

固体表面濡れ性を調べる簡易型動的接触角計の装置開発と学生実験への導入

Development of simple dynamic contact angle meter for the wettability of the solid surface and its introduction to laboratory experiments

○栗山 健二¹、芦澤 雅人¹、中本 順子¹、下村 勝¹、鈴木三男² (1. 静岡大、2. 福島高専)

○Kenji Kuriyama¹、Masato Ashizawa¹、Junko Nakamoto¹、Masaru Shimomura¹、Mitsuo Suzuki

(1. Shizuoka Univ. 2. Fukushima NCT.)

E-mail: masuda.kenji@shizuoka.ac.jp

回転ステージと USB 顕微鏡を用いた簡易型動的接触角計を開発した (Fig.1)。この測定器は工学部 3 年次の学生実験に導入した。操作が簡便で製作費が低いため、学生実験への導入がしやすいという利点がある。焦点距離が 30mm では、0.014mm/pixel の高解像度で測定できる。動的接触角の測定では、試料基板を傾けると液滴が初期位置にあるのに画面上の水滴が動く問題があった。回転ステージの回転軸と USB 顕微鏡の光軸を一致させることでこの問題を解決した。画像解析には、2 次ベジェ曲線を用いたフィッティング法を提案する。

水平な固体表面に水滴をのせ、その表面の傾斜角度を徐々に上げていくと水滴は流れ出す。その瞬間の水滴の下側を前進接触角 θ_a 、上側を後退接触角 θ_r と呼ぶ。水滴が流れ出す最小の傾斜角を滑落角 α と呼ぶ。Fig.2 にこれらの関係を示す。水滴が固体表面に留まろうとする力が付着力 F であり、式 (1) で表される。

$$F = m g \sin \alpha / 2 \pi r \quad (1)$$

式中の F は付着力、 m は液滴質量、 g は重力加速度、 r は吸着半径、 α は滑落角である。水滴にはたらく力の釣り合いより、滑落角 α と気体-液体界面の表面張力、前進接触角 θ_a 、後退接触角 θ_r の間には、式(2)の関係が成り立つ。

$$m g \sin \alpha = 1/2 \pi r \gamma_L (\cos \theta_r - \cos \theta_a) \quad (2)$$

付着力 F は、式 (2) より円形の縁の部分に沿って単位長さ ($2\pi r$) あたりに働く力として式 (3) が用いられる。

$$F = m g \sin \alpha / 2 \pi r = 1/4 \gamma_L (\cos \theta_r - \cos \theta_a) \quad (3)$$

ベジェ曲線の解析には、パブリックソフトウェアの ImageJ を使用した。ImageJ の Bezier Curve tool を用いて、水滴の端点 A (始点) と B 点を補間し、同時に B 点から第 1 制御点の D 点を補間すると、角度と長さによって端点付近の曲率が制御できる 2 次ベジェ曲線フィッティング法を利用する。角度ツールを用いて、前進接触角 (θ_a) $\angle BAC$ および、後退接触角 (θ_r) $\angle ABD$ 、の角度を求める。吸着半径の求め方は、直線ツールで 2 端点間 (A 点-B 点) に直線を引く。ImageJ のツールウィンドウに length という値が直線の長さとして、ピクセル数(pixel)で表示される。液滴の下部に方眼紙の目盛りが張り付けてあるので、同様に 3mm のピクセル数を求め、1mm 分として吸着半径を mm 単位に換算する。



Fig.1 Simple dynamic contact angle meter.

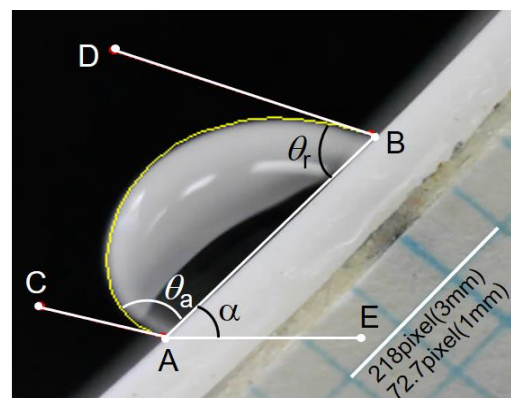


Fig.2 Dynamic contact angle measurement.