

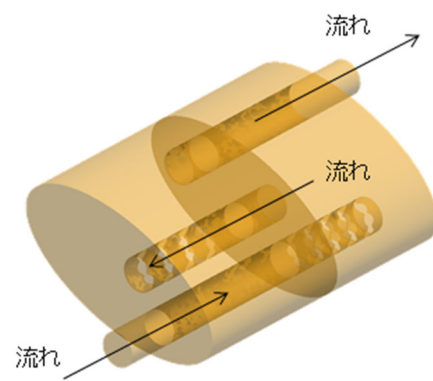
オンラインセミナー 音響解析ソフトウェア 「Advance/FrontNoise」製品紹介セミナー

2020年8月27日(木)開催

プログラム

1. 音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要と解析手順 1
2. 汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP のご紹介 29
3. 価格およびサービスのご紹介 37

※資料は一部非公開です



解析モデル

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要と解析手順

技術第2部 尾川 慎介

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoise 製品紹介セミナー
2020年8月27日(木)
アドバンスソフト株式会社

目次

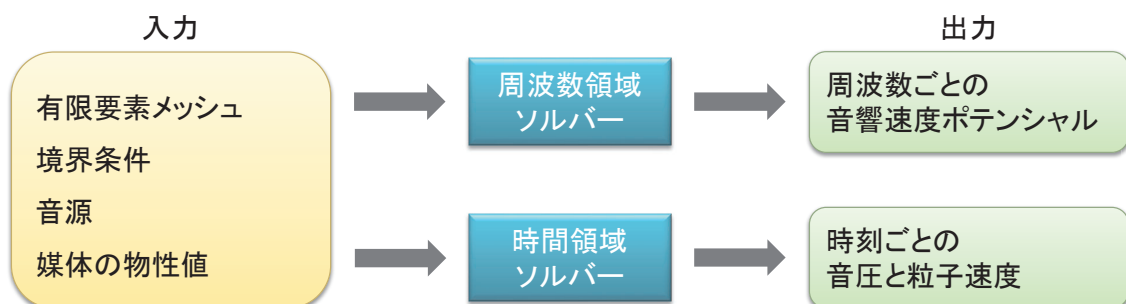
音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要 Advance/FrontNoise とは	音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise を利用した解析手順のご紹介 消音器の解析例
音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要 その他の解析例	音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要 トピックス

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要

Advance/FrontNoise とは

Advance/FrontNoise とは

- アドバンスソフト株式会社が開発・販売する音響解析ソフトウェア
- 有限要素法で離散化し、音源を入力して波動方程式を解く
 - ○波動音響学、×幾何音響学
 - ○音場の計算、×音源の探索、×物性値の探索
- 周波数領域と時間領域の2種類のソルバーがある



商品構成

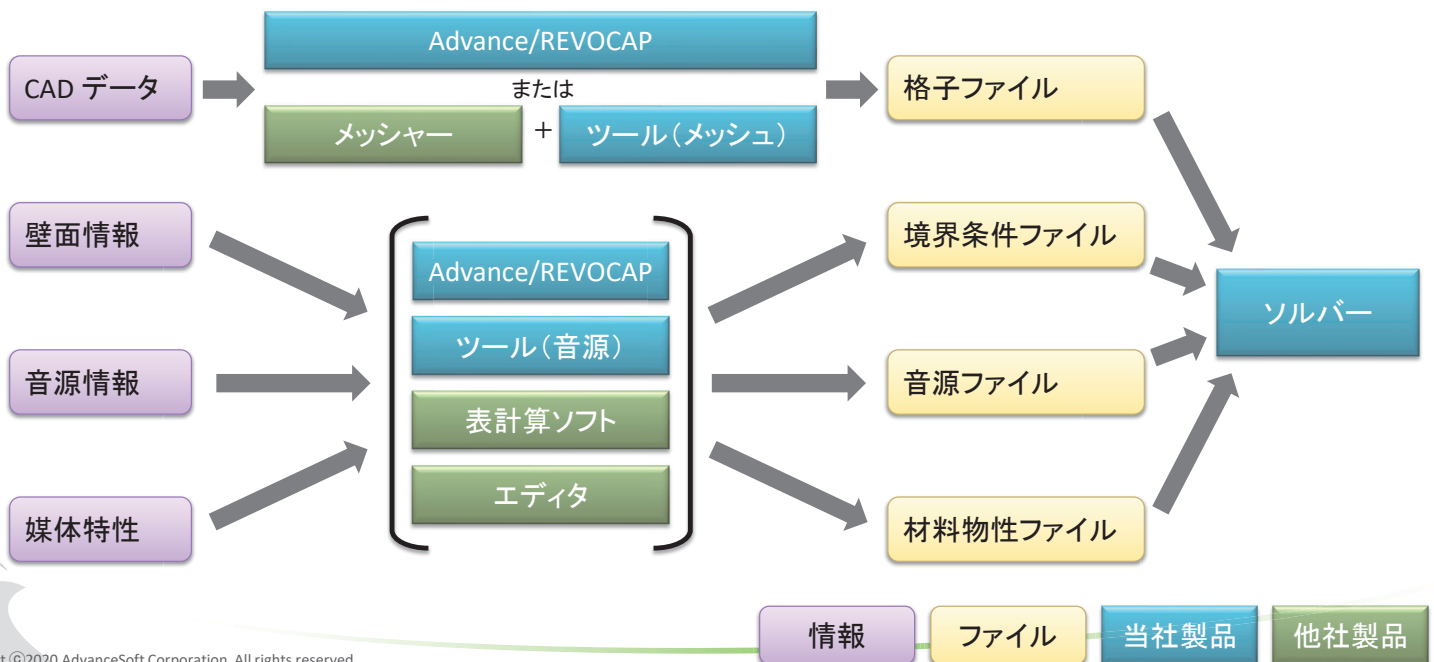
Advance/FrontNoise には
以下が含まれます

- 周波数領域ソルバー CUI
- 時間領域ソルバー CUI
- ユーティリティツール群 CUI
 - メッシュ形式の変換
 - 解析結果の処理
 - 連成解析向けのマッピング など

