

1. 緒言

音速以上で飛行する物体には衝撃破が発生し、衝撃波が発生する高速飛行において、空力加熱問題や騒音問題が生じている。そこで、実機を利用した実験を行い、問題を解決したいが、コストが高く、危険が伴う可能性があるため、小型の模型を超音速流れ場の中に設置することで実機での実験を再現している。これらの実験を本研究では、衝撃波管を用いた実験により、衝撃波を含む超音速流れ場の定量計測を行うことを目的としている。また、より簡単に衝撃破の密度計測を行うことを目的としている。

2. 研究のアプローチ

非定常の超音速流れ場の研究を行うための装置として衝撃波管が挙げられる。本研究では無隔膜の衝撃波管を構築している。隔膜を用いる衝撃波管は、実験毎に隔膜破断過程の違いによる再現性や隔膜破片による管内汚染の問題、隔膜の交換による実験効率の悪さやコストが高くなる。^[1]また、衝撃波の撮影には市販のデジタルカメラ、自作 LED フラッシュランプ、圧力センサを使用している。その理由としては音速以上で移動する衝撃波をカメラのシャッター速度で捉えることは難しい。そのため、暗室でカメラのシャッターを開いた状態で、光源の発光時間を調整することで衝撃波の撮影を可能とする。圧力センサは衝撃波の通過時間、圧力変化によって衝撃波の形成を確認するために使用している。

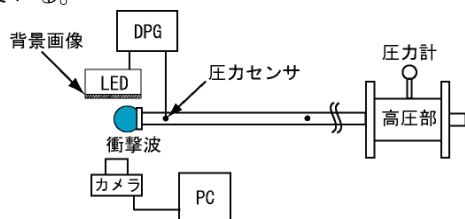


図1 実験装置

実験方法は図1より衝撃波管の高圧部に抽気された圧縮空気を放出させ、圧力センサが反応したらDPG（ディレイパルスジェネレータ）に信号を入れて、nsec単位で信号を遅延させることでLEDフラッシュと衝撃波のタイミングを調整し発光させる。この時カメラのシャッターを開いておくことで衝撃波現象を撮影する。撮影された写真を画像解析することで密度変化をとらえ、密度分布の定量計測を行う。本研究のアプローチとして、衝撃波管の構築、LEDフラッシュランプの制作、圧力センサ、衝撃波の撮

影の順で研究を進めていく。

3. 結果

衝撃波管の構築に関しては高圧部の図面作成後、ピストンの動きを確認し空気を放出するための管を乗せる台を製作、配管を行い駆動気体圧力3~5気圧での動作を確認する。そしてLEDフラッシュランプは点灯時間を75 μ sまで短くすることができた。ただ短くするだけではなく、写真が撮れる明るさを維持することができた。圧力センサは圧力の信号は取れるが、波形の大きさから衝撃波波面などの圧力変動を計測することはできていない。写真の撮影は衝撃波管駆動部に用いている電磁バルブからのノイズにより、圧力センサの信号に同期させて撮影することはできなかった。しかし、ノイズが立ち上がってから圧力センサが反応するまでの時間が何回か実験したところでほぼ同じだったため、ノイズと同期をとることで管から出る噴流の撮影に成功した。図2に衝撃波放出後の噴流流れ場における密度変化に伴う縞移動量の結果を示す。



図2 衝撃波（噴流）

4. 結論

撮影用ランプにLEDランプを用いることが可能となり、安価に製作することが可能である。また、すべての実験装置を利用することで超音速流れ場の撮影が可能である。

5. 今後の発展

衝撃破の撮影はできていないため、時間の調整と測定条件を変えることで撮影を行う。また、撮影した写真から Background Oriented Schlieren (BOS) 法^[2]を使用し、密度変化を捉えられるように画像解析する。最後に電磁バルブから発生したノイズを低減させる又は完全に無くすことを今後の展望とする。

文献

- [1] 矢野稔頭(室工大)、山田耕平、畠中和明(室工大)、齋藤務(室工大): “無隔膜衝撃波管を用いた衝撃波洞の性能評価 pp.211-212, Mar.2012
- [2] 太田匡則(千葉大)、F. Leopold (ISL)、F. Jagusinski (ISL)、前野一夫(千葉大): “Colored-Grid Background Oriented Schlieren (CGBOS) 法による非定常軸対象流れ場のCT計測” 平成24年度衝撃波シンポジウム(北九州国際会議場)講演論文集, No.3C2-1, pp339-340, Mer2013