

## 研究ノート

# レーザー微細加工を利用した高炭素クロム鋼の 旋削加工における切削抵抗低減

石川和昌\*<sup>1</sup>、河田圭一\*<sup>1</sup>

## Reduction of Cutting Resistance in Turning of High Carbon Chromium Steel with Laser Micro Machining

Kazumasa ISHIKAWA\*<sup>1</sup> and Keiichi KAWATA\*<sup>1</sup>Industrial Research Center\*<sup>1</sup>

高炭素クロム鋼について、その表面にレーザーによる微細な溝加工を施すことで、旋削加工時における切削抵抗の低減を目指した。レーザー加工により高炭素クロム鋼丸棒の長手方向に深さ約 20 $\mu$ m の溝加工を行い、これを周方向に一定ピッチで施した結果、その切削抵抗は未処理と比較して約 19%低減した。また、周方向のレーザー加工ピッチが小さいほど切削抵抗の低減効果は大きくなった。

### 1. はじめに

近年、環境やエネルギー問題への対策として自動車の電動化が急速に進んでいる。電動化による電子制御部品の増加に伴い、電磁弁の鉄心となる純鉄や電動ウォーターポンプのシャフトとなる高炭素クロム鋼などの加工が増加すると見込まれている。純鉄は柔らかく粘性があるため、切削加工時に工具摩耗が増加する。高炭素クロム鋼は硬度が高く工具のチッピングが発生し易い。また、電磁鉄心やシャフトなどは小径部品であり、旋削加工においては低速加工となるため、切削抵抗が大きく工具寿命が低下するなどの課題がある。

本課題に対して、名古屋工業大学では被削材表面にあらかじめ規則正しいテクスチャを施すことで鋸刃状切りくずの生成を促進し、切削抵抗を低減させる研究<sup>1)</sup>を進めている。また、経済産業省成長型中小企業等研究開発支援事業「サブナノ秒レーザーを用いた難切削鋼の切削性向上を図るレーザー援用切削加工技術および装置の研究開発」において企業、大学、当センターと連携して研究を実施している。

本報告では、前報<sup>2)</sup>において純鉄を対象に効果が見られたレーザー加工を利用した切削抵抗低減手法を、高炭素クロム鋼へ適用した結果について記す。

### 2. 実験方法

供試材は  $\phi$ 8.48mm の高炭素クロム鋼(SUJ2)を使用し、レーザーで溝加工を施してから旋削加工を行い、切削抵抗低減効果を調べた。初めに、レーザー加工ピッチを変更し

てその効果を確認した。次に、旋削加工条件を変更してその効果を確認した。

レーザー加工は波長 349nm、パルス幅 5ns のナノ秒パルスレーザー((株)東京インストルメンツ製 LSP-2MS-P(NL))を使用した。レーザーは 10 倍(f 値 20mm)の対物レンズを通して材料表面を焦点として照射し、材料の長手方向にライン加工を行った。その後、材料を加工ピッチに合わせて回転させ、周方向に一定間隔でライン加工を行った。レーザー加工条件を表 1 に示す。ショット間隔はレーザーの発振繰り返し周波数と材料の長手方向の送り速度から計算した。

旋削加工は複合旋盤(オークマ(株)製 MULTUS B300)を使用した。使用した工具を表 2 に、旋削加工条件を表 3 に示す。レーザー加工ピッチ変更実験は表 3 の□で示す条件で実施した。旋削加工条件変更実験は表 3 の□で示す条件を基本条件として、切削速度、送り量、切込み量

表 1 レーザ加工条件

パルスエネルギー	90 $\mu$ J
ショット間隔	1 $\mu$ m
加工長さ (長手方向)	30mm
加工ピッチ (周方向)	0.3,0.5,1,1.5mm

表 2 使用工具

メーカー	三菱マテリアル
型番	DCGT11T302M-LS-P (MS6015)
コーティング	TiCN 系積層コーティング

\*1 産業技術センター 自動車・機械技術室

を変更した。また、レーザ加工ピッチは 0.5mm とした。切削抵抗は主軸回転時の電流値を測定し、切削抵抗に換算した。各条件で 3 回実験を行い、平均値を求めた。

表 3 旋削加工条件

切削速度	25, <u>50</u> , 100m/min
送り量	0.04, <u>0.08</u> , 0.12mm/rev
切込み量	0.05, 0.075, <u>0.1</u> mm
切削油	ミスト給油
加工長さ(長手方向)	30mm

