

II-197

3次元超高速ビデオ画像解析システム構築

近畿大学理工学部 正員 江藤剛治

近畿大学理工学部 正員○竹原幸生

1. はじめに

近畿大学共同利用センターでは、平成2年度に3次元超高速ビデオ画像解析システムを設置する予定である。フィルムを用いた超高速撮影は数多く行われてきたが、現像などの処理に手間と時間がかかるという欠点があった。しかし、ビデオ画像を使えば撮影後すぐ再生できるという点、また出力信号をAD変換すればすぐに計算機で処理できるという点を考えれば超高速ビデオ装置を用いた研究は科学の分野においてこれからますます有効な手段となっていくであろう。近畿大学土木工学科水工学研究室では、幹事研究室として、この装置の開発および水理学への応用に関する検討を担当している。

従来用いられてきた熱膜流速計やレーザードップラー流速計では、流速場を1点でしか測定することができず、直接、瞬時の空間分布を知ることはできない。また、これらの流速計では、水表面や壁面などの境界極近傍の測定は困難である。最近、流れの可視化法に画像処理を組み合わせ、流れ場にトレーサーを投入し、それをTVカメラより連続的に画像を取り込み、ある程度広い領域の流速分布を瞬時に測定する方法が活発に研究されている。特に、境界極近傍においては乱れスケールがマイクロスケールのオーダーであると考えられる。このスケールの乱れを画像処理を用いて測定するにはマイクロスケールよりも十分に小さいトレーサーを用いてそのトレーサーを追跡できるまで画面を拡大して行わなければならない。しかし、画面を拡大することにより、画面上でのトレーサーの移動速度が大きくなるため、民生用のビデオカメラ（1秒間に60コマ）では境界極近傍の測定は不可能である。

本研究では、トレーサー粒子群を追跡することにより境界極近傍の3次元流速場の計測を目的とした超高速ビデオ画像解析システムを構築することである。

2. 超高速ビデオ画像解析システムについて

本システムは主に、照明部、撮影部、記録・処理・解析部に分けられる。システムの概略図を図-1に示す。撮影部は各実験室や現場での測定ができるように運搬装置が付けられている。以下その各々について詳細に述べる。

（1）照明部：トレーサーとしては蛍光物質を含んだマイクロカプセルを用い、これを2Wアルゴンレーザーを用いて励起、発光させる。外部からの光を遮光し、撮影部において光学フィルターによりレーザー光をカットし、粒子の蛍光部分だけを撮影する。このことは処理部において行われる2値化処理を容易にする。

（2）撮影部：3次元の流速を測定するために3台の超高速ビデオカメラを用いる。まず、境界極近傍の測定を非接触で行うために長作動距離の顕微鏡をレンズ部に取り付ける。また、1秒間のコマ数が増えるためにビデオカメラの撮像素子の受光時間が短くなり、光量不足となる。これを補うためにイメージインテンシファイアー（II管）をレンズ部の後部に装着し、撮像素子とファイバーでカップリングさせる。このII管により入力光は数万倍に増強される。ビデオカメラとしては並列読みだし可能なMOSの固体撮像素子を使い1秒間に数千コマ撮影可能なカメラを開発する。並列読みだし用の固体撮像素子からの信号はAD変換されてデジタル信号として並列に出力される。3台のビデオカメラの配置は2台の視線が10°をなすようにし、もう1台をその2台のビデオカメラと直角になるようにセットする。また、それぞれ3枚の画像は同期が取れていなければならないのでII管のゲーティングとビデオカメラは外部同期装置により同期が取られる。

