

汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP

徳永 健一*

PrePost-Processor Advance/REVOCAP

Ken-ichi Tokunaga*

アドバンスソフトの汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP は、流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red、構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR などの解析モデルの作成、計算結果の可視化を行う。本稿では概要と特徴について紹介する。また Advance/REVOCAP の機能を利用して作られたツール、ライブラリ類等の派生プログラムについても紹介する。

Key word: 流体解析、構造解析、音響解析、メッシュ生成、可視化、インターフェイス

1. はじめに

1.1. Advance/REVOCAP とは

アドバンスソフトの解析ソフトウェアに対応する汎用プリポストプロセッサである。流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red、構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR に加え、気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP、音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise、高速流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/FOCUS に対応している。直感的な操作で、メッシュ生成、境界条件・解析条件の設定、計算結果の可視化の一連の解析の手順を GUI 上で実行することができる。

1.2. 開発経緯

2005 年度から 2007 年度まで実施された文部科学省次世代 I T 基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトで開発された、連成解析用のプリポストプロセッサ REVOCAP_Visual、および 2008 年度から 2011 年度まで実施された文部科学省次世代 I T 基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」で開発された REVOCAP_PrePost をアドバンスソフトが機能を拡張して商品化したものである。

*アドバンスソフト株式会社 第 1 事業部

1st Computational Science and Engineering Group,
AdvanceSoft Corporation

1.3. 派生ソフトウェア

アドバンスソフトの解析ソフトウェアの汎用プリポストプロセッサ以外に、いくつかのお客さまの内製ソルバー向けのプリポストプロセッサとして、また解析ソフトウェアの機能追加に応じたカスタマイズ版についても提供している。また、形状処理ルーチンをライブラリとして利用して連成解析を行った例もある。

Advance/REVOCAP のメッシュ処理ルーチンを用いて有限要素法の解析モデルのメッシュ細分を行うライブラリ REVOCAP_Refiner は Advance/FrontSTR で利用されている。形状処理ルーチン、メッシュ生成ルーチンを、微細構造、粉体充填の連続体による解析のためのモデル作成を行うソフトウェアとして整備した Advance/REVOCAP/PorousModeler の商品化にも取り組んでいる。

2. 機能概要

2.1. 画面と操作方法

Advance/REVOCAP を起動すると、最初に次のような画面が表示される。

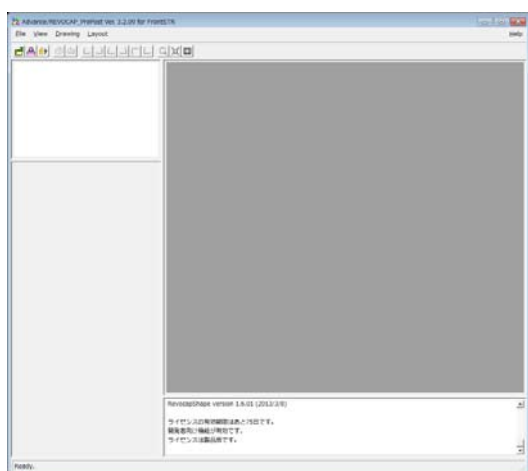


図 1 Advance/REVOCAP 起動画面

上部にメニューとツールバーが配置されている。左上にツリービュー、左下に設定フォーム、右上に 3D ビュー、右下にログビューが配置されて、それぞれ情報の表示または入力を行う。

2.2. CAD 読み込み

Advance/REVOCAP はメッシュ生成のための CAD 形状データの読み込みを行うことができる。対応するフォーマットは IGES5.3、STEP、STL である。

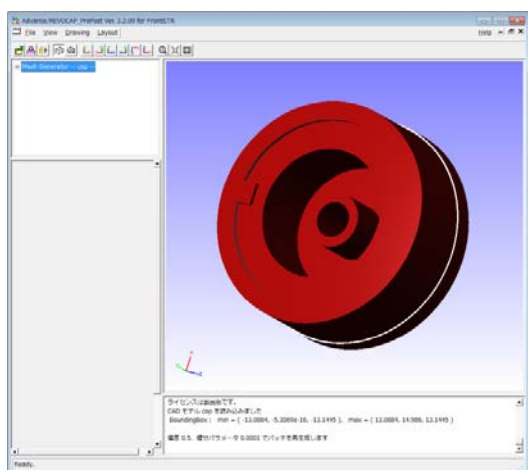


図 2 CAD 読み込み画面

2.3. メッシュ生成

Advance/REVOCAP は内部に ADVENTURE_Tet Mesh および Simmetrix 社の 2 種類の四面体自動メッシュ生成エンジンが内蔵されている。それぞれを用いて、CAD 形状から四面体メッシュを生成することができる。構造解析用のモデルを作成する場合には 2 次要素のメッシュを生成することもできる。

