

Title	定量的非破壊評価のための超音波表面波の研究
Author(s)	平尾, 雅彦
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33574">https://hdl.handle.net/11094/33574</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	平尾雅彦
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 5829 号
学位授与の日付	昭和 57 年 11 月 16 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	<b>定量的非破壊評価のための超音波表面波の研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 福岡 秀和 教授 林 卓夫 教授 角谷 典彦 教授 小倉 敬二 教授 山本 錠彦

### 論文内容の要旨

機械構造用材料の強度やそこに発生する破壊現象に対して材料表面の状態は重要な影響を及ぼす。疲労破壊はほとんどの場合、材料表面から始まるため、表面効果は極めて支配的である。したがって表面効果を非破壊的に評価することは機械・構造物の疲労寿命を推定し、品質保証と安全確保を得るために不可欠である。本研究は超音波表面波に対する表面効果の影響を明らかにし、その結果に基づく新しい非破壊評価 (NDE) の方法について検討したものである。表面波は文字通り材料表面に沿って伝播する弾性波であるので、その伝播特性には表面効果が鋭敏に反映される。

第 1 部では非線型弾性論に基づく音弾性理論を発展させ、応力による表面波速度の変化 (音弾性効果) について理論解析している。一様な応力状態では伝播速度は面内の主ひずみに比例して変化する。一方、深さと共に応力が変化する場合は、その比例定数は更に周波数に依存し、表面波は弱い分散性を呈する。この分散性の程度は表面波の浸透深さ内の応力変化の尺度を与えるので、表面波の音弾性効果が表面近くの応力分布の NDE に利用しうる事が示唆された。以上の解析結果はシングアラウンド法による実験で確認された。

第 2 部では 4 種類の表面処理—冷間加工, 高周波焼入, 浸炭, 窒化—の各々によって生成された表面層を有する鉄鋼材料中を伝播する超音波表面波の挙動をパルス重畳法による位相速度の測定によって明らかにしている。その結果として、窒化以外の処理では表面層は低速度層である事、窒化では逆に高速度層である事、更にこれらの表面層が存在するために生じる表面波の分散特性は理論的には母材との間に不連続面を仮定する単層モデルでの確に説明できる事が判明した。理論的な分散曲線と実験で得られた周波数に対する伝播速度の依存性を比較することにより、表面層の弾性的な性質と構造、

特にその厚さを定量的に推定できる事が示され、今後表面処理材の NDE における一方法として利用が期待される。

機械材料の NDE において最重要の研究対象はクラックなど欠陥の検出と更に破壊力学的計算に関連した欠陥の定量的把握である。第 3 部において人工的に作成した表面クラックで散乱された表面波の挙動を調べ、時間、周波数両領域におけるクラック寸法推定のための方法について議論した。まず、差分法と高速フーリエ変換を用いた数値解析とこれに対応する散乱実験を行ない刃状クラックによる 2 次元的散乱を解析した。続いて、半円形クラックからの表面波の散乱とクラック寸法との関係を解明し、ならびに周波数領域での解析がより高い精度と広い適用範囲を有することを見出した。

以上、材料強度と関連して重要な表面効果が表面波の伝播に与える影響について一連の研究を行ない、それを通じて定量的非破壊評価の手段としての超音波表面波の有用性を示した。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は表面応力、表面の材質変化および表面クラックという工学的に重要な 3 つの表面効果が超音波表面波に与える影響を明らかにし、その結果に基づく新しい定量的な非破壊評価の方法について論じたものである。

まず非線形弾性論に基づく音弾性理論を発展させ、応力による表面波速度の変化について解析し、その結果を実験により確認した。すなわち、一様な応力状態では伝播速度は主応力に比例して変化すること、さらに深さ方向に応力が変化する場合には、その比例定数は周波数の関数となり、表面波は分散性を呈することを明らかにした。

つぎに冷間加工、高周波焼入れ、浸炭および窒化のおおのの表面処理によって生成された表面層の存在のため生じた分散特性を測定し、それらは理論的には母材との間に不連続面を仮定する単層モデルで説明できることを明らかにした。

最後に人工的に作成した表面クラックで散乱された表面波の挙動を時間、周波数両領域において解析し、表面波の散乱とクラック寸法との関係を求め、実験によりそれらを確認した。

このように本論文は工業材料の定量的非破壊評価について重要な貢献を示すものであり、学位論文として価値あるものと認める。