

HAZ割れ感受性に及ぼす希土類元素添加の影響 — Inconel718 casting alloy のレーザ溶接に関する研究 (第8報) —

大阪大学 大学院 西本和俊
大阪大学接合科学研究所 ○禹 仁秀
宇宙開発事業団 白井 誠

Effect of Rare Earth Metal Addition on HAZ Cracking Susceptibility — Study on Laser Welding of Cast Alloy 718 (Report 8) — Kazutoshi Nishimoto, Insu Woo and Makoto Shirai

1. 緒言

前報¹⁾で述べた結果より、母材の結晶粒が微細化されると、Inconel 718 鋳造合金のHAZ割れ感受性が低下することを示した。このことはInconel 718 鋳造合金母材の結晶粒を一層微細化させることによりHAZ割れを防止できる可能性を示唆するものと考えられる。本報では、Inconel 718 鋳造合金のHAZ割れ感受性を改善することを目的とし、鋳造時の冷却速度を大きくした金型鋳造法を用い、かつ、LaおよびCeを添加したInconel 718 鋳造合金について、結晶粒微細化効果を検討すると同時に各種溶融溶接部のHAZ割れ感受性を調査した。

2. 供試材料および実験方法

供試材料はInconel 718 合金を母合金として、0.1～0.7mass%の範囲内でそれぞれLaおよびCeを添加した。LaおよびCe添加材はAr雰囲気中で真空高周波溶解炉を用いて溶解した。なお、鋳造時に用いた金型は銅製である。TIG溶接部のHAZ割れ感受性はU型高温割れ試験法を用いて評価した。レーザによるビードオンプレート溶接は定格出力5kWの高速軸流型炭酸ガスレーザを用い、試験片の中央長手方向に溶接を行った。試験後、光学顕微鏡を用い、6断面について割れ発生状況を調査した。

3. 実験結果

3.1 金型鋳造材のHAZ割れ感受性に関する検討

金型鋳造による結晶粒微細化効果を検討するため、LaおよびCeを添加していないInconel 718 合金の金型鋳造材の各断面について結晶粒径を調査し、前報¹⁾まで使用した砂型鋳造材と比較した。Fig.1はインゴットの横断面における結晶粒径の長径をLaおよび短径をLbを調査した結果である。金型鋳造材は砂型鋳造材に比べて短径と長径がいずれも減少しており、金型鋳造により結晶粒が微細化することがわかる。金型鋳造で得られた結晶粒微細化材がHAZ割れ感受性に及ぼす影響を評価するため、TIG溶接を対象としてU型高温割れ試験を行った。Fig.2はU型高温割れ試験後の試験片についてHAZ割れの最大長さを測定した結果である。金型鋳造材は砂型鋳造材に比べて最大割れ長さが大幅に減少しており、HAZ割れ感受性が改善されていることがわかる。

以上の結果より、金型鋳造法で作製したInconel 718 鋳造合金では砂型鋳造法で作製した合金に比べて結晶粒が微細化し、それに伴いHAZ割れ感受性も改善されることが明らかとなった。以下の検討では一層の結晶粒微細化を達成すべく、LaもしくはCe添加合金は金型鋳造法により作製した。

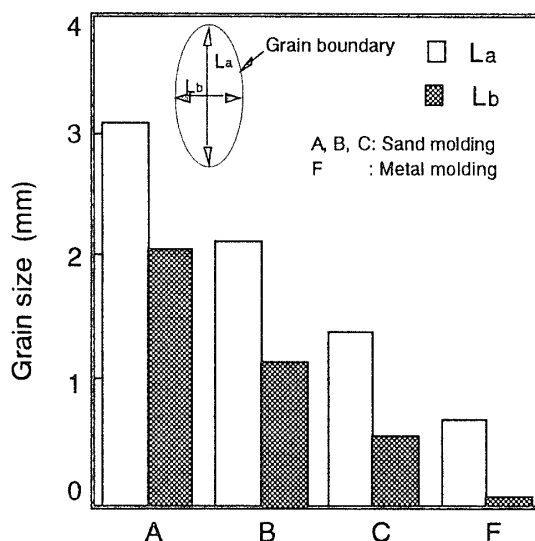


Fig.1 Grain sizes of cast alloy 718 produced by sand and metal molding

3.2 LaおよびCe添加材のHAZ割れ感受性に関する検討

Inconel 718 鋳造合金にLaを0.1~0.7mass%およびCeを0.1~0.7mass%範囲内で添加させた試験片について結晶粒径を調査した結果をFig.3に示す。LaおよびCe添加量の増加とともに、いずれも結晶粒径が減少することがわかる。この傾向はLa添加材により顕著である。Fig.4はレーザ溶接部において、ビード断面部のHAZ割れについて総割れ長さを調査し、LaおよびCe添加量により整理した結果である。HAZ割れ感受性はLaおよびCe添加量の増加に伴い、低下する傾向を示し、0.2~0.3mass%範囲で最も低くなる。LaおよびCeの添加量が0.2~0.3mass%以上となるとHAZ割れ感受性は再び高くなる傾向が認められる。La添加材はCe添加材に比べて、総割れ長さが減少しており、HAZ割れ感受性に対する改善効果が大きいことがわかる。一方、U型高温割れ試験により評価されたTIG溶接部のHAZ割れ感受性は前述のレーザ溶接部の割れ感受性と同様にLaおよびCe添加量が0.2~0.3mass%の範囲でHAZ割れ感受性が最も低くなる傾向が認められた。

