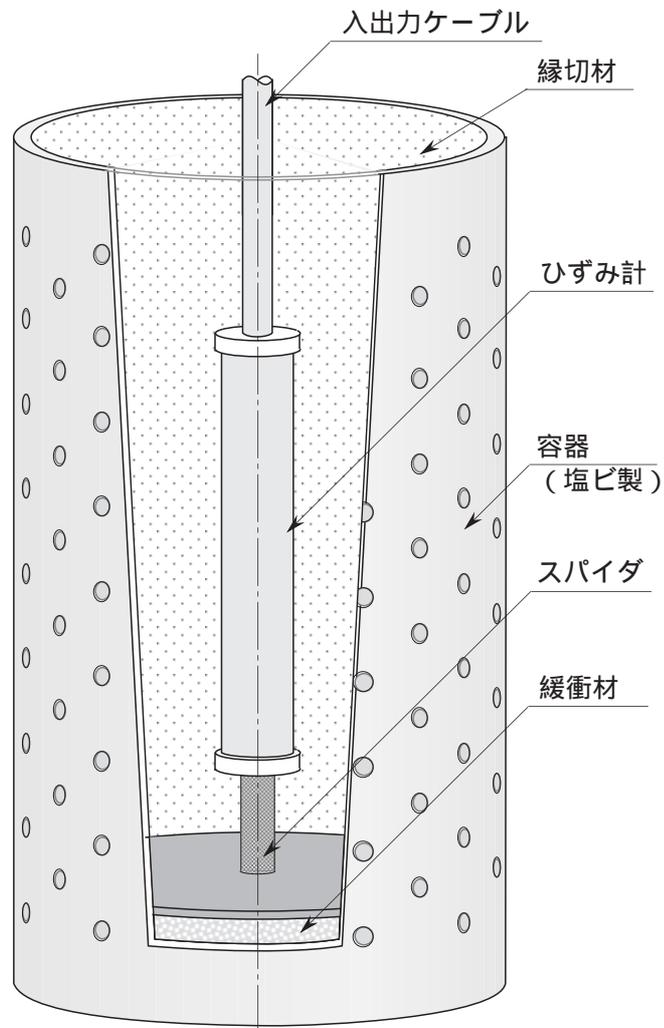
型名	軸数	適用ひずみ計
KMF-41-2	2	KM-50F
KMF-41-3	3	KM-100A
KMF-42-3	3	KM-100B
KMF-42-4	4	KM-100AT
KMF-42-5	5	KM-100BT
KMF-42-6	6	

(図 - 2 スパイダ)

(2) 無応力容器 KMF - 5 1

容器内にひずみ計を入れ、コンクリートに埋設して、線膨張係数と乾燥収縮ひずみを測定するのに使用する。(取扱については、「無応力計の取扱方法」を参照のこと)

適用ひずみ計: KM - 100 A , 100 AT / KM - 100 B , 100 BT



(図 - 3 無応力容器)

## 2. 使用材料及び工具

### (1) 使用機器

ひずみ計（試験成績書含む\*）

\*個別温度データ付の場合は、試験成績書にそのデータも含まれる。

### (2) その他材料・工具類

スパイダKMF - 4 1, 4 2（治具を必要とする場合）、ビニールバインド線、結束線  
6 mm程度の丸鋼棒又はD 1 0程度の鉄筋（添筋）、ビニールテープ、ハッカ、ペンチ、巻尺  
スケール、マジック、チョークライン、水準器、下げ振り、熱電対（T - GS - 0.6 5）など

### (3) チェック用計器その他

静ひずみ測定器（TC - 3 1 Kなど）、テスタ（印加電圧 50 V以下で使用）、データシート、カメラ、黒板など

## 3. 設置要領

### (1) 測定位置のマーキング

コンクリート構造物内の鉄筋配筋後、測定位置の近くの鉄筋にマジックやチョークラインなどでマーキングする。測定位置の近くに鉄筋などが無い場合は、水系などを張り位置を出す。

