

# 卒業論文要旨

## 翼列風洞における流れ計測の研究

航空・ガスタービン研究室 1170066 塩崎 圭将

### 1. 諸言

今日、航空機エンジンには燃料である原油の価格変動や環境問題に関する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)と窒素酸化物排出量(NO<sub>x</sub>)の増加、そして近隣の住民への騒音被害など解決すべき問題が多く存在している。特にCO<sub>2</sub>の増加は地球全体への影響が大きい。CO<sub>2</sub>を減らすためには燃料の消費を減らすことが必要である。燃料消費率とは内燃機関で単位時間に消費する燃料の質量と内燃機関の推力の比として定義されている。つまり燃料消費率が小さいほど、消費する燃料も排出される二酸化炭素の量も少なくて済むのである。

そこで燃料消費率に注目した結果、エンジンの燃焼効率を上げることが必要であると考えた。ジェットエンジンの燃料消費率低減のための大きな要素として、バイパス比と燃焼温度、そして圧力比の向上の3つ存在することが分かった。その中で圧力比を上げるために圧縮機の性能向上が必要である。圧力比に関する問題の1つとして、図1に示したような圧縮機の翼端漏れ流れにより圧縮効率が低下することが知られている。

圧縮機翼端流に関する研究に取り組むために直線翼列風洞の設計・製作を行う。なぜなら二次元翼列実験が翼列特性を知る上で最も基礎的な手段であり、有益な情報を比較的安価かつ容易に得ることができる。風洞の整備と並行して計測環境の整備も行い、その後は翼の揚力や抗力などの基本的なデータを取得する性能試験を実行する。NACAの実験データと比較することで精度の確認も行う予定である。本研究では速度分布と乱れ度分布、そして翼後方の流速について求める。

### 2. 実験装置

図2に性能試験で使用する直線翼列風洞の外観を示す。本風洞は最大流速52m/sの低速の吹き出し風洞であり、送風機によって吸い込まれた大気が測定部を通して排気される。全長は約6m、計測部の出口面積が600×180mmとなっている。

### 3. レーザードップラー流速計

完成した翼列風洞の性能試験を行うにあたって、レーザードップラー流速計による非接触での計測はチップクリアランスの計測で重要である。実験にはKANOMAX製のレーザードップラー流速計SmartLDV IIを使用する。しかし、製作した翼列風洞ではトレーサー粒子が反応せず、LDV計測ができていなかった。研究を重ねてトレーサー粒子の検出はできるようになったが、連続性に欠けた不安定な状態である。そのため現段階では熱線流速計とピトー管を使用して試験を行っている。

### 4. 性能試験

#### 4.1 速度分布と乱れ度分布

計測部の翼をすべて外した状態で熱線流速計を挿入し、出口面積に沿って指定した計測点で計測した。主流速度を

40.09m/sで設定し、風洞出口での計測結果をまとめて比較と検証を行った。結果を整理したものは図3,4に示す。

上部のずれについては主流計測用ピトー管が関係しているのではないかと推測している。下部分の境界層についてはプローブの関係上計測することはできなかった。翼をつけていない状態の乱れ度が1%以内であることから風洞としておおよそ機能していると考えた。

#### 4.2 翼後方の流速

図5に示したNACA65-810の製作翼を取り付けた状態で計測を行った。真ん中の翼3枚を対象に翼後方を計測範囲とし、3孔ピトー管を用いて計測を行った。流入角は剥離を起こす45°に設定した。結果を整理したものは図6,7に示す。

翼後方の速度ベクトルよりベクトルの向きなどを考慮する限り、流出角が30°を超えるとピトー管の計測が困難になっていることが分かる。計測に改善は必要だが、後流の速度分布から翼列としてもおおよそ機能していることが分かった。

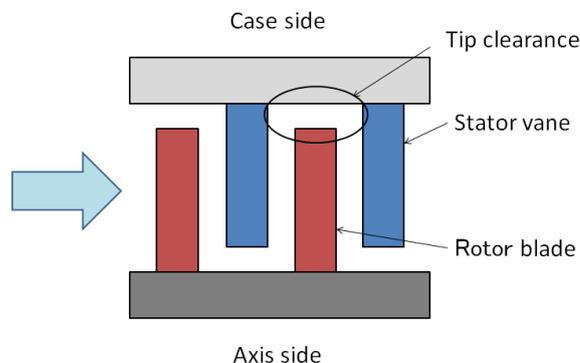


Fig.1 Tip clearance of rotor blade



Fig.2 Linear cascade wind tunnel

## 5. 結言

本研究では性能試験を行い、風洞としても翼列としてもおおよそ機能しているという結果を得ることができた。計測方法、風洞自体の改善すべき問題も新たに発見できたので、これからも解決して行ってほしい。今後もこの製作した二次元翼列風洞を改良していくことで、最終的に圧縮機翼端流の研究につながることを期待する。