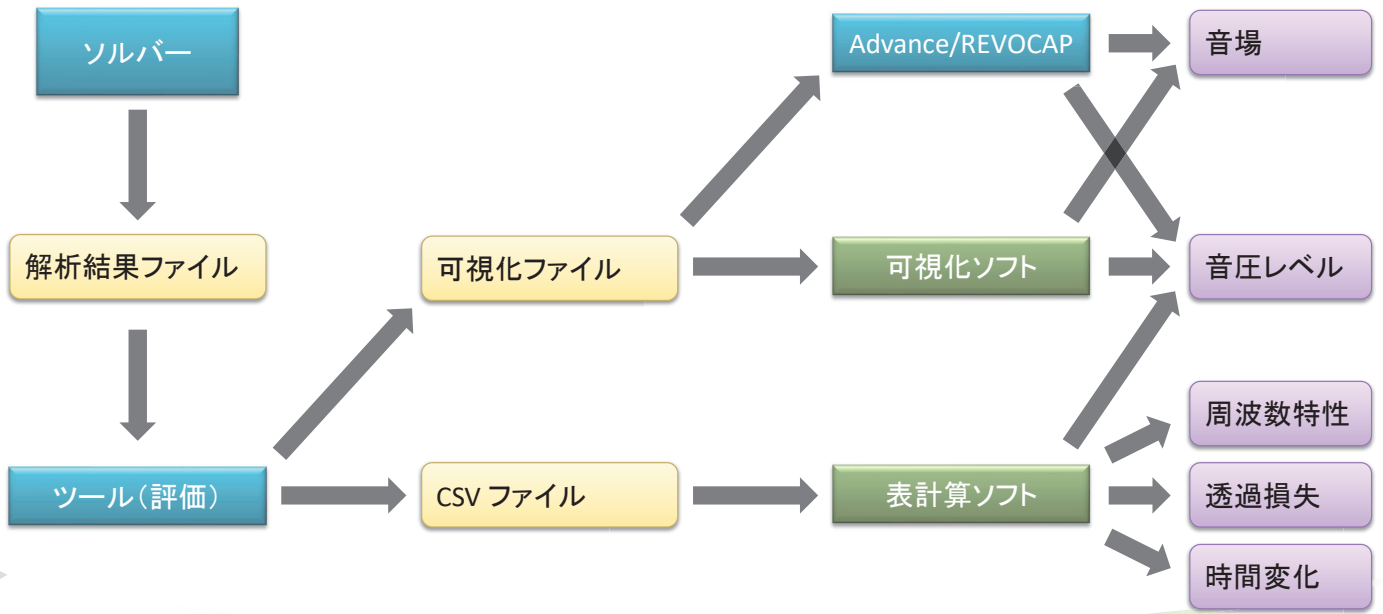
以下は含まれません

- 当社製品
 - プリポストプロセッサ GUI
Advance/REVOCAP for FrontNoise
- サードパーティ
 - CAD ソフト
 - メッシャー
 - 可視化ソフト など

利用イメージ (1)



利用イメージ (2)



音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要

ソルバー

目次:ソルバー

- 基礎方程式
- 境界条件
- 音源
- 離散化
- 数値解法
- 大規模計算

基礎方程式 (1)

連続の式

時間領域

$$\frac{dP}{dt} + K \cdot \text{div}(V) = 0$$

$$K = \rho c^2 : \text{体積弾性率}$$

運動方程式

$$\rho \frac{dV}{dt} + \text{grad}(P) = 0$$

これらを連立して解く

音響速度ポテンシャルに関する波動方程式

周波数領域

$$\nabla^2 \Psi(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2}$$

粒子速度や音圧との関係

$$\text{粒子速度 } V(x, t) = \text{grad}(\Psi(x, t)) \quad \nabla^2 V(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 V(x, t)}{\partial t^2}$$

$$\text{音圧 } P(x, t) = -\rho \frac{\partial \Psi(x, t)}{\partial t} \quad \nabla^2 P(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2} \quad \text{つづく}$$

評価したい値

$$\text{音圧レベル } SPL = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad P_0 = 2 \times 10^{-5} [\text{Pa}]$$

$P(x, t)$: 音圧 Pa
 $V(x, t)$: 粒子速度 m/s
 ρ : 密度 kg/m³
 c : 音速 m/s
 $\Psi(x, t)$: 音響速度ポテンシャル m²/s

基礎方程式 (2)

$$\nabla^2 \Psi(x, t) = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial t^2}$$

周波数領域

定常的な波を仮定し、音響速度ポテンシャルを Fourier 展開する

$$\Psi(x, t) = \sum_{\nu=1, \infty} \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t} \quad \omega = 2\pi f_{\nu}$$

波動方程式に代入する

$$\sum_{\nu=1, \infty} \nabla^2 \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t} = \frac{1}{c^2} \sum_{\nu=1, \infty} \phi_{\nu}(x) \frac{\partial^2}{\partial t^2} e^{-i\omega t}$$

$$= - \sum_{\nu=1, \infty} \frac{\omega^2}{c^2} \phi_{\nu}(x) e^{-i\omega t}$$

Ψ の周波数成分 ϕ_{ν} ごとの Helmholtz 方程式に変換される

$$\nabla^2 \phi_{\nu}(x) + k^2 \phi_{\nu}(x) = 0 \quad k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi f_{\nu}}{c}$$

基礎方程式 (3)

周波数領域

- 媒質に速度分布がある場合、補正項が加わる
- 媒質に温度分布がある場合、音速や密度が位置によって変化する
- 媒質が多孔質である場合、音速や密度が複素数で定義される
- 無限要素による無反射境界を利用できる(後述)
- 音響解析と同時に構造解析を計算できる(後述)

境界条件

- 数学的には混合境界条件を与える

$$\alpha(x)\phi(x) + \beta(x)\frac{\partial\phi(x)}{\partial n} = f(x) \quad \text{on } \partial\Omega$$

境界条件	$\alpha(x)$	$\beta(x)$	$f(x)$	備考
圧力	$i\omega\rho$	0	$-p_v(x)$	面音源
速度	0	1	$v_v(x)$	面音源
変位	0	1	$-i\omega u_v(x)$	面音源
加速度	0	1	$-\frac{1}{i\omega} a_v(x)$	面音源
インピーダンス	$i\omega\rho$	$-Z$	0	壁面の境界
完全反射	0	1	0	デフォルト
無反射	$i\omega\rho$	ρc	0	ρc 境界

音源

- 点音源
 - 音源の大きさが波長に比べて十分に小さい音源
 - 放射された音波は球面状に伝播する
 - 音の強さは、音源からの距離の2乗に反比例して減衰する
- 面音源
 - 平面的な広がりをもった音源
 - 放射された音波は平面状に伝播する(※)
 - 音の強さは減衰しない(※)
- 二重極音源
 - 流体音響連成解析で用いる
 - 壁面の圧力変動に由来する音源
- 四重極音源
 - 流体音響連成解析で用いる
 - 媒質内の乱流に由来する音源 (Lighthillテンソルの2階微分)

※ 無限に広い均一な面音源の場合

離散化 (1)

- 四面体1次要素(のみ)による有限要素法
 - 形状適合性が高い
 - 容易にメッシュを作成できる
 - 問題規模は(要素数ではなく)節点数に依存するため、四面体が不利になることはない(四面体を利用したからといって、問題規模が大きくなることはない)
 - ポテンシャルを解くだけなので、高次要素を利用するメリットはない
- 定式化には Galerkin 法を利用している

離散化 (2)

- 時間方向の離散化はFDTD法(時間領域差分法)を拡張して利用している
 - 前の時間の音圧と速度の微分から現在の音圧を求める
 - 前の時間の速度と音圧の微分から現在の速度を求める
 - この2つを交互に繰り返す

