

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—

桐蔭横浜大学	正会員	○上地 樹
桐蔭横浜大学	正会員	杉本 恒美
桐蔭横浜大学	正会員	杉本 和子
東海旅客鉄道株式会社	正会員	宮本 裕輔
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、長距離音響発生装置 (LRAD : Long Range Acoustic Device) と長距離レーザドップラ振動計 (RSV : Remote Sensing Vibrometer) 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[1-3]。

従来の実験では、実験環境の制約により 10 m 程度以内での実験しか実施していない。そこで今回は、30 m の距離からでも欠陥の検出が可能かどうか検証実験を行った。また事前実験として、神奈川県厚木市の佐藤工業(株)技術研究所にて 15 m の距離からの計測を行った。計測対象は円形空洞試験体における、直径 300 mm、深さ 40 mm の空洞欠陥である。加振に使用した音波はトーンバースト波に設定した。波形の周波数範囲は 500-7100 Hz、変調周波数は 200 Hz、インターバルは 50 ms、パルス幅は 3 ms に設定した。実験結果の比較には、一部 S/N 比を用いた。今回 S/N 比を算出した式を右に示す。ここで S は、欠陥部の共振における振動速度スペクトルの振幅値に設定し、N は RSV の共振(1900 Hz)を避けた、2000~7000 Hz の振幅値の平均に設定した。

$$S/N \text{ 比} = 20 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

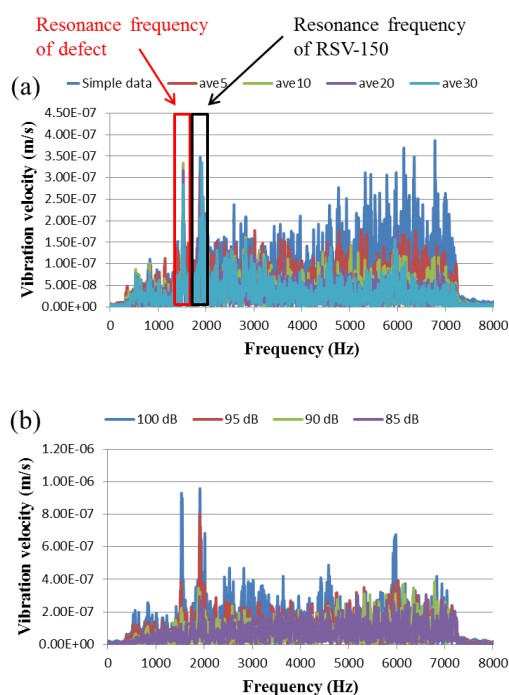


Fig.1 振動速度スペクトル(15 m)

(a)加算平均回数別[音圧 90dB]

(b)加振音圧別[加算平均回数無し]

2. 計測距離 15 m

実験では、加振用音源である LRAD-300X を約 15 m、RSV-150 をその後ろ約 15.7 m に位置に設置し、この状態で非接触音響探査法の計測を行った。実験の結果、15 m の距離でも欠陥部の検出が可能であることが確認できたため、この距離で音圧と加算平均回数との関連性について検証を行った。音圧は周囲への騒音問題、加算平均回数は計測時間に直結する問題であるため、非接触音響探査法において非常に重要な課題である。Fig.1 に実験により検出された振動速度スペクトルを示す。赤枠部分の反応が欠陥部の共振周波数であり、黒枠部分の反応が計測機側の反応である。(a)では、加算平均回数が増加すると、ノイズが低下する傾向が確認できる。(b)では、音圧が低下すると、欠陥部の共振周波数における振動速度の振幅値が同様に低下する傾向が検出された。特に音圧が 90 dB (ref. 20μPa) になると、欠陥部の反応がノイズに埋もれ、検出出来ていない事が確認できる。

キーワード：長距離計測、非破壊検査、非接触音響探査法、LRAD、RSV、SLDV、音圧、加算平均回数、ノイズ

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

Fig.2 にこれらの結果を S/N 比で表した、音圧と加算平均回数の関連図を示す。この図から、音圧が上昇すると S/N 比が増加する傾向が確認できる。また、加算平均回数を増加させると同様に S/N 比が上昇しているが、加算平均回数が 10 回辺りで S/N 比が頭打ちになるという傾向が得られた。このことから、加算平均回数を上げると S/N 比は向上するが、過剰な増加は必要ないと考えられる。

