

2017 年度砥粒加工学会 学術講演会 (ABTEC 2017) に参加して

須 田 晃 平

Kohei SUDA

機械システム工学専攻修士課程 2 年

1. はじめに

私は 2017 年 8 月 30 日から 3 日間、福岡工業大学で開催された「ABTEC 2017」に参加し、「矩形分布レーザを用いた隅部の焼入れについて－階段形状工作物での基礎的検討－」という題目で発表を行った。

2. 研究背景

工業部品の多くは強度や耐摩耗性の向上を目的として焼入れ硬化処理が施されている。一般的には電気炉等による全体焼入れ硬化処理や高周波焼入れによる部分焼入れ硬化処理が行われているが、これらの焼入れ法は焼入れ時に生じる変形の矯正に時間とコストがかかる、また冷却液使用に伴う環境負荷が大きいといった課題がある。近年これらの課題の解決策としてレーザ焼入れが注目されており、産業界での適用範囲の拡大に伴って多種多様な製品に対して適正なレーザ照射法の確立が求められている。ここで、平面部や角部のレーザ焼入れに関する研究事例はあるものの、隅部に関するものはなく知見が不足しており、レーザ焼入れの適用が困難なものがある。そこで本研究は、隅部へのレーザ照射時に生じる熱伝導現象を明らかにし、隅部焼入れ時の適正なレーザ照射法を確立することを最終目的としている。なお、隅部への焼入れを必要とする製品において様々な形状や寸法（比）のものが想定されるが、まずは断面形状が階段形状の直線工作物の隅部にレーザ照射を行い、レーザ照射条件が硬さ分布に及ぼす影響について基礎的な検討を行うことにした。

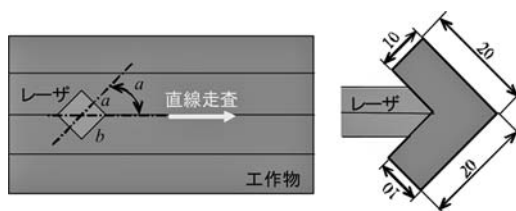


図 1 レーザ照射実験の概要

3. 実験方法

3.1 レーザ照射実験

図 1 は、レーザ照射実験の概要を示す。トップハット矩形分布レーザ（波長 940 nm の半導体レーザ、最高出力 5000 W）を用いた、2 軸ビームホモジナイザを搭載したレンズユニットに、光ファイバでレーザを伝送し、このユニットを多関節ロボットのエンドエフェクタとして使用して、工作物隅部を含む領域にレーザを照射しつつ直線走査した。なお、レーザ照射条件は、送り速度 F を 500 mm/min で一定として、レーザ出力 P (W)、ビームサイズ a (mm) $\times$ b (mm)、ビーム回転角度 α ($^{\circ}$) を変化させた。被加工材は、1 段の階段形状（外形 20 mm、各ステップ高さおよび幅 10 mm）の機械構造用炭素鋼 S 45 C とした。レーザビーム中心を隅部と一致させつつ、ステップ面に対して等しい照射角度になるように光軸合わせを行い、隅部稜線に沿って直線走査した。

3.2 評価方法

レーザ照射後の工作物断面の硬さ測定を行った。図 2 に示すように、点 A、点 B（隅部）、点 C の 3 か所について、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて表面から深さ方向に硬さを測定し、HV 550 以上の硬さを焼入れされたものとして評価した。

4. 実験結果

レーザ照射後の硬さ測定結果を図 3 に示す。正方形ビームを辺と平行な方向 ($\alpha=0$) にして走査照射する予備実験から、レーザ照射部全体に硬化領域を形成するためには、工作物形状および寸法に応じ

