

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第10378号
------	-----	---------

氏 名 唐 永 鵬

### 論 文 題 目

A study on restoration of fatigue damage in stainless steel by high-density pulse current

(高密度パルス電流によるステンレス鋼における疲労損傷の修復に関する研究)

### 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	大野 信忠
委員	名古屋大学	准教授	田川 哲哉
委員	名古屋大学	准教授	森田 康之

## 論文審査の結果の要旨

唐永鵬君提出の論文「A study on restoration of fatigue damage in stainless steel by high-density pulse current」（高密度パルス電流によるステンレス鋼における疲労損傷の修復に関する研究）は、高密度パルス電流を制御することによりステンレス鋼に蓄積した疲労損傷を回復させる技術を新規に構築したものである。高密度パルス電流を印加することによりステンレス鋼の疲労損傷の回復効果を実験的に示し、高密度パルス電流が疲労損傷回復に及ぼす影響をマルチスケール損傷観察および転位累積モデルの評価により明らかにした。各章の概要は以下の通りである。

第1章は緒論であり、背景と目的について要約している。すなわち、疲労き裂発生メカニズムの概要、電流印加が材料に及ぼす影響についての研究動向と問題点、さらに損傷回復における電流印加の有用性と意義について述べている。

第2章では、研究手法について述べており、試験材料や試験材料の機械的特性、各種試験条件を示している。損傷回復評価法として、マイクロビッカース硬度計による硬さの測定や、デジタル画像相関法によるひずみ分布変化の測定、原子間力顕微鏡を用いたすべり帯の観察や、透過型電子顕微鏡を用いた転位の観察等の評価手法の詳細について述べている。

第3章では、高密度パルス電流がステンレス鋼の疲労損傷回復に与える影響を評価した。疲労損傷が蓄積したステンレス鋼に高密度パルス電流を印加することにより、疲労き裂の発生が遅延することを実験的に示した。高密度パルス電流印加により材料表面のすべり帯が局所的に消滅すること、疲労負荷後の残留ひずみが緩和すること、材料表面の硬さが回復することを実験的に明らかにし、これらが疲労き裂発生の遅延要因となっていることを示した。

第4章では、高密度パルス電流が転位構造に及ぼす影響について評価した。高密度パルス電流を印加することにより転位密度が減少する、つまり転位が消滅することを実験的に示した。この結果は、第3章で得られた結果を裏付けるものであり、また、疲労き裂の発生は転位の累積と移動に起因するため、転位の消滅は疲労き裂の発生が遅延される原因であることを示している。高密度の電子が金属原子に衝突する際に作用する電子風力やジュール熱の発熱により原子拡散が生じ、転位の消滅が促進されることを示した。

第5章では、第4章の結果に基づき、疲労き裂発生を予測する転位累積モデルを提案し、高密度パルス電流による転位密度の低下と疲労き裂発生寿命の増大の関係を定量的に評価した。解析結果は実験結果と良く一致し、転位密度の減少割合に応じて疲労き裂の発生が遅延することを定量的に明らかにした。

第6章は結論であり、本研究で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ステンレス鋼の疲労損傷を回復する技術を提案し、高密度パルス電流が疲労損傷回復に及ぼす影響と損傷回復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。疲労損傷回復は、機械・構造物の高齢化・老朽化に伴う事故や災害等を防止すると共にその長期安全性・耐久性を確立する上で必要不可欠である。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唐永鵬君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判定した。