### (2) 添筋の設置

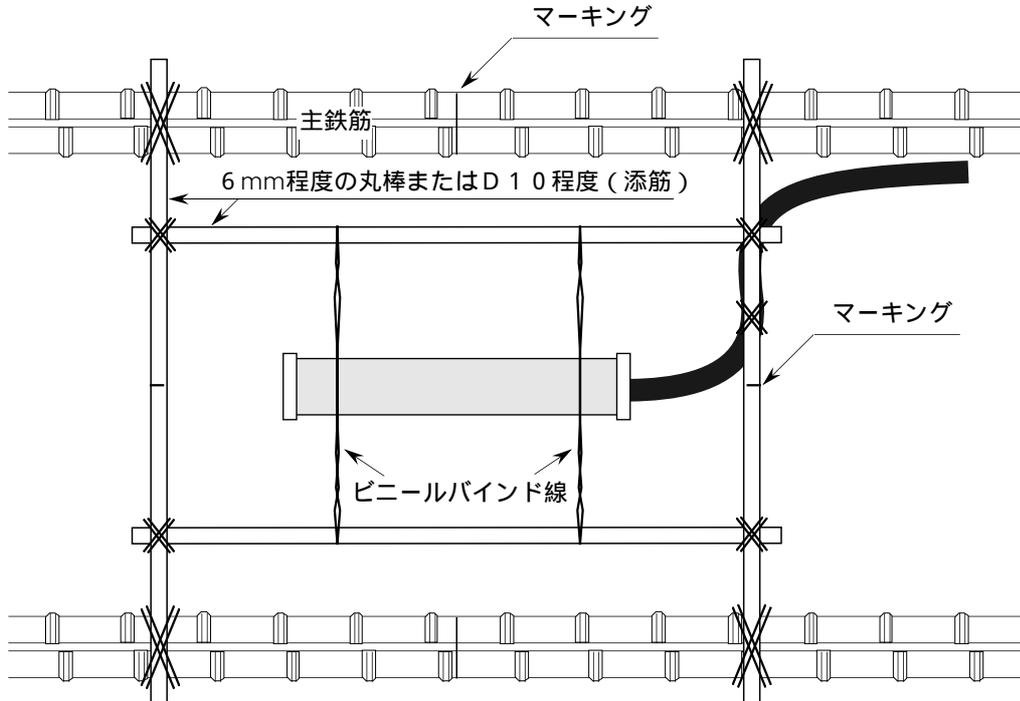
測定位置の近くの主鉄筋やフープ筋等を利用して、添筋（6 mm程度の丸鋼棒やD 1 0程度の鉄筋）を井桁状に組み、結束し設置する。

マスコンクリートなどで、測定位置近くに適当な鉄筋が無い場合は、構造上問題がないようにひずみ計設置用の鉄筋を配筋する必要がある。

### (3) ひずみ計の設置

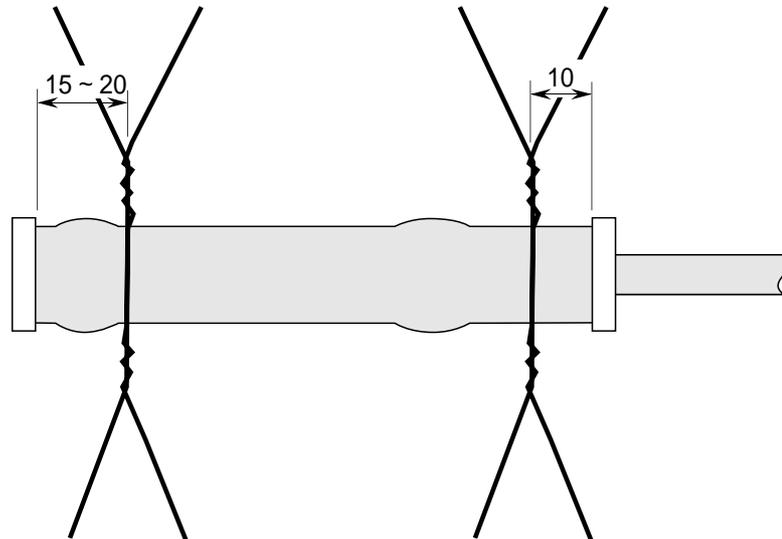
ひずみ計の設置は、一般的に以下の様な方法で行う。

#### 1) ビニールバインド線で吊り設置する場合



(図 - 4 設置例 1)

