

## 超音速矩形ダクト内の衝撃波と境界層の干渉

## Shock Wave / Boundary Layer Interaction in a Supersonic Rectangular Duct

正 杉山 弘 (室蘭工大)      正 溝端 一秀 (室蘭工大)      正 新井 隆景 (室蘭工大)  
 ○学 遠藤 清和 (室蘭工大・院)      正 福田 浩一 (室蘭工大・院)      学 小松平 徹 (荏原製作所)

Hiromu SUGIYAMA, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto, Muroran, Hokkaido  
 Kazuhide MIZOBATA, Muroran Institute of Technology  
 Takakage ARAI, Muroran Institute of Technology  
 Kiyokazu ENDOH, Graduate School, M.I.T.  
 Koichi FUKUDA, Graduate School, M.I.T.  
 Toru KOMATSUDAIRA, EBARA Manufacturing Company Limited

Key Words: *Supersonic Flow, Shock Wave, Boundary Layer, Interaction, Supersonic Wind Tunnel*

## 1. まえがき

流路内において流れが超音速から亜音速に減速する際に発生する衝撃波は、流路壁面境界層と干渉し、複数の衝撃波から構成される擬似衝撃波(pseudo-shock wave)<sup>(1)</sup>を形成する場合がある。この擬似衝撃波に関する研究<sup>(2)</sup>はスクラムジェットエンジン分離部等と関連し重要である。本研究では、吹出し吸込み式マッハ4, 2超音速風洞を用いて、測定部の上, 中, 下流に擬似衝撃波を発生させ、その構造や振動に及ぼす擬似衝撃波発生位置の影響をカラーシュリーレン法による可視化と壁面静圧変動測定により調べた。

## 2. 実験装置および実験方法

図1に、実験装置の概要を示す。本研究で使用する吹出し吸込み式超音速風洞は、高圧槽、遮断弁、調圧弁、整流筒、ラバルノズル、測定部、ショックジェネレータ、真空仕切弁、および真空槽から構成され、ノズル部は設計マッハ数4および2の切替式である。測定部は、高さ80mm、幅80mm、長さ1500mmの正方形直管路であり、縦80mm、横300mmの光学ガラス観測窓と44個の圧力変換器取付孔が設けられている。流れ場の可視化はカラーシュリーレン法により行う。壁面静圧変動の測定には半導体圧力変換器を用いる。

## 3. 実験結果および考察

## 3.1 擬似衝撃波の可視化

図2に、マッハ4超音速流中に発生させた擬似衝撃波の先頭付近のカラーシュリーレン写真を示す。流れの方向は左から右であり、カラーリットは流れ方向に対して水平に設置した。図より壁面に沿って発達する境界層と衝撃波が干渉し、擬似衝撃波の主要部を構成する衝撃波列(shock train)の先頭衝撃波が発生している様子がわかる。先頭衝撃波の形状はその中心部に垂直部分を持たないX形であり、境界層は先頭衝撃波前枝付近より大きく剥離している。

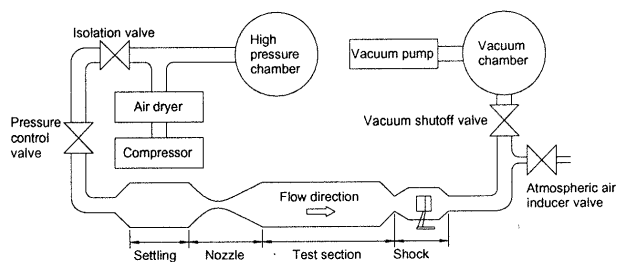


Fig.1 Pressure-vacuum type Mach4 and 2 supersonic wind tunnel



Fig.2 Schlieren photograph of the pseudo-shock wave

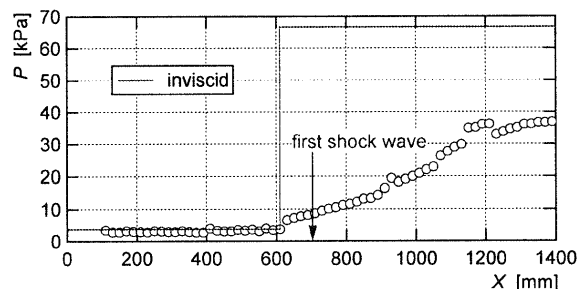


Fig.3 Wall static pressure distribution along the duct

## 3.2 流路に沿う時間平均壁面静圧分布

図3に、矩形ダクトに沿う時間平均壁面静圧分布を示す。図の横軸はラバルノズル出口を原点とした流れ方向距離  $X$ 、縦軸は風洞の定常作動を確認した時刻からの時間平均壁面静圧  $P$  である。図より先頭衝撃波前枝の位置付近から壁面静圧は上昇していることがわかる。

## 4. まとめ

本研究では、吹出し吸込み式超音速風洞を使用し、擬似衝撃波の構造と振動現象をカラーシュリーレン法による流れ場の可視化と半導体圧力変換器による壁面静圧変動測定により調べた。今後はレーザドップラ流速計(LDV)による詳細な流速測定等により、擬似衝撃波のより詳細な構造と振動現象の特性を調べていく予定である。

## 文献

- (1) 衝撃波ハンドブック (高山編), シュプリンガー・フェアラーク東京, (1995), p.230-239.
- (2) 杉山・溝端・新井・小松平, マッハ4超音速矩形ダクト内の衝撃波と境界層の干渉, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集 No.99-19, (1999.10), p.99-100.