

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Material Property Estimation and Liquid Detection for Multi-layered Media based on Ultrasonic Nondestructive Testing
著者(和文)	沈洋
Author(English)	Yang Shen
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10257号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣瀬 壮一,三上 貴正,鍵 直樹,アニール ワイジェ,佐々木 栄一
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10257号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	沈 洋 (Shen Yang)		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	廣瀬 壮一	教授		佐々木 栄一	准教授
	審査員	三上 貴正	准教授	審査員		
		鍵 直樹	准教授			
		Anil C. Wijeyewickrema	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

コンクリート床版の補強方法の一つとして、床版の底面に鋼板をエポキシ樹脂で接着する鋼板接着工法がある。しかし、最近、交通荷重の増加や経年変化などによって、エポキシ樹脂の劣化や剥離が発生しており、その健全性評価が課題となっている。本論文は、そのような鋼板接着床版の健全性評価のための基礎研究として、超音波非破壊試験を用いた層状媒質の材料特性の評価と滞水層の検出・評価を行うもので、“Material Property Estimation and Liquid Detection for Multi-layered Media based on Ultrasonic Nondestructive Testing”と題し、英文全8章から成る。

第1章 “Introduction”では、まず、鋼板接着工法、エポキシの経年変化、鋼板接着床版の現状等の研究背景を述べた後、本研究の主目的を、波動の分散特性を用いた層状媒質の材料特性の非破壊評価と多重反射を用いた滞水層の検出および評価に設定している。

第2章 “Review of related literature”では、層状媒質における波動の分散性や反射・屈折に関する理論および表面波あるいは漏洩表面波を用いた超音波非破壊試験など、本研究に関連する研究論文のレビューを記述し、本研究の独創性や新規性について言及している。

第3章 “Wave dispersion in layered media”では、単一の鋼板、鋼-エポキシ-コンクリート、鋼-水-コンクリート、鋼-水-エポキシ-コンクリートなど様々な層状媒質における分散性波動の位相速度、群速度およびモードを明らかにし、波動の分散特性を用いた非破壊評価の可能性を示唆している。

第4章 “Material property estimation in layered media”では、まず、鋼-エポキシ-コンクリートの層状媒質における波動の分散特性を理論的に検討している。その後、試験体を用いた超音波伝搬実験を実施し、得られた表面波のスペクトル解析から位相速度を求め、エポキシにおける波速をパラメータとする逆問題を解いている。その結果、表面波の第一モードの位相速度の理論値と実験値の比較からエポキシの波速を数パーセント以内の誤差で推定できることを示し、さらに用いた推定手法の有効性を有限要素法シミュレーションによって検証している。

第5章 “Wave reflection and transmission in layered media”では、滞水層を含む層状媒質における波動の基礎的特性を理解するために、鋼、エポキシ、コンクリートの各固体材料と水の界面における波動の反射と透過について解析的に検討している。その結果、水とエポキシの音響インピーダンスが類似していることから、鋼やコンクリートと比較するとエポキシから滞水層への反射が小さく、エポキシを含む層状媒質に対する超音波測定では見かけ上波動の減衰が大きくなる可能性を指摘している。

第6章 “Detection of water layer in layered medium based on multi-reflection of oblique incident ultrasonic wave”では、固体に挟まれた滞水層に波動のエネルギーが捉えられて多重反射する現象を用いて滞水層の検出および層厚の評価を実施している。まず、鋼-水-コンクリートおよび鋼-水-エポキシ-コンクリートの層状試験体に対して斜角超音波実験を実施した結果、受信波の多重反射群の有無によって滞水層の有無を明確に判定できることを明らかにしている。次に、超音波の入射角や滞水層の層厚を変化させた実験を行い、多重反射の波群間の到達時間差から滞水層の層厚を約10%以内の誤差で求められることを明らかにしている。

第7章 “Identification of region of water layer in multi-layered media”においては、第6章で用いた斜角超音波装置を鋼板面で移動させて鋼板背面に存在する滞水層域を推定する方法を提案している。斜角超音波の送受信装置の向きに依らず滞水境界を認識できることを実験により確認し、提案する手法が実用上も有効であることを明らかにしている。

第8章 “Conclusions and recommendations”では、各章で得られた結果をまとめ、本論文による結論と今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、層状媒質の材料特性の評価と滞水層の検出・評価に対してそれぞれ、超音波の分散性を用いた非破壊試験法と滞水層内での超音波の多重反射を用いた非破壊試験法を提案し、実験およびシミュレーションによって実証したもので、鋼板接着床版の健全性評価のための基礎研究をなすものであり、学術上貢献するところが大きい。よって、本論文は、博士(学術)の学位論文として価値があると認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。