

## 小型超音速飛行実験機の姿勢変化レートによる動的 空力特性の風洞試験

著者	溝端 一秀, 白方 洸次, 本田 敦也
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	48-50
発行年	2019-09
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/00010142">http://hdl.handle.net/10258/00010142</a>

# 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風洞試験

○溝端 一秀（航空宇宙システム工学ユニット 准教授）

白方 洗次（航空宇宙総合工学コース 博士前期2年）

本田 敦也（航空宇宙システム工学コース 4年）

## 1. はじめに

小型超音速飛行実験機（オオワシ）の六自由度飛行経路解析[1]や自律的誘導制御系設計のために必須の姿勢変化角速度に起因する動的空力微係数について、前年度に引き続き亜音速風試によって評価を進める。飛行マッハ数範囲に応じた所要搭載推薬量に対応して、亜音速飛行用の Nose-A、マッハ1到達用の Nose-B、超音速飛行用の Nose-C の3種類のノーズ長が提案されていることから、ノーズ長による動的空力特性の差異を明らかにする。さらに、亜音速飛行用および1/3スケール縮小機体搭載の Nose-A 形態には離着陸用の脚が搭載されることから、脚出しによる動的空力特性の変化を明らかにする。風洞試験装置、試験方法、およびデータ解析手法は、従前[2,3]と同等である。

## 2. 試験結果および考察

### 2-1. ロールレートを伴う動的風試から得られた静的空力微係数： $C_{l\beta}$ , $C_{n\beta}$

ロールレートを伴う動的風試のデータ解析においては、空力係数と横滑り角との関係がヒステリシス曲線となり、その平均勾配から静的微係数が、ヒステリシス曲線の幅から動的微係数が得られる。得られた静的微係数を図1および図2に示す。

$C_{l\beta}$ は、ノーズが長くなるほど負側に大きくなり、上反角効果が大きくなることが判る。ピッチ角に対する依存性は小さい。 $C_{n\beta}$ は、ノーズが長くなるほど、またピッチ角が大きくなるほど小さくなり、Nose-B 形態ではピッチ角18度以上で、Nose-C では13度以上で風見不安定となる。これらのことから、Nose-C 形態では13度以上の高迎角でロールリバーサルの発生が懸念される。

### 2-2. ロールレートによる動的空力微係数： $C_{lp}$ , $C_{np}$

得られた動的微係数を図3および図4に示す。 $C_{lp}$ は全体的に負の値でありロール動安定すなわちロールダンピングがあることがわかる。ピッチ角が大きいほどロールダンピングが弱くなる傾向があるが、ノーズ長に対する依存性は小さい。 $C_{np}$ は、Nose-A, B 形態と Nose-C 形態で大きく異なる傾向を示しており、ノーズ長によって流れの様相が大きく異なることが推察される。

### 3-3. ピッチおよびヨーレートによる動的空力微係数： $C_{mq}$ , $C_{nr}$

ピッチレートおよびヨーレートを伴う動的風試においてもヒステリシス解析から静的および動的微係数が得られる。得られた動的空力微係数を図5～8に示す。図5, 6はノーズ長の違いによる結果の比較であり、図7, 8は脚の有無による結果の比較である。 $C_{mq}$ については、Nose-B 形態で正すなわちピッチング動不安定（負のピッチダンピング）となるようなピッチレート範囲がある。 $C_{nr}$ については、概ね全体として負すなわちヨー動安定（ヨーダンピング）であるが、Nose-A, B 形態で正（負のヨーダンピング）となるヨーレート範囲がある。また、Nose-C 形態はピッチダンピングおよびヨーダンピングが大きい。また、脚の有無によってピッチダンピングおよびヨーダンピングは殆ど変わらないことが判る。

#### 4. まとめ

小型超音速飛行実験機（オオワシ）の姿勢変化角速度に起因する動的空力微係数について、ノーズ長および脚の有無による違いを明らかにするために、前年度に引き続き、亜音速風試を実施した。その結果、以下のことが分かった。