ひずみ計の計器胴部の2ヶ所に、ビニールバインド線(スズメッキ銅線)などで図-5の様に結束する。



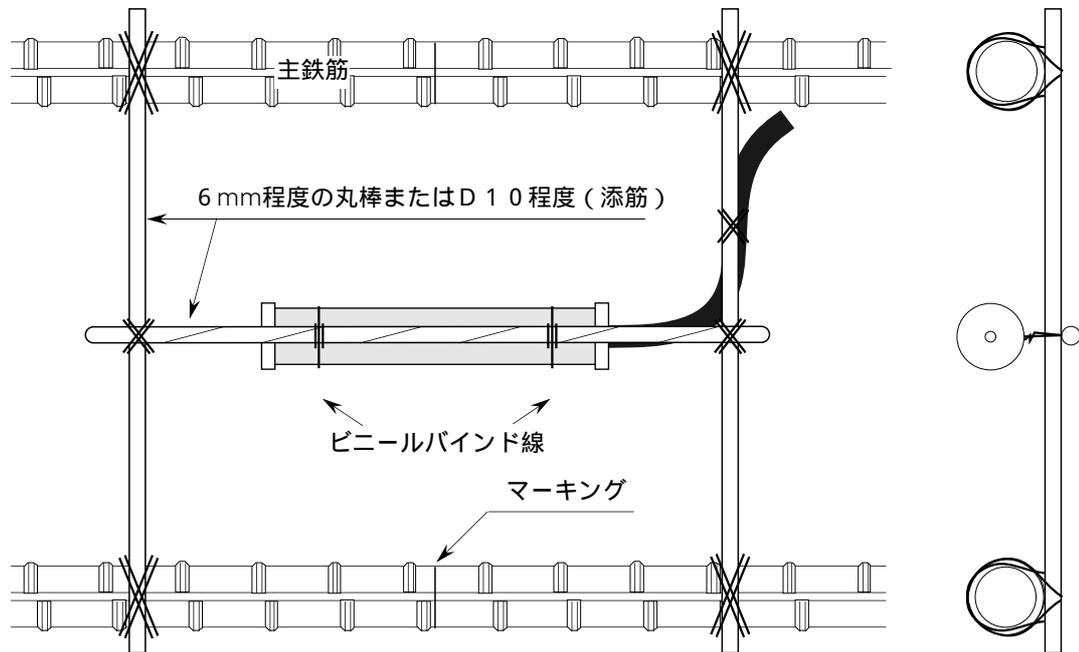
(単位:mm)

(図 - 5 結束位置)

図-4の様に主鉄筋やフープ筋、添筋にマーキングした位置に合わせビニールバインド線を固定する。

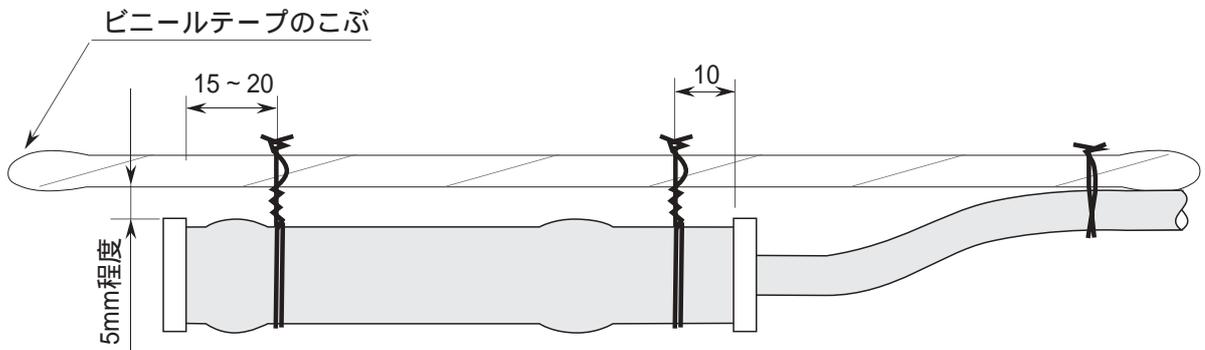
ひずみ計KM-30, KM-50などで、モルタルや樹脂などに設置する場合は、ビニールバインド線ではなく水系のような剛性の低い材料のものがよい。

