

## 加速度応答データを用いたコンクリート構造物の損傷検知手法の開発

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

### 1. はじめに

近年、地震や台風などの自然災害、構造物の老朽化から維持管理は重要な課題となっている。また、限られた人員とコストの中で維持管理を行う必要があり、目視点検以外の点検手法が求められる。

そこで注目を集めているのが構造ヘルスマモニタリングである。構造ヘルスマモニタリングでは対象となる構造物にセンサを設置し、その応答を分析することにより健全度の評価を行うことが可能である<sup>1)</sup>。構造ヘルスマモニタリングでは従来の点検と比べて定量的かつ効率的な維持管理を行うことができる。

本研究ではコンクリート構造物に加速度センサを設置し、健全時と損傷時の応答を計測することで、損傷検知手法の確立を行う。

### 2. 実験概要

コンクリート構造物の損傷検知を行うため、図-1 に示すような RC 橋脚を作成した。日本橋梁建設協会のデータベース<sup>2)</sup>の実橋梁の図面を参考に、寸法を1/50~1/100とした実際の橋脚を縮小した RC 橋脚である。

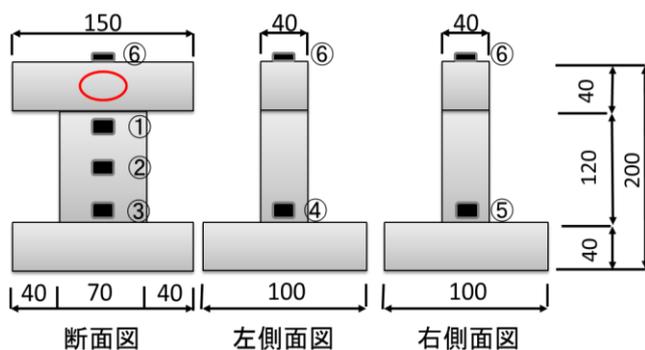


図-1 RC 橋脚詳細と加速度センサ設置位置

実験では健全時と損傷時の応答を計測し、損傷検知を行う。そこで、損傷時の応答を計測するために RC 橋脚を損傷させた。図-1 に示す RC 橋脚の上部の赤丸部分にジャッキで力を加えて柱基部を損傷させた。損傷させた RC 橋脚の柱基部を図-2 に示す。柱基部の損傷の程度によって応答に変化が出るのかを検証する。応答の計



図-2 損傷状態 左：左側面，右：右側面  
 測は振動台に設置することで行った。実験での入力波は振動台で1.0Hzから4.0Hzまで振動数を徐々に上げた。また、ゴムハンマーで RC 橋脚の上部構造の端部を振動方向に叩いて振動を生じさせる。図-3 に振動台に設置した状態と振動方向を示す。

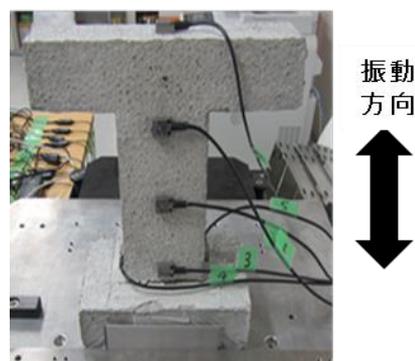


図-3 振動実験の詳細

### 3. 実験結果

最初に、図-1 に示す RC 橋脚の健全時と損傷時の加速度応答から損傷を検知できるか検証した。図-4 に示すのは図-1 に示す RC 橋脚を振動台に設置して、周波数を 1.0Hz から 4.0Hz まで振動させた際の健全時と損傷時の加速度応答である。加速度応答は図-1 に示す損傷部に一番近い 3 番の加速度センサの振動方向のデータに注目した。健全時と比べると損傷時の加速度の大きさが小さいことが分かる。側面に設置した 2 つの加速度センサからも振動方向では同様のデータが得られた。損傷時は健全時と比べて剛性

キーワード 損傷検知, 加速度, 構造ヘルスマモニタリング, 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 TEL. 03-5707-0104 E-mail : g1218065@tcu.ac.jp

