

GG-ATRエンジン用エアインテークの風洞試験について（室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書 2017）

著者	山口 凱, 湊 亮二郎, 伊藤 大貴
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2017
ページ	13-16
発行年	2018-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009867

GG-ATR エンジン用エアインテークの風洞試験について

○山口 凱（生産システム工学専攻航空宇宙総合工学コース 博士前期 2 年）

湊 亮二郎（もの創造系領域 航空宇宙システム工学ユニット助教）

伊藤 大貴（機械航空創造系学科 4 年）

1. はじめに

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターで開発が進められている小型無人超音速機オオワシ II 号機には、ガスジェネレータサイクル・エアターボラムジェット（Gas Generator Cycle Air Turbo Ramjet, GG-ATR）エンジンを搭載することが考えられており、このエンジンには超音速エアインテークが取り付けられる。超音速飛行実現のための遷音速飛行では、衝撃波の発生や境界層などの影響から機体に発生する抗力の評価や流れの再現が困難となってくるため、遷音速域での抗力変化の知見と抗力低減のための設計が必要不可欠である。特にエアインテークの外部抗力は、機体空力性能に大きな影響があり、その影響を風洞試験で検証する必要がある。本報告では、2017 年度に行った風洞試験の概要・試験結果について報告する。

2. 風洞供試体インテークモデルと試験設備

2-1. 風洞供試体

遷音速域でのエアインテークに発生する外部抗力を計測するために、通常のインテークモデルと、抗力低減を目的としたダイバータレスインテークモデルの 2 種類の風洞供試体を実機 4 分の 1 サイズで設計した。通常のインテークモデルでは、インテークと胴体の間にあるダイバータが境界層を取り込む事で、境界層流入を防いでいる。一方、ダイバータレスモデルではランプの部分がコブ形状となっており、そのコブ形状で流入してくる境界層を圧縮し、引き裂くことでインテーク内への境界層流入を防いでいる。

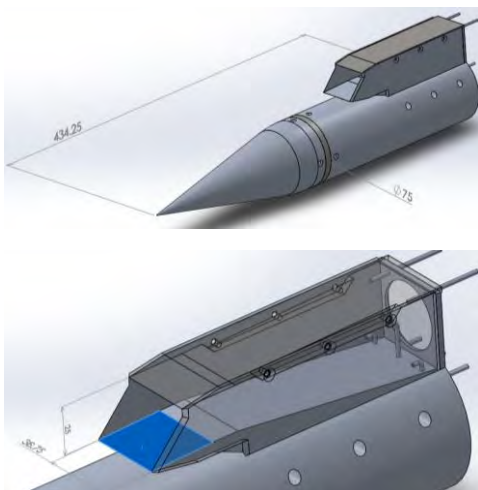


図 1 通常のインテークモデル

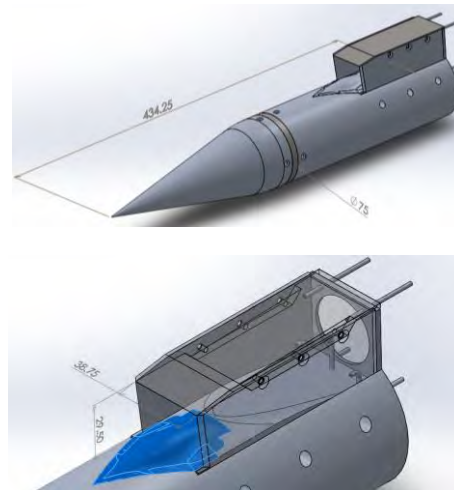


図 2 ダイバータレスインテークモデル

インテークの出口にはオリフィスプレートが設置されている。インテークの出口流量を流量捕獲率 MCR が 0.5~0.9 になるよう調節しており、このオリフィスプレートを試験ごとに交換した。また、オリフィス上流には全圧計測ピトー管を 5 か所設置している。

2-2. 風洞試験設備

今回神奈川県相模原市にある JAXA/ISAS の遷音速風洞試験場を 7/31~8/4 の間に使用し、風洞試験を行った。試験マッハ数は遷音速域 $M=0.7\sim 1.3$ を連続的に変化させるマッハスイープとし、供試体抗力、オリフィス上流全圧を 5 点、ベース静圧を 4 点、シュリーレン映像を計測した。風洞試験は 5 日間で 20 回行った。

