

二次元超音速インテーク内の流れ構造に関する研究

Research on Flow Structure in a Two-dimensional Supersonic Intake

○学 荒川 岳史 (室蘭工大・院) 正 杉山 弘 (室蘭工大)
正 溝端 一秀 (室蘭工大) 正 辰巳 薫 (三菱電機)

Takeshi ARAKAWA, Hiromu SUGIYAMA, Kazuhide MIZOBATA
Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto, Muroran, Hokkaido, 050-8585 JAPAN
Kaoru TATSUMI
Mitsubishi Electric Corporation, 325, Kamimachiya, Kamakura, Kanagawa, 247-8520 JAPAN

Key Words: *Supersonic Intake, Ramjet Engine, Shock Wave, Boundary Layer*

1. 緒言

次世代の宇宙往還機や超音速航空機の超音速推進システムとして、ラムジェットエンジンが有望視されている。その性能はインテークの性能によって大きく支配される。広範囲の飛行条件（マッハ数、迎え角、等）において効率よくラム圧縮を行い、必要空気量を確保できるようにインテークを設計する必要がある。このようなインテーク設計のための基礎データを得るには、インテーク内外の流れの構造・特性を詳細に解析することが必要である。

本研究は、このような流れ場の構造・特性を捉え、超音速インテークの作動特性を解明することを目的とする。そのための予備的実験として、マッハ数約2の吸い込み式超音速風洞と二重ランプ外部圧縮方式小型矩形インテークモデルを用い、測定手法の有効性の確認と、流れ場の構造の概要把握を試みている。

2. 実験結果および考察

2-1 インテーク内流れの可視化

Fig.2 に、Flow Plug を付加した場合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る。カラーフィルタは流れに水平に設置されている。インテーク下壁先端および偏角点より2つの斜め衝撃波が発生し、設計通りにカウル先端に付着している。また、後方 ($X=50\text{mm}$ 付近) に shock train (衝撃波列) が発生していることが確認できる。

$X=35\text{mm}$ 付近では急激に境界層が厚くなっているが、これは衝撃波と境界層の干渉によるものと考えられ、この領域では境界層が剥離^{[1][2]}している可能性がある。また $X=50\text{mm}$ より後方のインテーク下壁上の境界層も衝撃波との干渉により厚くなり、剥離しているように見える。

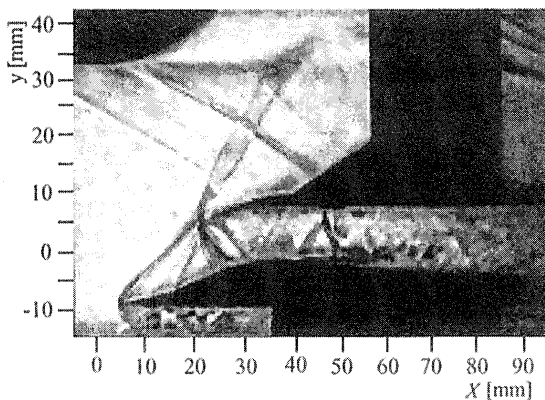


Fig.2 Schlieren photograph for the case with the flow plug

2-2 インテーク内外の平均壁面静圧分布

Fig.3 に風洞側壁の静圧孔より測定した時間平均静圧分布を示す。横軸 X はインテーク先端から 5mm 上流の点を原点とした流れ方向距離、縦軸は平均壁面静圧 P を大気圧 P_a で除した無次元静圧である。ダクト中心線 (C1-C15) 上では、shock train による圧縮により単調に圧力回復している^{[2][3]}。このことから、インテーク内流れは亜音速まで減速・圧縮されているものと推察される。

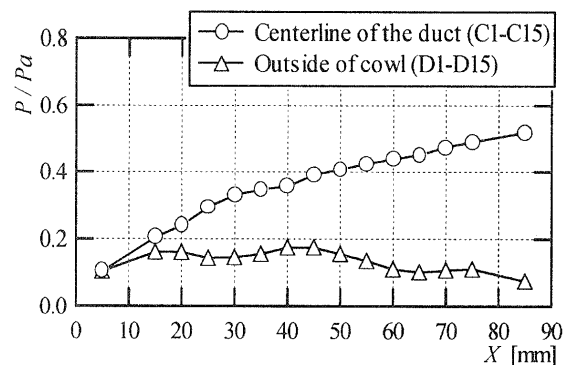


Fig.3 Temporally-averaged static pressure distribution for the case with the flow plug

3. 結言

ラムジェットエンジンの超音速インテークの特性を解明するための予備的実験として、二重ランプ外部圧縮方式のマッハ2小型矩形インテークモデル内の流れ場の構造の概要を調べた。今回、ランプ角度、カウル先端形状、およびストラット形状を設計通りに調整することにより、ランプからの衝撃波がカウル先端に付着するクリティカル作動が実現された。さらに、燃焼器、膨張ノズル等の存在を模擬するためにインテーク後端に Flow Plug を設置することにより、shock train によって単調に減速・圧縮される流れが確認された。

文献

- [1]高山和喜編, 衝撃波ハンドブック, Springer-Verlag Tokyo, (1995), p.204-207.
- [2]Seddon, J. and Goldsmith, E. L., Intake Aerodynamics, Second Edition, AIAA Education Series, (1999) .
- [3]杉山・遠藤・新井, 流体力学, 森北出版, (1995), p.146-150.