### 3. 実験結果及び考察

レーザ加工ピッチを変更したときの切削抵抗測定結果と未処理に対するレーザ加工の切削抵抗低減率を図 1 に示す。レーザ加工により各ピッチで切削抵抗は低減した。また、レーザ加工ピッチは小さいほど切削抵抗低減率が大きくなった。未処理とレーザ加工ピッチ 0.5mm の切りくず画像を図 2 に示す。未処理とレーザ加工の切りくず長さやカール半径は同等であり、レーザ加工による切りくずのせん断促進などの効果は見られなかった。

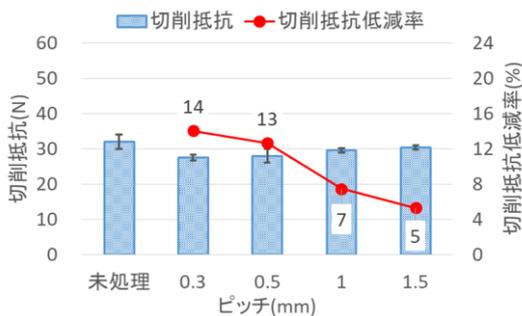
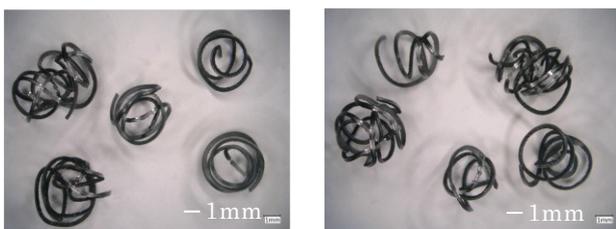


図 1 レーザ加工ピッチと切削抵抗



(a)未処理 (b)ピッチ 0.5mm

図 2 旋削加工後の切りくず

旋削加工条件を変更したときの切削抵抗測定結果と切削抵抗低減率を図 3 に示す。切削速度と送り量を変えた条件では基本条件に対して切削抵抗低減率は低下した。切込み量を変えた条件では切込み量が小さいほど切削抵抗低減率の増加が見られた。

切込み量が小さいほど切込み量に対するレーザ加工深さの割合は増加する。前述の結果においてレーザ加工ピッチが小さいほど切削抵抗が小さくなったことから、高炭素クロム鋼では切削加工量に対するレーザ加工量の

割合が増えることで、切削抵抗低減効果が大きくなると考えられる。

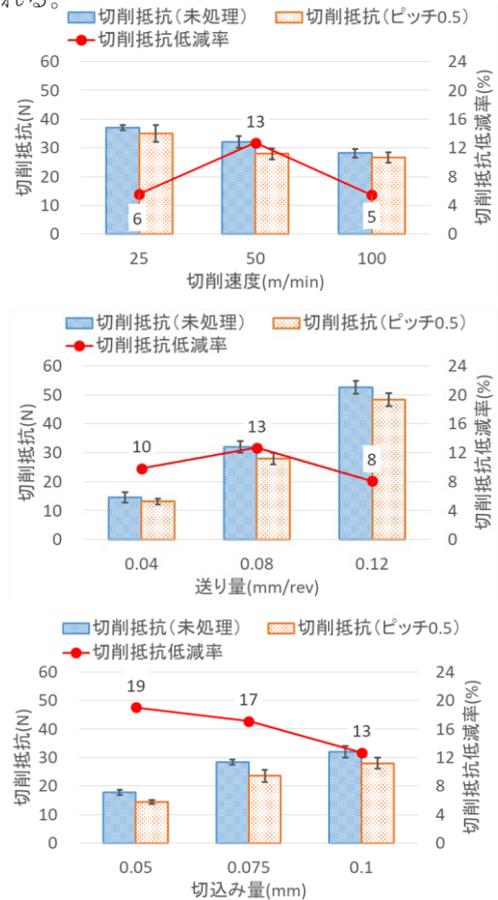


図 3 旋削加工条件と切削抵抗

### 4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 材料表面のレーザ加工により高炭素クロム鋼の切削抵抗は低減した。
- (2) 本実験条件では、レーザ加工ピッチが小さいほど切削抵抗低減効果が大きくなった。
- (3) 本実験条件では、切込み量が小さいときに切削抵抗低減効果が大きくなった。

### 付記

本研究は、経済産業省令和 5 年度成長型中小企業等研究開発支援事業 JPJ005698 「サブナノ秒レーザを用いた難切削鋼の切削性向上を図るレーザ援用切削加工技術および装置の研究開発」で行った研究の一部である。

### 文献

- 1) 坂井亮太, 糸魚川文広, 二村友也: 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 183(2023)
- 2) 石川和昌, 河田圭一: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 12, 38(2023)