

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise を用いた連成解析事例

代表取締役社長 松原 聖

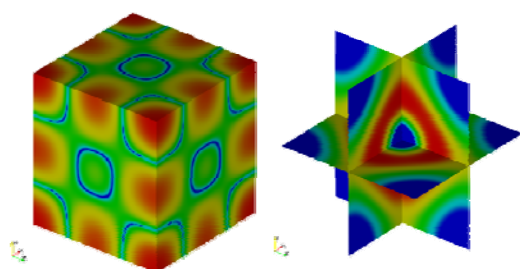
アドバンスソフトの連成解析セミナー
2015年5月15日（金）開催
アドバンスソフト株式会社

音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise

- 有限要素法による音響解析機能（音源を与え解析領域の粒子速度のポテンシャルを解く）
- 周波数領域/時間領域の解析が可能
- 大規模並列計算が可能：8億要素解析の実績あり
- 流れ場、温度を設定した領域での音響解析が可能
- 多孔材を含む領域の音響解析が可能
- 音響固有値解析が可能
- 行列計算には反復法/直接法を利用可能
- 構造音響双方向連成（強連成）機能を利用可能
- 構造-音響、流体-音響の一方方向連成が可能（Advance/FrontSTRおよびAdvance/FrontFlow/redとの連成）

Advance/FrontNoise 大規模解析

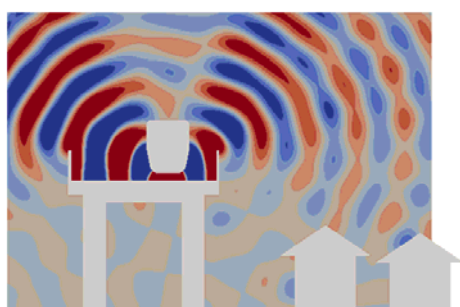
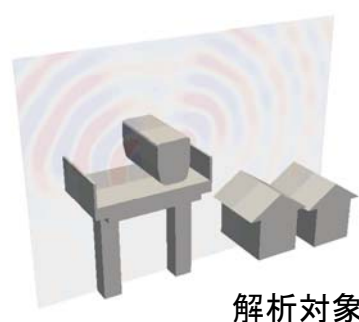
- 四面体一次
- 4億要素、7000万節点
- 領域分割での並列化
- 48CPU,400GB
- 12時間/周波数



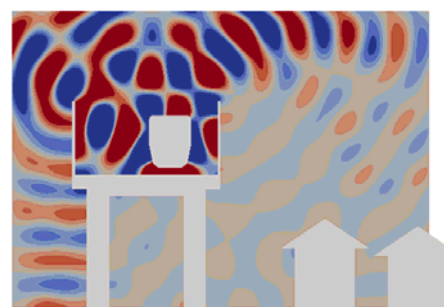
要素数	節点数	自由度
92,629,494	15,625,000	31,250,000
116,790,654	19,683,000	39,366,000
137,437,824	23,149,125	46,298,250
160,385,394	27,000,000	54,000,000
185,754,864	31,255,875	62,511,750
255,051,294	42,875,000	85,750,000
301,460,454	50,653,000	101,306,000
381,127,194	64,000,000	128,000,000
425,747,664	71,473,375	142,946,750

列車通過時の高架橋付近環境騒音

- 解析概要: 列車通過時において、高架橋付近の遮音壁の形状による騒音の違いを評価した。
- シミュレーションのメリット: 遮音壁の形状や材質を変化させて、その効果を推定することができる。音の伝播を可視化できるため、その対策を立てることが容易である。
- 本ソフトウェア利用のメリット: 大規模解析が可能であるため、高い周波数まで解析可能である。



遮音壁が低い場合



遮音壁が高い場合

音響解析の連成事例

- 本日、ここまでにご紹介した音響解析の連成事例
 - 船内居住区の振動騒音解析(一方向弱連成)
 - 消音器の構造音響解析(強連成)
- 本日よりご紹介する事例
 - 消音器の流体騒音解析(一方向弱連成)
 - 列車の車輪振動による環境騒音(一方向弱連成)
 - 空調機の騒音評価(一方向弱連成)
- その他の音響解析における連成解析の実績
 - プラントの音響破壊(一方向弱連成)
 -

流れによる音の発生を考慮した 音響解析によるマフラの性能評価

- 流体解析の結果から得られた二重極および四重極を音源として、音響解析を実施します。
- 一般に流体解析領域を含む大きな領域を音響解析の解析領域とします。
- 流体解析の時系列計算結果を利用するため、その中間結果ファイルが膨大な量(実用的な計算では1TB程度)となり、大規模なデータを取り扱うことのできるツールが必要です。

