

強力空中超音波を用いた固体材料の内部欠陥検出
Detecting internal defect in solid material by high intensity aerial ultrasonic wave

○小林寛政¹, 池田拓央², 大隅歩³, 伊藤洋一³

*Hiromasa Kobayashi¹, Takuhisa Ikeda², Ayumu Osumi³, Youichi Ito³

Abstract: We propose a new method that detecting internal defect in solid material by high intensity aerial ultrasonic wave. This method is noncontact and nondestructive way. In this report, we attempted to detect internal defect in solid material by this method.

1. はじめに

強力空中超音波 (20 kHz~50 kHz) を固体材料に照射して非接触で励振させ、発生した振動を光学的に非接触で検出・解析することにより、材料内部の欠陥を検出する方法^[1, 2]について基礎検討を行っている。本報告では、疑似欠陥を設けたアクリル材を試料として、検出実験を行ったので報告する。

2. 実験装置と実験方法

Fig. 1 に実験装置の概略を示す。強力空中超音波の発生には、縞モード振動板式点集束型超音波音源^[3] (駆動周波数 26.8 kHz) を使用した。この音源は、音源開口から約 134 mm の位置で約 10 mm の円形断面内に音波が集束する。Fig. 2 に、集束点における音波強度特性を示す。極めて高い音圧の空中超音波が照射されるため、基本波に加えて整数次の高調波が発生する非線形超音波になっている。

実験方法は、音波集束点付近に被測定試料を設置し、試料表面の振動を音源後部に設置したレーザドップラ振動計 (LDV) により測定し、その出力信号を FFT アナライザで周波数解析する。

実験に使用する試料の外観を Fig. 3 に、詳細を Table 1 に示す。試料の中央に直径 D、試料表面から欠陥部までの厚みが L となるような円柱状の穴を設け、これを疑似欠陥 (空隙) として用いた。なお、試料はアクリル製である。

Table 1. Detail of the samples

| Sample No. | D [mm] | L [mm] | Sample No. | D [mm] | L [mm] |
|------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| No.1 | 10 | 2 | No.6 | 20 | 10 |
| No.2 | 10 | 6 | No.7 | 30 | 2 |
| No.3 | 10 | 10 | No.8 | 30 | 6 |
| No.4 | 20 | 2 | No.9 | 30 | 10 |
| No.5 | 20 | 6 | - | - | - |

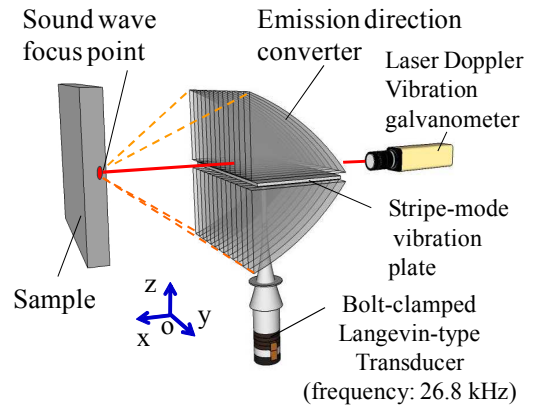


Figure 1. Ultrasonic source and device used for experiment

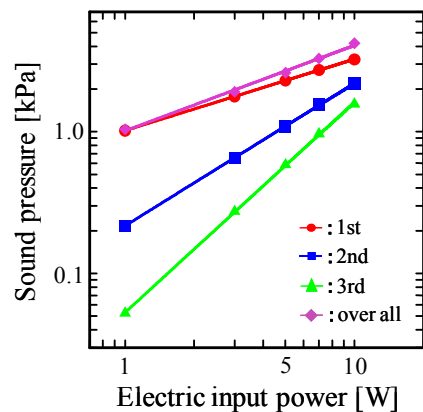


Figure 2. Characteristics of ultrasonic waves at the focus point

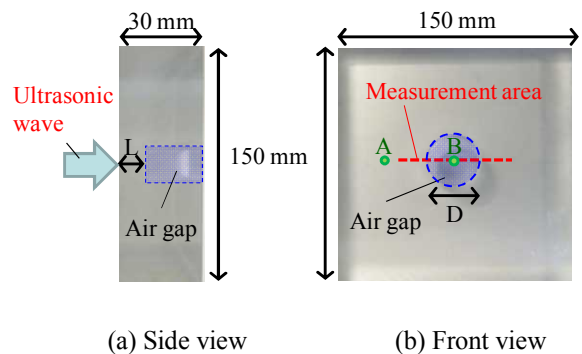


Figure 3. Detail of samples

1 : 日大理工・院・電気 2 : 日大理工・学部・電気 3 : 日大理工・教員・電気

3. 疑似欠陥の検出実験

3 - 1. 振動速度 - 供給電力特性

Fig. 4 は, Fig. 3 に示す A 点と, B 点における供給電力に対する振動速度特性を試料 NO. 4 について示したものである. なお, A 点は健全部, B 点は欠陥部中央付近の結果である. 図より, 両者の特性には振動速度の大きさ, 及び特性曲線の傾きに明確な違いがあり, これらの情報を用いることによって, 欠陥を検出できる可能性がある.

