

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 10730号
------	-----	----------

氏 名 夏 爽

論 文 題 目

Direct Numerical Simulations on the Development of Boundary Layer with Heat Transfer under the Effects of External and Internal Disturbances

(外部および内部乱れの影響を受けた熱輸送を伴う境界層の発達に関する直接数値計算)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	酒井 康彦
委員	名古屋大学	教授	山下 博史
委員	名古屋大学	教授	吉川 典彦
委員	名古屋大学	准教授	長田 孝二

論文審査の結果の要旨

夏爽氏提出の論文「Direct Numerical Simulations on the Development of Boundary Layer with Heat Transfer under the Effects of External and Internal Disturbances (外部および内部乱れの影響を受けた熱輸送を伴う境界層の発達に関する直接数値計算)」は、熱輸送を伴う境界層の発達に及ぼす様々な物体後流乱れの影響を直接数値計算により明らかにしたものである。

第1章は緒論であり、壁面境界層流の構造・乱流遷移といった基礎的特性について述べるとともに、様々な外部乱れの影響を受けた境界層流および熱輸送に関する既往研究についてまとめられている。また本章の末尾に本研究の目的と論文の構成が記されている。

第2章では、本研究で用いられた直接数値計算法(DNS)の詳細が記述されている。具体的には、時間発展には準陰解ルンゲクッタ法に基づくフラクショナルステップ法が、空間離散化には中心差分法が用いられたことや格子生成、境界条件などについて述べられている。

第3章では、壁面にトリッピングオブジェクトが取り付けられた場合における境界層流の構造および壁面を通しての熱輸送について述べられている。計算の結果、本研究で用いられたトリッピングオブジェクトが境界層流の発達に及ぼす影響は小さく、計算領域全体で壁面せん断応力はトリッピングオブジェクトの無い層流の場合からほとんど変化しないが、熱輸送については上流域において僅かではあるが促進されることが明らかになった。しかしながら、下流域ではこのような熱輸送促進効果もほとんどなくなることが示された。

第4章では、境界層上流部に設置された乱流格子が流動場と熱輸送に及ぼす影響について述べられている。トリッピングオブジェクトが取り付けられた場合と異なり、この場合には乱流境界層が形成された。熱拡散係数や速度こう配の第二不変量を計算した結果、熱輸送が格子によって生成された渦により促進されること、またバッファ層内で生成された渦が粘性底層領域において強い歪みを誘起し、これが局所的な熱輸送を促進することが明らかになった。

第5章では、壁面と平行に設置された角柱が境界層流の発達に及ぼす影響について述べられている。計算の結果、角柱が壁面近くに設置された場合には、壁面摩擦係数は減少するが熱輸送は促進されること、またこれらには角柱上部から生成される渦が大きく寄与していることが明らかになった。一方角柱と壁面の距離が大きい場合には、壁面摩擦係数・熱拡散係数のどちらも減少することが示された。

第6章は本論文の総括であり、第2章から第4章で得られた知見をまとめるとともに、今後の研究展開の方向について述べられている。

以上のように、本論文では熱輸送を伴う境界層に対して様々な外部乱れが及ぼす影響を直接数値計算により明らかにされている。本論文で得られた知見は、境界層流における抵抗低減や熱輸送の促進を実現するために重要であり、機械工学、特に流体工学分野の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である夏爽氏は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。