



OpenFOAMを利用した 小型縦軸風車の数値解析

若嶋振一郎(長岡技科大・機械系)

OpenCAE Symposium 2011,

1-2 Dec. 2011

OF1.6-ext PimpleDyMFoamソルバーを使った風車周りの数値解析):

<乱流モデル(RAS)>

- 標準k-ε
- RNG k-ε
- k-ω SST(回転体向き?)



- •その他は、あまり変更してテストしていない
- ・メッシュ依存性が大きい(y+)
- ・最近は、もっぱらk-ω SSTかRNG k-ε

transientSimpleDyMFoam(OSIG) turbDyMFoam (1.5-dev) は未使用

<初期条件>

- 速度U U₀ [m/s] - 圧力p P₀ [Pa]

- 乱流エネルギーk k₀ [m²/s²]

- 比散逸率omega ω_0 [-]

- 散逸率epsilon $ε_0$ [m²/s³]

- 乱流動粘性係数nut v_{to} [m²/s³]



・回転数のみ変更する場合は、 前の条件での計算結果を利用 (DynamicMeshDict はruntime read不可?)

•MRFSimpleFoamでの計算結果

・少なくともpotentialFoam -writepは必要

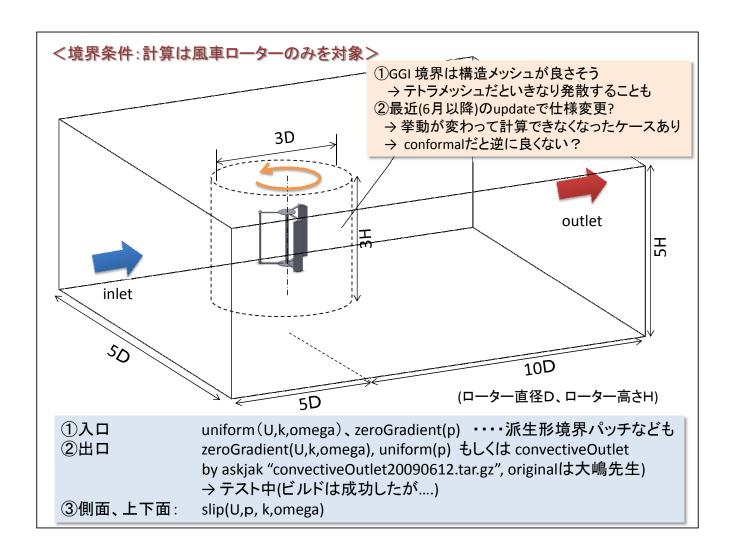
・CFL数は、2程度までは可能

【注】

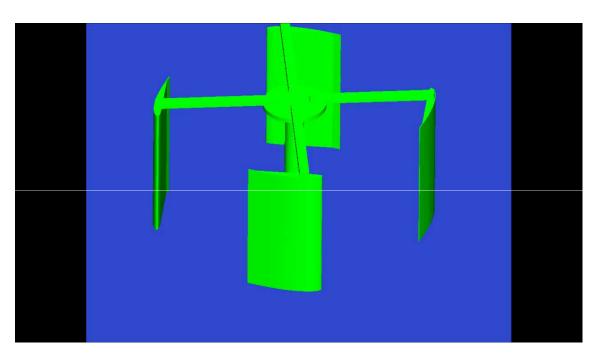
①乱流エネルギー k_0 は、大気乱流としてIEC IEC61400-1等で規定された乱流強度Iを設定(12%~16% at 15m/s)、もしくは発達したダクト流れとして1~10%(I=0.16Re-1/8)とする。 ②比散逸率 ω_0 、散逸率 ϵ_0 、乱流動粘性係数 ν_{to}

$$\varepsilon_0 = \frac{0.09k_0^2}{\beta \nu}, \quad \omega_0 = \frac{0.09k_0}{\beta \nu}, \quad \beta = \frac{\nu_t}{\nu} = 1 \sim 100(\because typically 10)$$

(CFD Online Wikiや商用CFDソフトウェアのマニュアルが結構参考になる)



計算結果の一例(240rpm)



参考: マルチコア並列計算でのスケーリング あまり良くない 1core: 145.7s, 2core: 103.7s, 4core: 72.3s (Total 2.3M cells)

@Core i7 950/CentOS 5.7 x86 64/memory 12GB

今後やりたいこと+希望

- 流体機械(とくに風車や水車)でのOF利用に関する情報交換
 - Turb. SIG / Wind energy SIG in JAPAN
- GGI、FSI機能関係の情報交換
- ソルバー本体や境界条件(patchField)の改造
 - 風車の起動や動的失速などを評価できるDyMソルバー
 - → youtubeにそれらしいのが....
 - "Wind Turbine CFD Simulation with OpenFOAM (turbDyMFoam + 6DOF solver)"
 - 複数回転領域計算が設定可能なDyMソルバー(MRFSimplefoamは可能)
 - → 現状はcellZone 1 個だけ? 名前も "moving Cells" で決め打ち??
- "フリーのメッシャーで使いやすい(教えやすい)のが出て欲しい"
 - PW/GGを使用しているが、できれば乗り換えたい(機能は充実だがお金が...)
 - Gmsh, Engrid, Netgenなどを試したものの、複雑形状はとても大変 (ある程度ならSnappyHexMeshなどでカバーは可能ですが)
 - CADデータのインポート、変換機能の充実も重要
 - 現在はモデリングにSolidworksとRhinocerosを併用(IGESの修正など)
 - FreeCAD 0.11/0.12Beta (http://sourceforge.net/apps/mediawiki/freecad/index.php?title=Main_Page)
 - 現在の流れ: SW(←Rhino) >> GG >> Fluent形式で出力 >> Fluent3DMeshTofoam