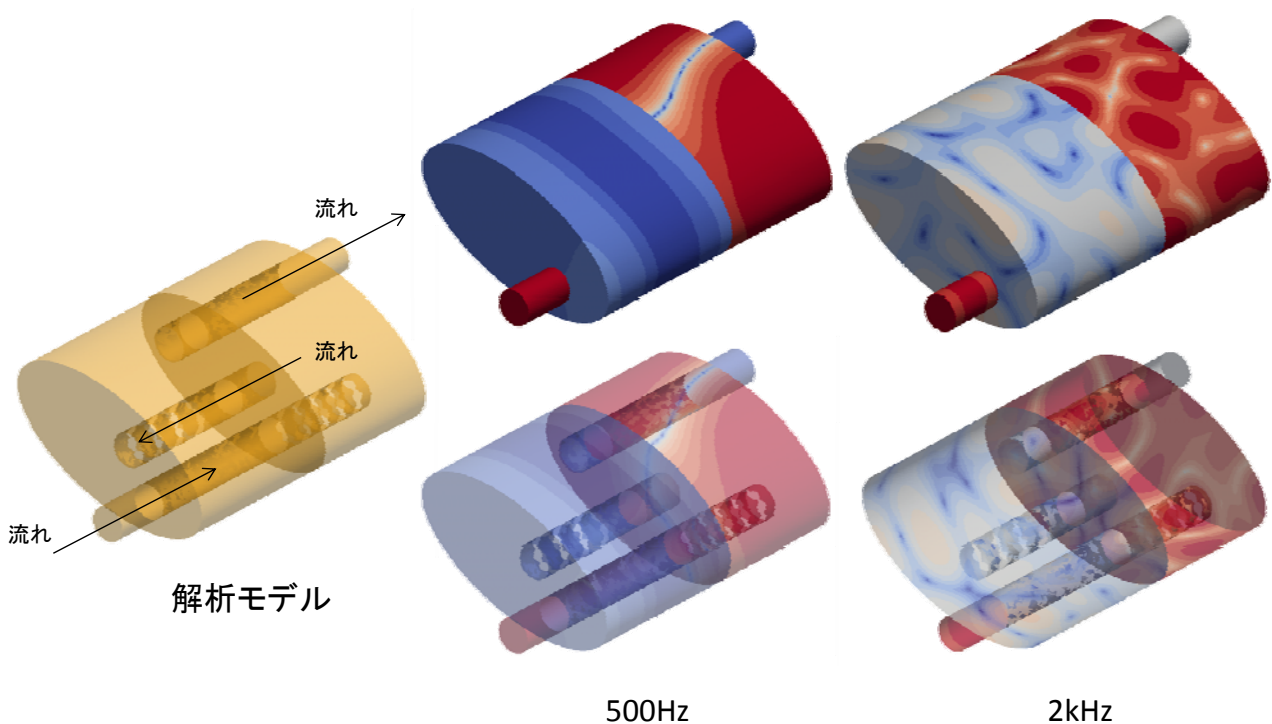
流体解析結果の利用(四重極音源)

- i. 流体解析ソフトウェアAdvance/FrontFlow/redの時系列ファイルをもとに音源となる可能性のある場所から出力する。 $T_{ij} = \rho v_i v_j$
- ii. 速度からLighthillの乱流応力テンソルを求める。
- iii. 乱流応力テンソルの2階微分を求める。 $\frac{\partial^2 T_{ij}}{\partial x_i \partial x_j}$
- iv. 乱流応力テンソルの2階微分をフーリエ変換する。
- v. 流体メッシュから音響メッシュに物理量をマッピングする。
- vi. 係数に乗じて、基礎方程式の右辺に加える。

$$\nabla^2 \varphi + k^2 \varphi = -i \frac{1}{\rho c k} \frac{\partial^2 T_{ij}}{\partial x_i \partial x_j}$$

- vii. 音響解析を実施する。

流れによる音の発生を考慮した音響解析によるマフラの性能評価



Advance/FrontNoise連成解析のまとめ

- ハードウェアの性能向上により、構造および流体解析を利用した音源の解析が実用的になるにしたがい、そのポスト処理としての音響解析のニーズが増えてきた。
- 当社の音響解析ソフトウェアAdvance/FrontNoiseでは従来から取り組んできた音響の大規模解析の適用により、流体音響連成が可能となった。
- 構造および流体音響連成の実績を重ね、その解析手順を音響解析ソフトウェアのツールとして整備した。
- 今後とも、多様な解析ソフトウェアのソースコードをハンドリングできる当社の利点を生かして、ユーザー様からのニーズに応えた連成解析を実施していく予定である。