2) 丸棒を使用する場合



(図 - 6 設置例 2)

図 - 7 の様に丸棒を所定の長さに切断し、ビニールテープを 2 重に巻き付ける。(丸棒の長さより片側で 10mm 程度づつ長く巻きビニールテープのコブを作る)  
ひずみ計をビニールバインド線 (スズメッキ銅線) など丸棒に固定する。



(図 - 7 結束位置)

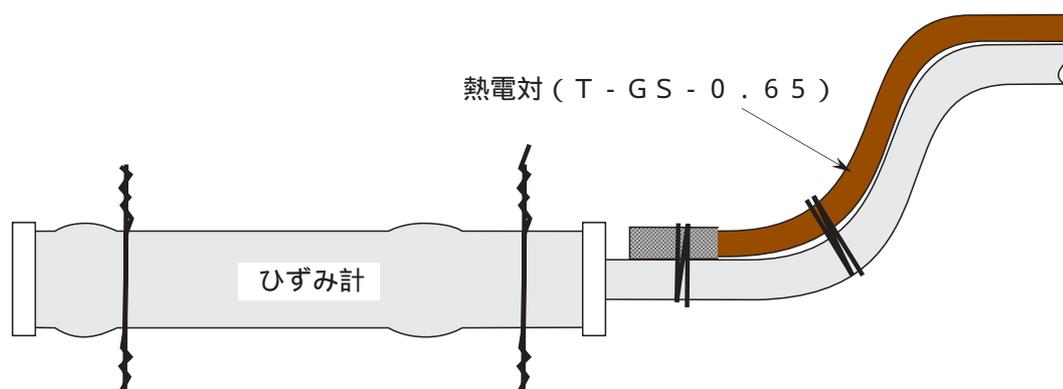
上記のものを、図 - 6 の様に測定位置に合わせ結束する。

#### (4) 熱電対の取付

ひずみ計設置位置のコンクリート温度を測定するためや、ひずみ計自体の温度補正のために熱電対(実温度)を同じ位置に取付けることが多い。ここでは、ひずみ計の測温機能を使用せず、熱電対を使用する場合の取付方法を説明する。

熱電対先端を防水処理し、ひずみ計のケーブル引き出し口付近にビニールテープやバンド線などで熱電対を固定する。その際、ひずみ計のフランジに熱電対が当たらないようにしコンクリートの付着が十分取れるようにする。

なお、KM-100AT/-100BT/-200ATはT型熱電対を内蔵しているので新たな熱電対の設置は不要である。



(図 - 8 熱電対取付)

