

水工学における画像計測技術開発のための課題

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*
近畿大学理工学部	正会員	高野 保英*

1. はじめに

あらゆる研究分野で画像計測技術が使われるようになってきた。理工学だけでなく、医療、芸術から考古学にいたるまで、幅広く使われるようになった。これは撮像素子、コンピュータ、通信システムなどのハードウェア技術の急激な発展におうところが大きい。

土木工学を概観するとき、機械工学や医療分野などに比べて、画像計測の応用が遅れているように感じる。とくに水工学は3次元的な流体運動を基礎とする学問である。従来の点計測ではなく、面的あるいは空間的な運動の同時計測を得意とする画像計測技術がもっと有効に使われるべき分野である。水工学で画像計測がより広く利用されるようにするにはどのようにすれば良いのであろうか。本報告ではこの問いに関連するいくつかの話題を提供して、今後この点に関して議論して頂く際の参考に供したい。

2. 画像計測のポテンシャルと独自の解析ソフトウェア開発の重要性

画像計測は空間3次元、時間1次元、光の波長1次元、強度1次元の6次元計測である。白黒、平面計測を対象とする場合でも4次元計測である。最近では偏光特性も計測する場合があるが、この場合は7次元計測となる。

一方点計測は時間と強度の関係の2次元計測である。画像計測は点計測に比べて、時間分解能と強度の分解能が劣ると言われることが多い。この言い方は正確ではない。例えばLDVとPIVを比較してみよう。LDVでは強力なレーザーの当たった小さな計測空間内に10個程度の粒子が必要である。これを長作動距離顕微鏡と高速ビデオカメラを用いてPIV計測すれば、LDVと変わらない計測精度が得られるはずである。一方コンピュータの情報処理容量には限界がある。この条件下で、画像計測のように多様で高次元の情報処理を行う場合は、分解能を落とさざるを得ない。それでも点計測では得られない貴重な情報が得られる、という見方が正しい。

「高速ビデオカメラで撮影したが、見るだけで終わってしまった。」という意見も多い。ハードに比べて画像計測ソフトの開発が著しく遅れていることがその一因である。とくに論文を書くには、画像解析で得られる適当なパラメータを設定して、情報を1次元化して表示する必要があるが、そのプロセスは研究課題ごとに異なると言って良い。その数だけの処理ソフトが必要になる。

近年の土木工学分野では他分野で開発された計測技術の導入で済ます傾向が強いように感じる。土木の水工学には独自の研究対象がある。例えば河川や海岸やその周辺環境の映像には他の分野に見られないものが多い。例えば水面の波の状態、水中や周辺の生物の状態などを画像解析するには、独自に多くの解析ソフトを開発する必要がある。

著者らは世界最高の空間分解能を持つPTV（粒子追跡画像計測法）のアルゴリズムを開発した。引き続き色々な画像解析ソフトが土木の世界から生まれることを期待する。

論文や報告書を書くという観点からは別の問題もある。論文や報告書では現在のところ静止画像を示さざるを得ない。動画像から静止画像に変わったとたんに、動画像で明確に見えていたものが見えなくなってしまうのは良く経験するところである。むしろ無理に1次元のパラメータ化をせずに、論文や報告書の方を動

キーワード：画像計測技術、メソスケール、高速ビデオカメラ

* 〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1 TEL 06-6370-1762 FAX 06-6730-1320

画を自由に見ることができるようなものに変えることも検討する必要がある。

3. メソスケール画像計測技術の重要性

画像計測は機械工学分野と医療工学分野で大きく発展した。ロボットや感性工学の分野での研究も進んでいる。一方、人工衛星によるリモートセンシング技術も大きく発達した。これに比べて土木工学における画像計測技術の発展は遅滞しているように感じる。土木は写真測量に見られるように、早い時期に画像計測を導入した分野である。1950年代に始まった木下のカメロン効果を利用した河川の流速測定技術などの特筆すべき技術も開発された。

