

33 外乱振動の影響除去可能な光干渉型振動測定技術の開発

松本哲也，瀧澤由佳子，北川洋一

1 目的

金属、木材等の切断に利用される丸鋸刃は、使用中の安定性向上、騒音低減等の目的で、通常数か所にスリットを切っている。このスリットは各社各様の形状をとっているが、最適な形状とするための制振性能の定量評価を行うことが求められている。

我々が先に開発した電子スペックル干渉型振動測定システム^{1),2)}は非接触かつリアルタイムで2次元振動振幅分布を測定できるため、本ニーズに合致すると思われるが、現場での加振試験時には、周囲の振動により加振振幅(1mm)より遙かに振幅の大きい低周波外乱振動成分が重畳されて制振性能評価ができないという問題があった。

今回、TVカメラの電子シャッター機能を利用し外乱振動の影響除去可能な手法を検討した。

2 実験方法

振動測定機の構成を図1に示す。半導体レーザを光源とし、ビームスプリッタBS₁によりレーザ光を2分割して一方を振動面に照射する。振動面からの散乱光をレンズにより集光後、振動面を経由しない参照光とBS₂により重ね合せ、TVカメラにより撮像する。

得られる画像は、振動の振幅によりスペックルパターン(粒状の干渉パターン)の平均化の度合いが異なる。N枚の画像を入力し、各画素ごとに光強度I(x,y,n)の最大値I(x,y,n₁)から最小値I(x,y,n₂)を減じて1枚の画像を生成する処理(縞生成処理)により²⁾、図2に示す、振動の等振幅線を表す濃淡縞画像が得られる。図中、最も鮮明な白色縞が振幅ゼロの位置を示しており、それから遠ざかるにつれて振幅が増大する。通常はN=10程度で図2の画像を得ることができる。

光学ヘッドと振動面を除振台上に固定することで明瞭な縞画像が得られるが、除振機構のないテーブル上での測定や、或いは光学ヘッドと振動面が別のテーブル上に

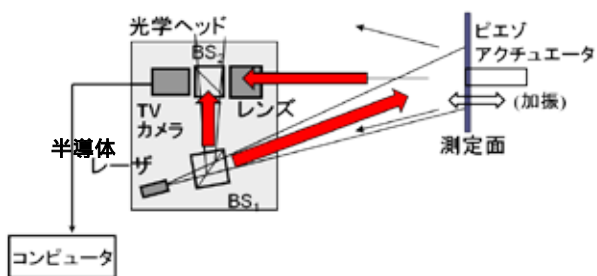
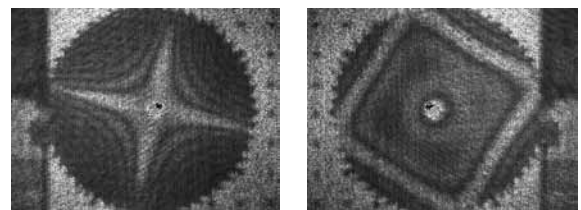


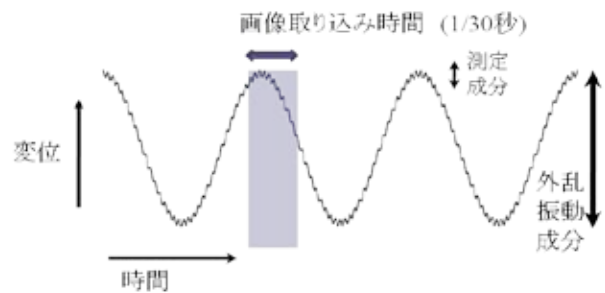
図1 振動測定機の構成

ある場合などでは、床などから伝わる外部の低周波大振幅振動の影響を受けやすい。影響を大きく受けた場合には、図2の縞画像のコントラストが低下し、やがて視認できなくなる。

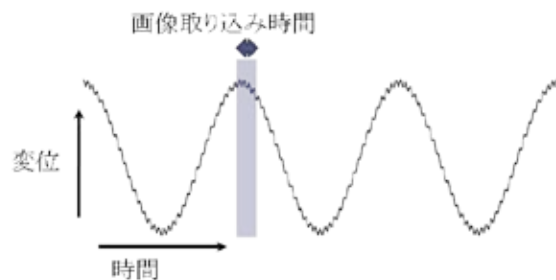
そこで我々は、TVカメラの電子シャッター機能を利用し、コントラストを向上させる手法を考案した。図3(a)に示すように、NTSC規格のTVカメラは1/30秒間隔で画像を生成、伝送している。その間の光強度の平均を取った画像が生成される。(a)に示す変位、周期の外乱振動成分が測定成分に重畳された場合、どのタイミン



(a) 加振周波数 211Hz (b)加振周波数 740Hz
図2 丸鋸刃加振時に測定される振動振幅縞画像の例



(a) 従来の画像取り込み



(b) 電子シャッターを利用した
画像取り込みの短時間化

図3 電子シャッター機能を利用した画像取り込み

で入力される画像も外乱振動の影響によりスペックルパターンが平均化され、ほぼ均一な光強度を取る画像となってしまう。

そこで TV カメラの電子シャッター機能を利用し、(b)に示すように画像取り込み時間の短時間化を行った。取り込み時間を短くすることにより、外乱振動の山、谷での折り返し近傍のみを含む画像が入力される。外乱振動と同期を取らないため、多数枚の画像入力中に、折り返し近傍のみを含む画像が一定の割合で含まれることにより、振動振幅縞画像が次第に鮮明化される。今回の実験では 1000 枚の画像を取り込み、縞生成処理により現れる縞の明瞭度を評価した。なお図から容易に分かるように、この方法は、外乱振動の振幅、周波数とも高くなるにつれて効果が低下する。