時間領域

$$\frac{dP}{dt} + \kappa \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0 \quad \longrightarrow \quad \frac{P^n - P^{n-1}}{\Delta t} + \kappa \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

$$\rho \frac{du}{dt} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{u^n - u^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0$$

$$\rho \frac{dv}{dt} + \frac{\partial P}{\partial y} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{v^n - v^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial y} = 0$$

$$\rho \frac{dw}{dt} + \frac{\partial P}{\partial z} = 0 \quad \longrightarrow \quad \rho \frac{w^n - w^{n-1}}{\Delta t} + \frac{\partial P}{\partial z} = 0$$

数値解法

- 方程式の解法
 - 離散化した基礎方程式は、複素係数の大規模連立一次方程式になる
 - 周波数領域ソルバーでは、周波数ごとに方程式を解く
 - 時間領域ソルバーでは、時間発展の方程式を解く(陽解法)
- 線形ソルバー
 - 大規模解析にも対応した疎行列ソルバーを利用している
 - 直接法と反復法が利用できる
 - 反復法の手法: GMRES法、CG法、BiCG法 など
 - 反復法の前処理手法: Additive Schwarz法、マルチグリッド法 など

大規模計算

- MPIによるプロセス並列を採用
 - 周波数領域ソルバーでは、
 - 線形ソルバーの処理を中心に並列化している
 - 大規模問題に適用できるデータ構造としている
 - 時間領域ソルバーでは、
 - メッシュを内部で自動的に分割している
 - FDTD 法を並列で処理している
- ユーザーは並列化の詳細を意識する必要はない
- 各種スーパーコンピュータにも対応している
 - SGI UV2000, FUJITSU PRIMEHPC FX10, Cray H2312, (京コンピュータ)
 - 8億要素のモデルで動作検証

周波数領域ソルバーの解析機能

項目	内容
基礎方程式	<ul style="list-style-type: none"> • 音響速度ポテンシャルに関する波の方程式を周波数空間に変換した方程式 • 構造物の振動も同時に解く構造音響強連成解析
解析領域	内部領域、および、外部領域(外部領域での外部境界はpc境界で与える)
物性値等	速度 場の速度を指定可能(デフォルト:速度0) 無限要素の領域に一定速度を指定
	温度 場の温度(音の伝播媒体)を要素毎に指定することが可能(デフォルトは均一媒体)
	多孔質構造 多孔質を模擬した場の材質を指定 強連成解析のための構造の物性値の設定
音源	面での音源 面(壁境界)に対して、周波数毎に音圧または粒子速度を設定
	点音源 節点に対して、単極子、二重極、または、四重極のパラメータを設定
境界条件	音響インピーダンス 面(壁境界)に対して、周波数毎に音響インピーダンスを設定
	外部境界 面(外部境界)に対して、pc境界を設定(音響インピーダンスを与える機能の一部)
	無限要素 面(外部境界)に対して、無限要素を設定
数値解法	離散化手法 有限要素法
	利用可能な要素 四面体一次要素
	並列計算 自動領域分割によりMPIで並列化
	行列解法 GMRES系列の反復法をデフォルトとし、各種反復手法および前処理手法が利用可能
	大規模計算実績 4億要素・8000万節点(四面体一次要素)
解析結果	周波数毎の音響ポテンシャル、音圧、音圧レベルを、バイナリ形式でファイル出力
プリポスト	Advance/REVOCAP for FrontNoise

時間領域ソルバーの解析機能

項目		内容
基礎方程式		音圧と粒子速度の波の方程式を時系列で解く
解析領域		内部領域、および、外部領域(外部領域での外部境界は ρc 境界で与える)
物性値等		場で一定とする
音源	点音源	節点に対して、単極子、双極子、または、四重極子のパラメータを設定
境界条件	音響インピーダンス	面(壁境界)に対して、周波数毎に音響インピーダンスを設定
	外部境界	面(外部境界)に対して、 ρc 境界を設定可能(音響インピーダンスを与える機能の一部)
数値解法	離散化手法	有限要素法
	利用可能な要素	四面体一次要素
	並列計算	自動領域分割によりMPIで並列化
	時間積分	陽解法、FDTD方式をFEMに適用した手法
	大規模計算実績	4億要素・8000万節点(四面体一次要素)
解析結果		音圧等を指定された出力間隔でファイル出力、定点の音圧等の時系列データをファイル出力、音圧等がある区間で平均化して出力
プリポスト		Advance/REVOCAP for FrontNoise

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要

ツール

目次: ツール

- メッシュ メッシュ形式変換や節点探索など
- 音源 音源作成や音源位置の可視化など
- 結果の評価 音圧レベルなどの可視化や CSV 出力など
- 連成計算 他ソルバーの結果の抽出や Fourier 変換、マッピングなど
- その他

メッシュに関連するツール

コマンド名	概要
aba2inp	Abaqus 形式のメッシュを本ソフトウェアの形式に変換する
efind	指定された座標に最も近い要素を探索し、標準出力に出力する
fv2inp	fv 形式のメッシュを本ソフトウェアの形式に変換する
inpchk	周波数領域ソルバーに入力するデータの整合性を検証する
nfind	指定された座標に最も近い節点を探索し、標準出力に出力する
refine	格子ファイルに含まれる各要素を細分化する

赤: 比較的使われるもの

音源に関連するツール

コマンド名	概要
bcs2inp	境界条件ファイルに定義された境界面をグループごとに可視化する
bcvconv	境界条件ファイル2をソルバーが解釈できる形式に変更する
mergebc	2つの境界条件ファイルを1つのファイルに結合する
modbcs	境界条件ファイル1の面方向を揃える
psgen	二重極および四重極を含む点音源を作成する

赤: 比較的使われるもの

結果の評価に関連するツール

コマンド名	概要
bcsrsl2inp	周波数領域ソルバーの解析結果を境界面に限定して可視化する
coarse	refine 後の解析結果の可視化ファイルを、細分化前の可視化ファイルに変換する
difrs1	同一のメッシュで計算された2つの解析結果を比較する
getgrad	節点や要素の粒子速度を計算する
getnvalbin	解析結果ファイルから、指定された点に近接する節点の値を抽出して出力する
rsl2inp	解析結果ファイルから内部領域の解析結果の可視化ファイルを作成する
rsl2obs	無限要素を用いた解析結果ファイルから、外部領域を含む解析結果を可視化する

赤: 比較的使われるもの

連成計算に関連するツール (1)

コマンド名	概要
bcs2nas	格子ファイルと境界条件の情報を利用して、境界面情報を Nastran 形式に変換する
bin2flu	flu2bin で作成したバイナリ形式を元のテキスト形式に戻す
caltij / caltijB	CFDファイル形式の物理量から Tij を計算する
clipbin	バイナリ形式の入力ファイルから指定範囲の内側を抽出して出力する
clipnas	Nastran 形式のファイルのデータから指定範囲の内側を抽出して出力する
fft4flu2nasBP	MPI並列で Fourier 変換を実行し、Nastran 形式で出力する
fftAppend	fft4flu2nasBP の計算結果にデータを追加する
fftInterp	fft4flu2nasBP を周波数間隔を補間して実施する