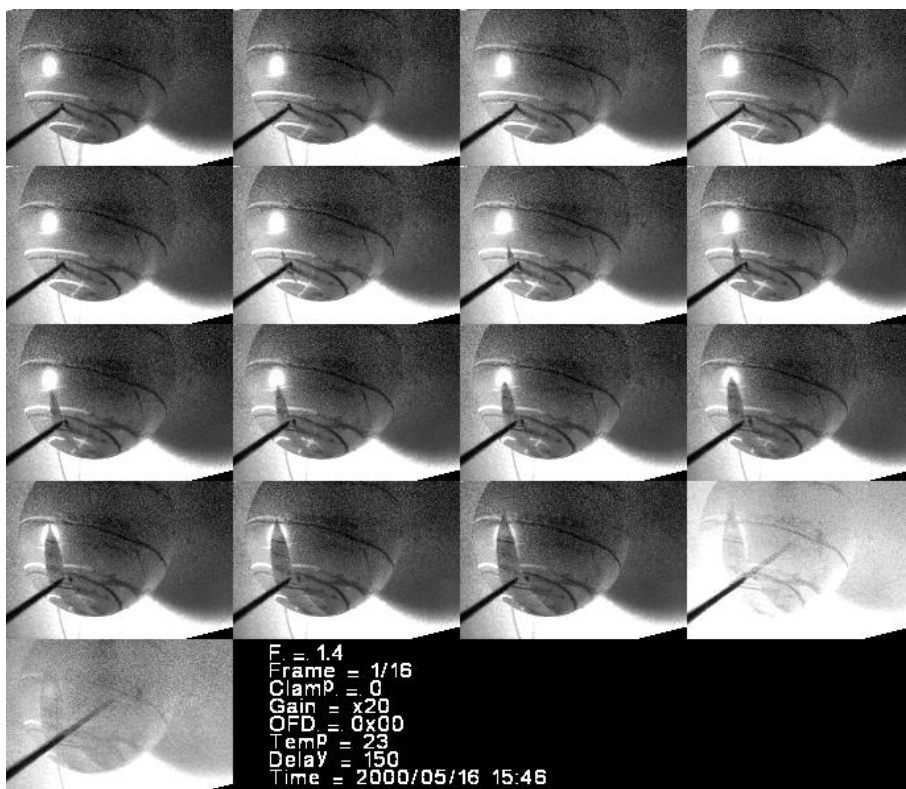


Fig.1 風船の割れる瞬間（最高 100 万枚/秒のカメラで撮影，撮影速度 62,500 枚/秒）

近年の遅滞の理由を考えてみよう。これも独自の計測技術の開発努力を怠ったことに起因すると思われる。これについて少し検討してみたい。

機械・医療などの計測対象空間スケールは「ヒト・スケール」である。人工衛星によるリモートセンシングは「地理学的スケール」である。これに対し河川，道路，斜面の状況のような土木工学で対象とする現象の画像計測には，航空写真測量に代表されるような「メソスケール」の画像計測がもっとも重要である。

メソスケールの撮影にはバルーン，小型飛行機もしくはヘリコプターが必要であった。これらは非常に高価である。最近，ビデオカメラや通信機器の超小型化が進んでいる。またラジコン飛行機やヘリコプターの性能も急速に上がっている。これらを利用すれば，手軽にメソスケールの画像計測技術の研究開発を行うことができる。その成果を実機による計測に適用すればよい。

人工衛星には波長分解できるようなセンサーが計画的に載せられている。航空写真測量では，多くの場合このようなセンサーが載せられていない。小型で高速で動作する波長分解可能なイメージ・センサーの開発なども我々に課された重要な研究開発課題である。

4. 高性能ビデオカメラの開発状況

最軽量のものは数グラム（1円玉数枚の重さ）である。

画素数最大のものは1億2千万画素である（航空測量用）。

最高感度のものは，なんとフォトン（光のツブ）が数個である（天文用）。

最高速のものは100万枚/秒である（筆者らが開発中で2001年中に実用化の見込み）。

Fig.1に100万枚/秒のカメラの試作機で撮った風船の割れる様子を示す。

2001年には，100万画素の高解像で1,000枚/秒程度撮れる性能を持つ高速ビデオカメラが2機種発表された。

2001年は画像計測技術が大発展する端緒の年となろう。水工学研究もその流れに乗る必要がある。