

塗料用高せん断速度粘度計

塗料研究室 館 和幸

Capillary Rheometer for Viscosity Measurements on Paints at High Shear Rate

Kazuyuki Tachi

自動車の上塗りにはスプレー塗装によっているため、その仕上がり品質は塗料の微粒化度合いに大きく依存する。塗料の粘度は微粒化度合いを支配する重要な因子である。塗料は非ニュートン流体であるので、 10^4 s^{-1} 程度といわれているスプレー時のせん断速度下で粘度を測定する必要がある。しかし、 10^3 s^{-1} を越える高せん断速度下での粘度測定は、市販の回転型粘度計では不可能であった。そこで、塗料用の高せん断速度粘度計を開発した。

Fig.1に開発した高せん断速度粘度計を示す。この粘度計は、毛細管型粘度計で、毛細管から塗料を押し出したときの圧力と体積流量とから粘度を算出するものである。Fig.2に測定可能な粘度とせん断速度の範囲を示す。通常のスプレー用塗料の場合、粘度は $10^2 \sim 10^6 \text{ s}^{-1}$ のせん断速度範囲で測定可能である。また、温度は $0 \sim 70$ の範囲で設定できる。粘度の算出にあたっては、運動エネルギー、弾性、非ニュートン性に基づく補正を行い¹⁾、測定に伴う誤差を最小限にした。

ニュートン流体であるグリセリン水溶液を用いて検定を実施するとともに、メタリック塗料を用いて測定時にメタル片の破碎や偏析が起こらないこと、および塗料の温度上昇がほとんどないことを確認した²⁾。

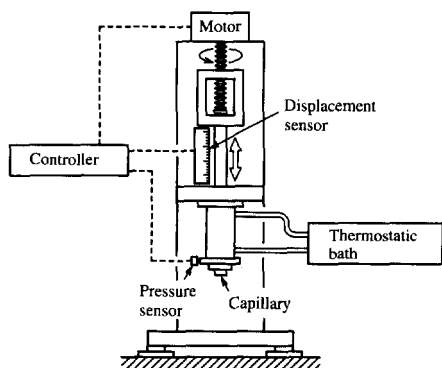


Fig.1 Schematic diagram of high shear rate capillary rheometer.

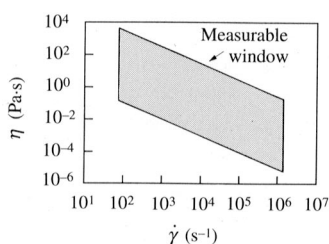


Fig.2 Measurable window of high shear rate capillary rheometer. $\dot{\gamma}$ and η are shear rate and viscosity, respectively.

Fig.3に3種類の塗料の粘度測定例を示す。塗料AおよびCは、広いせん断速度範囲に渡ってそれぞれ擬塑性流動およびニュートン流動を示す。しかし、塗料Bは、せん断速度 10^3 s^{-1} を境に粘性挙動がニュートン流動から擬塑性流動へと変化する。この結果から、 10^3 s^{-1} を越える高せん断速度下の粘性挙動を低せん断速度下 (10^3 s^{-1} 以下) の粘性挙動から予測することは危険であることがわかる。

エアスプレー塗装時の微粒化度合いは、エアスプレーガンの塗料ノズルを理想的な毛細管と考えて計算されるせん断速度 ($10^4 \sim 10^5 \text{ s}^{-1}$) 下の粘度に依存した²⁾。

今回開発した高せん断速度粘度計と市販の回転型粘度計を併用することによって、自動車の塗装工程で塗料がさらされる幅広いせん断速度 ($10^{-3} \sim 10^5 \text{ s}^{-1}$) 下で塗料の粘度がせん断速度によってどのように変化するかを初めて明らかにできた。今後は、この粘度計を自動車の塗装に適した粘性挙動を示す塗料の開発に役立てていきたい。

参 考 文 献

- 1) レオロジー測定法, 高分子学会レオロジー委員会編, (1965), 90, 共立出版
- 2) 館和幸, 奥田匠昭: 第40回レオロジー討論会講演要旨集, (1992), 156 ~ 159

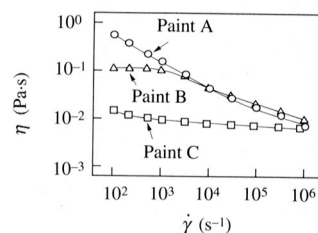


Fig.3 Plot of viscosity (η) vs. shear rate ($\dot{\gamma}$) for three paints (A, B and C).