

微小液滴振動法による動的表面張力の長時間測定

Elongation of Dynamic Surface Tension Measurement Using Oscillation of Microdroplets

東大生研 ○(M1)浅井 遼, (M1)横田 涼輔, (M2)早川 大智, 美谷 周二朗, 酒井 啓司

IIS, UTokyo, °Ryo Asai, Ryohsuke Yokota, Daichi Hayakawa, Shujiro Mitani, Keiji Sakai

E-mail: rasai@iis.u-tokyo.ac.jp

我々はインクジェット技術で生成された微小液滴に空中で振動を励起し、その振動から動的表面張力を測定する手法を開発してきた[1]。本手法の特徴は連続型インクジェットによって射出された液滴が射出と同時に新しい表面を形成することを利用し、表面形成後の任意の経過時間において表面張力を測定できることである。この測定法により 1 ms 以下の時間領域で動的表面張力を測定することが可能になった。一方、1 ms 以降は液滴の飛翔不安定性が増大するため、撮影画像にぶれが生じ測定精度を保つことが難しかった。今回我々は飛翔不安定化した液滴の位置と振動状態を明確に観察するための撮影法を開発し、本手法による測定可能時間領域を 10 ms まで延長することに成功した。ここで、撮影法による取得画像の差異を Figure 1 に示す。従来の撮影法では高コントラストを得るため 1 フレームに複数回ストロボ発光しており、液滴位置に不定性がある場合 Figure 1(a)のように輪郭のぼやけた液滴像となってしまう。本研究では 1 フレーム撮影する間に 1 回のみストロボ発光するようなタイミング回路を組み込み、個々の液滴の輪郭をはっきりとした Figure 1(b)のような画像の取得を実現した。

液滴の振動励起は電場を用いた誘電作用を通じて行う。電場を印加する電極針位置を原点として、進行方向の液滴位置と振動位相との対応関係が得られれば解析は可能である。振動を励起してから経過時間は液滴速度を用いて液滴位置から算出する。実験では振動解析の時間精度を向上させるため、遅延時間を掃引しながらストロボ発光させ複数枚液滴画像を撮影し、データを積算した。射出から 10 ms 経過したシリコンオイルの液滴振動の様子を Figure 2 に示した。この振動の基本モードの角周波数 ω は液体の密度を ρ 、液滴半径 R 、表面張力を σ として $\omega = (8\sigma/\rho R^3)^{1/2}$ で与えられるため、液滴の振動から表面張力を算出することができる。これにより、表面張力測定が可能な時間領域を大幅に広げることになり、従来から用いられてきた最大泡圧法で得られた測定データとの接続が可能になると考えている。

[1] T. Ishiwata and K. Sakai, Appl. Phys. Express, 7, 077301 1-4, 2014

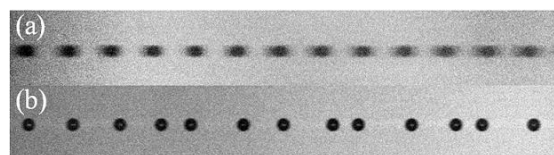


Figure 1: The obtained image of silicone oil droplets after the lapse of 8 ms by emitting stroboscopic light (a) about 200 times and (b) once in each frame.

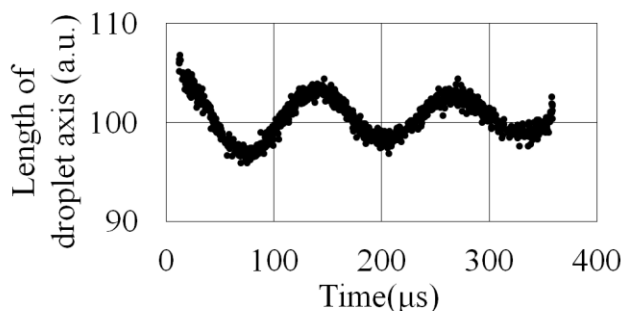


Figure 2: Oscillation of silicone oil droplets.