

## VII. 熱膨脹測定の自動化

数年前、本誌に同じ題目で執筆したことがあるので、今回はその続編として、当時見落していたものおよびその後発表されたものだけについて紹介したい。

一般に膨脹測定を自動化する場合、たとえば温度上昇の経過が常に一定になるという理由で、測定値の再現性は向上すると考えられる。しかし、膨脹量の測定精度が自動記録装置を付加したために原理的によくなることはほとんどない。したがって、膨脹計本体の精度が、自動化するかどうかということとは別に重要である。しかし、温度上昇の経過が一定になるとか、読み取りに個人的誤差が入らないとかの理由による測定結果の再現性向上は期待できる。

### VII. 1. 差動変圧器による方式

最近、示差膨脹計に差動変圧器を組み合わせたものが多い。変圧器の出力が交流電圧であるため、増幅、記録が容易である。出力と試料の熱膨脹との比率を較正する手段を必要とする。安定化された電源も必要であり、可聴周波発振器を別に用意することがある。

差動変圧器は、一次コイルに対して2個の二次コイルを組み合わせてあり、その出力がたがいは相殺するように結線してある。その鉄心の可動部が偏移すると、二次コイルの出力の平衡が破れて、出力端に電圧が発生するようになっている。報告されたものを文献 1)~6) に掲げた。

Ruh, Wallace 等のものは、測定範囲  $\pm 3 \text{ mm}$  で、 $2.5 \mu$  (1万分の1インチ) 目盛のダイヤルゲージを使って較正している。Schneider, Mong 等は感度  $12 \mu$  のものを報告している。Barford は 図-1 のような試料保持方法で、標準試料との膨脹差を測定した。膨脹率が  $10^{-5}$  のものを  $10^{-5}$  まで正しく測ることを目的とし、試料の長さ  $4 \text{ cm}$ 、感度  $0.1 \mu$  である。膨脹率既知の試料を使って較正する。たとえば  $900^\circ \text{C}$  までの温度範囲でのニッケルの  $450 \mu$  の伸びのうち、試料固有の偏差  $4 \mu$  を検知し、あるいは Cr-Ni-Nb 鋼の熱処理にともなうカーバイト析出の影響 ( $8 \mu$  ぐらい) を測っている。高速度ポテンシオメータ型記録計で記録した。温度の急速な変化や、雰囲気調整ができるように考慮してある。

Rosenholtz, Smith 等は石英ガラス製示差膨脹計で検出された伸びを機械的にここで拡大し、これを差動変圧

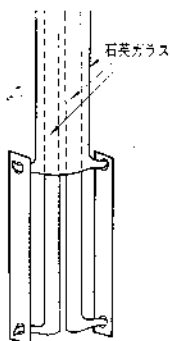


図-1 比較測定用示差膨脹計

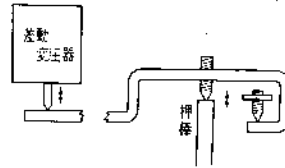


図-2 てこと差動変圧器との組み合わせ

器に伝えた(図-2)。変圧器の出力は第2の変圧器の出力と比較されサーボ機構で後者の可動鉄心が電圧が平衡するまで動かされ、これに連動して記録ドラムが回転する。この拡大比は 500, 1000 および 2000 である。機械的伝達機構はインパルスで作られ、さらにブランケットをしてこの部分に起因する誤差を補正する。温度は別に記録され膨脹の記録と対照される。鉨物の膨脹を測定しており、試料の大きさは  $4 \times 4 \times 10$  または  $8 \times 8 \times 10 \text{ mm}^3$  であった。数 ppm ぐらいの伸びを測れるとのことである。

### VII. 2. ダイヤルゲージによる方式

Pearce, Mardon 等は、示差膨脹計に組み込まれたダイヤルゲージの指針の位置を、電気的に検出、記録するようにした(図-3)。抵抗線、短絡輪および電磁石の円形磁極がダイヤルゲージ

