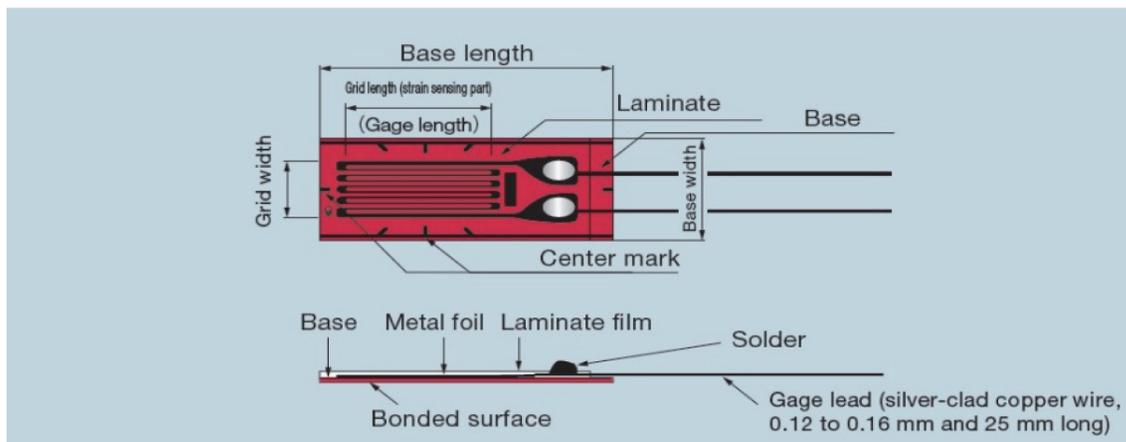


應變規用於材料線膨脹系數的測定

三聯科技股份有限公司 / 楊傑凱



一、公式推導

應變規的“隨溫度產生的應變變化”，與被測定材料的線膨脹係數有相互關係，反之利用這性質，可以用應變規來推定材料的線膨脹係數與應變規黏貼的材料，其溫度 1°C 的“隨溫度產生的應變變化” ϵ_{Tx} ，可以用下式表示：

$$\epsilon_{Tx} = \alpha/K + \beta_x - \beta_g \text{-----}(1)$$

α =GAGE材料之電阻溫度係數

K =GAGE的應變率

β_x =被測定材料的線膨脹係數

β_g =GAGE材料的線膨脹係數

因此如果式中的各個數值都知道，就可以推求出 β_x 值，但這些數值實際上正確求得卻有困難，對此，為了測定材料的線膨脹係數，另取一已知線膨脹係數的材料（此稱為基準材料），與欲測定的材料同時黏貼相同的應變

規，此方法即可求得基準材料的“隨溫度產生的應變變化” ϵ_{Ts} ，並如下式：

$$\epsilon_{Ts} = \alpha/K + \beta_s - \beta_g \text{-----}(2)$$

β_s =基準材料的線膨脹係數

如此實際量測(1)(2)式的 ϵ_{Ts} ϵ_{Tx} 值，即可求出 β_x 值，最後推出如下式：

$$\beta_x = \epsilon_{Tx} - \epsilon_{Ts} + \beta_s \text{-----}(3) \star \star \star$$

二、實驗步驟

測定線膨脹係數的實際步驟如下所示：

1. 製作欲測定線膨脹係數之材料的試驗片，並將其黏貼應變片
2. 製作已知線膨脹係數之材料的試驗片，亦黏貼相同之應變片

(1) 注意事項：

- a. 試驗片雖並非一定要處理成漂亮的長方形，但與應變片黏貼的面一定要平滑



- b. 同一材料盡可能多做幾片試驗片，一種試驗片黏貼2片以上的應變片測試
 - c. 使用的應變片和接著劑要合乎測定的溫度範圍
 - d. 基準試驗片以熔融石英最為適合
3. 將試驗片放入加溫槽並給予溫度變化,以測定“隨溫度產生的應變變化”，並將得到值除上變化溫度,以得到每1度的應變變化
4. 將這些值代入(3)式,以求得被測定材料的線膨脹係數
- (1) 注意事項：
- a. 為了消除導線的溫度影響,需使用三線式導線
 - b. 試驗中為了不使試驗片產生熱應力,請不要固定試驗片,並給予平均的溫度變化
 - c. “隨溫度產生的應變變化”之測定,盡可能先進行2次以上循環（加溫→降溫），後才開始紀錄
 - d. 溫度的測定請使用正確的熱電偶

三、實驗範例

線膨脹係數測定實例：

測定的試驗片：SUS316

基準試驗片：

熔融石英($\beta_s=0.36 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 內)

使用之應變片：KFG-2-120-C1-16

KFG-2-120-C1

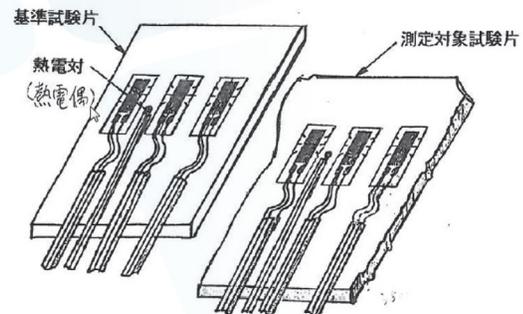


※Figure is KFG-2-120-C1-27

接著劑：PC-6 導線：L-12



黏貼應變片數量：一個試驗片3片
應變片黏貼範例如圖所示



▲ 圖8 系列二各樣品之熱膨脹係數

試驗片置於加溫槽並給予溫度變化，並在加熱槽與試片溫度相同時開始歸零與量測
二次循環後所測定的值如表所示：

溫度(°C)	基準試驗片($\mu\epsilon$)			測定試驗片($\mu\epsilon$)		
20	0	0	0	0	0	0
61	-593	-608	-623	38	50	32
100	-1277	-1287	-1306	-38	-22	-42
100度平均值			-1290			-34

得到試驗結果，並以 $20 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 的每度平均溫度變化來計算：

$$\epsilon_{Tx} = -34 / (100 - 20) = -0.43 (\mu\epsilon) / ^{\circ}\text{C}$$

$$\epsilon_{Ts} = -1290 / (100 - 20) = -16.13 (\mu\epsilon) / ^{\circ}\text{C}$$

結果帶入(3)式，得：

$$\beta_x = \{-0.43 - (-16.13) + 0.36\} = 16.06 (\mu\epsilon)$$

$$\epsilon_{Tx} \epsilon_{Ts} \beta_s$$