

L-43

強力空中超音波を用いたコンクリート火害度推定システムの構築

Measurement System for Fire Damage Level of Concrete Wall by Using High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves

○野嶋泰宏¹, 榎本将勝², 廣瀬良介², 大隅歩³, 伊藤洋一³

*Yasuhiro Nojima¹, Masakatsu Enomoto², Ryosuke Hirose², Osumi Ayumu³, Youichi Ito³

Abstract : In this study, we considered a new method by aerial ultrasonic waves and aimed at developing a system based on this method for practical use. The method combines aerial ultrasonic waves and optical equipment. In this report, we developed a system for detecting fire damage by using vibration information obtained from concrete that had been previously exposed to fire, and we attempted to detect the fire damage level of a concrete wall in an experiment.

1. はじめに

火災現場においてコンクリートの火害度分布を推定する方法については、現在、精度の高い検査は破壊試験に限られており^[1], より簡便で正確な非破壊試験方法の開発が期待されている。

ところで、火災現場において実用する際には、ハンドリング良く可動できるシステムであることが要求される。

筆者らはこれまでに、その新手法として強力空中超音波と光学機器を併用することを提案し、その基礎検討を行い、有効な計測方法になり得る可能性があることを明らかにしてきた^[2,4]。

本報告では、上記技術の実用化を目指し、火災現場においても実用可能となる計測システムを構築したので報告する。

2. 計測原理

Fig. 1 に計測原理を示す。図のようにコンクリート壁のある部分が、火災時に高温で受熱されるとコンクリートの化学的な組成が変化し、一般的に表面強度が大きく低下する。この部分を強力空中超音波で強制励振すると、その振動は受熱されていない部分に比べて異なる振動が起こることが予想される。この振動をレーザドップラ振動計 (LDV) で非接触計測し、解析することにより火害度を推定する。なお、使用する強力空中超音波 (駆動周波数 27kHz) は大きな非線形性を有するため、対象の振動は音波に対応した周波数で非線形振動する。この周波数特性も火害度推定の重要なパラメータとなっている。

Fig. 2 に基礎試料として 800°C で焼成したコンクリートに本手法を適用した時のコンクリートの振動特性を示す。結果には、比較のため通常のコンクリートの特性も示している。結果より、焼成したコンクリートは、通常のコンクリートに比べて各周波数成分が増加しており、この振動特性の差異により火害度が推定できる

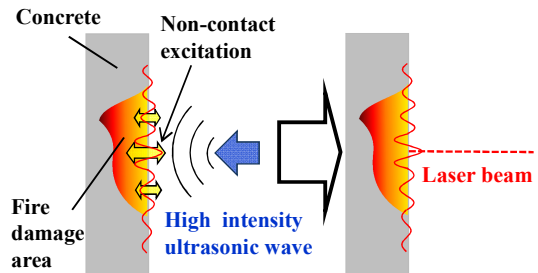


Fig. 1 Schematic view of the measurement principle

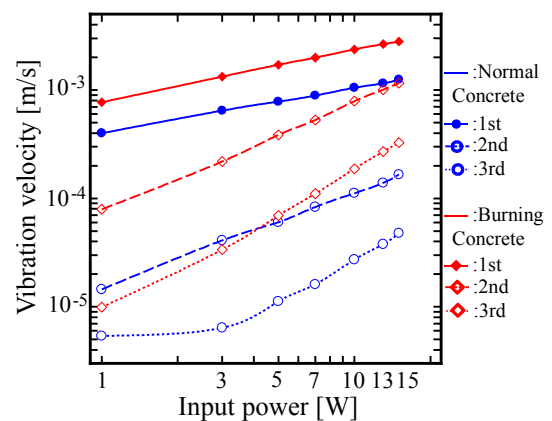


Fig. 2 Relationship between vibration velocity and electric input power supplied to sound source

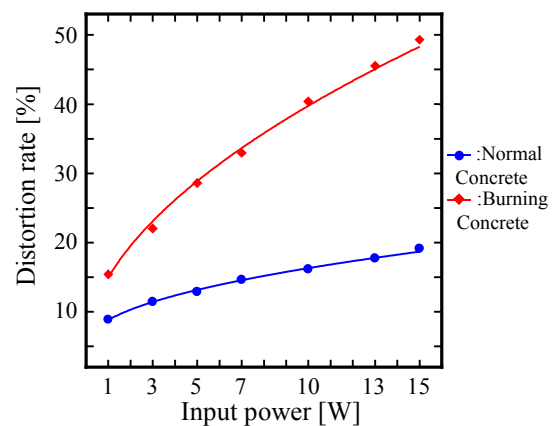


Fig. 3 Relationship between distortion rate and electric input power supplied to sound source

ことが分かる。また、Fig. 2 の結果を、振動の高調波成分の割合で示し直した結果が Fig. 3 である。高温で焼成した試料ほど高調波成分が大きくなっており、これを利用することで火害度推定が明確に行える。

