

近畿大学大学院	学生会員	○西本 相忠
近畿大学理工学部	正会員	江藤 剛治
近畿大学理工学部	正会員	竹原 幸生

1. はじめに

例えば、支間数10mの道路橋を想定すると、その上を走る自動車によって起こるたわみの幅は大きくても数10mmである。すなわち横方向の長さに対して、縦方向のたわみは $1/1000$ のオーダーとなる。全体の挙動を知るために普通のビデオカメラで真横から撮影し、テレビ画面に道路橋全体を横20cmで映し出すと、たわみの幅はわずか0.2mmにしかない。ハイビジョンでも解像力は1000本程度であるので、この画像から振動を計測することは不可能である。また部分的に拡大する場合は、全体の挙動を把握することが困難となる。そこで、撮影画面を振動方向のみ拡大（縦横比を変化）させ、構造全体の振動状態を一画面で詳細に可視化できれば、振動現象を画像により計測することが容易になる。

本研究は、非常に大きなアスペクト比を持つ振動現象、例えば線材等の振動や波高の小さい水面波等の波動場を詳細に可視化し、画像による計測を可能とする技術を開発することが目的である。

2. 計測システムの概要

大アスペクト比の振動現象について、被写体全体の振動状態を一画面上で可視化する方法として、すぐ思いつくのはシリンドリカルレンズの使用である。しかし、これだけでは非常に大きなアスペクト比の振動を高精度で計測できない。

そこで、①光学系②高速ビデオカメラ③画像解析の3つの要素技術のそれぞれを、大アスペクト比の振動計測に適するように改良し、これらを統して高精度の画像計測システムを構築する。①光学系：ある一定方向のみ拡大させる方法として、シリンドリカルレンズを用いる。②高速ビデオカメラ：通常のビデオカメラ（1秒間に30コマ撮影）では、振動の詳細をとらえることはできない。またレンズで拡大したとしても、振動方向にはそれほどの撮影領域を必要とはしない。このため、撮影領域が大アスペクト比の高速ビデオカメラを適用する。③画像解析：シリンドリカルレンズで縦横比を大きく変えると映像がぼやけて線材の境界を明確にできない。画像解析により、それらの位置をサブピクセル単位で決定し、線材の振動状態を精密に計測するソフトを開発する。

3. シリンドリカルレンズの効果

シリンドリカルレンズによりどれぐらいのアスペクト比が変化するかを示すために、結像紙に $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ のマトリクスを描き撮影した。シリンドリカルレンズのみで、アスペクト比は8:1程度まで拡大できる。

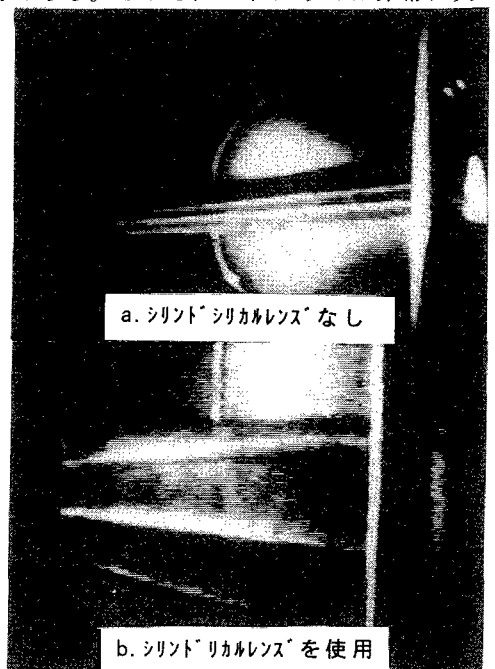


写真1. ハイビジョンの撮影映像（高速ビデオ）

Syoji NISHIMOTO, Takeharu ETOH, Kohsei TAKEHARA

4. バイオリンの弦の撮影

4.1 撮影の概要及び使用器具

撮影の概要を図.1に、使用器具を以下に記す。

- ① 高速ビデオカメラ
- ② ③ シリンドリカルレンズ (CKX200, CKX25)
- ④ スチールカメラ…裏面に結像紙を張り付けた。シャッターは開いたままである。
- ⑤ メタルハライドランプ (図には記していない)

