

ひずみ計の  
表面ひずみ計としての取扱方法



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 . 付帯工事 -----	6
4 . 設置要領 -----	7
5 . 計算方法 -----	14

# 1. 仕様及び寸法

## (1) ひずみ計

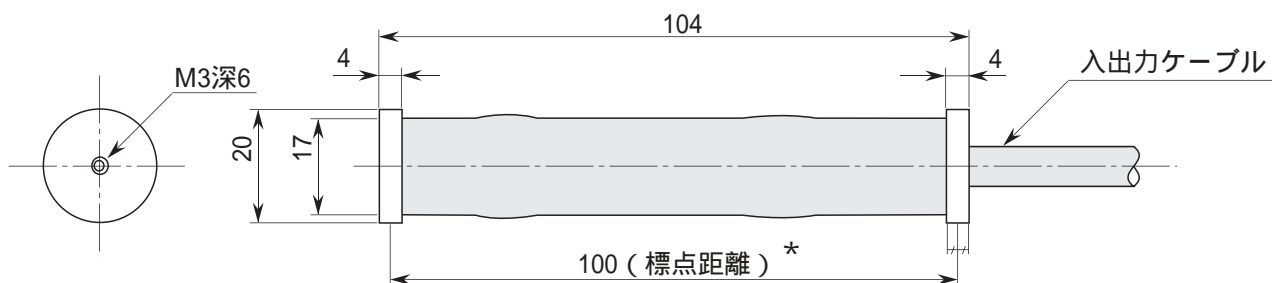
### (a) 仕様

(表 - 1 ひずみ計仕様)

型名	KM-100B	KM-100BT
容量	±5000 × 10 <sup>-6</sup> ひずみ	
標点距離(mm)	100	
定格出力	約2.5mV/V (5000 × 10 <sup>-6</sup> )	
非直線性	1%RO	
見かけの弾性係数	40N/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 ~ +80	
入出力抵抗	350 4ゲージ法	
入出力ケーブル	9mm 0.3mm <sup>2</sup> 5心シールド* クロロプレンケーブル 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

### (b) 外観寸法

ひずみ計の外観寸法図を図 - 1 に示す。



(\*) 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-100B	104	20	約17	100	4	M3 深6	75
KM-100BT							

(\*\*) 重量は本体のみでケーブルは含まない

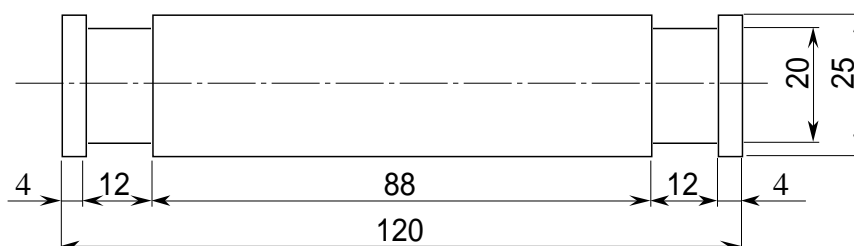
(図 - 1 ひずみ計外観寸法図)

(2) ひずみ計用関連製品

模擬ひずみ計 KMF - 12 - 100

取付脚 (KMF - 22 / KMF - 23B) を構造物に取り付けるときに、その標点距離を正確に位置決めするために用いる。

適用ひずみ計: KM - 100B, 100BT



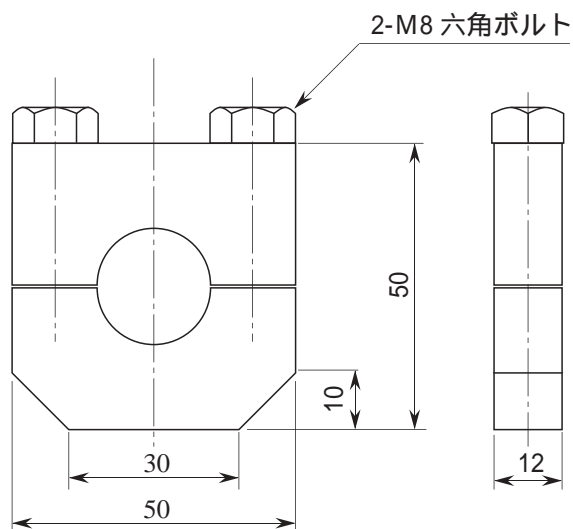
(単位:mm)

