

小型超音速飛行実験機の車載走行試験およびCFD解析による舵面空力評価

著者	溝端 一秀, 久保田 穂, 春日 綜, 石黒 晃弘
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	58-60
発行年	2019-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010138

小型超音速飛行実験機の車載走行試験および CFD 解析による舵面空力評価

○溝端 一秀 (航空宇宙システム工学ユニット 准教授)
久保田 穂 (航空宇宙総合工学コース 博士前期 1 年)
春日 綜 (航空宇宙システム工学コース 学部 4 年)
石黒 晃弘 (航空宇宙システム工学コース 学部 4 年)

1. はじめに

第二世代超音速実験機 (M2011 形状) の翼構造設計及び舵面制御アクチュエータ選定のために舵面ヒンジモーメントの推定が必要とされ, そのために車載走行試験[1]の手法が提案された. 車載走行試験では, 舵面にはたらくヒンジモーメントが直接的に計測されるが, 振動などによる外乱を免れることができないため, 得られた空力データを慎重に評価する必要がある. そこで本研究では, 車載走行試験を実施すると共に同条件で CFD 解析を実施し, 双方の結果を比較することによって M2011 空力形状における舵面ヒンジモーメントの特性を評価する.

2. 手法

車載走行試験の手法は従前と同等である[1,2]. CFD 解析の手法は以下の通りである.

解析領域は直径 10 m の球状とし, その領域の中央に機体を配置する. メッシュの生成には Pointwise を使用し, 舵面空力を推算するために機体本体とは別個に舵面のみのメッシュを生成する. 解析コードには ANSYS FLUENT を用いる. 車載走行試験と同等の大気条件 (大気圧, 気温) と速度条件で流れ場を解き, その結果から舵面ヒンジライン周りの空力モーメント H を算出し, 式(1)によってヒンジモーメント係数 C_h を算出する. なお, CFD 解析では車体の存在を考慮していない.

$$C_h = \frac{H}{qS_e C_e} \quad (1)$$

3. 結果

車載走行試験は 2018 年 11 月 28 日~12 月 2 日に大樹町航空宇宙実験場で実施された. その結果と CFD 解析結果を, 共に図 1~4 に示す.

内翼フラップ, 外翼フラップペロンについては, 迎角 11 度において車載走行試験と CFD 結果は良く一致している. しかし, 迎角 0° では舵角が大きくなるにつれて CFD では車載走行試験より小さい値が得られている. その原因としては, 車体前方では空気流が車体を避けるために吹き上っており, 迎角 0 度の場合には機体が吹き上げ流の中にあつてその影響が大きいと考えられる. 迎角 11 度の場合, 機体が車体屋根より十分高い位置にあるため, その付近では空気流の吹き上げが小さいと考えられる. これら吹き上げの影響は, 車体を含めた CFD 解析によって検証する必要がある.

ラダーについては, 車載走行試験と CFD は良く一致している. 舵面およびヒンジラインが鉛直面内にあることから空気流の吹き上げの影響が小さいと考えられる. また, 迎角 0° よりも 11° においてヒンジモーメントが小さい原因としては, 迎角が大きいと主翼や胴体の付近を通過

して動圧が低減した空気流が垂直尾翼に当たっている可能性や、迎角が大きい場合は空気流に対してラダーの後退角が大きくなることの効果が考えられる。

エレボンについては、ヒンジラインと空力中心が近接していることによってヒンジモーメント係数の値が極めて小さく、計測誤差が相対的に大きくなることから、車載走行試験のデータの相対的な散らばりが大きく、定量的な比較は難しい。

