

# 高温弾性率測定装置について

## An Equipment for Measuring High Temperature Elastic Modulus

岩永 寛/Hiroshi Iwanaga・住友金属テクノロジー(株) 物性・開発部 担当部長 工博

奥山貞敏/Sadatoshi Okuyama・住友金属テクノロジー(株) 物性・開発部 係長

島田貴広/Takahiro Shimada・住友金属テクノロジー(株) 物性・開発部

### 要 約

最近、有限要素法解析の普及にともない、そのために必要な材料特性の一つである、高温ヤング率、ポアソン比等の弾性係数取得のニーズが高まってきている。

このようなニーズに対応すべく、当社では、室温から1 000℃まで測定可能な、共振法高温弾性率測定装置を導入し、金属、セラミックス、高分子など広範囲な材料の弾性係数を測定している。

以下に、この装置の測定原理、測定事例などを紹介する。

### Synopsis

Recently, high temperature elastic modulus of materials is highly required for the analysis of finite element method. Corresponding the requirements, we introduced an equipment for the measurment of high temperature elastic modulus.

The principle of the equipment and some examples of data are given as follows.

## 1. はじめに

弾性係数の測定法は、静的方法と動的方法に大別される。前者の代表的なものは歪ゲージ法であり、後者は固有振動共振法である。

ここで、紹介するものは、固有振動共振法で、最近広く行われている方法である。室温での測定精度は両者とも十分高いが、高温での測定では、精度、簡便さとも、共振法がはるかに優れている。

## 2. 弾性係数の必要性

弾性係数は本来、フックの法則に従う材料が示す基本的物性値であり、ミクロ的には原子間ポテンシャルの勾配で定義される。原子レベルのポテンシャルカーブから得られる弾性率は方位依存性が強く、方位によって値が大きく異なる。

一方、マクロ的弾性率は歪と応力を関係づける係数であり、弾性理論では等方体という仮定が前提となっている。すなわち、多結晶の場合、全方位にわたって平均化された値として観測される。

ここで紹介する装置は、基本的には二次元弾性等方体の弾性係数を測定するためのものである。

部材への負荷や、部材の温度分布から生ずる応力分布は、有限要素法解析により算出できるが、このとき、欠かせない物理定数の一つが高温弾性係数である。

## 3. 当社の高温弾性率測定装置 (日本テクノプラス(株)製の原理)

試料形状は第1図に示すような短冊状のもので、この長さ方向の縦弾性係数(ヤング率)および横弾性係数(剛性率)、更にはポアソン比を求めることができる。

測定原理を模式的に第2図示す。また、同部の外観を写真1に示す。

中央部の振動駆動部で試料に曲げ変形が与えられ、両端の振動駆動部で捻り変形が与えられる。

電磁コイルによる駆動周波数が、試料系の固有振動数と一致したとき、振幅が最大となり、このときの周波数から(1)式により、ヤング率、Eが求められる。

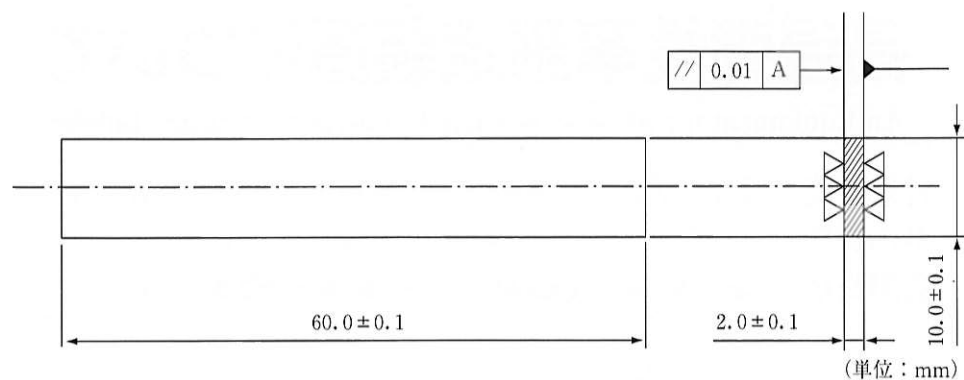
$$E = \omega^2 \rho A / I \lambda^4 \quad (1)$$

