

ナノ秒レーザーによる材料表面微細構造の形成について

1. はじめに

航空機・自動車などの輸送機械産業や工作機械産業では、省エネ化や低炭素化などの環境対応化技術が求められており、しゅう動面などのトライボロジー特性の向上技術が期待されています。最近ではフェムト秒レーザーを用いて、しゅう動表面にナノ・マイクロオーダーの微細構造を形成することで、トライボロジー特性を向上させる研究¹⁾や切削工具表面にナノ・マイクロオーダーの微細構造を形成することで、切削抵抗を減少させる研究²⁾が報告されています。

当研究所では、ナノ秒レーザーを用いて材料表面に微細構造を形成する手法について検討を行っていますので、その結果を紹介します。

2. レーザ加工方法

本研究で使用したレーザーは、東京インスツルメンツ製のナノ秒パルスレーザー(波長: 349nm、パルス幅: <5ns、パルスエネルギー: <120 μ J@1kHz、繰り返し周波数: 1Hz~5kHz)です。レーザーはビームエキスパンダーによりビーム径が10倍に拡大された後、アッテネータで出力エネルギーを調整し、レンズで集光して試料表面に垂直に照射します。レンズにはミットヨ製の対物レンズ100 $\times$ を使用しました。

超硬合金の切削チップを自動XYステージ上に固定し、移動速度を0.5mm/secとして10 μ mピッチで3本の溝加工を行いました。

3. 加工表面の観察

図1に、出力エネルギー4.5mW、図2に、出力エネルギー9mWで加工したときの加工部のSEM画像を示します。

SEM画像から溝の形成が確認されましたが、そこには堆積物も同時に形成されていました。これは超硬合金が溶融した後、再凝固したことによるものと考えられます。

溝の幅と深さをレーザー顕微鏡で測定した結果、出力エネルギー4.5mWでの加工溝は幅3 μ m深さ1.5 μ m程度、出力エネルギー9mWでの加工溝は幅4 μ m深さ2 μ m程度になっていました。エネルギーの上昇により、溝の幅・深さ共に大きくなりましたが、堆積物も増えて荒れた表面になっていることがわかります。堆積物の付着を減らすため、水中でのレーザー加工を同条件で行いましたが、堆積物の付着が減少する傾向は見られたものの、完全に除去することはできませんでした。

今後は、微細構造を施した切削チップによる加工実験や微細構造を施したしゅう動表面を持つ試験片による摩擦実験を行い、トライボロジー特性を向上させる微細構造の検討を進めていく予定です。

参考文献

- 1) 沢田博司ほか、精密工学会誌、Vol.70、No.1(2004)、PP.133-137
- 2) 川堰宣隆ほか、2007年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、(2007)、PP.449-450

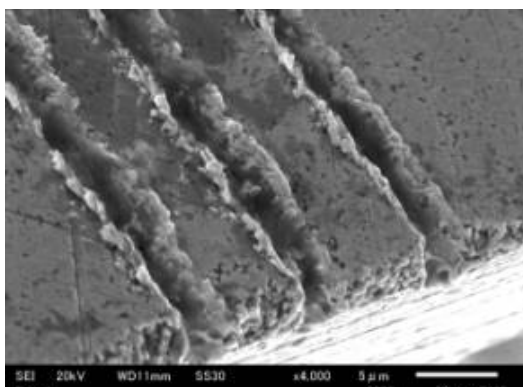


図1 レーザによる加工部
(エネルギー 4.5 mW)

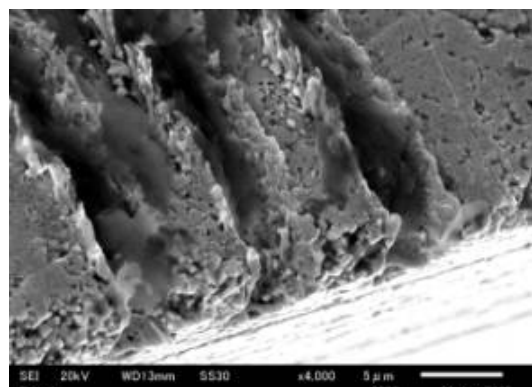


図2 レーザによる加工部
(エネルギー 9 mW)



基盤技術部 石川 和昌 (0566-24-1841)

研究テーマ：高機能材料の高度加工技術に関する研究

担当分野：微細レーザー加工、切削加工