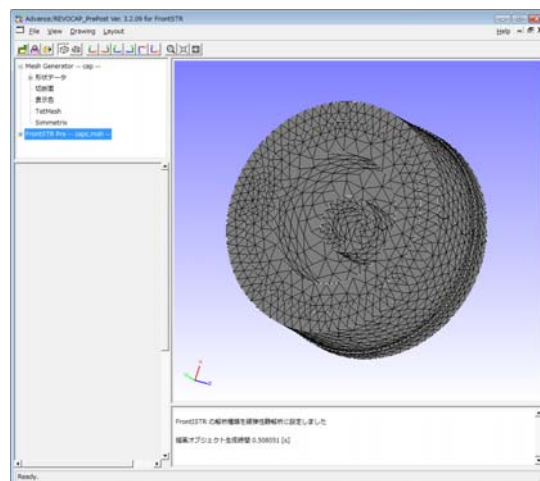


図 3 メッシュ生成画面

密度制御を行うこともできる。メッシュサイズを細かくしたい場所を指定して、倍率を与えることで部分的に細かくしたメッシュを作成することができる。

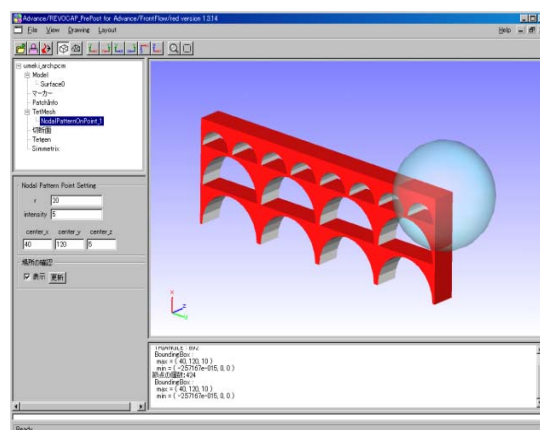


図 4 粗密制御指定画面

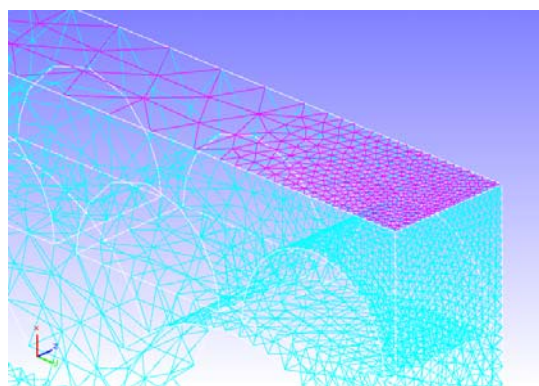


図 5 粗密制御結果

メッシュ生成エンジンは 64bit 対応がなされており、64GB のメモリを搭載した PC 上では最大 1 億要素のメッシュ生成も可能である。

2.4. メッシュ読み込み

すでに解析モデルがある場合や、他のメッシュ生成ソフトで作成したメッシュを取り込むこともできる。その場合は四面体だけではなく、六面体、三角柱、四角錐およびこれらの混合要素についても読み込むことができる。対応しているフォーマットの詳細については問い合わせいただきたい。別途費用が必要になるが、お客さまの内製ソルバー用のメッシュフォーマットを変換して読み込むことも可能である。

2.5. 境界条件設定

Advance/REVOCAP では、3D ビューにおいてマウスで面をピックして移動することが可能である。境界条件を与えるには、面をピックして選択し、与えたい境界条件を適用することで行うことができる。ピックした面に対してマウスで一部分を選択することも可能である。これらの操作により、重なった面や陰になっている面に対しても直感的に境界条件を設定することができる。