4.2 撮影結果

撮影結果を写真1a, bに示す。写真1. bは、シリンドリカルレンズを用いて撮影を行ったものである。ビデオ映像を講演時に示す。

5. 振動模型の撮影

5.1 撮影の概要

スピーカーの上に設置した模型を、ファンクションジェネレーター (パルス信号発生器) により一定の周波数を送り振動させ、撮影を行った。

5.2 使用器具及び撮影方法

振動模型の概略図を図.2に示す。その他使用器具及び撮影方法は、バイオリンの弦の撮影と同様である。

5.3 撮影結果

写真2の a はシリンドリカルレンズを使用しないで撮影したものであり、b はシリンドリカルレンズを用いて縦横比を変化させ撮影を行ったものである。

6. 高速ビデオカメラについて

高アスペクト比のものとしては、カナダの DALSA で作られた解像力 2048×96 で 1500 枚 / 秒の CCD ビデオカメラがある。

7. 画像解析

7.1 フーリエ変換式による波形モデルの解析

構造物の振動や波の波形は、単一の波形ではなく複数の波が重ね合わさったものと仮定し、フーリエ級数によりその波形を表す様に画像解析を行うプログラムを作成した。

7.2 解析結果

答えの分かった、電子計算機上で人工的に作成した弦の画像 (正規分布状に広がっている) に対して、このプログラムを適用した結果、完全に正解と一致することが確かめられた。

参考文献 : P. Thomas Jenkins and Savvas G. Chamberlain, Ultra High Speed CCD Image Sensor Technology for Image Capture pp. 543-547, 1992

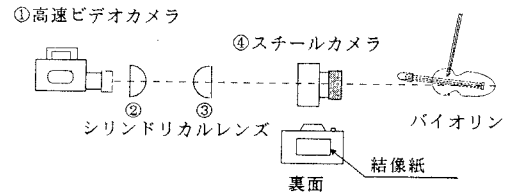


図.1 撮影概要図

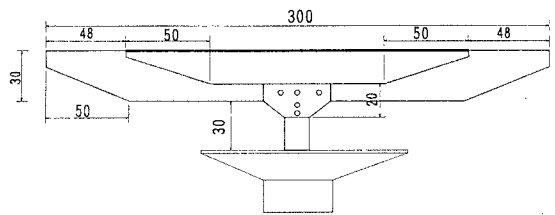
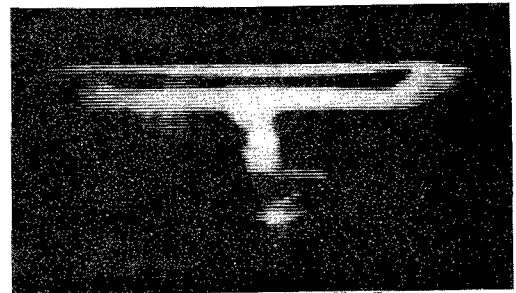
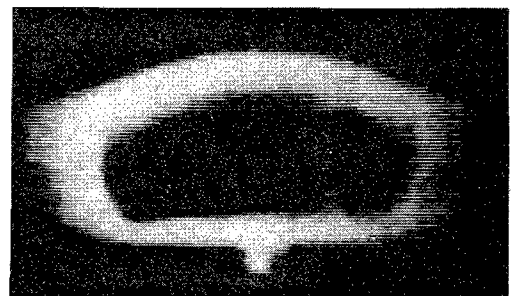


図.2 振動模型概略図



a. シリンドリカルレンズなし



b. シリンドリカルレンズを使用

写真.2 振動模型の映像 (高速ビデオ)