赤: 比較的使われるもの

連成計算に関連するツール (2)

コマンド名	概要
flu2bin	CFDファイルをテキスト形式からバイナリ形式に変換する
indtij / indtijB	Tij を計算するためのインデックス情報を作成する
mapper	制御ファイルに記述された内容に基づき、マッピングや表面抽出の処理を行う
mapV2V / mapV2VB	Nastran 形式のデータを格子ファイルに含まれる面にマッピングする
mksurf	面上にある点音源を二重極音源(面音源)に変換する
pch2bcv	Nastran 形式の境界条件ファイルを、Advance/FrontNoise の境界条件ファイルに変換する

赤: 比較的使われるもの

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise を利用した解析手順のご紹介

消音器の解析例

周波数領域

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

28

音響解析に必要な情報

- メッシュ
 - 節点
 - 要素
- 境界条件(壁面と面音源)
 - 面の位置
 - 壁面の場合、インピーダンス
 - 音源の場合、圧力など
- 点音源
 - 点の位置
 - 体積速度
- 媒体の特性
 - 音速
 - 密度
- 解析条件
 - 開始周波数
 - 終了周波数
 - 計算周波数の刻み



Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

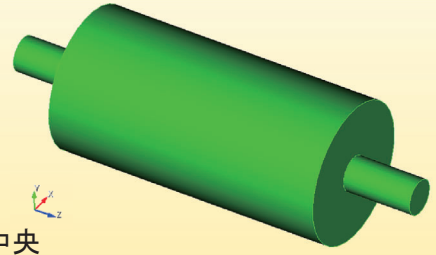
29

解析条件

- メッシュ: 単純形状の消音器
- 境界条件(壁面)
 - 内壁: 完全反射
 - 出口: 完全吸収
- 境界条件(面音源)
 - 入口: 音圧 1 Pa
- 点音源: なし
- 媒体: 常温の空気
 - 音速 344.92 m/s
 - 密度 1.1966 kg/m³
- 解析周波数: 100 Hz から 2,000 Hz まで 100 Hz 刻み

解析モデル

入口(音源)
 $z = -0.3\text{m}$



原点: 図の中央
太い円筒は半径0.1m, 長さ0.4m
細い円筒は半径0.025m, 長さ0.1m
z 軸の方向は入口中心 → 出口中心

出口(放射)
 $z = 0.3\text{m}$

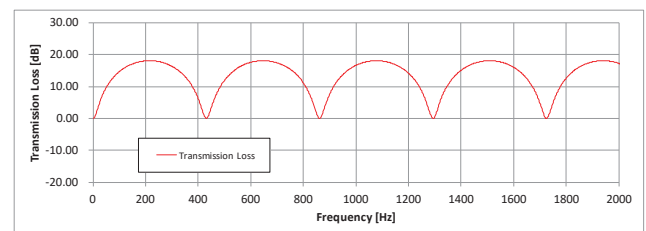
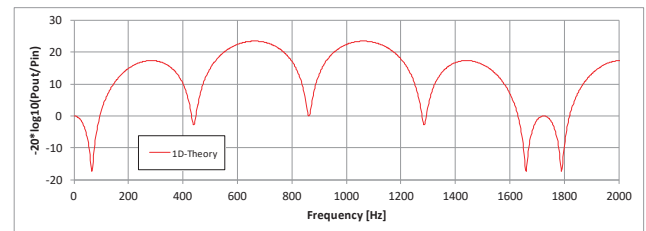
評価対象と手順

1. 解析結果から出口の音圧を得る
2. 入口の音圧との比を計算する
3. 1次元の理論解と比較する

「ハンズオンセミナーを題材とした音響解析入門」、アドバンスシミュレーション Vol. 23

1次元の理論解

- 入口の音圧 P_{in} と出口の音圧 P_{out} の比 P_{out}/P_{in} は、1次元の伝達関数を利用して周波数ごとに計算できる(右上図)。
- 同様に透過損失も計算できる(右下図)。
- 解析結果からも透過損失を計算できるが、本資料では割愛する。



解析の実行

1. Advance/REVOCAP を使って入力ファイルを作成する(詳細は後述)。
2. 入力ファイルを計算機の作業ディレクトリに転送する。
3. 計算機にログインし、作業ディレクトリに移動する。
4. コマンドラインで周波数領域ソルバーを実行する。
 - fnfem < muf01.dat
 - 並列計算の場合は、たとえば mpirun -n 16 fnfem < muf01.dat
 - 必要に応じてバッチジョブ投入スクリプトを作成する(詳細略)
5. 計算が終わるまで待つ。
標準出力に計算条件や収束状況が出力されるので、必要に応じて確認する。



標準出力

```

Advance/FrontNoise/FEM/MPI Ver4.3
April 30, 2014

< file information >
- FEM grid file .....: muf01.inp
- boundary surface file .....: muf01.bcs
- boundary surface value file .....: muf01.bcv
- boundary node file .....: muf01.bcn
- boundary node value file .....: muf01.bcq
- header of result file .....: muf01-r*-*-rsl

< analysis conditions >
- sound velocity[m/sec] .....: 3.449E+02
- density[kg/m3] .....: 1.197E+00
- freq[Hz] (start) .....: 1.000E+02
- freq[Hz] (terminate) .....: 2.000E+03
- freq[Hz] (interval) .....: 1.000E+02
- number of nodes .....: 5337
- number of elements .....: 26785
- number of processors .....: 1
- iterative method .....: DIRECT
- pre condition method .....: DIRECT
- # restart for gmres .....: 30

< boundary conditions >
- number of surface group .....: 2
- number of surface .....: 36
- number of surf. freq. table ...: 6
- number of point sources .....: 0
- number of pt-src. freq. tab. ...: 6

* start of frequency domain *
( 1) frequency 100.00[Hz]

* frequency[Hz] = 100.00
* number of iter. = 0
* rel. tol. (||Ax-b||/||Ax||) = 1.000E+20 ( 1.000E-08)
* abs. tol. (||Ax-b||) = 1.000E+20 ( 1.000E+20)

( 2) frequency 200.00[Hz]

***** ACCOUNTING TABLE OF THE CPU-TIME *****
PROCESS | TOTAL TIME
< 1> Total Time : 7.43D+00(100.0)
< 2> Input : 7.89D-02( 1.1)
< 3> Time Loop (pre) : 1.67D+00( 22.4)
< 4> Linear Solver (pre) : 1.18D-02( 0.2)
< 5> Linear Solver : 5.33D+00( 71.7)
< 6> Linear Solver (post) : 1.82D-03( 0.0)
< 7> Time Loop (output) : 3.44D-01( 4.6)
< 8> Post Process : 1.00D-04( 0.0)

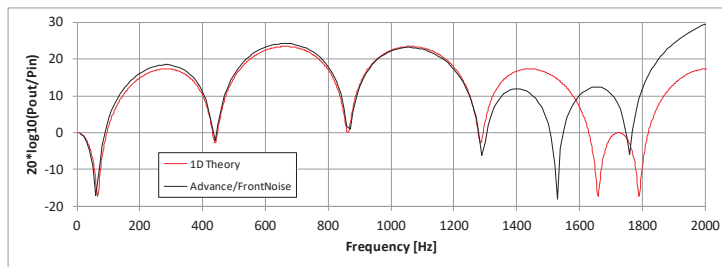
normally terminated

