T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	渦電流技術を用いた鋼製デッキの表面下亀裂検出に関する研究
Title(English)	A study on subsurface crack detection in steel decks using eddy current techniques
著者(和文)	PRAPHAPHANKULNitipong
Author(English)	Praphaphankul
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12929号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐々木 栄一,岩波 光保,千々和 伸浩,丸山 泰蔵,松﨑 裕,阿久津 絢子
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12929号, Conferred date:2024/9/20, 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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（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	PRAPHAPHANKUL Nitipong	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	佐々木　栄一	教授	審査員	松﨑　裕	准教授
	審査員	岩波　光保	教授		阿久津　絢子	助教
		千々和　伸浩	教授			
		丸山　泰蔵	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「A study on subsurface crack detection in steel decks using eddy current techniques」と題し，英文により，全 6 章で構成されている．

鋼床版構造は，デッキプレートを縦リブや横リブ等により補剛した鋼製の床版構造で，比較的軽量であることから長大橋等に多く適用されている．しかしながら，鋼床版構造では，舗装上に輪荷重が作用した際，局部的な変形とそれに伴う応力集中が生じ，交通荷重による疲労き裂の発生が問題となってきた．鋼床版構造には，様々なタイプのき裂が発生し得るが，特に，デッキプレートと縦リブとの溶接ルート部から発生したき裂は検出が難しく，また，デッキプレートの板厚貫通に至った場合に，路面陥没などの恐れがあるため，より早く確実に検出する非破壊検査手法の確立が求められている．本研究は，デッキプレート上面からの計測によりデッキプレート裏側ルート部から発生するき裂（subsurface crack）を早期に検出する手法の提案を目指し，鋼板内部の情報を取得するため，パルス波を用いた渦電流（Pulsed Eddy Current Technique, PECT）およびスウィープ波を用いた渦電流（Swept Frequency Eddy Current Technique, SFECT）による手法に着目し検討したものである．

第 1 章「Introduction」では，本研究の背景，関連した既往の研究について述べ，本研究の目的を示すとともに，本論文の構成について述べている．

第 2 章「ECT Feature Extraction and Probe Development」では，subsurface crack 検出のため，渦電流計測（Eddy Current Technique, ECT）における検出信号から特徴量を抽出する手法について動磁場シミュレーションにより解析的に検討している．検討の結果，き裂検出には，PECT では時間領域分析による電圧変化，SFECT では周波数領域による位相角変化に着目することが有効であるとし，これらの特徴量抽出に適したプローブの構造および寸法について，磁場強度および検出感度の観点から検討している．

第 3 章「Features Fusion and Coupled Effects of Crack Geometries」では，PECT および SFECT からそれぞれ抽出された電圧変化のピーク値および位相角変化のピーク値という特徴量を調和平均により組み合わせた指標を提案し，き裂検出性能の向上を図るとともに，き裂の傾き，幅，長さ等の形状による計測結果への影響について分析を行っている．

第 4 章「Numerical Study on Phase Space Analysis in ECT Signal Processing」では，PECT および SFECT で取得される出力信号に対する位相空間分析の適用性について解析的な検討を行っている．ここでは，位相空間分析により得られる様々な評価指標について，き裂検出の面から比較検討を行い，位相空間上の軌跡形状の変化（Change of Phase Space Topology, CPST）という評価指標が，き裂検出に適していることを明らかにしている．またここでは，検出データに含まれるノイズレベルの影響について，Wavelet 変換によるノイズ除去方法の効果とともにシミュレーションにより確認を行っている．

第 5 章「Experimental Study on Phase Space Analysis in ECT Signal Processing」では，渦電流計測に対する位相空間分析の適用性について，模擬き裂を導入した供試体に対する渦電流計測を行い，実験的に検討している．その結果，PECT の出力信号を用いた位相空間分析では，き裂の成長に伴い CPST が変化し，板厚方向長さが 2mm 程度の模擬き裂から，検出が可能であることを確認している．一方，SFECT に位相空間分析を適用した場合には，き裂検出のためには，スウィープ波の設定条件等に課題があることを示している．

第 6 章「Conclusions and Future Works」では，本研究の結論を示すとともに，今後の課題について述べている．

以上，要するに，本論文は，鋼床版構造における疲労き裂の検出のための非破壊計測手法について検討し，位相空間分析の応用によりき裂の早期検出につながる新たな可能性を示すなどの成果を得ており，構造物の維持管理，安全管理の面で有益な知見を提供している．したがって，本論文は，博士（学術）の学位論文として十分な価値があるものと認められる．

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。