

## レーザ焼入れによるスチールワイヤーの表面改質

Surface hardening of steel wire by CO<sub>2</sub> laser

金沢大院 ○澤崎亮介, 金沢大学 上田隆司, 山田啓司, 細川晃, 田中隆太郎

Ryosuke SAWASAKI\*\*, Takashi UEDA\*, Keiji YAMADA\*, Akira HOSOKAWA\*, Ryutaro TANAKA\*

\*Kanazawa University, \*\*Graduate School of Natural Science and Technology

## 1. 緒言

レーザ焼入れとは、表面改質法の一つで、金属表面にレーザを照射し、その急速加熱と金属母材の熱伝導による急速な自己冷却作用とを利用した熱処理（変態による焼入れ）である。今回対象とするワイヤーは一般に引抜き加工により製造されるもので、表層において軸方向に引張りの応力が残留する。そのためレーザ焼入れによってワイヤー表面に焼入れを施すことがその機械的性質の改善に有効であると考えられる。しかし、同加工法は一般的に自己冷却のための十分な大きさが必要である。そのため小さい部材への適用は困難であると考えられ、その報告例も少ない。

そこで本研究ではCO<sub>2</sub>レーザを用いて、ピアノ線材(SWRS82A)表層への焼入れを試み、金属組織観察や硬度測定の結果からその性質改善の実現性について述べ、また加工条件と硬化深さの関係についても検討している。

## 2. 実験装置及び方法

Fig.1に実験方法を示す。表面がウレタンゴム(ショアーA70)のローラーが上下で接しており、下側のローラーがモータによって回転し、それによって上側のローラーも回転する。その間にワイヤーを供給することによって摩擦力でワイヤーを軸方向に送る。ローラーを通過したワイヤーはガイドブロック内に入る。そのガイドブロックに開けられた小孔よりレーザを照射している。加工物は長さL=250mmで、直径

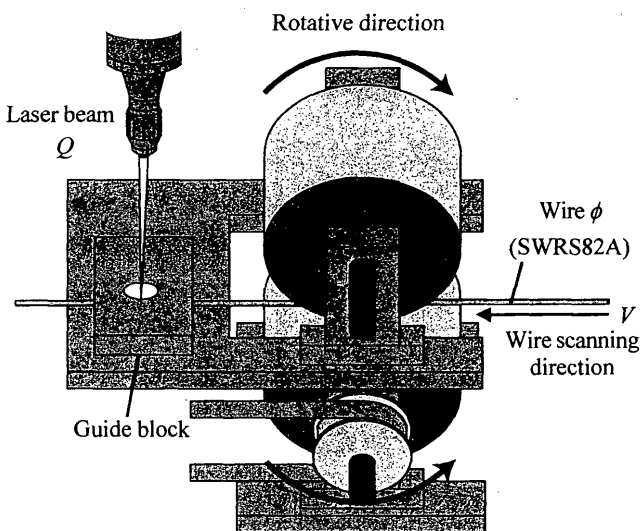


Fig.1 Schematic illustration of experiment

φ=1mm, 0.5mm, 0.35mmの3種類のピアノ線材SWRS82A(JIS G3502)を使用する。ワイヤーは炭素量がおよそ0.8%であり、ほぼ共析である。ここで実用的なワイヤーの表面改質を実現しようとする、ワイヤーの周りから一様にレーザを照射する条件が理想的ではあるが、レーザ加熱による材料変化を把握して表面改質の可否を判断することを目的として、本研究では一方向からの照射とした。

Table.1に本実験の条件を示す。

Table.1 Experimental conditions

Laser	CO <sub>2</sub> (CW)
Workpiece	SWRS82A φ=1, 0.5, 0.35mm, L=250mm
Laser power P	1.0, 1.2, 1.4kW
Feed rate V	93.08~465.42mm/s
Spot diameter	1.02mm

