

L-8

## 強力空中超音波を用いた金属き裂検出

## Detecting crack in metal by high intensity aerial ultrasonic wave

○島田裕也<sup>1</sup>, 大隅歩<sup>2</sup>, 伊藤洋一<sup>2</sup>\*Yuuya Shimada<sup>1</sup>, Ayumu Osumi<sup>2</sup>, Youichi Ito<sup>2</sup>

Abstract: We propose a new method that detecting crack in metal plate by high intensity aerial ultrasonic waves. This method is noncontact and nondestructive way. In this report, we attempted to detect crack in metal plate by high intensity aerial ultrasonic waves and optical equipment.

## 1. はじめに

き裂のある金属試料に強力空中超音波を照射することにより、き裂を検出する方法について基礎検討を行っている。本報告では、超音波振動の疲労破壊により金属板に生じたき裂<sup>[1,2]</sup>を対象に、その検出についての試み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<sup>[3]</sup>（駆動周波数 19.6 kHz）を使用した。この音源は、音源開口から約 141 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、集束点における照射音波特性を示す。図より、音波は極めて強力であるため、基本波に加えて整数次の高調波が発生している。

実験方法は、音波集束点付近に試料を設置し、試料表面の振動を音源と反対側に設置したレーザードップラ振動計（LDV）により測定し、その出力を FFT アナライザで周波数解析する。また、LDV の代わりに 1/8 インチコンデンサマイクロホンを用いて音圧を測定する。

Fig. 3 は実験に使用する試料の外観であり、厚さ 2mm のジュラルミン板である。この板を長時間超音波励振することにより、図のような疲労き裂を発生させた。

## 3. 亀裂の検出

## 3-1. 振動速度特性

Fig. 3 の点線で囲んだ部分（20×20mm）に対して

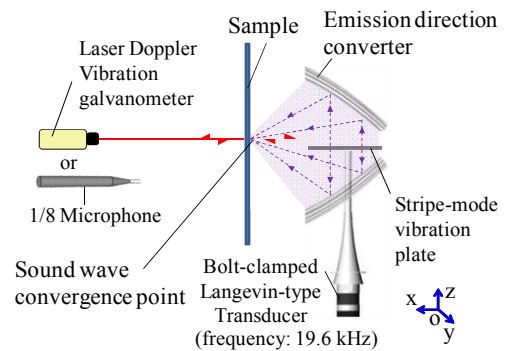


Figure 1. Ultrasonic source and device used for experiment

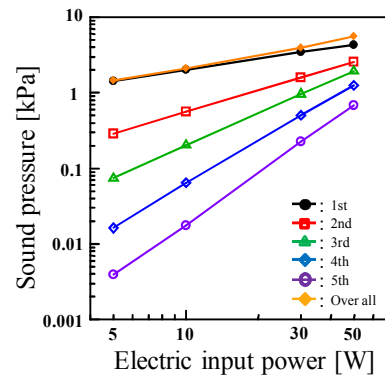
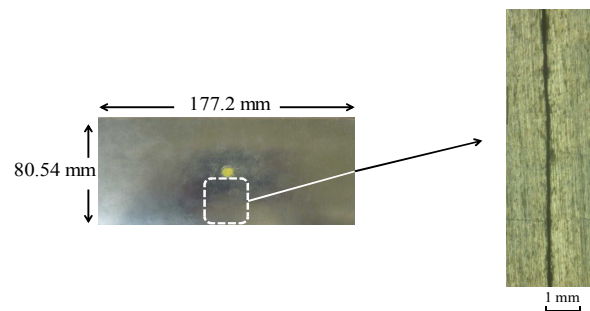


Figure 2. Characteristics of ultrasonic waves at the focus point



(a) Front view

(b) Enlarged view

Figure 3. Detail of sample

順次位置を変えながら点集束音波を照射し、対応する位置での振動特性を LDV により測定した。なお、音源への供給電力は 50 W 一定 (約 6000 Pa) とした。

Fig. 4 (a) ~ (c) は、き裂部周辺の振動速度分布の測定結果であり、基本波および 2 次, 3 次高調波の結果を示している。測定は 0.1mm ステップで行い、計 4000 点を測定した。赤色は振動速度値が高く、青色は低い値であることを示す。結果より、試料には照射した音波と同じ周波数の基本波および整数次高調波の振動が発生している。また、き裂部を境に速度分布が大きく変化しているのがわかる。

