

強力空中超音波による非接触非破壊検査技術の検討  
-位相差による検出-

A Fundamental Study of Non-contact and Non-destructive Method by High-intensity Aerial Ultrasonic Wave  
- Detecting Detect by Phase Difference -

○大隅歩<sup>1</sup>, 伊藤洋一<sup>1</sup>

\*Ayumu Osumi<sup>1</sup>, Youichi Ito<sup>1</sup>

Abstract: In this study, we proposed a new technique in a noncontact and nondestructive manner by high-intensity aerial ultrasonic waves. In this report, we detect a defect in a solid material to measure the phase difference of the vibration velocity on the surface of object.

1. はじめに

強力空中超音波と光学機器を組み合わせた新たな非接触非破壊検査法を提案し、対象表面の振動速度の振幅分布を解析することで、対象内部の欠陥を検出する方法を提案している<sup>[1]</sup>。本報告では、欠陥部における振動速度の位相変化に着目し、位相差分布から欠陥検出を行い、振幅分布との比較を試みたので報告する。

2. 実験装置と方法

Fig.1 は、装置の概略図である。装置は点集束型超音波音源<sup>[2]</sup>とレーザドップラ振動計(LDV)で構成される。実験は、図のように計測する対象面を y 軸に垂直にして音波集束点付近に配置し、これに音波を照射して対象を非接触励振させる。さらに、対象表面の振動速度を音源の背後に配置する LDV を用いて非接触で計測する。なお、LDV は音場から影響を受ける領域が存在するので、計測用レーザ光を図のようにアクリルパイプで保護している。LDV で検出した振動速度は、FFT アナライザで周波数解析して PC に値を取り込む。また、同時に計測信号をフィルタ、オシレータからの参照信号と比較することで位相差計測を行い、PC に計測した位相差情報が取り込まれる。強力集束超音波の発生には、駆動周波数 26.8 kHz の縞モード振動板式点集束型音源を使用しており、音源開口から 128mm の位置(点 O)に音波を集束させている。

Fig.2 は音波集束点付近における音波集束特性である。図より、直径 10mm の円形状に音波が集束しているのが分かる。なお、集束点においては音源への供給電力 15W において約 5000Pa 以上の極めて強力な音波が発生している。

実験に用いる試料の外観を Fig.3 に示す。本実験で用いる試料は寸法が 150×150×30mm のアクリル板であり、欠陥は 20×20mm の正方形で、表面か

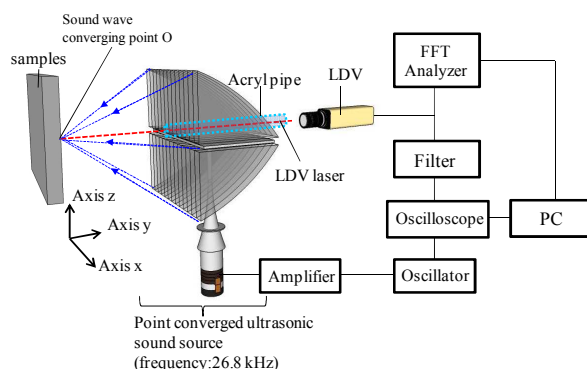


Figure 1 Schematic view of experiment system used

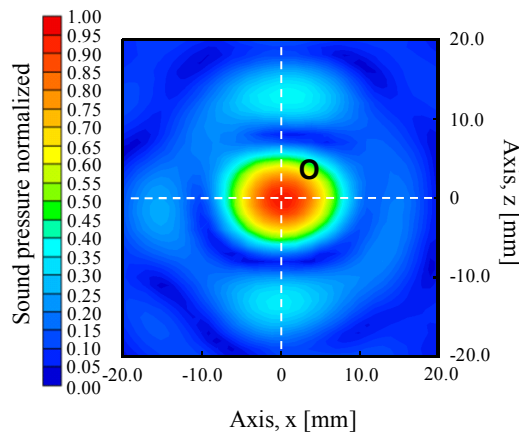


Figure 2 Sound pressure distribution along the x-y plane

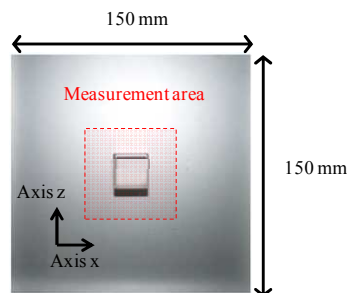


Figure 3 Sample detail and measurement area

1 : 日大理工・教員・電気 2 : 日大理工・院・電気

らの深さ 2mm の位置に設けた。測定範囲は図に示す破線部で、40×40 mm の範囲とし、測定間隔は 1mm ステップとした。また、音源への供給電力を 10W 一定(約 4000 Pa)とした。

