

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏 名 安形 友希子

学位の種類 博士（工学）

学位記番号 工府博甲第394号

学位授与年月日 平成25年9月26日

学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 システム統合工学専攻

学位論文題目 ガスタービン翼モデルにおける内部乱流促進リブが膜冷却性能に及ぼす影響  
(Effect of internal turbulence promoting ribs on film cooling performance for gas turbine blade model)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 西野 耕一  
横浜国立大学 教授 宇高 義郎  
横浜国立大学 教授 石井 一洋  
横浜国立大学 教授 松井 純  
横浜国立大学 准教授 酒井 清吾

## 論文及び審査結果の要旨

本論文は、ガスタービン翼の冷却技術について、翼内部の冷却空気流路に設置される乱流促進リブが、翼表面の膜冷却性能に及ぼす影響を実験および数値解析を用いて明らかにした結果をまとめたものである。典型的なリブ配置として、リブが60°傾斜した配置(Rib1)および120°傾斜した配置(Rib2)について、リブ配置の違いに起因する膜冷却性能の特性を風洞実験により明らかにし、数値解析においてリブ配置による流れ構造の違いを解明し、膜冷却性能の変化機構を明らかにした。

第1章は、序論としてガスタービン翼の冷却技術の重要性と研究の意義および既往研究との関連性について論じた。

第2章では、膜冷却性能の評価方法について定式化し、熱流束低減率と表面温度低減率

を定義して、その物理的意味や実際のガスタービン翼における典型値などを記述した。

第 3 章では、風洞実験で計測した熱伝達率および断熱膜冷却効率について、リブ配置による影響を調べた。熱流束低減率および表面温度低減率を評価し、膜冷却性能を明らかにした。Rib1 は低吹出比での冷却性能は優れているが、吹出比増加に伴ってそれが著しく低下するのに対して、Rib2 は吹出比による性能変化が小さいという特性が見出された。

第 4 章では、Detached-eddy Simulation (DES) による数値解析を行い、断熱膜冷却効率と流れ構造を明らかにした。Rib1 では典型的な膜冷却構造である双子渦を形成するため、吹出比の増加に伴って膜冷却空気が壁面から離れ、断熱膜冷却効率が低下することを示した。一方、Rib2 では吹き出し時に膜冷却空気が主流へ貫通する歪曲した渦構造と壁面へ向かう流れに分かれ、後者が高吹出比でも壁面近傍に留まるため良好な冷却性能となることを示した。そのような膜冷却構造の違いがリブ背後の剥離領域がもたらす冷却孔入口での流れ特性の違いにより生じることを明らかにした。

第 5 章では、熱伝達率を評価するための DES を行い、数値予測の有効性を示すとともに、熱伝達率分布に寄与の大きい流れ構造を明らかにした。さらに、風洞実験で求めた熱流束低減率および表面温度低減率を数値解析により再現し、膜冷却性能のさらなる向上への方向性を示した。

第 6 章では、各章で得られた知見を総括的にまとめている。

以上、本論文は、ガスタービン翼の冷却技術について、乱流促進リブが翼表面の膜冷却性能に及ぼす影響を実験および数値解析を用いて明らかにした結果をまとめたものである。