

打音法などのコンクリート表層欠陥探査における振動測定方法の検討

佐藤工業（株） 正会員 ○歌川 紀之*1

佐藤工業（株） 正会員 北川 真也*2

1. はじめに

コンクリート表層の浮きやはく離の探査では、定量的な手段として打音法が用いられる。打音法とは、ハンマー打撃により発生した音をマイクロホンで収録し、分析を行い、欠陥の有無や位置などを探査する技術である。ハンマー打撃により生じたコンクリート面の振動を音として測定する方法と振動を直接測定する方法がある。ここでは打撃により生じた振動を振動計、音として捉えるマイクロホン、フード付マイクロホンで測定することにより、それぞれの方法の特徴を検討した。

2. 振幅に着目した打音法

浮きやはく離の探査では、打撃位置における欠陥の有無を調べるケースと欠陥の規模（広さと深さ）を特定するケースがある。それぞれ目的に応じて、使い分けることになる。有無を調べる手法は、叩き点検よりも客観的に欠陥位置を把握することが目的となり、規模を特定する手法は、今後の維持管理データとして残す場合や補修を前提とした補修範囲の特定が目的となる。

探査アルゴリズムについては、物理的な手法（欠陥部分での振動を推定する方法）と AI 的な手法（経験がある点検者のノウハウをコンピュータに機械学習させる方法）があり、ここでは、物理的な手法に着目する。ハンマー打撃すると、浮きやはく離部分ではコンクリート表層に薄いコンクリート板が構成され、板曲げの振動が生じる。一方、健全部では厚いコンクリート板が構成されているため、板曲げの振動は小さい。したがって、欠陥部を叩くと大きな曲げ振動が発生し、健全部を叩くと曲げ振動が生じない。本探査では、この原理を用い、欠陥部に発生する振動や音圧の振幅に着目した。一方、同じ厚さ（欠陥までの深さ）で広さが異なる場合は、境界の拘束の影響を受け、狭い欠陥では振動が小さくなり、広い欠陥では振動が大きくなる。

3. 検討事例

検討は欠陥を模擬した2種類の試験体（①広さ一定で厚さが異なる試験体、②深さと広さが異なる円形空洞欠陥の試験体、図-1 参照）を用い、打音法の機器により以下に示す3種類の方法で振動、音圧データを取得し、その結果を比較した。ここでは打撃力の違いによる影響を除外するために、音圧や振動データをインパクトハンマーの加力値で正規化した。平均振幅値比とは、周波数領域で、音圧や加速度をハンマーによる加力値で除し、0.1~10kHz の領域で平均化したものである。

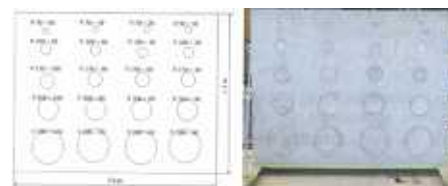
測定方法1 フード付マイクロホン・平均振幅値比

測定方法2 振動計・平均振幅値比

測定方法3 マイクロホン・平均振幅値比

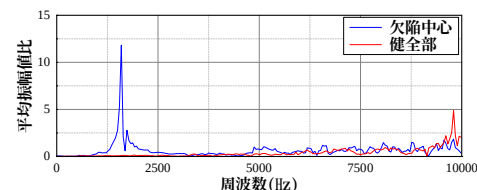


①広さ一定で厚さが異なる試験体

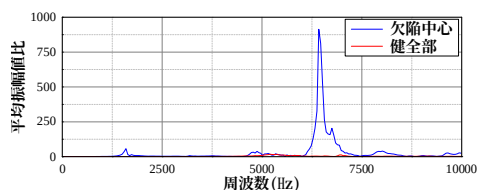


②深さと広さが異なる円形空洞試験体

図-1 検討に用いた試験体



マイクロホン



振動計

図-2 測定事例(φ300-40)

キーワード 叩き点検, 非破壊試験, 打音法, うき・はく離

連絡先 *1 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL: 046-270-3091 FAX: 046-270-3093

*2 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL: 03-3661-1572 FAX: 03-3661-1576

4. 測定事例

円形空洞欠陥 (Φ300mm 深さ 40mm) の欠陥中心点および周辺の健全部で、ハンマー加力で発生した音と振動の結果を図-2に示す。図に示すように、曲げ板の振動をしているケースでは、振動でも音でも同じ周波数の共振が観測されていることがわかる。一方、健全部では振動が小さくなっていることがわかる。また、振動計では高周波成分が測定されている。