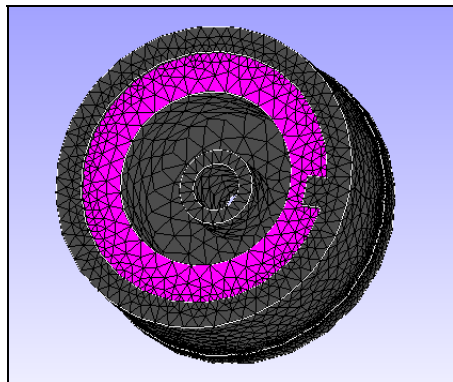


図 6 面の選択

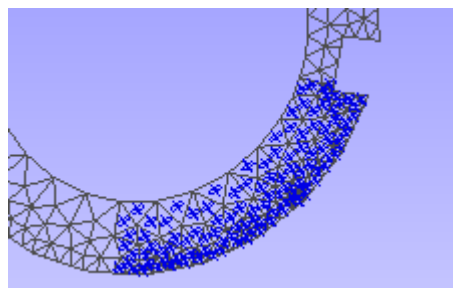


図 7 面の一部領域の選択

2.6. 解析条件設定

解析条件はツリービューにそれぞれの解析ソフ

トウェアごとに整理されている。

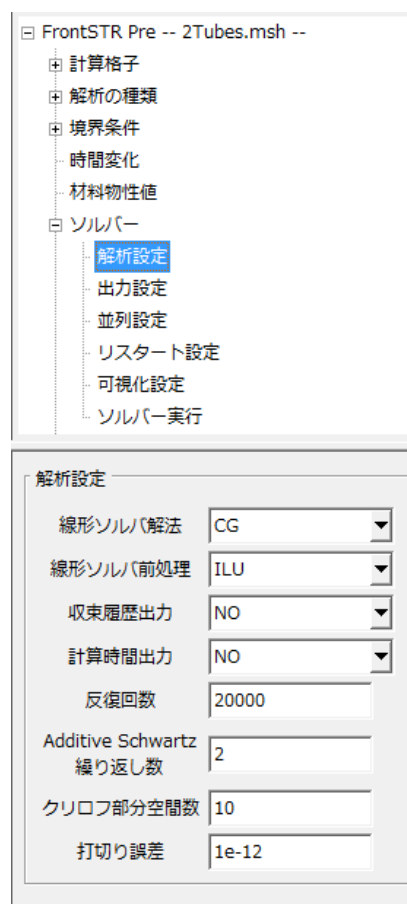


図 8 解析設定画面

2.7. 解析モデル出力

それぞれの解析ソフトウェアの解析モデルを出力する。

2.8. ジョブスクリプト生成

並列計算機で解析ソフトウェアを実行するためのスクリプトを自動的に生成する。

2.9. 計算サーバモデル転送

解析モデルとスクリプトの一式を計算サーバに転送することができる。

2.10. 解析結果読み込み

計算が完了したら、計算結果を Advance/REVOCAP で読み込むことができる。一般的な計算結果のフォーマットの他に、それぞれの解析ソフトウェア独自の形式の読み込みにもサポートしている。

2.11. カラーコンター表示、断面表示

計算結果に対してカラーコンター表示、断面表示を行うことができる。境界条件設定と同様に、3Dビューにおいて面をピックして移動することができるので、影になっている面のカラーコンターも容易に確認することができる。

