

OpenFOAM の大規模数値流体解析による k- ω SST を用いた流体力予測精度向上方法の追求

古西良

工学院大学工学部機械工学科流体工学研究室

1. 緒言

2012 年度より、工学院大学 流体工学研究室では FX10(Oakleaf-FX)と呼ばれる大規模な解析リソースを手に入れた。しかし、本研究室ではこれを十分に活用出来て居ない。原因は、技術や経験と言ったノウハウが無いからである。この事から、研究室が持つ限界性能を見極めノウハウを追及する必要がある。その際、解析格子の取り扱いには十分に注意しなければならない。形状の能解度を良くする事を目的とした要素数の増加は同時に解析コストの上昇も招く事から、組織が所有するリソースを効率良く使用する為にもリソースの性能や限界を熟知する必要がある。これらを元に、本研究では FX10 と OpenFOAM を用いて RANS k- ω SST モデルによる要素数 1 億超えの解析を成功させる事を目標とした。

2. 解析対象及び妥当性検証方法

解析対象は Audi TT である。CAD データは GrabCAD と称される CAD データ投稿サイトから拝借した。本研究では要素数約 1 億の解析成功を目標とする為、CAD データの精度は考慮しない。解析に使用した乱流モデルは高レイノルズ数型 k- ω SST モデル、解析格子はテトラ構造格子で、要素数は約 1 億 2 千万と成った。

解析の妥当性検証は、公称値の抵抗係数 0.3 を使用した。抵抗係数の解析結果が参考値に対して ± 0.01 に収まった値を得られた場合、解析に成功したと判断した。併せて、よどみ点における動圧について、理論式から算出される動圧の値と解析結果から得られる値の比較も行った。本解析では 30m/s での巡行を想定している。

3. 解析環境及び解析条件

本研究では、FX10 にプリインストールされているオープンソースソルバ「OpenFOAM-2.0.1」を使用した。OpenFOAM は熱流体解析・応力解析・金融工学等様々な分野で利用する事が出来る数値解析計算ライブラリである。

本研究室では、12 ノード・192 プロセッサを使用する事が出来、今回の解析は 100 並列で進めた。使用した解析リソースを表 1 に示す。また、解析を実行する際に使用したジョブを図 1 に示す。

表 1: 工学院大学で使用可能な計算環境

Resorce	Processor	SPARC64 Ixfx (1.848GHz)
	Number of Processor	16
	Number of Core	100
	Storage	50GB
	MEMORY	200GB

```
#!/bin/sh

#PJM -L "rscgrp=regular"
#PJM -j

#PJM -L "node=12"
#PJM --mpi "proc=100"
#PJM -L "elapse=48:00:00"
cd $PJM_JOBDIR
mpirun -np 100 simpleFoam -parallel
```

図 1：実行ジョブ詳細

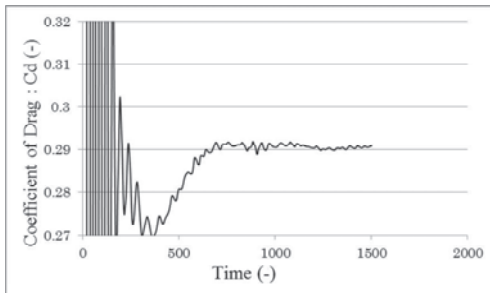


図 2：抵抗係数解析結果



図 3：最大圧力点周辺の圧力分布

4. 解析結果

本研究における抵抗係数解析結果を図 2，最大動圧点周辺の圧力分布を図 3 にそれぞれ示す。抵抗係数の解析結果は 0.29，最大動圧点の解析結果は 467.296Pa と成った。

5. 考察

抵抗係数解析結果は参考値 0.3 に対して 0.29 となり，目標とする ± 0.1 の範囲内に収まる結果を得た。また，最大動圧点の値は 467.296Pa となり，動圧の理論式より算出する事が出来る 450Pa と同様の値と成った。

本研究の解析プロセスでは，regular の実行限界時間である 48 時間を要した。48 時間でほぼ収束している値を得られた事から，FX10 による OpenFOAM-2.1.0 を用いた定常解析は，実務での使用に有用である事と考えられる。

6. 結語

FX10 を用いた OpenFOAM-2.1.0 による k- ω SST の定常解析において，非構造格子約 1 億 2 千万要素の解析に成功したと考えられる。

FX10 による OpenFOAM-2.1.0 を用いた定常解析は実務に用いる事が可能である結果を得た。