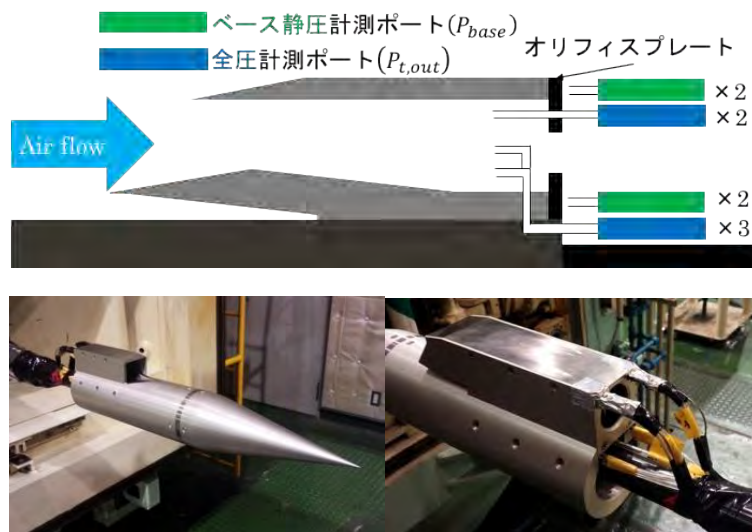


図 3 風洞試験概略図

3. 風洞試験結果

3-1. インテーク性能

図 3, 4 に風洞試験によるインテーク性能結果を示し、全圧回復率 TPR と流量捕獲率 MCR の変化を表す。ダイバータありのインテークでは、流量の変化に対して全圧がほとんど低下していないことが分かった。一方ダイバータなしの方では、TPR と MCR がダイバータありと比べて全体的に低下していることから、ダイバータレス化によるインテーク性能の悪化が見られた。また $MCR=0.7\sim 0.6$ にかけて境界層の剥離と考えられる大きな全圧低下が起こる事も分かった。

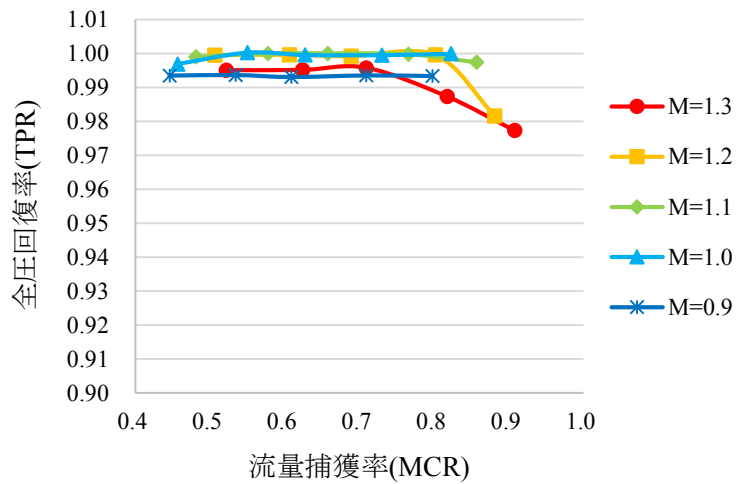


図3 MCR-TPR(ダイバータあり)

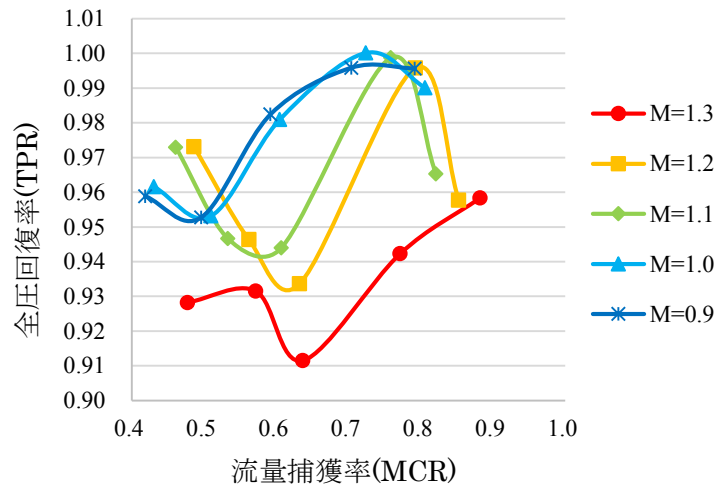


図4 MCR-TPR(ダイバータなし)