(図 - 2 模擬ひずみ計)

取付脚 KMF - 22 - 100 (鋼材表面用)

ひずみ計を鋼板の表面に取り付けるために用いる。(2個1組)

適用ひずみ計: KM - 100B, 100BT

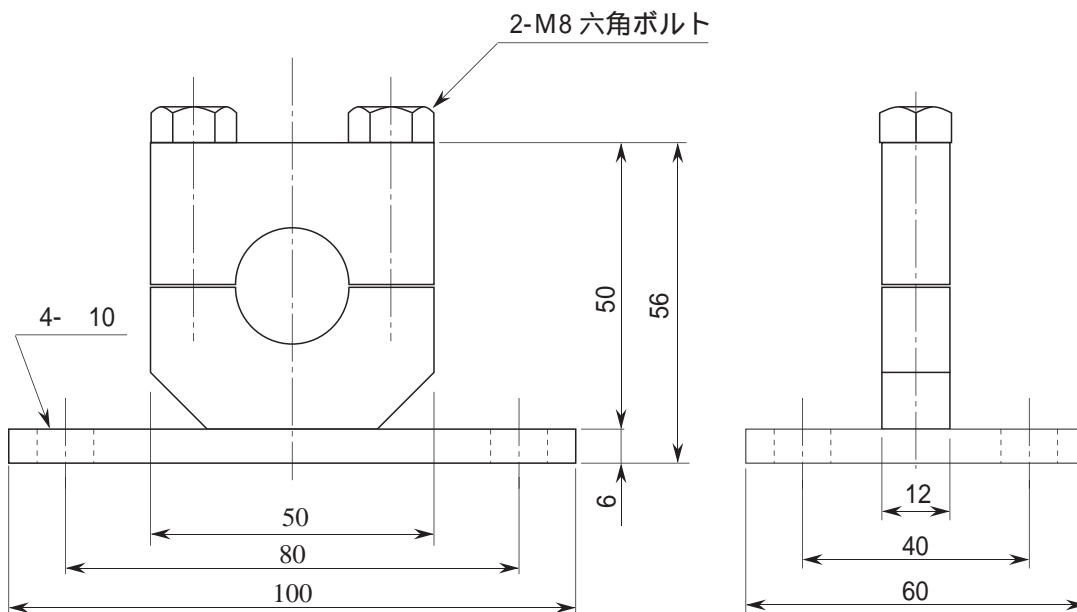


(単位:mm)

(図 - 3 取付脚)

取付脚 KMF - 23B - 100 (コンクリート表面用)  
 ひずみ計をコンクリートの表面に取付けるために用いる。(2個1組)

適用ひずみ計: KM - 100B, 100BT

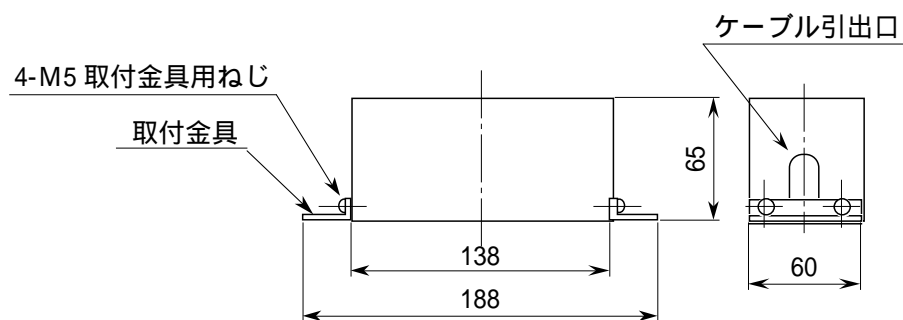


(単位:mm)

(図 - 4 取付脚)

