

**強力空中超音波を用いたコンクリート内部火害の微破壊非接触計測の試み**  
**A study of slight destructive and non-contact method for estimation fire damage level in concrete**

○大隅歩<sup>1</sup>, 榎本将勝<sup>2</sup>, 伊藤洋一<sup>1</sup>

\*Ayumu Osumi<sup>1</sup>, Masakatsu Enomoto<sup>2</sup>, youichi Ito<sup>1</sup>

Abstract: At fire sites, the location and of concrete walls in particular provide important information about the cause of fire outbreak. A distribution of fire damage of the surface on the concrete wall is one of them. In this report, we examined a new method in slight destructive and non-contact way to estimate fire damage level in concrete.

1. はじめに

火災現場におけるコンクリート壁面には、火災の原因となった重要な情報が多く含まれている。特に深さ方向の火害影響を知ることは、建物の再使用可否や修復の規模を決定する上で非常に重要である。

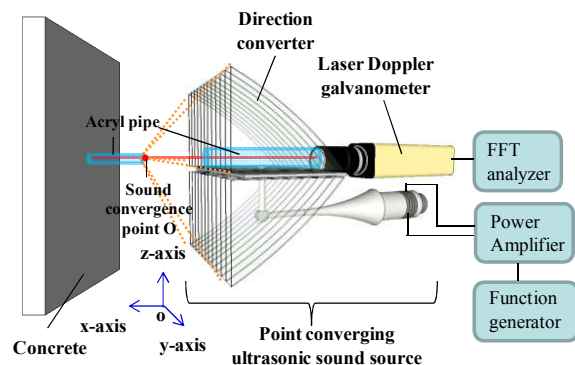
本報告では、強力空中超音波を用いたコンクリートの深さ方向の火害影響を微破壊非接触<sup>[1]</sup>で推定する方法を検討している。

2. 実験装置と方法

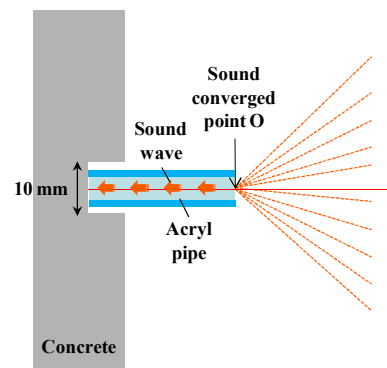
Fig. 1 (a) に実験装置の概略を示す。強力空中超音波発生用音源として縞モード振動板式の点集束型音源<sup>[2]</sup>（駆動周波数 27 kHz）を使用する。この音源から放射される音波は、音源開口から約 140 mm の位置に点状に集束する。音源への供給電力 10 W のとき、集束点 O では、基本周波数成分は約 3000 Pa、二次高調波成分は約 1500 Pa、三次高調波成分は約 1000 Pa の極めて強力な音波が発生<sup>[3]</sup>している。このような強力音波が照射されたコンクリート壁面には、それぞれの音波と同じ周波数の振動<sup>[4]</sup>が発生する。

本実験では、深さ方向の火害影響を計測するため、試料を直径 10 mm のスクエアドリルを用いて掘削面が平面になるように掘り、所望の深さの振動特性を測定する。なお、この孔の底面で音圧を一定にするため、Fig.1(b) のようにまず音波集束点に配置したアクリルパイプ（内径 4 mm、長さ 41 mm）に音波を入射させ、これを試料にあけた孔に挿入して音波を伝送させている。

Fig.2 に音波伝送後の孔の底面に照射される音圧分布の計測結果を示す。計測は、厚さ 5mm のアクリル板に 1/8 インチマイクロホン(GRAS 社製 40DP)と同じ直径の孔を作成し、その部分にマイクロホン



