

# RADIOSS-CFD による高速排気脈動の数値解析

A study on the Exhaust Pulsation in an Internal Combustion Engine

○ 田中 健一 (東電大)

桜井雅人 (本田技術研究所) 岩本順二郎 (東電大)

Kenichi TANAKA, Tokyo Denki University, Nishikicho2-2, Chiyoda-ku, Tokyo  
 Masato SAKURAI, Honda R&D, 4630Shimotakanezawa, Haga,-Machi, Haga-Gun, Tochigi  
 Junjiro IWAMOTO, Tokyo Denki University, Nishikicho2-2, Chiyoda-ku, Tokyo

Key Word; Internal combustion engine, Shock Tube, Computational Fluid Dynamics  
 Aero Acoustic, Large Eddy Simulation

## 1. はじめに

今後、車の環境騒音に対する規制がますます厳しくなると予想される。車外騒音の主要な発生源としてはエンジン、吸気系、排気系、駆動系、タイヤなどがある。中でも排気系の騒音は排気系管路の後端から大気へ放出される排気吐出音と排気系管路の壁面から放射される排気系放射音に分ける事ができ、これらの排気系騒音についてのメカニズムを知り、内燃機関から排出される排気脈動の基礎研究を行う。

## 2. 管内排気脈動発生装置

排気管内部で発生している圧縮・膨張波について高速排気脈動発生装置により得られた実験値と理論解とで比較検証を行う。

排気脈発生装置は図1に示すようなロータリーバルブを有しており、①～⑨の位置に圧力半導体センサーを取り付け、左側高圧タンク部分から 100kPa から 500kPa までの 100kPa 圧力を、右側排気管管連結部分に衝撃波が通過した際に①～⑨半導体センサーで測定する。

吐出噴流は右端排気管出口から近接音場 (MIC POINT : 200mm45度後方) で音圧測定する。

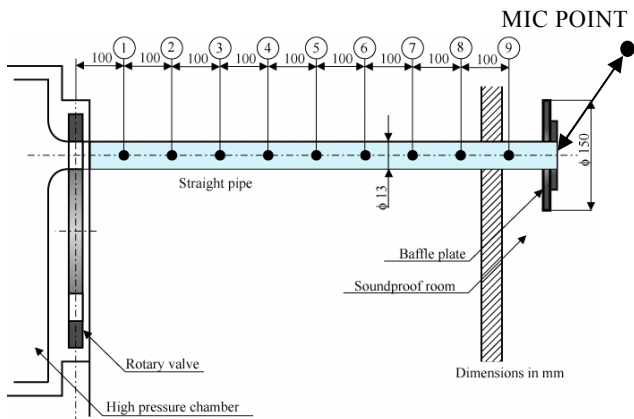


Fig.1 Measurement Apparatus of Palusation Flow

## 3. 数値解法

次に Radioss-CFD を用いて数値解析を行う。計算モデルは図2に示すような2D-軸対象 FEM モデルを用い、支配方程式は Navier-Stokes 方程式と質量保存則、エネルギー則を用いる。境界条件は高圧タンク内初期圧 150kPa に流入条件を設定し、ALE 法による移動メッシュ (図3) を用いて排気脈動を生成させ、流出条件を以下の様に設定した。