保護カバー KMF - 31 - 100 (鋼材表面用)  
 取付脚(KMF - 22)でセットしたひずみ計を保護するためのカバー。

適用ひずみ計: KM - 100B, 100BT

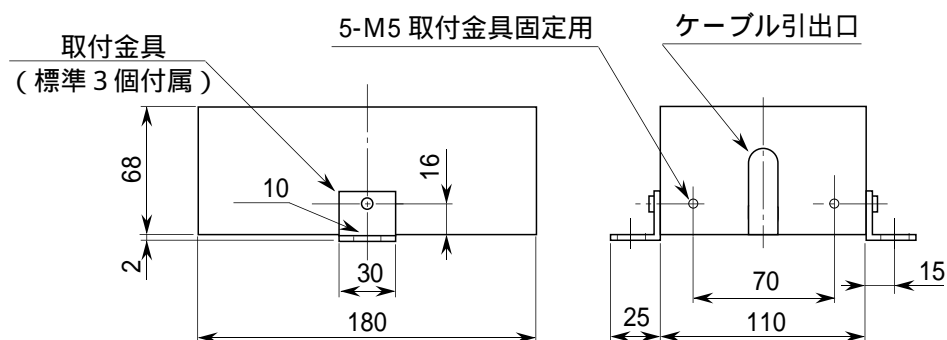


(単位:mm)

(図 - 5 保護カバー)

保護カバー KMF - 3 2 B - 1 0 0 (コンクリート表面用)  
取付脚(KMF - 2 3 B)でセットしたひずみ計を保護するためのカバー。

適用ひずみ計: KM - 1 0 0 B , 1 0 0 B T



(単位:mm)

(図 - 6 保護カバー)

## 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

取付脚 KMF - 2 2 , 2 3、保護カバー KMF - 3 1 , 3 2 B、模擬ひずみ計、ビニールバインド線  
コンクリート用ドリル (コンクリート表面の場合)、ホールアンカ、ハンマ、ビニールテープ  
水中ボンド、アセトン、工業用ティシュペーパー (キムワイプ、J Kワイパーなど)、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 - G S - 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

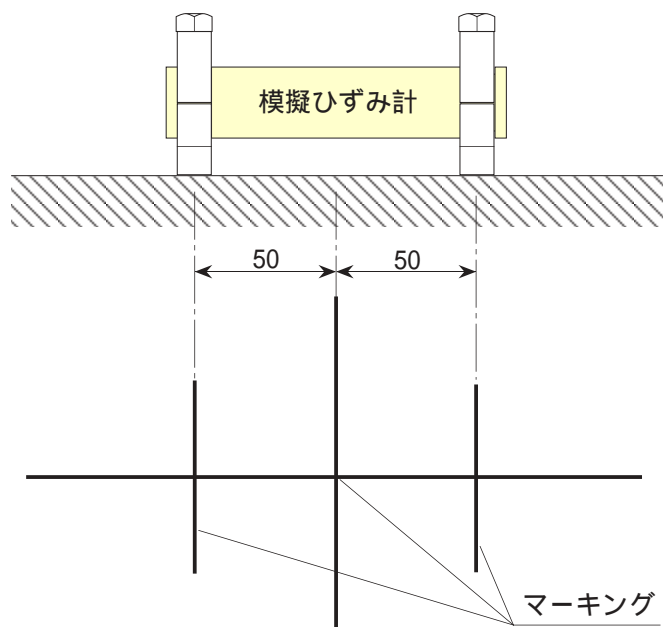
## 3. 付帯工事

溶接工・・・鉄骨に設置する場合

#### 4. 設置要領

##### (1) 測定位置のマーキング

鉄骨表面にひずみ計設置位置をマジックやチョークなどでマーキングする。その際図 - 7 のように取付脚の位置のマーキングも同時に行う。



(単位:mm)

(図 - 7 測定位置のマーキング 鉄骨表面の場合)

