

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

— トーンバースト波加振法を用いた S/N 比の改善 —

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

1. はじめに

強力音源とスキャニング振動計 (SLDV : Scanning Laser Doppler Vibrometer) を組み合わせた非接触検査法に関する研究を行っている^[1]。本手法の問題点として、加振用音波が計測用のレーザヘッドを振動させ、これが計測結果の S/N 比に影響を与えている事が指摘された。今回は、これを回避するための効率的な送波方法について検討を行った。

2. 原理

2.1 従来法の基本構成

図 1 に非接触音響探査法の概要図を示す。音源から発した音波によりコンクリート表面を励振させる。その表面の振動速度を SLDV (Polytec Corp, PSV400-H4) により二次元的に計測する。もし、壁面内部にひび割れなど空隙欠陥が存在していた場合、その欠陥部上の板部分は振動板のように働く。したがって、送振波形の持つ周波数とその固有振動数が近い場合、欠陥部上でたわみ共振現象が生じ、振動速度分布映像から欠陥位置を特定することが出来る。

2.2 従来法の問題点および提案する送波方法

欠陥部を励振させるための加振用音波により計測用のレーザヘッドが振動し、それが S/N 比に悪影響をもたらす。今までは、探査用波形として持続時間 2s、500-5000 Hz の広帯域の Linear up chirp 波を用いていた。欠陥部上の目的信号を強くするためには音圧を上げるか、あるいは波形の持続時間を長くする必要があるが、その場合、レーザヘッドも同じ分振動してしまう。今回提案する方法は、トーンバースト波を用いた探査法である。レーザ光と音波の空気中伝搬速度は大きく差があるため、持続時間の短いパルスを用いれば、欠陥部が振動している間のみ計測することが出来、ノイズ成分を分離することが可能である。音波によるノイズ信号は音源からの直達波およびコンクリート壁面からの反射波であるが、計測機器間の距離や機器と対象物の距離などが既知であればこのノイズ信号の出現タイミングは予測可能である。したがって、タイムゲートを施すことで高精度かつ見落としの少ない検査が可能となる。

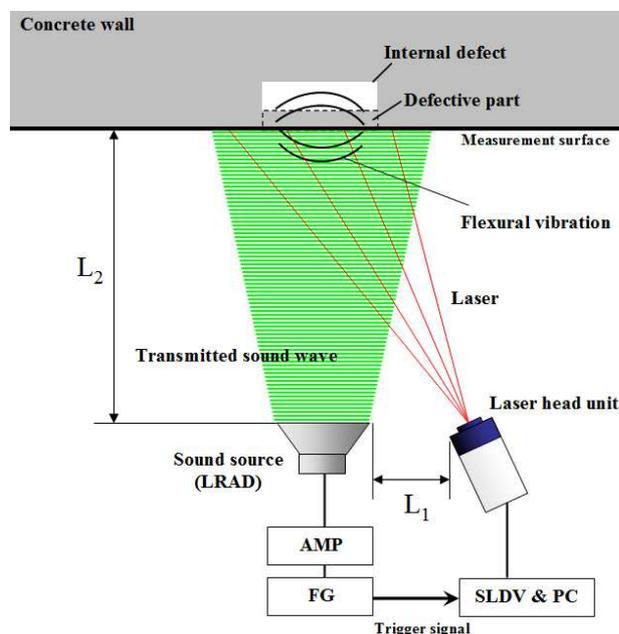


図 1 従来法の基本構成

キーワード ; 浮き、はく離、弾性波、非接触検査、非接触音響探査法

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 3684) FAX 045-972-5972

また、実際には欠陥部の共振周波数は不明であるため、広い周波数帯をカバーする必要がある。そのため、**図 2**のように、中心周波数の異なるパルスを逐次的に送信したパルス列を用いて欠陥部の周波数応答を検出する。このように各パルスの中心周波数に対する不足成分を互いに補うことで、擬似的に広帯域かつフラットな周波数成分が得られる。

