



Title	受動型電気ポテンシャルCT法によるき裂同定および欠陥モニタリングに関する基礎的検討
Author(s)	塩澤, 大輝
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45847">https://hdl.handle.net/11094/45847</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">大阪大学の博士論文について</a>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	しょく 塩澤 大輝
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18954 号
学位授与年月日	平成 16 年 6 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻
学位論文名	受動型電気ポテンシャル CT 法によるき裂同定および欠陥モニタリングに関する基礎的検討
論文審査委員	(主査) 教授 久保 司郎
	(副査) 教授 三好 隆志 教授 濵谷 陽二 教授 田中 敏嗣 助教授 阪上 隆英

#### 論文内容の要旨

本論文は、機械・構造物のヘルスモニタリングを可能にする非破壊計測法として、ピエゾ材料を用いた受動型電気ポテンシャル CT 法を展開し、その適用性を明らかにしたものである。すなわち、運転・稼動中に力学的負荷をうける検査対象機器・構造物の表面にピエゾ材料を貼り付け、ピエゾ効果によりピエゾ材料に生じる電気ポテンシャル分布に逆問題解析を適用することにより、電気ポテンシャル分布からき裂の位置、形状および寸法を推定している。

第 1 章では、本研究の背景と研究目的を述べている。

第 2 章では、圧電効果によりピエゾフィルム上に現れる電気ポテンシャル分布を数値解析的に得るために、圧電弹性連成解析プログラムについて述べている。

第 3 章では、検査対象物の表面に貼り付けたピエゾフィルム上の電気ポテンシャルを測定するための、接触型および非接触型計測法について述べている。

第 4 章では、き裂同定を行うための逆問題解析手法について説明している。さらに解析の効率化のため、最適化手法を組み入れた階層化パラメータ推定法を提案している。

第 5 章では、受動型電気ポテンシャル CT 法による板材内部に存在する二次元貫通き裂同定に関する数値シミュレーションおよび実験的検討を行っている。ピエゾフィルム上の電気ポテンシャル分布を用いて、同法によりき裂同定が可能であることを明らかにしている。

第 6 章では、位置、寸法に加え、傾きが不明であるような二次元斜めき裂の同定に関する数値シミュレーションおよび実験的検討を行っており、二次元斜めき裂の位置、寸法および傾斜角の推定が可能であることを明らかにしている。

第 7 章では、検査対象内のき裂数が未知の場合に受動型電気ポテンシャル CT 法を適用し、き裂数があらかじめわからない場合においても、き裂の個数、ならびにき裂の位置および形状が推定できることを明らかにしている。

第 8 章では、受動型電気ポテンシャル CT 法による三次元表面き裂同定に関し、数値シミュレーションおよび実験による検討を行っている。まず、き裂の位置、形状および寸法がピエゾフィルム上の電気ポテンシャル分布に与える影響を調べ、逆問題解析手順を構築している。き裂の背面における電気ポテンシャル分布からき裂の位置および形状

が推定できることを明らかにしている。

第9章では、受動型電気ポテンシャルCT法を、コンポジット積層板の欠陥検出およびモニタリングに適用している。3点曲げ変形を与えたときの、ピエゾフィルム上に現れる電気ポテンシャル分布を用いることにより、二次元はく離状欠陥の位置と深さの推定が可能であることを数値シミュレーションにより明らかにしている。

第10章では、本論文の結果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、機械・構造物のヘルスモニタリングを可能にする非破壊計測法を構築するため、運転・稼動中に力学的負荷をうける検査対象機器・構造物の表面にピエゾ材料を貼り付け、ピエゾ効果によりピエゾ材料に生じる電気ポテンシャル分布に逆問題解析を適用することにより、電気ポテンシャル分布からき裂の位置、形状および寸法を推定する、受動型電気ポテンシャルCT法を展開し、その適用性を明らかにしたものである。得られた知見を要約すると以下のようになる。

- (1) 受動型電気ポテンシャルCT法による板材内部に存在する二次元貫通き裂同定に関し、数値解析的および実験的に検討している。まず、二次元貫通き裂が存在すると、その上のピエゾフィルム上の電気ポテンシャル分布には2つの極大値が現れ、極大値の大きさ、位置および間隔からき裂の同定が可能であることを明らかにしている。さらに、ピエゾフィルム上に現れる電気ポテンシャル分布を測定する実験を行い、実際に測定された計測データからき裂の同定が可能であることを明らかにしている。
- (2) 位置、寸法に加え、傾きが不明であるような二次元斜めき裂の同定に関する数値シミュレーションおよび実験を行っている。き裂が傾いている場合には、ピエゾフィルム上の電気ポテンシャルに表れる2つの極大値の高さの比に着目すればよいことを指摘し、数値シミュレーションのみならず計測データを用いた検討により斜めき裂の同定が可能であることを明らかにしている。
- (3) 検査対象内のき裂数が未知の場合を想定して、受動型電気ポテンシャルCT法による二次元内部き裂のき裂数、き裂位置および寸法を推定する数値シミュレーションを行っている。き裂間隔が小さく、個々のき裂に対するポテンシャル変化が干渉し、ポテンシャルの分布傾向から直接的にき裂数を判別することができない場合に対しても、赤池の情報量基準(AIC)を用いることによりき裂数の推定が可能であり、き裂の位置および形状も推定できることを見いだしている。
- (4) 受動型電気ポテンシャルCT法による三次元表面き裂の同定に関して、検討を行っている。まず、測定面の背面に開口している表面き裂が存在する場合には、特徴的な電気ポテンシャル分布が表れ、そのことに着目したき裂同定手法を構築し、き裂の同定が可能であることを明らかにしている。
- (5) 受動型電気ポテンシャルCT法による、コンポジット積層板内の二次元はく離状欠陥の同定を行っている。コンポジット積層板で問題となる層間はく離に対しても、3点曲げ変形を与えることにより、ピエゾフィルム上に現れる電気ポテンシャル分布から欠陥同定が可能になることを見いだしている。

以上のように、本論文は、種々のき裂や欠陥に対して、ピエゾフィルム上に表れる電気ポテンシャル分布の特性を明らかにし、その特性に着目したき裂・欠陥同定法を構築し、その適用性を明らかにしている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。