## ( 2 ) 取付脚の設置

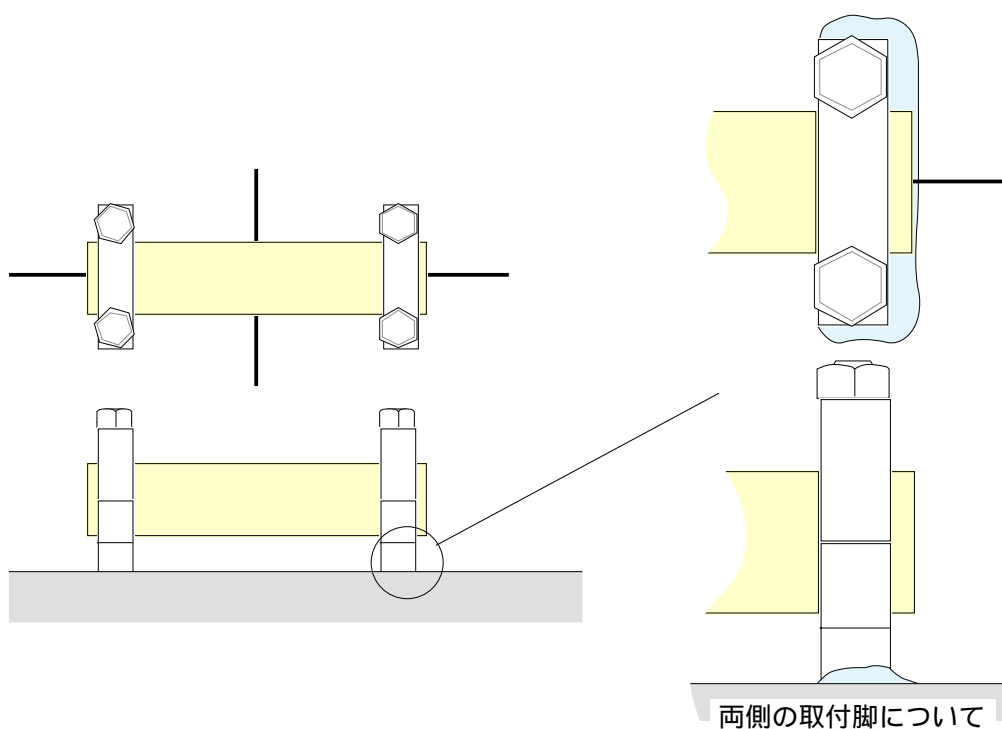
### 1 ) 鉄骨表面の場合

#### 模擬ひずみ計の取付け

模擬ひずみ計の溝にあわせ取付脚 ( K M F - 2 2 - 1 0 0 ) を両側のボルトで締め付け固定する。  
その際両側の取付脚がねじれない様に注意する。

#### 取付脚の溶接

模擬ひずみ計を取り付けた取付脚を、設置位置のマーキングにあわせ、図 - 8 のように溶接 ( 溶接工 ) し固定する。

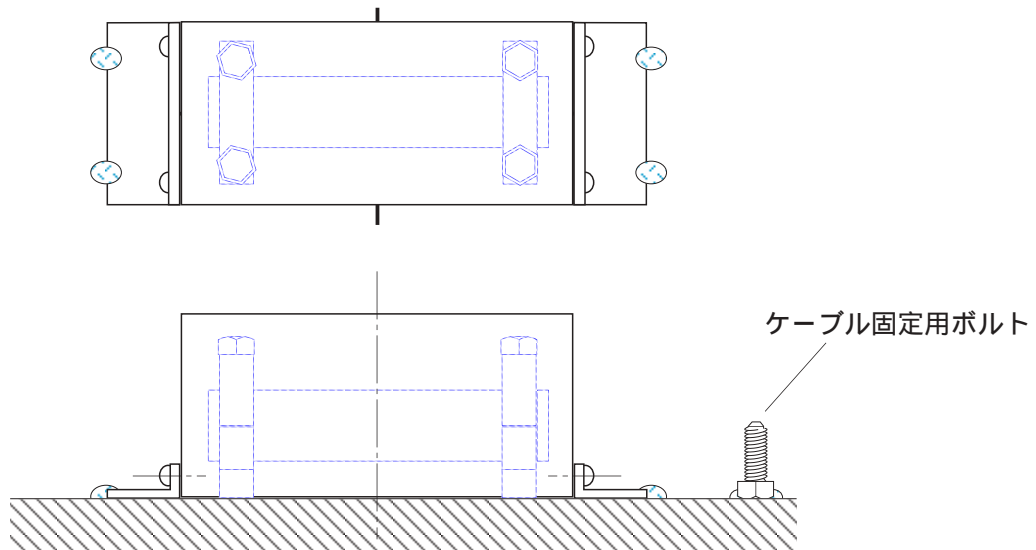


( 図 - 8 取付脚の溶接 )



