

小型超音速飛行実験機の姿勢変化レートによる動的 空力特性のCFD解析

著者	西田 明寛, 溝端 一秀
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次 報告書
巻	2018
ページ	51-52
発行年	2019-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010141

小型超音速飛行実験機の姿勢変化レートによる動的空力特性の CFD 解析

○西田 明寛 (航空宇宙総合工学コース 博士前期 1 年)

溝端 一秀 (航空宇宙システム工学ユニット 准教授)

1. はじめに

これまでに第二世代オオワシの M2011NoseC 空力形状について、CFD (数値解析) [1]および EFD (風洞試験) [2]によって姿勢変化レートによる動的空力特性が評価されてきた。しかし、CFD と EFD では得られた動的空力微係数の一致度はまちまちであったことから、空力微係数の生成メカニズムにまで立ち入った詳細な解析の必要が生じた。そこで、本研究ではロールレートを与えた場合の CFD 解析結果について、流れ場および圧力分布の可視化を実施し、流体力学的メカニズムの観点から動的空力微係数 C_{lp} (ロールダンピング) および C_{np} (アドバースヨー) を評価することを狙う。解析手法は従前[1]と概ね同等である。

2. 解析

2-1. ロールダンピングの動的空力微係数 C_{lp}

ピッチ角 $\theta=5, 10$ deg での C_{lp} の解析結果を図 1 に、右ロール運動中の左エレボン付近の流線を図 2 に示す。 C_{lp} は負であれば動安定 (ロールダンピング) である。EFD において $\theta=5$ deg より $\theta=10$ deg の方が C_{lp} の絶対値が小さくなっている。この要因としては、 $\theta=10$ deg のときは $\theta=5$ deg に比べて主翼による吹き下ろしが強く、さらに右ロール中は左主翼よりも右主翼による吹き下ろしが強いことからエレボンに右ロールモーメントがはたらき、これが主翼におけるロールダンピングを一部相殺したものと推測される。また、 $\theta=10$ deg での CFD と EFD との差異については、CFD ではテトラ (四面体) メッシュを用いており境界層内の速度勾配分解能が十分ではなく、迎角増大に伴う剥離現象を正確に捉えていない可能性がある。境界層メッシュの改良が必要である。

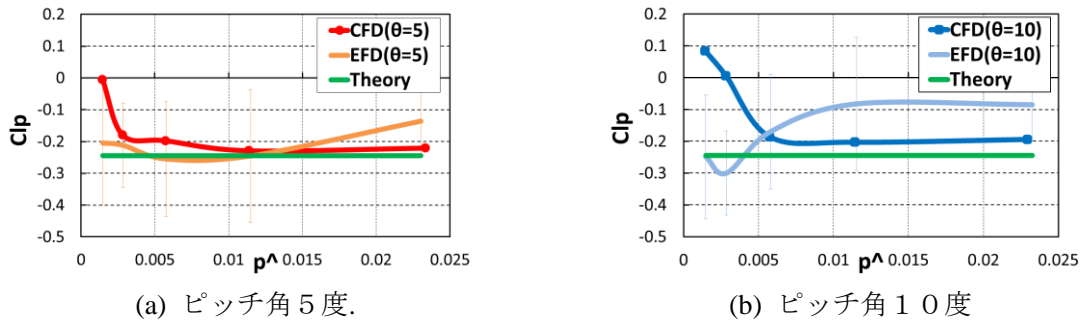


図 1 C_{lp} vs \hat{p} .



