

マイクロチップレーザーによるレーザーピーンフォーミングの変形特性

光科	鷺坂芳弘
理化学研究所	川崎泰介
分子科学研究	Vincent Yahia
理化学研究所・分子科学研究所	平等拓範
分子科学研究所・大阪大学	佐野雄二

Forming properties of laser peen forming using microchip laser

SAGISAKA Yoshihiro, KAWASAKI Taisuke, TAIRA Takunori, Vincent YAHIA and SANNO Yuji

Keywords : bending, microchip laser, laser peen forming, laser induced shock wave
 キーワード : 板曲げ、マイクロチップレーザー、レーザーピーンフォーミング、レーザー誘起衝撃波

1 はじめに

内閣府ImPACT「ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現」にて、サブナノ秒オーダーのパルス幅を持つ超小型マイクロチップレーザー発振器が開発された¹⁾。当センターにはその試用プラットフォームが開設され、本レーザーの用途開発が行われている。著者らは用途の一つとしてレーザー誘起衝撃波を利用したレーザーピーンフォーミング（以下LPF）による板曲げ加工を提案した²⁾。しかし、サブナノ秒レーザーのLPFはこれまで前例がなく、その変形特性を把握する必要がある。そこで本報では試験片の光軸方向の位置（デフォーカス量）による変形特性について報告する。

2 方法

実験には試用プラットフォーム²⁾を用いた。レーザーの仕様を表1に、実験装置の外観を写真1に示す。試験片は板厚1 mmの純アルミニウム板（A1100）を10 mm × 50 mmにせん断したものである。図1のように試験片を片持ち固定して水を入れた水槽中に設置し、焦点距離100 mmのレンズで集光した光を、水面を通して板表面に照射した。板表面はデフォーカス量 z だけ集光点から光源側にずらした。水面の位置は集光点から35 mm上方とした。ステージの走査速度1 mm/s

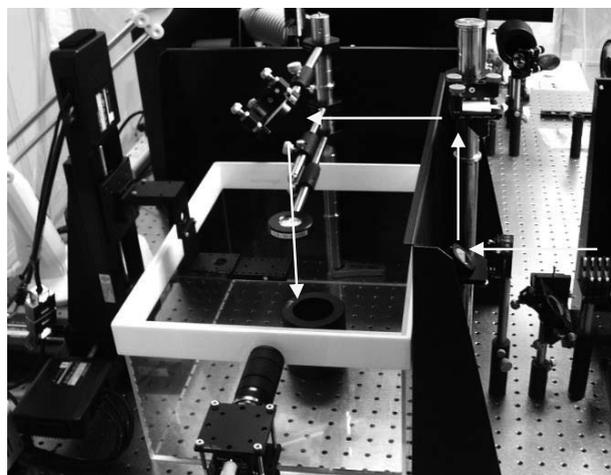


写真1 実験装置（レーザー照射部）外観

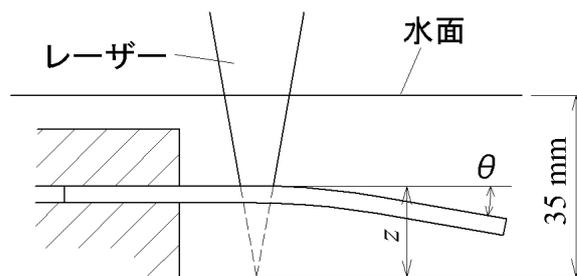


図1 実験方法概略

にて、自由端側から0.1 mmずつずらしながら試験片幅方向への線走査を41回行った。LPFの成形原理は既報³⁾にゆずるが、走査が進むと、衝撃波による塑性変形が蓄積され、板は照射面を凸とする方向に曲がっていく（写真2）。変形量として走査後の曲げ角 θ を測定した。

表1 マイクロチップレーザーの仕様

波長	パルス幅	繰り返し発振周波数	パルスエネルギー
1064 nm	700 ps	10 Hz	<100 mJ

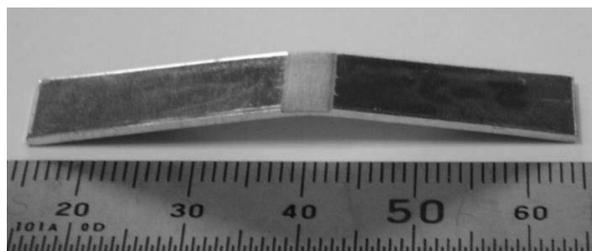


写真2 曲げ加工の例 (板厚 1 mm)

3 結果および考察

図2にデフォーカス量 z とパルスエネルギー E に対する曲げ角 θ の変化を示す。 z が小さいほど、レーザー光が絞られて面積あたりの E が増大するため、 θ は大きくなると予想された。しかし θ の増大は緩やかであり、集光点付近では逆に急激に減少した。総じて $z=6$ mm で成形性が最も高い。

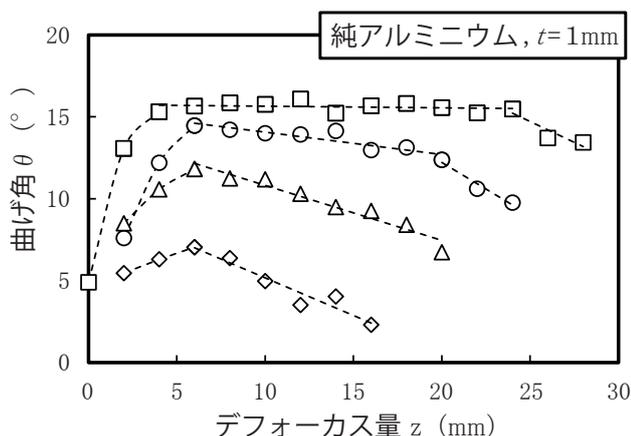


図2 パルスエネルギーとデフォーカス量による曲げ角の変化

◇: $E=10$ mJ △: $E=20$ mJ ○: $E=30$ mJ □: $E=50$ mJ

θ の急減は、レーザー光が水に吸収される波長であるため、集光点に近づくと急激に水に吸収されてエネルギーを失うためである。集光点付近の領域では θ は z に対して敏感なため成形には不適と考えられる。逆に z が 6mm 以上では θ の変化は比較的緩やかで、 $E=50$ mJ では θ がほとんど変化しない z の領域が 20 mm ほど存在する。ここでは z がばらついても一定の変形が得られるので、最初から湾曲した板に加工をする際などには有用と考えられる。

4 まとめ

マイクロチップレーザーでの LPF では集光点付近では変形量が急減するが、それより光源側では変形がデフォーカスに対して鈍感であることが確認できた。

謝辞

本研究は総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものです。

参考文献

- 1) 平等拓範: 100MW に迫る手のひらサイズのマイクロチップレーザーの開発. OPTRONICS, 436, 156-161 (2018).
- 2) 鷺坂芳弘 他: マイクロチップレーザー試用プラットフォームの構築. 静岡県工業技術研究所研究報告, 第 12 号, 107-110, (2019).
- 3) 鷺坂芳弘: 超短パルスレーザーピーンフォーミングによる薄板のダイレス曲げ. ぷらすとす, 1 (3), 180-184 (2018).