

氏名	門田 峰典			
授与学位	博士 (工学)			
学位記番号	博甲第 164 号			
学位授与年月日	平成 29 年 9 月 11 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項			
学位論文題目	既設標準設計横断歩道橋の損傷傾向に着目した構造ヘルスマニタリング手法に関する研究			
論文審査委員	主査	教授	三 上 修 一	
		准教授	宮 森 保 紀	
		准教授	井 上 真 澄	
		教授	山 下 聡	
		准教授	佐 藤 満 弘	
		准教授	宮 下 剛	(長岡技術科学大学)

学位論文内容の要旨

標準設計で設計された横断歩道橋は、昭和 40 年代をピークに建設が進められ、2017 年現在、竣工後 50 年を超えるものが大半となっている。少子高齢化により利用者が減少する中、費用対効果の面から積極的な撤去が計画されているが、依然としてストックは多く、効果的な維持管理手法の確立が急務となる。そこで本研究では、標準設計の横断歩道橋に対する構造ヘルスマニタリング (Structural Health Monitoring: SHM) 手法の構築を目的として、①健全度診断の課題を踏まえた SHM の適用性の整理、②振動実験で得られた補修前後の振動特性を基にした損傷同定手法の検討、③健全時の振動特性の把握および計測結果を精査できるモデル化手法の検討、④デッキプレートが減肉した際の振動特性の変化に着目した損傷同定手法の検討を実施した。

①健全度診断の課題を踏まえた SHM の適用性の整理

耐荷力に影響を与える損傷としてはデッキプレート上面の腐食があり、目視ができない部位にて減肉が進行する維持管理上の課題を有している。このデッキプレートは板厚が 3.2mm と薄く、減肉による剛性低下率が大きい部材であることから、振動特性の変化に基づく SHM が効果的となる。

②振動実験で得られた補修前後の振動特性を基にした損傷同定手法の検討

3 次元多点計測を行うことで、詳細な振動モードを把握できることを示した。損傷程度が小さく、固有振動数に明瞭な変化が得られなかったが、振動モード形状の変化に着目することで、損傷近傍となる計測点の変化を確認することができ、損傷検出への適用性を示した。

③健全時の振動特性の把握および計測結果を精査できるモデル化手法の検討

全ての部材を詳細にモデル化することで、実測値を高い精度で再現できることを

示した。特に、主桁-階段連結部のモデル化としては、ソリッド要素を用いた接触摩擦モデルおよび6自由度のバネモデルとも、モデル化の手法として妥当であることを示した。バネモデルについてはピン結合とし、橋軸直角方向のバネ剛性に着目したアップデートを実施することで、実測値を再現できる可能性が高いことを示した。

④デッキプレートが減肉した際の振動特性の変化に着目した損傷同定手法の検討

構築した高精度のFEMモデルを用いて、損傷程度と振動特性の変化から、損傷同定手法の検討を行った。100Hz近傍となる床版モードのモード形状の変化に着目することで、目視が困難となるデッキプレート上面の減肉状況および減肉発生位置を効果的に把握できることを示した。

以上より本研究では、標準設計横断歩道橋に対し、振動モード形状の変化に着目したSHMを適用することによって、通常行われている定期点検よりも効果的に健全度を把握できることを明らかにした。

今後の課題として、実橋実験を行い、減肉程度と床版モードの関係性、着目する床版モードの範囲が妥当であるか検証する必要がある。また、床版モードは100Hz近傍に存在するため、高振動領域を効果的に励起させることができる加振方法の検討が必要となる。解析モデルにおいては、接触摩擦モデルのモデルアップデート手法について検討する必要がある。

論文審査結果の要旨

本研究は標準設計が適用された横断歩道橋について従来の定期点検に代わる構造健全度診断手法の構築を目的として、①健全度診断の課題を踏まえた適用性の整理、②振動実験で得られた補修前後の振動特性を基にした損傷同定手法の検討、③健全時の振動特性の把握および計測結果を精査できるモデル化手法の検討、④デッキプレートが減肉した際の損傷同定手法の検討を実施した。

まず、歩道橋の3次元多点計測により詳細な振動モードを把握できることを示した。この歩道橋のすべての部材を詳細にモデル化することで、実測値を高い精度で再現できることを示した。特に、ソリッド要素を用いた接触摩擦モデルおよび6自由度のバネモデルともモデル化の手法として妥当であることを示した。

さらに、デッキプレートが減肉した際の振動特性の変化に着目した損傷同定手法の検討として、構築した高精度のFEMモデルを用いて、損傷同定手法の検討を行った。床版モードのモード形状の変化に着目することで、デッキプレートの減肉と発生位置を把握できることを示した。

以上より本研究では、標準設計横断歩道橋に対し、振動モード形状の変化に着目したSHMを適用することによって、通常行われている定期点検よりも効果的に健全度を把握できることを明らかにした。よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格がある者と認める。