

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—打音法との比較—

佐藤工業（株） 正会員 ○歌川 紀之
 明篤技研 片倉 景義
 桐蔭横浜大学 赤松 亮 杉本 恒美

1. はじめに

著者らは、非接触で、遠隔地からはく離を検知できる「音響探査法を用いたコンクリート表層探査技術」の開発を進めている。音響探査法とは、スピーカーにより発生する音響をコンクリートに入射させ、発生する振動をレーザドップラ振動計で遠隔地から測定し、欠陥の有無を判断する技術である。打音法や叩き点検はハンマーによる打撃でコンクリート面の一点に衝撃荷重を与える手法であり、一方、音響探査法はスピーカーで音を発生させるため、コンクリート面に連続的かつ面的な荷重を与える手法となっている。ただし、健全箇所と比較し、はく離や浮きの欠陥部分は振動しやすいという原理を用いる点ではどちらも類似している。それぞれの手法の比較を表-1に示す。

ここでは、高精度で短時間に欠陥を検知可能なアルゴリズムを開発することを目的に、同様な手法である打音法による測定結果を本技術の結果と比較する。さらに、その結果から探査アルゴリズムの可能性について検討を加える。

表-1 音響探査法と打音法

	音響探査法	打音法
加振方法	スピーカーで作られる連続音による振動	ハンマー打撃により生じる衝撃振動
振動測定	レーザドップラ振動計による振動測定	表面振動により生じる音をマイクで測定
欠陥評価方法	固有振動を生じている範囲を欠陥範囲と考える。	大きな音を発生する範囲を欠陥範囲と考える。
課題	固有振動をどのように探すか？	深くて、平面規模が小さい場合の深さ測定方法。

2. 音響探査法と打音法の比較

はく離を模擬した欠陥模型を用い、音響探査法と打音法により測定を行う。測定結果を比較し、生じている振動現象を調べる。次に、音響探査法と打音法で欠陥の有無を認識できたケースを比較することにより、それぞれの探査方法、探査精度について、考察を加えることとする。打音法の詳細は文献 2)に示す。対象とした欠陥模型は3種類の平面規模（5cm*5cm,10cm*10cm,20cm*20cm）の正方形の欠陥で、深さは2.5cm,5cm,7.5cmの3種類、計9種類である。これらの欠陥は、高さ1.5m、幅2m、厚さ30cmのコンクリート試験体の中に埋設されている。また、はく離の欠陥は厚さ25mmの発泡スチロール板で模擬した。

