

## 2 m × 2 m遷音速風洞第3カートのフラッタ停止装置の改修と風洞試験

○半澤麻雄、鈴木正光、小國保男、唐澤敏夫、小松行夫、安藤泰勝(航技研)

### 1. はじめに

航技研遷音速風洞第3カートのフラッタ停止装置の気流変動を改善し、フラッタ試験への有効活用を目的に、既設装置のフラッタ停止板を多孔板に変更し、開度を狭くする改修を行った。この装置と模型を用いた風洞試験を行い、装置の安全と機能が確認されたので、改修と風洞試験及び結果について述べる。

### 2. フラッタ停止装置の改修

第3カートのフラッタ停止装置<sup>1)</sup>は第2カートのフラッタ停止装置<sup>2,3,4)</sup>の経験を基に製作された。図1に両フラッタ停止板の比較を示す。第3カートのフラッタ停止板は壁と同じ平板であるため、フラッタ停止板を測定部内に出したとき設計したマッハ数低下量は得られるが、気流変動のあることが分かった。<sup>5)</sup> そこで今回の改修は実用に供している第2カートのフラッタ停止装置を参考に、

- ・ フラッタ停止板を多孔板に変更して気流変動を改善する。
- ・ フラッタ停止板の開度を狭くし、測定部中央での増速を軽減する。
- ・ 片持翼模型及び全機模型も試験を可能にする。
- ・ フラッタ停止板の交換を容易にして、一般風洞として従来通り使用する。

以上を目標に既設装置の一部改修を行った。既設フラッタ停止板の平板溶接構造を除き、開口率0%、20%及び40%の3枚の板を新設し、使用目的毎に、溶接された開口率40%の多孔基本板にネジ止めで重ねる方式に改めた。図2に新製フラッタ停止板を示す。油圧シリンダーを交換し、フラッタ停止板の開度を90度から40度に狭くしたが、完成は41度となった。フラッタ停止板の取付け例を図3と図4に示す。

### 3. 風洞試験

風洞試験の条件は総圧 $P_0=80\text{kPa}$ 、マッハ数 $M=0.4\sim 0.9$ (0.05刻み)とし、試験を安全に進めるため、

- ・ 模型無しの試験、
- ・ H-IIロケット・フェアリング模型(剛な全機模型)を用いた試験、
- ・ ピトー管付翼模型(空力弾性全機翼模型)を用いた試験、

の順にフラッタ停止板の開口率20%と40%について試験を行った。

計測は測定部床中央の既設静圧孔にスキャニバルブを用いてマッハ数分布、ピトー管による非定常総圧、歪ゲージによる左右翼の振動、フラッタ停止板の開度とトリガー信号及び風洞試験条件である。ペンレコーダとデータレコーダに主要な信号を記録した。その他、フラッタ停止板の開閉及び模型の過渡応答をビデオ・カメラでモニターした。

### 4. 試験結果

改修部分以外は既設の装置を使用しているため、無風時の開閉動作は特に問題は無かった。

- ・ 模型無しの試験 フラッタ停止板の開口率20%と40%について、測定部床中央のマッハ数分布、非定常総圧の記録、マッハ数と動圧の低下量をそれぞれ図5、図6、図7及び図8に示す。フラッタ停止

板は安全に作動し、後流渦による風洞壁の加振等、特に問題は無かった。

- ・ H-II ロケット・フェアリング模型(剛な全機模型)を用いた試験 この模型の写真を図9に示す。模型には計測用のセンサーは取付けず、ビデオ・カメラによる模型の振動の観察を主眼に試験を行った。試験範囲では安全で、模型無しと同等の試験結果が得られた。
- ・ ピトー管付翼模型(空力弾性全機翼模型)を用いた試験 試験用に小型弾性翼模型を所内で製作した。この模型の写真を図10に示す。試験条件はフラッタを発生させないこと。そのため、試験中、翼の1次と2次の振動モードをFFTアナライザーで監視し、試験を進めた。マッハ数  $M=0.75$  で、試験条件を配慮して試験を終了した。翼の振動特性をFFTアナライザーで解析したパワースペクトル密度(PSD)と歪ゲージの応答信号をそれぞれ図11と図12に示す。試験範囲では模型とフラッタ停止板の安全が確認された。

## 5. まとめ

フラッタ停止装置の改修を行い、フラッタ停止板を平板から多孔板に変更し、試験した結果、フラッタ停止板から発生する渦による不規則励振は薄翼模型でも検出できず、試験範囲に亘って安全に装置は作動し、図13に示す通りマッハ数低下量も設計通りに機能した。

