



Title	磁気音響結合を用いた非破壊残留応力測定に関する研究
Author(s)	山崎, 友裕
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37038
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。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

氏 名 ・ (本籍)	やま	さき	とも	ひろ
	山	寄	友	裕
学 位 の 種 類	工	学	博	士
学 位 記 番 号	第	9 1 9 7		号
学位授与の日付	平 成	2 年	3 月	24 日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	磁気音響結合を用いた非破壊残留応力測定に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教 授	福岡	秀和	
	(副査)			
	教 授	瀬口	靖幸	教 授 小倉 敬二 助教授 戸田 裕己

論 文 内 容 の 要 旨

構造物部材中の応力を正しく評価することは安全確保の点で重要である。特に、部材中に塑性加工・溶接などにより発生した残留応力は設計強度以下の外部応力での破壊を引き起こす原因となる。そのため、材料中の残留応力を非破壊的に評価する方法の確立が切望されている。

現在まで、音弾性法は材料内部の応力を評価できる唯一の方法として注目され、研究が進められてきた。ところが音弾性法では、応力の効果を集合組織の影響から分離しなければならないこと、および強磁性体である鉄鋼材料の音弾性定数が応力の符号により変化することが今なお未解決の問題点である。

本論文は、従来から行われている音弾性法の問題点を解決することを目的とし、磁気音響結合に基づく新しい非破壊的な残留応力測定法について検討したものである。ここで磁気音響結合とは、強磁性体中を伝ばする弾性波の音速が応力のみならず外部磁場によっても変化し、さらにその変化の様子が応力軸・弾性波の偏向方向・外部磁場の方向の相対的な関係および応力値に依存する現象のことである。これは、強磁性体の磁氣的性質と弾性的性質が磁気弾性結合により密接に関連していることに起因している。

試料として軟鋼 (SS41) 圧延板を用い、磁気音響結合におよぼす組織・熱処理の影響の検討および溶断・溶接によって生じた残留応力の測定から、磁気音響結合を用いると集合組織の影響を考えることなく非破壊的に残留応力を評価できることを示した。

強磁性体である軟鋼の音弾性定数は消磁状態では圧縮と引張りで異なった値をとるが、外部磁場により試料を磁化するとその差がほとんどなくなることから、これが磁気音響結合のため生じる現象であることを示した。また、音弾性測定時に磁気音響結合の影響を受けない純粋に弾性的な値を得るために必要かつ十分な磁場の強度を明らかにした。

外部磁場による縦波音速変化を解析する新たな方法として、外部磁場・静的応力による磁壁移動および弾性波の応力による磁区磁化の回転振動を考慮する多結晶強磁性体モデルを提案した。このモデルを用いたシミュレーション計算により無応力時の音速変化を再現することができた。このモデルではさらに応力による磁化曲線の変化を定性的に示すことができた。

以上、音弾性法における問題点、すなわち応力効果と組織効果の分離および応力の符号による音弾性定数の変化、を解決することを目的として磁気音響結合に関する一連の研究を行い、非破壊残留応力測定におけるその有用性を示し得た。

論文の審査結果の要旨

本論文は軟鋼材料における音弾性応力測定における重要な未解決の問題、すなわち、応力効果と組織効果の分離の問題と音弾性定数が応力の符号により変化する問題を磁気音響結合を用いて解明した実験の研究結果をまとめたものである。まず、強磁性体のエネルギーについて考察し、磁気音響結合による応力評価の原理を現象論的に説明した。次に、軟鋼圧延材の磁気音響結合を未焼鈍材および焼鈍材について実験により求め、軟鋼の磁気音響結合は、応力軸の方向、外部磁場の方向、弾性波の偏向方向の相対的な関係および応力値に依存して特徴的な変化を示すことを見出し、これらの関係を利用して単軸応力の方向とその応力値を評価できることを示した。さらに、磁気音響結合は、音弾性応力測定の際に問題となる集合組織による異方性の影響を受けないために、残留応力の非破壊評価が可能であることを確かめた。これらの結論を実証するために、軟鋼圧延板の溶断および溶接により発生した残留応力を磁気音響結合を用いた音弾性法により非破壊的に評価し、その結果を破壊的音弾性法および慣用のひずみゲージ法による測定値と比較し、良好な結果を得た。

また、軟鋼材料について消磁状態および磁化状態における測定を行い、音弾性定数におよぼす磁気音響結合の影響を明らかにし、純粋に弾性的な音弾性定数を得るために必要な磁場の強度を明らかにした。

最後に、外部磁場、静的応力による磁壁移動および応力波による磁区磁化の回転振動の影響を考慮した多結晶強磁性体モデルを提案し、このモデルにもとづくシミュレーション計算により、音速と磁束密度曲線の実験結果を説明することができた。

このように本研究は軟鋼材料の音弾性測定についての重要な未解決問題を解明し、残留応力の非破壊評価技術の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は学位論文として価値あるものと認める。