E: ヤング率,  $\omega$ : 角振動数,  $\rho$ : 密度

A: 断面積, I: 慣性モーメント,  $\lambda$ : 無次元数

同様に、捻り共振周波数から剛性率、Gが測定され、(2)式によりポアソン比、 $\nu$ が算出される。

## 製品紹介



第1図 弾性係数測定用試料形状

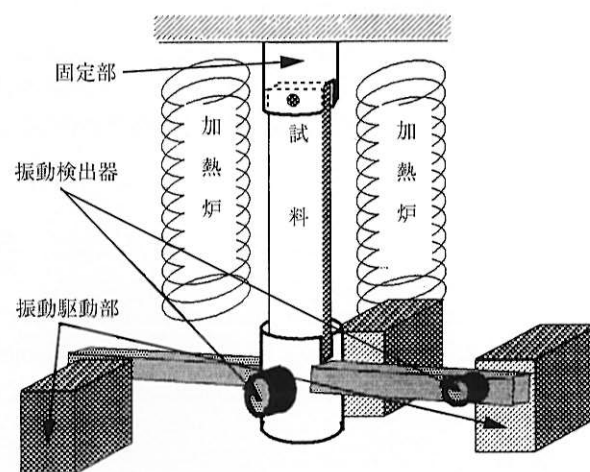
$$\nu = E/2G - 1.00 \quad (2)$$

(二次元弾性等方体を仮定)

また、周波数が20～80Hzの範囲での減衰率(内部摩擦,  $Q^{-1}$ )も併せ測定することができる。

装置の主な仕様は次のとおりである。

- (1) 測定方式 : 電磁駆動振動検出方式  
(計算機制御自動測定)
- (2) 測定可能温度範囲: RT～1000℃
- (3) 測定項目 : 縦弾性係数(ヤング率, E),  
横弾性係数(剛性率, G),  
ポアソン比( $\nu$ ),  
減衰率( $Q^{-1}$ )



第2図 測定原理模式図

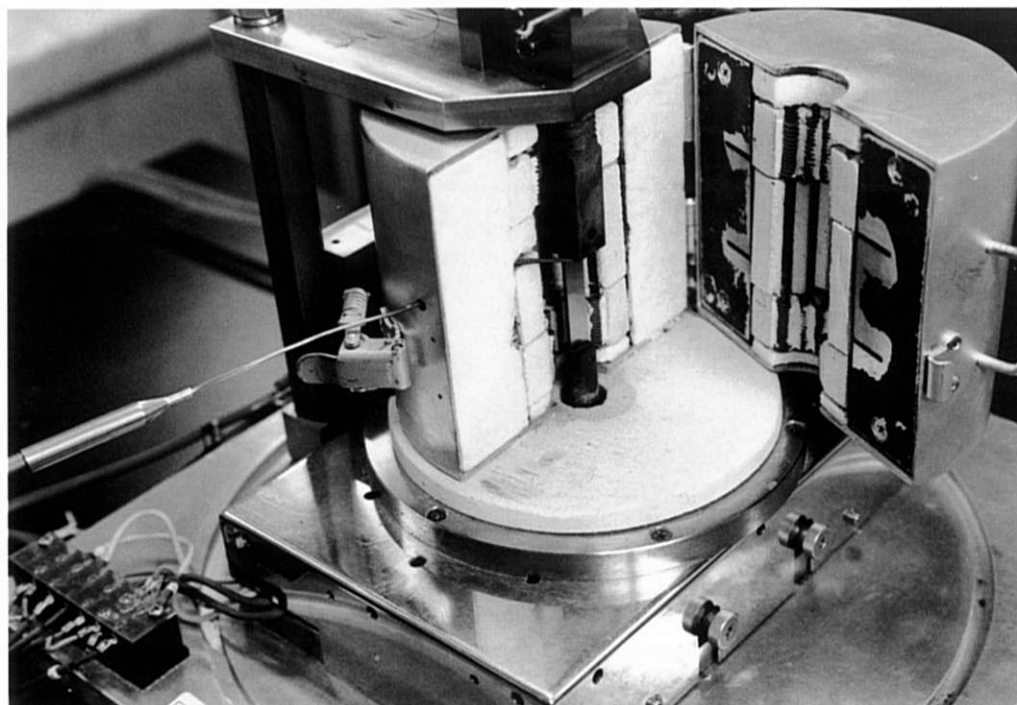
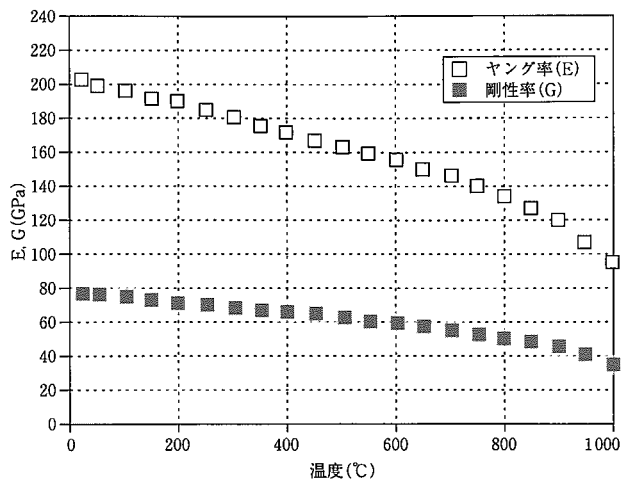


