The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	摩擦攪拌接合したFCC金属継手の組織形成の解明と機械的特性の向上
Author(s)	許, 楠
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/52151
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　　許　楠　　）	
論文題名	摩擦攪拌接合したFCC金属継手の組織形成の解明と機械的特性の向上

論文内容の要旨

異なる積層欠陥エネルギー（SFE）を有するFCC金属、すなわち、Cu-30Zn合金、純Cuおよび純Alの摩擦攪拌接合（FSW）継手を、従来のFSW、急速冷却を用いたFSW、急速冷却を用いたマルチパスFSWにより試作し、その評価を行うことによりプロセス中の組織形成過程を明らかにした。得られた知見を元に、継手の機械的特性の向上策を示した。

第1章は、序論であり、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FSWの原理、特徴とFCC金属に対するその適用現状について述べた。これまでに報告されている接合部の組織解析結果を検討し、接合部の組織形成の解明と機械的特性のさらなる向上の必要性を示した。

第3章では、異なるSFEを有するCu-30Zn合金、純Cuおよび純Alを母材としてFSW継手の作製と評価を行った。母材の種類に関わらず攪拌部は母材より微細な再結晶組織を示した。SFEが大きいほど、攪拌部では焼鈍双晶の観察頻度が低減することが分かった。機械的特性に関して、接合中の発熱により強度の低下がもたらされることが明らかとなり、接合後の焼鈍効果に対する詳細な調査の必要性が示唆された。

第4章では、液体CO_2急速冷却を伴うストップアクション法を用いて、FSWにおける攪拌段階の組織形成過程を明らかにした。攪拌による微細組織の形成は、主にプローブ回りの回転流動前後に導入される塑性変形により生じることが明らかとなった。接合直後の攪拌部は、多くの下部組織およびせん断集合組織を有していた。得られた急速冷却FSW継手に対して再加熱を施し、従来のFSWにおける攪拌後の焼鈍効果を再現して組織変化を評価した結果、下部組織の消滅と結晶粒粗大化ならびに集合組織の変化が確認できた。焼鈍過程では、結晶粒組織は通常粒成長により粗大化したのに対して、集合組織は新しい主方位が出現しており、それぞれ、連続的および不連続的な再結晶により変化することが明らかとなった。

第5章では、液体CO_2急速冷却を用いたFSWにより、Cu-30Zn合金と純Cuおよび純Alの三種類のFCC金属を接合して得られた継手の微細組織および機械的特性に及ぼす急速冷却の影響を明らかにした。第3章で示した従来FSW継手の結果と比較して、急速冷却FSW継手における微細組織と機械的特性の相違点について考察した。急速冷却FSW継手の攪拌部では、いずれの場合も従来FSWのものより微細な結晶粒を示した。また、FCC金属のSFEが大きいほど、攪拌部で転位組織と双晶組織の蓄積が困難になった。機械的特性を調査した結果、急速冷却FSWによる継手は従来FSWのものより高強度を示すことが明らかになった。

第6章では、種々のFCC金属における、液体CO_2急速冷却を伴うマルチパスFSWによる機械的特性のさらなる向上の可能性を検討した。母材の種類によらず、急速冷却FSWを繰り返し施すと、サイクル数の増加とともに攪拌部の平均粒径が小さくなることが分かった。SFEが小さいほど、急速冷却FSWサイクル数の増加と共に大角粒界と双晶境界の割合がより大きく増加する。中高SFEを有するFCC金属と比べて、低SFEのFCC金属の方が、マルチパス急速冷却FSWにより優れた強度延性バランスを有する攪拌部が得られることが明らかになった。

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、FSW攪拌直後の冷却段階において静的再結晶が生じることが明らかとなり、さらに、急速冷却に加えてFSWの繰り返し適用を併用することにより格子欠陥の蓄積が達成され、より良好な機械的特性を有するFCC金属継手の作製が可能であることを明らかにすることができた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　許　楠　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	藤井　英俊
	副 査	教授	安田　弘行
	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

本研究では異なる積層欠陥エネルギー（SFE）を有する FCC 金属、すなわち Cu-30wt%Zn 合金、純 Cu および純 Al の摩擦攪拌接合（FSW）継手の金属組織形成過程の解明と機械的特性の向上を目的としている。特に、従来法の FSW に加えて、急速冷却を用いる FSW、急速冷却を用いるマルチパス 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、FCC 金属に対する FSW の適用現状に関する従来の知見について述べている。FSW により得られる FCC 金属の継手に関する既存の研究報告を概説し、接合部の組織形成の解明と機械的特性のさらなる向上の必要性について議論している。

第 3 章では、異なる SFE を有する Cu-30wt%Zn 合金、純 Cu および純 Al を母材として従来法の FSW により得られる継手の評価結果を示し、その組織と機械的特性の特徴について議論している。継手の強度低下をもたらすと予想される接合後の焼鈍効果に関する調査の必要性を指摘している。

第 4 章では、液体 CO_2 急速冷却とストップアクション法を組み合わせて実施する FSW により得られる継手の組織解析を行うことにより、攪拌段階とその後の組織形成過程を分離して議論を行っている。接合直後の攪拌部は、高密度の格子欠陥を有し、せん断集合組織を示すことを明らかにしている。また、急速冷却 FSW 継手を加熱し、従来の FSW における攪拌後の焼鈍効果を再現させることにより、接合後の焼鈍効果により再結晶が生じることを明らかにしている。

第 5 章では、液体 CO_2 急速冷却を用いる FSW により、Cu-30wt%Zn 合金と純 Cu および純 Al の三種類の FCC 金属の継手を試作し、その微細組織および機械的特性に及ぼす急速冷却の影響を示している。第 3 章で示した従来 FSW 継手の結果と比較して、急速冷却 FSW 継手における微細組織と機械的特性の相違点を示し、急速冷却 FSW 継手は従来 FSW のものより高強度であることを明らかにしている。

第 6 章では、液体 CO_2 急速冷却を伴うマルチパス FSW による継手の機械的特性のさらなる向上の可能性を議論している。母材の種類によらず、急速冷却 FSW を繰り返し施すとサイクル数の増加とともに攪拌部の結晶粒微細化が促進されることを明らかにしている。さらに、低い SFE を有する FCC 金属では、マルチパス急速冷却 FSW により優れた強度延性バランスを有する攪拌部が得られることを明らかにしている。

第 7 章では、本研究で得られた結果を総括している。

以上のように、本論文は摩擦攪拌接合における熱履歴制御により FCC 金属継手の組織制御と機械的性質の向上を図る上で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。