

多段タービンの解析： 非構造格子に接続境界モデルを 利用

接続境界モデルを使用した多段タービンの CFD 解析と AGARD E/TU-4 タービンの公表データを、設計点と設計点以外の状態で比較した場合どのようなようになるか、Fluent 社のエンジニアが研究結果を発表しました(Weiss ら, 1999). 接続境界アプローチ自体は決して新しいものではなく、完全非構造格子と組み合わせて利用されています。この組み合わせによって解析者や設計者が受ける恩恵として、非構造テトラハイブリッドメッシュに対応する自動メッシュツールを使って複雑な形状のメッシュも迅速に生成できる、ということがあげられます。ハイブリッドメッシュなら、非常に正確な境界層の解像度と解析結果に基づくアダプションを実現します。その結果、発達する流れの中であって変化する長さスケールの解明にも役立つのです。このアプローチを用いれば、設計段階で使用できる結果を得るためのメッシュ生成時間は明らかに短縮されるでしょう。

接続境界モデルでは、ある列が次の列を基準として回転しますが、翼列間の流れ場を定常状態として解析します。翼列領域間のインターフェースでは、従属変数の円周方向平均または混合分布がやり取りされます。これらの境界分布は、計算が収束するまでイタレーションごとに更新されます。

本研究では、4 段あるタービンのうち 2 つに関し、設計点とそれを外れた条件の両方を調査しました。動翼と静翼のメッシュは、FLUENT の接続境界モデルにより連続である必要はなく、別のエレメントタイプでも問題ありません。結果は、静圧および全圧分布の両方がよく一致し、全温予測にもかなり良好な一致を得ました。この研究から、全体の圧力比や効率といった値がスパン方向の平均全圧と温度に依存する設計においては接続境界モデルが適していることが明らかとなりました。

多段タービンの
静圧分布



2 段に続いて、4 段全体の数値計算による研究も実施しました。下の図は、使用されたメッシュで、接続境界が 7 つあります。上の図は、全段の静翼、動翼、ハブ表面上の等圧線を示しています。本計算により、多数の翼列を扱う問題に接続境界モデルを適用できることが明らかになりました。

参考文献

- 1 Weiss, J.M and Kececy, F.J. "Numerical Simulation of Steady-State Flow Through a Multi-Stage Turbine Using Unstructured Meshes", Proceedings of the 3rd ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conference, San Francisco, California, July 18-23, 1999.

4 段タービンの形状と
表面メッシュ