#### (5) ケーブルの配線

主鉄筋やフープ筋などに添わせ配線する。設置点数が多い場合は、一箇所に集中しないように分散する。

#### (6) 最終チェック

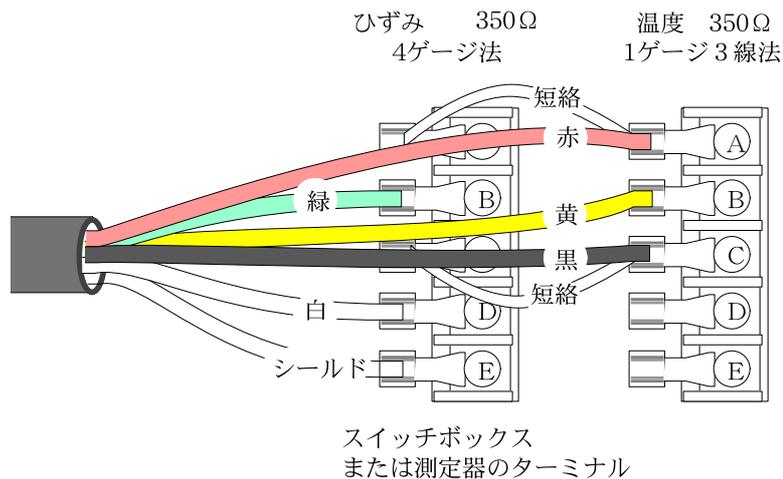
静ひずみ測定器(TC-31Kなど、測温機能をチェックする場合は、350 1ゲージ3線法が測定できるTDS-303やTC-31Kなどが良い)及びテスタ(印加電圧50V以下で使用)にて初期値、絶縁抵抗値(500M程度以上)を測定しデータシートに記録する。

(7) 測定

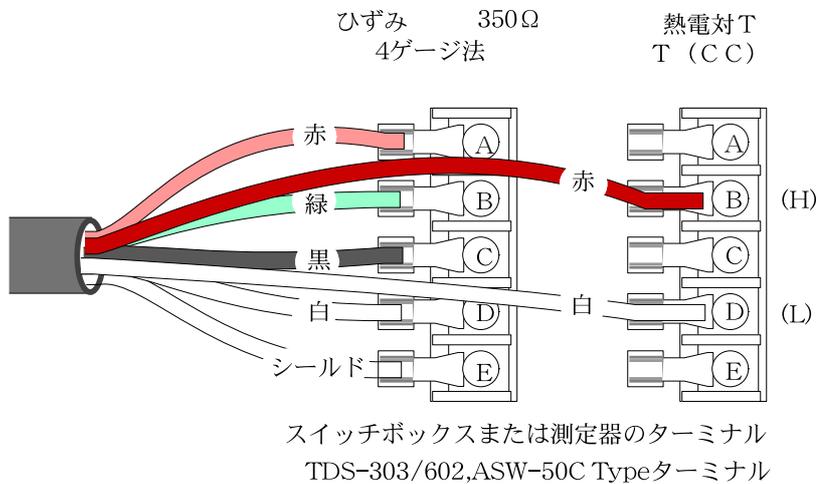
ひずみ計の入出力ケーブルを接続して測定器(スイッチボックス)に結線し、必要に応じ測定器の係数・ポイント・単位をセットし計測する。

測温機能付ひずみ計

温度測定用ケーブル端末(赤,黄,黒色)をターミナルに直接接続し、ひずみ測定のターミナルにリード線などで短絡する。(A - A間, C - C間)



熱電対内蔵型ひずみ計



(図 - 9 結線方法)

#### 4. 計算方法

ひずみ量は、次式により求められる。

##### (1) 温度変化を無視できる場合

短期間の载荷試験などに適用する。(乾燥収縮などが無視できる場合)

$$\epsilon_1 = C \times \Delta L_i \cdots \cdots$$

ここで  $\epsilon_1$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )  
C : 校正係数 (  $\times 10^{-6}/1 \times 10^{-6}$  )  
 $\Delta L_i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )

##### (2) 温度データが個別に示されているもの

実ひずみを測定する場合

構造物に発生する全てのひずみ、すなわち実ひずみを測定する場合に適用する。

$$\epsilon_2 = C \times \Delta L_i + 11.7 \times \Delta T - C \times \Delta L_0 \cdots \cdots$$

ここで  $\epsilon_2$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )  
C : 校正係数 (  $\times 10^{-6}/1 \times 10^{-6}$  )  
 $\Delta L_i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )  
 $\Delta T$  : 温度差 ( )  
 $\Delta L_0$  : ひずみ計の零点移動量 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )

