

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-567

USBフラップ構造の音響熱環境

(第1報：地上模擬試験結果)

佐野政明・江川幸一・遠藤修司

1987年1月

航空宇宙技術研究所  
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

# USBフラップ構造の音響熱環境\*

## (第1報：地上模擬試験結果)

佐野政明\*\* 江川幸一\*\*\* 遠藤修司\*\*\*

### 1. まえがき

低騒音STOL機「飛鳥」の高揚力発生装置の一つであるUSBフラップ構造は、その特性上強い音響負荷と、熱負荷を受けるため、設計にあたって実験段階では、部分構造模型を用いて音響熱負荷試験を行い、種々の基礎的資料を得ると共に、音響疲労による損傷及び有害な変形のないことを確認した<sup>1)</sup>。しかし、USBフラップ構造の設計条件は、多くの仮定の下で設定されたものであり、また部分構造模型による試験条件も、負荷装置の制限を受けたものであったため、より一層確度の高い耐音響疲労設計資料を得る必要があった。そのため、昭和56年11月及び57年9月に、当所角田支所で実施された、USB高揚力装置の総合的特性を把握するための地上模擬試験<sup>2)3)</sup>の一環として、USBフラップの音響熱環境と、構造の応答特性を計測した。

計測結果を報告すると共に、初期設計条件及び、部分構造模型試験結果の評価についても報告する。

### 2. 試験及び計測

USBシステム地上模擬試験は、「飛鳥」のNo.1エンジン搭載部分を実寸法で模擬した構造を使用し、エンジン、USBナセル、主翼、USBフラップから成っている。USBフラップ構造は、図1に示す通り、形状のみ模擬された部分(図1、黒色部分)と、その中の一部に組込まれた実機同等構造部分(図1、白色部分)から構成されている。主フラップ実機同等構造部分は、上面外板、縦通材及び肋骨材とも1.8mm厚さのTi-6Al-4V材を、また、下面外板は、2.5mm厚さの2024C-T3材を使用した

ボックス構造となっている。また、前フラップ後縁整形部は、ガラス/ポリイミドハニカムサイドイッチ構造となっている。図2に、主フラップ実機同等構造部分を示す。

計測は、図3に示す位置で、音圧、歪、加速度、温度を計測した。ただし、主フラップTi-6Al-4V部の温度計測点は、9点であるが、図面上では省略した。音圧、歪、加速度は、ファンブレード回転数と共にデータレコーダに記録し、温度は、エンジン起動時から、停止まで、10~30秒に一回の割合で、デジタル記録計で時刻と共に打出した。

計測したケースを表1に示す。表中、NDは、主翼後縁、及びUSBフラップ上面に、何も小物を取付けない状態を示し、-Wは、前・主フラップのダブルフラップ運転をした場合を、-Sは、主フラップを前フラップに対して10°下げた状態で固定し、シングルフラップ運転した場合をそれぞれ示す。VGは、主翼後縁上面に、表中に示す大きさのボルテックスジェネレータを4枚取り付けた状態を、SFは、USBフラップ上面にサイドフェンスを取り付けた状態を示す。

### 3. 計測結果

計測結果は、ファン回転数 $N_f$ に相当する推力 $T$ に換算し、最大推力 $T_{max} = 5 \tan$ としたときの推力比 $T/T_{max}$ と、フラップ角 $\delta_f$ で整理した。以下に、表1に示した形態の音響熱環境と応答特性の特徴について述べる。全音圧、歪、加速度の計測値を付録に示す。

#### 3.1 音圧

推力比 $T/T_{max} = 0.86$ の場合のUSBフラップ上面の全音圧(SPL値)分布を、フラップ角 $\delta_f = 0^\circ$ と $40^\circ$ に対して図4に示す。

