Japan Welding Society

114 溶接割れ感受性に及ぼす結晶粒径および熱処理の影響
— Inconel718鋳造合金のレーザ溶接に関する研究（第3報）—

大阪大学　大学院　西本和俊　○禹　仁秀　田中勝之
宇宙開発事業団　白井　誠

Effect of Grain Size and Heat Treatment on Susceptibility of Weld Crack
— A Study on Laser Weld of Cast Alloy 718 (Report 3) —

Kazutoshi Nishimoto, Insu Woo, Katsuyuki Tanaka and Makoto Shirai

1. 緒言

前報[1]により，Inconel718鋳造合金のレーザ溶接においては，ポロシティおよび溶接割れが問題となることがわかった．本報では，HAZに発生した溶接割れに及ぼす結晶粒径および均質化熱処理の影響について調査した．また，Inconel718鋳造合金の溶接割れ感受性に及ぼす生成相の影響について検討を行った．

2. 供試材料および実験方法

第1報で用いた供試材と同じ化学組成を有する結晶粒径が異なるInconel718鋳造合金の鋳放し材および均質化熱処理材を供試材として用いた[2]．レーザ溶接部の割れ有無は各ビードの中央30mmの間で10mm間隔で切断し，6断面について調査した．また，レーザ溶接時，HAZに発生した粒界液化現象を再現するため，5×5×5mmの試料を高周波誘導加熱装置によりAr雰囲気中で，各ピーク温度まで50K/secの加熱速度で急速加熱を行い，ピーク温度で5sec保持し，その後水冷により急冷した材料を用いて調査した．

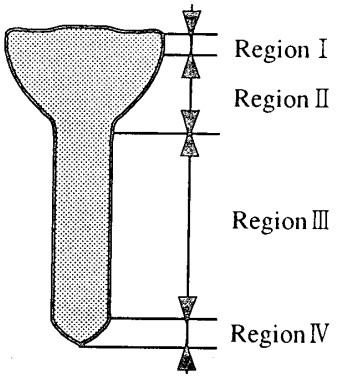

Fig.1 Definition of region in the cross section of weld bead

3. 実験結果および考察

3.1 割れ発生位置

溶接割れの発生位置を明確するため，Fig.1に示したごとく，ビード断面を4領域に分けて，割れの発生状況を調査した．その結果，Region IIの領域において多く発生し，特にネックのくびれ部に集中して発生することがわかった．一方，HAZにおける液化割れとHAZにおける粒界の液化した領域幅との関係を明らかにするため，Fig.2に示すような液化した粒界が見られる領域の溶融境界線からの幅を測定し，割れ長さと比較した．Fig.3はビード断面の各領域において，平均割れ長さと粒界液化領域幅との関係を示したものである．Region IIにおいて粒界液化領域幅が最も広くなる傾向が認められた．また，割れ平均長さはほぼ粒界領域幅に一致していることがわかる．以上のことから，HAZの割れは粒界液化現象が密接に関与していることがわかった．

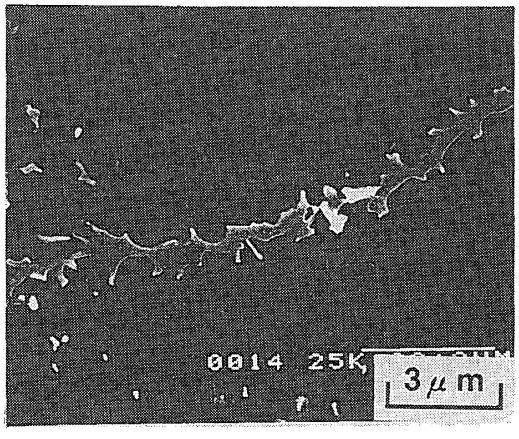

Fig.2 SEM structure of liquified grain boundary

3.2 割れ感受性に及ぼす結晶粒径および均質化熱処理の影響

Fig.4は溶接割れが比較的多く発生された溶接条件であるレーザ出力4.5kW，溶接速度3.0m/minにおいて総割れ長さを測定した結果である．この図より，結晶粒微細化および

