

レーザーエネルギー応用による金属材料の高機能化に関する研究

Study on Highly functionalize the Metal Material by Laser Energy Application

鈴木好明、伊達勇介、菊井一樹、木村勝典

Yoshiaki Suzuki, Yusuke Date, Kazuki Kikui and Katsunori Kimura

鉄鋼材料への炭酸ガスレーザー照射により、金属の表面改質を行い、部分的に硬度を上げる実験を行った。その結果、高炭素含有の工具鋼への部分焼き入れの確認ができた。

1. はじめに

材料表面の必要な箇所への部分的な熱の投入が可能であるレーザーに着目し、ダイス鋼、鋳鉄について、レーザー加熱による表面改質を行い、硬度、形状について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 供試材料及びレーザー照射条件

試験片はダイス鋼SKD11、ネズミ鋳鉄FC250、球状黒鉛鋳鉄FCD450の表面をRz3~4 μ mの粗さに研削仕上げし、レーザー照射による加熱を行った。加熱前の各材料には熱処理は施していない。

本研究開発ではレーザーの切断とは異なり、表面改質を目的としているため、予備実験を行い、材料の形状へのダメージを最小限にするような条件を抽出しておいた。レーザー照射の条件を表1に示す。アシストガスは、酸化防止のため窒素を使用し、1ラインの照射を行った。各試験片の表面粗さを表2に示す。

表1 レーザー照射条件

出力	P	500W
周波数	Q	50Hz
デューティ比	R	50%
送り速度	F	1.5mm/sec
焦点距離	d	2,3,5mm
移動距離		10mm
アシストガス		窒素 1kg/mm ²

表2 試験片表面粗さ

試験片	FC250	FCD450	SKD11
Ra(μ m)	0.570	0.636	0.514
Rz(μ m)	3.499	3.927	3.284

2.2 レーザー照射実験

焦点距離が短い2mmの場合は、各サンプル表面層に亀裂が発生してしまった。また、照射部のエッジにスパッタによる付着物も観察された。焦点距離を5mmにした場合は、若干の亀裂が観察されたが、幅0.5mm程度のほぼ良好なビード表面となった。そこで、焦点距離を5mmと設定した。また、ビームの反射を押さえエネルギーの吸収効率を高めるため、試験片表面に黒色のドロス防止剤(IPA40%~60%含有エアゾール)を塗布し同出力条件で再度レーザー照射を行い、表面組織及び硬度変化を観察測定した。

また、X線回折による組成の評価を行うため、レーザーを0.5mmピッチで10パス照射し10mm \times 5mm領域の改質層を作った。比較用として一般圧延鋼材SS400の試料も作成した。

3. 結果と考察

3.1 レーザー照射面

レーザー照射後の表面外観を図1に、ドロス防止剤塗布後の変質層の断面組織写真を図2に示す。

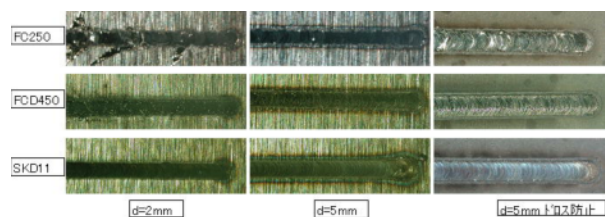


図1 レーザー照射後の表面外観

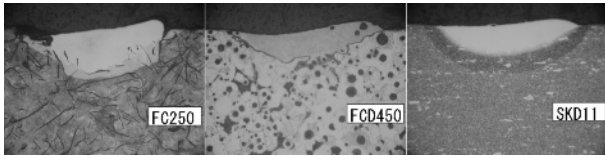


図2 変質層の断面組織

3.2 加工硬化層

加熱後の表面硬化層はほぼ0.1 mm程度であった。硬度は、各試験片の最表面、中間部(表面より約0.05mm)、境界付近(表面より約0.1mm) 母材の4箇所についてマイクロピッカースにより測定した。硬度の変化を図3に示す。母材に比べ、上昇していることがわかる。特に、鋳鉄の場合は、加熱部はチル化されて高硬度になり過ぎていた。

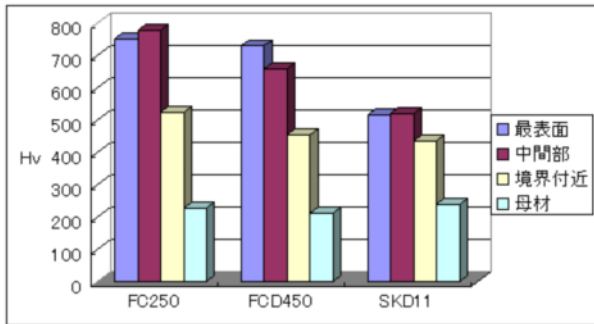


図3 硬度変化

3.3 加工変質層

改質層の組成をX線回折により評価した。結果を図4に示す。

鋳鉄材に関しては、フェライト相に対してセメンタイトの相が多く生成していた。また、残留オーステナイトも生成していた。SS400は炭素含有量が元々少ないため、フェライト相が多く残っていたが、僅かではあるがセメンタイトも生成していた。SKD11はフェライト相は少量となり、セメンタイトの相が生成していたが、残留オーステナイトの生成が顕著であった。

レーザー加熱による表面のダメージについては、ディフォーカスをかけ焦点距離5 mmにした場合でも、FC250は、亀裂が発生してしまった。SKD11については、このレーザーのエネルギーに対しては、良好な表面形状を保っていた。鋳鉄(FC, FCD)及びダイス鋼表面の形状測

定結果を図5に示す。

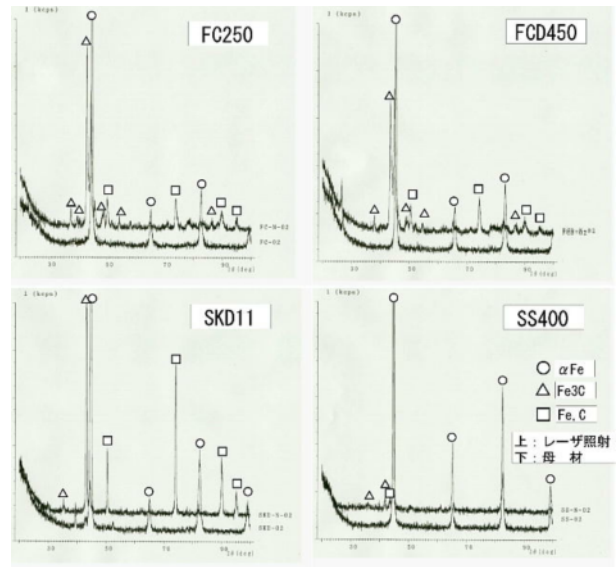


図4 X線回折結果

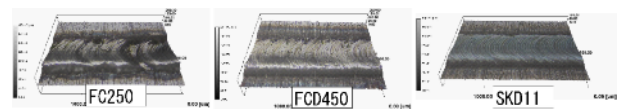


図5 レーザ加熱後の表面形状

3. おわりに

レーザーによる表面改質で、鋳鉄、ダイス鋼の硬度を上げることが可能であることが確認できたが、表面のダメージ、硬度の上昇度合いを考慮すると、鋳鉄ではFC250よりもFCD450の方が信頼性が高いと考えられる。SKD11については表面の亀裂はほとんど無く、レーザー加熱に適していると考えられる。ただし、残留オーステナイト相の生成を抑えることが今後の課題である。

謝辞

本研究は財団法人JKAから競輪の収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けた設備を利用して研究を行いました。