## 3. 実験結果

## 3.1 硬化層の金属組織観察及び硬度測定

Fig.2はφ=1mm, 0.35mmの焼入れ後の加工物断面の拡大写真および組織写真である。硬化層の色は白色で、凸レンズ状をしていることがわかる。照射面付近の領域Aの組織は針状のマルテンサイトから成っている。境界部の領域Bを見るとφ=1mmでは硬化層と母層の境界が極めて明瞭であるが、φ=0.35mmではその2つが混ざり合っている。これは自己冷却の際、同条件の下では径の細いものほど、熱が拡散しにくく冷却に時間がかかったためであると考えられる。また、φ=0.35mmの母層部分では引抜きによる高加工度の影響でその粒径はφ=1mmのそれと比べると細くなっているのわかる。

Fig.3はこの断面において硬化深さが最も大きい部分の表面から深さ(中心)方向に50μm間隔でビッカース硬度(Load 1.96N, 10s)を測定したものであるが、表面付近においてはいずれも800HV以上を有しており、表面のみ硬化していることがわかる。以上の結果から、レーザによってワイヤー表面に焼きが入ることが確認でき、その表面改質が有効に実現可能であると考えられる。

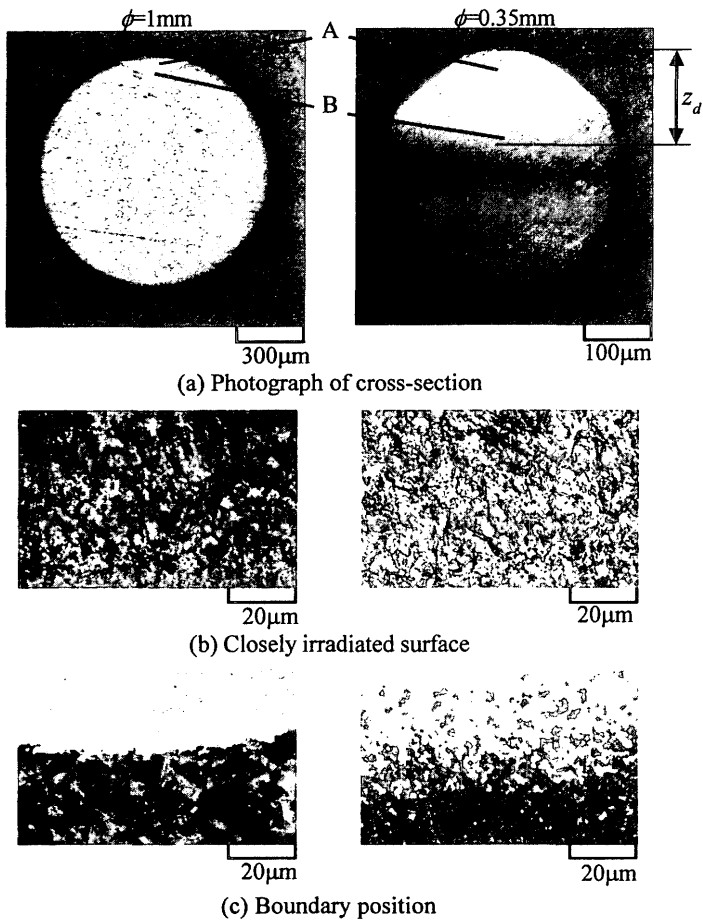


Fig.2 Cross-section of the laser hardened region ( $Q=1.2\text{kW}, V=279.25\text{mm/s}$ )

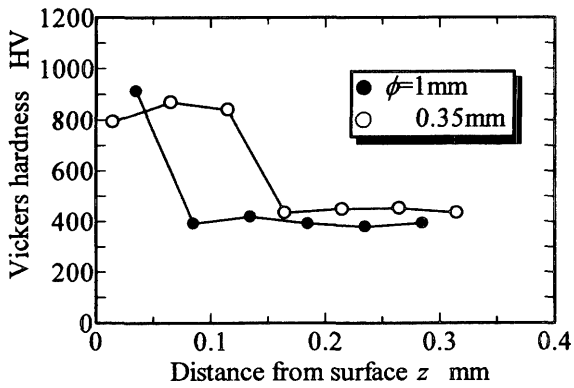


Fig.3 Relationship between distance from surface and hardness in hardening ( $Q=1.2\text{kW}, V=279.25\text{mm/s}$ )