以上の結果より、Inconel 718 鋳造合金にLaおよびCeを0.2~0.3mass%の範囲で添加することにより、HAZ割れ感受性を大幅に改善できることがわかった。また、HAZ割れ感受性の改善に対する添加元素の効果としてはLaの方がCeよりも有効であることが明らかとなった。

参考文献

1. 西本, 禹, 荻田, 白井: 溶接学会全国大会講演概要, 第61集(97-9), 394-395

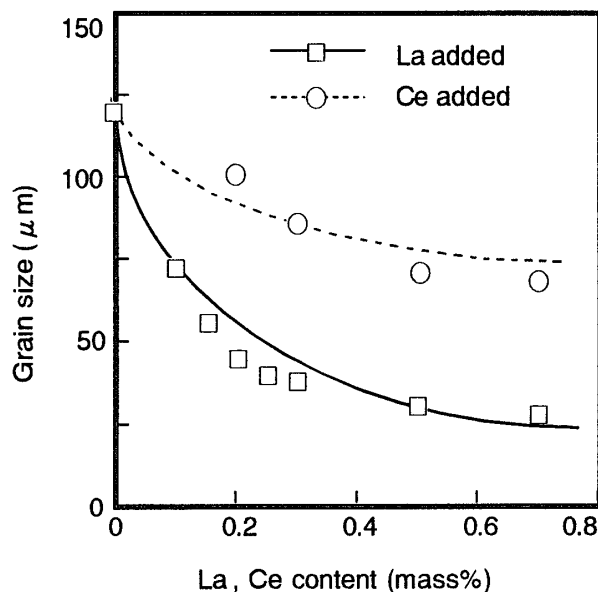


Fig.3 Effect of La and Ce addition on the grain size

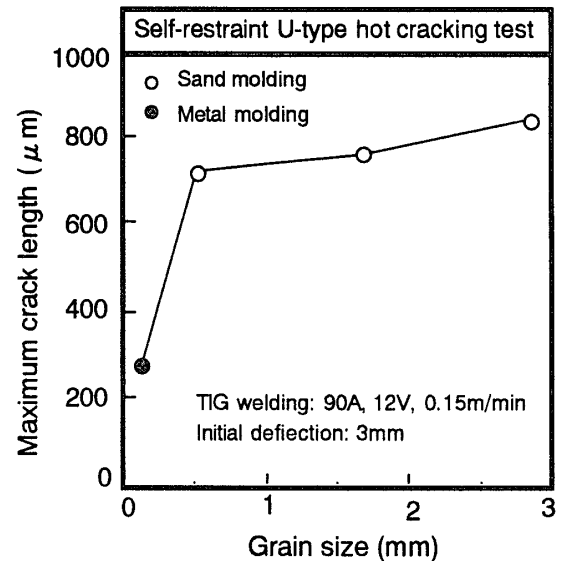


Fig.2 HAZ cracking susceptibility of cast alloy 718 produced by sand and metal molding

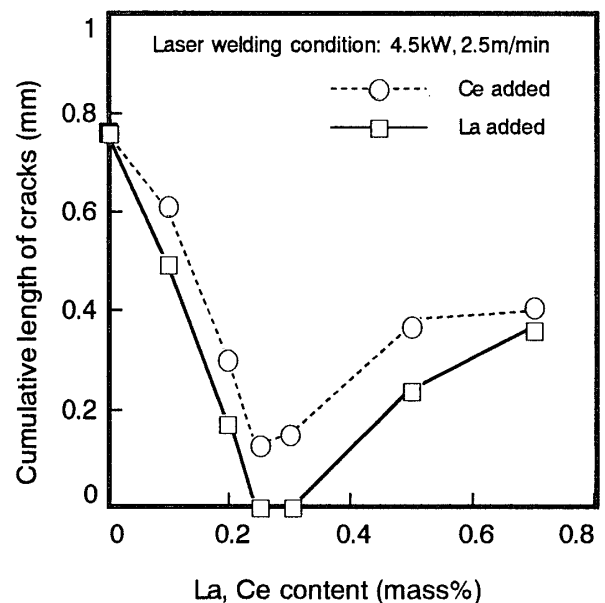


Fig.4 Effects of La and Ce addition on the HAZ cracking susceptibility in laser weldments