



自動車技術を取り巻く デジタルエンジニアリングの進展

自動車技術に関するデジタルエンジニアリングの紹介
(1)排気騒音

アドバンスソフト株式会社
技術第3部 主事研究員
桑原 匠史

3.

騒音問題

- 1960年代に騒音が問題となり始める

音源は、工場、事業所、建設現場、自動車や航空機

- 多様な騒音発生源に対する規制

1967年 「公害対策基本法」
1968年 「騒音規正法」
1993年 「環境基本法」

- 日常生活における騒音の大別

1. 自動車 & オートバイによる騒音
2. 鉄道による騒音
3. 航空機による騒音

各々の分野で環境基準を
満たす努力が日々行われ
ている。

その他: 低周波音(1Hz ~ 100Hz)による騒音

送風機、風車、ボイラー、ポンプ等が音源で、睡眠不足やイライラといった
心理的、生理的影響を及ぼす



騒音の有効利用？

■ 高周波音(モスキート音)の利用

- 高周波数の音は、年齢とともに次第に聞き取りにくくなる。
(概ね30歳以上になると聞こえなくなる)
- 聞こえる若者にとっては、耳障り。



17kHz程度の高周波の不快音(モスキート音)を流して、深夜の公園で若者達が集まり、騒ぐのを防ぐ。(5月より東京・足立区が実験を開始)

別の使い方:携帯電話の着信音に利用して、教師には気づかれずに教室で受信。(アメリカ等で流行したらしい)



3

自動車業界における騒音問題

■ 自動車等のマフラー(消音器)に対する騒音対策の強化

平成20年12月26日公布

概要

- 騒音低減機構を容易に除去することができる構造の禁止
- 使用過程車及び並行輸入車等のマフラーに対する加速走行騒音防止性能の義務付け
- 交換用マフラー事前認証制度の創設



- 騒音試験法の一部見直し等



規制は厳しくなる方向にある



4

マフラーの開発

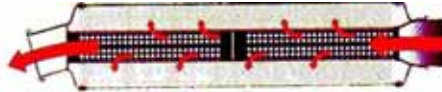
■ マフラーの構造

マフラーの内部構造は、その違いにより大きく二つに分けられる

- 多段膨張式



- ストレート排気式



特に、多段膨張式は複雑な内部構造をもち、各企業で長年蓄積されたノウハウを元に開発されているのが現状



シミュレーションによる最適化設計が可能となれば、開発が格段に効率化されるはず。



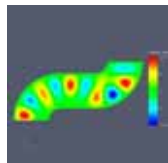
5

アドバンスソフトの騒音問題への取り組み

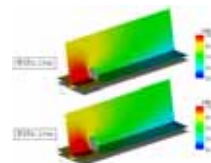
■ 大学との連携によるソフト(Advance/ FrontNoise)開発

鳥取大学 西村研究室

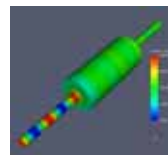
- ダクト内騒音調査



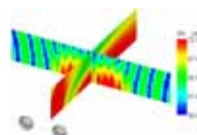
- 屋外の構造物形状が音の伝播に及ぼす影響調査



- 排気系音場予測



- 鉄道車輪騒音



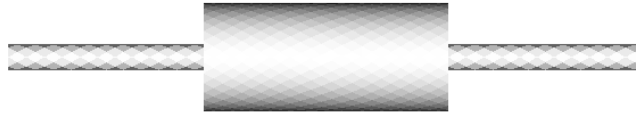
日本機学会論文誌A, Vol.73, No.730, 2007.07



6

簡易排気系の数値シミュレーション

■ モデル1



図に示した簡易排気系モデルについて、Advance/FrontNoiseを用いて音響解析を行う。(6530節点)

計算条件

- 単純形状、内部に構造は持たない
- 音は、左側から入り、右側へ抜ける
- 内部に空気の流れはない

境界条件

入り口には音圧を与え、出口にはダクト開口端の放射インピーダンスを与える。

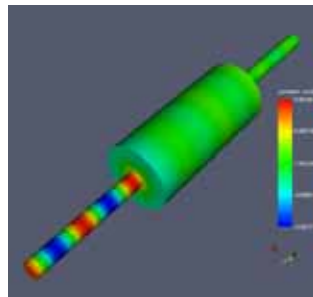
透過損失を用いて、性能評価を行う。



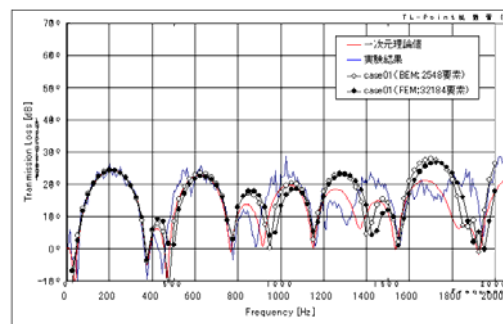
7

簡易排気系の数値シミュレーション

■ 計算結果



2000Hzでの音圧分布



透過損失

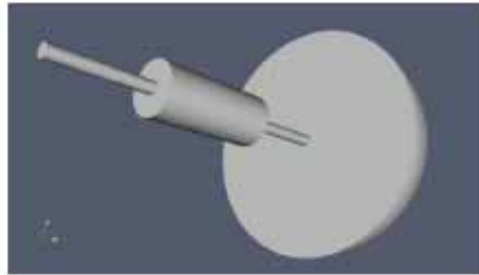
低周波数においては実験、理論、計算結果ともに良く合う結果が得られているが、高周波数において多少結果が異なる。(理論値との違いは一次元理論の限界からくると考えられる)



