

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(Ⅱ)—

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
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

コンクリート構造物内部の欠陥を把握する検査方法として、打音検査法が多く用いられてきた。しかしこの方法では直接手が届かない場所での検査が困難である。そこで我々は、空中放射音波による音響加振とレーザドップラ振動計(LDV: Laser Doppler Vibrometer)によるレーザ振動計測を用いた、非接触による非破壊探査法の検討を行っている[1-4]。従来の実験では、トンネルや橋梁等を対象にした実験が主であり、計測距離は5～10 m程度であった。しかし、高架橋等のように10mを超えるような距離での計測が必要とされる場合があるために、長距離における非接触音響探査法の適用性を検証する必要がある。そこで今回は実際の橋梁を対象に、この非接触音響探査法による長距離計測の検証実験を行った。計測位置は高架橋の床版裏側を対象に設定したため、地面から30 m以上の長距離での計測となった。

2. 実験方法

今回の長距離計測における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PSV-500 Xtra (Polytec Corp.)を用いた。それらを橋桁の下に設置し、その状態で非接触音響探査法の検証実験を行った。計測機器と橋桁までの距離は約34 mであった。

今回の計測対象は、床版の裏側に存在している亀裂部分周辺である。計測範囲図を Fig.2 に示す。計測範囲の大きさは縦57 cm、横72 cm程である。計測ポイント数は縦7ポイント、横11ポイントの計77ポイントに設定された。計測範囲の左側には、視認可能な亀裂が存在している。

加振用音波にはマルチトーンバースト波を使用した。この音波は300 Hz から4000 Hz まで、周波数を100 Hz 刻みに変調させた波である。そしてパルス持続時間は5 ms、インターバルは200 ms に設定した。

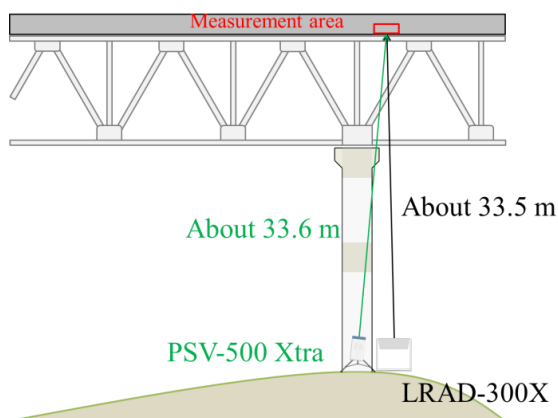


Fig.1 実験セットアップ図

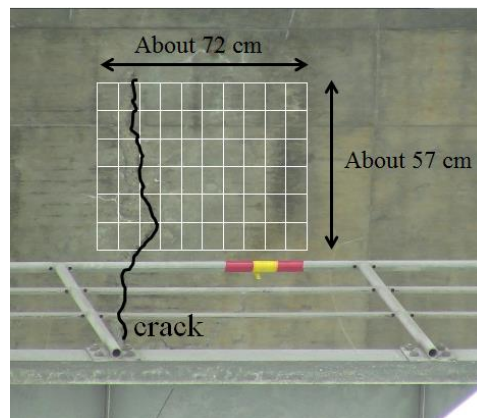


Fig.2 計測範囲図

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、打音、LRAD、SLDV、振動速度

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

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。周波数範囲は 300-600 Hz に設定した。振動エネルギーの定義を式(1)に示す。赤色ほど振動エネルギー比が高く、強く振動していることを表している。図中では、亀裂付近で大きく振動しており、そこから右側部分に振動が広がっている結果が検出された。これは亀裂部分から右側に向かって、平面的な亀裂が広がっていることを示しており、その部分が非接触音響探査法により検出されたと考えられる。

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

比較用にハンマで加振し、レーザで計測を行った結果を Fig.4 に示す。振動エネルギー比の計算範囲は 300-600 Hz である。計測位置は Fig.3 の黒丸である。計測ポイント数は 17 ポイントに設定した。このグラフと Fig.3 の結果を比較すると、同様の場所で振動エネルギーが上昇している。このことから、長距離計測においてもハンマ加振の結果と音響加振の結果では、ほぼ同様の傾向が検出可能である事が確認できた。

検出された振動速度スペクトルの結果を Fig.5 に示す。(a)が音響加振、(b)がハンマ加振の結果である。両者を比較すると、同じ周波数帯で欠陥部のたわみ共振と考えられる反応が検出された。この事からも、両者は同じ振動を励起させていることが考えられる。

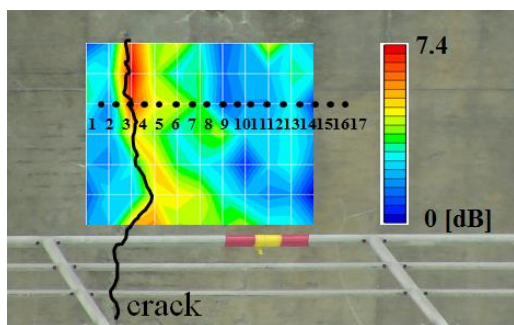


Fig.3 振動エネルギー比分布(300-600 Hz)

(a)

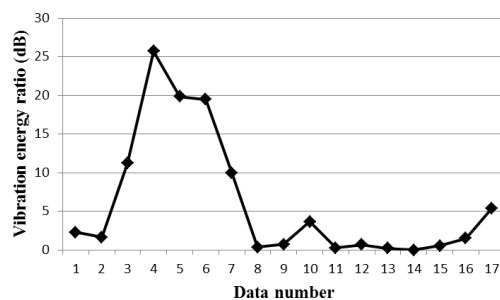


Fig.4 ハンマ加振時の振動エネルギー比(300-600 Hz)

(b)

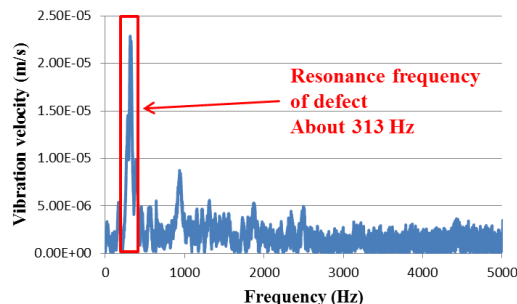
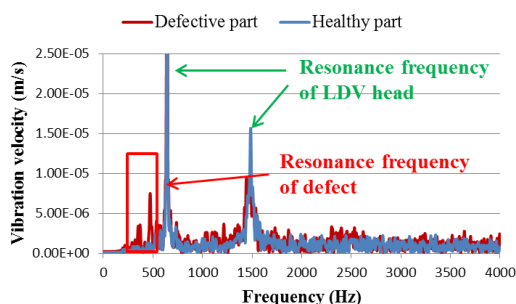


Fig.5 振動速度スペクトル (a)音響加振 (b)ハンマ加振

4. まとめ

今回は実際の高架橋を対象に、非接触音響探査法による長距離計測の検証実験を行った。実験の結果、本手法により計測距離が 30m 以上の長距離計測が実施可能であることが確認できた。

参考文献

- [1] R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utagawa and K. Katakura, JJAP, Vol.52, 07HC12, (2013).
- [2] K. Katakura, R. Akamatsu, T. Sugimoto and N. Utagawa, JJAP, Vol.53, 07KC15, (2014).
- [3] K. Sugimoto, R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utagawa, C.Kuroda and K. Katakura, JJAP, Vol.54, 07HC15, (2015).
- [4] 上地樹, 杉本恒美, 杉本和子, 土木学会 第 71 会年次学術講演会, VI-736, (2016)