図 2 左エレボン近傍における主翼吹き下ろし流れの様子

2-2. アドバースヨーの動的空力微係数 C_{np}

ピッチ角 $\theta=5, 10 \text{ deg}$ での C_{np} の解析結果を図3に、右ロール運動中の垂直尾翼の圧力分布を図4に示す。 C_{np} は一般的に負（アドバースヨー）とされているが、図3のようにCFDとEFDいずれにおいても正となるケースが存在している。この要因としては、機体が右ロール運動すると垂直尾翼の左右表面圧力に差が生ずる。これによって垂直尾翼に左横力がはたらき、これが全機右ヨーイングモーメントを生んで、主翼によるアドバースヨー（負の C_{np} ）を打ち消しているものと考えられる。

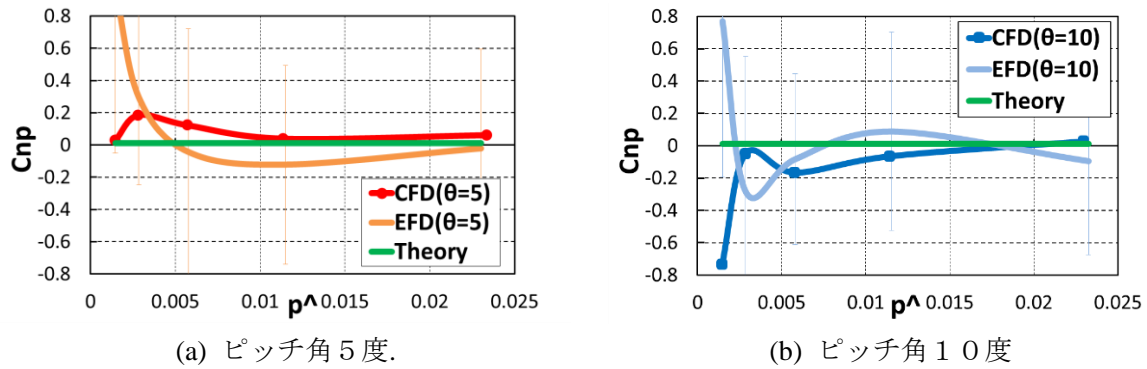


図3 C_{np} vs \hat{p} .

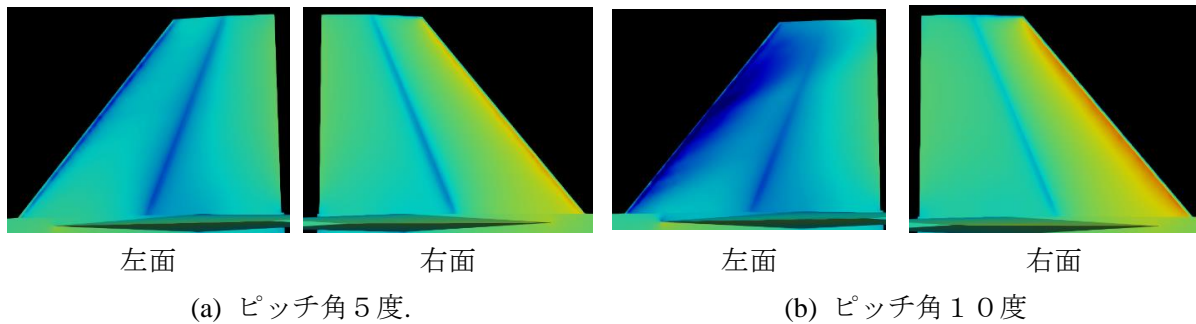


図4 垂直尾翼表面の圧力分布

3. まとめ

第二世代オオワシの M2011NoseC 空力形状にロールレートを与えて CFD 解析を実施し、流れ場および圧力分布の可視化を行った。その結果、これまでの動的空力微係数の値のみによる CFD と EFD の比較よりも詳細な評価が可能となり、誤差要因の推定に繋がった。今後は、その誤差要因を排除するために、境界層メッシュを現在のテトラメッシュからプリズムメッシュに改良し、境界層剥離現象が動的空力微係数に与える影響について調査する必要がある。また、CFDEFD の結果の一致度が迎角にどう依存するかを明らかにするために、一層の高迎角条件において CFD 解析を実施する。

参考文献

- [1] 三浦壮晃, 「室蘭工大小型超音速飛行実験機の CFD 解析による動的空力評価」, 室蘭工業大学修士論文 (2017 年 1 月)。
- [2] 白方洸次, 「室蘭工大小型超音速飛行実験機のロール運動による動的空力特性」, 室蘭工業大学修士論文 (2019 年 1 月)。