

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第403号	氏名	MOHD HAZWAN BIN YUSOF
審査委員	主査	片野田 洋	
	副査	井手 英夫	福原 稔
		木下 英二	

学位論文題目

A Study on Energy Separation Mechanism in Ranque-Hilsch Vortex Tube
(ボルテックスチューブのエネルギー分離機構に関する研究)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文はボルテックスチューブ (Vortex Tube ; 以下VTと略記) のエネルギー分離機構を解明することを目的として、実験と理論解析により研究を行ったもので、6章より構成されている。

第1章は序論であり、研究の背景、従来の研究、および本研究の目的について述べている。

第2章では、本研究で用いた実験装置と実験手順について述べている。すなわち、本研究で使用した実験設備と実験に用いたVTの構造の詳細について説明している。その後、冷風出口の中心軸上のピトー全圧測定に用いた極細のピトー全圧プローブ、及び冷風出口の旋回流れを可視化するために独自に考案した2つの可視化手法について説明している。

第3章では、独自に設計・製作した3種類の全温度プローブについて述べている。プローブの構造と寸法について説明した後、噴流を用いた検定結果について述べている。その結果、3つの全温度プローブの測定精度は $\pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 以内であることを示している。

第4章では、冷風出口のピトー全圧と全温度の測定結果、冷風流れの可視化結果、及び渦室内を含む冷風の流動モデルについて述べている。冷風出口中心軸上でのピトー全圧の測定結果より、入口圧力0.2~0.6 MPaの範囲において冷風流量の比率が約0.6以下のとき、ピトー全圧は大気圧を下回ることを示した。加えて全温度の測定と流れの可視化から、冷風出口の中心軸付近には逆流領域が存在し、その温度は周囲の順流領域よりも低いことを示している。加えて、冷風・温風の平均温度よりVTの冷却能力について述べた。さらに、冷風出口管内の流動モデルについて述べている。本章の最後では、VT内のエネルギー分離機構に与える冷風流量の比率と入口圧力の影響について、それぞれ考察している。

第5章では、VTの理論的な要素研究として圧縮性乱流渦内のエネルギー分離機構について考察した。従来の圧縮性乱流渦の数値モデルを改良し、流線に沿う単位質量あたりの全エネルギーの変化に着目して解析・考察を行った結果、渦周囲部での全エネルギーの増加には粘性散逸による熱量の発生が主に寄与し、渦中心部での全エネルギーの減少には摩擦仕事に主に寄与していることを示した。

第6章では、結論として本研究により得られた結果を纏め、本研究で得られた成果がVTのエネルギー分離機構を説明する有益な流動モデルを構築したことを示して結びとした。

以上、本論文はVT内で生じるエネルギー分離機構の解明を目的として実験と理論解析により検討を行い、それを説明できる流動モデルを構築した。これらの成果は、VTについての学術的な理解を深めるのみならず、熱力学的な性能向上にも大きく寄与することが期待される。よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定する。