- (1) ノーズが長くなるほど上反角効果が大きくなる。
- (2) 風見安定性は、ノーズが長くなるほど、またピッチ角が大きくなるほど小さくなり、Nose-B形態ではピッチ角 18 度以上で、Nose-C では 13 度以上で風見不安定となる。
- (3) 全体的にロールダンピングがあるが、ピッチ角が大きいほどロールダンピングが弱くなる傾向がある。ロールダンピングのノーズ長に対する依存性は小さい。
- (4)  $C_{np}$ は、Nose-A, B 形態と Nose-C 形態で大きく異なる傾向を示し、ノーズ長によって流れの様相が大きく異なることが推察される。流れの可視化によってメカニズムを解明する必要がある。
- (5) Nose-B形態ではピッチダンピングおよびヨーダンピングが劣化するレート範囲が存在する。流れの可視化によってメカニズムを解明する必要がある。
- (6) Nose-C 形態はピッチダンピングおよびヨーダンピングが大きい。
- (7) 脚の有無によってピッチダンピングおよびヨーダンピングはほとんど変化しない。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 塩野経介, 白方洗次, 溝端一秀, 「小型超音速飛行実験機のピッチおよびヨーレートによる動的空力特性」, 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.
- [3] 白方洗次, 塩野経介, 溝端一秀, 「小型超音速飛行実験機のロールレートによる動的空力特性」, 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.