開口率20%と40%のフラッタ停止板の特性の違いは顕著でない。改修前と後の気流方向のマッハ数分布を図14と図15に示す。図15のマッハ数分布はフラッタ停止板の後方で低下したマッハ数が徐々に回復する。模型及び翼が後方になる試験はこの点を考慮しなければならない。

フラッタ停止板の交換は専用工具を用い、3名で大体22分である。今回の風試では、測定部壁面から中央までのマッハ数分布が計測できなかった。次回はこの断面マッハ数分布の計測とフラッタ停止板から発生する渦の検出を計画している。

フラッタ停止装置の改修に当たっては川崎重工業(株)と丸三機械建設(株)、模型と専用工具の製作は業務部施設課及び風洞の計測は遷音速風洞の各担当者の協力を得た。

## 6. 参考文献

- 1) 鈴木弘一, 細江信幸, 中村正剛, 小池陽, 飯島由美, 小國保男, 河本巖, 海老原正夫; 航技研遷音速風洞の測定部設備改修の概要について, 航空宇宙技術研究所資料, TM-674, Jan. 1995.
- 2) 鈴木弘一, 細江信幸, 飯島由美, 小松行夫, 国益徹也, 安藤泰勝, 半澤麻雄, 鈴木誠三; 遷音速風洞フラッタ緊急停止装置性能試験(その1)半裁模型カート用装置の効果, 航空宇宙技術研究所資料, TM-668, No v. 1994.
- 3) 半澤麻雄, 鈴木誠三, 安藤泰勝, 菊池孝男, 藤井謙司, 松下洸; 遷音速風洞フラッタ緊急停止装置予備試験(その1)フラッタ停止板基本性能試験, 航空宇宙技術研究所報告, TR-1197, Apr. 1993.
- 4) 安藤泰勝, 鈴木誠三, 半澤麻雄, 藤井謙司, 鈴木弘一, 外立政隆, 松下洸, 梅島竜男; 遷音速風洞フラッタ緊急停止装置予備試験(その2)フラッタ緊急停止装置の開発, 航空宇宙技術研究所報告, TR-1200, May. 1993.
- 5) 鈴木弘一, 細江信幸, 飯島由美, 小松行夫, 唐澤敏夫, 小國保男, 中村正剛, 鈴木誠三; 遷音速風洞フラッタ緊急停止装置性能試験第3カート用装置の効果, 第33回飛行機シンポジウム講演集, pp. 333-336, No v. 1995.

