

橋梁点検への音源探査装置活用に関する基礎的検討

株式会社熊谷組 正会員 ○永田 尚人
 株式会社熊谷組 正会員 北原 成郎
 株式会社熊谷組 正会員 大脇 雅直
 株式会社熊谷組 非会員 淵上 隆也

1. はじめに

高度成長期に建設された社会インフラの老朽化が急速に進んでおり、10年後には全国に約70万橋ある2m以上の橋梁の43%が建設後50年を経過することになる。平成26年6月に国土交通省から公表した「道路橋定期点検要領」では、定期点検の方法として5年に1回の頻度で近接目視により行うことが基本とされてきている。また、必要に応じて触診や打音等の非破壊検査等を併用して行うことも記載されている¹⁾。

橋梁路下の桁や床板を点検するためには、点検用の足場を設置して調査を行う必要があり工程も長期にわたっていたこと、点検業務が困難な箇所については遠望目視等による点検となるため高精度な点検を実施することが難しいなどの課題があった。このため、橋梁の維持管理コスト削減に寄与する新たな橋梁点検技術が求められてきている。

本研究では、既に橋梁ジョイント部からの異音測定に活用されている「音源探査装置:音に関する各種情報(音源の方向、周波数、音圧等)を視覚的に表示する装置」を小型化するとともに、反射音や対象外の音の影響を低減する手法について検討を行った。さらに、模擬的に浮き部や空隙部を作ったコンクリート試験体を用いて、浮き部や空隙部の位置を検知する方法論について基礎的な検討を行った結果を報告するものである。

2. 音源探査装置の開発

川井田ら²⁾は、道路橋梁ジョイント部の劣化診断方法として、音源探査装置を用いた手法について検討を行っている。道路上で調査を行う場合、周囲からの反射音や対象音以外の音による影響が考えられるため、複数箇所での計測などにより測定精度の向上を図っている。しかしながら、音による劣化診断には調査

データの集積等の課題があるのが現状である。

本研究で報告する音源探査装置(指向性音カメラ)は、平面的に配置された5つのマイクロホンと1つのCCDカメラを装備したものであり、図-1に示すようなプロトタイプを製作している。各マイクロホンに入力された音波の音響位相差を利用して音源方向を推定する装置である。マイクロホンを平面板の面内に設置することで、前方180度から到来する音波を直接マイクロホンに入射させ、後方から到来する音波は大きく減衰することから、指向性の向上が期待できる。

このプロトタイプ置を使用した無響室での実験を通して、その有用性を確認した。音源スピーカを音源探査装置に対して正面に設置し、装置の後ろに音の反射を生じさせる障壁を設置した場合の測定結果を図-2に示す。障壁を設置した場合についても、設置しない場合と同様に音源の位置を概ね特定している。

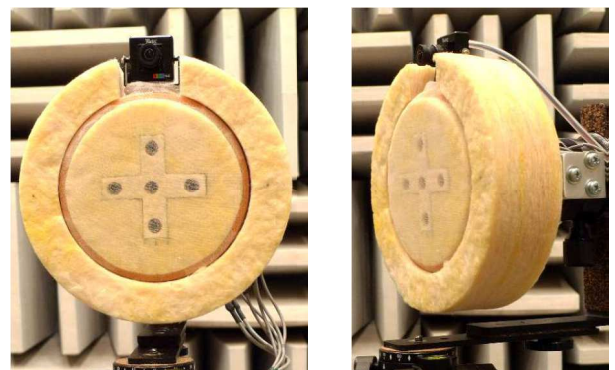


図-1 音源探査装置(指向性音カメラ)の概観

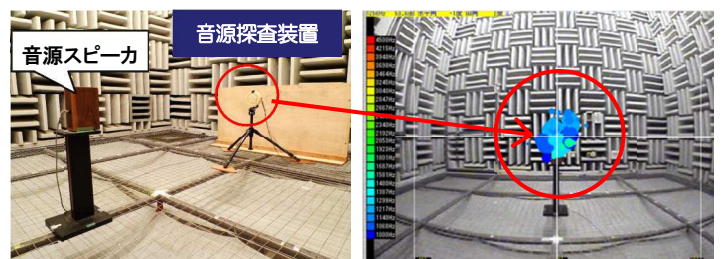


図-2 音源探査測定結果(例)