```



解析結果の評価

1. 解析が正常に終了したことを確認する。
2. コマンドラインで getnvalbin (指定位置の結果を取得)を実行する。
 - getnvalbin 0 0 0.3 muf01.inp > result.csv
 - この座標は出口の面の中央を意味する。
3. 表計算ソフトで、周波数ごとの音圧(絶対値)をプロットする。
(入力面の音圧を 1 Pa としていたため、音圧の値と比は同一)

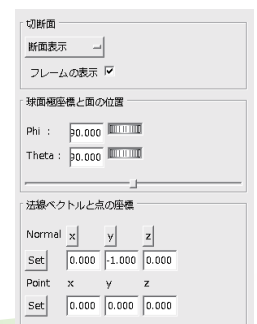
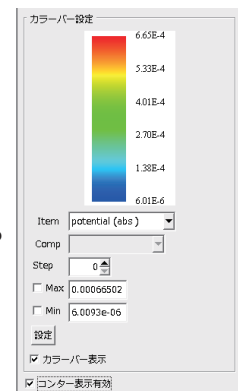


同一の解析で計算刻みを 10 Hz に変更したときの比

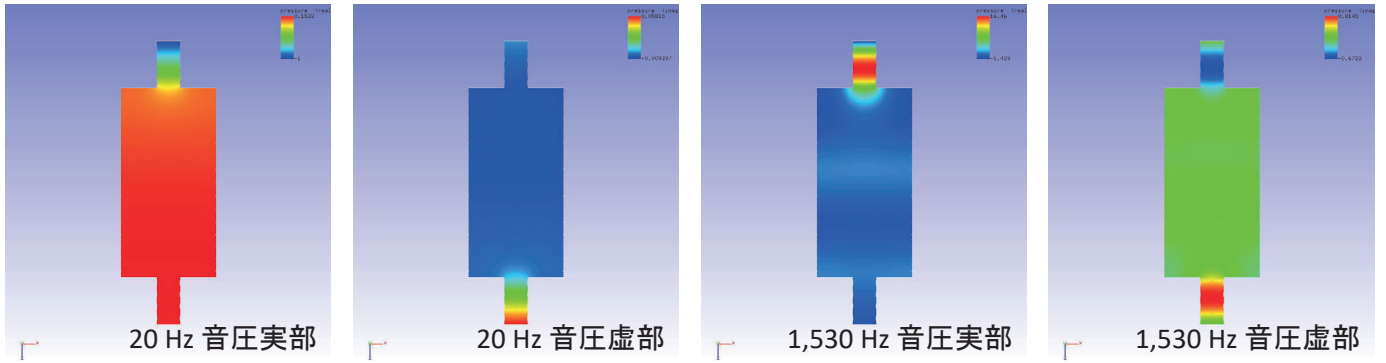
解析結果の可視化

1. コマンドラインで rsl2inp (可視化ファイルの作成)を実行する。
 - rsl2inp muf01 muf01-r0000-00100.rsl > 100Hz.inp
2. 可視化ファイル 100Hz.inp をローカルに転送する。
3. File → Open Result から 100Hz.inp を開く。
4. ツリーメニューから Contour を選択し、可視化対象の物理量を Item から選択し、設定ボタンを押す。
5. カラーバー表示、コンター表示有効をチェックする。
6. ツリーメニューから Section を選択し、切断面を「断面表示」法線ベクトルを y 軸方向にする。
7. ZX平面を表示する。

以降、Advance/REVOCAP を使用する例で示す

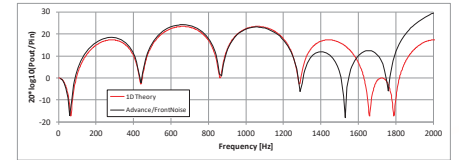


可視化の例



高周波側における理論解との乖離について(参考)

- 1次元の理論解は、波長がダクトの直径よりも十分に長いという仮定に基づく。
- たとえば、1,530 Hz を考えると、波長は約 0.16 m であり、消音器の太い円筒の直径 0.2 m とあまり変わらず、仮定が成立していない。



音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要

その他の解析例

周波数領域

目次: その他の解析例

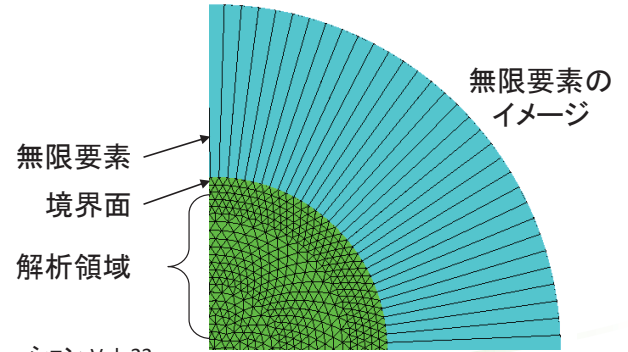
- 無限要素を利用した解析
- 構造音響強連成解析
- 構造音響連成解析
- 流体音響連成解析

無限要素を利用した解析

- 解析領域の外側の音場を計算する
- より精度の高い完全吸収境界のモデル化でもある
- 観測点及び観測面は解析の後で設定できる
- 解析領域を小さくすることができ、処理速度やメモリが節約できる

2種類の完全吸収(放射)境界の相違点

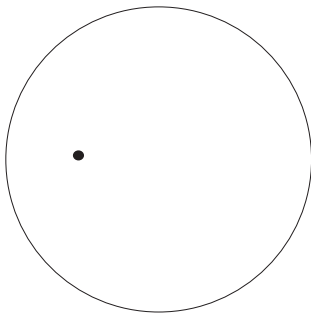
	ρc 境界	無限要素
法線方向以外の反射	防げない	防げる
境界面の形状	任意	球面の一部
外部領域の音場	不明	計算可能



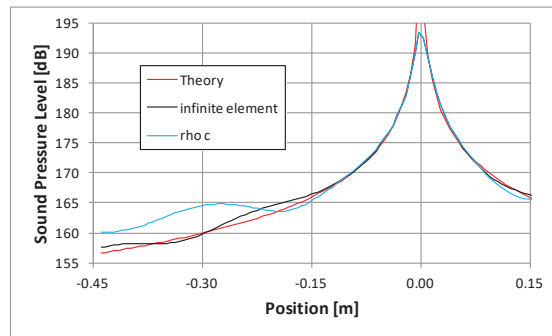
「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise への無限要素の導入」、アドバンスシミュレーション Vol. 23