（3）記録・処理・解析部：カメラからの信号はメモリーに記憶される。メモリーとしては、例えば256x

256x8 bit の白黒画像1枚で約 65 Kbyte である。1秒間に 1000コマ撮影するとすれば1秒間で 65 M byte となり、3台で約 200 Mbyte 必要となる。記憶された画像はデジタル画像であるため、直接画像処理装置において2値化処理され、粒子部分の情報だけを取り出すことができる。エンジニアワークステーションによって、抽出された粒子情報を前画面における同一粒子と対応付けさせ、流速ベクトルを求める。これら記録・処理・解析装置はそれぞれ Direct Mapping のVMEバスで結ばれ高速に信号がやり取りされる。また、以上の装置の性能を十分に生かすために、記録・処理・解析部においてデータの読み込みから2値化、追跡までを高速にかつ精度よく自動処理するためのアルゴリズムを開発中である。

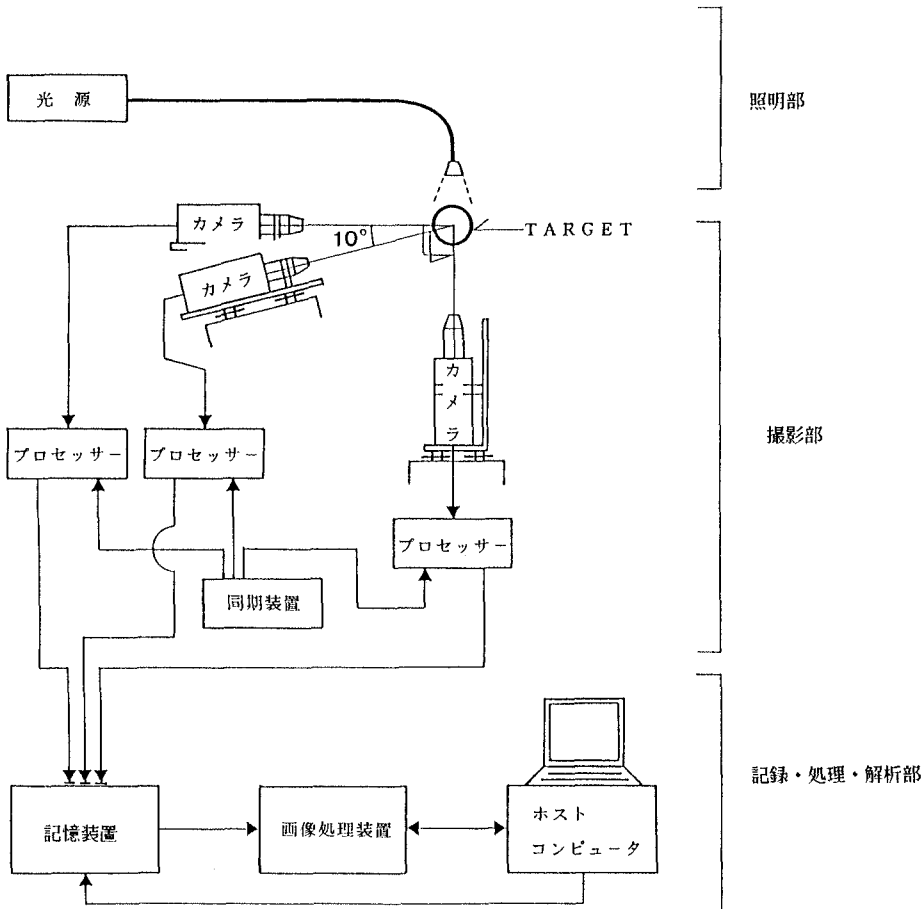


図-1 システムの概略図

また、本装置では超高速ビデオ装置が3台あるので次のような撮影が可能となる。

- (1) 同一現象をマクロ、ローカル、ミクロに同時撮影することができ、全体的な動きを撮影しつつ特に重要な部分をフィルム並以上の解像度に上げることができる。
- (2) 1本のレンズから入った光を3本に分離して撮影することによりカラー撮影が可能となる（I I 管は原理的には白黒のみであるから1台では将来にわたっても白黒とならざるを得ない）。
- (3) 3台のビデオカメラの同期をずらすことにより、より高速な現象を連続3枚撮影することができる。例えば、 $10\mu\text{sec}$ ずらすことにより1秒間に10万コマ撮影できるビデオ装置に相当する3枚の連続画像を撮ることができる。