

氏名(国籍)	パラパット サンティワラコン (タイ)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3155号		
学位授与年月日	平成15年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	離散渦法による円管内流れにおける渦の相互作用の解明と乱れスペクトル構造		
主査	筑波大学教授	工学博士	松内 一雄
副査	筑波大学教授	工学博士	河合 達雄
副査	筑波大学教授	工学博士	松井 剛一
副査	筑波大学教授	工学博士	村上 正秀
副査	筑波大学助教授	工学博士	京藤 敏達

論文の内容の要旨

流れの層流から乱流への遷移過程の研究は古くから多くの研究者の注目を集めてきた。本研究は、円管内の遷移流に着目しその初期過程を、離散渦法により明らかにしようとするものである。レイノルズ数が約2,000-2,700の範囲でパフと呼ばれている特異な乱流塊の発生が知られているが、この乱流塊がどのようにして発生するのかについてはこれまで明らかにされてこなかった。ただ、実験的にこのパフが発生するときにはその上流においていつも乱れのエネルギースペクトルが普遍的に-3.3の勾配を持つことが知られている。

この物理的な意味は何か。パフの発生にどのように結びつくのか。境界層や平板ポアズイユ流れに対しては遷移過程の詳細がほぼ解明されているが、より基本的な流れと考えられる円管内の遷移について未解明である。

この原因を遷移過程が強い非線形に支配された現象であるために解析が困難であったと考え、非線形性に関しては、なにも仮定を設けず管内の渦輪の集合としてこれを解析した。

まず、管内における渦輪の相互作用の素過程を理解するために、流れは軸対称を保つとして最大3個までの渦輪の相互作用を計算した。自由空間における渦輪と異なり、同符号で大きさの等しい循環を持つ渦も管壁があることで進行方向が異なり、これが渦輪の振る舞いを複雑にし、3個の渦輪であっても、カオス的な複雑な振る舞いをすることが明らかになった。さらに、流れの中に、ランダムな循環を持つ渦を次々に作り出し、これらの渦によって生み出される速度変動を計算し、そのエネルギースペクトルが実験的に知られている-3.3の勾配を持つことを示した。さらに、渦の運動からこのスペクトルが渦の合体によって、小さなスケールの渦から大きなスケールへのエネルギーの逆カスケードであることを明らかにした。渦輪の粘性減衰を考慮した計算も行い、このスペクトルが本質的に、粘性によるものではなく、非線形の相互作用だけによっていることが明確になった。

審査の結果の要旨

本研究は、1883年の有名なレイノルズの実験に始まり、多くの研究者の努力にもかかわらず失敗に終わった円管内の遷移過程の解明に一つの大きな手がかりを与えるものと評価できる。比較的小さなレイノルズ数で起こっている現象にもかかわらず、本質的には強い非線形の現象として認識した点も評価できる。

比較的単純な手法でこの遷移問題に取り組めることを示したことは、今後のこの方面の研究の展開に大いに寄与することが期待できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。