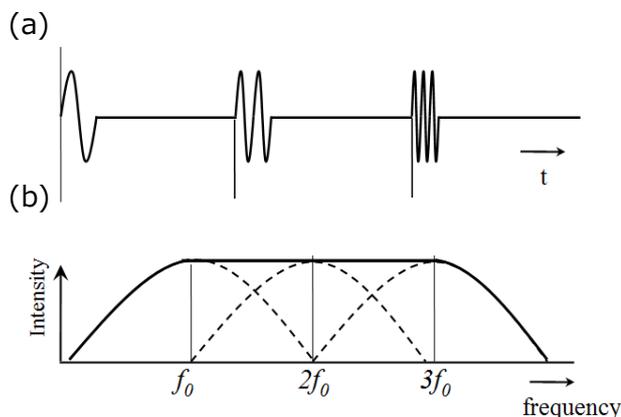


図 2 広帯域トーンバースト送波法
(a)時間軸,(b)周波数スペクトル。

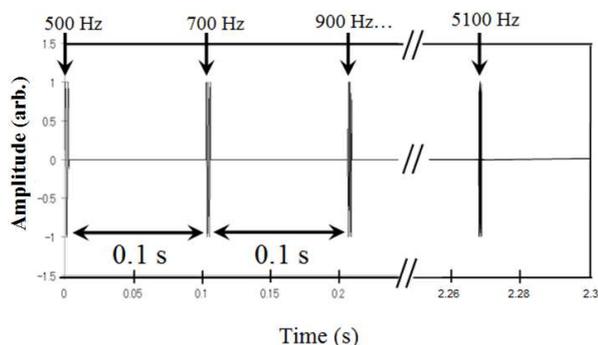


図 3 探査用トーンバースト波

3. コンクリート供試体を用いた検証実験

提案手法の効果を確かめるため、コンクリート供試体を用いた実験を行った。コンクリート供試体に深さ 75 mm に空隙を模して発泡スチロール(300×300×25³ mm)を対象試料とした。形成したトーンバースト波は **図 3** に示すように各パルス幅 3 ms (Bandwidth: 330 Hz)で、各パルスの中心周波数は 500-5100 Hz の範囲で 200 Hz ずつ変調している。各インターバルは 100 ms である。今回提案するトーンバースト波+タイムゲートの FFT 結果を **図 4 (a)**、Chirp 波送波時の欠陥部上で計測された FFT 結果を **図 4 (b)** に示す。400-800 Hz の帯域で見られる複数ピークはレーザヘッドの共振周波数である。**(a)**ではノイズフロアが全体的に低く、欠陥の共振周波数である 2700 Hz 付近のピークが見て取れる。

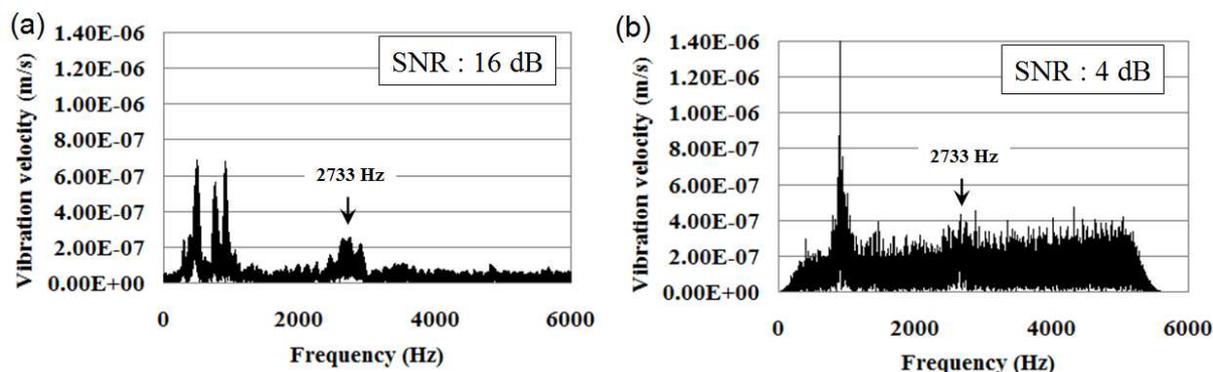


図 4 欠陥部上の振動速度スペクトル (a) トーンバースト波 (Bandwidth : 170-5430 Hz)+時間ゲート, (b) チャープ波 (Duration : 2 s, Bandwidth : 500-5000 Hz).

4. まとめと今後の課題

今回、レーザヘッドの振動問題の回避方法として、トーンバースト波を用いた加振法を提案した。結果から、S/N 比が従来法より 12 dB 改善された。今後は実構造物を用いた探査実験および欠陥検出アルゴリズムなどについて検討を行っていく予定である。

謝辞：本研究は平成 24 年度の国土交通省道路政策の質の向上に資する技術研究開発の助成を受けたものである。

参考文献：[1] R. Akamatsu, T. Sugimoto, N. Utogawa and K. Katakura JJAP, Vol.52, 07HC12, 2013.