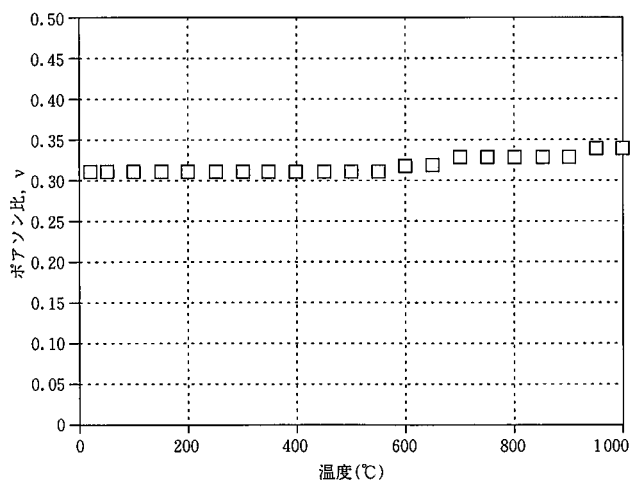
写真1 測定部外観

## 4. 測定事例

ステンレス鋼の代表として、SUS304の弾性係数の測定結果を第3図、第4図に示す。第3図からEとGがほぼ一定の比で温度に対し漸減していることが分かる。このことは、第4図のポアソン比が0.31~0.34という狭い範



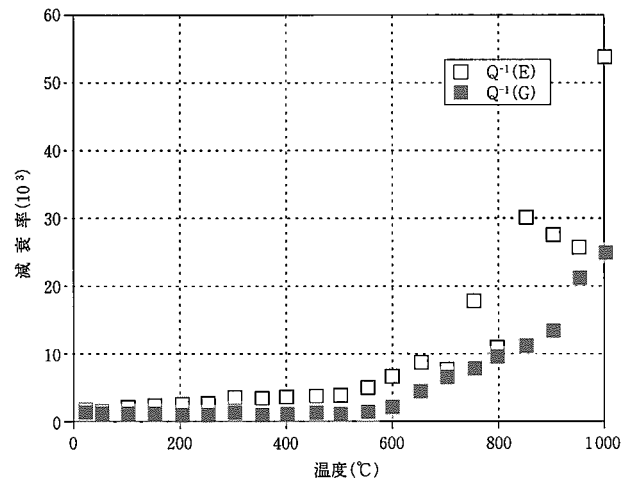
第3図 ヤング率、剛性率測定結果の例(SUS304)



第4図 ポアソン比測定結果の例(SUS304)

囲に入っていることに対応している。

一方、減衰率( $Q^{-1}$ )は、第5図から、温度上昇に伴い指数関数的に増加していることが分かる。これは、温度上昇とともに材料内部のエネルギー消費が増大していることを示し、ミクロ的には、転位、空孔の移動あるいは格子間原子の再固溶等が関連していると考えられている。



第5図 減衰率測定結果の例(SUS304)

## 5. おわりに

以上、当社保有の高温弾性率測定装置を紹介してきたが、近年の有限要素法の普及に伴い、ますますその稼働率が上がってきている。

高温弾性率は、熱伝導率、熱膨張率とともに、高温部材設計に不可欠な材料定数であり、当社では、これら三者の測定を一括受注することも多い。

今後も更なる機能拡大を図りながら、世の中のニーズに対応していきたいと考えている。

問合せ先  
住友金属テクノロジー(株)  
物性・開発部  
係長  
☎06(489)5714 奥山