### 3. 実験結果

#### 3.1 振動速度分布

Fig.4 に振動速度分布の結果を示す。図(a)は健全な試料、(b)は欠陥がある試料を示している。

結果より、健全試料に比べて欠陥試料の欠陥領域では健全な部分よりも大きく振動しており、欠陥が検出出来ているのがわかる。一方、欠陥領域全体に振動モードが発生しており、欠陥の本来の形状である正方形と比べると中心付近は周りに比べて振動速度が低く、欠陥が無いように映像化されている。

#### 3.2 位相差分布

Fig.5 に位相差分布の結果を示す。図(a)は健全な試料、(b)は欠陥がある試料を示している。

結果より、欠陥試料では健全試料と異なり、欠陥領域の中心に向かって徐々に位相が大きく変化し、欠陥部を検出出来ているのが分かる。一方で、欠陥部と健全部の境界は明確に映像化できない。しかしながら、振動速度分布と位相差分布を組み合わせると、両結果の中心付近の検出値は互いに補填しあっており、欠陥部分を比較的良好に示している。

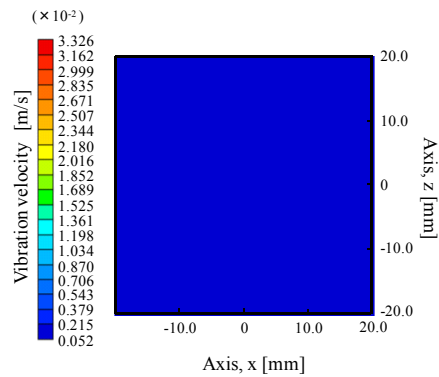
### 4. まとめ

欠陥部における振動速度の位相変化に着目し、位相差分布から欠陥検出を行い、振幅分布との比較を試みた。

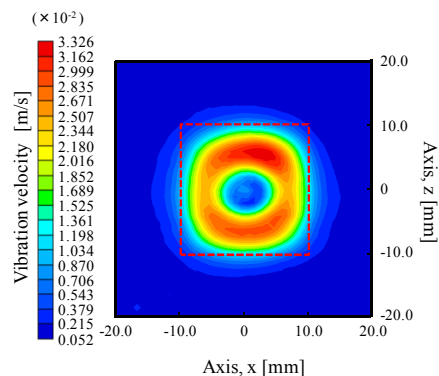
結果より、位相差分布を用いても欠陥を検出することが可能であり、振幅分布と組み合わせると評価することで、より明確に映像化できる可能性を得た。今後は、種々の材料や複雑な欠陥形状などに本手法を適用していく。なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金 (25870784) の援助を得て行われたものである。

### 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」, Japanese Journal of Applied Physics. **51**. 07GE04. 2012
- [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, **46**, pp. 383-390, 1990.

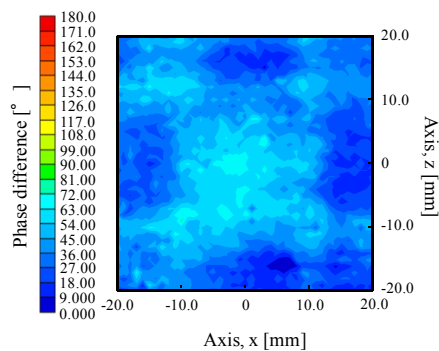


(a) Without defect

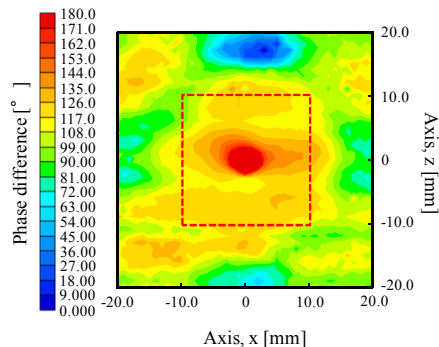


(b) With defect

Figure 4 Vibration velocity distribution on the surface of object



(a) Without defect



(b) With defect

Figure 5 Phase difference distribution of vibration velocity on the surface of object