

レーザー焼入れ材質別焼入れデータ

富士高周波工業株式会社 代表取締役 後藤光宏
大阪府堺市堺区遠里小野町 2-3-15 TEL072-229-0230 FAX072-233-7583

Mail laser@fuji-koushuha.co.jp

1. はじめに

富士高周波工業株式会社は、高周波焼入れの受託加工メーカーとして、1956年11月に大阪府堺市で創業し、以来、高周波焼入れ専門の受託加工を行ってきました。60年以上の高周波焼入れのノウハウを活かし、2008年12月にレーザー焼入れ装置を導入し、レーザー焼入れの技術開発にまい進してきました。

レーザー焼入れにおいて硬化しやすい材質や硬化しにくい材質など色々あります。その理由も含めて簡単に解説していきます。設計段階でレーザー焼入れを検討するにあたり、設計技術者の参考にして頂ければと思います。

2. 材質別レーザー焼入れデータ

2-1 機械構造用炭素鋼(SxxC)、合金鋼(SCMxxx)
レーザー焼入れや高周波焼入れにおいて最もポピュラーな材質は、S45Cなどの機械構造用炭素鋼やSCM440などの機械構造用合金鋼になります。これらの材質は、含有される炭素量によってレーザー焼入れ後の硬さが変化します。それぞれの硬さ一覧をTable1に示します。また、同じ材質でもレーザー焼入れ前に調質(焼入れ焼戻し)をするかしないかでも、焼入れ性には差が出てきます。SCM440の調質材と非調質材を比較した時のデータをFig.1に示します。50mm×50mm×10mmのSCM440のワークにレーザーの照射条件を同じ条件にし、レーザー焼入れを実施し、それぞれの内部硬度をマイクロビッカース硬度計にて測定しました。その結果、調質材と非調質材の表面硬度においては大きな差は見られないが、内部硬度において、調質材1.15mm、非調質材0.65mmというように硬化層深さの差が出ています。これは、レーザー焼入れ前に調質(焼入れ焼戻し)をすることで、組織が微細化しており、焼入れ性が良い組織状態になった為に同じ出力、速度でも硬化層がより深くなっています。よって、調質をするかしないかで差が出るのは、表面硬度よりもむしろ硬化層深さに顕著に差が出てきます。そのため、図面規格でより硬化層深さを厳密に管理しなければならない製品は、調質をすることが望ましいと言えます。

Table1 材質別レーザー焼入れ後の表面硬さ

材質	炭素含有量(%)	硬さ(HRC)
S35C	0.32~0.38	48~53
S45C	0.42~0.48	55~60
S50C	0.47~0.53	58~63
SCM435	0.44~0.38	53~58
SCM440	0.38~0.43	57~62

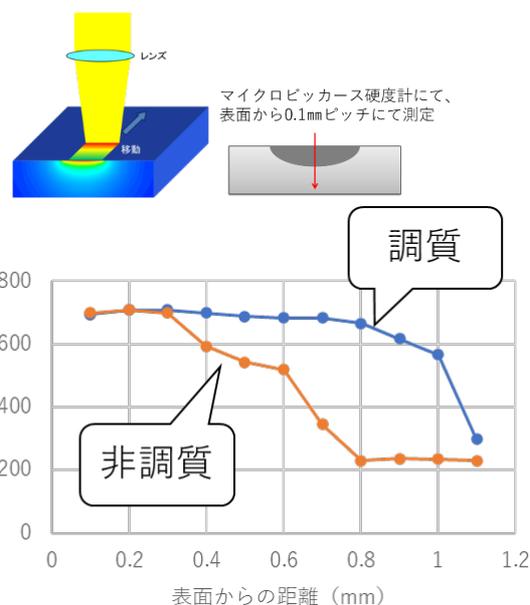


Fig.1 SCM440(調質、非調質)焼入れデータ

2-2 鋳物材

大型のプレス金型や工作機械のベッド、その他複雑形状部品などは、鋳物材で製作されることがあります。世の中には、様々な鋳物材がありますが、今回は、FCD材(球状黒鉛鋳鉄)、FC材(ねずみ鋳鉄)について紹介します。それぞれの鋳物材は、どちらもの組成もフェライト、パーライト、グラファイト(黒鉛)から成り立っています。FCD材、FC材で共通で言える事は、パーライト率が高いか低いかによって、焼入れ性が異なるといった点です。Table2に鋳物材のレーザー焼入れ結果について示します。FCD材においては、FCD450~800を比較しています。FCD材は、450

