



分類	流体シミュレーション
キーワード	LES、有限要素法、流体機械、流体音解析
開発者	加藤千幸、郭 陽、山出吉伸、吉村英人、高山 務
作成年月	2014年6月
コード名	FrontFlow/blue version 8.2、FrontFlow/blue-ACOUSTICS version 2.4
使用言語	Fortran77、Fortran90、C

◇汎用流体解析コード FrontFlow/blue version 8.2

FrontFlow/blue (FFB) は非圧縮流体の非定常流動を高精度に予測可能な Large Eddy Simulation (LES) に基づいた汎用流体解析コードである。本ソフトウェアは文部科学省次世代 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」プロジェクトのもとで開発された。本ソフトウェアの特長は乱流の高精度予測であり、これを支える基礎技術として、数値粘性フリーの高精度スキームおよび最大 1000 億グリッドまで対応可能な大規模解析技術が実装されている。本バージョンでは、次世代スーパーコンピュータ「京」用の高速動作技術が実装され、本ソフトウェアを用いて京において 300 億グリッドを用いた実用計算の動作が確認されている。また、本バージョンでは、回転機械の内部流れ計算の際に用いるオーバーセット法が改良され流量の保存性が改善された。

◇汎用音響解析コード FrontFlow/blue-ACOUSTICS version 2.4

FrontFlow/blue-ACOUSTICS (FFB-A) は音響場を周波数領域で計算する汎用音響解析コードである。本ソフトウェアは FFB と同様に文部科学省次世代 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」プロジェクトのもとで開発された。FFB および FFB-A を用いることにより流体音響連成を行い、空力騒音を予測することが可能である。本ソフトウェアの特長は最大 1 億点規模の大規模解析が可能であることにあり、従来のソフトウェアでは計算が困難であった、高周波領域の音場や複雑形状まわりの音場を大規模のメッシュを用いて解析することができる。本バージョンでは音速の異なる媒質を同時に解析する機能が追加された。

◇コードの主な特徴

基礎方程式： 【FFB】 3次元非定常非圧縮性 Navier-Stokes 方程式
 【FFB-A】 Helmholtz 方程式（周波数領域）

乱流モデル： LES（標準スマゴリンスキーモデル、ダイナミックモデル）、DES

RANS (Launder & Sharma および Chien による低レイノルズ数型 $k-\epsilon$ モデル)

対応メッシュ：中間節点を含む六面体、三角柱、ピラミッドおよび四面体要素

移動・回転座標系/Overset メッシュ

メッシュの自動 Refine 機能 (局所 Refine によるメッシュの最適配置)

◇動作確認プラットフォーム

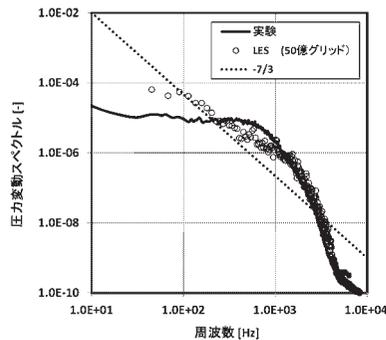
スーパーコンピュータ「京」、富士通 PRIMERGY、富士通 PRIMEHPC FX10、IBM Blue Gene、IBM AIX、HITACHI HI-UX/MPP (SR16000)、HP HP-UX、NEC SUPER-UX (SX、地球シミュレータ)、DEC OSF/I (Compaq/HP Try64 UNIX)、Sun Solalis、SGI IRIX、IA-32/IA-64 Linux 等

◇解析例

■車室内騒音予測



車体表面の圧力変動分布

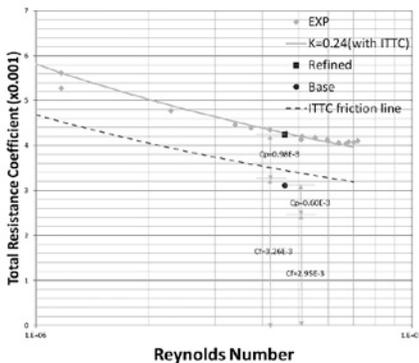


圧力変動スペクトルの比較

車室内騒音を予測するため、40 億グリッド (6 面体要素) を用いた車体まわり流れの LES 解析を実施し圧力変動スペクトルを高精度に予測できることを確認した。

(提供：スズキ株式会社)

■船舶の推進抵抗予測技術の開発



推進抵抗の比較



船体表面の渦度瞬時場 (320 億グリッド)

船舶の推進抵抗予測技術の開発を行っている。プロペラおよび造波抵抗の影響を考慮しない条件で実施した 320 億グリッドの船体まわり流れ計算により、1%以下の予測誤差で推進抵抗を予測できることを確認している。また、要素技術開発として、プロペラおよび造波抵抗の予測技術の検証を並行して実施しており、今後はこれらを組み合わせた解析を実施し、自航試験における推進抵抗予測の精度を検証する。

(提供：一般財団法人 日本造船技術センター)

(執筆責任者：加藤千幸)