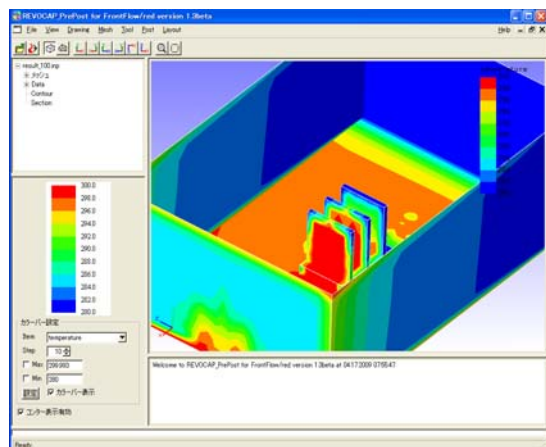


図 9 カラーコンター表示例

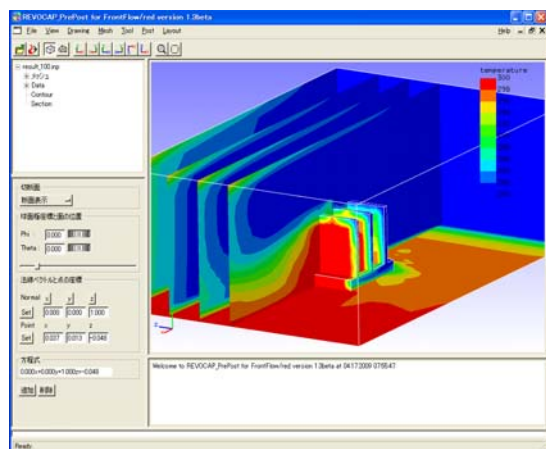


図 10 断面表示例

2.12. 変形表示

構造解析の計算結果に対して、変形表示を行うこともできる。変形倍率を変えることもできる。画面で適度に強調されるような変形倍率を自動で設定することもできる。

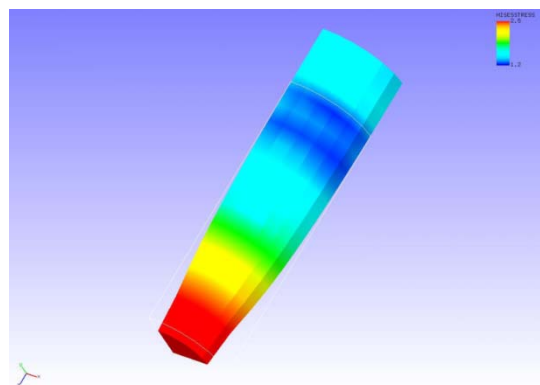


図 11 変形表示例

2.13. 等値面表示、ベクトル表示、流線表示

流体解析の計算結果、音響解析の計算結果に対して、等値面図を表示することができる。

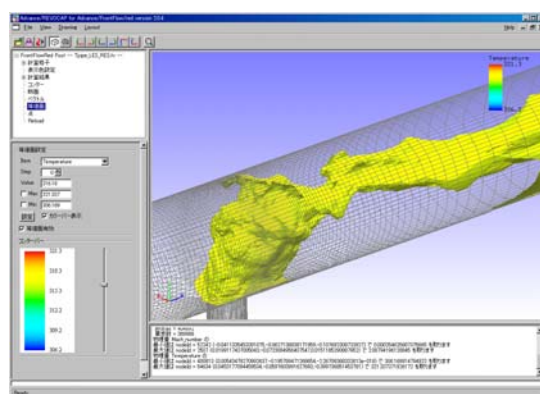


図 12 等値面表示例

計算結果のベクトル場が与えられている時は、全体のベクトル場、断面上のベクトル場、矢印の長さを一定にして向きだけを表示するベクトル場等の表示を行うことができる。

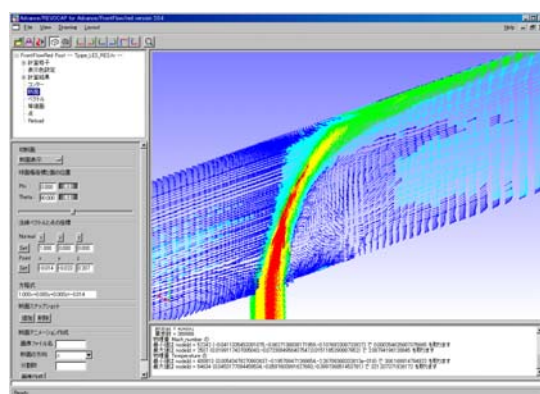


図 13 断面上のベクトル場表示例

ベクトル場が与えられている場合は、流線を表示することもできる。始点と粒子数を与えると流線

が表示される。

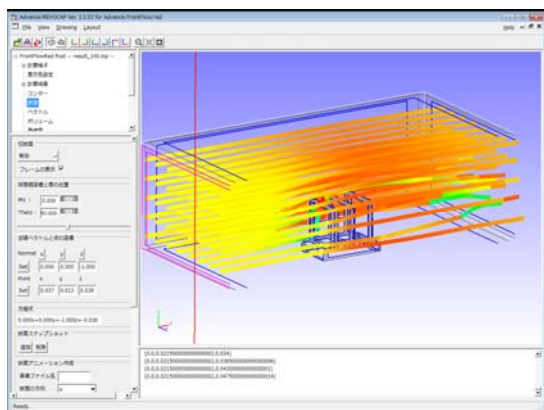


図 14 流線表示

2.14. ボリュームレンダリング表示

空間内の物理量の分布が与えられた時に、ボリュームレンダリングで可視化を行うことができる。ボリュームレンダリングは自己発光する粒子群で表現する PBVR 法を用いている。レンダリングする粒子数を少なくすれば、大規模解析の結果を疎視化して表示することができる。

