

Title	赤外線サーモグラフィによる鋼橋梁の疲労き裂遠隔検出・評価法の開発
Author(s)	和泉, 遊以
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58362">https://hdl.handle.net/11094/58362</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	和泉遊以
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24569 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	赤外線サーモグラフィによる鋼橋梁の疲労き裂遠隔検出・評価法の開発
論文審査委員	(主査) 教授 久保 司郎 (副査) 神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻教授 阪上 隆英 教授 鎌田 敏郎 教授 箕島 弘二 教授 梅田 靖

## 論文内容の要旨

経年鋼橋梁の構造健全性を保証するためには、疲労き裂の発生・進展を的確にモニタリングすることが重要となる。しかしながら、既存のき裂検査法では、検査のための足場が必要であること、き裂進展性の定量的な評価が不可能であることなど、橋梁の維持管理上の問題点は多い。熱弾性応力測定によれば、変動荷重作用下での応力変動分布を遠隔から非接触に求めることができる。供用下の輪荷重載荷によって発生する道路橋鋼床版のき裂先端における特異応力場を熱弾性応力測定により計測できれば、き裂を遠隔から検出・評価することが可能となる。

本論文では、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法を用いて、任意負荷下の熱弾性温度変動を遠隔から高精度に測定することにより、鋼橋梁の疲労き裂の検出ならびに評価を行うことができる新しい非破壊評価技術を開発した。具体的には、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法の高精度化のための技術開発、鋼床版き裂の検出限界に関する検討、表面にき裂が開口していないデッキ貫通き裂の検出に関する検討を行った。

第1章では、緒論として本研究の背景を述べ、鋼橋梁の疲労の現状、および疲労き裂に対する非破壊検査・評価法に関する技術の現状とその問題点を示した。

第2章では、赤外線の基本、および熱弾性応力測定法について述べた。

第3章では、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィの原理について述べるとともに、本手法が従来のロックイン処理と異なる点をまとめた。さらに、自己相関ロックイン処理に用いる参照信号の取得方法の適切化、およ

び位置補正法の導入を行うことにより、現場計測データに対応した自己相関ロックイン法を確立した。

第4章では、供用中の鋼床版において、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィによるき裂検出実験を行った。その結果、供用中の実働荷重条件下で、本手法すなわち自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィによるき裂計測法が適用可能であることを示した。

第5章では、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィによる鋼床版疲労き裂検出において、検出性に影響を与える因子(車両走行パラメータ、床版構造の力学特性に影響を与える因子、防食塗装膜の有無、計測距離)に関する実験的検討を行い、本手法の適用限界を明らかにした。また、赤外線応力計測を用いることにより、き裂先端近傍の実働応力の定量的な評価を行うことができることが示された。

第6章では、鋼床版に発生・進展するデッキプレート貫通き裂の検出に対する、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法の適用性を検討するため、鋼床版を模した試験体を用いた定点荷重疲労試験および輪荷重走行疲労試験において、き裂検出実験を実施した。両疲労試験において、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法により得られた測定面の応力集中をもとに、表面にき裂が開口していないデッキ貫通き裂の検出が可能であることが分かった。また、その応力集中部の位置から半楕円状に進展するデッキ貫通き裂の前縁の位置の推定が可能であることが分かった。さらに、計測表面に防食塗装膜が施されている状態でき裂検出実験を行った結果より、塗装下でデッキ貫通き裂の検出が可能であることを示した。

第7章では、本論文の結論を述べた。

以上、赤外線サーモグラフィ法により、道路橋鋼床版に存在する疲労き裂を遠隔から検出および評価することができることが示された。

## 論文審査の結果の要旨

我が国においては、鋼橋梁の多くは高度成長期に作られたものである。このため、経年鋼橋梁が近年急激に増加しており、その健全性を評価することが安全性確保の面から喫緊の重要課題となっている。経年鋼橋梁の構造健全性を保証するためには、疲労き裂の発生・進展を的確にモニタリングすることが重要となる。しかしながら、既存のき裂検査法には、検査のための足場が必要であること、き裂進展性の定量的な評価が不可能であることなど、多くの問題があった。熱弾性応力測定によれば、実働荷重作用下での応力変動分布を遠隔から非接触に求めることができる。供用下の輪荷重載荷によって発生する道路橋鋼床版のき裂先端における特異応力場を熱弾性応力測定により計測できれば、き裂を遠隔から検出・評価することが可能となる。

これらの背景のもと、本論文は、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法を用いて、実働荷重下の熱弾性温度変動を遠隔から高精度に測定することにより、鋼橋梁の疲労き裂の検出ならびに評価を行うことができる新しい非破壊評価技術の開発を行ったものである。

本論文では、まず自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法の高精度化のための技術開発、鋼床版き裂の検出限界に関する検討、表面にき裂が開口していないデッキ貫通き裂の検出に関する検討が行われた。現場計測データに対応した自己相関ロックイン法の確立のため、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィの高精度化においては、自己相関ロックイン処理に用いる参照信号の取得方法の適切化、および位置補正法が導入された。供用下の道路橋鋼床版に対しても、車両走行パラメータ、床版構造の力学特性に影響を与える因子、防食塗装膜の有無、計測距離などの計測条件を様々に変化させた実験が行われ、本手法の適用性と適用範囲が明らかにされた。さらに、本手法により、き裂先端近傍の実働応力の定量的な評価を行うことができることが示され、本手法が供用下の疲労き裂に対するき裂進展評価法として適用できることが明らかとなった。

道路橋鋼床版において、路面陥没につながる恐れがあるが検出が困難であるため大きな問題となっているデッキ貫通き裂に対しても、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法の適用性が、鋼床版を模した試験体を用いた定点荷重疲労試験および輪荷重走行疲労試験により検証された。その結果、自己相関ロックイン赤外線サーモグラフィ法により得られた測定面の応力集中をもとに、デッキ貫通き裂の検出が可能であることが示された。

以上のように、本論文は、赤外線応力測定技術によるき裂検出・評価法を構築するとともに、供用下の鋼構造物に

存在する疲労き裂に対する適用性を実証したものであり、工学的に価値が高い。  
よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。