29a-B5-11

# 減衰二重節点モデルを用いた閉じた縦き裂の非線形超音波映像の解析

# Analysis on Nonlinear Ultrasonic Images of Vertical Closed Cracks by Damped Double Node Model

**東北大学 [1]　○(PC)神納健太郎 [1]，池内雅子 [1]，小原良和 [1]，山中一司 [1]**

Tohoku Univ. [1] ○(PC)**Kentaro Jinno[1], Masako Ikeuchi[1], Yoshikazu Ohara[1], Kazushi Yamanaka[1]**

**E-mail: b2tm5622@s.tohoku.ac.jp**

【背景】原子力発電プラントや航空機の安全の確保には、き裂の高精度計測が必要だが、閉じたき裂では困難である。我々は分調波に着目して 1 次元解析を行い[1]、SPACE（subharmonic phased array for crack evaluation）を開発して[2]その有効性を示した。しかしき裂における分調波の発生機構はまだ完全には解明されておらず、測定条件の最適化のためにも閉口き裂の 2 次元モデルが必要である。本報では FDTD（finite-difference time-domain）法による減衰二重節点（damped double node: DDN）モデル[3]において、解析条件を実際の測定条件に近付けて行った結果を報告する。

【解析条件】今回は実際の疲労き裂試験片に近付けるため、ノッチの導入と底面に対して垂直な縦き裂モデルへの拡張を行った。入射波は周波数 $f$=8 MHz、3 サイクルの平面波を試験片表面に設けた 32 素子アレイで励振振幅を 160 nm として作り、斜めに伝搬させてその中心がき裂の中心に当たるように設定した。また、き裂に作用する圧縮残留応力を 100 MPa と設定した。

【結果】入射波がき裂に到達した時の z 方向変位を用いたスナップショットを図 1 に示した。ノッチ先端（N）と、き裂上端（V1）と下端（V2）での散乱波が観察された。次に、受信波に SPACE のアルゴリズムを適用した。非線形散乱の V1 と V2 には分調波（周波数 $f$/2）が含まれるので 2～6 MHz のフィルタを用いた SA（subharmonic array）像を図 2 に示した。SA 像では V1 を映像化することが出来た。N と底面（B）は基本波成分の漏れ[4]である。しかし、これらは適切な信号処理を行うことで取り除くことができ、本モデルはその最適化に利用することが出来る。

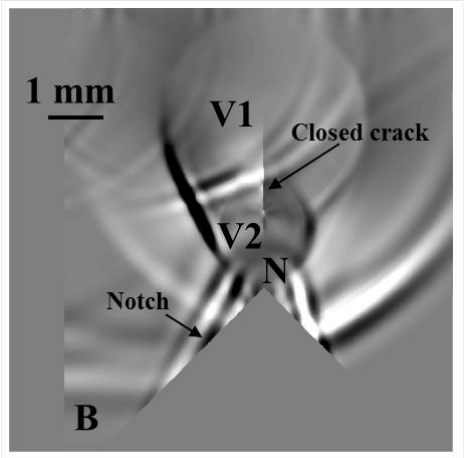


図 1　スナップショット結果

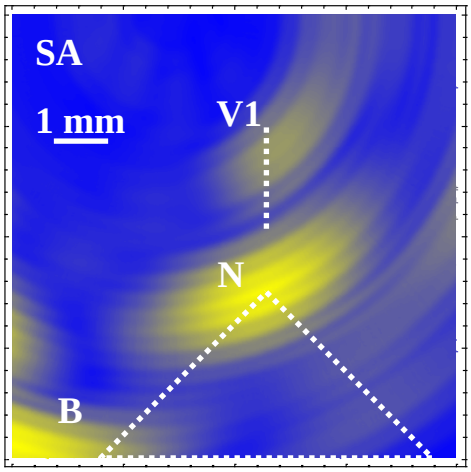


図 2　SA 像結果（2~6 MHz）

参考文献
[1] K. Yamanaka, T. Mihara, T. Tsuji, Jpn. J. Appl. Phy., 43(2004) 3082.
[2] Y. Ohara, T. Mihara, R. Sasaki, S. Yamamoto, K. Yamanaka, Appl. Phys. Lett., **90** (2007) 011902.
[3] K. Yamanaka, Y. Ohara, M. Oguma, Y. Shinkaku, Appl. Phys. Exp., **4** (2011) 076601.
[4] Y. Ohara, S. Horinouchi, M. Hashimoto, Y. Shintaku, K. Yamanaka, Ultrasonics, **51** (2011) 661.



© 2013 年　応用物理学会