### 保護カバー及びケーブル固定用ボルトの設置

取付脚を溶接後、保護カバーをかぶせ、四隅を溶接で点付けする。



( 図 - 9 保護カバーの設置 )

ケーブル引き出し方向にあわせ、50～100mm程度はなし固定用のボルト( M10×50程度 )を同時に溶接する。溶接終了後、保護カバーを外す。

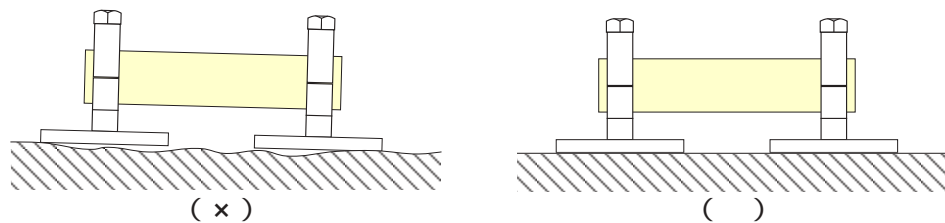
### 2) コンクリート表面の場合

#### 模擬ひずみ計の取付け

模擬ひずみ計の溝にあわせ取付脚( KMF - 23B - 100 )を両側のボルトで締め付け固定する。その際両側の取付脚がねじれない様に注意する。

#### 設置表面のみがき

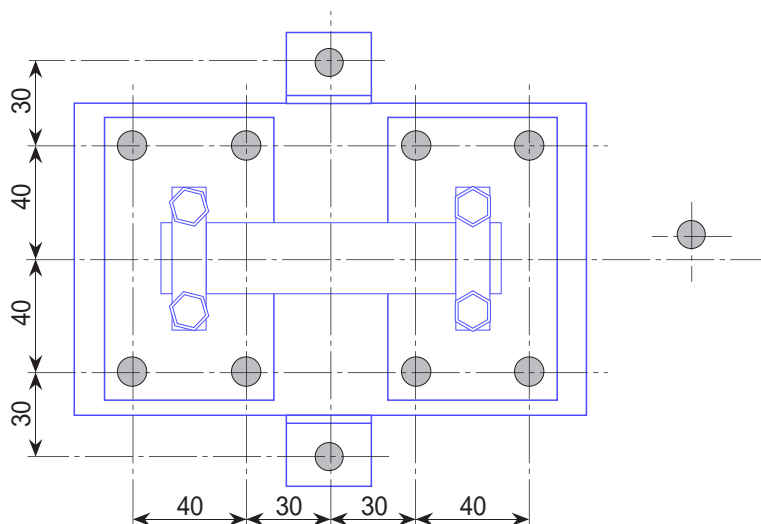
設置位置が平滑でない場合、ディスクグラインダなどで表面を平坦にみがく。



( 図 - 10 表面のみがき )

### アンカー位置のけがき

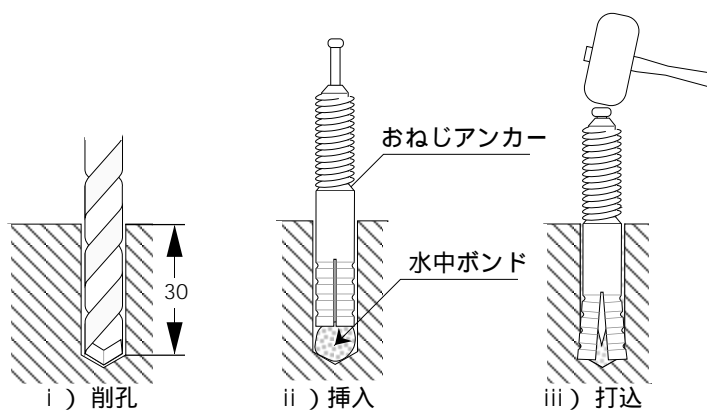
模擬ひずみ計を取り付けた取付脚を設置位置のマーキングにあわせ、ボルトアンカーの取付位置を決める。同時に保護ケース( KMF - 3 2 B )を取付脚に接触しない位置でボルトアンカーの位置と、ケーブル固定用のボルトアンカーの位置もマーキングしておく。



