周波数フィルタリングレーザ超音波法による硬化層厚さ測定

Measurement of hardened layer thickness by frequency filtering laser ultrasonics

Hitachi, Ltd. R& D Group [1], Univ. of Nottingham[2], °Yong Lee[1], So Kitazawa[1], Rikesh Patel[2]

E-mail: yong.lee.ak@hitachi.com

1. はじめに

レーザ超音波技術は、非接触超音波検査技術として注目されている[1]。我々は、安価で小型かつ高ロバストなレーザ超音波装置の実現を目指し、スペックルナイフエッジ光検出器(SKED)[2]を用いたレーザ超音波装置(SKED レーザ UT)を検討している。前回我々は、この SKED レーザ UT を用いて、デフォーカス励起による硬化層厚さ測定の高精度化の可能性を示した[3]。今回は代替法として、周波数フィルタリング法による硬化層厚さ測定の高精度化の検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験方法

超音波の表面波速度と硬化層厚さ間の相関性から、硬化層厚さを測定することができる[4]。高精度で硬化層厚さを測定するためには、硬化層厚さ程度の波長（周波数）を有する表面波を用いることが重要である。典型的な硬化層厚さであるミリメートル程度の厚さを測定するためには 1 MHz 程度の低周波の表面波が必要である。しかし、一般にレーザ超音波法で用いられる励起用レーザのパルス幅は 10 nsec 以下であり、励起される表面波の周波数は数 MHz 以上である。そこで、1 MHz のカットオフ周波数を有する電気のローパスフィルタ(1-MHz LPF)を用いて、低周波の表面波を選択的に検出して、硬化層厚さの測定を行った。比較のために 1.7 MHz LPF の場合と LPF を用いない場合の測定も行った。測定に用いたサンプルは、鋼鉄に浸炭焼入れにより硬化層（厚さ：0～3 mm）を形成したものである。

3. 実験結果

Fig. 1 に 1 MH z カットオフのローパスフィルタ(1 MHz LPF)を用いた場合の表面波時間波形の伝搬距離(L)依存性を示す。表面波速度は、表面波の時間波形の最大ピーク値の伝搬速度より求めた。

Fig. 2 に実験で得られた表面波速度の硬化層厚さ依存性を示す。より低周波の表面波速度を用いることで、比較的厚い硬化層に対して、硬化層厚さの速度依存性が大きくなる傾向がある。この傾向は実験結果（実線）と良い一致を示す[5]。

4. 参考文献

[1] C. B. Scruby and L. E. Drain, “LASER ULTRASONICS”, Adam Hilger, 1990.
[2] S. D. Sharples et al., J. of Physics: Conference Series **520** (2014) 012004.
[3] 李等, 2021 年春季応用物理学会 17a-Z13-5.
[4] 寺久保等, IIC REVIEW, **55** (2016) p.52
[5] Y.Lee et al., to be published in JJAP (2021).

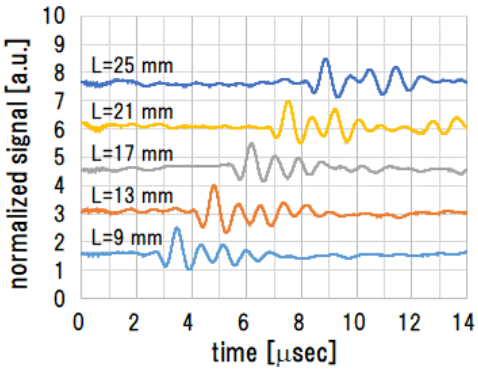

Fig. 1 Temporal waveforms of surface waves as a function of the propagation distance for 1 MHz LPF.

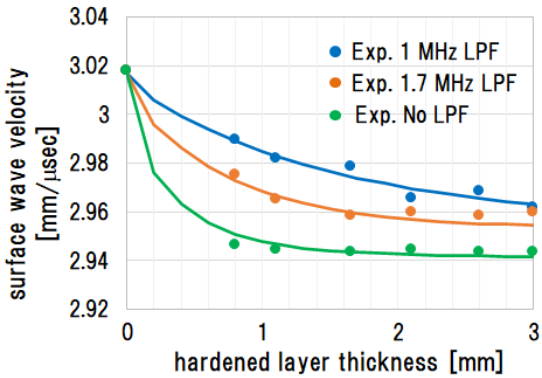

Fig. 2 Surface wave velocities as a function of hardened layer thickness.