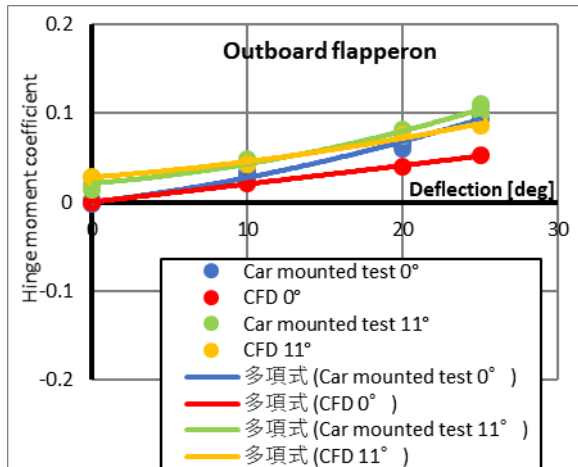


図1 外翼フラッパーロン

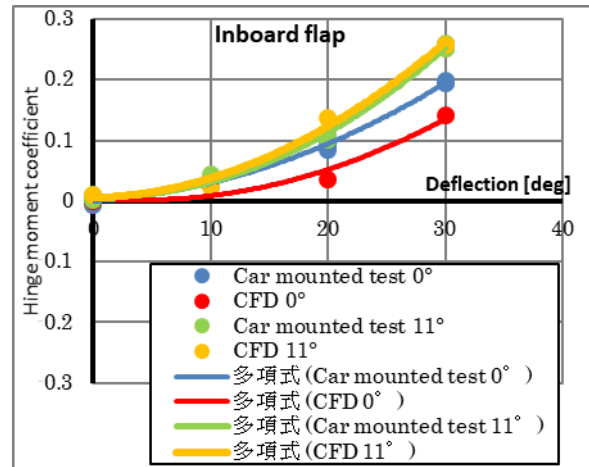


図2 内翼フラップ

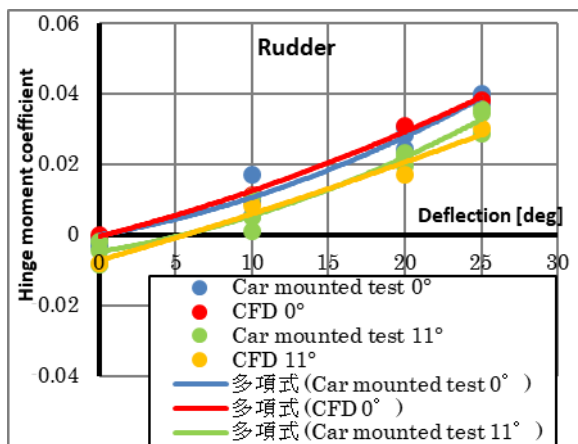


図3 ラダー

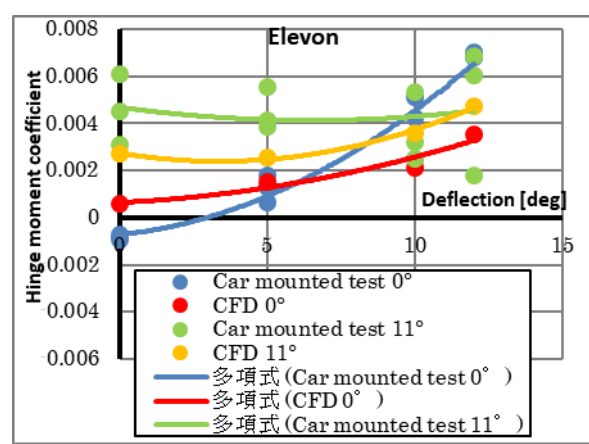


図4 エレボン

4. まとめと今後の展望

本研究では第二世代小型超音速飛行実験機（オオワシ）の舵面ヒンジモーメントの特性を解明するために車載走行試験と CFD 解析を実施し、結果を比較したところ、以下のことが分かった。

- (1) 車載走行試験と CFD 解析の結果は、エレボンを除き、迎角 11° においては概ね良く一致したが、迎角 0° では一致しなかった。車載走行試験では車体を避ける空気流の影響があるためと考えられる。
- (2) エレボンについては、ヒンジモーメント係数の値が極めて小さく、計測誤差が相対的に大きくなることから、定量的な比較は難しい。

これにより、亜音速条件での舵面ヒンジモーメント係数の評価は概ね最終結論を得たと言える。今後は、以下の取り組みが期待される。

(1) 舵面およびその周囲の翼面の構造設計，および舵面制御アクチュエータの選定のためには，ヒンジモーメント係数だけでなくヒンジモーメントの値が必要である．それには，飛行プロファイルにおける舵角と動圧の履歴が必要であり，これらは操舵を含む六自由度飛行解析[3]によって明らかにされるべきである．

(2) 今回の CFD 解析手法を遷音速・超音速域に拡張し，舵面の空力弾性現象の評価に必要な空力データを生成する．

5. 参考文献

[1] 久保田穩，溝端一秀，「小型超音速飛行実験機の車載走行試験による舵面空力評価」，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 2017.

[2] 春日綜，「室蘭工大小型超音速飛行実験機の車載走行試験による舵面空力評価」，室蘭工業大学卒業論文（2018年1月）.

[3] 小林悠二，溝端一秀，「小型超音速飛行実験機の六自由度飛行シミュレーション環境の整備」，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 2018.