

課題名(タイトル): ろう付工程の最適化を目的とした分析と解析による研究

利用者氏名: ○國吉 浩平(1)、野田 茂穂(1)、山崎 真(1)

理研における所属研究室名: (1)情報システム本部 計算工学応用開発ユニット

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

本課題はマレリ(株)(旧カルソニックカンセイ)と理化学研究所との共同研究課題である。自動車用熱交換器のろう付け工程で用いられる連続炉の設計は、過去の知見から得られた経験則で行われているのが現状である。そのため、今後、さらなる生産性向上のためには、炉内で起きている現象を適切に捉える必要がある。しかし、実機の炉は閉鎖空間となっており、外部より内部の流動状態を可視化することは困難である。そこで、炉内の流動状態を把握するための方法として流体シミュレーションを用いた手法が有効と考えられる。一方、一般的な計算機では数十メートルクラスの炉内の流動状態を計算することは計算規模の面から非現実的である。

そこで本研究では、大規模計算機 HOKUSAI による大規模流体解析により、炉内環境の最適化を目的とした研究を行う。

2. 具体的な利用内容、計算方法

昨年度、実機を三次元計測によるリバースエンジニアリングにより得られた形状を元に作成した、詳細炉内計算モデル(200M メッシュ)を作成した。本年度は、オープンソース CFD コードである OpenFOAM^①を用い、昨年度作成した計算モデルに対し流体解析を実施し、現状の炉内の流動状態の問題点の確認や、炉内環境の最適化に向けた各種検討を実施した。

2-1. 流体解析環境

今年度の検討には、OpenCFD 社により提供されている OpenFOAM v-1812 ならびに v-1906 を使用した。また、解析には intelCPU が採用されている HOKUSAI BWMPCC を使用した。なお、HOKUSAI システムは随時コンパイラや MPI のバージョンアップが実施されているが、OpenFOAM のビルドを intel 製のコンパイラならびに MPI を使用する際、MPI の最新バージョンである 2019 を使用すると OpenFOAM を正常にビルドが完了しない。詳細な原因の追究は行っていないが、一部ライブラリのディレクトリ

配置が変更となったことが原因と推定される。今回は、OpenFOAM のビルドを実施する際、intelMPI のバージョン 2018 を明示的にロードすることでこの問題を回避した。

2-2. 計算結果可視化環境

可視化にはオープンソースの可視化ソフトウェアである ParaView^② v-5.6.1 を使用した。また、可視化にあたっては 200M メッシュを処理できるメモリを確保するため、SSH トンネルを介したサーバー・クライアント機能による並列レンダリングを実施した。

3. 結果

流体解析の結果、既設炉の内部で生じている問題について確認した。この問題は、マレリで行われた実機での簡易計測結果からも類似した傾向が得られている。解析により確認された問題を解決するため、各種改善案の検討を大規模流体解析により行った。改善案を適用することで、既設と比較し 26%炉内環境が良好となる見込みとなる結果が得られた。

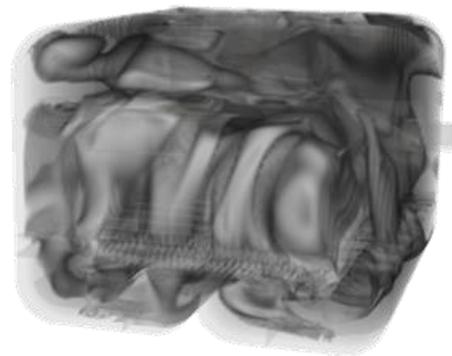


Figure 1 既存炉内状態の解析結果

4. まとめ

自動車用熱交換器の製造工程で用いられる連続炉の内部環境を最適化のため、HOKUSAI による大規模流体解析を実施し、炉内環境改善のための方策立案まで提案を行った。

5. 今後の計画・展望

今後は、今回解析した改善方策の実機への適用について検討を行う。また、学会発表や論文投稿による成果の外部発表を目指す。以上を遂行するため、2020 年度も引き続きスーパーコンピュータを利用した追加解析を予定している。

参考文献

- (1) <https://www.openfoam.com/>
(accessed 2020-2-6)
- (2) <https://www.paraview.org/>
(accessed 2020-2-6)

2019 年度 利用研究成果リスト

【口頭発表】

國吉浩平, “オープンソースの流体解析ソルバーと可視化ツールを使った大規模解析と可視化”, 「新生」第13回金沢コンピュータグラフィックス談話会, 2019年12月14日, 石川県金沢市