

# 家庭用ビデオカメラによる振動測定技術の開発

(株)ニチゾウテック\* 正会員 立川 博啓 正会員 小林 義和  
正会員 畑中 章秀

## 1 はじめに

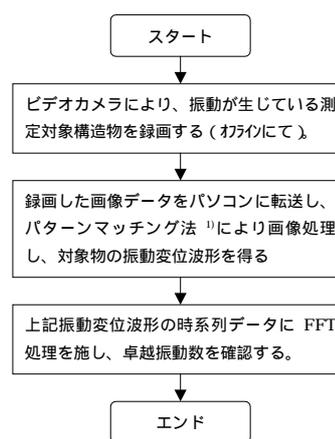
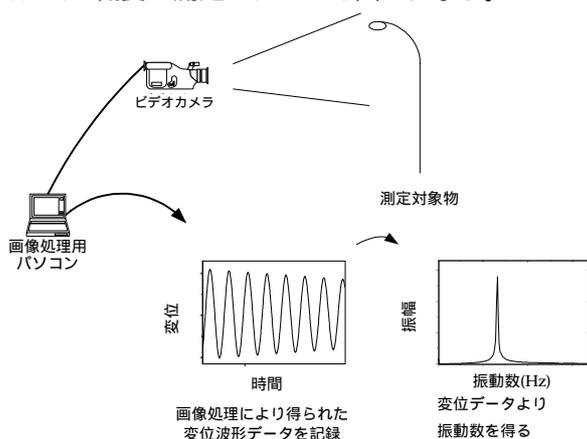
現在、構造物の振動測定を行う場合、加速度計を用いるのが一般的であるが、測定対象物に直接センサーを設置する必要があり、またリード線を配線するための準備作業が伴うため、測定にかかわる費用は無視できないものとなっている。センサーの取付・リード線の配線が不要な光学式変位計の使用も考えられるが、これは計測器自体が高価であり、最適の計測器とは言いがたい。

そこで、本研究開発では、構造物の振動性状（特に卓越振動数の把握に着目する）を簡易・低コストで測定できる測定システムの検討を行った。本システムは、家庭用ビデオカメラ（以後ビデオと記す）の画像データをパーソナルコンピュータ（以後パソコンと記す）に取りこみ、その画像処理により振動変位を測定し、構造物の振動性状を把握しようとするものである。

変位を読みとる画像処理には、パターンマッチング法<sup>1)</sup>を採用した。本法は、標準の画像パターンを用意し、その画像と一致するものあるいは、よく似たものを検索する方法である。

## 2 測定システム概要

本システムの概要と測定のフローを図1に示す。



測定のフロー

注) FFT：高速フーリエ変換

図1 システム概要と測定のフロー

## 3 測定対象物の検討

本測定法を用いる場合、下記の制限に注意が必要である。

### (1) サンプリング周波数の制限

一般的なビデオでは1秒間に30枚の画像を撮影するため、サンプリング周波数は30Hzとなる。ナイキストの標本定理<sup>2)</sup>より振動数分析可能な帯域は、15Hz以下となる。

### (2) 画角の制限

本測定法では、ビデオ画像の解像度が測定器としての変位の分解能となる。一般的なビデオでは、水平方向の画素数は640個であるため、視野に入る幅/640が、分解能となる。ビデオの分解能以下の変位は、測定不能になるため、測定対象物、ビデオの性能（画角等）、対象物までの距離等の検討を十分に行う必要がある。

key words：振動測定・デジタル画像処理・ビデオカメラ・動画実験・パターンマッチング

\*〒551-0023 大阪府大阪市大正区鶴町2丁目15番26号（NTIビル）TEL 06-6555-7055 FAX 06-6555-7062

4 実験概要

本システムによる測定精度を検討するために室内実験を実施した。写真 1 に実験状況を示す。測定対象物は、固有振動数を 2 Hz 程度に調整した板バネの先端にターゲットを付け画面内水平方向に振動する振動模型とした。ビデオの視野は、水平方向 1 m 程度に設定し(ビデオの分解能 1.56mm)、ターゲットに 5mm 程度初期変位を与え振動させ測定した。なお、画面上で基準長さを指定し、画面内の変位を物理量変換している。

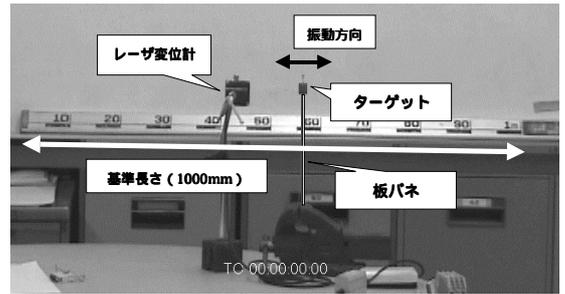


写真 1 実験状況および撮影状況

ビデオによる測定と同時にレーザー変位計による測定も行い、このレーザー変位計による測定波形が現象を表現するものとした。以下にビデオおよびレーザー変位計の測定諸元を示す。