( 図 - 1 1 アンカー位置のけがき )

### ボルトアンカーの取付け

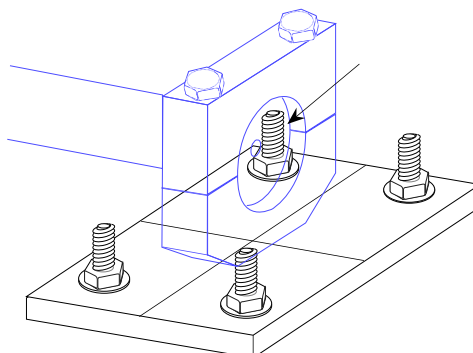
マーキングした位置を、振動ドリルで穴(φ6.4、深さ30mm)をあけ、穴の内部を清掃する。コンクリートとボルトアンカーを一体化させるため、エポキシ系接着剤(水中ボンド)を少々詰めてボルトアンカーを固定する。



( 図 - 1 2 ボルトアンカーの取付け )

### 取付脚の取付け

模擬ひずみ計を取り付けたままの取付脚を、ボルトアンカーに合わせ対角に順に軽く締め付けていき本締めをする。

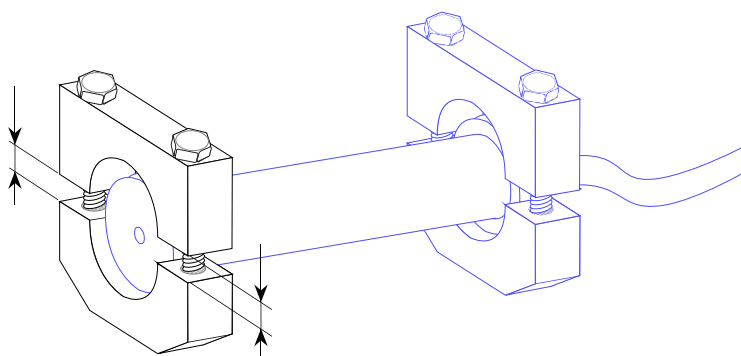


(図 - 1 3 取付脚の取付け)

### ( 3 ) ひずみ計の設置

#### 1) 鉄骨表面の場合

溶接の熱がさめたら、ネジをゆるめ保護カバーを外し、模擬ひずみ計の代わりにひずみ計を取り付ける。



(図 - 1 4 ひずみ計の設置)

、 、 の順に取付脚の両側の隙間が同じようになるように、手で締め付ける。

、 をスパナで軽く締め付ける。

ひずみ計のケーブル先端を、静ひずみ計に接続し(4ゲージ法、ダイレクトモード)ひずみ計の成績書の零バランスの値と比較する。

零バランスとのずれが $\pm 500 \mu$ 程度になるようにひずみ計の頭を指で押さえ、 、 をスパナで軽く締め付ける。

、 、 をスパナで本締めし、零バランスを最終確認する。ずれが大きい場合には、 、 をゆるめ の手順を繰り返す。

本締め終了後、ひずみ計頭部取付脚を指で押した後、静ひずみ測定器の値が元に戻ることを確認する。

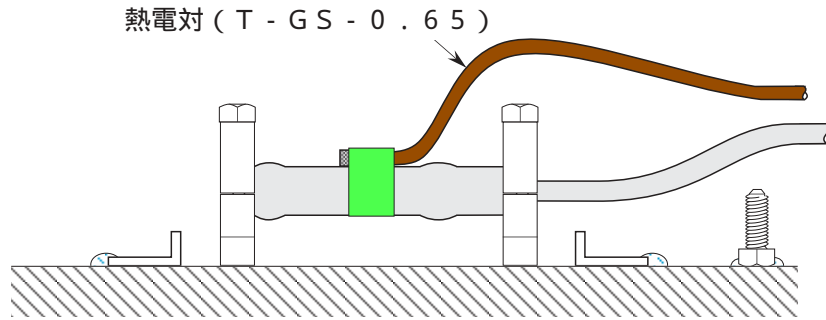
#### 2) コンクリート表面の場合

模擬ひずみ計の代わりにひずみ計を取り付け、1) の ~ の順で固定する。

(4) 熱電対の取付

ひずみ計設置位置の供試体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、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を説明する。(KM-100B使用時)

