

Background-Oriented Schlieren 法による衝撃波現象の可視化

Visualization of shock waves using Background-Oriented Schlieren method

○水書稔治, 東海大学工学部, 神奈川県平塚市北金目 1117, E-mail:mizukaki@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

Toshiharu MIZUKAKI, School of Engineering, Tokai University, 1117, Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa

Density fields of the deflected shock wave and vortex ring emerged from a shock tube were visualized by a technique which does not require complicated optics and parallel beam passing through test section. The results illustrate an encouraging prospect for the applicability of the technique. It offers the capability of at least qualitative investigations of unsteady density fields even in full-scale experiments in fields.

1. はじめに

近年, デジタル画像機器と画像解析アルゴリズムを利用した流体計測法が普及し, 高速度撮影が要求される衝撃波研究分野にも広まりつつある. デジタル画像を利用した流体計測法の普及には, パーソナル・コンピュータの小型・高性能化, および画像記録素子の小型・高速記録・高空間分解能化が貢献している. Background-Oriented Schlieren 法 (以下, BOS) もデジタル画像解析技術を流体計測に利用した計測法の一つであり, 今後の適用範囲の広がりが期待されている (1, 2, 3).

本研究は, 従来の可視化計測法と比較し, 簡便で使用環境が広い BOS を野外試験用可視化技術として発展させることを目的としている. 本報告では, 衝撃波管と高速ビデオカメラにより BOS による可視化計測結果を報告する.

2. 実験装置

Fig.1 に実験系を示す. 開口径 52.4 mm の衝撃波管開口端から低圧管内伝播マッハ数 $M_s = 1.24 \pm 0.01$ の衝撃波を大気へ放出し, 回折衝撃波および渦輪の伝播様態の BOS 可視化画像を高速度ビデオカメラで記録した. 衝撃波管内での衝撃波 Mach 数は, 管壁面に 500 mm 間隔で設置した圧力変換 PG の圧力履歴から算定した. なお, 下流側圧力変換器 PG3 は, 開口端から 250 mm の距離に位置する. 衝撃波通過による圧力信号はシグナルコンディショナ SC を経由し, デジタル・オシロスコープ DOS に表示・記録される. 同時に, PG3 の出力上昇が DOS の外部トリガ信号を出力させ, 高速度ビデオカメラ HSVC (Vision Research 社 phantom V7.1) の記録開始信号となる. HSVC による記録は, フレーム間隔 $66 \mu\text{s}$, 露光時間 $2 \mu\text{s}$, 画素数 512×256 pixels, 記録継続時間 0.7 s で行った.

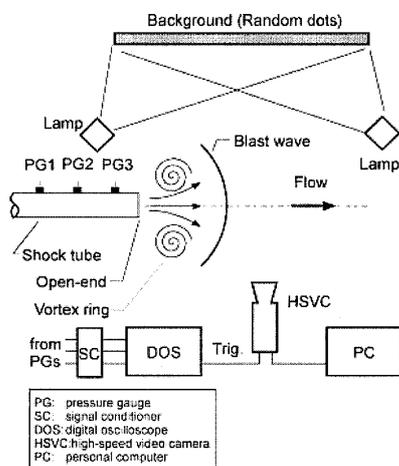


Fig. 1 Experimental setup for BOS.

3. 実験結果

Fig. 2 に BOS により取得した画像の一例を示す. 開口端からの衝撃波放出から $200 \mu\text{s}$ 後の状態である. Fig. 2 上段は, 背景画像の差分であり, 下段が背景画像の相対変位量と方向をベクトル表示したものである. 変位量の解析には, 相互相関関数を用いたパターン・マッチング法により取得した.

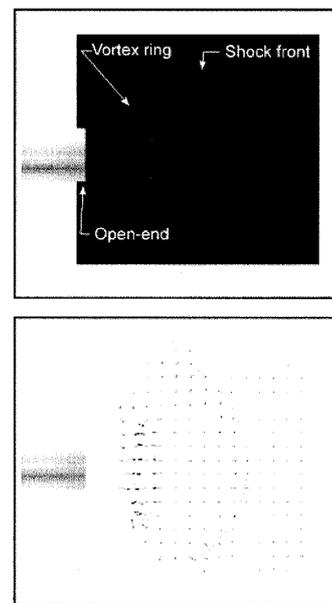


Fig. 2 Obtained images by BOS.

4. まとめ

BOS を野外における実規模実験における衝撃波計測技術として確立させるための初期的実験を行い, 明瞭な画像を取得した. 今後は, 自然光を光源とした野外環境での計測精度について検討する.

参考文献

- (1) Meier, G.E.A.: New optical tools for fluid mechanics, Proc. 8th Int Symposium on Flow Visualization, paper 226, Sorrento, Sept
- (2) Raffel, M., Richard, H., and Meier, G.E.A.: On the applicability of background oriented optical tomography for large scale aerodynamic investigations, Experiments in Fluids, Vol. 28, pp. 477-481 (2000)
- (3) Venkatakrisnan, L., and Meier, G.E.A.: Density measurements using the Background Oriented Schlieren technique, Experiments in Fluids, Vol. 37, pp. 237-247 (2004)