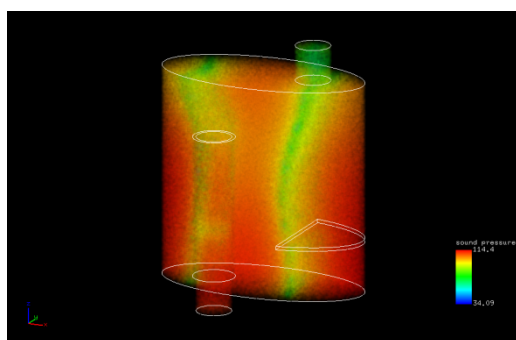


図 15 ボリュームレンダリング可視化例

2.15. アニメーション作成

非定常解析を行う場合に時系列の可視化画像を自動的に生成してアニメーションを作成することができる。オフスクリーンレンダリングを用いるため、表示画面を閉じた状態でも生成することができる。

3. Advance/FrontFlow/red 版の特徴と操作手順

3.1. メッシュ生成または読み込み

CAD 形状データからメッシュを生成、または既存のメッシュファイルを読み込む。メッシュを読み込む場合は、いくつかの基本的な解析設定例を選

択する。これによって設定項目で標準的に使われる値が選ばれる。

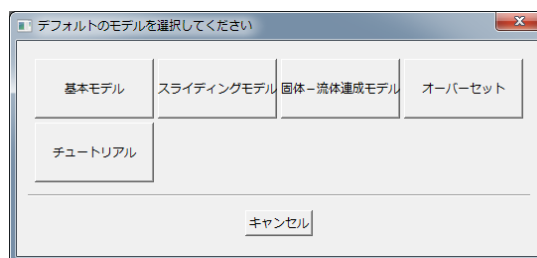


図 16 Advance/FrontFlow/red 標準設定項目の選択

3.2. 境界条件設定

3D ビューに表示されたメッシュは面ごとにマウスで選択することができる。

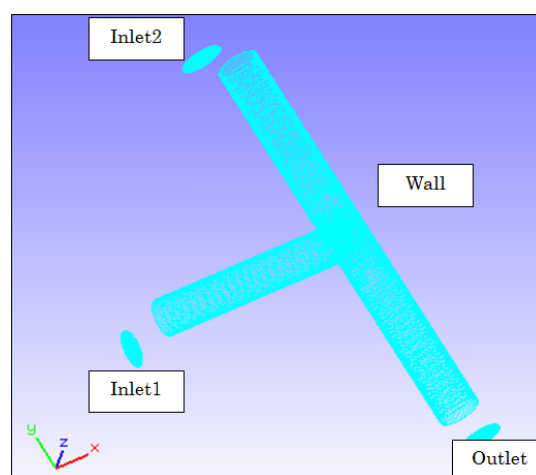


図 17 境界条件設定例

それぞれの面に名前を付けて、境界条件との対応を与える。Advance/FrontFlow/red では、境界面の名前と境界条件の名前が一致している必要がある。必要に応じて条件の名前を変更する。

