

非接触音響探査法を用いたコンクリート表層欠陥探査技術の開発 —長距離計測に関する検討(Ⅲ)—

桐蔭横浜大院	正会員	○上地 樹
桐蔭横浜大院	正会員	杉本 恒美
桐蔭横浜大院	正会員	杉本 和子
桐蔭横浜大院	正会員	小菅 信章
本州四国連絡高速道路株式会社	正会員	川上 明彦
佐藤工業株式会社	正会員	歌川 紀之

1. はじめに

現在、コンクリート構造物内部の欠陥の状態を把握する方法として、ハンマ等を用いて検査者が計測対象面を直接打撃し、その時に発生した音から欠陥か健全かを判断する打音法が多く用いられている。しかしこの検査法では、直接打撃が困難な場所において高所作業車や足場等を用いる必要があり、検査の難易度が高くなる。そこで我々は、可聴域での音響加振とレーザドップラ振動計 (LDV : Laser Doppler Vibrometer)による振動計測を用いた、非接触による非破壊探査法である非接触音響探査法を提案している[1-3]。

今回は、2016年に計測を行った因島大橋東高架橋の床版下面を対象に、再現性の確認と欠陥の進行状況の検出・把握を目的として再度非接触音響探査法による計測を行った。前回の実験から約1年が経過しているため、計測対象部に何らかの変化が起きていることが予想された。

2. 実験方法

因島大橋東高架橋の床版下面を対象にした非接触音響探査法の実験セットアップ図を Fig.1 に示す。加振用音源としては長距離音響発生装置 (LRAD : Long Range Acoustic Device)の LRAD-300X(LRAD Corp.)、長距離用のレーザドップラ振動計としては超高感度スキャニング振動計である PSV-500 Xtra (Polytec Corp.)を用いて計測を行った。この時、それぞれの計測機器から床版下面までの距離は約 33 m であった。

非接触音響探査法による計測範囲図を Fig.2 に示す。黒枠が 2016 年、白枠が 2017 年の計測範囲図である。2016 年の計測ポイント数は 7×11 の計 77 ポイント、計測間隔は縦約 95 mm 横約 72 mm に設定され、2017 年の計測ポイント数は 9×15 の計 135 ポイント、計測間隔は縦約 65 mm 横約 90 mm に設定された。

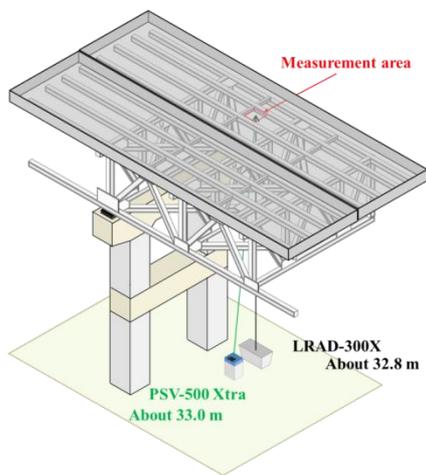


Fig.1 実験セットアップ図

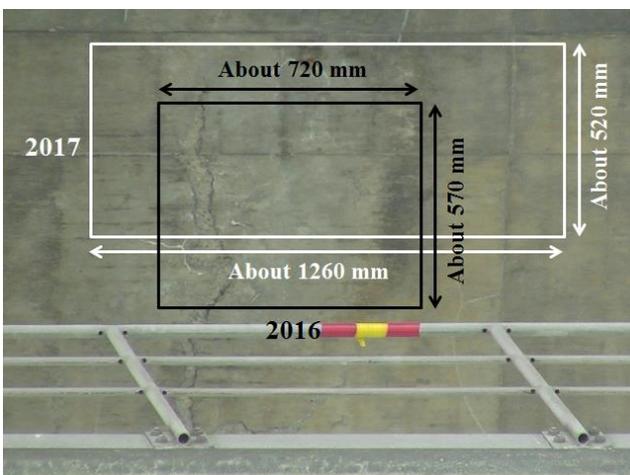


Fig.2 計測範囲図(黒枠 : 2016年, 白枠 : 2017年)

キーワード : 長距離計測、非破壊検査、コンクリート、橋梁、非接触音響探査法、劣化

連絡先 : 〒225-8503 神奈川県横浜市青葉区鉄町 1614 TEL 045-972-5881(ex,2283 or 7733) FAX 045-972-5972

音響加振にはマルチトーンバースト波を使用した[4]。2016年は300-4000 Hzの周波数範囲で、変調周波数100 Hz、パルス群間インターバル200 ms、パルス幅5 msの二群に分かれた波形を使用し、2017年は周波数範囲を300-2100 Hzに縮小した波形を使用した。