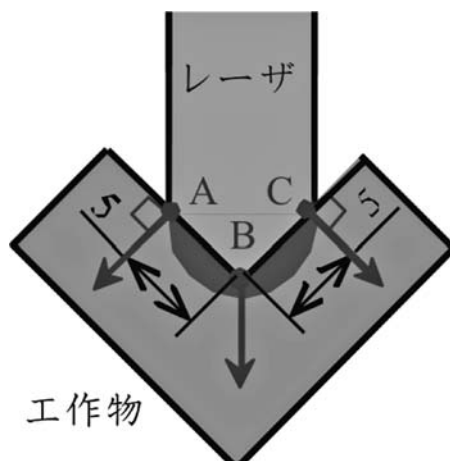


図2 硬さ測定箇所および方向

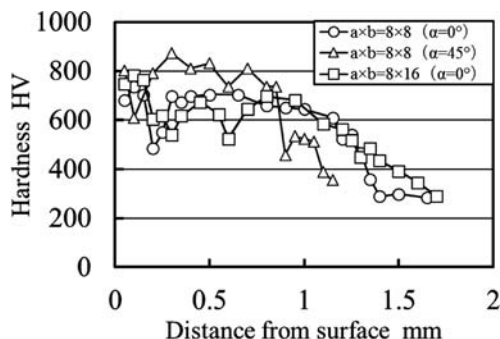
て入熱するレーザーエネルギーの分布を制御する必要があると考え、階段形状工作物の焼入れに適切なレーザー照射条件および走査方法を検討した。

4.1 正方形ビーム対角線方向走査照射の効果

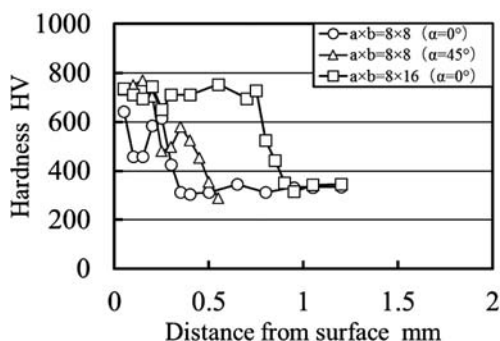
隅部への入熱エネルギーの増加を図るため、正方形ビーム ($a \times b = 8 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$, $P = 2500 \text{ W}$) の対角線を隅部稜線と一致させて走査照射 ($\alpha = 45^\circ$) し、その焼入れ性について通常走査照射時 ($\alpha = 0^\circ$) との比較を行った。図3中の記号○と記号△を比較すると、対角線走査照射することで、隅部(点B)での硬化深さが、通常走査照射時の約0.05 mmから約0.2 mmに大きくなっていることがわかる。すなわち、本照射法は有効な手段であるといえる。

4.2 長方形ビームの効果

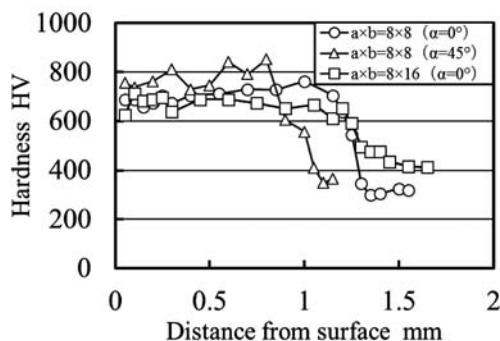
前節より、隅部の焼入れを行うためには、隅部への入熱エネルギーを大きくすることが効果的であることがわかった。そこで、隅部への入熱エネルギーをさらに増加させる方法として、ビーム形状を長方形 ($a \times b = 8 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$, $P = 3750 \text{ W}$) にして長辺と平行な方向にレーザーを走査照射 ($\alpha = 0^\circ$) した。図3より、隅部の硬化深さが約0.8 mmと正方形ビーム対角線走査照射の時よりもさらに大きいことがわかる。すなわち、本照射法は有効な手法といえる。



(a) 点 A



(b) 点 B



(c) 点 C

図3 硬さ測定結果

5. おわりに

本研究に対して貴重な意見を頂き、また自身の発表に対する改善点を感じるなど、有意義な発表となった。最後に、本学会に参加するにあたり、多大なご指導を頂きました小川圭二准教授に厚く御礼申し上げます。