Observation of behavior of droplet floating after collision of a falling droplet with a liquid surface

〇学 小林俊幸 (京工繊大院) 正 村田滋 (京工繊大) 正 田中洋介 (京工繊大)
 Toshiyuki KOBAYASHI, Graduate School, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8585
 Shigeru MURATA, Kyoto Institute of Technology
 Yohsuke TANAKA, Kyoto Institute of Technology

1. 緒言

落下液滴が液面に衝突する際の現象の一つに液滴が液面と衝突した後、一体化せずに液体表面上に残るという現象がある。この現象に関して Pasquale ら¹⁾は、液体同士が一体化しない時には液体間に空気層が存在する事を示した。また、Monti ら²⁾は静止平板上に液滴を接触させて一体化が起らない時にレーザーを用いた干渉実験により温度差による空気層の挙動の評価を行った。しかし、液滴を液体表面上に落下させ、その後浮遊する液滴の動的挙動について言及した報告はあまりない。

そこで本研究では、液滴を液体表面上に落下させ、高速度カメラとレーザー干渉計を用いて、浮遊する液滴と液体表面間の空気層の干渉縞計測を行った。また、2台の CCD カメラを用い、浮遊する液滴と空気層による干渉縞の同時計測を行い、浮遊液滴の挙動の評価を行った。以下では実験方法、計測方法について説明し、液滴と空気層の動的挙動の評価を行う。

2. 実験装置と実験方法

本実験で用いた装置の概略図を Fig. 1 に示す。装置は主にレーザー、ビームスプリッター、水槽、送流ポンプ、ミラー、レンズ、スクリーン、カメラから成る。実験は下面が光学ガラス(直径 28mm)の水槽を設置し、シリコンオイル(信越シリコン:KF-96-50)を深さ 5mm まで注ぎ、ポンプ使って液滴を吐出口(内径 1.15 mm)から一定流量で落下させた。その際に水位を一定に保つ為にポンプ吸入口を水槽内に設置するとともに吐出口から液面までの高さは 10mm として行った。液滴の外形は CCD カメラを用いバックライト法で撮影した。また、浮遊する液滴の外形を撮影する際に水槽の縁の影響を少なくするためにカメラを約 10 度下向きに傾けた。干渉縞は高速度カメラ、CCD カメラそれぞれで撮影しており、高速度カメラは撮影速度 300 枚/秒とし、CCD カメラは撮影速度 30 枚/秒とした。

3. 実験、計測結果

撮影画像で液滴が液面と接触してから一体化するまで時間を計測すると 0.52~0.59 秒であった。今回の実験では、ウェーバー数 We を $We = \rho u^2 D / \gamma$ とすると、液滴の衝突直前のウェーバー数は $We = 2.8$ であった。ここで ρ は密度、 u は液滴の速度、 D は液滴の横の最大幅、 γ は表面張力である。2台のカメラを用いて同時計測した際の撮影画像の例を Fig. 2 に示し、滴下実験から得られた画像の液滴の上端の y 座標を横軸、撮影画像の干渉縞の最大径を縦軸として散布図にしたものを Fig. 3(a) に示し、代表的な時間変化段階を①→⑤として示す。Fig. 3(a)の横軸が 1.5~1.6 付近にプロット点が集まっているので、安定し浮いていると考えられる。その際、干渉縞の端を液滴と液面の接点と考えた時の空気層の最大厚さは観測可能範囲では約 4.4~4.7 μm となっていた。Fig. 3(b)に干渉縞の最大径の時間変化の一例を示す。

4. 結言

本実験により液滴が浮遊している時に Monti らの研究で撮影された干渉縞と類似している干渉縞が観測された。これより、空気層の存在が確認された。また空気層の厚さは液滴が安定している時はほぼ変化がないことがわかり、液滴の高さと干渉縞の径の大きさには関連性があることがわかった。

Fig. 1 Experimental apparatus.

Fig. 2 Example of captured images.

Fig. 3 Relation between maximum diameter of fringes and (a) top edge of floating droplet (b) variation with time.

引用文献

- (1) P. Aversana, V. Tontodonate, L. Carotenuto, Physics of Fluid, Vol. 9(9), (1997), pp. 2475-2485
- (2) R. Monti, R. Savino, S. Tempesta, European Journal of Mechanics. B/Fluids. Vol. 17(1), (1998), pp. 51-77