(a) Experiment system used



(b) Enlarged view

Figure 1 Schematic view of experiment system used

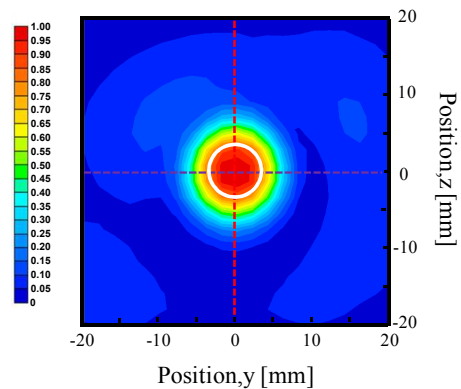


Figure 2 Sound pressure distribution on the surface of

1 : 日大理工・教員・電気 2 : 日大理工・院・電気

を挿入し、対象表面の音圧分布を計測した。

結果より、白枠で囲まれた領域は、ほぼ同じ音圧の音波が照射されていることが分かる。すなわち、掘削した孔の底面全体に渡ってほぼ同じ音圧の音波が照射される。

実験時は、このような音波で励振させたコンクリート孔の底面の振動特性を、音源後方に設置されたレーザドップラ振動計(小野測器社製 LV-1610)で計測し、FFT アナライザで周波数解析する。

### 3. 試料の作成

実験試料として用いる材料は、1 辺が 250 mm、厚さが 50 mm のコンクリート板を 6 等分したブロック (120 mm×80 mm) である。

本検討では、加熱処置を施していない試料に加えて、電気炉で 800 °C、35 分加熱し、5 分間の水冷の後、空气中で 60 分自然冷却した試料を用意した。

### 4. 実験結果

実験は、音源への供給電力 10 W 一定で行い、測定位置は試料の中心付近の 5 点とし、それらを平均した値で結果を示す。

加熱していない試料の振動特性を Fig.3 に示す。図は横軸にコンクリートの深さ方向の距離を示し、縦軸に振動速度を示している。結果より、振動速度の各周波数成分は、深さ方向に対してほとんど変化が見られない。

次に、加熱した試料の振動特性を Fig.4 に示す。結果より、振動速度の各周波数成分は、試料表面付近では加熱していない試料の約 2 倍の大きさで振動している。

また、計測位置が深くなるにつれて加熱していない試料の振動特性(Fig.3)に近くなる傾向がみられる。これは、コンクリート内部の火害影響を示している可能性がある。

なお、試料表層においては振動速度がやや小さくなっていった。

### 5. まとめ

強力空中超音波音源とレーザドップラ振動計から成る計測装置を用いて、加熱したコンクリートブロックの深さ方向の火害影響について計測を試みた。

その結果、コンクリートにあけた直径 10 mm の

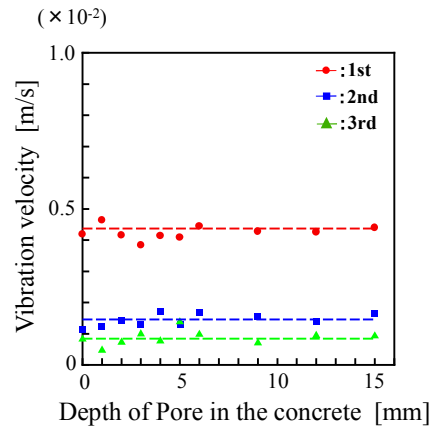


Figure 3 Vibration velocity at the each frequency (normal concrete sample)

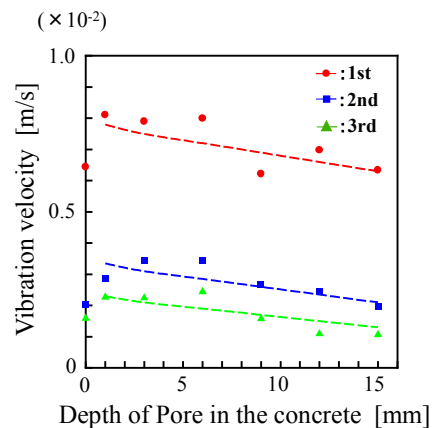


Figure 4 Vibration velocity at the each frequency (burning concrete sample)

孔の底面の振動特性を測定することにより、深さ方向の火害影響を推定できる可能性があることがわかった。

### 6. 参考文献

- [1] 大隅歩, 榎本将勝, 伊藤洋一:「強力空中超音波を用いたコンクリートの深さ方向の火害度推定の試み」, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.84-85, 2013.
- [2] 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.
- [3] 鎌倉友男:「非線形音響学の基礎」, 1996.
- [4] Y.Ito, A.Oosumi, N. Asakura:「Examination of Noncontact Excitation of Acrylic Board Using High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves Having Finite Amplitude」, J. J. Appl. Phys, Vol. 47, pp. 4292-4295, 2008.