

浸炭材、S45C 鋼及び S10C 鋼のレーザ溶接時の割れ発生挙動

中・高炭素鋼材のレーザ溶接における割れの研究(第2報)

名古屋大学 工学研究科

杓名 宗春

同上 大学院

○町本 洋一

(株)日産自動車

松山 秀信

同上

西野 眞司

Cracking Mechanism in Laser Welding of Carborized, S45C and S10C Steels

Study on cracks in Laser Welding of Medium and High Carbon Steels(Report2)

By KUTSUNA Muneharu, MACHIMOTO Yoichi, MATSUYAMA Hidenobu,

and NISHINO Shinzi

1. 緒言

中炭素鋼及び高炭素鋼の溶接において凝固割れや変態誘起低温割れが生ずることが報告されている^{1) 2)}。中炭素鋼及び高炭素鋼よりなる各種機械部品のレーザ溶接においても、これらの点が問題となる。本研究では炭素量の異なる中炭素鋼及び浸炭材をレーザ溶接し、発生した溶接部の粒界割れと粒内割れについて、供試材の化学組成及び溶接条件の違いによる割れ発生挙動の変化を検討するとともに、硬度測定、組織観察、EPMA 分析及び SEM 観察により、凝固割れ及び低温割れの発生機構について調べた。

2. 実験方法

本実験では供試材として浸炭材 SCr420H、S45C 及び S10C 鋼を用いて同材及び異材継手を 2.4kWCO₂ レーザ装置を用い突合せ溶接した。試験片形状は 150×50×10(mm)である。SCr420H 鋼浸炭部の炭素量は 0.7C% で有効浸炭深さは 0.8mm である。用いた同材及び異材の材料組合せと、希釈率 50%として推定した溶接金属の

Table 1 Estimated chemical content of weld metal

Joint	Material combination	Estimated mass% of weld metals				
		C	Mn	S	Cu	Cr
Similar metal	JA S10C-S10C	0.10	0.48	0.011	0.01	0.05
	JB S45C-S45C	0.45	0.66	0.004	0.02	0.04
	JC SCr420H-SCr420H	0.70	0.81	0.011	0.15	1.08
Dissimilar metal	JD S10C-S45C	0.28	0.57	0.007	0.001	0.045
	JE S10C-SCr420H	0.40	0.65	0.011	0.08	0.565
	JF S45C-SCr420H	0.58	0.74	0.007	0.085	0.56

化学組成を Table 1 に示す。溶接条件は、レーザ出力 2 kW、焦点はずし距離 -2mm、センターガス He(20l/min)で一定とし、溶接速度を 0.25m/min 及び 0.75m/min と変化させ、溶込み深さをほぼ一定としつつ、ビード幅を変化させた。

3. 実験結果及び考察

断面マクロ観察により、溶接金属と HAZ 部に割れ発生が見られた。割れは、結晶粒界の割れと結晶粒内の割れが発生していた。その割れは、Fig.1 に割れ形態を模式的に示すように 4 種類に分類できることがわかった。割れ発生箇所と発生方向について割れを分類した。Fig.2 に溶接金属で発生した Type1、2 及び 3 の割れ長さ及び溶接金属の炭素濃度の影響を各割れごとに示す(溶接速度 0.25m/min)。溶接金属の炭素濃度が高くなるに従って割れ長さも増加していることがわかった。割れの種類は、0.28~0.45C%までは主に Type3 が発生した。しかし 0.45C%を超えると Type1 と Type2 の割れが発生するようにな

った。Fig.3に、Joint C 溶接金属中央部に発生した Type2 の割れ破面を SEM 写真で示す。溶接速度に関係なく、Joint F にも観察された。セル状デンドライトの突起の凹凸はなく、セル状デンドライトの粒界及び粒内で割れている。粒界は、ほとんど変形なく破断している。このことより、S、P の偏析などで発生する凝固割れではないと思われる。むしろ、粒界が著しく脆化しているための割れと思われる。これらの継手では、溶接金属炭素濃度が 0.58% を超え、マルテンサイト変態により溶接金属が 800HV と著しく硬化しているため、変態誘起低温割れ一種と思われる。