表 1 ビデオおよびレーザー変位計の測定諸元

	ビデオ	レーザー変位計
振幅分解能(mm)	1.56	0.02
サンプリング周波数(Hz)	30	200
サンプリング個数(個)	512	4096
サンプリング時間(秒)	17.07	20.48
FFT 振動数分解能(Hz)	0.059	0.049

5 実験結果

(1) 変位振幅

図 2 に両者による時系列波形の比較を示す。両者の最大値を比較するとビデオによる最大測定値が 5.92mm、レーザーによるそれは 6.06mm となり、サンプリング周波数の影響で現象の最大値をとらえることはできていないが、ほぼ一致した結果が得られた。また図 2 (a) に示すように変位の片振幅が 1mm 以上では、ビデオの測定結果は、現象を精度よく再現しているが、図 2 (b) に示すように 1mm 以下の微小な振幅では現象を再現することができていない場合がある。ただし、画像処理における補間処理技術により、今回使用したビデオの分解能(1.56mm)を見掛け上、上回る振幅分解能が得られた。

(2) 卓越振動数

図 3 に測定波形を FFT 変換した結果を、表 2 に卓越振動数を示す。表中(c)は、レーザー変位計の時系列波形 10 波長分の周期(4.990 秒)から求めた振動数である。(c)の卓越振動数を正解値とし、(c)を基準とした(a),(b)の百分率を求めた。その結果、(a)と(c)との差異は 0.6% となり精度よく一致している。(a)と(b)の卓越振動数の差異は、表 1 に示す FFT 振動数分解能の違いによるものである。

6 まとめ

室内実験により本測定法の測定精度の検討を行った。今回の測定条件では、現象の最大値はとらえきれなかったものの、振幅および卓越振動数とも十分な精度で測定対象物の振動挙動を再現できることが明らかになった。今後、屋外実験で照明柱等の実構造物に対する適応性の確認を行う予定である。

本測定法確立後は、構造物の振動特性を簡易に低コストで得ることが可能となり、固有振動数の追跡調査による劣化診断などへの展開が期待できる。

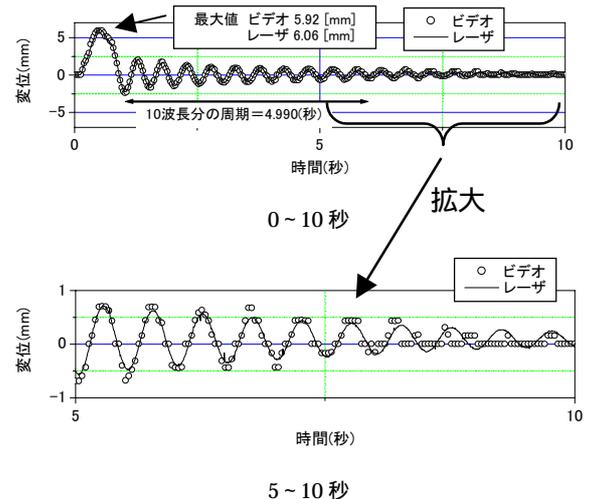


図 2 ビデオ・レーザー変位計の時系列波形

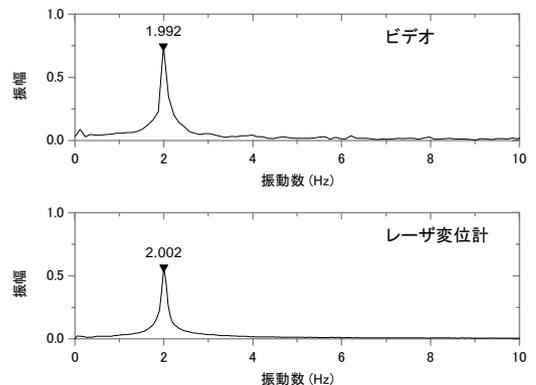


図 3 ビデオ・レーザー変位計の振動数分析結果

表 2 各測定法による卓越振動数一覧

	(a)ビデオ FFT	(b)レーザー FFT	(c)レーザー 10/(10 波長の周期)
振動数(Hz)	1.992	2.002	2.004
(c)を基準とした百分率	99.4%	99.9%	100.0%

謝辞 本研究を行うにあたり大阪市立大学工学部土木工学科 北田俊行教授からは多くの御助言をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 河田 聡 / 南 茂夫: 科学計測のための画像データ処理、CQ 出版、1994.4
- 長松 昭男: モード解析入門、コロナ社、1999.7