無限要素を利用した解析の計算例

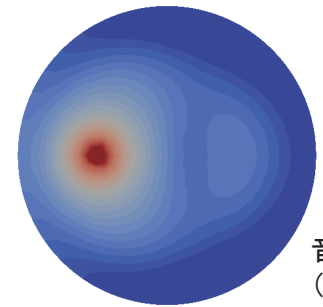
- 無限要素は精度の高い吸収境界として機能する。
- ρc 境界よりも無限要素を利用した解析の方が、理論解とよく一致する。



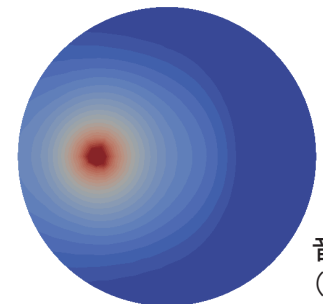
【偏心位置に音源】
音源は空間の1点、境界は透過境界
解析領域の偏心した位置に音源



軸上の音圧レベルの理論解との比較



音圧レベル
(ρc 境界)



音圧レベル
(無限要素)

構造音響強連成解析

- 構造物の変位を変数とした弾性体の時間領域の運動方程式を周波数領域に変換し、音響の方程式と連立させて解く。
- 音響と構造の間の相互作用
 - 音響⇒構造: 圧力を分布荷重にする
 - 構造⇒音響: 変位の時間微分と粒子速度の釣り合い
- 4面体1次要素を内部で2次要素に変換して計算する。

運動方程式(時間領域)

$$M \frac{d^2 u}{dt^2} + Ku = F$$

変位の Fourier 級数展開

$$u(x, t) = \sum \hat{u}_v(x) e^{-i\omega t}$$

運動方程式(周波数領域)

$$-\omega^2 M \hat{u} + K \hat{u} = \hat{F}$$

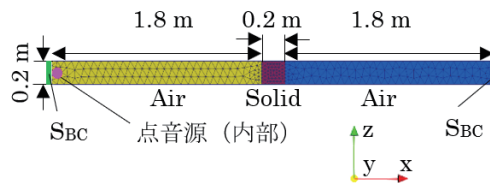
「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の構造音響強連成機能」、アドバンスシミュレーション Vol. 27

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

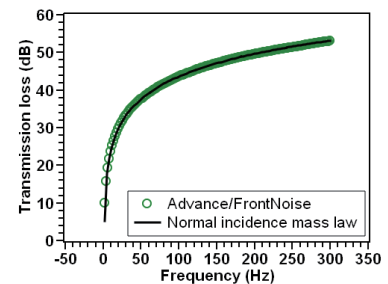
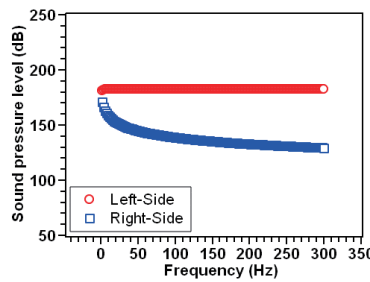
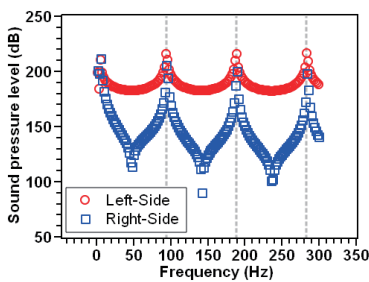
45

構造音響強連成解析の計算例

- ケース1では理論値で共鳴、反共鳴が発生した
- ケース2では透過損失が単層壁の質量則と一致した



ケース	S _{BC}
ケース1	完全反射
ケース2	ρc 境界



ケース1(左)、ケース2(右)の弾性壁面の音圧レベル

ケース2の透過損失

Copyright ©2020 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

46

構造音響連成解析

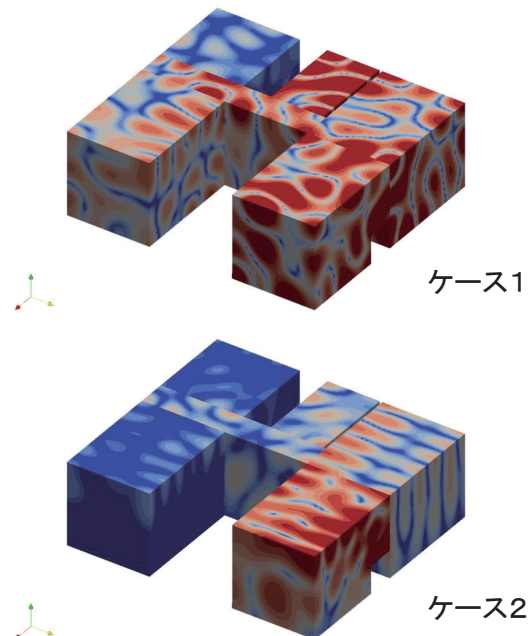
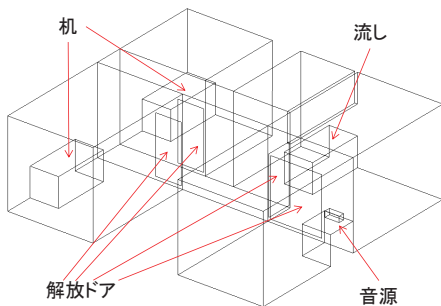
- 構造解析によって得られた振動を音源とする音響の伝播を計算する
 - 「主な処理」に対応するツールを提供している
 - 入力は速度や加速度であってもよい

	時刻歴解析	周波数応答解析
入力	壁面の変位(時系列)	壁面の変位(周波数領域)
主な処理	1. 変位を Fourier 変換する 2. 構造メッシュから音響メッシュにマッピングする	1. 構造メッシュから音響メッシュにマッピングする
音響解析での扱い	変位(面音源)	変位(面音源)

「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise を利用した連成解析」、アドバンスシミュレーション Vol. 15

構造音響連成解析の計算例

- 室内の音圧レベルの解析



ケース名	音源	床	壁
ケース 1	構造解析	完全反射	完全反射
ケース 2	構造解析	完全吸収	完全反射

「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の解析事例」、アドバンスシミュレーション Vol. 15

