

ウェーブレット変換を用いた構造物の損傷検知の試み

東京都市大学 学生会員 ○野坂 翔
 東京都市大学 正会員 関屋 英彦
 東京都市大学 正会員 丸山 収
 東京都市大学 フェロー 三木 千壽

1. はじめに

高度経済成長期に多くの構造物が建設され、これらが建設後 50 年を超えることから、今後は効率的かつ経済的な維持管理が重要となる。このような背景の中で、構造ヘルスマニタリングシステムに関する研究が注目されている¹⁾。現在まで固有振動数や減衰等の振動特性に着目した研究が数多く行われているが、実際に構造物に適用するには課題が多い現状である²⁾。

本研究では構造物に加速度センサを設置し、構造物の健全時と損傷時の加速度応答を計測し、その加速度応答波形をウェーブレット変換することによって損傷検知を試みた。

2. RC 橋脚を模擬した小型モルタル試験体概要

構造物の損傷検知を行うため、小型モルタル試験体を用いて定常加振実験と衝撃加振実験を行った。試験体の加速度応答を計測し、その応答の分析を行った。本実験では試験体の健全時と損傷時について計測を行った。試験体の寸法および加速度センサ設置位置を図-1 に示す。損傷時については、図-1 に示す試験体上部の赤丸部分に油圧ジャッキで力を加えることで損傷させた。損傷時は図-2 に示すような柱基部にき裂が入っている状態である。

試験体の健全時と損傷時において、全振幅 0.4mm、周波数 4Hz の定常加振実験を行い、加速度応答を計測した。また、衝撃加振実験として、モルタル試験体の基部をゴムハンマーで振動方向に衝撃を与え、加速度応答の計測を行った。加速度の測定はいずれも振動方向である。

3. 加振実験の結果分析

センサ①における周波数 4Hz の定常加振実験の計測結果を図-3 に、センサ③における衝撃加振時の計測結果を図-4 に示す。周波数 4Hz の計測結果では振動が安定していた 90 秒から 1 秒間を拡大している。健全時と

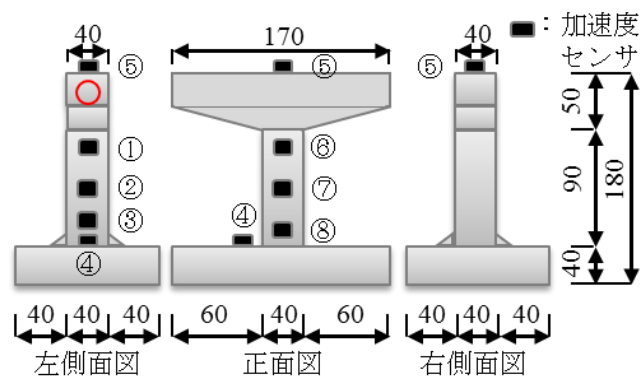


図-1 RC 橋脚詳細と加速度センサ設置位置

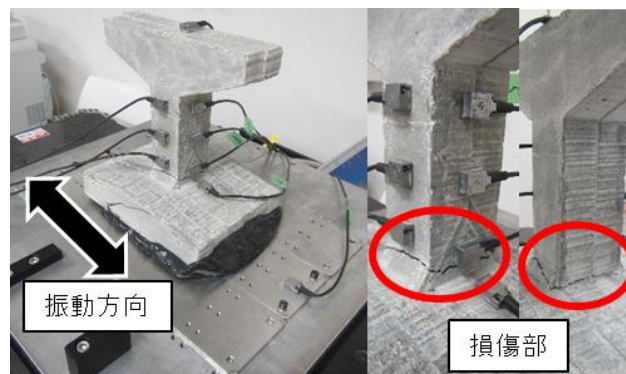


図-2 振動方向と RC 橋脚の損傷状態

左：設置状態と振動方向，右：損傷部拡大図

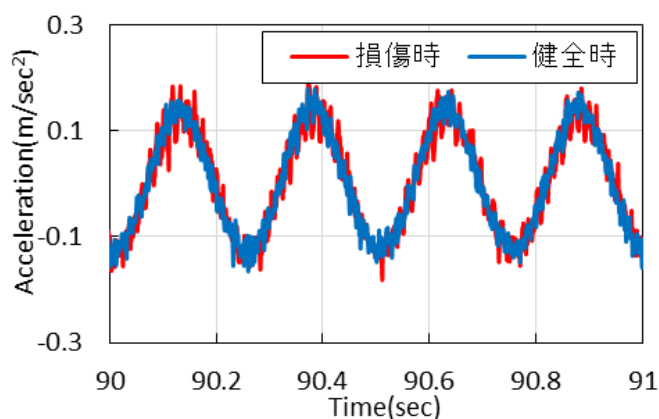


図-3 定常加振時(4Hz)の加速度応答(センサ①)

損傷時の加速度応答を重ねて示しているが、健全時と比べると損傷時は高周波数帯の応答を多く含んでいることが確認できた。図-4 に示す衝撃加振時の計測結果

キーワード 損傷検知，加速度，構造ヘルスマニタリング，ウェーブレット変換

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 E-mail : g1681721@tcu.ac.jp

では、健全時と比べ、損傷時では減衰後、微小な応答が続いていることが確認できた。

定常加振実験結果（周波数 4Hz）に対して、ウェーブレット変換を行った結果を図-5 に、衝撃加振時の加速度応答に対して、ウェーブレット変換を行った結果を図-6 に示す。図-5 に示す定常加振実験結果に対するウェーブレット変換結果において、0～35Hz の周波数帯域では、健全時と損傷時の結果に大きな差異は確認出来なかった。しかしながら、35Hz～100Hz に着目すると、健全時と損傷時の結果に差異が確認できた。ウェーブレット変換を用いることによって、図-3 に示した加速度応答において確認できた高周波数帯が、35Hz 以上の周波数帯の成分であると考えられる。