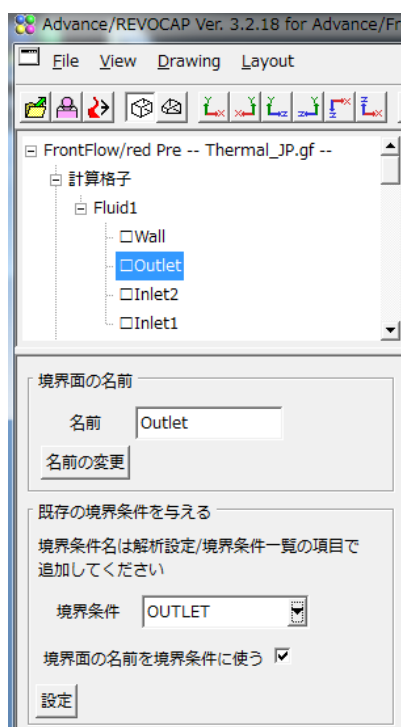


図 18 Advance/FrontFlow/red 境界条件
設定画面例

3.3. 解析設定

ツリービューの解析設定の必須設定は設定が必要な項目である。それぞれ設定フォームに表示される項目に入力する。

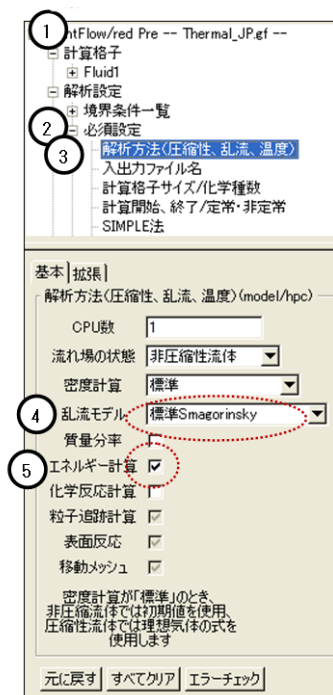


図 19 Advance/FrontFlow/red
設定フォームの例

流体物性で用いられる物性値については、代表的

なものがデータベースで提供されているので、それを引用して設定することができる。

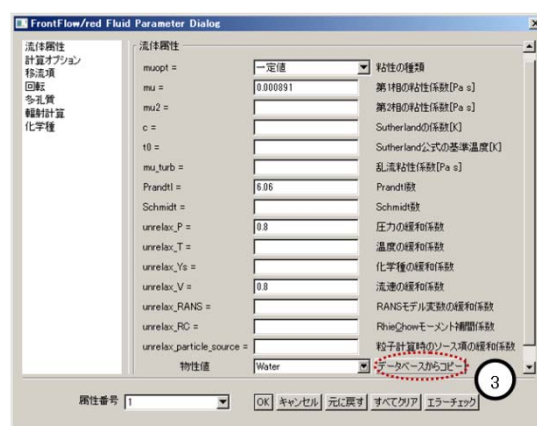


図 20 Advance/FrontFlow/red 流体物性の
設定画面例

3.4. 解析モデルの出力

出力ディレクトリを選択して、Advance/FrontFlow/red 用のモデルを出力する。境界条件が与えられていない面がある場合や、流体物性が与えられていない領域がある場合には警告メッセージを表示する。

4. Advance/FrontSTR 版の特徴と操作手順

4.1. メッシュ生成または読み込み

CAD 形状データからメッシュを生成、または既存のメッシュファイルを読み込む。Advance/ FrontSTR で行う解析の種類（静解析、動解析、固有値解析、熱解析、モード応答解析）を選ぶ。

4.2. 境界条件設定

解析の内容に応じて拘束条件、荷重条件等の境界条件を設定する。接触条件設定では、マスター面とスレーブ面の2つの面を設定しなければならないことに注意する。Advance/REVOCAPからは3Dビューにおける面のピック機能を使って直感的に選択、設定を行うことができる。

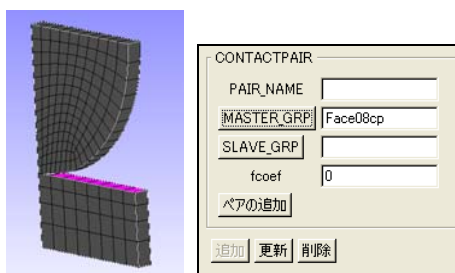


図 21 Advance/FrontSTR 接触面の設定方法

4.3. 解析条件設定

線形ソルバーの解法の種類、反復回数、打ち切り誤差の設定などを行う。

4.4. 材料物性値の設定

解析モデルの領域ごとに材料物性値を割り当てる。Advance/REVOCAP は Advance/FrontSTR 用の材料データベースを内蔵している。登録されているものから選択、または自分でデータベースに材料を登録することもできる。

