

## ((( 気体置換法を用いた見掛け密度測定 )))

### はじめに

当社では各種試験機・試験方法を活用し、材料の熱特性、固体・焼結体特性、電気・磁気特性の評価やX線応力測定なども行っております。

固体・焼結体の特性評価として、粒度分布の測定や比表面積測定、細孔径分布測定、密度測定などを行っており、今回は気体置換法を用いた見掛け密度測定(JIS R 1620<sup>-1999</sup>準拠)についてご紹介いたします。

#### 【密度測定】

密度は基本的物性値のひとつであり、例えば粉体の粒度や気孔率などの測定にも欠かせない値であります。密度とは単位体積当たりの質量であり、体積の定義に依存します(表1参照)。

### 気体置換法の特徴および測定原理

気体に関するボイルの法則を利用して見掛け密度を測定する方法(図1参照)であり、特徴として

- ・測定に使用する気体はHeであり、1 (10<sup>-10</sup>m)に近い割れ目や気孔へ浸透できる
- ・測定はサンプルカップ(約15.9mm×24.6mm)に入る形状の試料であれば可能なため、従来のアルキメデス法では測定が困難であった粉体や水に溶け出すような試料でも測定ができる
- ・アルキメデス法に比べ小さい試料でも測定可能などが挙げられます。

### 測定例




今回、密度測定の試料としてアルミニウム(3N、化学成分表2参照)を用いました。なお、試料は同一素材から種々大きさのものを切り出し、試験に供しました。

その結果(図2) 試料体積が約0.3cm<sup>3</sup>(約7.6mm×7.6mm×5.2mm) 以上で、見掛け密度の値は文献値に対して±0.5%以内で一致しました。

このように通常の測定方法(図2)では安定した測定結果を得るには試料体積が少なくとも0.3cm<sup>3</sup>以上必要ですが、当社では0.3cm<sup>3</sup>未満の小さな試料においても±0.5%以内で測定結果が得られる新規測定方法(測定結果は図2)を考案しておりますので、微小試料で見掛け密度測定をご検討される際はご相談させて頂ければと思います。

研究支援事業部 試作試験部 試験技術室  
廣瀬 隆一 児玉 佐也子  
TEL:06-6489-5714  
FAX:06-6489-5959  
E-mail: bussei@smt-co.com

表1 密度の定義・模式図について

模式図	定義
	真密度 = $\frac{\text{試料の質量}}{\text{試料のみが占める容積}}$ (試料内部には閉じた空洞が無い状態)
	見掛け密度 = $\frac{\text{試料の質量}}{\text{試料の外形容積 から開気孔を除いた容積}}$ (試料内部に閉じた空洞がある状態)
	かさ密度 = $\frac{\text{試料の質量}}{\text{試料の外形容積}}$ (体積が大きく見積られるため、密度は小さく算出される)

JIS R 1634-1998より一部抜粋

外形容積: 試料の固体部分の他に開気孔と閉気孔を含めた全容積

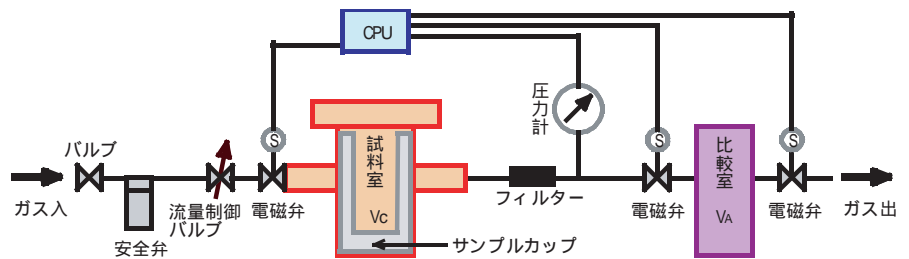


図1 測定装置概略

#### 【試料体積の算出式】

$$V_p = V_c - \frac{V_A}{\frac{P_1}{P_2} - 1} \quad \dots \text{式1}$$

$V_p$  [m<sup>3</sup>]: 試料の体積  
 $V_c$  [m<sup>3</sup>]: 試料室の容積  
 $V_A$  [m<sup>3</sup>]: 比較室の容積  
 $P_1$  [Pa]:  $V_c$ に試料を入れ大気圧以上に加圧した際の系内の圧力  
 $P_2$  [Pa]: 系内圧力 $P_1$ 状態から $V_c$ と $V_A$ の間にある電磁弁を開いた際の、系内の圧力( $P_2 < P_1$ )

表2 アルミニウム(3N)の化学成分

(mass%)

Al	Cu	Fe	Mn	Si	Ti	Zn	Zr
Bal.	0.002	0.014	< 0.001	0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.001

分析方法: ICP発光分光分析法

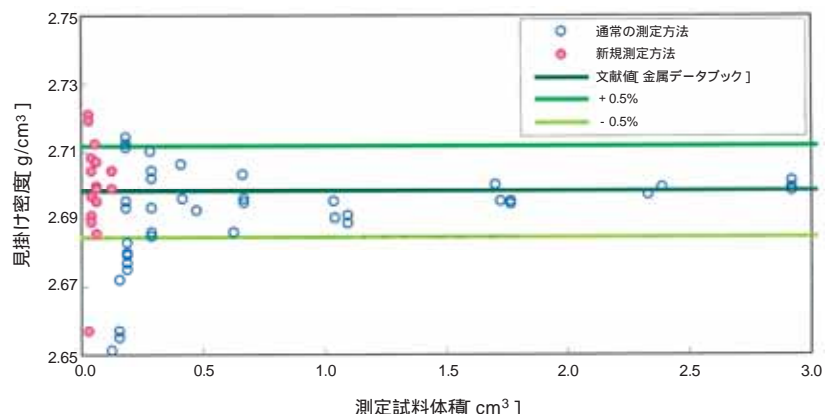


図2 Alの見掛け密度測定結果