

泉陽硝子工業株式会社開発室 柏 保介

今日、ガラスの粘性測定には、様々な方法が用いられていますが、最も精度の高い方法の一つに回転円筒法があります。しかし、この方法は精度が高い反面、以下に述べることの内いずれかが問題点となっています。(1)測定装置あるいは操作が複雑である、(2)測定領域が限られている、(3)測定に長時間を要する。ここに紹介する摩擦式回転粘度計は、この回転円筒法に属するもので、その利点を損わず、上記の問題点をできるだけ解消しようとして、筆者により開発されたものです。

回転円筒法では、共軸の内筒外筒間に試料とする粘性流体を満ち、内外筒に異なった角速度を与えたとき、流体の粘性抵抗によって各円筒に生じるトルクを測定することにより試料流体の粘度が求められます。内外筒間にニュートン性流体が存在し、外筒筒を固定して内筒筒のみを回転させるとき、粘度 η は次式で表されます。

$$\eta = \frac{M}{\omega} \cdot \frac{r_2^2 - r_1^2}{4\pi(h+f)r_1^2 r_2^2} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、Mは内筒筒に作用するトルク、hは内筒筒浸漬深さ、 r_1 、 r_2 はそれぞれ内外筒の半径、 ω は内筒筒の角速度、fは内外筒の上下端に生じるトルクによる誤差を補正するための末端補正項を示します。

本測定装置は、外筒筒を炉内に固定し、内筒筒のみを摩擦力により回転させ、内筒筒の回転速度とこれに作用する摩擦力によるトルクから粘度を知るといふものです。図1に示すように、本装置はモータによって回転させられる駆動側回転盤と、内筒筒に連結されている従動側回転盤とを摩擦伝導状態で接触させるというきわめて単純な構造になっています。内筒筒に抵抗が加えられていないとき、モータを作動させると、駆動側と従動側の回転盤間に生じる摩擦力により、内筒筒は駆動側

回転盤とほぼ同速で回転しますが、内外筒間に粘性流体を満ちた状態でモータを作動させると、内筒筒に作用する粘性抵抗により、駆動側と従動側の回転盤間で滑りが生じて内筒筒の回転速度は低下します。つまり、粘性流体の粘度、両回転盤間に生じる摩擦力が内筒筒に与えるトルク及び内筒筒の回転速度の相関関係が、前記の(1)式を満たせば、内筒筒に与えられるトルクと内筒筒の回転速度をそれぞれ備え付けのテンションゲージと回転速度計で測定することにより、試料流体の粘度を知ることができます。

図2に、本装置における粘性流体(NBS-711粘

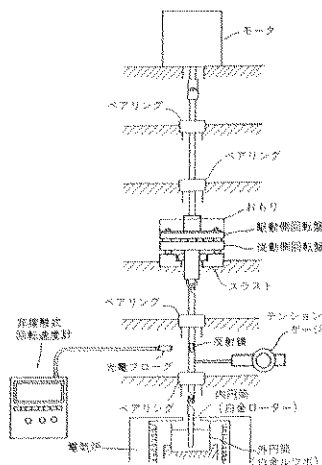


図1 摩擦式回転粘度計の構造

性標準ガラス)の粘度(η)と内筒筒の回転速度(ω_R)の関係を示しました。トルク(M)が一定のとき、回転速度(ω_R)は粘度(η)に反比例していることが分かります。図3には、本装置における内筒筒の回転速度(ω_R)と摩擦力が内筒筒に与えるトルク(M)の関係を示しました。粘性流体(NBS-711)の粘度が一定のとき、回転速度(ω_R)はトルク(M)に比例していることが分かります。以上のことよ

り次式が得られます。

$$\eta = \frac{M}{\omega_R} \cdot C \quad \dots\dots\dots(2)$$

C: 定数

この式は(1)式を満たしており、よって他の回転円筒法と同様に、本装置においても粘性既知の標準試料を用いて定数(c)を求めれば、未知の試料流体の粘度(η)を、トルク(M)と同転速度(ω_R)の測定値を(2)式に代入することにより、容易に算出することができます。

