

京都大学	博士 (工学)	氏名	SAKHIAH BINTI ABDUL KUDUS
論文題目	STUDY ON DAMAGE ASSESSMENT OF STEEL PLATED STRUCTURES BASED ON LOCAL VIBRATION CHARACTERISTICS (局所振動特性に基づく薄肉鋼構造物の損傷評価に関する研究)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、近年の構造物の振動性状に基づく構造ヘルスマニタリング技術の急速な発展を踏まえ、鋼平板、鋼波板要素などからなる薄肉鋼構造物の健全度評価法を確立するため、鋼構造物の経年劣化の主要因である腐食損傷を想定した変厚薄肉鋼要素の横振動の振動数ならびに振動モードの変動を有限要素解析により明らかにしたうえで、実験的に強制加振した鋼板の横振動を高速カメラにより撮影し、鋼板の局所曲げ振動による表面ひずみを評価し、対象範囲の鋼板の残存板厚推定に活用する手法について検討した結果をとりまとめたものであって、8章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、研究の背景と目的について述べ、鋼構造物における腐食損傷の点検方法、およびその健全度評価方法、構造物のヘルスマニタリング技術ならびに損傷の非破壊評価に関する研究の動向を示している。</p> <p>第2章では、構造物の損傷検知に用いられる既存のガイド波・AEなどの波動伝播、構造体としての振動性状、赤外線画像などの各種手法をこれまでの知見ならびに数値シミュレーションにより再検証し、薄肉鋼構造物の健全度評価・残存性能評価に不可欠な残存板厚計測には、構造物を構成する薄肉板要素の局所振動を活用することが実用的であることを明らかにしている。</p> <p>第3章では、橋梁構造物の鋼部材の薄肉要素を想定して、正方形ならびに長方形の鋼板の横振動に対する固有振動解析により、固有振動数が数千 Hz までの振動モードを対象として、腐食損傷を模擬した鋼板の減肉範囲、その量をパラメトリックに変化させた結果、振動数の減少は、減肉量と相関が高く、振動モードのゆがみが腐食範囲に限定して生じることを明らかにした。</p> <p>第4章では、第3章に続き、鋼波板ウェブ PC 橋、鋼矢板護岸構造物に用いられる鋼波板に対して、横振動に対する固有振動解析を実施し、固有振動数が数千 Hz までの振動モードを対象として、腐食損傷を模擬した鋼波板の減肉範囲、その量をパラメトリックに変化させた結果から、振動数の減少は、鋼平板の結果と同様に減肉量と相関が高く、振動モードのゆがみが腐食範囲に限定して生じるが、波形状に沿った方向の損傷により顕著になることを明らかにした。</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	SAKHIAH BINTI ABDUL KUDUS
------	---------	----	---------------------------

第5章では、第3・4章に続き、栈橋構造物に用いられる鋼管に対して、鋼管壁の横振動に対する固有振動解析を行い、固有振動数が数千 Hz までの振動モードを対象として、腐食損傷を模擬した鋼管壁の減肉範囲、その量をパラメトリックに変化させたシミュレーションを通して、振動数の減少は、鋼平板・鋼波板と同様に鋼管壁の減肉量と相関が高く、振動モードのゆがみが腐食範囲に限定して生じるが、境界が2端面に限定される管形状においてより顕著となることを明らかにした。

第6章では、海洋環境で長期暴露された鋼管杭の腐食性状を反映した鋼板、鋼管の横振動の固有振動解析により、腐食による全表面の凸凹（減肉）がその振動性状に及ぼす影響を併せて検証している。振動モードのゆがみは、残存板厚に応じて生じることを明らかにしている。