3 - 2. 疑似欠陥部付近の振動速度特性

各試料において, Fig. 3 (b) に示す破線に沿って順次点集束音波を照射し, その振動特性を測定した. なお, 音源への供給電力は 5 W 一定とした.

Fig. 5 は, 試料欠陥部付近の振動速度分布の一例である. 結果より, 欠陥部の振動速度は, 健全部のものよりも明らかに大になっており, 高調波成分の振動速度分布もほぼ同じ傾向を示している. また, 試料表面から欠陥部までの厚み L が薄いほど振動速度は大きくなり, 欠陥部の形状をよく検出している様子が見られる.

また Fig. 6 は, 各試料の欠陥の検出限界を示している. 結果より, 欠陥の直径 D が大きくなるにつれて, 欠陥のエッジ部分までを完全に検出できる限界が深くなっていることがわかる.

4. まとめ

強力空中超音波(周波数 26.8 kHz)を用いて, 固体材料の内部欠陥を検出する方法を提案し, 材料内部の欠陥検出についての基礎検討を行った.

その結果, 欠陥の寸法・深さによって振動速度の各成分にはある程度傾向があり, 本手法において材料内部の欠陥を検出できる可能性があることが分かった.

5. 参考文献

- [1] A. Osumi, H. Kobayashi, Y. Ito : “Basic Study of Detecting Defects in Solid Materials Using High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.51, pp07GE04 1-6, 2012.
- [2] 小林, 大隅, 伊藤: 「強力空中超音波を用いた固体材料の内部欠陥検出—アクリル材料を用いた基礎検討—」, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, pp.1321-1322, 2012.
- [3] 伊藤: 「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.

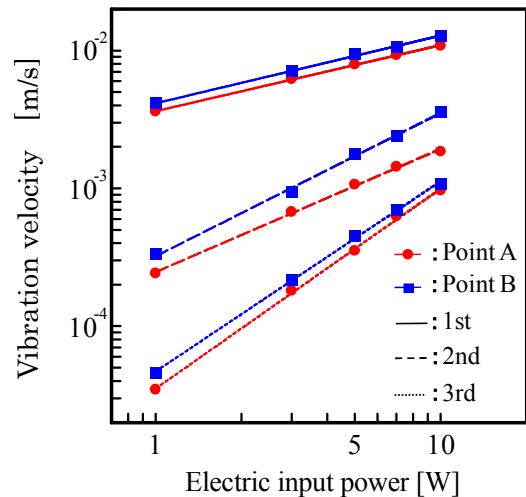


Figure 4. Characteristic of vibration velocity about point A and B when changed electric input power

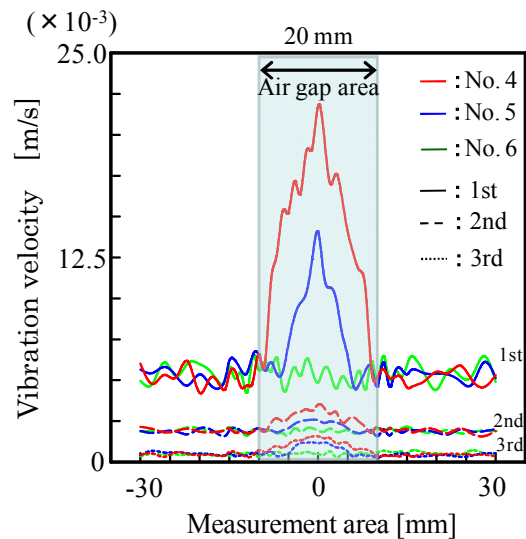


Figure 5. Distribution of vibration velocity by using sample of 20mm in diameter of the air gap

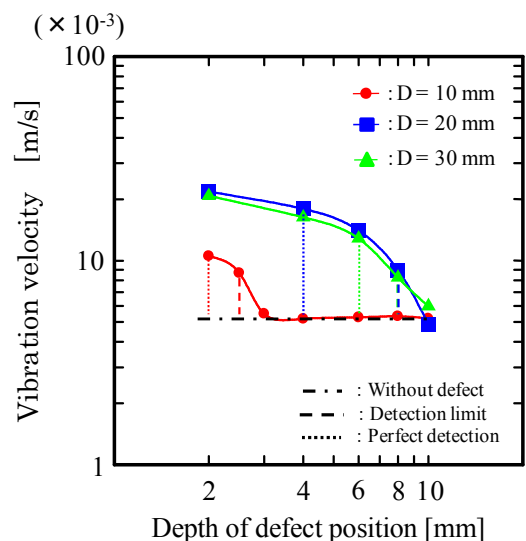


Figure 6. Detection limit of defect about each samples