3. 結果と考察

非接触音響探査法により検出された、振動エネルギー比の分布図を Fig.3 に示す。(a)が2016年、(b)が2017年の結果である。振動エネルギー比の定義を式(1)に示す(*VER*: Vibration Energy Ratio, *PSD*: Power Spectrum Density)。Fig.3 において、赤色に近いほど振動エネルギーが高く、大きく振動していることを示している。二つの結果を比較すると、2017年の結果では新たに亀裂が発生し、振動エネルギーの高い領域が図中の右側に拡大している結果が検出された。この結果から、内部の欠陥が2016年よりも広がっていると考えられる。

$$[VER]_{dB} = 10 \log_{10} \frac{\int_{f_1}^{f_2} (PSD_{each}) df}{\int_{f_1}^{f_2} (PSD_{min}) df} \quad (1)$$

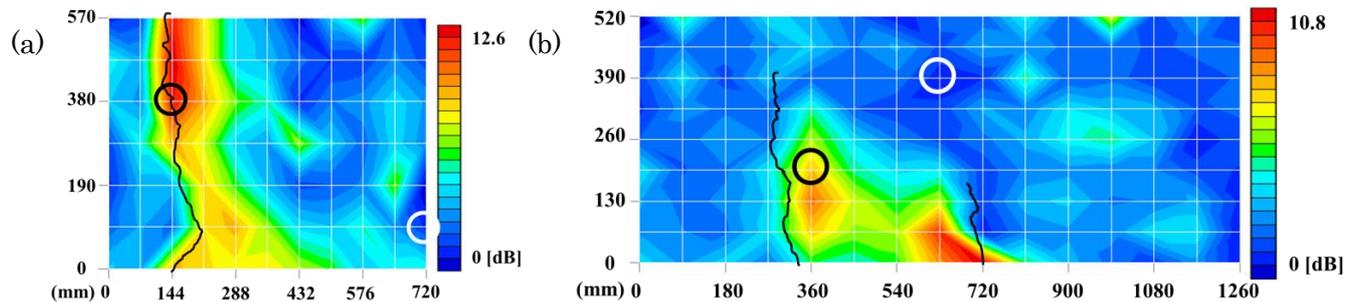


Fig.3 振動エネルギー比分布図(200-500 Hz) (a)2016年 (b)2017年

前述した Fig.3 における、○で囲った計測点(黒丸：欠陥部，白丸：健全部)の振動速度スペクトルを Fig.4 に示す。欠陥部の共振周波数を比較すると、2017年の結果では2016年よりも共振周波数が低くなっていることが分かる。非接触音響探査法は欠陥部のたわみ共振を利用しているため、欠陥部が広がると検出される共振周波数が低下する傾向がある。この事からも、今回検出した箇所では内部欠陥が拡大している可能性が高いと考えられる。

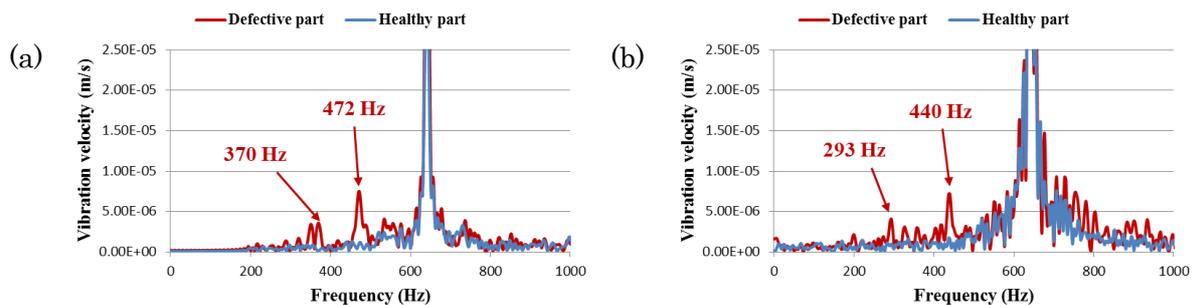


Fig.4 振動速度スペクトル図 (a)2016年 (b)2017年

4. まとめ

今回は、2016年に計測した因島大橋東高架橋の床版下面を対象に、再現性の確認と欠陥の進行状況の検出・把握を行った。実験の結果、計測対象の内部欠陥が拡大している可能性が高い事が確認された。

参考文献

[1] K. Sugimoto, R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utagawa, C.Kuroda and K. Katakura, JJAP, Vol.54, 07HC15, (2015).
 [2] 上地樹, 杉本恒美, 杉本和子, 土木学会 第 71 回年次学術講演会, VI-736, (2016).
 [3] 上地樹, 川上明彦, 歌川紀之, 杉本恒美, 杉本和子, 土木学会 第 72 回年次学術講演会, VI-947, (2017).
 [4] T. Sugimoto, K. Sugimoto, N.Kosuge, N. Utagawa and K. Katakura, JJAP, Vol.56, 07JC10, (2017).