NII-Electronic Library Service

Japan Welding Society

均質化熱処理により総割れ長さが減少し，高温割れ感受性が改善されることがわかる．

3.3 割れ感受性に及ぼす生成相の影響

Inconel718鋳造合金では，鋳造時の凝固偏析，粗大な結晶粒およびNbCやLaves相の存在のため，鍛造合金より高温割れ感受性が高くなることが報告されているが，その原因の詳細については未解明な点が多い[3]．そこで，鋳造合金の高温割れ感受性に及ぼす生成相の影響を明確するため，高周波誘導加熱装置により，HAZ部を再現し，液化開始温度および粒界液化状況の検討を行った．鋳放し材について，液化開始温度を測定した結果をFig.5に示す．これより，鋳放し材Aについて，Laves相が主たる構成相となっているLaves clusterの液化開始温度はNbCに比べて約30K程度低いことがわかる．また，鋳放し材AおよびCについての結晶粒の相違により液化開始温度は約20Kの差があった．このように結晶粒経の相違により液化開始温度の差があるのは，低融点金属であるS，P等の粒界偏析の差異に起因するものと推察される．以上の結果から，Inconel718鋳造合金のHAZの割れは，NbCより低温度で液化するLaves clusterの液化が主たる原因となることがわかった．

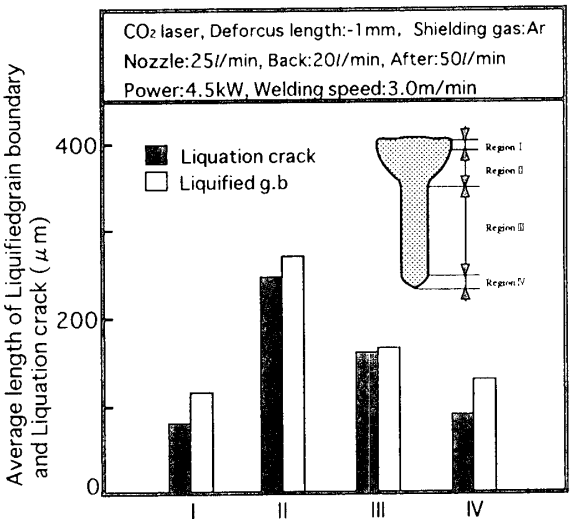

Fig.3 Distribution of crack and liquified grain boundary at HAZ

4. 参考文献

1) 西本，禹，田中，白井：溶接学会全国大会講演概要，62(1998)，投稿中

2) 西本，禹，田中，白井：溶接学会全国大会講演概要，61(1997)，P.394

3) Xiao et al：Metallurgical and Materials Transaction A，vol.27A，(1996)，P.785

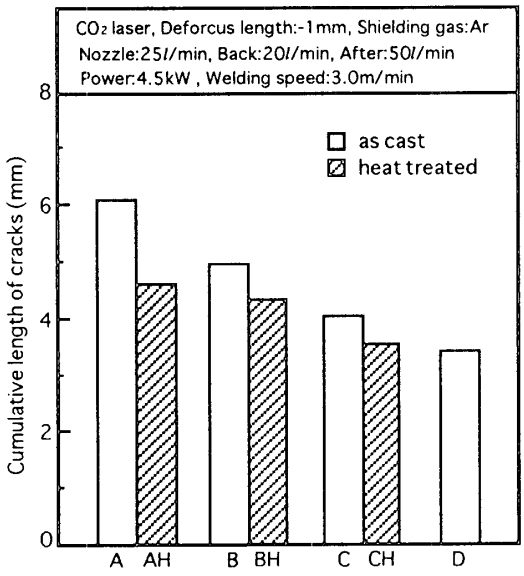

Fig.4 Effect of grain size and heat treatment on cumulative length of cracks

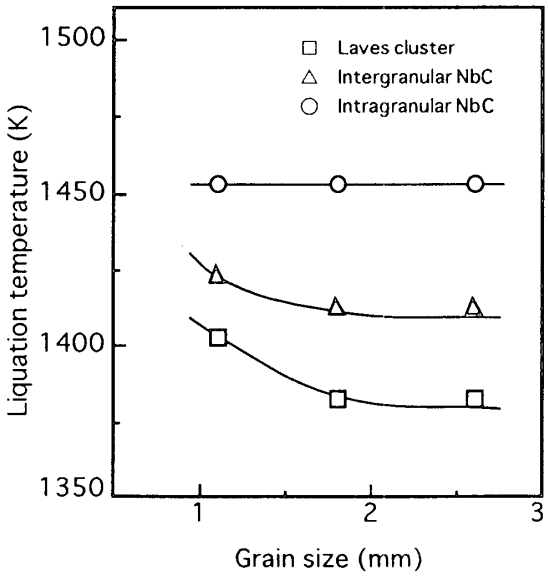

Fig.5 Effect of grain size on the liquation temperature of Laves cluster and NbC

NII-Electronic Library Service