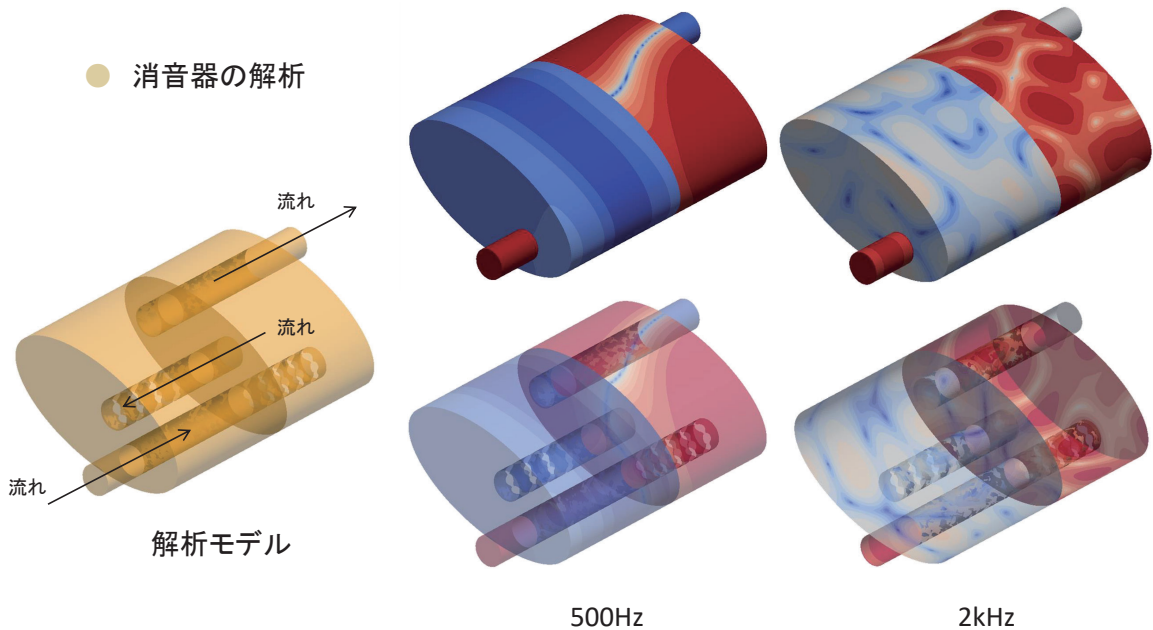
流体音響連成解析

- 流体解析の結果を使って、流体から生じる音源の伝播を計算する
 - 「主な処理」に対応するツールを提供している

	乱流応力	壁面の圧力変動
入力	解析領域全体の速度場(時系列)	壁面の圧力(時系列)
主な処理	1. Lighthill 乱流応力テンソルを求める 2. 同テンソルの2階微分を Fourier 変換する 3. 流体メッシュから音響メッシュにマッピングする	1. 圧力を Fourier 変換する 2. 流体メッシュから音響メッシュにマッピングする 3. 面音源に変換する
音響解析での扱い	四重極音源(点音源)	二重極音源(面音源)

「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise を利用した連成解析」、アドバンスシミュレーション Vol. 15

流体音響連成解析の計算例



「音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の解析事例」、アドバンスシミュレーション Vol. 15

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise の概要

トピックス

今後のバージョンアップ予定

- バージョン 6.0
 - 構造音響強連成解析の実装
 - 材料物性ファイルの仕様を拡張
 - ドキュメントの HTML 化
 - 周波数領域ソルバー
 - ツール
 - チュートリアル
 - 実装はほぼ完了していて、
検証やドキュメント作成を作業中
- バージョン 6.1
 - 連成解析に関連するツールの整理
 - ユーザーの負担軽減、高速化が目的
 - indtij, caltij, mk surf, mapV2V など
 - 一部のツールの Python 化
 - 検討中

HTML 化されたドキュメント



その他の関連情報

- 弊社ウェブサイト
 - 商品ページ http://www.advancesoft.jp/product/advance_front_noise/
 - 解析事例 <http://case.advancesoft.jp/FrontNoise/index.html>
- 弊社雑誌『アドバンスシミュレーション』（関連するスライドに表示）
- アカデミック対応
 - Advance/FrontNoise による音響解析を卒業論文のために使用する場合は、特別価格で提供いたします。詳しくはお問い合わせください。
 - 音響をテーマに研究されている学生の方のインターンシップを受け入れます。

汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAPのご紹介

技術第2部 徳永健一

音響解析ソフトウェア「Advance/FrontNoise」製品紹介セミナー
2020年8月27日(木)
アドバンスソフト株式会社

Advance/REVOCAPとは

有限要素法、有限体積法に対応した汎用プリポストプロセッサです。

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発

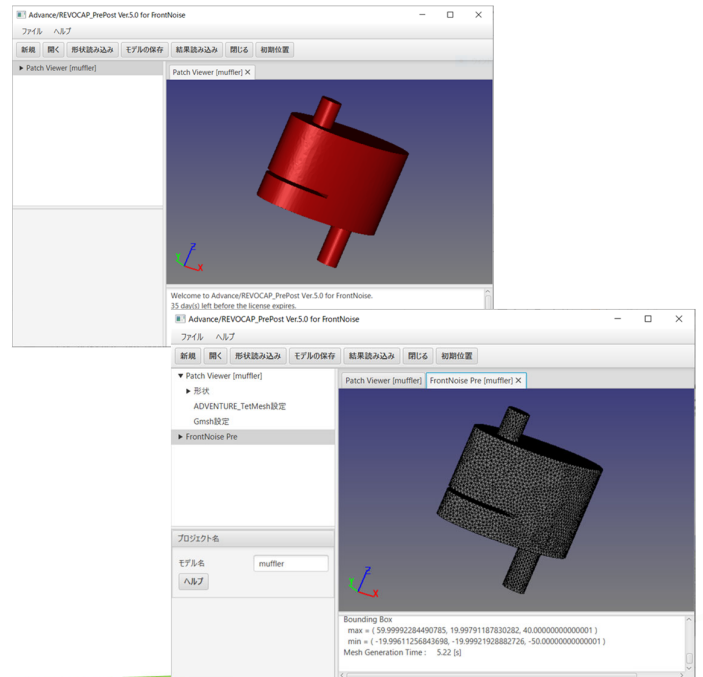
2005-2007 「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」

2009-2012 「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」
で開発されたソフトウェアREVOCAP_PrePostをアドバンスソフト社が商品化した
ものです。

Advance/REVOCAP による解析手順①メッシュ

1. 四面体メッシュの作成

- 形状データ (IGES、STEP、STL) を取り込んで、自動メッシュ生成機能を使って四面体要素を作成します。
- 形状データを作成する機能はありませんので、CADソフトなどを使って作成してください。
- 2から3分程度で100万要素のメッシュを生成することができます。
- すでにFEM計算用のメッシュがある場合はそれを読み込むことができます。
 - FrontNoise形式
 - Nastran Bulk Data Format
 - ADVENTURE_TetMesh



Advance/REVOCAP による解析手順②物性値

2. 材料物性値の設定

- 音響媒体物性値 (周波数特性)
 - 音速
 - 密度
 - 空気と水の標準的な物性値は設定済
- 構造物物性値 (構造音響強連成)
 - ヤング率
 - ポアソン比



Advance/REVOCAP による解析手順③境界条件

3. 境界条件の設定

- メッシュの境界面に音響解析のための境界条件を設定します
- 音圧
- 変位
- 速度
- 加速度
- インピーダンス
- 完全吸収 (ρc)
- 無限要素 (球の中心と半径を与える)
- デフォルトの条件は完全反射
- α, β, f の係数で与えることもできる