\* 昭和62年1月19日受付

\*\* 機体第二部

\*\*\* 機体第一部

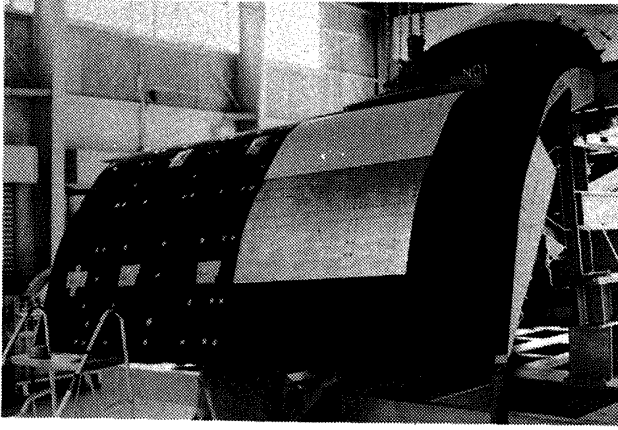


図1 USBフラップ模型

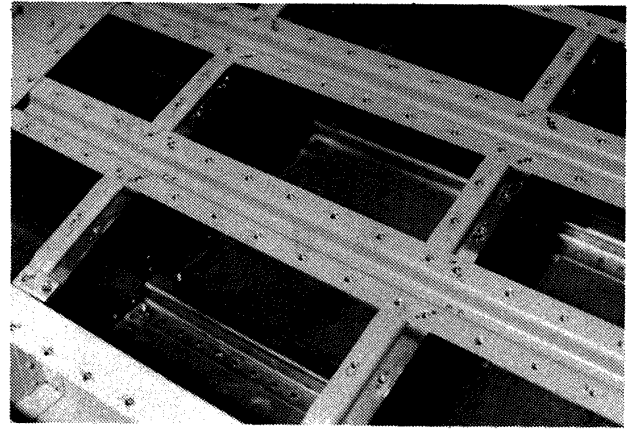


図2 主フラップ実機相当構造部分

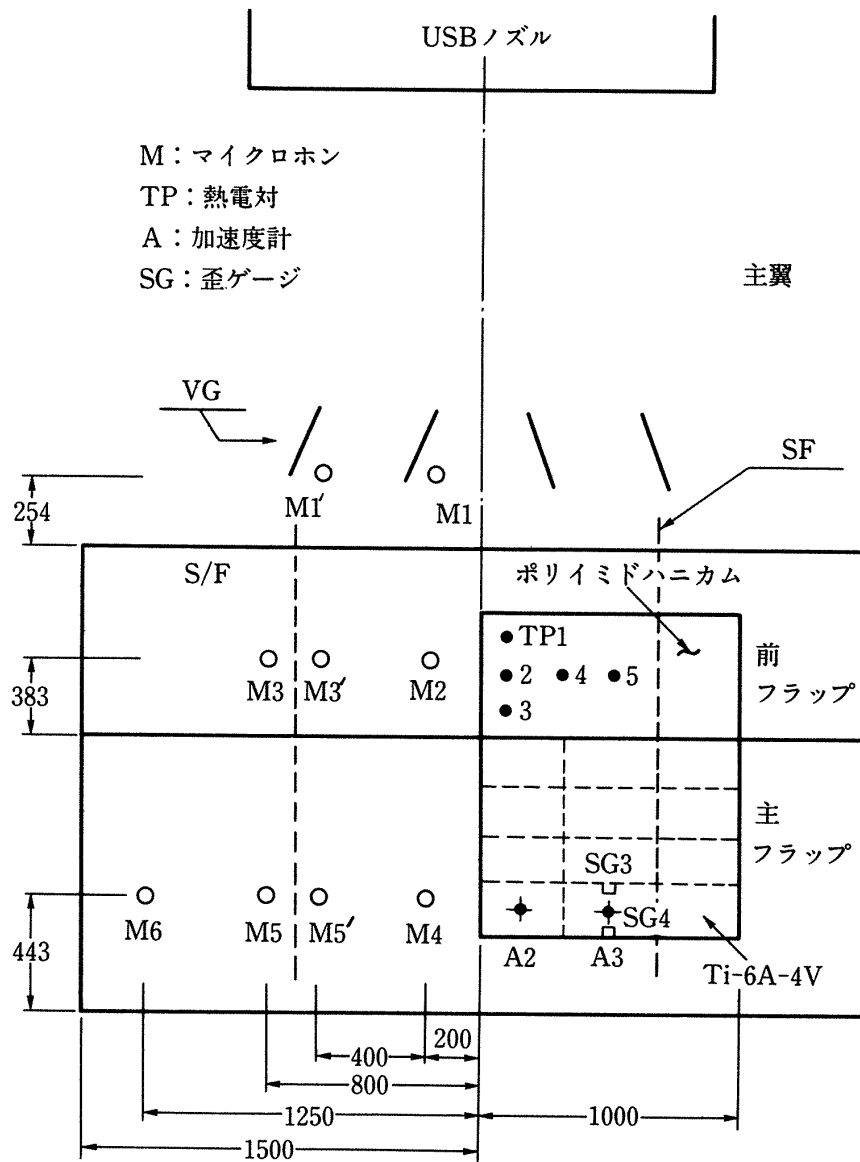


図3 計測センサー配置

表1 計測形態

単位：mm

計測形態	フラップ角	フラップ形態	取付小物寸法
ND-W	0°~60°	ダブル	—
ND-S	0°~50°	シングル	—
VG	0°~70°	ダブル	H150×L375
SF	10°~60°	シングル	H180

音圧は、図3に示す通り、すべてエンジン中心線より左側で計測したが、図4は、左側に、ND-SとND-W形態を、右側にVG形態とSF形態を一緒にして示した。

フラップ角  $\delta_f = 0^\circ$  のND形態では、全音圧は、各計測値の単純な平均値で比較するとシングルフラップ156, 6dBダブルフラップで156, 3dBと変わらないが、 $\delta_f = 40^\circ$  になるとシングルフラップで160 dB, ダブルフラップで158 dBとなる。しかし、M6の位置では、逆に $\delta_f$ が $40^\circ$  になると全音圧は5~6dB低下してくる。

