

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12056 号
------	---------------

氏 名 鄭 在 雄

論 文 題 目

Effect of High-density Pulsed Electric Current on Fatigue and Mechanical Properties of Aluminum Alloy
(アルミニウム合金の疲労および機械的特性における高密度パルス電流の影響)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	巨 陽
委員	名古屋大学	教授	荒井 政大
委員	岐阜大学	教授	植松 美彦
委員	名古屋大学	准教授	森田 康之

論文審査の結果の要旨

鄭在雄君提出の論文「Effect of High-density Pulsed Electric Current on Fatigue and Mechanical Properties of Aluminum Alloy (アルミニウム合金の疲労および機械的特性における高密度パルス電流の影響)」は、高密度パルス電流印加によりアルミニウム合金の疲労および塑性ダメージが回復されるメカニズムを解明し、高密度パルス電流を制御することでアルミニウム合金の疲労寿命および延性を向上させる新規技術を構築したものである。各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒論であり、研究の背景と目的について要約している。すなわち、アルミニウム合金の特性、疲労寿命および延性に関する研究の動向と問題点、さらに材料の疲労寿命および機械的特性に及ぼすパルス電流の影響について議論している。

第2章では、研究手法について述べている。試験材料やその機械的特性、各種試験条件を示している。疲労および塑性ダメージ回復の評価法として、疲労き裂進展速度や、ひずみエネルギー、すべり帯、残留応力、結晶方位、転位密度などの評価方法の詳細について記述している。

第3章では、密度0-150 A/mm²のパルス電流が疲労寿命に及ぼす影響を評価している。疲労き裂に適切なパルス電流を印加することにより、疲労き裂先端に、熱圧縮応力および局所的な溶解が発生し、疲労き裂進展を妨げる重要な役割を果たすことを明らかにした。一方、過度に高い電流密度は、疲労き裂先端の周りに熱損傷を誘発し、疲労寿命を低下させることを示した。

第4章では、高密度パルス電流の印加頻度が疲労き裂進展に与える影響について評価している。疲労寿命は印加頻度に比例して増加することを実験的に示した。疲労き裂の成長は、パルス電流の印加により遅延されることを明らかにした。一方、き裂深さの増加に伴ってき裂開口が増加し、電流による疲労き裂先端の熱圧縮応力および局所的溶解の効果が得られにくくなるため、この遅延効果が減少することを示した。

第5章では、予ひずみを与えたアルミニウム合金の疲労挙動に及ぼす高密度パルス電流の影響を評価している。無予ひずみ材と予ひずみ材に対するパルス電流印加効果を比較し、パルス電流を印加しない場合は、無予ひずみ材と予ひずみ材の疲労寿命は同様であるが、電流を印加することにより、無予ひずみ材の疲労寿命の増加は、予ひずみ材より大きくなることを実験的に示した。また、電流印加による転位密度の減少に伴い、すべり帯が減少し、疲労き裂の発生が遅延されることを明らかにした。一方、予ひずみ材では、パルス電流により疲労き裂の進展を遅らせることで、疲労寿命が向上されたことを示した。

第6章では、アルミニウム合金の延性に及ぼす高密度パルス電流の影響について評価している。パルス電流による延性の改善メカニズムは、機械的特性や微細構造の変化によるものであることを明らかにした。引張応力により誘起された転位密度は、パルス電流の印加後に減少し、材料の硬さと残留応力の低下が、加工硬化の減少に寄与することを示した。さらに、結晶方位の変化を評価し、電流印加により材料の塑性ダメージが回復されたことを示した。

第7章は結論であり、本研究によって得られた主な結論を要約している。

以上のように、本論文では高密度パルス電流制御によりアルミニウム合金の疲労寿命および延性を向上させる技術の提案を行い、高密度パルス電流が疲労および塑性ダメージの回復に及ぼす効果およびそのメカニズムを体系的に明らかにするとともに、その高い有用性を示した。本研究は先駆的技術の礎となる非常に価値の高い成果を挙げており、学術的および産業的に寄与するところが多い。よって、本論文の提出者である鄭在雄君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判定した。