

Title	Al合金ADC12ダイカスト材の摩擦攪拌接合による組織および機械的性質の改善に関する研究
Author(s)	金, 永坤
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46921
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	金 永 坤
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20326 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 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	Al 合金 ADC12 ダイカスト材の摩擦攪拌接合による組織および機械的性質の改善に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中田 一博 (副査) 教授 小林紘二郎 教授 池内 建二 教授 藤井 英俊

論文内容の要旨

本論文は、溶接部にブローホール形成や金属間化合物の粗大化のため、熔融溶接が困難な Al 合金 ADC12 ダイカスト材に対して固相接合である摩擦攪拌接合 (Friction Stir Welding; 以下 FSW と略) を適用し、その FSW 接合特性を明らかにした。また、ツール押込み荷重、回転速度、接合速度などの接合パラメータの影響を検討し、接合部の機械的性質と微細組織形成との関連性を明らかにすることにより ADC12 ダイカスト材の FSW 適用の実用化への基礎を築くとともに、ダイカスト材の組織および機械的性質の改善方法の確立を目指して研究を行ったものであり、全体を 7 章で構成した。

第 1 章は緒論であり、本研究の背景および研究目的、ならびに過去の FSW の関連研究について詳細にレビューを行った。

第 2 章では、FSW 接合部について欠陥発生有無を調査し、接合部の品質に及ぼす FSW パラメータの影響を検討した。また、FSW 時の欠陥発生条件に対して接合部の断面組織観察を行い、それらの欠陥発生メカニズムに関して検討した。

第 3 章では、FSW 接合部における SZ 部の微細組織の形成について検討した。また、SZ 部近傍の最高到達温度を測定し、その結果について検討を行った。特に、ADC12 中の Si 粒子分布の変化に対し、FSW パラメータである接合速度および回転速度の影響について検討し、考察した。

第 4 章では、ADC12 中の Si 粒子分布 (サイズ、アスペクト比、方位) について、画像解析方法を用いて定量化を行うとともに、この結果を用いて SZ 部の塑性流動を推定し、接合速度および回転速度の影響を検討した。そして、FSW 時の SZ 部における欠陥形成メカニズムを塑性流動の観点から明らかにした。

第 5 章では、ADC12 ダイカスト材の FSW 接合部の機械的性質について硬さ、引張試験、シャルピー衝撃試験を実施して検討を行った。材料的な観点から、ダイカスト材の鑄造欠陥の消滅や組織の微細化による組織改質と、それに伴う機械的性質の向上との関係について検討した。

第 6 章では、Al 合金ダイカスト材 ADC12 に対し、荷重制御 FSW 装置を用いた組織改質法として多パスで行う Multi-pass Friction Stir Processing (MP-FSP) を提案し、その改質部の組織観察、硬さ、引張特性、および疲労特性などの機械的性質の評価を行った。特に、SZ 部の引張特性の向上に注目して母材と改質部の引張特性について比

較を行い、引張特性の向上は破断チル層の消滅と組織の微細化によることを明らかにした。

第7章は総括であり、本研究で得られた主な結果について総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、溶融溶接の適用が困難な Al 合金 ADC12 ダイカスト材に対して固相接合である摩擦攪拌接合法（以下 FSW と記述）に着目し、その実用化への基礎を築くとともにダイカスト材の組織および機械的性質の改善方法の確立を目指して研究を行ったものである。

本論文では、接合時に加圧力を制御できる荷重制御方式 FSW 装置を用い、接合特性に及ぼす重要な接合パラメータとして従来では検討されていないツール押込み荷重を含め、回転速度、接合速度などの影響について検討し、欠陥のない良好な接合部が得られる適正条件範囲を明らかにしている。

ADC12 ダイカスト材の FSW において、その適正条件範囲はツール押込み荷重の影響を大きく受け、荷重増加とともに適正条件範囲が高接合速度・低回転速度側に拡大する傾向にあり、このような荷重制御 FSW での適正条件範囲の拡大要因に対して、一般的な円筒形の回転物体の熱量計算式を用い、接合時の単位長さ当たりの入熱量に及ぼす影響は回転速度/接合速度の比またはツール押込み荷重の増加にともなう基本的な効果だけでなく、副次的なものとしてショルダ接触面積の拡大による効果があることを明らかにしている。また、FSW 接合部の欠陥機構を調査し、従来から知られていた入熱過剰や入熱不足による欠陥発生に加え、新たに塑性流動異常による欠陥発生機構を提案している。

FSW 接合部の微細組織観察により、攪拌部では母材のデンドライトが消滅して細長い針状の共晶 Si 相は粒状化し、均一に微細分散した組織を呈しており、このような現象は FSW 時の強い攪拌作用を受け、脆い Si 相の分断メカニズムに起因することを示している。また、母材を 450°C で 5 分間熱処理を施した結果、Si 粒子の微細化に対する温度上昇の影響は少ないことを明らかにしている。また、攪拌部の Si 粒子分布については画像解析手法を用い、Si 粒子サイズ、アスペクト比、方位などに及ぼす接合パラメータの影響を総合的に考察して、FSW を適用した ADC12 合金中の Si 粒子の挙動や欠陥形成に及ぼす塑性流動の影響を明らかにしている。さらに、FSW の応用として摩擦攪拌プロセスを適用することにより、ダイカスト素材は改質が行われ、その改質部の引張強度および疲労強度などの機械的性質は母材の破断チル層の消滅や組織微細化によって著しく向上したことを明らかにしている。

以上のように、本論文は Al 合金 ADC12 ダイカスト材の FSW の際に生じる欠陥発生機構に着目し、それらを分類するとともに、重要な接合パラメータであるツール押込み荷重との関係を検討することにより、良好な FSW 接合部を実現するための適正接合条件範囲をはじめ、入熱量に及ぼす接合パラメータの影響、攪拌部の Si 粒子分布の定量化による塑性流動現象解析、ダイカスト組織改質による機械的性質の評価など、溶接が困難な Al 合金ダイカスト材の接合継手の実用化に関わる新しい知見を得ている。本研究成果は、当該研究分野ならびにその応用面で軽量構造材料である Al 合金ダイカスト材を取り扱う産業分野の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。