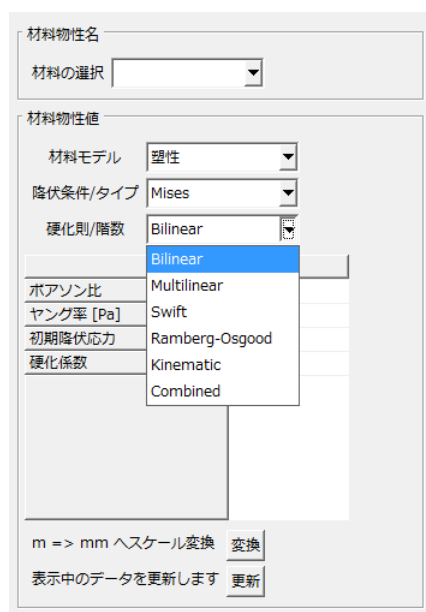


図 22 Advance/FrontSTR 材料物性データベース画面例

4.5. 解析モデルの出力

出力ディレクトリを選択して、Advance/FrontSTR 用のモデルを出力する。材料物性値が与えられていない領域がある場合には警告メッセージを表示する。

5. Advance/FrontFlow/MP 版の特徴と操作手順

操作手順は Advance/FrontFlow/red 版とほぼ同様である。二相流解析のための設定項目が追加されている。

5.1. 二相流の設定項目

解析設定項目について、二流体モデル、凝縮ガスモデル、流動形式などが追加されている。

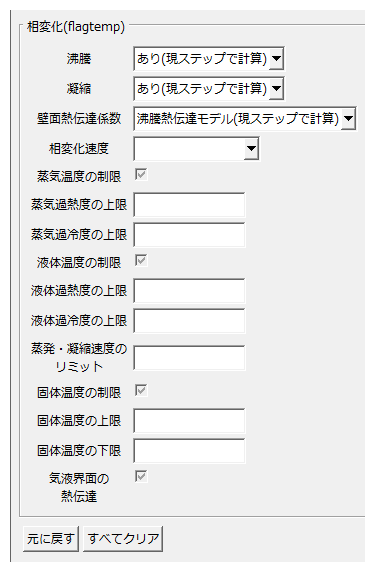


図 23 Advance/FrontFlow/MP 二相流解析のための設定項目画面例

6. Advance/FrontFlow/Noise 版の特徴と操作手順

6.1. メッシュ生成または読み込み

CAD 形状データからメッシュを生成、または既存のメッシュファイルを読み込む。

6.2. 境界条件の設定

Advance/FrontNoise では境界条件は面に対して周波数テーブルを与える。Advance/REVOCAP では周波数テーブルの作成、編集を行うことができる。周波数テーブルは CSV ファイルを読み込んで利用することもできる。

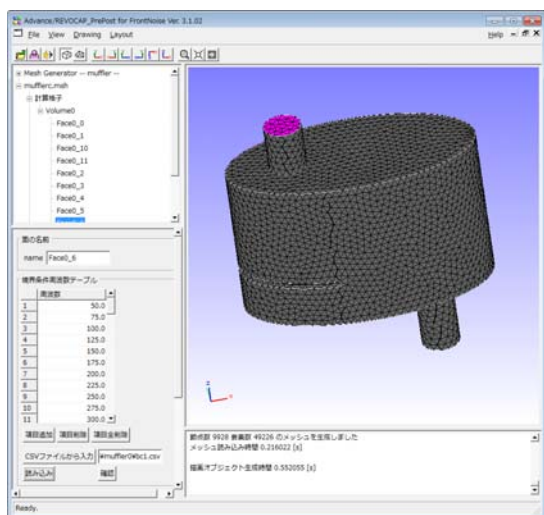


図 24 Advance/FrontNoise 境界条件
設定画面例

6.3. 音源の設定

音源の位置を座標から検索して節点番号で与えることができる。

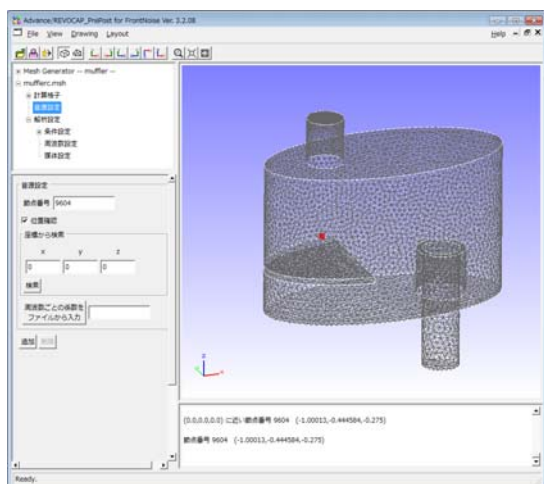


図 25 Advance/FrontNoise 音源設定画面例

6.4. 解析設定

周波数設定、媒体設定等のパラメータを与える。

6.5. 解析モデルの出力

出力ディレクトリを選択して、Advance/FrontNoise 用のモデルを出力する。

7. Advance/FrontFlow/FOCUS の特徴と操作手順

7.1. 形状の読み込み

Advance/FrontFlow/FOCUS は他の解析ソフトウェア

アとは異なり、形状をメッシュではなく構造格子の埋め込み境界法で表現する。Advance/REVOCAP では埋め込み境界法で扱う形状を読み込んで、それを含むような計算領域を設定することができる。