振動現象を比較するために、図-1に示す方法で振動を発生し、近傍で振動、音の測定を行った。

- ① ハンマーの衝撃入力により発生する振動（インパルスハンマー+レーザドップラ振動計）

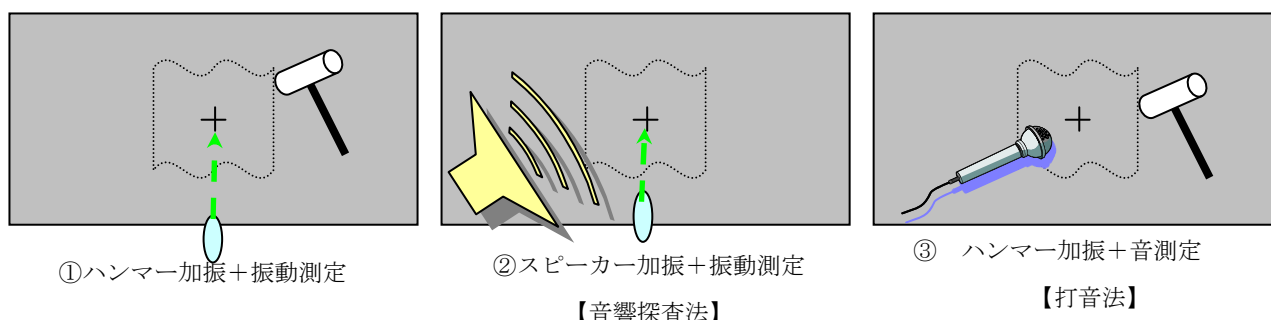


図-1 加振方法と振動・音波測定方法

キーワード；コンクリート欠陥、はく離、非破壊検査、打音法

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

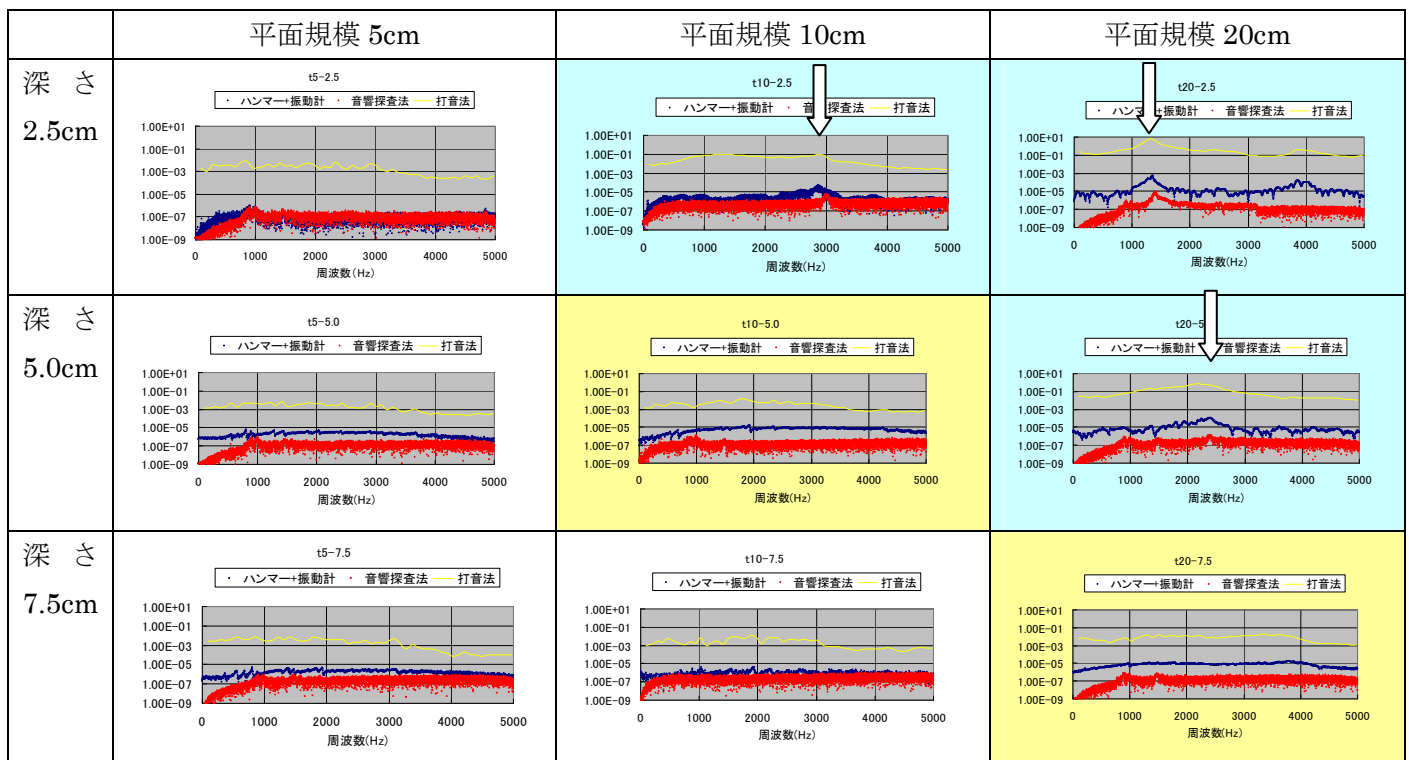
② 音響入力 (1000Hz-5000Hz のチャープ波) により発生する振動 (音響探査法)

③ ハンマーの衝撃入力により発生する音波 (打音法)

周波数分析結果を表-2 に示す。測定点は、欠陥中央である。図中縦軸は、振動レベルで、①②は振動速度 (m/sec), ③の打音法では、音圧電圧を衝撃力電圧で除した値(無次元量)である。また、②の音響探査法については、壁面で一定の音圧 (コンクリート表面で 100dB) になるように音圧を調整した結果である。

また、上記 9 つの欠陥のうち、音響探査法で欠陥の有無が分かったケースは、平面規模が大きく、深さが浅い、平面規模 10cm(深さ 2.5cm), 平面規模 20cm (深さ 2.5cm, 深さ 5cm) であった。打音法ではこれらに加え、平面規模 10cm (深さ 5cm), 平面規模 20cm (深さ 7.5cm) についても欠陥は検知できた。

表-2 はく離性の欠陥で生じる振動・音波の測定結果



これらの結果から、以下のことが分かった。

- ・ ハンマーで加振された際に発生する音とコンクリート面で発生している振動の周波数はほぼ等しい (表中の⇒で示す)。音響探査についても、同じ周波数周辺で振動が大きくなっている (t10-2.5, t20-2.5, t20-5.0)。
- ・ 平面規模が 5cm の試験体では、欠陥の深さによらず発生している音圧は小さく (健全部との差異が小さく)、打音法では欠陥の検知は難しいものと考えられる。
- ・ t5, t10-5, 7.5, t20-7.5 では、1000Hz 周辺のレーザ振動計の固有振動による振動以外は、顕著な周波数のピークが見られないので、固有振動から欠陥を探す音響探査法では欠陥探査は難しいものと考えられる。
- ・ 打音法では、周波数のピークが見られない場合 (t10-5.0, t20-7.5) でも、音圧レベルが高い場合は欠陥の認識が可能となる。振動の大きさで評価する方法は有効と考えられる。

3. まとめ

音響探査法と打音法により、はく離性の欠陥の検知を行った。その結果、ほぼ同じ周波数で、欠陥が振動することが分かった。したがって、音響探査法においても、打音法に用いている欠陥検知アルゴリズムを改良することにより、高精度で高速なアルゴリズムができるものと考えられる。本研究は、国土交通省委託研究「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」H23 年度の成果の一部である。関係者には感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 歌川紀之, 赤松亮, 杉本恒美: 音響探査法を用いたコンクリート表層の欠陥探査技術の開発, 土木学会(第66回)年講, 2011
- 2) 伴享, 歌川紀之, 市野大輔, 北川真也, 森濱和正: 打音法の RC 構造物への適用性について, 佐藤工業(株)技術研究所報, No.30, 2004.