5. 検討結果

(1) 欠陥中心部と健全部の比較・広さが異なる欠陥の比較
図-1に示す円形空洞試験体を用いた。深さ 40mm および 60mm の位置に厚さ 25mm の円形発泡スチロール板 (Φ50,100,150,200 および 300mm) が埋設されている欠陥および健全部 (厚さ 300mm) を打撃し、その振動・音圧を測定した。図-3に各欠陥内の最大振幅と健全部の振幅を示す。これらの結果から、以下のことが挙げられる。

- ・すべての測定結果 (振動, 音) で、健全部に比較し、振動が大きいので、Φ50mm 以上の欠陥に対し、欠陥部と健全部の区別は可能と考えられる。

- ・広さが小さくなると、周辺境界の影響を受け、振動が小さくなるという状況については、音では再現されたが、振動計では再現できなかった。この原因として、①振動の大きさ (平均振幅値比) は高周波数成分の影響を受ける。②振動加速度と音圧 (速度) では、時間微分の階が異なるため、音圧 (速度) では高周波振動は小さくなる。③振動計とマイクロホンでは、振動を収録する面積が異なる。

(2) 厚さが異なる試験体の比較

図-1に示す 1m×1m の直方体試験体 (t=50,100, 150, 200 および 250mm) をスラブ上に平置きし、その中心で収録を行った。その結果を図に示す。図に示すように、どの測定方法でも、厚さが厚くなると、振動が小さくなる傾向があり、十分に広い欠陥であれば、振動でも音でも、厚さの推定が可能と考えられる。

6. まとめ

これらの結果から、打撃により発生する振動を振動計、マイクロホンで測定することにより、深さと広さが同規模の欠陥の有無は判断できることが分かった。ただし、振動計では、高周波成分の影響などから、板の曲げ振動のような欠陥の深さ・広さと振動の大きさの傾向を見ることは難しく、規模推定 (深さ, 広さ) は難しいものと思われる。また、フードの効果については板曲げの大きさを測定するという観点では、フードによる増幅も大きく、マイクのみより良好な結果が得られた。

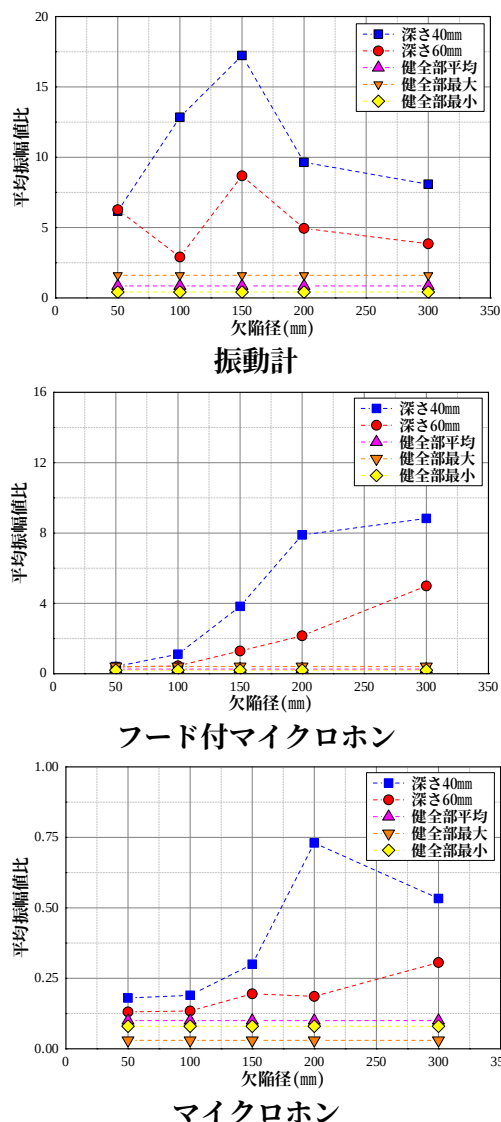


図-3 測定結果 (円形空洞欠陥中心, 健全部)

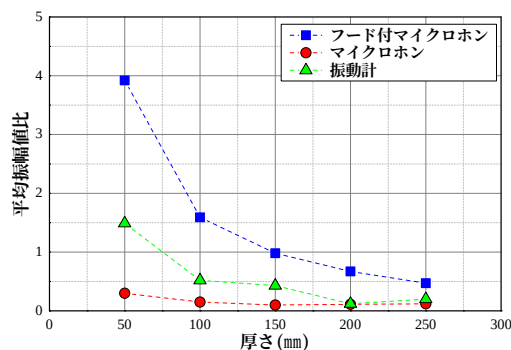


図-4 測定結果 (厚さが異なる直方形試験体)

参考文献

- 1) 北川他：健コン診断ポータブルの開発—打音法によるコンクリート診断技術—, 佐藤工業(株)技術研究所報, vol.34, 2009.