8

簡易排気系の数値シミュレーション

■ モデル2 (境界依存性の検証)



基本的には、モデル1と同じモデルを用いる。モデル1との違いは、図に示したような出口部分に半球の空間を加え、その表面上で無反射境界条件を適用する。(253880節点)

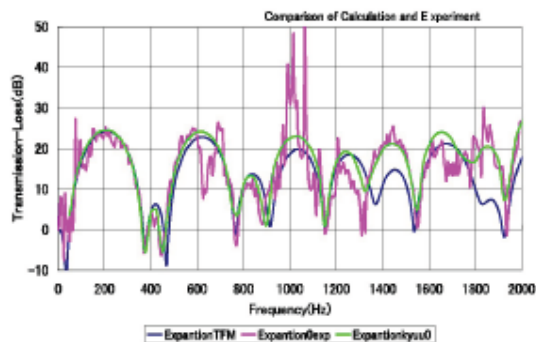
モデル2の作成と計算は鳥取大学西村研究室によるものです。



9

簡易排気系の数値シミュレーション

■ 計算結果



青線: 一次元理論値
赤線: 実験値
緑: 計算結果

透過損失

実験結果と計算結果が非常によく一致する結果が得られた



10

簡易排気系の数値シミュレーション

■ モデル3 (空気の流れの影響調査)



モデル1と形状は同じだが、内部の空気の流れの影響を考慮した計算を行う。
(音響計算格子: 6530節点、流体計算格子: 134855節点)

計算条件(モデル1との違い)

- 内部に空気の流れあり
- 空気の流れ場は、流体計算を別途行いその結果を取り込んで計算を行う
(流体計算は鳥取大学 西村研究室にて行う)

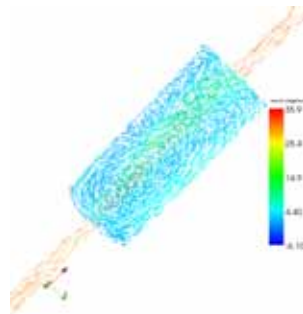
境界条件はモデル1と同じものを用いる。



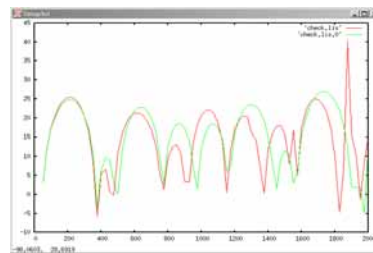
11

簡易排気系の数値シミュレーション

■ 計算結果



流体計算により得られた流れ場



透過損失(緑:流れなし、赤:流れあり)

空気の流れがある場合、流れが無い場合に比べて、透過損失のピークが高周波数領域で低周波数側へシフトする。

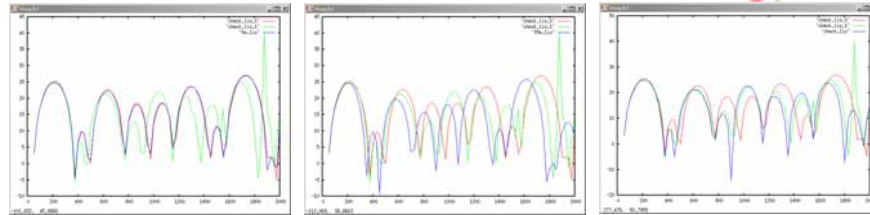


12

簡易排気系の数値シミュレーション

■ 簡易流れ場モデルによる透過損失比較

- モデル3-1: 一様速度場6[m/s]
- モデル3-2: 一様速度場35[m/s]
- モデル3-3: 非一様速度場(中心程速い)



モデル3-1

モデル3-2

モデル3-3

(緑: 流体計算の流れ場あり, 赤: 流れ場なし, 青: 簡易流れ場)

モデル3の結果が、流体の流れ場ありの場合の透過損失とよく合う。



内部に形成される渦よりも、中心程速い非一様速度場の影響が強い



13

まとめ

- 簡単な排気系モデル用いて音響解析を行い、理論値や実験値とよく合う結果を得た。
- 本ソフトウェアを使うことにより、様々な排気系モデルをテストすることが可能となる。
- 流体ソフトとの連成計算により、より現実に近い状況における排気系の性能テストが可能である
- 今後、温度分布等も取り込み、より現実に近い計算を行い実験と比較していく



14