

氏名(本籍)	田中 正 暁 (茨城県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第5348号		
学位授与年月日	平成22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	システム情報工学研究科		
学位論文題目	配管系サーマルストライピング現象における非定常大規模渦構造の数値解析		
主査	筑波大学准教授	工学博士	文字 秀明
副査	筑波大学教授	博士(工学)	阿部 豊
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	松内 一雄
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	榊原 潤

論文の内容の要旨

本研究は、温度の異なる流体が混合する場合に発生するサーマルストライピング現象で見られる非定常大規模渦構造と流体および流路構造物の温度分布の予測が可能な数値計算コードの開発、さらにそれを用いたT字合流部での渦構造の解明を目的として行われた。著者は複雑形状境界条件にも適用できるように境界適合座標系を用い、計算負荷を抑えつつ3次元非定常計算を行うために流動解析にLES(ラージ・エディ・シミュレーション)アプローチを採用した。開発した計算コードを用い、理論解や詳細な実験結果が存在する幾つかの流れに対し検証解析を行い、その妥当性を確認した。T字合流部での温度の異なる流体の混合に関しては既往水流動試験および本研究で行った流路壁内部の温度変動まで計測した実験の結果と比較し、その妥当性を検証した。速度および温度の時間平均分布と変動量分布について開発したコードの計算結果と実験結果がよく一致することを示し、さらに実験で得られている特徴あるT字合流部での温度変動特性がT字合流部で発生した大規模渦で説明できることを示した。また、従来の数値計算で仮定されている断熱壁ではなく、遠方で温度一定となる拘束条件の下、熱伝達を考慮した壁を想定し、流体-壁熱連成解析を行うと構造物による温度変動の抑制効果が現われることを示した。

審査の結果の要旨

開発した数値計算コードは既存の境界適合座標系とLESの考え方を組合せて構成されているが、それだけでは計算負荷が大きく、プラント設計などに用いることができない。そこで、著者はBiCGSTAB法にSOR法を融合させたBFC系の反復解法の構築やOpenMPによる並列化の工夫を施し、計算の負荷軽減および高速化を図り、T字合流部でのサーマルストライピング現象を扱えるようにした。これを用いT字合流部でのサーマルストライピング現象の詳細流れを明らかにした。また、従来の類似の計算コードでは扱っていなかった流路壁内部の温度まで計算する流体-壁熱連成を考慮し、断熱壁条件と異なる結果が得られることを示した。実用に耐える流体-壁熱連成を考慮した数値計算コードを開発したことは、これからのプラン

ト設計に役立つ点では勿論、さらなる精密な流体解析コードの開発方針を与えた点で熱流体工学およびプラント設計工学に大きく貢献し、高く評価できる。

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。