

ノズルを風上側に向けた大迎角ロケットのコーニング運動

Coning Motion of Rocket Models with Engine Nozzle Directing Windward

佐藤 健二, 日本文理大学大学院, 大分県大分市一木 1727, kenkenken_81@hotmail.com,

中山 耕一, 菱友システムズ, 東京都港区高輪 2-19-13, asyuasyu@excite.co.jp

楯 篤志, JAXA, 東京都調布市深大寺東町 1-7-14, tate@choufu.jaxa.jp

吉永 崇, 日本文理大学, 大分県大分市一木 1727, yosinagat@ae.nbu.ac.jp

Kenji Sato, Graduate Student, NBU, 1727 Ichigi Oita-city, Oita

Kouichi Nakayama, Ryoyu Systems, 2-19-13 Takanawa Minato-ku, Tokyo

Atushi Tate, JAXA, 1-7-14, Jindaijihigashi, Chofu, Tokyo

Takashi Yoshinaga NBU, 1727 Ichigi Oita-city, Oita

Key Words: Coning, Rocket, Cone Cylinder, High Angles of Attack, Unsteady

The coning motion of rocket models with their engine nozzles directing windward was investigated by using the free-to-roll coning method around a shaft parallel to the free stream. The model with a short nozzle showed periodical variation of the coning angular velocity at an angle of attack of 45deg in either direction. For larger angles of attack a periodical reversing coning motion was observed as was observed for a flat face circular cylinder. The model with longer engine nozzle showed steady coning motion in either direction. The biased flow field to promote the coning motion in a direction is stable even if the model is at rest.

風洞実験とその結果

ロケットエンジンノズルが風上到大迎角をとった場合のロケットにどのようなコーニングモーメントが作用するかを自由回転法で、断面1m×1mの風洞で実験した。ノズル付ロケット模型の長さは 360mm、と 333mm、直径は 50mmである(図1)。ノズル部分の長さだけが異なる。短いノズル付ロケット模型を迎角 $\alpha=45^\circ$ 、50、55°に、長いノズル付ロケット模型を迎角 $\alpha=45^\circ$ に設定した。その結果次のことが明らかになった。

- (1) 短いノズル付模型では、迎角 $\alpha=45^\circ$ で一方に角速度が周期的に変動するコーニングが見られた。迎角 $\alpha=50, 55^\circ$ では円柱模型と同様に周期的逆転コーニングも見られた。いくつかの逆転のモードが組み合わされていることが明らかになった。
- (2) 長いノズル付模型では迎角 $\alpha=45^\circ$ で一方にコーニングするが、定常無次元角速度の変動は小さい。
- (3) 定常無次元角速度はレイノルズ数が増加すると緩やかに増加した。
- (4) 長いノズル付模型の流れの可視化ではV字型の剥離線が見られた。第1の剥離線はほぼ対称であるが第2の剥離線は非対称であった。円柱模型の流れの可視化では第一の剥離線は非対称であることと異なる。

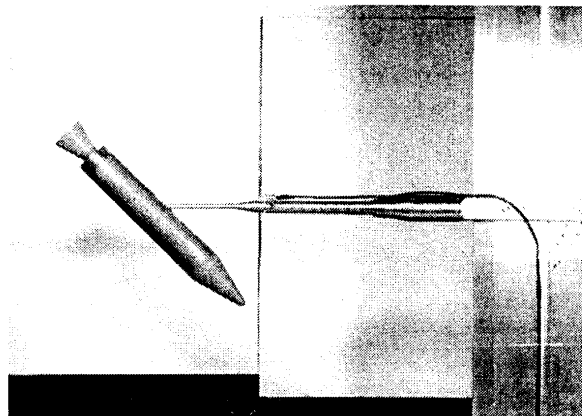


図1 風洞内の長いノズル付コーニング模型とスティンギング

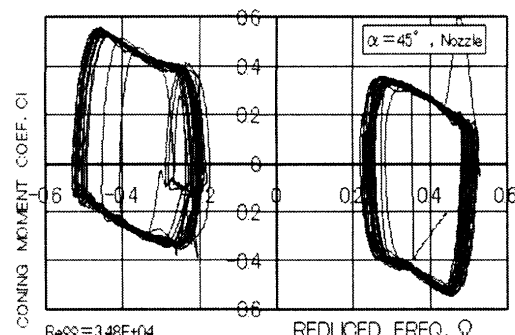


図2 無次元角速度 Ω に対するコーニングモーメント係数 C_1 の変化