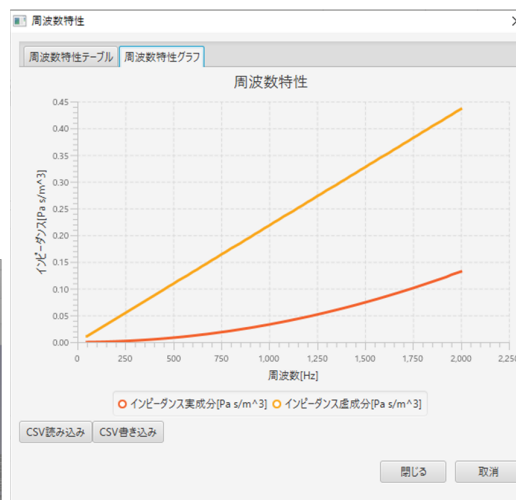


Advance/REVOCAP による解析手順④周波数特性

4. 周波数特性の編集

- 境界条件で周波数ごとに設定する場合
- テーブルで数値の確認
- グラフで確認
- CSVファイルの入出力

周波数[Hz]	インピーダンス...	インピーダンス...
50.0	8.25E-5	0.0109
75.0	1.86E-4	0.0164
100.0	3.3E-4	0.0218
125.0	5.16E-4	0.0273
150.0	7.43E-4	0.0327
175.0	0.00101	0.0382
200.0	0.00132	0.0436
225.0	0.00167	0.0491
250.0	0.00206	0.0545
275.0	0.0025	0.06
300.0	0.00297	0.0654
325.0	0.00349	0.0709
350.0	0.00404	0.0763
375.0	0.00464	0.0818
400.0	0.00528	0.0872
425.0	0.00596	0.0927



Advance/REVOCAP による解析手順⑤音源

5. 音源の設定

- 点音源
 - 座標で与えて節点番号を検索する
 - 節点番号で与える
 - 周波数特性を編集する
- 面音源
 - 境界条件で与える
- 二重極音源、四重極音源
 - 連成解析ツールで作成する

Advance/REVOCAP による解析手順⑥媒体

6. 媒体の設定

- 速度
 - 速度なし
 - 一定速度
 - 速度場
- 温度
 - 標準温度との比
 - 温度場
- 多孔質
 - 複素音速
 - 実行密度

Advance/REVOCAP による解析手順⑦線形ソルバ

7. 線形ソルバの設定

- 解法
 - 反復法
 - 直接法
- 前処理
- 最大反復回数
- 収束判定値
- GMRESリスタート数

※10万要素以下であれば直接法がおすすめ

Advance/REVOCAP による解析手順⑧解析範囲

8. 解析範囲の設定

- 周波数範囲
 - 開始周波数
 - 終了周波数
 - 周波数間隔、オクターブバンド
- 後処理用の出力
 - 特定の点での周波数特性を求めるための座標の入力

Advance/FrontNoiseの実行

- Advance/REVOCAPから解析モデルを保存します。
- (必要に応じて) 計算サーバに転送します。
- 計算を実行します。
 - 共有の計算機環境の場合は、スケジューラにジョブを投入します。
- 計算結果から可視化用のファイルを作成します。

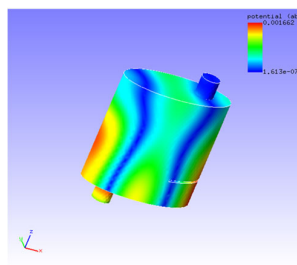
```
$ mpirun -n 16 fnfem < muffler.dat
```

```
$ rsl2inp muffler <result> <result_inp>
```

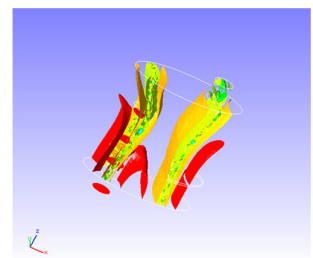
Advance/REVOCAP による結果の可視化

- 可視化用に作成したファイルを Advance/REVOCAP で読み込みます。

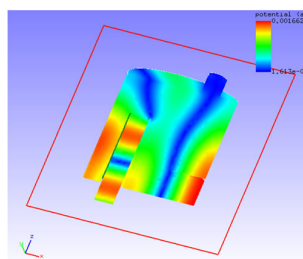
コンター図



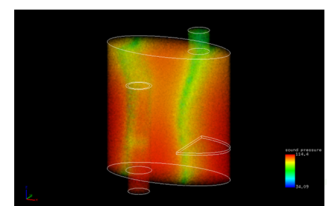
等値面図



断面図



PBVR



特別キャンペーン

- Advance/FrontNoise 新規ユーザーの方にAdvance/REVOCAPの限定版※の1か月の無料ライセンスを発行します。
- Advance/FrontNoise の解析モデルの作成に是非ご活用ください。

※Advance/REVOCAP Ver.5.0 Limited Edition (Without MeshSim)

価格および関連サービスのご紹介

営業部 東田 想太

音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoise 製品紹介セミナー
2020年08月27日（木）
アドバンスソフト株式会社

ライセンスに含まれるサービス

- ・並列数無制限（Advance/REVOCAP は除く）
- ・同時稼動可能数1
- ・最新バージョンの使用権
- ・教育機関向け（アカデミック版）はライセンス料金半額
- ・E-mailでのサポートセンターへのご質問

動作環境

ご自身の計算機環境で利用される場合

Advance/FrontNoise

OS: RedHat Enterprise Linux 6 (64bit) 以上

Advance/REVOCAP

OS: Windows10 (32bit, 64bit)

Cube-it CFD、Cube-it FEA、Cube-it Pro

OS: Windows10 (32bit, 64bit)

RedHat Enterprise Linux(64bit)

ParaView

OS: Windows10 (32bit, 64bit)

* 上記以外の環境で御検討の場合はご相談ください。

動作環境

外部スパコンでご利用される場合

・FOCUSスパコン

* 計算科学振興財団様所有及び利用申請先

アドバンスソフトの開発・解析サービス

お客さまのご要望に応じて科学技術計算ソフトウェアの
新規開発、機能追加、受託解析等のサービスを行ないます。

例えば解析業務の場合



1. 流体・構造・ナノ関連など幅広い分野のソフトウェアを開発し、解析経験豊富な技術者がお客様のご要望をお伺い致します。

2. 最適な解析方法をご提案し、見積仕様書を作成致します。

3. 解析内容、納期、料金等、お客様のご了承が得られましたら、作業を実施致します。

4. 解析結果の可視化をはじめ、評価や考察を行ない、報告書を作成致します。



5

終わりに

ご清聴ありがとうございました。

アドバンスソフトは、高度な技術力、開発力、人材を武器に、最先端理論を応用した解析シミュレーションソフトウェアを開発・販売しています。受託解析、受託開発、パッケージソフトウェア、コンサルティング等多様なソリューションを通じて、お客様の問題解決に即戦力として貢献します。

お問い合わせ先:ご担当営業まで
TEL:03-6826-3971 FAX:03-5283-6580
E-mail:office@advancesoft.jp



警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。