

Title	ニッケル基合金IN718の摩擦圧接部における形成組織と特性改善
Author(s)	王, 洪杰
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/49492
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

【50】

氏 名	王 洪 杰
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 5 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 2 月 13 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学 位 論 文 名	ニッケル基合金 IN718 の摩擦圧接部における形成組織と特性改善
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 池 内 建 二 (副査) 教 授 小 溝 裕 一 教 授 廣 瀬 明 夫 准 教 授 柴 柳 敏 哉

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、摩擦圧接によるニッケル基合金 Inconel 718 の継手部の強度改善を目指して、継手部の形成組織とその形成機構を明らかにし、さらに、継手強さと形成組織との関係を検討することにより、形成組織の制御指針とその方策を提示しようとした。

第 1 章では、Inconel 718 合金の溶接についての従来の報告、摩擦圧接方法の概要、および本研究の背景と目的について述べた。

第 2 章においては、摩擦圧接過程における熱サイクルおよび応力サイクル（アップセット過程時）を想定した

急速加熱・加圧処理を Inconel 718 合金に施し、形成組織を従来の報告と比較することにより、圧接中に接合部で生じている金属組織学的現象、すなわち組織形成機構を検討するための参照データを得ようとした。

第 3 章においては Inconel 718 合金の摩擦圧接を行い、接合界面部に観察される組織を、第 2 章の観察結果と比較することにより、その形成過程について検討を加えた。また、圧接後の析出硬化処理が接合部の組織および硬さに及ぼす影響についても調べた。その結果、Inconel 718 合金の摩擦圧接過程においては、接合界面近傍が固液共存状態となり、摩擦時間の増加と共に、液相部分の量が増加することが分かった。摩擦圧力によって、液相部分は固相部分と比べて優先的にバリへ排出され、圧接界面部の Nb の欠乏を招いた。この Nb 欠乏は析出硬化処理による界面領域の硬度の上昇量を、母材部に比べて減少させ、このために、析出硬化処理後の接合界面近傍に軟化域が生じた。

第 4 章においては、圧接後熱処理によって析出硬化させた継手について、引張強度測定および破面解析を行い、圧接部の硬さ試験の結果を参考にして、軟化現象が継手強度の支配要因か、あるいはこれ以外に重要な因子があるかを検討した。この結果から得られた継手強度の支配要因が、継手部の組織に関連するかを調べ、圧接条件の選定指針を考察した。また、圧接条件のみでは継手強度の改善に限界があると考えられる場合は、後熱処理条件の修正などを検討した。

一般に、摩擦圧接は液相に関与しない固相接合とされているが、ニッケル基合金 Inconel 718 の場合は、以上のように、接合界面近傍が固液共存状態となり、液相領域の圧接中の挙動と圧接後の生成組織が継手部の特性に顕著な影響を及ぼすことが明らかとなった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ニッケル基合金 Inconel 718 は、耐熱性および耐食性に優れ、航空・宇宙産業をはじめとする各種産業分野で幅広く適用され、溶接性も良好とされているが、凝固割れや脆化相の晶出など溶融凝固に伴う問題のため、適正溶接条件の範囲が狭く、また溶接能率も低い。このため高効率で信頼性の高い固相接合法である摩擦圧接の適用が望まれるが、本合金のような Ni 基高合金の摩擦圧接についての報告例は少なく、特に詳細な金属組織解析を行ったものは見受けられない。本研究は、IN718 合金の摩擦圧接継手における形成組織とその形成機構を明らかにし、さらに継手部の強度改善のための形成組織の制御指針とその方策を提示しようとするものである。

まず圧接部における形成組織の参照データを得るために、溶接熱・応力履歴再現装置を用いて、摩擦圧接過程における熱サイクルおよび応力サイクルを想定した急速加熱・加圧処理を Inconel 718 合金に施し、形成組織の観察を行っている。この結果を従来の報告と比較することにより、本合金における冶金反応と、その進行温度域、ならびに加熱温度と室温冷却時の形成組織との関係を明らかにし、さらに加圧による影響を示している。

次に Inconel 718 合金の摩擦圧接を行い、圧接界面部に観察される組織を、上記の参照データと比較することにより、その形成過程について検討を加え、また、圧接後の析出硬化処理が圧接部の組織および硬さに及ぼす影響についても調べている。その結果、Inconel 718 合金の摩擦圧接過程においては、圧接界面近傍が固液共存状態となり、摩擦時間の増加と共に、 γ/Laves 相共晶組織によって特徴付けられる液相部分の量が増加することを示している。この液相部分は固相部分と比べて Nb 含有量が高く、また摩擦圧力によって、優先的にバリ中へ排出されるため、圧接界面部における Nb の欠乏を招く。Nb は IN718 合金の主要析出硬化元素であるため、圧接界面部の Nb 欠乏は析出硬化処理による硬度の上昇幅を母材部に比べて減少させ、このために、析出硬化処理後の圧接界面近傍に軟化域を生じさせる。この結果に基づき、析出硬化処理後の圧接界面部に観察される軟化現象を説明している。

継手の強度特性を評価し、また継手強度の支配要因を検討するために、圧接後熱処理によって析出硬化させた継手の引張試験を行い、破断面の組織観察を行っている。この結果、界面部の軟化に加えて、液相部分に形成される Laves 相も継手強度の低下要因であることを示し、これらの要因の形成量を抑える圧接条件の選定指針を提示している。さらに、圧接条件のみでは継手強度の改善に限界が見られるため、圧接後の熱処理による組織および硬さへの影響を調べ、溶体化処理温度の上昇が圧接界面部の軟化の軽減と Laves 相の溶解に有効であるが、結晶粒の過度の粗大化を招く恐れのあることを示している。この結果、結晶粒の粗大化を許容範囲内に抑え、かつ軟化部の硬さの回復と、Laves

相の分布量の減少により母材部破断に十分な継手強度が達成される溶体化処理温度を決定している。

以上のように、本論文は IN718 合金の摩擦圧接部における形成組織とその形成過程を明らかにし、本合金の圧接現象についての基本的理解を深めると共に、継手特性の改善のための組織制御の指針を提示することにより、本合金を用いた製品の性能改善と経済性の向上に貢献している。さらに、従来、液相の関与が無いとされてきた摩擦圧接でも、IN718 合金のように固液共存温度域の広い高合金の場合は、液相が部分的に生成し、継手性能に著しい影響を及ぼす場合があることを初めて指摘したのもである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。