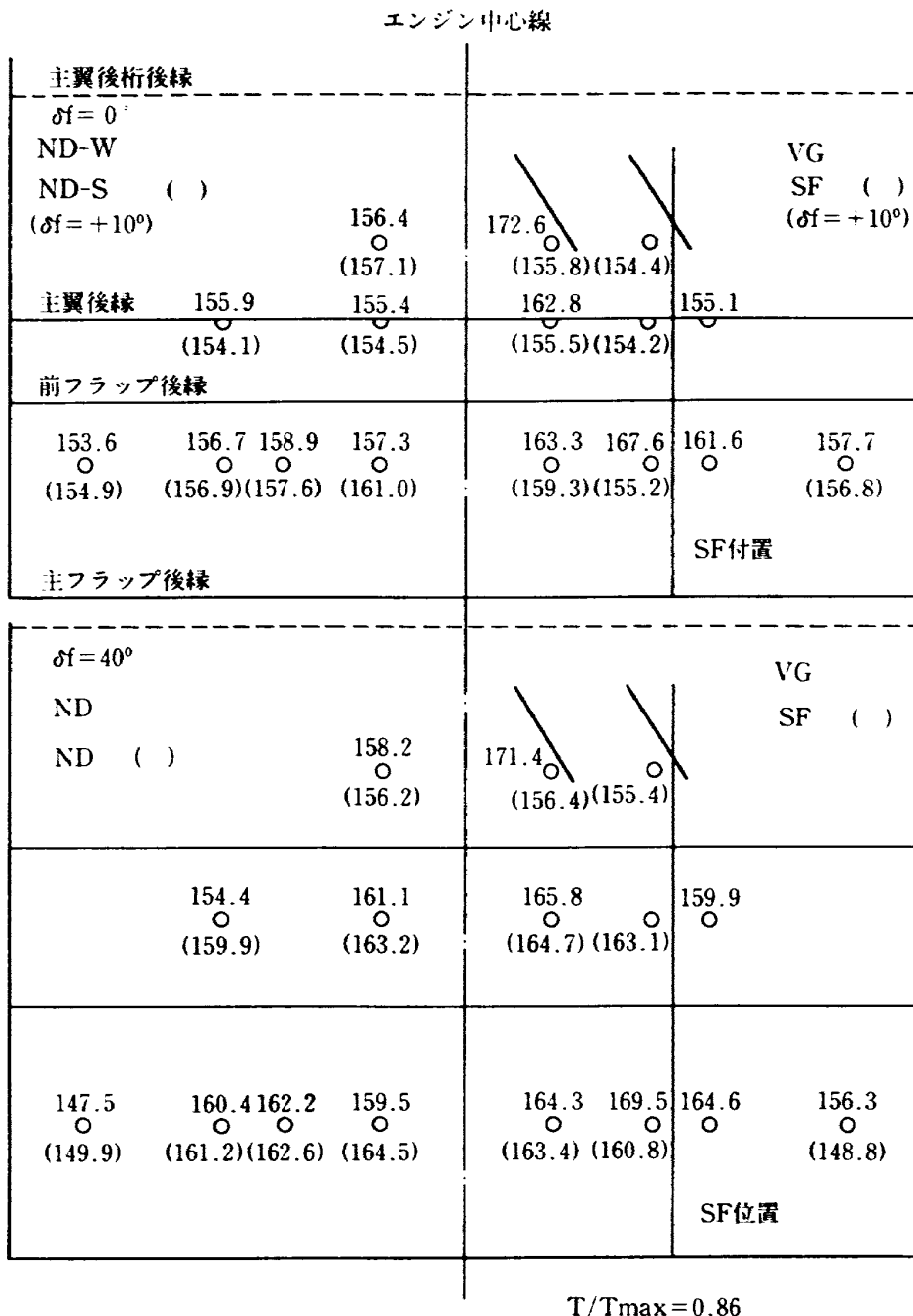


図4 USBフラップ面上の全音圧分布

このことから、フラップ角が大きくなる程エンジン排気は乱れるがその範囲は狭くなると考えられる。また最大全音圧値は、ND-Sで164.5 dB(M4), ND-Wで162.2 dB(M5')であった。

VG形態では、 $\delta_f = 0^\circ$ の平均値で163 dB,  $\delta_f = 40^\circ$ で165 dB程度、最大全音圧値で、172.6 dB( $\delta_f = 0^\circ$ )であった。この値は、平均値で7 dB, 最大値で、8~10 dB程ND形態より大きな値となった。この形態の場合、M6位置の全音圧は、フラップ角 $\delta_f$ にほとんど影響を受けなかった。

表2 全音圧とフラップ角度

単位 dB, T/Tmax=0.86

形態 \ $\delta_f$	全音圧の最大値		全音圧の平均値		M6 全音圧	
	0°	40°	0°	40°	0°	40°
ND-W	158.9	162.2	156.3	158.0	153.3	147.5
ND-S	161.0	164.5	156.6	160.0	154.9	149.9
VG	172.6	171.4	163.0	165.0	157.7	156.3
SF	159.3	164.7	156.0	159.0	156.8	148.8

