

課題番号	Q20E-04
課題名 (和文)	境界層吸い込みによる軸流圧縮機のコーナー失速抑制
課題名 (英文)	Suppression of corner separation in axial compressor using boundary layer suction
研究代表者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 理工学部 理工学科 機械工学系 助教
	氏名 金子雅直
共同研究者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位)
	氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位)
	氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位)
	氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位)
	氏名

#### 研究成果の概要 (和文)

本研究では、圧縮機の安定作動範囲を拡大するために新しいタイプのコーナー失速抑制技術を考案した。この技術は、Hub 面上の翼列の入口付近に吹込み孔、翼列出口付近に抽気孔をそれぞれ配置し、翼列の軸方向圧力差により流れを再循環させるもので、航空機エンジンへの適用を視野に入れて外部動力が不要な構造となっている。本研究ではこの技術の効果を、数値解析的手法を用いて調査し、コーナー失速を明確に抑制することを確認した。

#### 研究成果の概要 (英文)

In order to enhance the operating flow range of the axial compressor stage, I proposed a new technology to suppress the corner separation. In this technology, the axial adverse pressure gradient recirculates the flow near the endwall suctioned by a slot installed around the cascade outlet to an injection slot installed at the cascade inlet. In this study, the effect of this technology was investigated numerically and the computed results clarified that it clearly suppressed the corner separation.

## 1. 研究開始当初の背景

近年、計算機の性能向上に伴いガスタービンを構成する軸流圧縮機の全段・全周の内部流れが数値解析的に調査されており、静翼で生じたコーナー失速が低流量側の安定作動範囲を制限する要因となっていることが示唆されている。したがって、コーナー失速を抑制する技術は圧縮機段の安定作動範囲の拡大に大きく貢献する可能性がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、圧縮機段の安定作動範囲を拡大するために新しいタイプのコーナー失速抑制技術を考案した。この技術は、Hub 面上の翼列の入口付近に吹込み孔、翼列出口付近に抽気孔をそれぞれ配置し、翼列の軸方向圧力差により Hub 面付近の流れを再循環させるもので、航空機エンジンへの適用を視野に入れて外部動力が不要な構造となっている。本研究では、このコーナー失速抑制技術の効果を、数値解析的手法を用いて調査した。

## 3. 研究の方法

供試翼列は、NACA65-009 を有する圧縮機直線翼列であり、コーナーはく離が生じることが報告されている。本研究では、通常の平面 Endwall を有する条件と前述の自己再循環型の流路を施した Endwall を有する条件について内部流れの数値解析を実施した。

本研究では、ANSYS 社の汎用 CFD コード CFX を用い、定常非圧縮性流れを仮定して供試翼列内の流れの Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) シミュレーションを実施した。乱流モデルにはターボ機械の空力研究において多くの採用実績がある Shear Stress Transport を用いた。境界条件としては、入口境界に入射角が+4 deg.となる方向に流速 40 m/s を与えた。これは実験においてコーナー失速が生じた条件と

対応している。

## 4. 研究成果

まず、通常の平面 Endwall を有する条件を対象に本研究で採用した数値解析手法がコーナー失速現象を正しく予測できているかを調査した。

本数値解析結果は、実験に比べて多少コーナー失速領域を過大評価していたが、発生位置は正しく予測しており、実験結果とある程度一致していることを確認した。多くの研究者により RANS シミュレーションはコーナーはく離領域を過大評価することが報告されており、より正確な結果を得るためには LES など計算負荷の大きな手法を採用する必要がある。前述の通り本研究で実施した RANS シミュレーションの結果は実験結果とある程度一致していることから、本研究で提案したコーナー失速抑制技術の効果を評価することが可能と判断した。

平面 Endwall を有する条件 (SE) と自己再循環型の流路を施した Endwall を有する条件 (SRE) の計算結果を比較することにより、コーナー失速抑制技術の効果を評価した。

SRE は、SE と比較してコーナー失速領域が明確に縮小しており、本研究で提案した技術がコーナー失速をある程度抑制する効果を有することを示唆する結果が得られた。この効果をさらに高めるには、本技術によるコーナー失速の抑制メカニズムの解明が不可欠である。昨年度の研究期間ではその解明には至らなかったため、現在も継続して研究を実施している。