

船舶技術研究所報告（第38巻 第2号）に掲載の論文の紹介

研究報告の紹介

タービン内再熱水素燃焼ガスタービンの研究

平岡克英、井亀 優、春海一佳、城田英之、森下輝夫、菅 進

地球環境維持の観点から熱エネルギーの有効利用はますます強く求められており、高効率化をめざして各種ガスタービンサイクルの検討が行われています。ガスタービンサイクルにおいて再熱はタービンの膨張過程で温度が下がった作動ガスに再び熱を加えて温度を上げることですが、この再熱によってタービン仕事が増大し、単位空気流量当たりの出力が高くなります。一方タービン出口ガス温度が上がり排熱損失が増大しますので、高い熱効率を維持するためには再生器によって排気エネルギーを有効に回収することが必要となります。このような再熱再生サイクルは熱効率は単純サイクルより優れていますが、装置が複雑化して容積、重量が増加するというデメリットがあります。我々が提案したタービン内再熱水素燃焼ガスタービンは、クリーンで燃焼速度の速い水素を利用し、タービン翼後縁から水素を噴き出してタービン内部で燃焼させます。そのためタービン外部に再熱用燃焼器を設置する必要がなくなり、コンパクトに再熱過程が実現できます。

本研究では、このタービン内再熱という概念の実現可能性を実機を模擬した環境下で実証するために単段試験タービンを製作し、水素再熱運転試験を実施しました。本報告は研究経過と研究成果を既発表の成果も含めて報告したものです。主たる結果は以下の通りです。

- 1) 試験タービンのノズル翼入口温度940℃レベルにおいて、水素は、燃焼が困難と予想されたノズル翼下流という高速ガス流雰囲気中で着火し、主流ガス平均温度上昇約100℃の再熱熱負荷において、ほぼ100%の燃焼効率を達成しました。また、水素再熱によって排気中のNO_x総量は変わりませんでした。
- 2) 再熱により非再熱時出力（約220kW）の約5%の出力増加を得ました。しかし、得られた出力増加は計算値の30～70%程度であり改善の余地があります。
- 3) 水素再熱によってノズル翼下流の内部ケーシングとロータ翼に異常は認められませんでした。ノズル翼内周側のエンドウォールに変色跡が見られました。この変色域の酸化影響層の厚さは30 μm程度であり、強度的な問題を生ずるものではありませんでしたが、設計にあたっては、翼後縁部分の局所的な高温ガス流れによる内周側壁面の加熱に対する配慮が必要です。
- 4) 試験タービンにより、タービン内再熱ガスタービンの可能性は示されました。将来的課題としては、タービン内再熱タービンとしてのタービン設計方法、多段タービンにおける再熱水素の燃焼方法、より高温ガス流中での再熱とより高負荷での再熱、の検討が残されています。