ひずみ計の零点移動量の求め方

$$\Delta L_0 = (L_2) - (L_1)$$

ここで  $(L_i) = a t_i^3 + b t_i^2 + c t_i + d$  (  $\times 10^{-6}$  )  
 $t_1$  : 初期値設定時の実温度 ( )  
 $t_2$  : 測定時の実温度 ( )  
なお、  $\Delta L_0$  はグラフからも求められる。

構造物の温度変化による熱膨張成分を除去する場合  
式から温度変化による熱膨張を除去する場合に用いる。

$$\begin{aligned} \epsilon_3 &= \text{実ひずみ} - \text{温度ひずみ} \\ &= \epsilon_2 - \alpha \times \Delta t \\ &= C \times \Delta i + (11.7 - \alpha) \times \Delta t - C \times \dots \end{aligned}$$

ここで

- $\epsilon_3$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )
- $\epsilon_2$  : 実ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )
- C : 校正係数 (  $\times 10^{-6} / 1 \times 10^{-6}$  )
- $\Delta i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )
- $\alpha$  : 測定対象物の線膨張係数 (  $\times 10^{-6} / \text{ }^\circ\text{C}$  )
- $\Delta t$  : 温度差 (  $^\circ\text{C}$  )
- $\dots$  : ひずみ計の零点移動量 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )

ひずみ計の零点移動量の求め方

$$\Delta \epsilon = \epsilon(t_2) - \epsilon(t_1)$$

ここで  $\epsilon(t_i) = a t_i^3 + b t_i^2 + c t_i + d$  (  $\times 10^{-6}$  )

- $t_1$  : 初期値設定時の実温度 (  $^\circ\text{C}$  )
- $t_2$  : 測定時の実温度 (  $^\circ\text{C}$  )

なお、 $\Delta \epsilon$  はグラフからも求められる。

(3) 温度データが補正係数で示されているもの

実ひずみを測定する場合

構造物に発生する全てのひずみ、すなわち実ひずみを測定する場合に適用する。

$$\epsilon_2' = C \times \Delta i + C \times \Delta t \dots$$

ここで

- $\epsilon_2'$  : 実ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )
- C : 校正係数 (  $\times 10^{-6} / 1 \times 10^{-6}$  )
- $\Delta i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )
- $C$  : 補正係数 (  $\times 10^{-6} / \text{ }^\circ\text{C}$  )
- $\Delta t$  : 温度差 (  $^\circ\text{C}$  )

構造物の温度変化による熱膨張成分を除去する場合  
式から温度変化による熱膨張を除去する場合に用いる。

$$\begin{aligned} \delta_3 &= \text{実ひずみ} - \text{温度ひずみ} \\ &= \delta_2 - \alpha \times \Delta t \\ &= C \times \delta_i + (C - \alpha) \times \Delta t \dots \end{aligned}$$

ここで

- $\delta_3$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )
- $\delta_2$  : 実ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )
- C : 校正係数 (  $\times 10^{-6} / 1 \times 10^{-6}$  )
- $\delta_i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )
- C : 補正係数 (  $\times 10^{-6} / \quad$  )
- $\alpha$  : 測定対象物の線膨張係数 (  $\times 10^{-6} / \quad$  )
- $\Delta t$  : 温度差 ( )

#### (4) 相対温度の計算方法

この計算方法はKM-100A, 100B, 100HB(測温機能付き)に適用する。

$$T_c = C_t \times \Delta t \dots$$

ここで

- $T_c$  : 相対温度 ( )
- $C_t$  : 温度の校正係数 (  $/ 1 \times 10^{-6}$  )
- $\Delta t$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、K=2.00) (  $\times 10^{-6}$  )

実温度を求める場合は、測定に先立って一旦ひずみ計を既知の温度に保ち、そのときの測定器の指示値を求めておく。以後その点を基準にして相対温度を測定し、実温度を求める。なお、基準点の測定は、測定器への接続、調整を完全に終了してから行う。