SF形態の平均全音圧値は、 $\delta_f = 0^\circ$ で156 dB,  $\delta_f = 40^\circ$ で159 dB, 最大全音圧値は、164.7 dB( $\delta_f = 40^\circ$ )であった。この値は、ND-S形態とはほぼ同一であった。また、M6位置でのフラップ角度の影響は、一番大きく、8 dB程度低下し、ND形態よりも大きい値であった。

以上をまとめれば、表2のようになる。即ち、①最大全音圧値は、VG形態で172.6 dB, SF形態で164.7 dB, ND-S形態で164.5 dB, ND-W形態で162.2 dBであった。②フラップ角度 $\delta_f$ が $0^\circ$ から $40^\circ$ になると、計測値の平均で、2~4 dB程度全音圧が上昇する。しかし、M6位置では、 $\delta_f$ が $0^\circ$ から $40^\circ$ になると、VG形態で1.4 dB, ND形態で5~6 dB, SF形態で8 dB程全音圧が低下した。

音響疲労の観点からすれば、主翼・USBフラップ上で計測された全音圧の最大値と、パワースペクトル密度が重要である。そこで、まず全音圧の最大値と推力比の関係を見ると図5のように整理される。図中M1は、VG直近で特に高い全音圧を示したため図示した。また、各記号に付けた一印は、フラッ

