

山村硝子 株式会社ニューガラス研究所
(前)大阪工業技術試験所

寺井 良平

高温熔融状態のガラスの粘性測定には、回転円筒法や白金球引き下げ法などが用いられ、かなり正確な数値が得られているが、 10^5 ポアズ以上の高粘性領域になると、信頼性のある測定値を興える装置が少なく、ファイバの伸び速度から得た軟化点や徐冷点をつないで求めたり、金属棒貫入法が試みられている。しかし、ガラス軟化点 ($\eta = 10^{7.65}$ ポアズ) はガラスファイバの自重による軟化伸張速度を測定して求めるので、測定できる粘性もその温度一点にとどまっている上、寸法精度のよいファイバを作るのが難しい。また貫入法も温度測定や貫入棒の温度変化補正に難点がある。

一方、 $10^5 \sim 10^8$ ポアズの高粘性領域の測定値は、最近のガラスレンズの直接プレス成型や、磁気ヘッドギャップへのガラスの挿入・封着など、ガラスの精密加工上きわめて重要な位置を占めるようになり、その正確な測定法の確立が望まれている。

ここで紹介する平行板加圧式粘性測定装置は、東北大学・選鉦研の白石教授の指導を受け、㈱オプト企業、㈱モトヤマの協力を得て作製した装置で、問題の高粘性領域の測定が非常に精度高くできる。

その全景は次ページ写真1に示すとおりである。またその主要部分を Fig. 1 に示す。この方法の基礎は、2枚のアルミナ平行板の間に小さな円柱状のガラス試料を挟み、これを炉中の石英製ステージに保持して、上部から試料上面に荷重をかけ、その温度におけるガラス試料の変形速度 (dh/dt) を差動トランスによって測ることにある。これから粘性値を求めるには、Fontana によって示されたように、Gent の式を用いて表現することが出来る。すなわち、

