

氏名	MD. MAHMUD ALAM
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	学 術
学位授与番号	博 甲 第 1901号
学位授与の日付	平成11年3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科生産開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Flow through a Rotating Curved Duct (回転曲がり管内の流れに関する研究)
論文審査委員	教授 山本 恭二 教授 稲葉 英男 教授 鷺尾 誠一

学位論文内容の要旨

The present dissertation is concerned with the flow in rotating ducts as well as rotating helical ducts. The helical duct has been used extensively in various industrial applications to enhance the rate of heat, mass and momentum transfer. In order to improve the performance of these devices, an accurate and reliable analysis of the flow in the helical duct is necessary. The rotating passages are used in cooling systems for conductors of electric generators. The flow is affected by the centrifugal force due to curvature of the duct as well as the Coriolis force caused by the system rotation. The flow characteristics obtained give useful and important information as the basic studies of the flows into not only cooling systems for conductors, but also other devices, such as screw pumps, heat exchangers, and the passages between the blades of gas turbines or centrifugal compressors.

In chapter 1, previous studies concerning flows in a curved duct, rotating curved duct, helical duct are summarized and discussed from both analytical and numerical point of view. In chapter 2, the basic governing equations related to the problem considered thereafter are shown in a standard form. The problem is solved by employing the spectral method. The Fourier series is used for circumferential direction and the series of Chebyshev polynomials in the radial direction. In chapter 3, the calculation approach for different problems are discussed. In chapter 4, a specific problem of the flow in a rotating curved duct with square cross-section is considered. The multiple as well as 6-cell type solutions have been obtained. The same problem has been extended to a helical duct without rotation and is considered in chapter 6. In chapter 5, the flow in a rotating helical duct with circular cross-section is considered when the system rotates with a constant angular velocity. The multiple solutions can not be obtained in this case. The flow characteristics vary greatly with rotation. The trajectories of the fluid particles are also shown.

論文審査結果の要旨

曲がり管は管路系の一部として、また、熱交換器、混合機の一つとして工業的に広く利用されているものであるが、その中の流れの詳細な研究は、これらの装置の性能向上を図る上に重要であるのみならず、流れの挙動が物理的・数学的に興味のあるところであり、多くの関心を引いてきている。

本論文は、曲がり管が軸周りに回転する場合の管内流の挙動を、数値解析に基づいて研究しているものである。

まず第一に、矩形断面を持つ曲がり管内流に対し、管軸周りの回転がどのような影響を与えるかについて、解の分岐と二次流の変遷の観点から詳細に調べている。その結果、回転を与えることによって、一般に解の分岐が生じること、そのときの二重解は、断面二次流の形状が二渦および四渦であること、管内を流れる流量は、ある回転数に於いて尖点的に変化する最大値を有すること、またその点での二次流は六渦の形状であることを明らかにした。

次に、ヘリカルな曲がり管内流に対し、回転の及ぼす影響を、流体の混合の観点から調べている。この場合、解の分岐は生じない。振りが無い場合の断面内の二次流は二渦であるが、振りが増加するに伴い一渦に変遷すること、従って、振りにより流体の混合が押さえられることが示された。また、管内を流れる流量は、ある回転数に於いてほぼ尖点的に変化する最大値を有すること、振りパラメータが 0.5 程度より小さいときには、流量に対する振りの影響は殆んどないこと、0.5 より大きいときには、振りの変化に対し、流量が最小値を持つ回転数の範囲が存在することなどを明らかにした。

更に、矩形断面を持つヘリカルな曲がり管内の流れの解析を行っている。曲がり及び振りが小さい場合に対し、級数展開による解を求め、矩形断面を持つヘリカルな曲がり管内流に対して振りの影響を始めて明らかにした。

以上のように、本論文では、回転曲がり管内の流れに対する回転および振りの影響を調べたものであり、得られた知見は学術上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士の学位論文に値するものと認める。