

レーザーアブレーション現象の 短パルスレーザー照明を用いた可視化観察

Visualization of Laser Ablation Phenomena using Short-pulse Laser Illumination

福岡工大 山岸里枝

Fukuoka Institute of Technology, Rie Yamagishi

E-mail: yamagishi@fit.ac.jp

1. はじめに

レーザーは、微細加工、切断、溶接、クリーニング、マーキングなど様々な分野で利用されており、その用途に応じて波長、出力、パルス幅、繰り返し数など適切に選定する必要がある。レーザーは、加工のみならず照明光としても応用することが可能であり、筆者らは短パルスレーザーを照明光に用いて、レーザー加工現象や放電加工現象の観察をしてきた¹⁻²⁾。レーザーアブレーション現象について、ポンプ-プローブ撮影、および、著者らが開発した高速度レーザーstroボビデオ撮影による可視化の事例を紹介する。

2. 撮影方法

短パルスレーザー (YAG レーザー) の基本波 (波長 1064nm) により加工現象を起こし (ポンプ)、倍波 (波長 532nm) で照明して (プローブ)、ICCD カメラで現象をシャドウグラフ撮影するような、ポンプ-プローブ法¹⁾がある。プローブ光は、stroボビデオ撮影におけるフラッシュの役割を果たしており、この方法では、カメラのシャッターに対し1パルスのプローブ光で照明しており、基本的に1回の撮影において1枚の画像を得ることができる。この仕組みを、高速度ビデオカメラと高繰返しの短パルスレーザーの組み合わせに適用して構築したのが、高速度レーザーstroボビデオ撮影法²⁾である。これらの方法では、カメラのシャッター速度よりも照明レーザー光のパルス幅がはるかに短いため、得られる画像の分解能は一般の撮影法に比べて非常に高く、ブレが抑えられる。また、カメラの前に照明光のみを通すフィルターを設置することで、レーザーの散乱光やプラズマの影響を低減することができる。

3. ポンプ-プローブ撮影

図1に、エポキシ樹脂の表面に流動パラフィンで液膜 (厚み 0.15mm) を形成させた状態で樹脂表面にレーザー照射した際の現象をレーザー照射から 100ns 間隔で撮影した光弾性画像を示す。これらは同じ条件の下で撮影された別の現象である。画像中央の水平な線が気液界面であり、上が大気、下がエポキシ樹脂である。大気側には液体の噴出および衝撃波、樹脂側には応力縞の伝播の様子が観察されている。

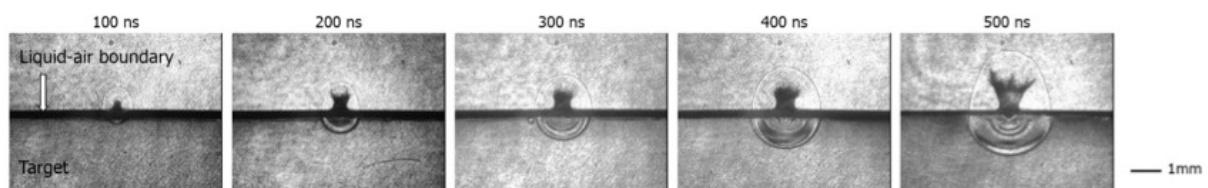


Fig.1 Time-resolved observation of laser ablation under liquid layer on epoxy resin.³⁾

4. 高速度レーザーstroボビデオ撮影

著者らが構築したシステムでは、使用するカメラと照明用レーザーの繰返しにより、最速で1秒に100万枚 (1μs 間隔) の撮影が可能である。液中レーザーアブレーションによるキャビテーションバブルの生成やナノ粒子生成などの現象観察を行った。加工を引き起こすレーザーのパルス幅は10nsであり、ナノ秒の時間帯において変化は起き始めているが、全体像の把握のためはマイクロ秒、ミリ秒での時間領域で観察が必要な場合もある。これらの撮影結果についても紹介する。

参考文献

- 1) 田辺里枝, 伊藤義郎, 精密工学会誌, 81(2), (2015) 129-133.
- 2) R. Tanabe, H. Kusano, Y. Ito, Proceedings of SPIE **7126**, (2009) 71260M.
- 3) T. T. P. Nguyen, et al., Applied Surface Science **470**, (2019) 250-258.