また、本測定装置は、両回転盤の接触部の材質(摩擦係数)を変えるか、両回転盤の接触面に加えられる荷重(垂直抗力)を変えることにより、内円筒に与えられるトルクのオーダーを容易に変える

ことができるため、短時間で非常に広い粘性領域(10poise以下~10⁹poise以上)の測定が可能です。図4は、ケイ酸鉛系ガラスを用いて、本測定装置による測定値と従来技術による測定値を比較したのですが、本測定装置による測定値が広範囲において正確であることが分かります。

参考文献

- 1) 坂田、野口、植村：窯協、81〔6〕221(1973)
- 2) 泉谷、守屋：大工試季報、11〔4〕274(1960)
- 3) 白石、斎藤：日本金属学会誌、29〔6〕614(1965)
(1965)
- 4) E.H.Fontana：Ceramic Bulletin, 49〔6〕594
(1970)

〔筆者紹介〕



柏 保介(かしわやすけ)
昭和60年 関西大学工学部応用化学科卒
同年 泉陽硝工業株式会社、以来ガラスの物理的性質及び化学的性質、ガラスの製造技術の研究開発に従事、現在泉陽硝子工業株式会社勤務

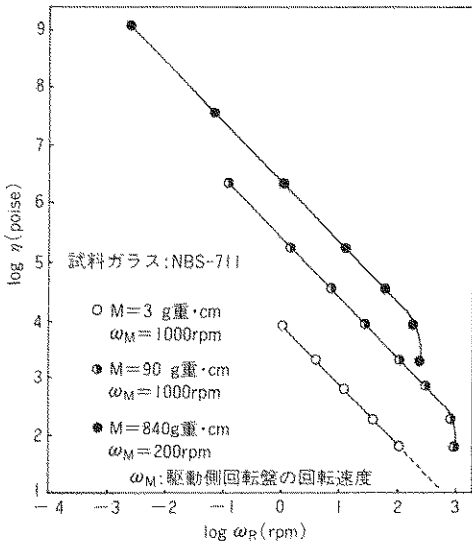


図2 粘度と内円筒の回転速度の関係

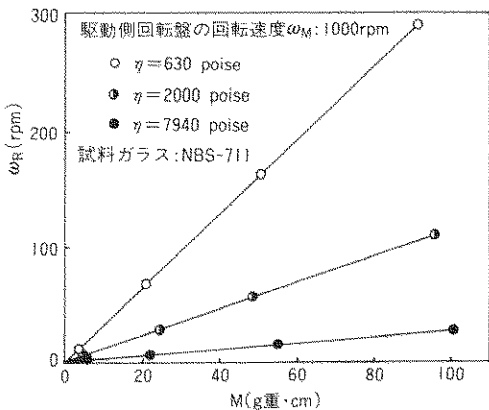


図3 内円筒の回転速度とトルクの関係

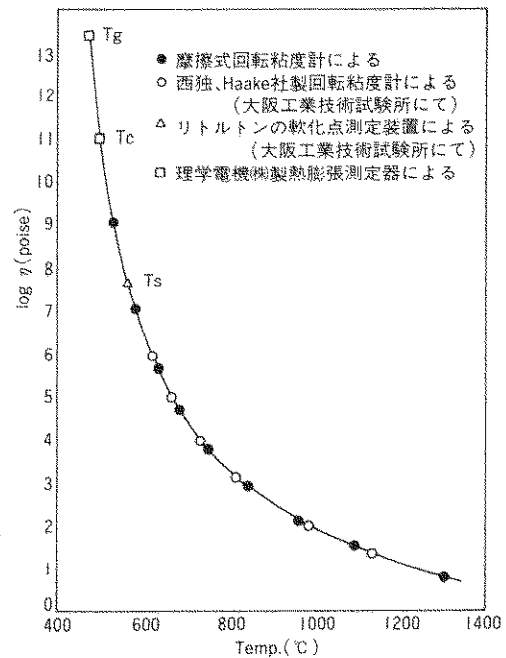


図4 ケイ酸鉛系ガラスの温度と粘度の関係