

1999年3月18日

|           |        |
|-----------|--------|
| 電子・情報工学専攻 |        |
| 申請者氏名     | 福田 義 徳 |

|        |       |
|--------|-------|
| 紹介教官氏名 | 北 川 孟 |
|--------|-------|

論文要旨 (博士)

|      |                            |
|------|----------------------------|
| 論文題目 | 超音波探傷法への時間-周波数解析法の応用に関する研究 |
|------|----------------------------|

超音波は、透過性に優れ、取り扱いが容易であるという独自の特徴を有することから、その応用は多岐に及んでいる。その中でも超音波探傷法は代表的な応用例であり、現在の産業を支える重要な技術といえる。ところが、近年、さらなる適用の拡大や自動化の要請を背景に、超音波探傷法にはさまざまな課題が指摘されるようになってきた。

ところで、新たな信号解析法として時間-周波数解析法が注目されている。この解析法は従来の周波数解析法に時間軸の情報を加えたもので、これまでにない精密かつ高度な解析が行える。

そこで本研究では、超音波探傷法の課題である、a)欠陥検出能および信頼性の向上、b)欠陥種類の弁別、c)表層近傍の欠陥に対する探傷、に対し、時間-周波数解析法を応用することでその解決を検討した。

まず、代表的な時間-周波数解析法である、短時間フーリエ変換 (STFT)、ウェーブレット変換、ウィグナー分布の3手法の比較を行い、超音波探傷信号の解析にはSTFTが適していることを明らかにした。

a)の欠陥検出能および信頼性の向上については、高SN比が得られるチャープ波パルス圧縮法に着目し、時間分解能低下の原因となるサイドローブの抑圧法を検討した。ここでは、まずSTFT適用後のcos成分を用い、各周波数成分間での非線形信号処理に基づくサイドローブ抑圧法を提案した。また抑圧能向上のため、擬似的に算出した2倍、4倍の周波数のcos成分の適用と、STFTの切り出し窓幅の周波数による変更を提案した。さらに、本手法をシミュレーションおよび実測した信号に適用し、その有効性を示した。

b)の欠陥種類の弁別については、縦波超音波の性質を利用した検討を行った。縦波超音波は周波数で指向性が異なるため、欠陥の種類により探傷信号の周波数ごとの伝搬の様相が異なる。そこで、その解析に時間-周波数解析法を応用した新たな欠陥弁別法を提案し、振動子径の異なる2種類の探触子を用いることで3種類の人工欠陥が良好に弁別できることを示した。さらに、単一の探触子による弁別を実現するため探傷信号の位相の変化を解析し、振動子径が6mmの探触子のみを用いて3種類の人工欠陥が簡便に弁別できることを示した。

c)の表層近傍の欠陥に対する探傷については、測定の困難な欠陥反射波の代わりに底面反射波に基づく探傷法の検討を行った。ここでは、まず欠陥近傍での底面反射波の伝搬特性の変化を時間-周波数解析により調べ、欠陥検出に適したパラメータを検討した。さらに、本手法を水浸式集束探触子を用いて深さの異なるスリット欠陥に適用し、欠陥寸法評価が高精度に行えることを示した。これにより、底面反射波に基づく、健全部および材料による較正の必要のない新たな超音波探傷法を提案した。

本研究成果は前述した超音波探傷法の課題を克服し、信頼性向上および適用拡大に大きく貢献するものと期待される。また本研究成果は、レーダを始めとする他の計測分野にも適用可能であり、その応用は広範に及ぶと考えられる。