

313 極低炭素鋼のレーザ溶接部の組織と変態挙動に関する研究

名古屋大学 工学部

沓名 宗春

同 大学院

○ 近藤 康裕

Study on microstructures and phase transformation
of laser welds of ultra low carbon steels

by Muneharu KUTSUNA and Yasuhiro KONDOH

1. 緒言

極低炭素鋼レーザ溶接部の組織は急速な加熱冷却の熱サイクルを受け、通常の炭素鋼溶接部の組織とは異なった形態を呈することを前報で報告した¹⁾。本研究では300WパルスYAGレーザ加工機を用いて組成の異なる極低炭素鋼をレーザ溶接し、その溶接部の組織観察と硬さ測定を行い、組織と硬さとの関係について考察するとともに溶接部組織の変態挙動について検討した。

2. 実験方法

供試材は試作溶解材である極低炭素鋼を用いた。その化学組成をTable1に示す。試験片寸法は40x15x4mmで、その表面をエメリー紙(#120)で研磨した後、300W YAGレーザ加工機により平均レーザ出力250W、パルス幅3ms、パルス繰返し数70pps、焦点はずし距離+3mmとして大気中でビードオン溶接した。溶接速度は42mm/sec、30mm/sec、15mm/sec、6mm/secの4水準で行った。熱サイクル測定はPt-PtRh熱電対を用いて行った。得られた溶接部の組織観察を光学顕微鏡および走査電子顕微鏡を用いて、また硬さの測定をマイクロビッカース硬度計を用いて行った。

3. 実験結果および考察

Fig.1に溶接速度42mm/secの時の熱サイクルの実測値を示す。800℃から500℃までの冷却時間は約21msであり、冷却速度は約 1.4×10^4 ℃/sである。これは、通常用いられるアーク溶接の冷却速度に比べはるかに高速である。糟谷らの報告している100%マルテンサイトを得る臨界冷却速度と組成の関係²⁾によると、最も低い炭素量の0.001C鋼の臨界冷却時間でさえ約40msであり、本研究で用いた全ての供試材が100%マルテンサイトと推定される。しかし、Fig.2に示すように溶接部の組織についてSEMで観察した結果はかなり異なる。A鋼はフェライトに類似した微細な島状の中間段階的フェライト(α')とフェライトの混合組織、B鋼は針状の中間段階的フェライト組織、C鋼はさらに微細なマルテンサイトがほぼ100%の組織を呈した。それぞれの組織は概ね均一でありパーライトのような混合組織ではない。よって、この組織はフェライトとマルテンサイトの中間的な変態を起こした組織であると考えられる。

次に溶接部の硬さ測定結果と100%マルテンサイトの硬さ³⁾をFig.3に示す。C鋼では溶接部の硬さはほぼ100%マルテンサイトの硬さに達しマルテンサイト組織と考えられるがA鋼、B鋼では100%マルテンサイト組織ではなくフェライトとマルテンサイトの中間的な組織であると考えられ組織観察の結果と一致する。またFig.4に示すようにB鋼およびC鋼では溶接速度と硬さに明らかな相関関係が見られるが、

極低炭素のA鋼は溶接速度に関わらずほぼ一定の硬さを示した。これは本実験の冷却速度では極低炭素鋼はマルテンサイト変態を起こさず、溶接部の硬さにあまり影響しないことを示している。

日本鉄鋼協会ベイナイト調査研究部会の分類法⁴⁾(最大冷却速度4750℃/s)より推定すると本研究のA鋼の組織はグラニューベイニティックフェライト、B鋼はベイニティックフェライト組織と考えられる。しかし本研究ではさらに冷却速度が速いためこれらの組織と類似しているが、少し異なった組織であると思われる。

- 1) 杓名, 近藤 : 平成7秋溶接学会講演概要(1995), 420
- 2) 糟谷, 百合岡 : 平成3春溶接学会講演概要(1991), 252
- 3) C.Duren, K.Lorenz : IIW-IX-B-11-82(1982)
- 4) 日本鉄鋼協会 : (極)低炭素鋼のベイナイト組織と変態挙動に関する最近の研究(1994)