が最もパーライト率が低く、800 が最もパーライト率が高い材質になります。そのため、表面硬度は、FCD450 と比較しても FCD800 の方が高くなっています。FC 材については、250 と 300 を比較しています。やはり、FC 材においても一般的にパーライト率が高い FC300 の方が硬度が高いという結果になっています。よって、鋳物材において、焼入れが出来る出来ないの判断をするときにパーライト率を見ることが重要な指標になります。

Table2 鋳物材のレーザ焼入れ

材質	表面硬さ	備考
FCD450	HV300~350	レーザ焼入れによる硬度アップはあまり望めない
FCD500	HV600~700	表面硬度にばらつきが生じやすい
FCD600	HV600~700	レーザ焼入れに適した材質と言える
FCD800	HV600~700	レーザ焼入れに適した材質と言える
FC250	HV500~550	12mmのビーム幅に対して、8mmの硬化層有り
FC300	HV600~650	焼入れ幅は、FC250 と同等だが、表面硬さは HV100 程度上がる

2-3 SUS440C、SKD11 など Cr を多く含む鋼材
最後に紹介するのは、SUS440 や SKD11 などの Cr を多く含む鋼材です。レーザ焼入れデータを Fig.2 に示します。結論から申しますと、SUS440、SKD11 などの Cr を多く含む材質はレーザ焼入にあまり適さないという事が言えます。その理由として、耐食性や耐摩耗性を向上させるために Cr などの合金元素が多く添加され、合金炭化物(Cr 炭化物など)の状態分散しています。これらの合金炭化物は、炭素鋼や低合金鋼におけるセメンタイト(鉄の炭化物)よりも、オーステナイト中に溶けにくいという特徴があります。そのため合金炭化物を多く含む素材では、焼入れ時に変態温度よりもかなり高温で、一定時間保持する必要があります。しかし、レーザ焼入れのような急加熱、急冷処理の場合、高温での保持時間が極めて短くなるため、十分な硬さを得ることが困難になります。また、合金元素が多い材料は一般的に熱伝導率が低くなりやすいです。Fig.2 からわかるように、S45C で 45W/m・K、SUS420J2 で 21W/m・K、SKD11 で 22W/m・K となっており、合金元素を多く含む材質は、S45C などの鋼材と比較しても 2 倍程度、熱伝導率が悪いことが分かるかと思えます。熱伝導率が悪ければ、レーザ照射時に表面が溶融しやすくなり、このことも合金元素の多い材料がレーザ焼入れに適さない原因として挙げられます。

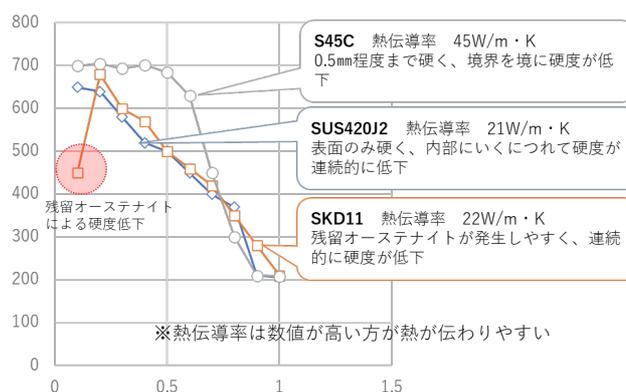


Fig.2 Cr を多く含有する材質のレーザ焼入れ

3. まとめ

今回は、様々な材質でのレーザ焼入れの焼入れ性や硬度について解説しました。設計をするにあたり、この基礎的な情報を理解することで、より上手にレーザ焼入れを活用できるかと思えます。日本の製造業では、様々な材質が使われています。ここでは紹介できなかった材質に関しては、いつでもお問い合わせいただければと思います。

●この技術レポートに関する問い合わせは、
富士高周波工業株式会社
代表取締役 後藤光宏
TEL072-282-7101
Mail m.goto@fuji-koushua.co.jp