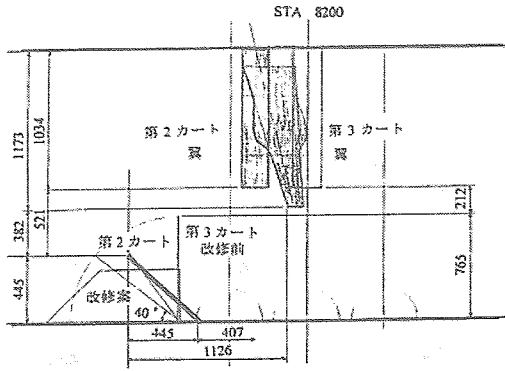


図1 第2、第3カートのフラッタ停止板と模型の取付状況

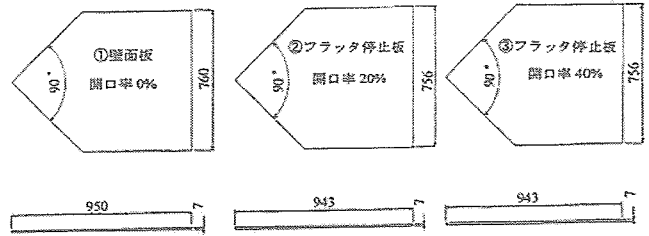


図2 新製フラッタ停止板

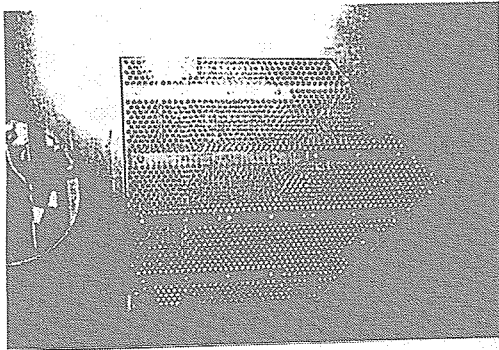


図3 開口率40%のフラッタ停止板

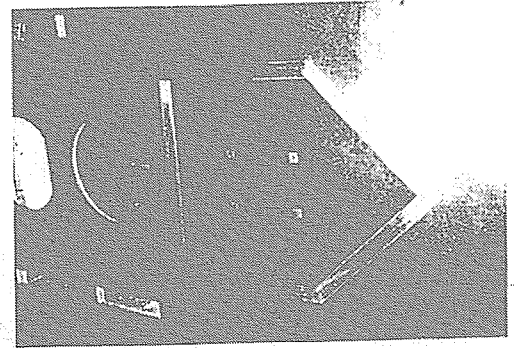


図4 開口率0%の壁面板

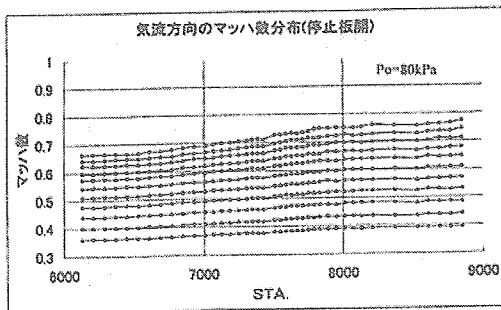
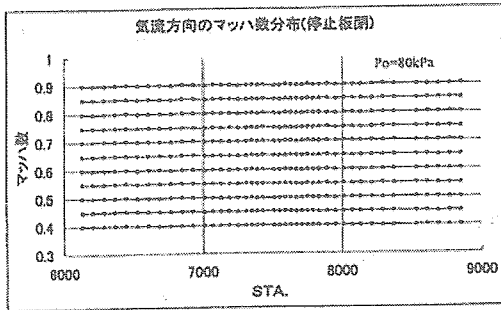