3. 計測システムの構成

Fig. 4 に計測システムの概要を示す。本計測システムは、強力空中超音波音源^[5]（駆動周波数 27kHz）と計測用レーザヘッドが一体化したセンサヘッド、データ収集用のデータロガー、音源駆動用コントローラ、LDV コントローラ、および音源並びに LDV の制御、計測データの処理と結果の表示を行う PC で構成される。強力空中超音波発生用の音源は、レーザーヘッドとコンパクトに組み合わせるために改良した縞モード振動板式の点集束型音源（駆動周波数 27kHz）を使用する。なお、照射音波は常に一定の強度になるように音源駆動用コントローラで制御している。

測定時のフローとして、まず測定壁面に対して集束音波をポイント照射し、同時にその点での壁面の振動を LDV で計測する。計測した信号は、データロガーを介して PC に入力され、PC 内で振動情報を各周波数成分に分割し、振動の高調波成分を算出する。この結果は PC 画面のデータシートに格納されると同時に、測定点に対応したマトリクスで表示される。なお、不具合のデータ箇所のみを再度計測し、その結果は上書きされるようになっている。コンクリート壁の各点での振動の高調波成分は、マッピング処理され、Fig. 5 に示すように画像化される。これにより、ひと目でコンクリート壁の火害状況が、判断可能となる。

4. 計測システムの検証

焼成したコンクリート試料に対して、本計測システムで計測した結果の一例を Fig. 5 に示す。通常のコンクリートと焼成したコンクリートを並列に並べて、マトリクス状に計測を行っている。画面上においては、青から赤くなるほど火害度が大きいことを示しており、本システムを用いることでコンクリート壁面の火害度分布を即座に知ることができる。

5. まとめ

非破壊非接触でコンクリート火害度を推定する手法を提案し、その実用化に向けたシステムを構築し、計測を試みた。その結果、本計測システムは、リアルタイムでコンクリート壁の火害度分布が推定可能であり、火災現場においても使用できる可能性を得た。

6. 参考文献

- [1] 社団法人非破壊検査協会:「新コンクリートの非破壊試験」,技報堂出版株式会社, pp.271-278, 2009.
- [2] 野嶋泰宏, 大隅歩, 伊藤洋一:「強力空中超音波を用いたコンクリート火害度推定の基礎検討」,日本音響学会春季講演論文集, pp.1323-1324, 2011.
- [3] A. Osumi, Y. Sato, Y. Ito “Considerations on the Method of Determining Mortar-Received Heat Using Aerial Ultrasonic Waves with Finite Amplitude” IEEE International Ultrasonic Symposium. Proceeding, pp.2376-2379, Oct, 2010.
- [4] 大隅歩, 野嶋泰宏, 伊藤洋一:「強力空中超音波を用いたコンクリート火害度推定の基礎検討」,電気情報通信学会技術研究報告, (査読無), US2011-82, Vol.111, no.370, pp.31-36, 12 月, 2011.
- [5] 伊藤洋一:「縞モード振動板並びに放物面反射板を用いた一点集束型空中超音波音源」,音響学会誌, Vol.46, pp.383-390, 1990.

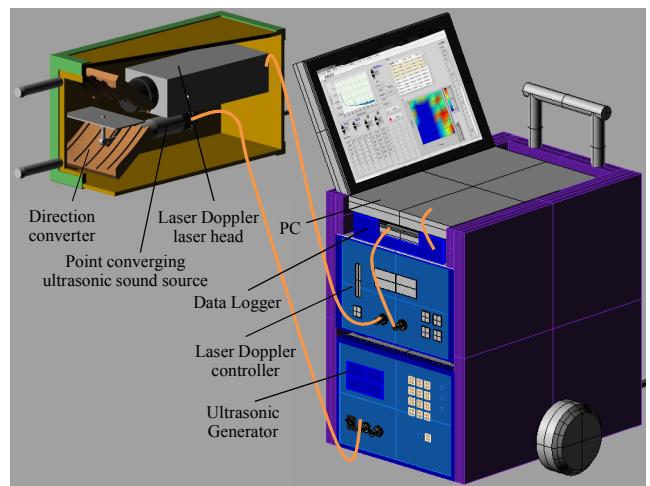


Fig. 4 Schematic view of measurement system

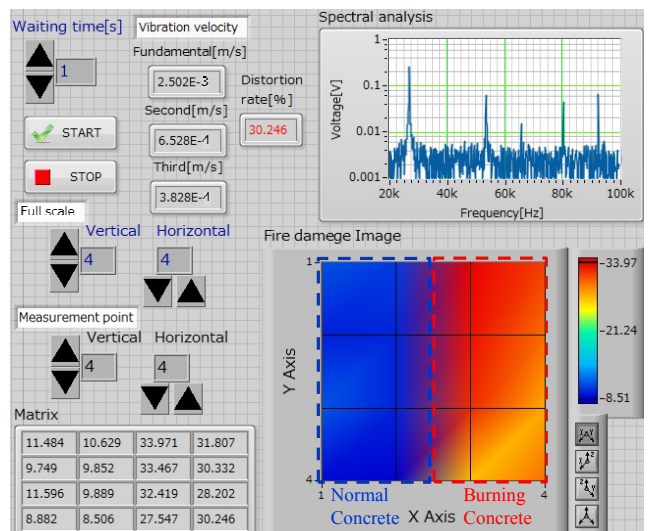


Fig. 5 Result of experiment by measurement system