L-26

強力空中バースト超音波を用いた金属板き裂の非接触検査の試み

Non-contact detection crack in metal plate by high intensity aerial burst ultrasonic wave

○髙薄和史¹, 大隅歩², 伊藤洋一²

*Kazufumi Takasusuki¹, Ayumu Osumi², Youichi Ito²

Abstract: In this study, we investigate to detect a micro crack in metal plate by high-intensity aerial ultrasonic waves. In this report, it is confirmed to be possible to image the micro crack in metal plate by proposed method.

1. はじめに

工業製品や構造物に生じる疲労き裂や応力腐食割れ は、それが起点となり重大な欠陥・破損に繋がる恐れ があるため、早期発見が望まれる.これらのき裂や欠 陥の検出については、超音波探傷(反射法・透過法)^[1, 2] が一般的に使われるが、被検査対象に超音波探触子を 直接接触させる必要があるため、表面の状態によって は計測が困難な場合もある.

本研究は、き裂を有した金属板に強力空中超音波を 照射した際に生じる振動を、光学的に非接触で計測し、 き裂をイメージングする方法について検討を行ってい る.

先行研究において、本提案手法によるき裂のイメージングの可能性⁽³⁾を示したが、連続的に音波を照射しているため板面には振動モードが発生し、き裂のイメージング精度に影響を与えていた.そこで、本報告ではバースト音波を用いた短時間照射によるイメージング⁽⁴⁾手法について検討を行っている.

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は,駆動周波数40 kHz のトランスデューサを直径300 mm の球殻の一部に240 個均等に配置し,放射音波を球の中心に集束させることで実現している.

実験は、図のように音波集束点付近に試料を配置し、 試料表面の振動を音源後方に設置したレーザドップラ 振動計により計測する.音源の立ち上がり時間を考慮 して,音源への入力バースト信号は5サイクル、繰り 返し周期を100 ms とした.

Fig. 2 に音波集束点での照射音波波形を示す. 図より, 音波は音源駆動開始時から 470 μs 後に集束点に到達し, その後 170 μs 後にピークを示している.

3. き裂試料について

Fig. 3 は実験に用いたき裂試料の概観であり,縦81 mm,横177 mm,厚さ2 mmのジュラルミン板を



Fig. 1 Experimental device



Fig. 2 Waveform of sound wave



Fig. 3 Overview of experimental sample

^{1:}日大理工・院・電気 2:日大理工・教員・電気

駆動周波数 20 kHz で過負荷励振させて疲労き裂を発生させている.

デジタルマイクロスコープで観測したところ,金属板に は最大幅約 50 μm のき裂が生じていた.

4. 実験結果

Fig. 4 に, Fig. 3 の点 P における音波照射時の振動波形を 示す.結果において,音波の到達時刻 470 μs(図中の P₁)以前 に振動が観測されている.これは,最も外側に配列したト ランスデューサから放射された音波が音波集束点に入射す る前に,その一部が試料面に到達したことにより励振され た振動である.そこで,実験では音波が集束点に到達する 470 μs 直後のピークを P₁とし,これ以降の点 P₂~P₄の時刻 における振動速度を用いて,き裂のイメージングを行う.

Fig. 5 (a)~(d)に結果を示す. 結果より,図(a)に示す P₁の 時刻では,振動速度が小さいため SN 比が低く,しかも健全 な部分の振動も大きいため,き裂が明瞭にイメージングで きない.次に,図(b)に示す P₂の時刻では,き裂部(y=0)を境 に y 方向の振動分布が不連続になっており,き裂が鮮明に イメージングされている.これに対し,図(c)に示す P₃の時 刻では,き裂部以外の箇所で振動モードの発生が顕著にな りつつあり,イメージング精度が低下している.さらに図(d) の結果では,振動モードが顕著に現れている.以上の結果 より, P₂における時刻で振動情報を取得することで,振動 モードの発生を抑えつつ,かつき裂を鮮明にイメージング することがわかった.

5. まとめ

強力空中超音波と光学機器を用いて、金属板のき裂を検 出する手法のイメージング精度の向上のための、短時間バ ースト音波照射を用いた方法について検討を行った.

その結果,音波が集束点に到達した直後の数波目の時刻 の振動情報を用いてき裂のイメージングを行うことで,計 測対象面での振動モードの発生を抑え,き裂のイメージン グ精度を向上できることがわかった.

6. 参考文献

- 谷村康行,非破壊検査基礎のきそ,108-111,126-134, 2011 年
- [2] 谷村康行,超音波探傷基礎のきそ,50-59,2013年
- [3] 島田,他,音講論(春),1275-1276,2014
- [4] A. Osumi, T. Saito, Y. Ito, Jpn. J. Appl. Phys, 54(2015), 7S1
- [5] 髙薄, 他, 音講論(春), 1219-1220, 2016



Fig. 4 Waveform of vibration velocity at point P on sample



Fig. 5 Imaging of crack using burst wave