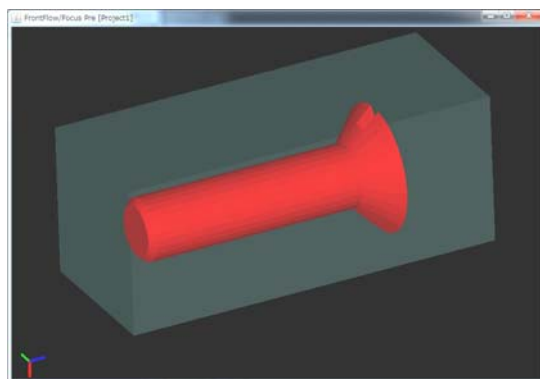


図 26 Advance/FrontFlow/FOCUS 形状
読み込み画面

7.2. 解析条件設定

時間積分、風上スキーム、乱流モデルなどの設定を GUI 上で行うことができる。

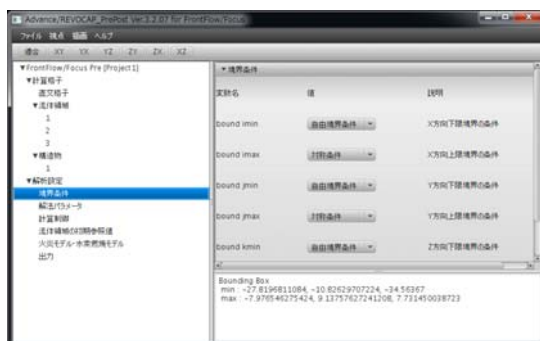


図 27 Advance/FrontFlow/FOCUS 解析条件
設定画面例

7.3. 解析モデルの出力

出力ディレクトリを選択して Advance/FrontFlow/FOCUS 用のモデルを出力する。

8. REVOCAP__Refiner の紹介

REVOCAP_Refiner とはメッシュ細分化ツールとして 2008 年度から 2011 年度まで実施された文部科学省次世代 IT 基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」で開発されたライブラリである。

このライブラリは直接商品として販売してはいないが、構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR に組み込まれて利用されている。また、流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red にはカスタマイズされたツールが添付されている。

9. Advance/REVOCAP_PorousModeler の紹介

Advance/REVOCAP_PorousModeler は多孔質体、粉体が充填された領域、強化剤が充填された樹脂などを連続体モデルで解析するための微細構造モデルを作成するソフトウェアである。構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR、流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red、二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP で解析するためのモデルを出力することができる。これを用いて多孔質体を直接モデリングして流体解析を行うことや、繊維が束ねられたモデルの熱伝導解析、強化樹脂複合材料の強度計算などを行うことができる。

10. Advance/REVOCAP の今後の予定

Advance/REVOCAP は今後もアドバンスソフトの解析ソフトウェアの標準プリポストプロセッサとして、それぞれの解析ソフトウェアのバージョンアップに合わせて対応した GUI を提供していく。また、メッシュ生成機能としては局所細分機能、可視化機能としてはカラーマップを計算結果の分布に応じて適切に編集する機能、などに取り組み、GUI 全体の使い勝手の向上と解析ソフトウェアとの連携の強化も含めて今後もバージョンアップを行っていく予定である。

参考文献

- [1] 松原聖、桑原匠史. “音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise による大規模解析.” アドバンスシミュレーション Vol.9, 2011.
- [2] 杉中隆史, 大島小百合, , 三橋利玄. “気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP の概要.” アドバンスシミュレーション Vol.13, 2012.
- [3] 大西陽一, 塩谷仁, 杉中隆史, 小川哲司, 伊藤豪, , 土田健一. “流体解析ソフトウェア

Advance/FrontFlow/red Ver. 5.1 の概要と特長.” アドバンスシミュレーション Vol.17, 2013.

- [4] 中森一郎. “高速流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/FOCUS の概要.” アドバンスシミュレーション Vol.16, 2013.
- [5] 徳永健一. “微細構造モデリングツールで作成した複合材料モデルの熱伝導解析.” アドバンスシミュレーション Vol.19, 2014.
- [6] 徳永健一. “要素分割に関する技術ノート.” アドバンスシミュレーション Vol.8, 2011.
- [7] 徳永健一, , 松原聖. “汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP の大規模メッシュ生成機能の性能と音響解析機能のリリース.” アドバンスシミュレーション Vol.16, 2013.
- [8] 末光啓二, 徳永健一, 松原聖, , 加藤国男. “Advance/FrontSTR によるリファイナーを利用した大規模解析.” アドバンスシミュレーション Vol.13, 2012.
- [9] 袁熙, 松原聖, , 大家史. “構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR Ver. 4.1.” アドバンスシミュレーション Ver.13, 2012.

※技術情報誌アドバンスシミュレーションは、アドバンスソフト株式会社 ホームページのシミュレーション図書館から、PDF ファイルがダウンロードできます。(ダウンロードしていただくには、アドバンス/シミュレーションフォーラム会員登録が必要です。)