Table 1 Chemical composition of carbon steels

Steel	Element ,mass%						
	C	Si	Mn	P	S	Al	N
A	0.001	0.330	0.80	0.004	0.006	0.025	0.0006
B	0.014	0.294	0.80	0.007	0.007	0.036	0.0013
C	0.024	0.057	0.80	0.001	0.001	0.028	0.0028

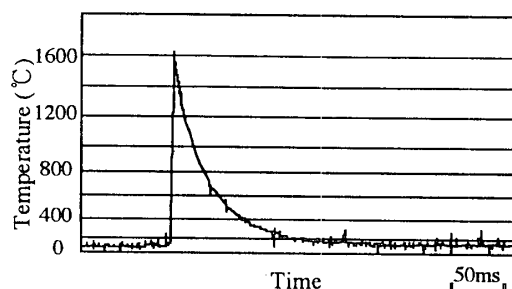


Fig 1 Thermal cycle at the fusion line of YAG laser welded steel

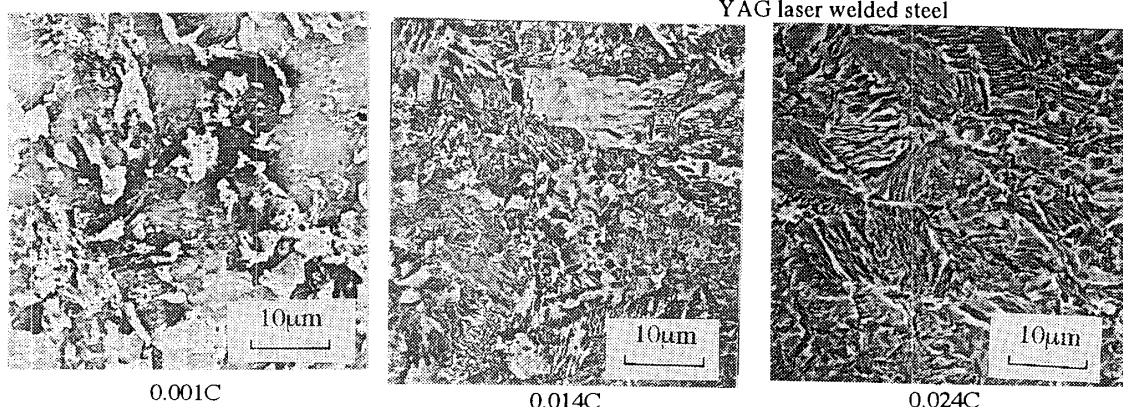


Fig.2 Microstructure of YAG laser welded ultra low carbon steels

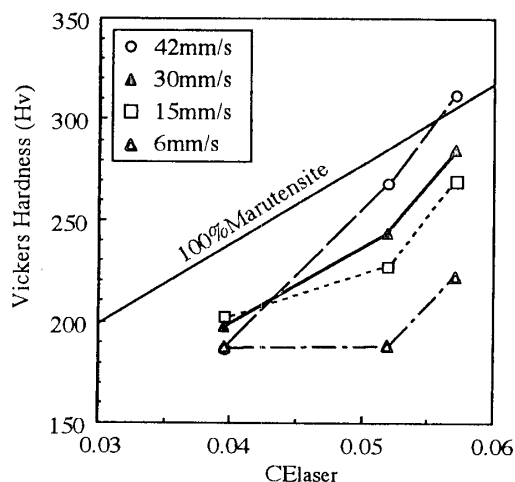


Fig.3 Effect of carbon equivalent on vickers hardness of YAG laser welded steels

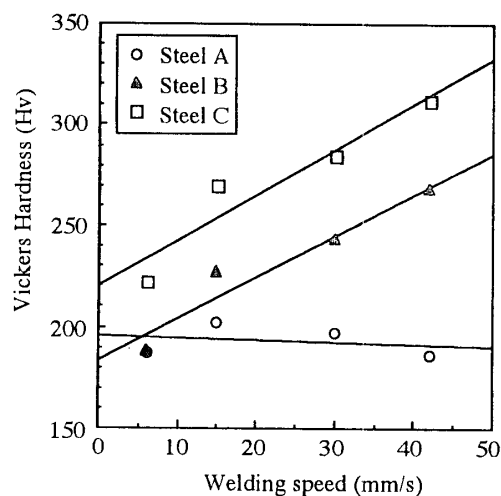


Fig.4 Effect of welding speed on vickers hardness of YAG laser welded steels