また HAZ 部では、母材が C45C と SCr420H 浸炭部では Fig.1 に示す Type 4 の割れが発生した。Fig.4 にこの割れ破面の SEM 写真を示す。平坦な粒界と粒内で破断した破面を呈している。割れ発生付近は 700HV と著しく硬化していた。水素誘起の低温割れではなく、マルテンサイト変態による脆化に起因して発生した変態誘起低温割れと思われる。

4. 結言

- (1) 溶接金属の炭素量が 0.28~0.45% では主に Type3 の割れ、0.45% を超えると主に Type1 と Type2 の割れが発生した。Type 2 は凝固割れでないことが確認できた。
- (2) S45C、SCr420H 浸炭部の HAZ において Type4 のような割れが発生した。粒界と粒内で破断し、水素誘起の低温割れではない低温割れで変態誘起低温割れと思われる。

- 参考文献 1) 松田、上山：溶接学会論文集 11-1(1993),P95
2) 坂端、渋谷、中島、峰久：溶接学会論文集 4-1(1986),P131

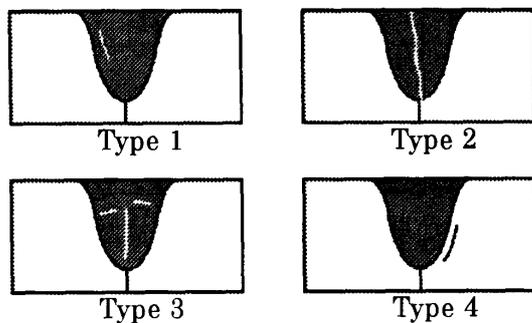


Fig.1 Illustration of typical cracks.

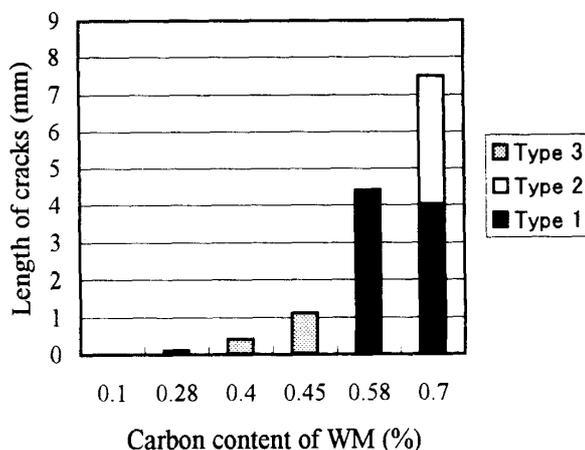


Fig.2 Effect of C content on crack length

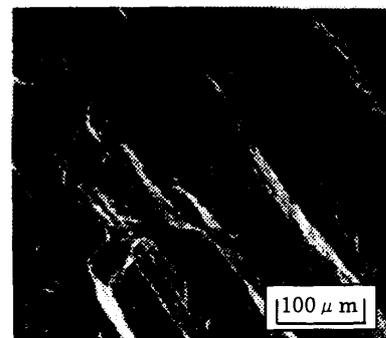


Fig.3 SEM photo of type2 crack surface about JointC

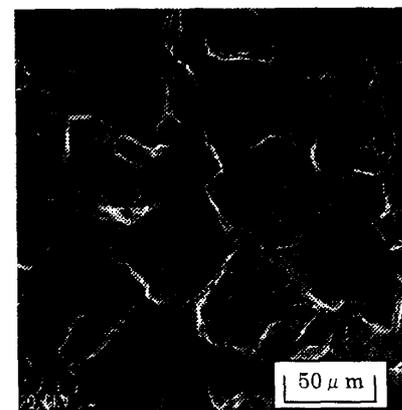


Fig.4 SEM photo of type4 crack surface about JointB