



Title	摩擦攪拌接合したマグネシウム合金継手の微細組織制御と機械的特性の向上
Author(s)	陳, 娟
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/26252">https://hdl.handle.net/11094/26252</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

[ 題 名 ] 摩擦撹拌接合したマグネシウム合金継手の微細組織制御と機械的特性の向上

学位申請者 陳 娟

本研究ではAZ31B合金と難燃性マグネシウム合金の摩擦撹拌接合(FSW)継手の集合組織等の微細組織および機械的特性の制御することを目的とした。特に、従来の片面FSW以外に、片側平面ツールや凹凸ツールを用いた両面FSWと、液体CO<sub>2</sub>による熱履歴制御されたFSWによる可能性を追求した。

第1章は、緒論であり、本研究の目的について述べた。

第2章では、研究背景としてマグネシウムの特性およびFSWの原理、特性について述べ、これまでのマグネシウム合金のFSW法に関する研究報告例を調査することにより、マグネシウムのFSW撹拌部の微細組織と集合組織を制御する方法を確立し、継手の機械的特性を向上させることの必要性を示した。

第3章では、従来法のFSWによりマグネシウム合金の接合を行い、継手の機械的特性と集合組織に及ぼす接合条件の影響を明らかにした。AZ31B合金および難燃性マグネシウム合金継手ではともに、FSW接合条件に依らず撹拌部では強い方位集積を示す集合組織が撹拌部に形成された。回転速度の変化による撹拌部中部の集合組織への変化は小さいため、従来法のFSWでは継手内部の結晶方位分布のランダム化は困難であることを示した。

第4章では、従来法のFSWを改善するため、撹拌状態を非対称とする両面摩擦撹拌接合方法(DFSW)を提案し、マグネシウム合金に適用して得られる継手の組織と機械的性質を検討した。特に本章では、DFSWで用いるツール対の片方を平面ツールとしたプロセス(Flat-DFSW)を検討対象とした。AZ31B合金のFlat-DFSW継手の撹拌部は微細結晶粒組織と双晶が生成し、集合組織のランダム化が確認された。集合組織のランダム化に伴い、Flat-DFSW継手では片面FSWの継手よりも相対的に大きな強度を有し、同様の傾向は難燃性マグネシウム合金でも認められた。

第5章では、凸ツールと凹ツールを組合せて用いるDFSW(Concave-DFSW)によりマグネシウム合金継手を試作し、その集合組織と機械的特性について調査した結果を示した。Flat-DFSW 継手と比べて、Concave-DFSWの継手は撹拌部の集合組織がランダムになり、良好な引張特性が得られた。さらに、第3章から第5章までに得られた実験結果を比較し、マグネシウム合金のFSW継手において、集合組織のランダム化のための接合プロセスの設計指針は、①ツールレイアウトの非対称化などによる塑性流動の複雑化と、②高い最高到達温度を実現する接合条件の選択の二点であることが明らかとなった。

第6章では、AZ31Bマグネシウム合金に対して、液体CO<sub>2</sub>冷却を用いたFSWにより得た継手の微細組織と機械的特性を調査し、接合後の冷却の制御による組織制御の可能性について検討した。回転速度の遅い条件で液体CO<sub>2</sub>を用いた場合、<0001>の方位集積がやや弱くなり、集合組織がランダム化することが示された。

第7章では、本研究で得られた主な結果について総括した。本研究により、改良したFSWにより、マグネシウム合金継手の撹拌部の集合組織制御が可能であり、良好な機械的性質を有する継手の作製が可能であることが明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 陳 娟 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	藤井 英俊
	副 査	教授	宇都宮 裕
	副 査	教授	中田 一博
	副 査	准教授	上路 林太郎

**論文審査の結果の要旨**

本論文では AZ31B 合金と難燃性マグネシウム合金の摩擦撹拌接合(FSW)継手における集合組織等の微細組織および機械的特性の制御を目的としている。特に、従来の片面 FSW 以外に、片側平面ツールや凹凸ツールを用いた両面 FSW と、液体 CO<sub>2</sub> による熱履歴制御された FSW による可能性を追求している。本研究で得られた主たる知見を以下に総括する。

第 1 章では、本研究の背景および目的について述べている。

第 2 章では、マグネシウム合金と FSW に関する従来の知見について述べている。マグネシウム合金の FSW に関する既存の研究報告を概説し、マグネシウム合金の FSW 撹拌部の集合組織制御方法の確立により継手の機械的特性を向上させることの必要性について議論している。

第 3 章では、AZ31B 合金と難燃性マグネシウム合金に対して、従来法の FSW を適用して得られた継手の微細組織と集合組織および機械的特性を検討した結果を示し、接合条件の最適化による集合組織制御の可能性を示している。

第 4 章では、従来法の FSW を改善するため、撹拌状態を非対称とする両面摩擦撹拌接合方法(DFSW)を提案し、マグネシウム合金に適用して得られる継手の組織と機械的性質に関する実験結果に基づき、当該手法の集合組織制御に対する有効性を示している。本章では、DFSW で用いるツール対のうち、片方を平面ツールとしたプロセス(Flat-DFSW)を検討対象としている。

第 5 章では、凸ツールと凹ツールを組合せて用いる DFSW(Concave-DFSW)によりマグネシウム合金継手を試作し、その集合組織と機械的特性について検討した結果を示している。実験結果に基づき、当該手法の集合組織制御に対する有効性を明らかにしている。また、第 3 章から第 5 章までに得られた結果を比較し、マグネシウム合金の FSW 継手における集合組織のランダム化を達成するためのプロセス設計指針を提案している。

第 6 章では、FSW の熱履歴制御による集合組織制御について議論している。AZ31B マグネシウム合金に対して、液体 CO<sub>2</sub> 冷却を用いた FSW により得られた継手の微細組織と機械的特性を検討し、接合後の温度制御による組織制御の可能性を示している。

第 7 章では、本研究で得られた結果について総括している。

以上のように、本論文は摩擦撹拌接合したマグネシウム合金継手の組織制御と機械的特性の向上において重要な知見を得ており、材料工学の発展に寄与するところが多い。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。