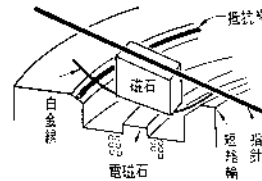


図-3 ダイヤルゲージの指針位置の読みとり装置

と同心的に配置されており、ゲージの指針には細い白金線と小磁石とが付けられた。抵抗線には一定の電流が流れて電圧降下が発生している。一定時間ごとに電磁石が付勢されて小磁石を引き付け、抵抗線と短絡輪とが白金線で連結される。短絡輪に発生する電圧は指針の位置によって決まるので、これを記録計に打点させる。間の時期には記録計は別の量、たとえば温度、示差熱分析の出力等を記録するので、いくつかの測定が一度に並行記録される。抵抗線は  $0.25 \text{ mm}$  の Pt-Pt 13% Rh 線で、感度は  $25 \mu$  につき  $1 \sim 5 \text{ mV}$ 、温度変動による感度の差は 1% 以下、ダイヤルゲージの誤差は  $1.5 \mu$  以下であった。装置全体を真空中に封じることができるようになっていた。

### VII. 3. 光学的記録による方式

たとえばライツ社の製品がある。石英ガラス製示差膨脹計で、試料の膨脹によって鏡が水平軸のまわりを回転する。温度は熱電対で測られ、その起電力で検流計の鏡が回転する。光源からの光を膨脹計の鏡に入れ、反射光を検流計の鏡に入れて投影すると、投影面の印面紙には横軸を温度、縦軸を試料の膨脹とした膨脹曲線が自記さ

れる。また試料に近い成分の標準試料を入れて、その膨脹で鏡を垂直軸のまわりに回転させ、これと前記の鏡とを使って投影すると、横軸を標準体、縦軸を試料の膨脹とした比較曲線が書かれる。定温度での時間的伸縮を見るには、円扇形取りわくに感光紙を巻き定速度で回転し記録する。

拡大率は 200 ないし 800 倍で、ねじマイクロメータ式の機構を使って校正する。電氣的に増幅、記録するものもあるとのことである<sup>9)</sup>。

膨脹計に適用できる方法として次のようなものが報告されている<sup>10)</sup>。熱電対の起電力で検流計の鏡をふらし、反射光を光電セルで受け、反射光がずれないようにサーボ機構で検流計の台を回転する。この回転と連動して記録ドラムをまわし、これに測定された性質を記録して行く。それで横軸を温度とした測定曲線が書かれる。

#### 参 考 文 献

- 1) A. Baudrom, *Bull. Soc. Franç. Céram.*, [27] 13 (1955)
- 2) E. Ruh, R.W. Wallace, *Bull. Am. Ceram. Soc.*, **42**, 52 (1963)
- 3) S.J. Schneider, L.E. Mong, *J. Res. N.B.S.*, **59**, 1 (1957)
- 4) J. Barford, *J. Sci. Instr.*, **40**, 444 (1963)
- 5) J.L. Rosenholtz, D.T. Smith, *Am. Mineralogist*, **34**, 846 (1949)
- 6) Anon., *Keram. Z.*, **12**, 384 (1960)
- 7) R.W.F. Gould, *Trans. Soc. Instr. Tech.*, **7**, 148 (1955)
- 8) J.H. Pearce, P.G. Mardon, *J. Sci. Instr.*, **38**, 457 (1959)
- 9) A. Metz, *Keram. Z.*, **15**, 32 (1963); *Ceram. Abst.*, p. 286, Oct. (1963)
- 10) M. Kantzer, *Bull. Soc. Franç. Céram.*, [10] 50 (1951); *Ceram. Abst.*, p. 94, May (1952).
- 11) 岸井 貫, 窯協, **68**, C128 (1960)

(東京芝浦電気株式会社 岸井 貫)