The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	電磁超音波共鳴法による鉄鋼材料のクリープ損傷評価に関する研究
Author(s)	大谷, 俊博
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184162
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　大谷俊博（おおたに　としひろ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　16319　号

学位授与年月日　平成13年3月23日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科システム人間系専攻

学位論文名　**電磁超音波共鳴法による鉄鋼材料のクリープ損傷評価に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　平尾　雅彦

（副査）
教　授　小倉　敬二　　教　授　小坂田宏造　　助教授　荻　　博次

論文内容の要旨

概要：

本研究では、電磁超音波共鳴法（EMAR法）を用いて鉄鋼材料のクリープ損傷と超音波特性の変化、特に減衰係数との関係を解明し、同測定方法の実機への適用について議論することが目的である。EMAR法は、非接触で超音波を受送信できる電磁超音波探触子（EMAT）と共鳴法から構成されている。EMAR法による超音波減衰測定では、接触面からエネルギー損失がなく、材料の絶対的な音速・減衰係数の測定が可能になった。

試験片は、ボイラー機器に広く使用される2.25%Cr－1%Mo鋼と耐熱材料としてよく使用されるステンレス鋼（SUS304）を用いた。大気中、923Kと973Kの温度下で、それぞれ数種類の単軸応力を負荷し、クリープ損傷の進行にともなう超音波特性の変化を調べた。EMATとしては、板材の厚さ方向に横波を受送信する横波用EMATと丸棒の長手方向に偏向しながら円周方向を伝播する軸対称SH波EMATの2種類を用いた。また、それぞれの材料に以下に示す2種類の方法を用いた。

1）中断試験法：1本の試験片に対して、定期的にクリープ負荷を中断後、室温にて超音波特性を計測した後、再びクリープ負荷を繰り返し、最終的には破断に至る。

2）連続試験法：多数の試験を用意し、それぞれを所定のクリープひずみに至るまでクリープ負荷を行い、その後室温にて超音波特性を計測する。

実際の破断寿命（時間）を決定できない連続試験で、クリープ負荷中の伸びと時間の関係から修正θ法と破断パラメータP_αによって破断寿命を推定し、試験終了時の寿命消費率を求めたところ、寿命消費率と減衰係数の間によい相関関係があることが分かった。さらに、光学顕微鏡、走査型・透過型電子顕微鏡により、内部組織の変化を観察した。その結果、減衰係数は、材料の微視組織の変化、特に転位組織（可動転位密度・長さ）の変化に反応して変化することが分かった。また、弦モデルにより減衰係数と転位組織の関係が対応づけられることが分かった。

論文審査の結果の要旨

本研究では、電磁超音波共鳴法（EMAR法）を用いて鉄鋼材料のクリープ損傷と超音波特性の変化、特に減衰係

数との関係を解明し、同測定方法の実機への適用について議論することが目的である。EMAR 法は、非接触で超音波を受送信できる電磁超音波探触子（EMAT）と共鳴法から構成されている。EMAR 法による超音波減衰測定では、接触面からエネルギー損失がなく、材料の絶対的な音速・減衰係数の測定が可能である。また、その非接触性から実用性の高い材料劣化診断が期待されていた。

対象金属材料は、ボイラー機器に多く使用される2.25%Cr－１%Mo 鋼と耐熱材料としてよく使用されるステンレス鋼（SUS304）とした。大気中、923K と973K の温度下で、それぞれ数種類の単軸応力を負荷し、クリープ損傷の進行にともなう超音波特性の変化を調べた。その結果、両材料とも寿命消費率と減衰係数変化の間によい相関関係があることがわかった。光学顕微鏡と走査型・透過型電子顕微鏡を用いて、内部組織の変化を観察したところ、減衰係数がクリープ変形に伴う転位組織の変化、特に自由転位の挙動、に反応して変化することを明らかにした。また、転位密度・平均転位長さの定量測定と弦モデルにより減衰係数の変化を説明できた。転位増殖と副結晶粒形成が減衰係数の測定を通して検出できることを示した。

以上のように、本論文では発電プラントなど高温機器の安全確保を目指す技術開発の出発点となる重要な研究成果と知見が得られており、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。