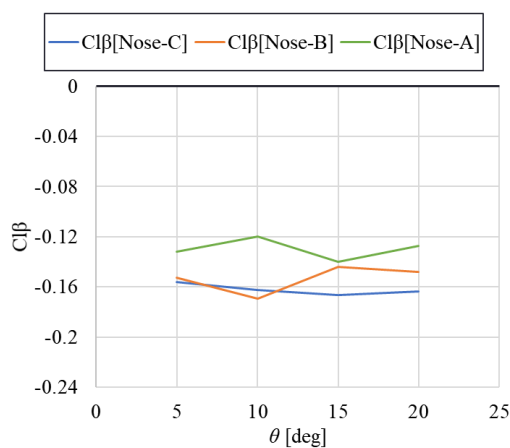


図 1  $C_{l\beta}$  vs  $\theta$

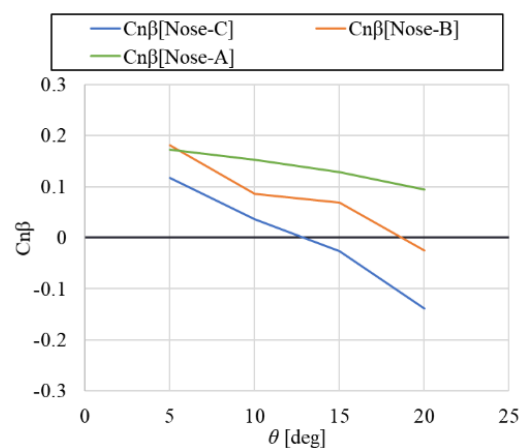


図 2  $C_{n\beta}$  vs  $\theta$

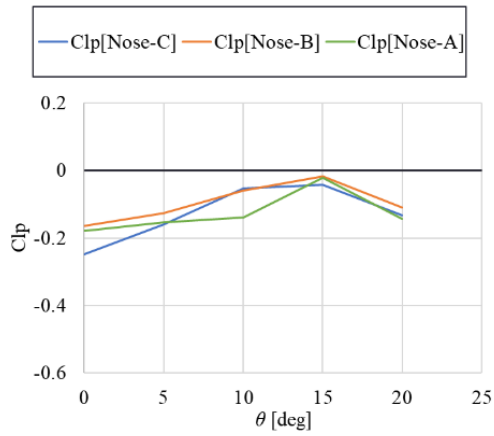


図3  $C_{lp}$  vs  $\theta$

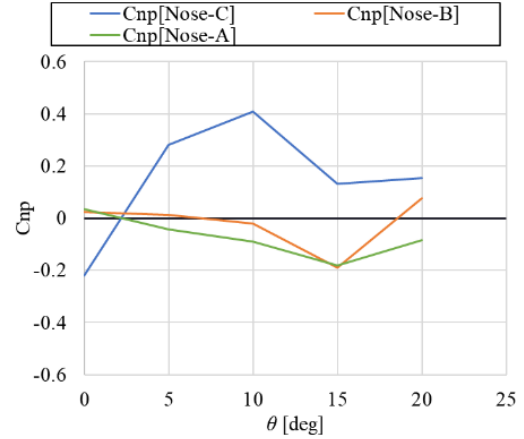


図4  $C_{np}$  vs  $\theta$

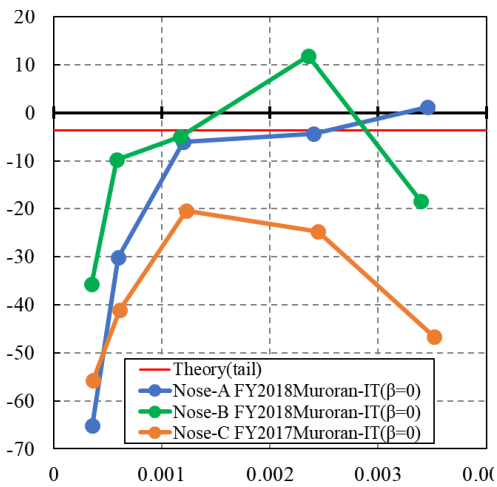


図5  $C_{m_q}$  vs  $\hat{q}$

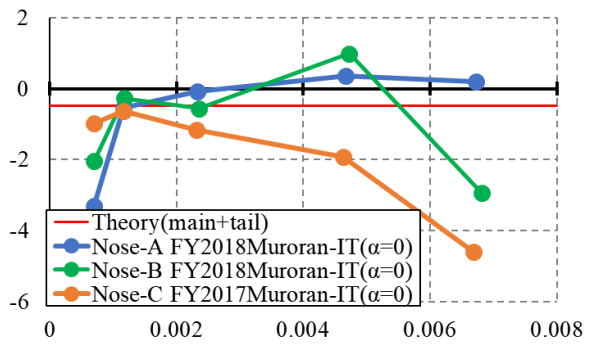


図6  $C_{nr}$  vs  $\hat{r}$

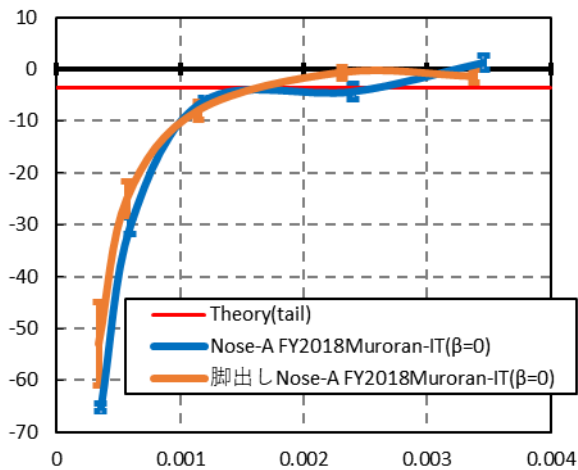


図7  $C_{m_q}$  vs  $\hat{q}$ , 脚の有無

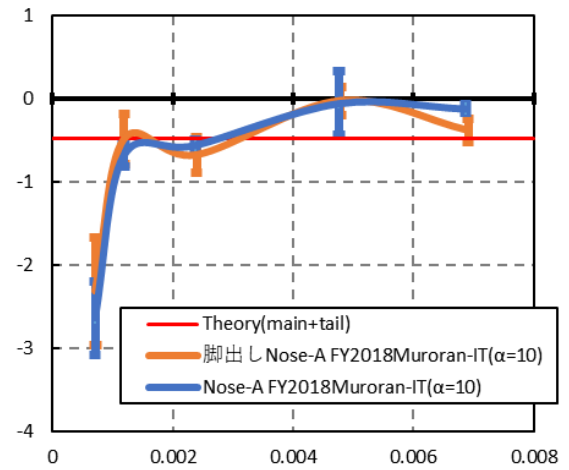


図8  $C_{nr}$  vs  $\hat{r}$ , 脚の有無