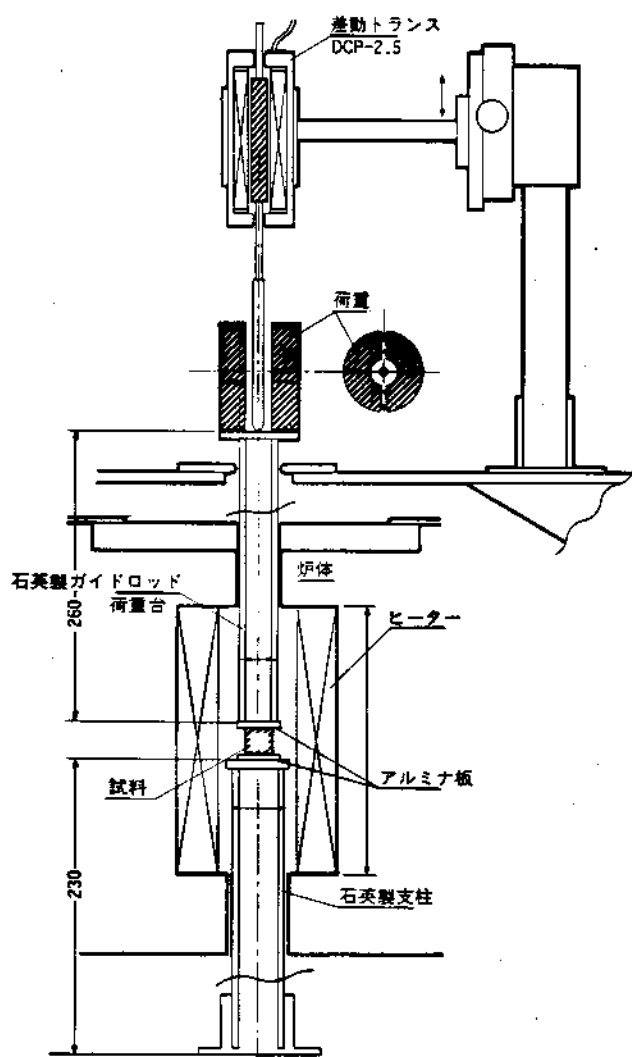


Fig. 1 測定装置主要部

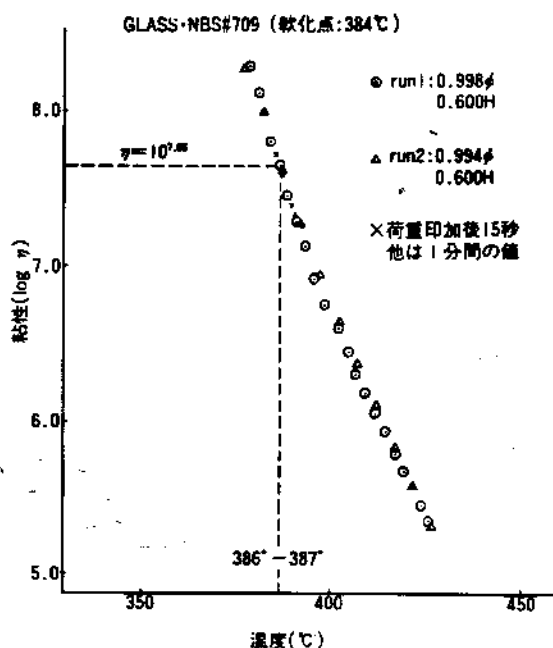


Fig. 2 NBS-#709 の粘性測定値 (測定 2 回)

$$\eta = \frac{2\pi M \cdot g H^3}{3V(dh/dt)(2\pi H^3 + V)}$$

ここで、 η = 粘性 (poise)

M = 荷重 (g)

H = 円柱状ガラス試料の高さ (cm)

g = 重力の加速度 (cm/s^2)

V = 試料ガラスの体積 (cm^3)

dh/dt = 試料ガラスの変形速度 (cm/s)

標準試料として NBS-#709 (軟化点: 384°C) を用いて、 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ の上昇速度で連続的に粘性を測定した結果を Fig.2 に示す。荷重は 110 グラムのみとしたが、2 回の測定点はよく一致しており、その再現性はきわめて良好である。軟化点周辺では荷重を加えてから 1 分後でも、15 秒後でもその測定値はほぼ同一線上にあり、その軟化点はそれぞれ 387°C , 386°C であった。これも NBS の標準値と $\pm 2^\circ\text{C}$ の範囲でよく一致している。一定温度に保持して測定する方式を取れば、その精度は更に上がるものと思われるし、荷重を 1000 グラムにすれば、 10^3 ポアズの粘性までかなり短い時間で測定することが出来る。

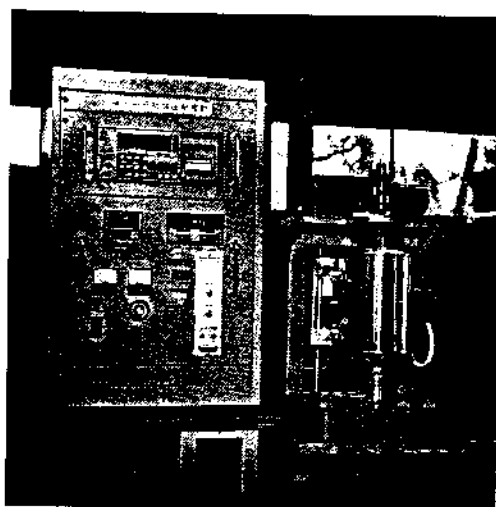


写真 1 測定装置

通常はマルチホギングメータでデジタル表示するか、それを温度変化とともにプリントアウトするが、更にパソコンにつなげばすぐに図形化することができる。

参考文献

- 1) E. H. Fontana: Ceram. Bull., 49, 594-7 (1970)
- 2) 白石裕: 東北大学・選鉱製錬研究所報告, 868 号 (1982)

【著者紹介】



寺井 良平 (てらい りょうへい)
昭和 35 年 立命館大学理工学部
化学科卒。通商産業省大阪工業技
術試験所において、新種光学ガラ
ス、ガラス内イオン拡散、放射性廃
棄物のガラス固化処理とその安全
評価、イオン伝導性ガラス等の研
究に従事。
昭和 58 年 ガラス物性研究室長。
ニューガラス・フォーラム発足以
来、企画委員、広報委員長等に就
任。
平成元年 4 月 山村硝子株式会社
に入社。ニューガラス研究所・副所
長、工学博士。