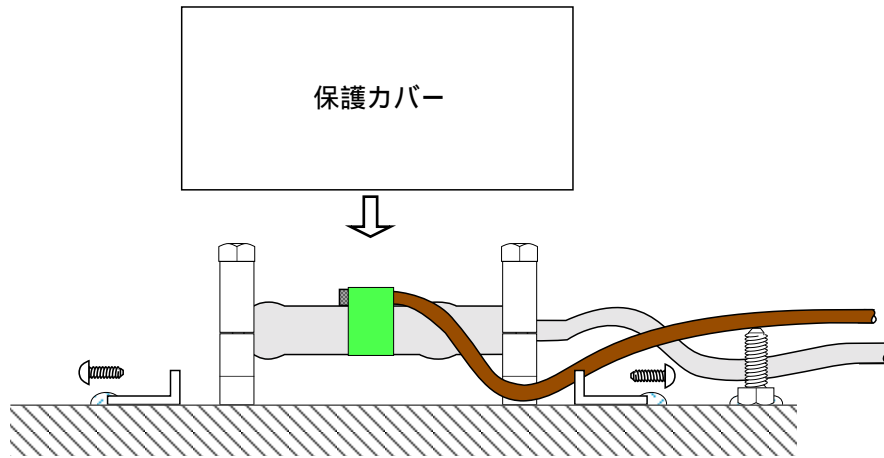
熱電対先端を防水処理し、ひずみ計の中央部付近にビニールテープやバインド線などで熱電対を固定する。



(図 - 15 熱電対取付)

(5) 保護カバーの設置

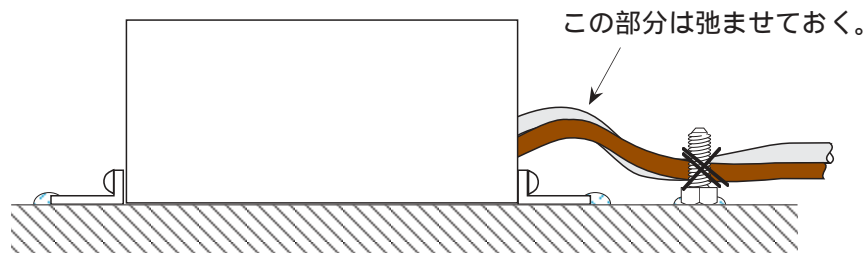
保護カバーを設置する。



(図 - 16 保護カバーの設置)

(6) ケーブルの配線

ケーブル固定用に設置したボルトまたはアンカボルトにバインド線などで固定する。



(図 - 17 ケーブルの配線)

(7) 最終チェック

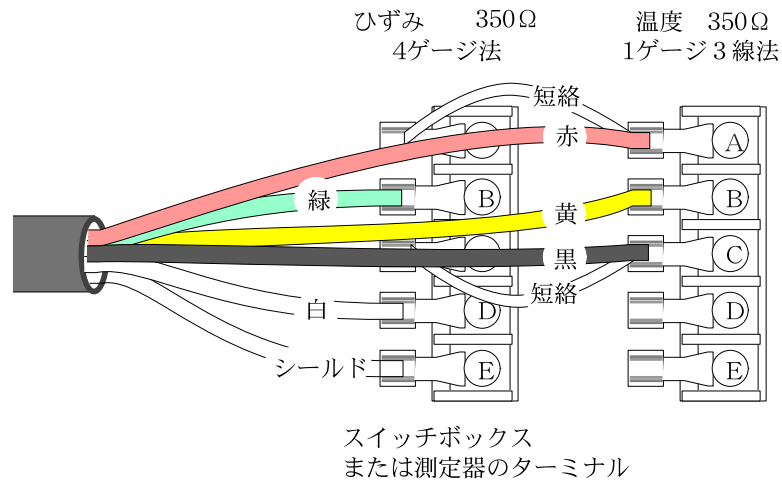
静ひずみ測定器(TC-31Kなど)、測温機能をチェックする場合は、350Ω 1ゲージ3線法が測定できるTDS-303やTC-31Kなどが良い)及びテスト(印加電圧50V以下で使用)にて初期値、絶縁抵抗値(500MΩ程度以上)を測定しデータシートに記録する。