## 文献

- (1) 山城紹吾, 圧縮機翼列の内部流れに関する研究, 学部論文, 2016
- (2) 日本機械学会, 流体計測法, 1999, pp.112-122



Fig.5 Wings used in the experiment

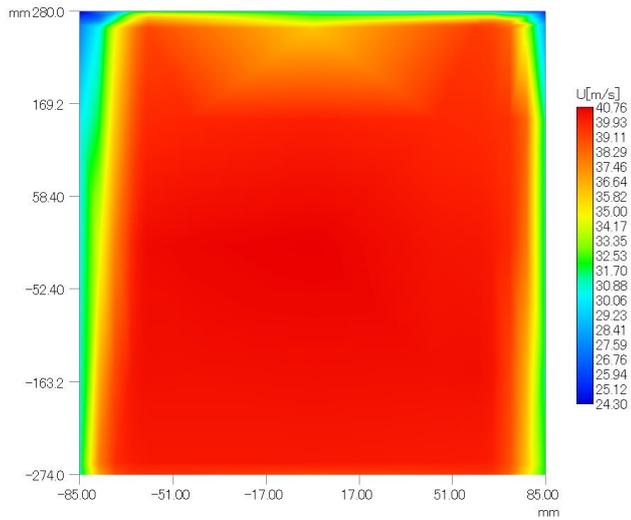


Fig.3 Velocity distribution

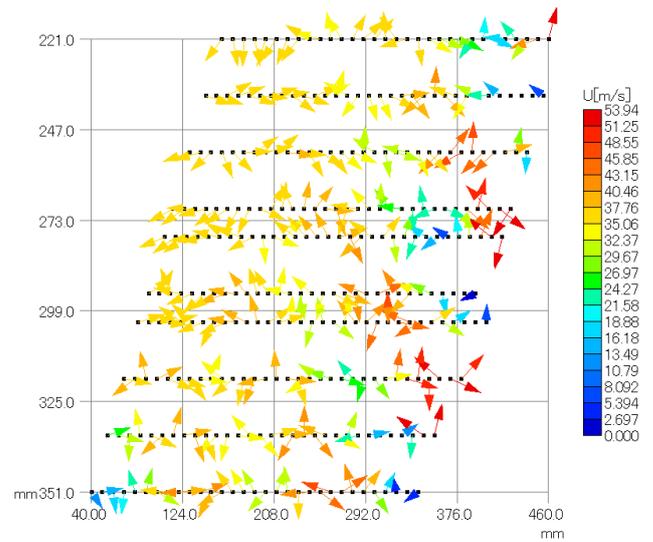


Fig.6 Velocity vectors behind vanes

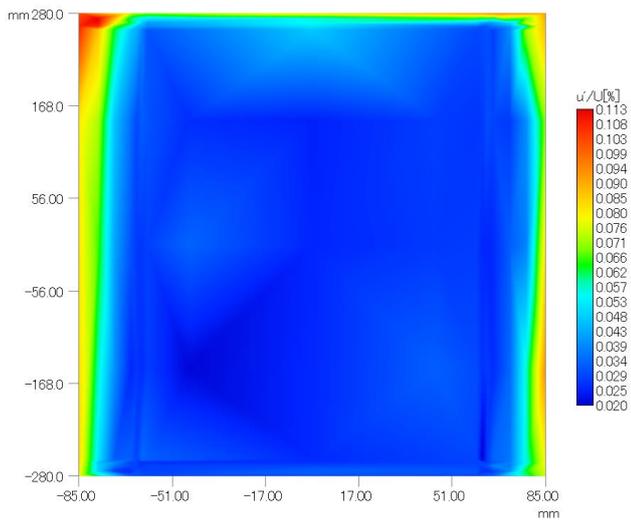


Fig.4 Turbulence distribution

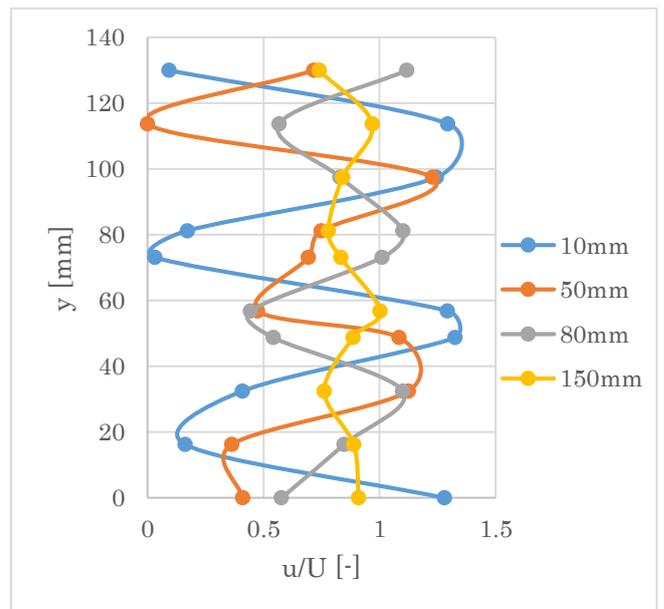


Fig7 Dimensionless velocity distribution