図-6 の衝撃加振時のウェーブレット変換の結果より、35Hz 以下の周波数帯の成分の強度が、健全時に比べ、損傷時では大きい傾向を示した。一方、35Hz 以上の周波数帯では、健全時と損傷時に大きな差異は確認できなかった。衝撃加振時の加速度応答結果に対して、ウェーブレット変換を行うことによって、健全時と損傷時では異なる応答を示すことが確認できた。

4. おわりに

小型モルタル試験体に加速度センサを設置し、定常加振実験と衝撃加振実験を行い、健全時と損傷時の加速度応答の比較および、ウェーブレット変換を用いた考察を行うことで損傷検知を試みた。定常加振実験および衝撃加振実験によって得られた加速度応答に対して、ウェーブレット変換を行うことで、健全時と損傷時に生じる周波数成分の違いを明らかにすることができた。今後の展望として、小さい損傷、見えない損傷、異なる損傷位置での場合等に対する検討を行うため、様々な損傷に対して、加振実験を行うことによって、構造物の損傷検知手法の開発を目指す。

謝辞：本研究は文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(A)課題番号 25249063)により実施したものであります。本研究の定常加振実験および衝撃加振実験の一部は、(株)共和電業との共同研究の一環として行われたものである。ここに記して深謝いたします。

参考文献

1) 宮本文穂, 矢部明人, 工藤靖之: 橋梁ヘルスマニタリングシステムのための新しい損傷検知手法の開発, 構造工学論文集 Vol.57A, pp.655-668, 2011.

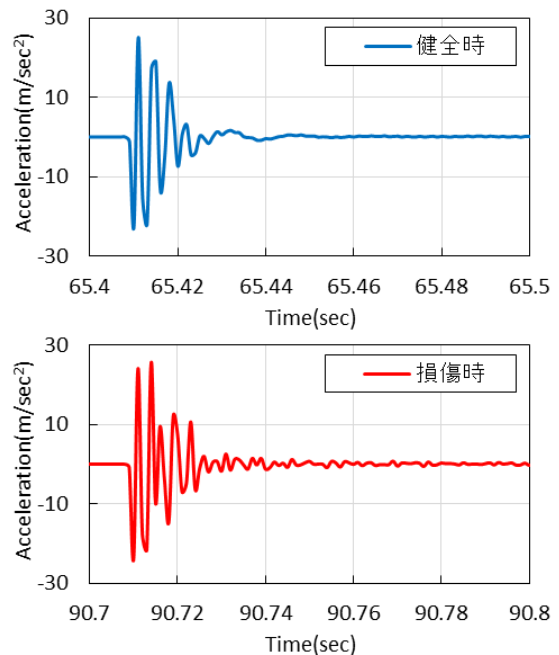


図-4 衝撃加振時の加速度応答(センサ③)

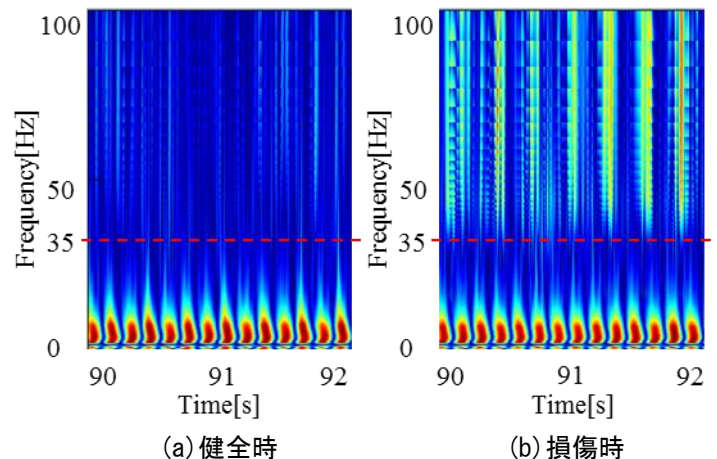


図-5 定常加振時(4Hz)のウェーブレット変換結果

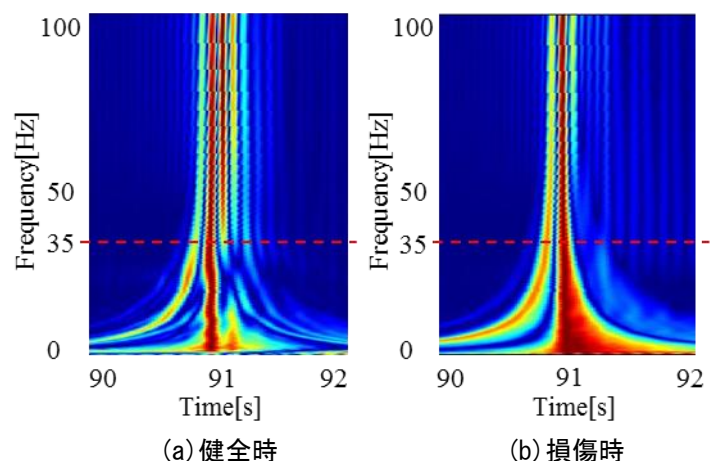


図-6 衝撃加振時のウェーブレット変換結果

2) 大島義信, 船水洋輔, 山本亨輔, 杉浦邦征: 橋梁の損傷検知を目的とした車両応答の統計的分析, 構造工学論文集 Vol.60A, pp.175-183, 2014.