(8) 測定

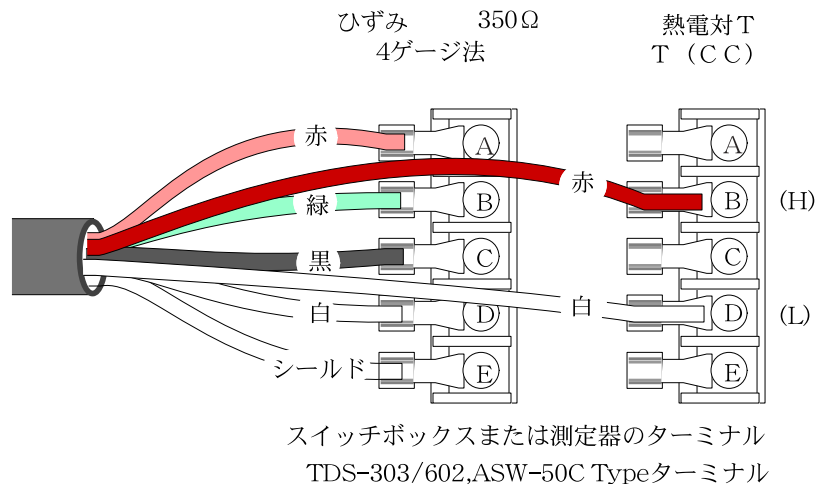
ひずみ計の入出力ケーブルを接続して測定器(スイッチボックス)に結線し、必要に応じ測定器の係数・ポイント・単位をセットし計測する。

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、ひずみ測定用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 - 18 結線方法)

## 5. 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)

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

ここで  $\epsilon_1$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )  
C : 校正係数 (  $\times 10^{-6}/1 \times 10^{-6}$  )  
 $\Delta t_i$  : 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。

$$\epsilon_2 = C \times \Delta t_i + 11.7 \times \Delta T - C \times \Delta Z \cdots \cdots$$

ここで  $\epsilon_2$  : ひずみ (  $\times 10^{-6}$  )  
C : 校正係数 (  $\times 10^{-6}/1 \times 10^{-6}$  )  
 $\Delta t_i$  : 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 ( )  
 $\Delta Z$  : 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

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

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

$t_1$  : 初期値設定時の実温度 ( )

$t_2$  : 測定時の実温度 ( )

なお、  $\Delta Z$  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。

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

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 (  $^\circ\text{C}$  )  
 $\Delta t_0$  : 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

$$\Delta t_0 = (t_2) - (t_1)$$

ここで  $(t_i) = a t_i^3 + b t_i^2 + c t_i + d$  (  $\times 10^{-6}$  )  
 $t_1$  : 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、  $\Delta t_0$  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。

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

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。

$$\begin{aligned} \epsilon_3 &= \text{実ひずみ} - \text{温度ひずみ} \\ &= \epsilon_2 - C_t \times \Delta T \\ &= C \times \Delta L_i + (C - C_t) \times \Delta T \dots \end{aligned}$$

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 (  $\times 10^{-6} / 1 \times 10^{-6}$  )
- $\Delta L_i$  : 初期値からの指示値の変化 (ただし、 $K=2.00$ ) (  $\times 10^{-6}$  )
- $C_t$  : 補正係数 (  $\times 10^{-6} /$  )
- : 測定対象物の線膨張係数 (  $\times 10^{-6} /$  )
- $\Delta T$  : 温度差 ( )

(4) 相対温度の計算方法

この計算方法は KM - 100 B ( 測温機能付き ) に適用する。

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

ここで

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

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。