

(株)東芝 重電技術研究所

○河野 渉、木村盛一郎

光子エンジニアリングセンター

坂本博司、高橋英則

京浜事業所

頓宮雄一

Surface solution annealing of austenitic stainless steel
by high power YAG laser

Wataru Kono, Seichiro Kimura, Hiroshi Sakamoto, Yuichi Tongu, Minoru Obata

1. まえがき

オーステナイト系ステンレス鋼は、溶接熱サイクルによって鋭敏化し、潜在的に応力腐食割れ (SCC) を発生する可能性がある。そこで、高エネルギー密度が得られ、吸収率が高いYAGレーザーを照射して、鋭敏化領域の表面をCr炭化物の固溶化温度以上に加熱する固溶化熱処理 (Solution Heat Treatment: 以下、SHTと称す。) を施し、SCCの発生を防止する。本稿では、SHT層形成における適正条件範囲と材料表面性状の影響について報告する。

2. 実験方法

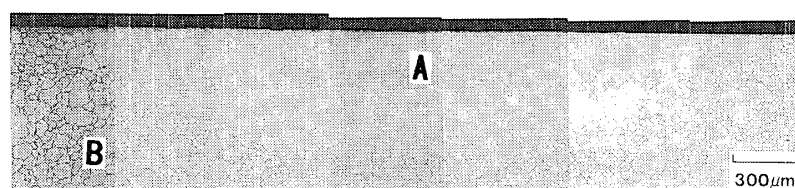
2kW YAGレーザー発振器から発振した光を光ファイバー (SI型、コア径 ϕ 0.6mm、長さ20m) を用いて加工点まで伝送し、SHTを行った。供試材料は、鋭敏化熱処理 (935K*2h) を施したSUS304を用いた。加工点でのレーザー出力を1kWとし、加工速度、照射ビーム径を変えてSHT層の形成における適正条件範囲を調べた。加工光学系は、焦点距離60mmおよび100mmを用いて材料表面をグラインダー仕上げ、機械研磨、酸化被膜付き、グラファイトコーティングの4種類で実験を実施した。

3. 実験結果および考察

Fig.1にSHT層の断面ミクロ組織観察結果を示す。(a)のA部がSHT層、B部が鋭敏化領域である。(b),(c)にそれぞれのSEM観察結果を示す。鋭敏化領域は激しい粒界腐食を起こしているが、SHT層では粒界腐食が認められずCr炭化物の固溶化が行われた。このようなSHT層を得るには、CO₂レーザーの場合グラファイトコーティングなしでは難しいが、YAGレーザーの場合、吸収率が約29%あり (入熱量測定より算出)、容易にSHTを行うことができる。

グラインダー仕上げ面 ($R_a=1.24\mu\text{m}$) に対してSHTを行った場合のSHT層の深さと幅を測定した結果をFig.2(a),(b)に示す。低速ほど、深くて幅広いSHT層を得ることができ、最高で約0.5mm深さ、3.3mm幅を得ることができた。

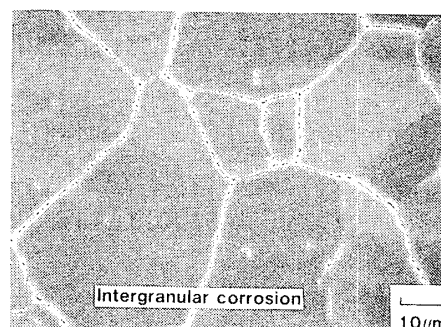
Fig.3は、材料表面性状の影響を調べた結果であり、SHT層最大深さを1/e²-径で整理した。酸化被膜付きでは、吸収率が高いため深いSHT層が得られたが、グラファイトコーティングではコーティング層から基材への熱伝達が悪く、良い結果は得られなかった。図中の実線は、グラインダー仕上げ面での吸収率29%を用いて、半無限体移動熱源として熱伝導解析を行い、固溶化温度を1000℃とした時のSHT層の深さを示す。計算結果は、グラインダー仕上げ材の実験結果と比較的良好一致を示した。表面性状が変化した場合も、その吸収率を測定すれば、熱伝導解析によってSHT層深さ、幅を予測可能と考えられる。



(a)Optical micrograph of SHT zone

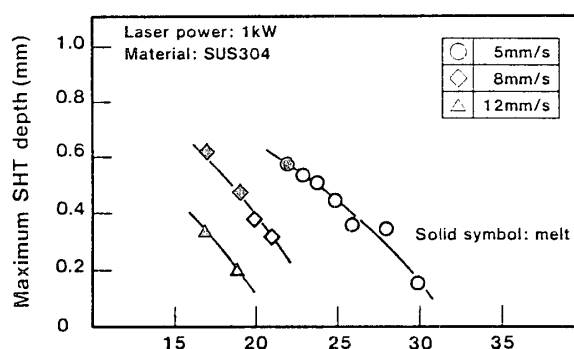


(b)Scanning electron micrograph of SHT zone (A)

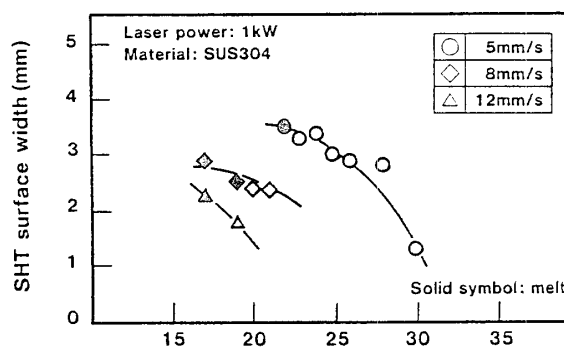


(c)Scanning electron micrograph of sensitized area (B)

Fig.1 Cross section of SHT Zone (10% oxalic acid electrolytic etching)



(a)Maximum SHT depth properties



(b)SHT surface width properties

Fig. 2 SHT depth and width properties with YAG laser

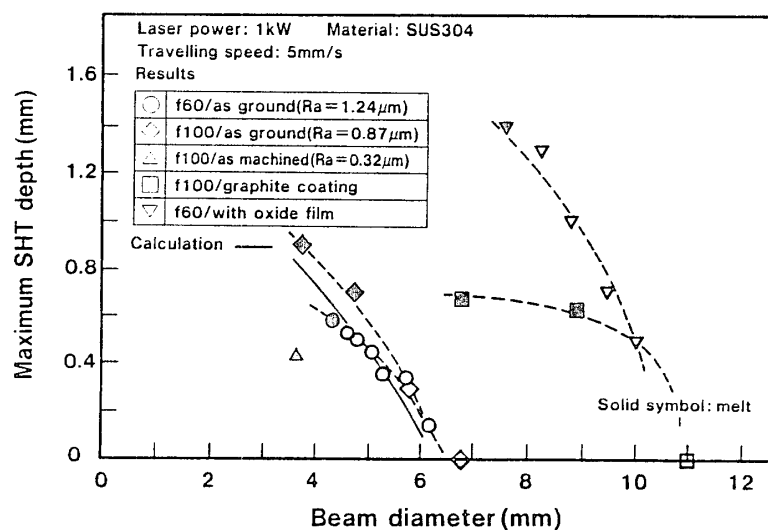


Fig. 3 Effects of surface conditions on SHT