またこの手法は、外乱振動成分を実測する必要がなく、また外乱振動の波形によらない、非正常な外乱振動にも適用できる利点がある。

3 結果と考察

丸鋸刃を用い、提案した手法の効果を確かめる実験を行った。用いた刃は、直径 165mm、厚さ 1mm、重量 150g、制振スリット付のものであり、正反射光の影響を避けるため、表面に白色ラッカーを塗布して用いた。加振信号(周波数 765Hz、振幅 0.17mm)と外乱振動信号(周波数 2Hz、振幅 60mm)を重畳させ、ピエゾアクチュエータによって丸鋸刃を加振し、TV カメラの電子シャッター機能(ここでは 1/125 秒に設定)の有無による縞画像の変化を測定した結果を図 4 に示す。電子シャッター機能を用いない場合、(c)、(f)から測定時間 33 秒(N=1000)でも振幅ゼロ付近の白色縞が鮮明に現れていないことが分かるが、1/125 秒の電子シャッターを利用して画像取り込み時間を短くした場合、(e)に示す N=1000 の場合に明瞭な縞が現れて縞のコントラストが向上していることが(g)の光強度分布から分かる。

ただし、電子シャッターにより画像取り込み時間を短くしてゆくと入力画像が暗くなってゆき、1/250 秒に設定した場合には、光量不足の為全く縞が出現しなかった。最適な時間条件について更に検討を進める必要がある。

4 結論

丸鋸刃の制振特性を製造現場で評価するための技術として、電子スペックル干渉による非接触 2 次元振動測定技術を利用し、周囲の外乱振動の影響を除去可能な技術を提案し、実験により性能を確認した。

参考文献

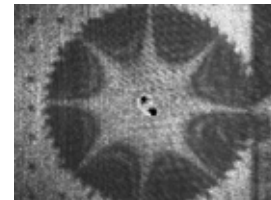
- 1) T.Matsumoto, Y.Kitagawa, N.Kosaka, Y.Kinoshita, M.Shimada and M.Adachi "Vibration frequency measurement with speckle interferometry", Proc.

SPIE, Vol.5602, pp.91-98 (2004)

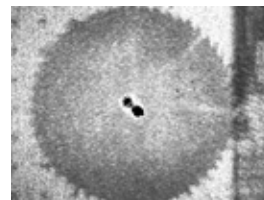
- 2) 松本哲也、北川洋一、小坂宣之、中本裕之、兵庫県立工業技術センター研究報告書、No.13、pp.14-16 (2004)

(文責 松本哲也)

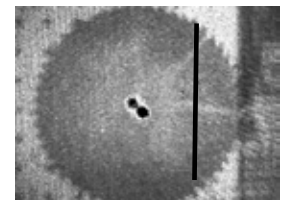
(校閲 三浦久典)



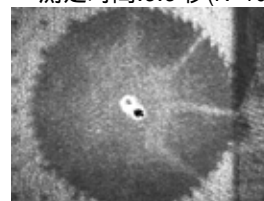
(a) 外乱振動が重畳していない時の振動振幅縞画像



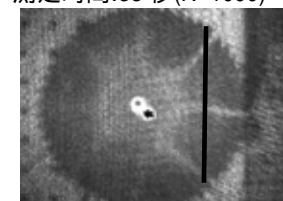
(b) 外乱振動:重畳
電子シャッター:なし
測定時間:3.3秒(N=100)



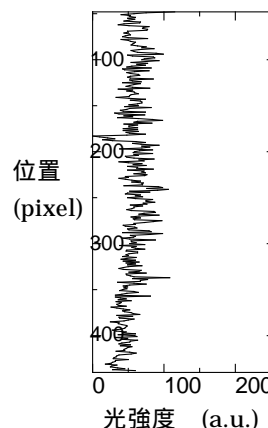
(c) 外乱振動:重畳
電子シャッター:なし
測定時間:33秒(N=1000)



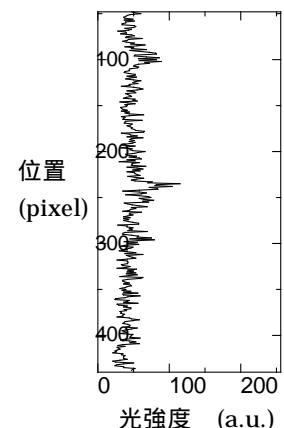
(d) 外乱振動:重畳
電子シャッター:あり
測定時間:3.3秒



(e) 外乱振動:重畳
電子シャッター:あり
測定時間:33秒



(f) (c)の縦断面光強度分布



(g) (e)の縦断面光強度分布

図4 外乱振動重畳時の振動振幅縞画像測定例
(a)の加振周波数 765Hz、振幅 0.17mm
外乱振動の周波数 2Hz、振幅 60mm