

光音響法によるコンクリート中を伝搬する超音波の可視化

愛媛大学 学生会員 ○大河内健人 武藤健太
愛媛大学 正会員 丸山泰蔵 中畑和之

1. 緒言

コンクリートは非均質材料であり、骨材や空隙等によって超音波が散乱する。従って、超音波非破壊検査において、欠陥からのエコーが骨材等による散乱波に紛れてしまい、有効なエコーが得られないといった問題がある。そこで、コンクリートの超音波検査の精度を向上させるには、予めコンクリートを伝搬する波動の特性を明らかにすることが望ましい。レーザー光を用いて対象物の超音波伝搬を可視化する技術が開発されており、この波動伝搬を可視化したデータをWavefieldデータと呼ぶ。超音波を可視化する手法は、超音波プローブから送信した超音波をレーザードップラー振動計 (LDV) で計測する方法⁽¹⁾と、レーザー光を照射したときの熱弾性効果によって光音響波 (超音波) を発生させ、これを超音波プローブで受信して可視化する方法⁽²⁾がある。本研究では、後者の光音響法を用いてWavefieldデータを取得する。

さて、超音波探傷検査では、探触子で励起した振動を試験体に効率よく伝達させるため、試験体表面と探触子の間に接触媒質を介して検査を行うことが多い。接触媒質として、グリセリンペースト等が用いられているが、検査終了後に拭き取る必要があったり、塗布面が汚れるので使用できないといった問題がある。近年、接触媒質として疎水性ジェルパッドを用いることで、これらの問題を回避する事例が報告されている。そこで、本研究では、ジェルパッドを介してコンクリート中に超音波を伝搬させた時のWavefieldデータを取得し、コンクリート内部の波動伝搬の様子を可視化することを試みた。

2. 可視化手法

光音響効果によって発生した超音波を計測するシステムを図1(a)に示す。図1(b)のように、供試体側面にジェルパッドの上に超音波プローブを固定し、レーザーの照射点を移動させながら、光音響効果により発生した超音波をプローブで受信する。照射点を平行移動させることによってラスタ走査 (x-y方向) を行う。超音波探触子で検出された信号は、弾性波動の相反性を利用すると、超音波探触子から発生した超音波であると見なすことができる。各点でレーザー照射することで発生した超音波信号を保存しておき、同時刻の信号の振幅を平面にプロットすることで、表面を伝搬する超音波の可視化が可能となる。レーザー光の波長は532nm、パルス幅は4ns、パルスエネルギーはファイバー出口で0.6mJである。プローブは中心周波数200kHz、 $\phi=20\text{mm}$ のものをを用いた。

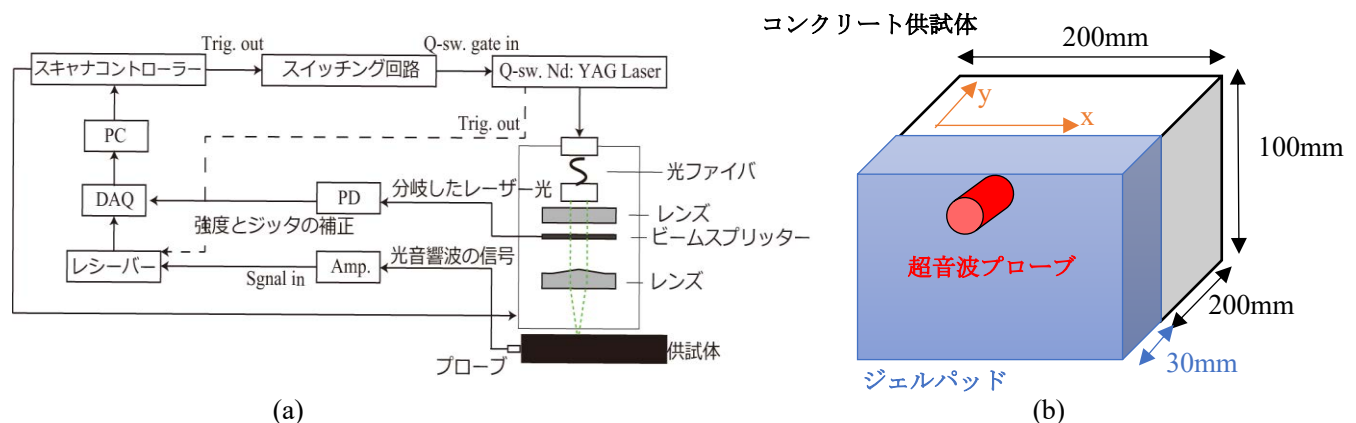


図 1 : (a)光音響計測システム (b)超音波プローブとジェルパッド

3. コンクリート中を伝搬する超音波の可視化

(a) プローブを直接接触させて受信した場合

水セメント比 50%, 骨材率 30%, 骨材粒径 10mm のコンクリート供試体を作成し, 光音響法で計測を行う。供試体は 200mm×200mm×100mm の大きさで作成し, 可視化範囲は 100mm×100mm とした。各点で取得した波形のサンプリング周波数は 50MS/s である。ここでは, 図 2(a)に示すように, 供試体表面にプローブを直接設置した。超音波発生後 15.02 μ s, 28.02 μ s, 33.02 μ s の Wavefield を可視化した結果を図 2(b)に示す。図中の色は, プローブで計測された振幅値の大小を表している。骨材により超音波波頭の識別が困難となっている。