排気管内では等エントロピー仮定のもとに圧縮性解法 (MAT6) を用いている。

吐出噴流空間上では、音速が温度変化に依存しない擬似圧縮性流体解法 (MAT46) に設定し、乱流モデル解法に

LES(Large Eddy Simulation)を用いる。

流出境界条件は、大気開放とし管内壁面境界条件はノンスリップ境界として入力した。

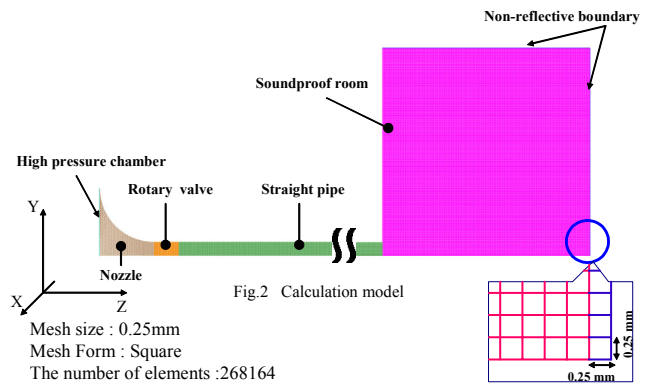


Fig. 2 Calculation model

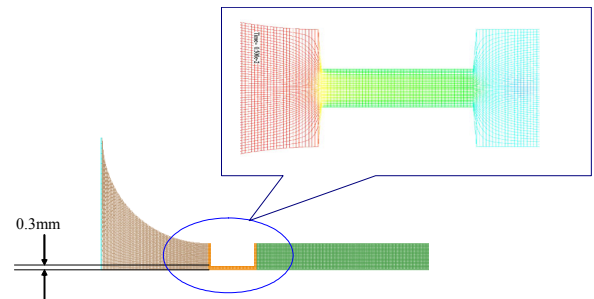


Fig. 3 Valve ALE model

## 4. 数値解析結果

### 4-1. 管内脈動計算結果

排気管内 (①～⑨) の計算結果を図4に示す。

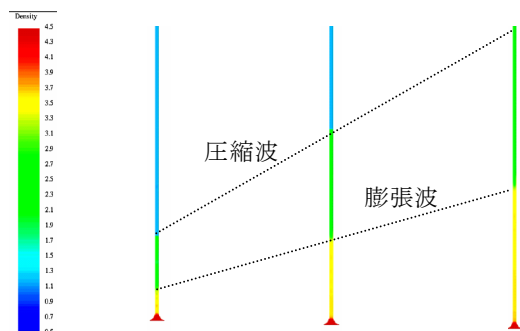


Fig.4 Density distribution (Contour map)

図4において、圧縮波と膨張波の密度境界面が明瞭に現れた。圧縮波の先頭部分は初期圧150kPa以上では衝撃波が形成されることが確かめられた。また噴流境界部分の進行速度に対し膨張波は逆向きであることがわかる。

4-2. 吐出噴流計算結果  
排気管出口の吐出噴流空間の計算結果を図5に示す。

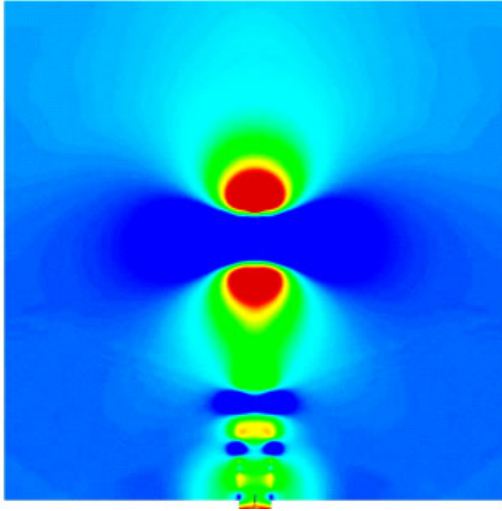


Fig. 5 Pressure distribution of Exhaust orifice

図5において、下端排気管吐出口からの複数の渦輪の生成が見られる。

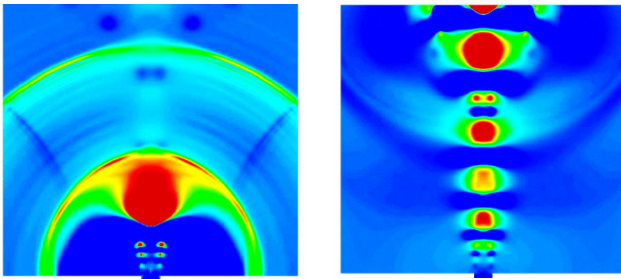


Fig. 6 Pressure distribution of Exhaust orifice

図6において、渦輪を中心とした同心円状の疎密波の分布が見られ、吐出音源の発生主要因となっていることがわかる。

## 5. 結論

本研究で以下のことが計算解析で確認される。

- (1)排気管内において圧縮波、膨張波の形成が見られ、初期圧が高いほど、排気管内を助走するにつれて圧縮波が衝撃波に変わる様子が確認される。また進行波とは逆方向に膨張波の進行が見られる。
- (2)排気吐出噴流空間において、複数の渦輪の形成がみられ、その周りに同心円状に疎密波の形成がみられる。

## 6. 今後の展開

近接音場による実験装置と数値計算結果との音圧比較を行い、直接解法による本計算での妥当性を検証する。

## 7. 参考文献