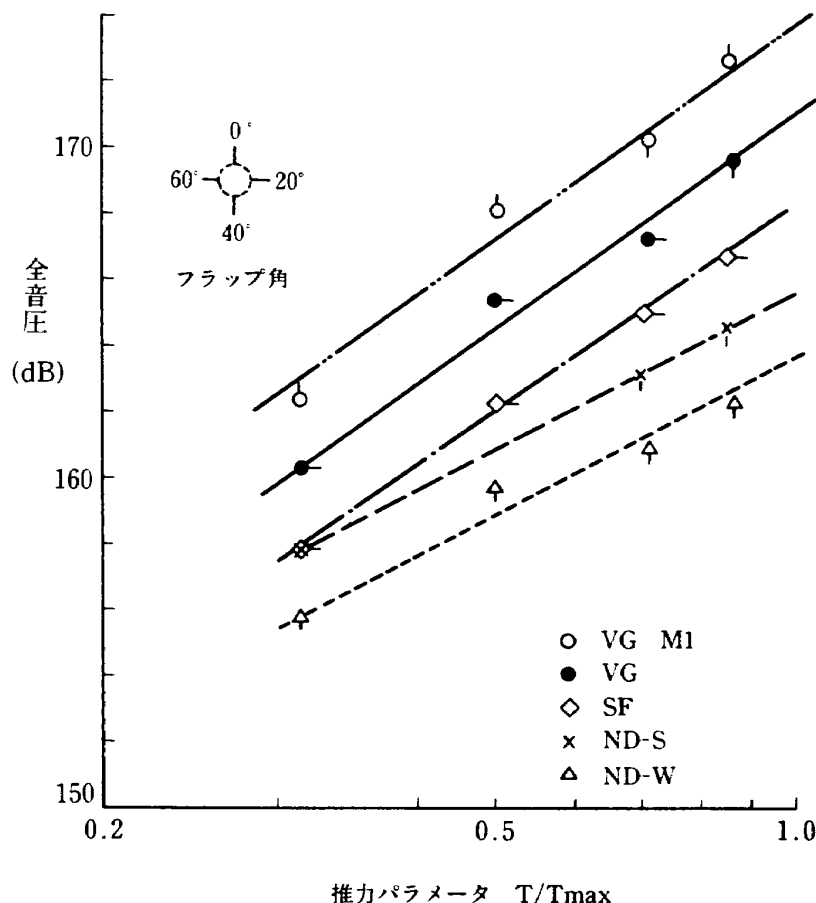


図5 最大全音圧とエンジン推力の関係

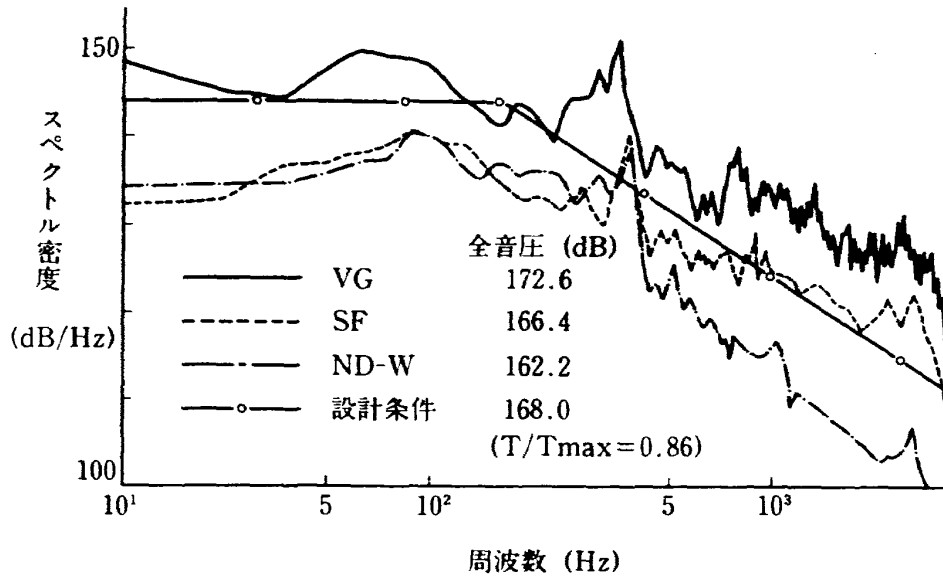


図6 各形態における音圧のパワースペクトル密度

プ角  $\delta_f$  を示した。

図5に示した各形態における最大全音圧値と推力比の関係を直線で最小二乗近似すると以下のように表示される。

VG形態 (M1)

$$21.2 \log_{10} (T/T_{max}) + 173.8 \text{ (dB)} \quad (1)$$

VG形態 (USB面上)

$$21.0 \log_{10} (T/T_{max}) + 171.0 \quad (2)$$

SF形態 (USB面上)

$$22.8 \log_{10} (T/T_{max}) + 168.4 \quad (3)$$

ND-S形態 (USB面上)

$$15.1 \log_{10} (T/T_{max}) + 165.6 \quad (4)$$

ND-W形態 (USB面上)

$$15.4 \log_{10} (T/T_{max}) + 163.8 \quad (5)$$

VG及びSF形態とND形態では、推力比  $T/T_{max}$  に対する最大全音圧の感度が明確に異なることが判明した。最大全音圧に対する初期設計値<sup>4)</sup>は、主翼・USBフラップ上面で