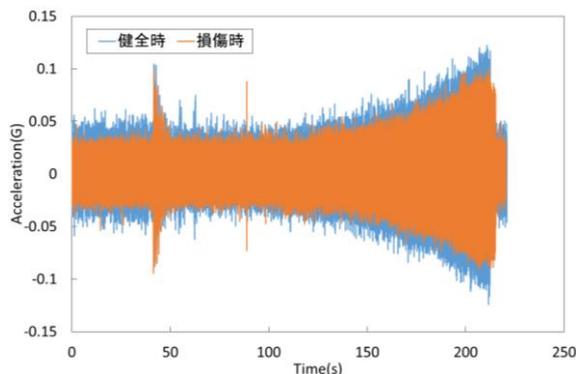


図-4 1.0~4.0Hzの周波数の加速度応答

が小さくなり、加速度応答が小さくなると考えられる。

図-5に図-4の加速度応答にFFT解析を行いパワースペクトルにした結果を示す。3.0Hzより高い周波数に注目すると、健全時と比べて損傷時ではスペクトルの大きさが小さいことが分かる。健全時では加振を行った周波数が1.0Hzから4.0Hzまでスペクトルに大きさが出ているが、損傷時では3.0Hzを超えるとスペクトルの大きさがほとんどないと分かる。また、4.0Hz以上の周波数でも健全時ではスペクトルの大きさがあるが、損傷時ではスペクトルの大きさがほとんどないと分かる。損傷時ではRC橋脚の剛性が小さくなり、周波数が高くなるとスペクトルの大きさが小さくなると考えられる。

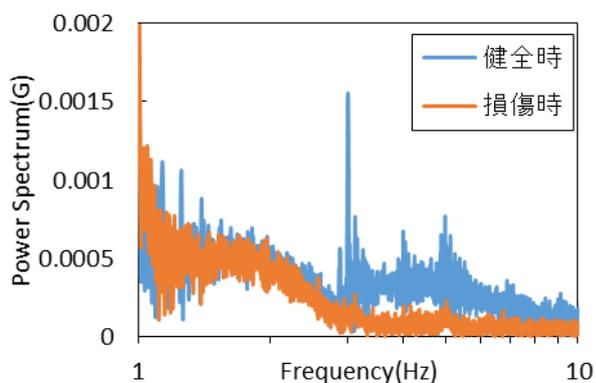


図-5 加速度応答のパワースペクトル

図-6に図-4の加速度応答にウェーブレット変換を行った結果を示す。健全時と損傷時の両方で振動させた周波数に成分ははっきりと出ているのが読み取れる。また、健全時と損傷時の結果を比べると、健全時には5.0Hzから10Hz程度の周波数に成分が出ているが、損傷時には5.0Hzから10Hz程度の周波数に成分がないことが分かる。これは図-5に示す周波数のパワースペクトルの大きさを示していると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究の目的は、構造物に加速度センサを設置し、健全時と損傷時の応答を計測することで損傷検知する

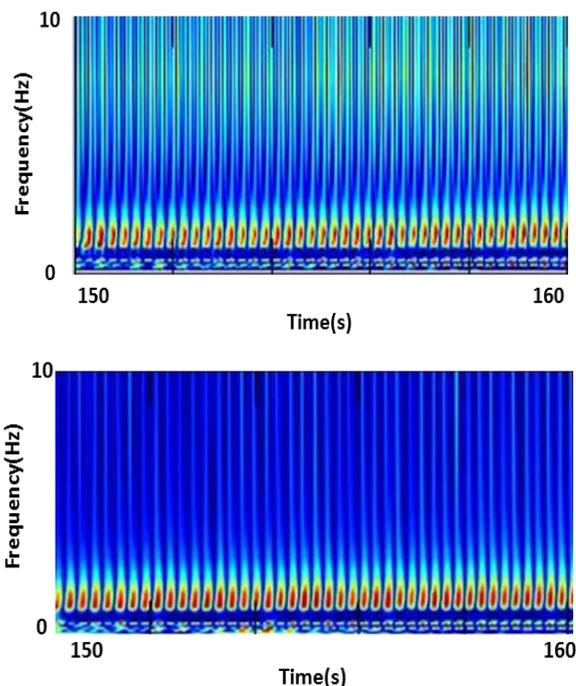


図-6 ウェーブレット解析結果

上：健全時，下：損傷時

ことである。その手法としてFFT解析とウェーブレット変換を用いた。縮小RC橋脚の振動実験における計測データを用いて、健全時と損傷時の応答の違いについて検証を行った。その結果、RC橋脚の剛性が変化することによって、加速度応答においては加速度の大きさに変化が生じた。FFT解析では損傷時において、周波数が高くなるとスペクトルの大きさが小さくなる。ウェーブレット変換では健全時には振動より高い周波数での成分がほとんどないことが分かった。

#### 5. 今後の課題

本実験では入力波を1.0Hzから4.0Hzまでの振動で行ったが、衝撃での結果の検証も行っていく。本研究ではあらかじめ損傷が分かっている状態から加速度データの検証を行い、健全時と損傷時には応答に変化が出ることは示された。しかし、実際には構造物に損傷があるか分からないので、実験等から損傷が起こった瞬間の損傷検知を加速度から出来るか検証を行う。そして、損傷検知手法の確立を行うことが課題となる。

#### 参考文献

- 1) 服部洋，松山卓真，白土博道，八木知己，岡野雅：振動応答予測を用いた橋梁構造物に関する研究，構造工学論文集 Vol.59A，2013
- 2) 日本橋梁建設協会：橋梁年鑑データベース，<http://www.jasbc.or.jp/kyoryodb/index.cgi>.(2015.11.23閲覧)