### 3.2 加工条件の硬化深さへの影響

Fig.4 は送り速度  $V=279.25\text{mm/s}$  と一定としたときのレーザーパワー  $Q$  と硬化深さ  $z_d$  の関係である。図よりレーザーパワーの増加によって硬化深さも増加し、その関係は直線的である。

また Fig.5 は  $Q=1.2\text{kW}$  で一定としたときの  $V$  と  $z_d$  の関係である。送り速度の増加に伴い硬化深さは減少し、その形状は反比例の形になっているのがわかる。

Fig.6 は各材料径における  $Q/V$  と硬化深さの関係である。これはワイヤー単位長さ当たりの入熱量となる。図よりその関係は直線性を有していることが確認できる。この関係は、加

工物が十分大きい場合のレーザー焼入れについて既に報告されているが [1], ワイヤー表層へのレーザー焼入れにも適用でき、各ワイヤー径において硬化深さを制御することが可能であることを示している。

### 4. 結言

- (1) レーザによってワイヤー表面に焼きを入れることができた。このことよりレーザー焼入れによるワイヤー表層の性質改善が有効に実現可能であると考えられる。
- (2) レーザパワー及び走査速度を変化させてワイヤー表層へ焼きを入れる場合について、硬化深さの制御が可能であることが確認できた。

### 参考文献

[1] A.K.Mathur,P.A.Molian:Laser Heat Treatment of Cast Irons-Optimization of Process Variables:Part1,Transactions of the ASME Vol.107,JULY 1985

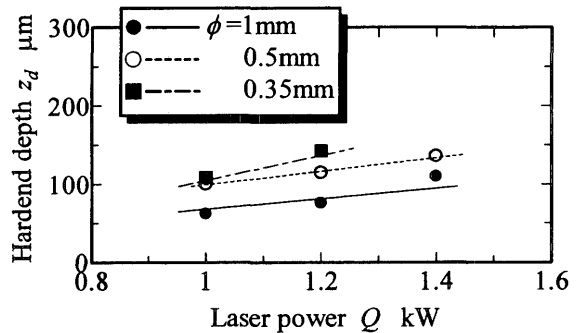


Fig.4 Influence of laser power on hardend depth ( $V=279.25\text{mm/s}$ )

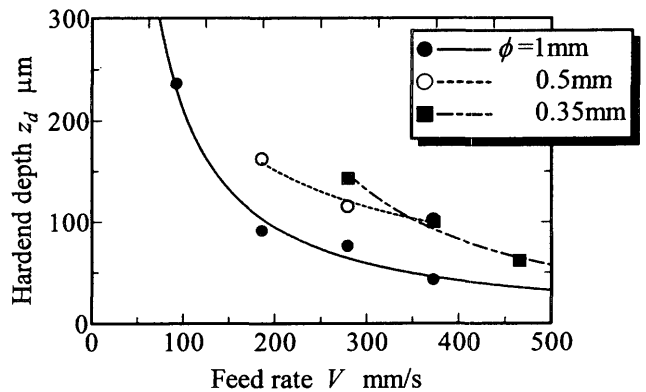


Fig.5 Influence of feed rate on hardend depth ( $Q=1.2\text{kW}$ )

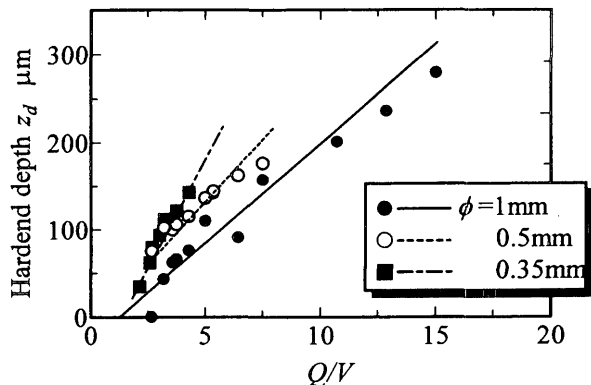


Fig.6 Relationship between  $Q/V$  and hardend depth