第7章では、鋼構造物の残存性能を評価する上で薄肉鋼要素の残存板厚量、結果として鋼部材の断面積、断面二次モーメントを把握する必要があるが、これらの薄肉鋼要素を強制的に局所加振することで、局所的な振動が生じる範囲の有効板厚が評価できることを数値解析により明らかにしている。特に、低次の振動モードの振動数の変化と残存板厚との間に正の相関が高いことを示している。また、薄肉鋼要素の局所振動として、数千 Hz の固有振動数の横振動を面的に把握するため、強制加振した鋼薄板の定常曲げ振動における板表面ひずみを高速カメラにより撮影し、その画像解析により数マイクロのひずみ評価が可能であることを実験的に実証している。その結果、実構造物の局所的な起振により生じる限定的な振動性状に基づき、鋼部材の断面性能を評価する点検手法の実用性を明らかにしている。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、腐食による変厚鋼板の局所曲げ振動特性をとりまとめるとともに、鋼板の局所曲げ振動による表面ひずみを評価し、対象範囲の鋼板の残存板厚推定に活用する手法の展望について述べている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、近年の構造物の振動性状に基づく構造ヘルスマニタリング技術の急速な発展を踏まえ、鋼平板、鋼波板要素などからなる薄肉鋼構造物の健全度評価法を確立するため、鋼構造物の経年劣化の主要因である腐食損傷を想定した変厚薄肉鋼要素の横振動の振動数ならびに振動モードの変動を有限要素解析により明らかにしたうえで、実験的に強制加振した鋼板の横振動を高速カメラにより撮影し、鋼板の局所曲げ振動による表面ひずみを評価し、対象範囲の鋼板の残存板厚推定に活用する手法について検討した結果をとりまとめたものである。

第1章では、序論であり、研究の背景と目的について述べ、鋼構造物における腐食損傷の点検方法、およびその健全度評価方法、構造物のヘルスマニタリング技術ならびに損傷の非破壊評価に関する研究の動向を示している。第2章では、構造物の損傷検知に用いられる既存のガイド波・AEなどの波動伝播、構造体としての振動性状、赤外線画像などの各種手法を再検証し、薄肉鋼構造物の健全度評価・残存性能評価に不可欠な残存板厚評価には、構造物を構成する薄肉板要素の局所振動を活用することが実用的であることを明らかにしている。第3章では、正方形ならびに長方形の鋼板の横振動に対する固有振動解析により、固有振動数が数千 Hz までの振動モードを対象として、腐食損傷を模擬した鋼板の減肉範囲、その量をパラメトリックに変化させた結果、振動数の減少は、減肉量と相関が高く、振動モードのゆがみが腐食範囲に限定して生じることを明らかにしている。第4章では、鋼波板に対して、第5章では、鋼管に対して、腐食損傷を模擬し、同様の横振動に対する固有振動解析を行った結果、鋼平板と同様に腐食に伴う振動数の減少を示すとともに、波板に沿った方向の減肉、管形状においてより顕著となることを明らかにした。第6章では、海洋環境で長期暴露された鋼管杭の実腐食性状を反映した変厚鋼板、変厚鋼管の横振動の固有振動解析を行い、腐食による凸凹にしたがって振動モードのゆがみが生じることを明らかにしている。第7章では、鋼構造物の残存性能に不可欠な部材の断面積・断面二次モーメント算出に用いる残存板厚を、構造物を構成する薄肉鋼要素を強制的に局所加振することで、局所的な振動が生じる範囲の有効板厚が評価できることを数値解析により明らかにし、強制加振した鋼薄板の定常曲げ振動における板表面ひずみを高速カメラにより撮影し、その画像解析により評価可能であることを実証している。第8章では、本論文で得られた成果について要約し、鋼板の局所曲げ振動による表面ひずみを評価し、対象範囲の鋼板の残存板厚推定に活用する手法の展望について述べている。

以上、本論文は、腐食により減肉した鋼薄肉要素の局所振動性状を検証するとともに、局所振動の範囲での平均板厚評価が、高速カメラによる画像解析で可能であることを示すことにより、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

氏 名	SAKHIAH BINTI ABDUL KUDUS
-----	------------------------------

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、（平成31年3月31日までの間）当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。