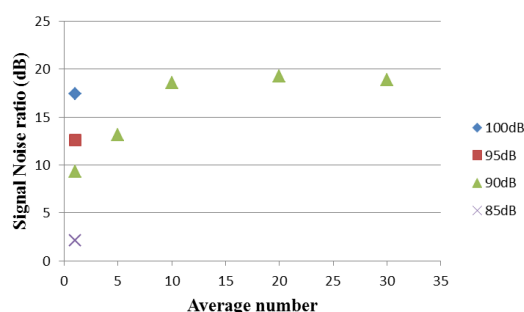


Fig.2 音圧と加算平均回数の関連図

3. 計測距離 30 m

実験セットアップ図を Fig.3 に示す。加振用音源である LRAD は試験体から約 30 m の位置に正対させ、振動を計測する RSV は約 31 m の位置に設置して実験を行った。今回は時間の制約が存在したため、加算平均回数は 1 回に設定し計測を行った。音圧は 100 dB、計測ポイントは 9×9 の 81 ポイントに設定した。実験により検出された欠陥中心部と、健全部の振動速度スペクトルを Fig.4 に示す。加算平均を掛けていないため、ノイズが広い範囲で出ているが、1800 Hz 付近に健全部には無い大きな反応が検出された。これは音響加振により励起された欠陥部のたわみ共振であると考えられる。Fig.5 にこの共振周波数における振動速度の分布図を示す。円形の黒枠は欠陥部の位置を示している。この図から、欠陥部の大きさと同様の大きさで振動速度が上昇している事が確認できる。また欠陥の中心程、振動速度が上昇していることから、この部分のたわみ振動が検出されたと考えられる。

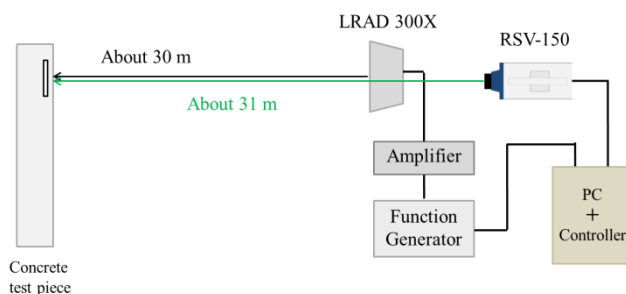


Fig.3 実験セットアップ図

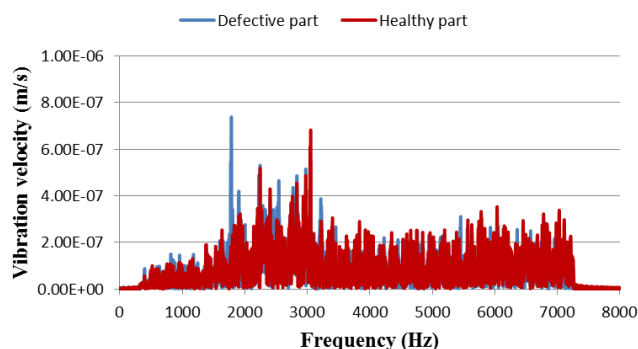


Fig.4 振動速度スペクトル(30 m)

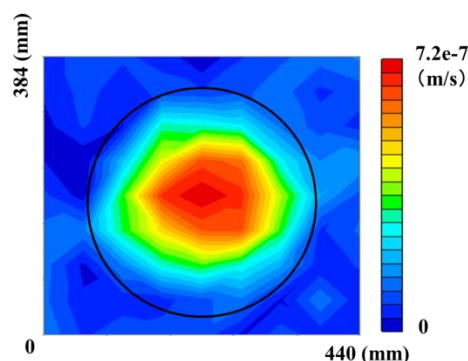


Fig.5 振動速度分布(1783 Hz)

4. まとめ

今回は、非接触音響探査法における長距離測定の実験を行った。実験の結果、約 30 m の距離からでも欠陥部の検出が可能であることが確認できた。また、音圧と加算平均回数の関係性から、計測に与える影響がある程度把握することが出来た。今後実用化を考えた場合、これ等は非常に重要な部分であると考えられる。

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).