## ガラスのフェムト秒レーザ加工中の超高速圧力分布計測

## Ultrafast Measurement of Pressure Distribution during Femtosecond Laser Processing of Glass 東大院工 <sup>O</sup>(D)服部 隼也, 伊藤 佑介, 杉田 直彦 Univ. Tokyo, <sup>o</sup>Junya Hattori, Yusuke Ito, Naohiko Sugita E-mail: j.hattori@mfg.t.u-tokyo.ac.jp

高強度のパルスレーザを物質に集光するとプラズマが発生し、プラズマの急激な膨張により材料内部に応力波が発生する.この応力波は各種のフェムト秒レーザ加工において重要な役割を果たしている.フェムト秒レーザショックピーニングやフェムト秒レーザピーンフォーミングでは、応力波によって付与される残留応力によって材料の機械特性向上や形状変化を実現する.また、フェムト秒レーザを用いた除去加工では、特に硬脆材料において応力波によるクラックの発生が問題となる.これらの加工法の更なる発展のためにはフェムト秒レーザ加工中の応力波によって作られる応力場の解明が必要である.本研究では、ガラスのフェムト秒レーザ加工中にガラス内部に発生する応力波が作る圧力分布を,時間分解マッハ・ツェンダー干渉計を用いて実測[1,2]し、その結果に基づき、有限要素法シミュレーションにより応力分布を推定した.

Fig.1に実験系の概観を示す.波長1030 nm,パルス幅180 fsのフェムト秒レーザによってガラス内部に発生させた応力波を,同一光源から発生させた波長515 nmの光を用いて構築したマッハ・ツェンダー干渉計で真横から計測した.Fig.2はこの実験系を用いて撮影されたガラス内部の応力波の干渉計画像である.応力波による圧縮や引張によって屈折率が変化し,干渉縞の歪みとなって表れていることが分かる.この干渉縞を解析することで位相変化情報が得られるが,これは3次元の屈折率変化情報がガラス試料の厚み方向に積算されたものである.そこで,応力波の

圧力分布が軸対称であると仮定することで, Fig. 3 に示す ような応力波断面における圧力分布を取得した.

この応力波の圧力分布計測実験の結果に基づいて応力 波伝搬の有限要素法解析を較正し, Fig. 4 に示すような応 力分布推定を実現した.本研究で開発した計測手法および その計測結果はフェムト秒レーザ加工の発展に貢献する.



Fig. 2. Interferogram of stress wave inside glass.





Fig. 1. Optical setup for stress wave measurement.



Fig. 4. Principal stress distribution of stress wave obtained by FEM analysis.

[1] D. Veysset, et al., Sci. Rep. 6, 24 (2016). [2] Y. Ito, et al., Commun. Phys. 3, 124 (2020).