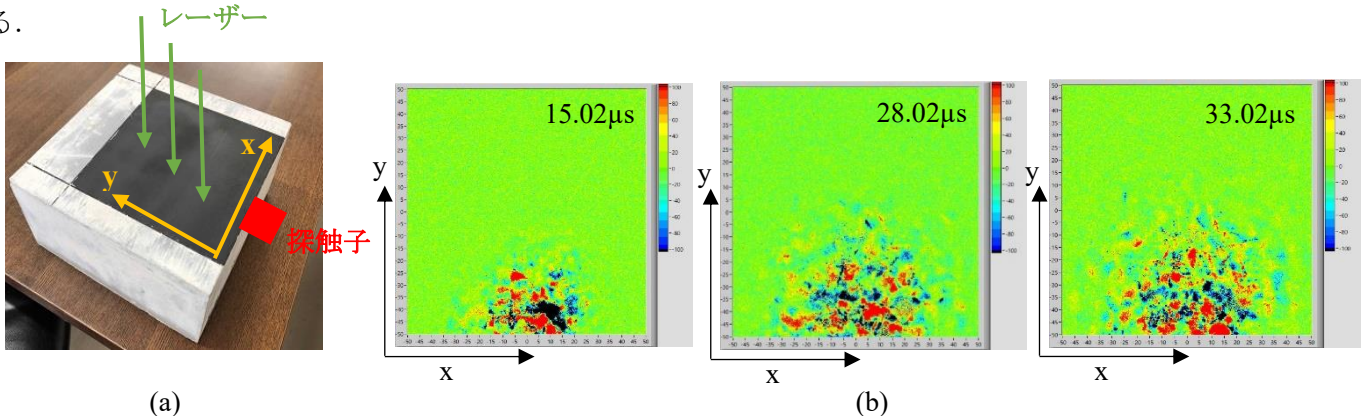


図 2 : (a)プローブを直接設置した時の超音波の受信 (b)コンクリート供試体の可視化結果

(b) ジェルパッドを用いて超音波を受信した場合

図 3(a)のように, ジェルパッド (八十島プロシード社, Echo Gel PAD) の上にプローブを設置して, 超音波を受信することで, 超音波の可視化を行った。超音波発生後, 15.02 μ s, 28.02 μ s, 33.02 μ s の Wavefield を可視化した結果を図 3(b)に示す。ジェルパッド中を超音波が伝搬した後, 供試体との界面で超音波が透過していることがわかる。透過した超音波は, コンクリート内部で骨材によって散乱している様子がわかる。

4. まとめ

光音響法を用いてWavefieldデータを取得し, コンクリート表面の超音波の伝搬を可視化した。コンクリート中の骨材で超音波が散乱している様子が観察できた。ジェルパッドを用いた場合, 入射振幅強度を維持したままコンクリート内部に超音波が透過することがわかった。今後は, コンクリート中の波動伝搬を詳細に調査していきたい。

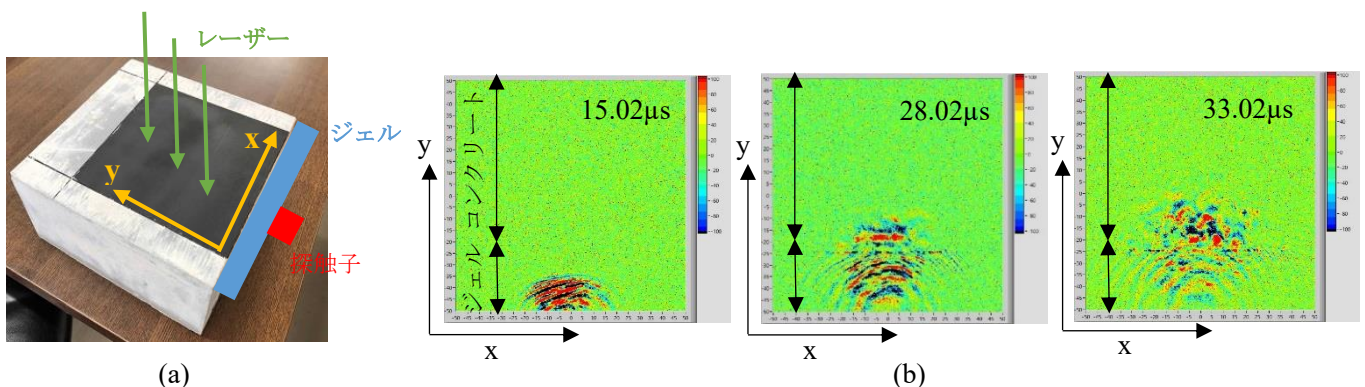


図 3 : (a)ジェルパッドを設置した時の超音波の受信 (b)コンクリートとジェルの可視化結果

参考文献

- (1) B. Koehler, M. Kehlenbach, R. Bilgam, Acoustical imaging / optical measurement and visualization of transient ultrasonic wave fields, Vol.27, Kluwer Academic Publishers, 2004.
- (2) S. Yashiro, J. Takatsubo, H. Miyauchi, N. Toyama, A novel technique for visualizing ultrasonic waves in general solid media by pulsed laser scan, NDT & E International, Vol.41, pp.137-144, 2008.