図5 気流方向のマッハ数分布

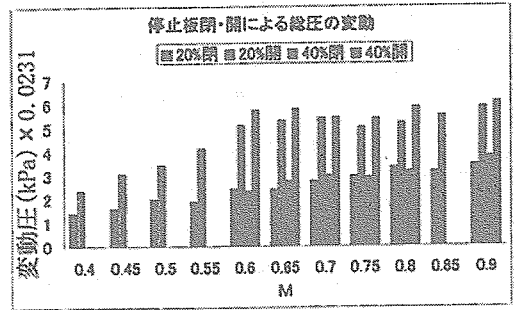


図6 非定常総圧の変動

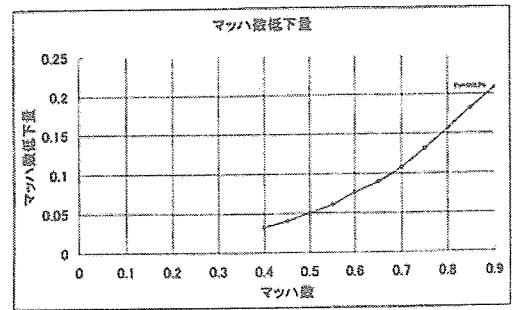


図7 マッハ数低下量

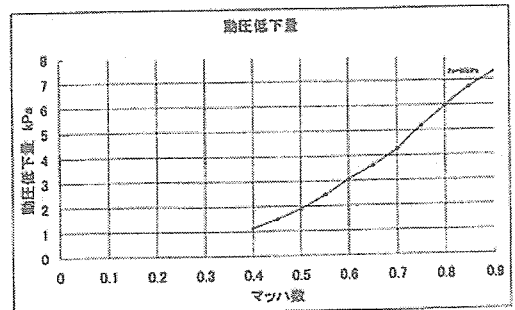


図8 動圧低下量

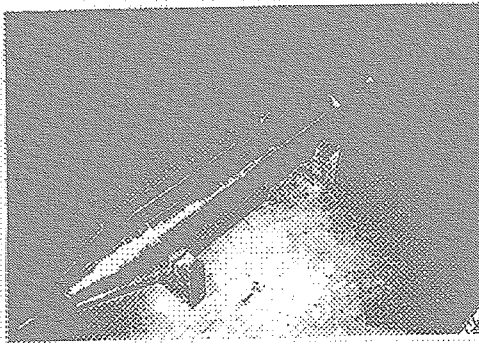


図9 H-IIロケット・フェアリング模型

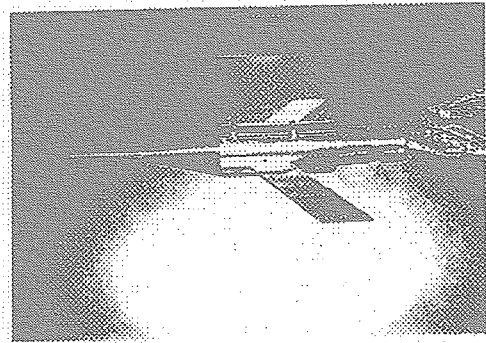
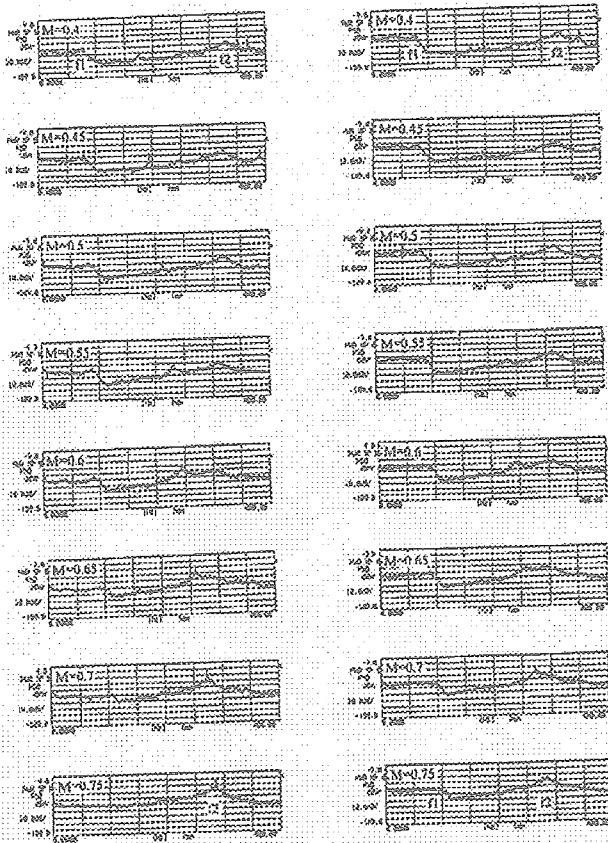


図10 ビトー管付翼模型



停止板開の場合 停止板閉の場合

図11 左翼の応答のパワースペクトル密度  
(停止板の開口率20%)

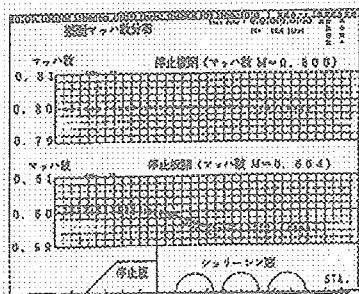


図14 改修前の気流方向のマッハ数分布

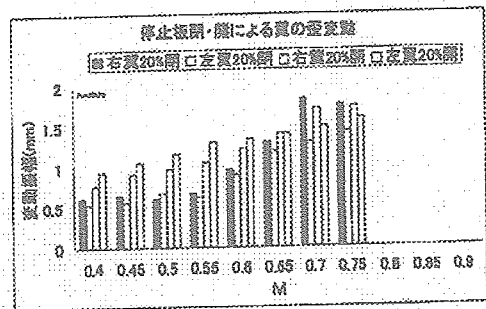


図12 歪ゲージの応答信号

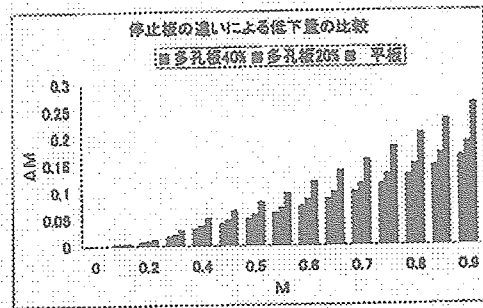


図13 設計マッハ数低下量

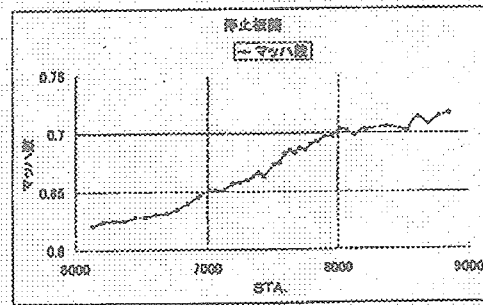


図15 改修後の気流方向のマッハ数分布