

(別記様式第5号)

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)乙第11号	氏名	津田和則
学位審査委員	主査	茂地 徹	
	副査	石田 正弘	
	副査	植木 弘信	
	副査	林 秀千人	
	副査	桃木 悟	
論文審査の要旨			
<p>津田和則氏は、昭和51年3月に九州大学工学部機械工学科を卒業した。(株)リョーセンエンジニアズに勤務しながら、社会人学生として平成16年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に入学した。平成19年3月に同研究科博士後期課程を単位取得後退学し、現在に至っている。</p> <p>同氏は、生産科学研究科に入学以降、物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、自然対流問題の数値解析に関する研究に従事し、その成果を平成19年5月に主論文「水平底面を有する等温物体まわりの自然対流CFD解析」としてまとめ、参考論文10編(うち審査付学術論文1編、査読中の学術雑誌論文2編)を付して、長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士(工学)の学位の申請をした。</p> <p>長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、平成19年7月18日の定例教授会において、論文提出による学位論文の提出資格を審査し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会における発表と口頭による最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を平成19年9月12日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>提出された論文では、公表された信頼できる実験結果を数値計算で正確に再現するために実験で採用された流体の速度場全体を計算領域とし、現実的な境界条件を設定して、汎用CFDコードによる数値解析を試みている。水平下向き等温面からの自然対流による速度場と温度場の計算結果を実測値と比較検討し、本研究で使用するCFDコードの有効性を確認した後、本数値計算法を有限の厚さを有する水平等温平板まわりの自然対流による速度場と温度場の解析に適用し、伝熱特性(ヌッセルト数)に及ぼす平板厚さと加熱面温度の影響を定量的に推定している。さらに、実用的な観点から、有限長さの垂直円柱まわりの自然対流による速度場と温度場を数値解析し、ヌッセルト数を定量的に評価している。</p> <p>本論文では、まず、Aiharaらの水平下向き等温面まわりの自然対流の実験結果を数値的</p>			

に再現するため、空気の速度場全体を計算領域とする CFD 数値解析を試み、伝熱面まわりの空気の速度場と温度場の実測値との比較検討から、Aihara らの実験結果の妥当性および現象自体が定常解として存在することの確認と本研究で使用する CFD コードの有効性を確認している。さらに、水平下向き等温面が壁の無い自由空間内で自然対流で冷却される場合の数値解析を行い、Aihara らの実験でみられる流れの反転は側面と底面を有する 2 次元現象の結果であり、自由空間の場合には反転層を形成する流れは発生せず、水平下向き等温面からの自然対流熱伝達特性は良くなることを明らかにしている。

次に、本数値計算法を有限の厚さを有する水平等温平板まわりの速度場と温度場の解析に適用し、熱伝達特性（局所および平均ヌッセルト数）に及ぼす平板厚さおよび加熱面温度の影響を検討している。Aihara らが実験で使用した平板の厚さを 5 倍まで厚くした場合を想定して数値解析を行い、(1) 平板厚さが 3 倍程度までは Aihara らが実験で使用した薄い平板の場合の流れと類似の傾向を示すが、4 倍あたりから平板の上面の板幅中心付近で流れの旋回領域が発生し、それに伴って上面の温度境界層および局所ヌッセルト数に変化が現れてくる。板厚が増しても平板の下面では平均ヌッセルト数の大きさにほとんど変化はみられないが、平板の側面では流速が大きくなるため平均ヌッセルト数は増大する傾向にあり、平板の上面では端部付近の流れの旋回領域が大きくなるため平均ヌッセルト数は減少する傾向にあること、および(2) 伝熱面の加熱温度の影響については、Aihara らが実験で使用した薄い平板について数値解析した結果から、加熱温度が高い場合には対流の起動力が増して空気の流速が増大し、局所および平均ヌッセルト数は大きくなる、ことを示している。

最後に、実用的な観点から、水平底面を有する垂直円柱まわりの自然対流について数値解析した結果を報告している。円柱高さ、加熱面温度およびプラントル数の大きさ（空気と水の場合）が、伝熱面まわりの流体の速度場と温度場に及ぼす影響について解析し、(1) 円柱の高さを変化させた場合には水平底面での伝熱特性はほとんど変化しないが、円柱側面でのヌッセルト数は側面が高くなり流速が速くなるにつれて大きくなる、(2) 円柱の加熱温度を大きくすると円柱の全面で流速が速くなり、円柱上面では流動と温度場が変化しヌッセルト数は大きくなる、および(3) プラントル数が大きい水の場合には、空気の場合に比べ円柱まわりの速度境界層が薄くなるため全体的に壁面に沿う流れとなり、平均ヌッセルト数は、空気の場合に比べて大きくなる、ことを明らかにしている。

以上のように本論文は、水平等温平板まわりの自然対流を汎用 CFD コードを用いて数値解析し、平板の厚さが物体まわりの流れと熱伝達に及ぼす影響を定量的に明らかにして新しい知見を提供するとともに、電子機器や半導体の最適な自然冷却に関する伝熱設計の基礎資料としても有用であり、伝熱工学に多大の寄与をするものと評価できる。

研究科教授会は、審査委員会の報告に基づいて審議した結果、本論文は伝熱工学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして、合格と判定した。