3-2. 外部抗力性能

図5, 6に風洞試験によるインテーク外部抗力特性結果を示す, 外部抗力 C_D と流量捕獲率 MCR の変化を表す. ダイバータありのインテークでは線形的に抗力が変化していることが分かった. さらに速度の増加によって抗力増加が生じることが分かった. ダイバータレスの方では, 流量が多い場合は速度による抗力差があまり生じないことが分かった. また, 実機の遷音速域抗力は $C_D=0.05$ と推算されていることから, ダイバータレスインテークの外部抗力は実機の 1/10 程度になっていることが分かった. また図5, 6を比較すると, 全体的にはダイバータレス化による抗力低減効果が見られるが, 設計点近傍 (MCR=0.9 付近) では, ダイバータの有無による抗力の差がほとんど見られないことが分かった. これはインテーク性能の悪化によって抗力差が小さくなったと考えている.

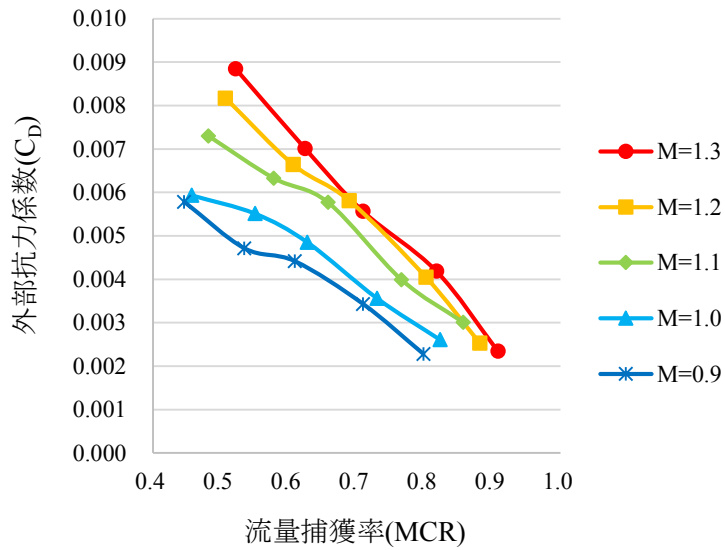


図5 MCR- C_d (ダイバータあり)

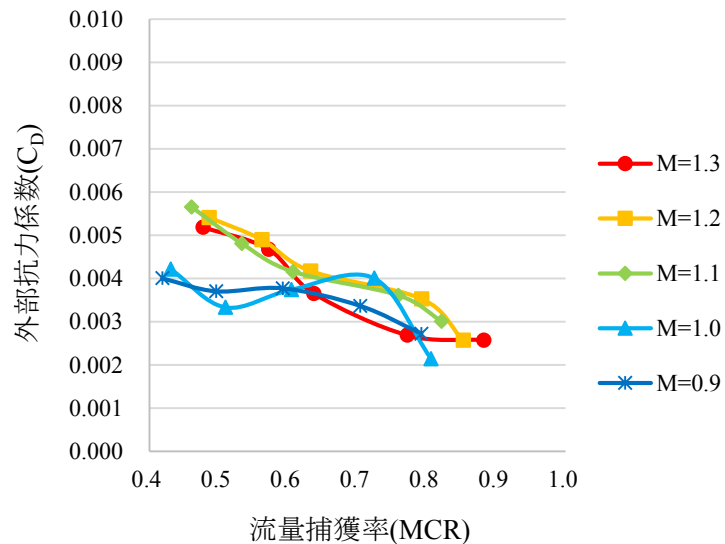


図6 MCR- C_d (ダイバータなし)

4. まとめ

2017年度では、GG-ATR エンジン用エアインテークのダイバータありとなしの2種類の風洞試験モデルを設計し、風洞試験を行うことで遷音速域でのインテーク性能や空力性能を定量的に評価することができた。ダイバータレスインテークではインテーク性能が悪化することで、設計点近傍での抗力低減効果が悪くなっている可能性がある。現在は、これらの風洞試験結果について、CFD 解析を実施して実験結果との比較を行っている。

今後は、さらなる外部抗力低減やインテーク性能向上のためにダイバータレスインテークの再設計をする予定である。また、ダイバータレスインテーク用のダクト形状の設計を行い、風洞試験やCFD 解析によって評価を行うことで、オオワシIIのインテーク形状を決定していくことを考えている。