### 3-2. 音圧特性

Fig. 5 (a) ~ (c) は、上記と同様の範囲をマイクロホンにより音圧を金属板から 0.1mm の距離を測定した結果で、赤色は音圧が高く、青色は低い値であることを示す。結果より、いずれの周波数においてもき裂に沿って高音圧の分布が現われており、き裂を明確に検出できているのがわかる。また、周波数が高いほど、より明瞭に検出できることがわかった。

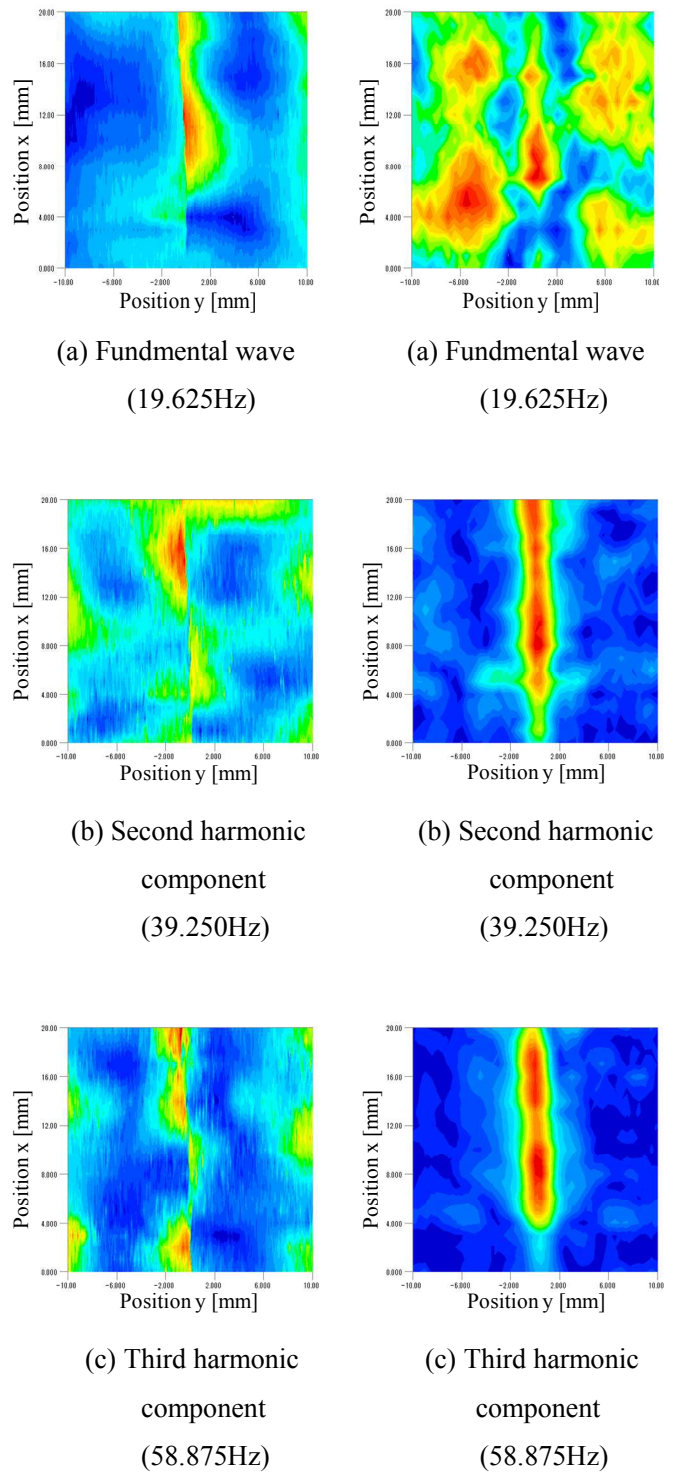
### 4. まとめ

強い非線形性を有する強力空中超音波を用いて金属板に発生したき裂を検出する方法を提案し、その基礎的な検討を行った。

その結果、金属板には照射音波と同じ周波数の振動が発生しており、き裂を境に振動速度が急激に変化していた。また、き裂に沿って高い音圧の分布が生じていることがわかった。これらのことから、本手法により金属き裂を検出できる可能性があることがわかった。

### 5. 参考文献

[1]山口, 他, IHI 技報, 51 (4), 63-67, 2011.  
 [2]山中, 他, 非破壊検査, 56 (6), 280-285, 2007.  
 [3]伊藤, 音響学会誌, 46 (5), 383-390, 1990.  
 [4]S. Horinouti, M. Ikeuchi, Y. Shintaku, Y. Ohara, and K. Ymanaka. Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012), 07GB18.



**Figure 4.** Vibration velocity distribution on the surface

**Figure 5.** Sound pressure distribution on the surface