キーワード 維持管理, 橋梁点検, 音源探査装置

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組技術研究所 TEL 03-3235-8617

3. コンクリートの浮き部、空隙部検知実験

コンクリート表面の浮き部やコンクリート内部の空隙等の劣化部の把握を目的として、表面の浮き部や内部の空隙を模擬した試験体を製作し、基礎的な検知実験を実施した。図-3に試験体の断面図を示す。

空隙については、300×300×50mmのスタイロフォームを用いてコンクリート表面から20mm離れた位置に設置し、コンクリートの浮き部については、コンクリートとの絶縁部にビニールおよび用紙を設置している。コンクリート試験体の浮き部および空隙部の平面位置を図-4に示す。浮き部および空隙部を検知棒を移動させながら加振した際の周波数特性は図-5、6に示すとおりである。表示する範囲は周波数3,000Hz~6,500Hz、音圧レベルのしきい値を65dBとしている。コンクリートの健全部と比較すると浮きや空隙がある場合には、3,000Hz以上で音圧が上昇することが理解される。

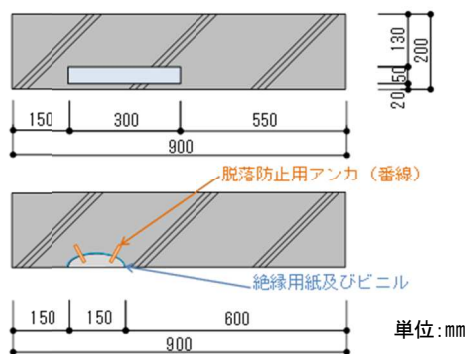


図-3 浮きおよび空隙部を模擬した試験体

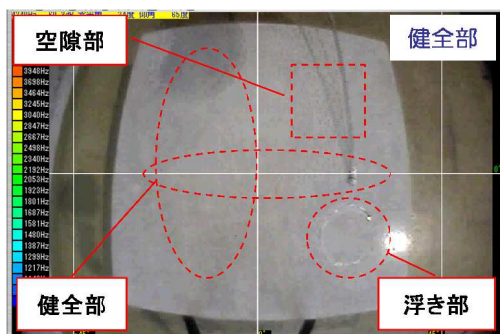


図-4 試験体における浮きおよび空隙部の平面位置



図-5 空隙部を加振した際の表示画面(例)

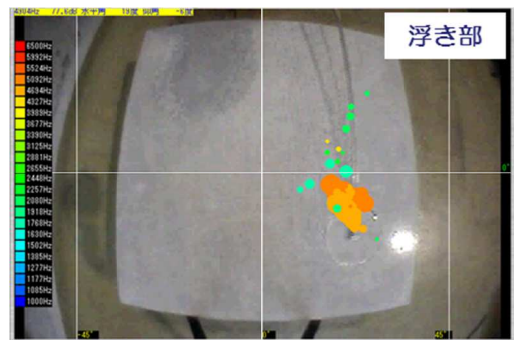


図-6 浮き部を加振した際の表示画面(例)

実際の橋梁において音源探査装置を活用する場合には、測定データを無線伝送して基地局のPCに保存することによって、コンクリート床板の浮きや空隙等の劣化部の位置を把握することが可能となる。

4. おわりに

本研究では、ベークライトの円柱板（直径120mm）上にマイクロホン5本を設置し、その上にガラスウール（64kg/m² 厚さ46mm）を被せたマイクロホン後方からの反射音の影響を低減する音源探査装置のプロトタイプ（指向性音カメラ）を試作した。

この試作装置を活用して、橋梁のコンクリート床板の浮き部や空隙部等の劣化箇所を把握するための基礎的な検討を行い、以下の事項を確認した。

- 指向性を有する音源探査装置を使用した無響室における実験で、障壁の有無にかかわらずおおよそ音源（スピーカ）の方向を示した。
- 空隙部や浮き部を設けたコンクリート試験体を製作し、検知棒でコンクリート表面を加振した結果、音源探査装置でおおよそその損傷箇所を検知できることを示した。

なお、本研究成果の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」の委託業務の結果得られたものである。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路定期点検要領，2014.6
- 2) 川井田実，築山有，大脇雅直，財満健史：橋梁伸縮装置の劣化診断に関する実大実験—音源探査装置による劣化度の可視化に関する基礎的検討—，日本音響学会講演論文集 1-3-8，2013.9