

# 自動車空力における非定常解析の重要性

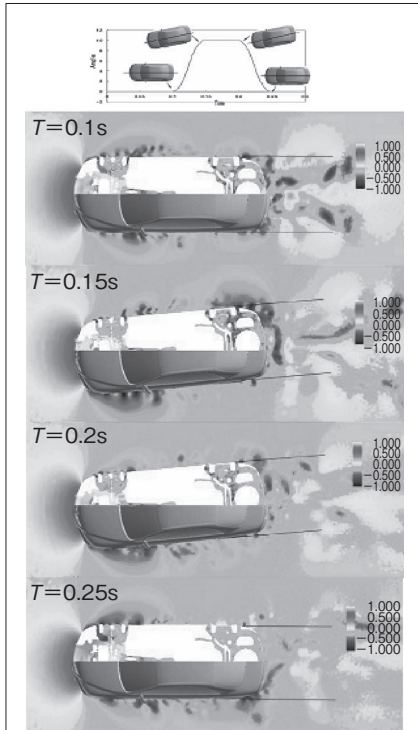


図1 Yaw角変化非定常シミュレーション車両周りの静圧分布<sup>(1)</sup>

Yaw角変化が非定常に発生した場合、車両姿勢Yaw角0度に戻っても( $T=0.25s$ )、車両周りの流れは非対称の状態が残っており、この大小が高速安定性にも影響を与えている。

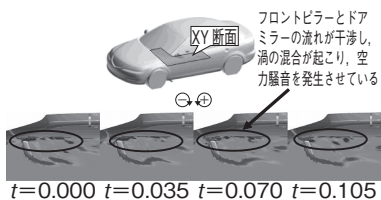


図2 非定常シミュレーションによるXY断面でのZ軸周りの渦度

## 1. はじめに

近年、地球温暖化抑制のため、2015年には30%もの燃費改善( $CO_2$ 低減)を目指し、大幅な空気抵抗低減が求められている。また、お客様が安全に、かつ快適に高速走行を行うために高速走行時の安全性向上や風騒音低減に対しても要求が高くなってきている。こうした背景の中、本稿では、自動車空力における非定常流れ解析の重要性と、非定常流れ解析技術を紹介する。

## 2. 非定常流れ解析の重要性

自動車の車両周りの流れについては、時間平均された空気抵抗値、流速、圧力など、定常流れ解析技術に基づいた考え方が主であった。現状の市販車

の空気抵抗値は、 $C_d=0.25$ 程度まで低減され、従来の考え方では、市販車の限界といわれる域に到達しつつある。さらなる空気抵抗の改善には、従来の新しい考え方が求められている。

実際の走行では、刻々と変化する風の中を走行し、空気抵抗も時間的に変化している。加えて、路面入力により車体は常に変動している。風騒音の音源となる空力騒音は、空気が時間的に変化することで発生する。このように、実際は、非定常現象がほとんどである。現状の市販車の限界と言われている壁を打ち崩し、低い空気抵抗を達成するためには、非定常な変化に着目し、時間的に変動する空気抵抗の変動幅を抑え、空気抵抗の低い状態を作り出す必要がある。また、より高い高速安定性、風騒音低減を目指すためにも、自動車周りの空気の流れの非定常性をコントロールする必要がある。

## 3. 非定常空力計測技術の現状

自動車周りの非定常な空気の流れについて改善を行うには、実際に起きている現象を車両全体でとらえることが不可欠である。その非定常計測技術の現状について紹介する。

従来、流速を非定常で測定する手法として、熱線風速計などが使われてきたが、多点で同時に測定するのが困難であった。近年、多点で計測するため、画像処理技術を応用した非定常PIV(Particle Image Velocimetry)に関する研究も盛んに行われている。現状では、10kHz程度の周波数で計測範囲は50cm四方で計測が可能になってきている。しかし、自動車全体に適用するには計測範囲が、まだ不十分というのが現状である。

圧力についても多点非定常で計測する技術として、空気中の酸素が塗料に衝突し化学反応を起こすことを応用したPSV(感圧塗料)という技術が研究されている。しかし、化学反応を利用しているため気流温度の影響を受けやすく、自動車の走行する風速では、計測精度が不十分という課題を抱えている。

## 4. 非定常空力シミュレーションの活用

従来、空力シミュレーションは、計

算時間や計算メモリ等の問題から、時間平均をとった結果を利用するに過ぎなかった。しかし、コンピュータの高速化・メモリの大容量化に伴い、実車相当の詳細な計算モデルで、非定常流れの計算や、この非定常流れ場を用いた空力騒音の計算、車両挙動変化まで再現した計算が可能になってきている。

マツダ(株)、新型アテンザの開発では、非定常流れの全体像をつかむためにシミュレーションを、その確からしさを検証するために実験による非定常計測を行い、空気力による高速安定性向上のメカニズムを解明、高い高速安定性を実現した(図1)<sup>(1)</sup>。また、ミラー周りの非定常計算を行い、フロントピラーからの流れとドアミラーの流れが干渉、渦の時間的な変化が発生し、空力騒音が起こっていることを突き止め改善を行った(図2)。このように、非定常空力シミュレーションは、非定常現象の風速・圧力を多点で一気に入れられることができるという点で非定常現象の解明に力を発揮しつつある。

しかし、非定常シミュレーションも単に計算し、使えばよいというものではなく、空力エンジニアが、シミュレーション結果が実際の現象をとらえられているかを十分吟味し、使っていかなければならない。この点で、非定常シミュレーションは、まだスタートラインにたった段階で、実験による計測技術と併用しながら、シミュレーションの精度検証・育成を行っていく必要がある。

## 5. おわりに

非定常現象を解明するには、実験による非定常流れ計測技術と、非定常流れシミュレーションのそれぞれの長所を組み合わせ、実際に何が起きているのか見つけながら、空力エンジニアが非定常現象を見る目をしっかり養うことが重要となろう。

(原稿受付 2008年10月2日)

[中村貴樹 マツダ(株)]

## ●文献

- (1) Tsubokura, M., Kobayashi, T., Nakashima, T., Nouzawa, T., Nakamura, T., Zhang, H., Onishi, K. and Oshima, N., Computational Visualization of Unsteady Flow around Vehicles using High Performance Computing, *Computers & Fluids*, 38-5 (2009), 981-990.