$$21.8 \log_{10} (T/T_{max}) + 168 \text{ (dB)} \quad (6)$$

と設定されており、VG及びSF形態における、推力比  $T/T_{max}$  に対する感度は良く一致したが、絶対値は、VG形態に対して低い見積りとなった。

次に、全音圧が最大となったときの各形態におけるパワースペクトル密度を図6に示す。

図中に直線で示したスペクトル密度は、初期設計値として仮定したものであるが、VG形態では、ほ

ぼ全周波数帯域にわたって、設計値を越えた。図7に、VG形態でフラップ角  $40^\circ$  のとき、M5'位置におけるパワースペクトル密度の形状と推力比の関係を示す。図より、推力比が変化しても、スペクトル密度の形状は変化しない。また、図6に示した  $\delta_f = 0^\circ$  のスペクトル密度の形状とも相似であり、VG形態では、スペクトル密度の形状は、推力比及びフラップ角の影響をあまり受けないことがわかる。しかし、計測位置の影響は、図8に示す通り顕著であった。即ち、推力比  $T/T_{max} = 0.86$ 、フラップ角

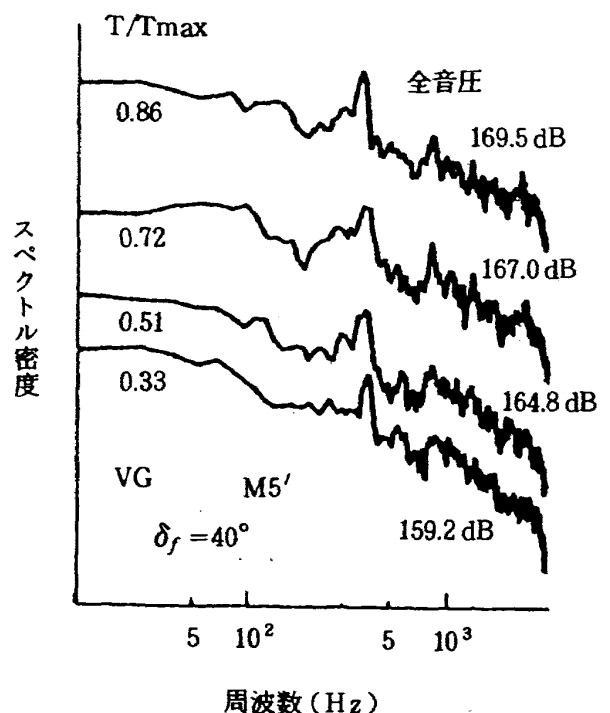


図7 推力比とスペクトル密度の形状の関係

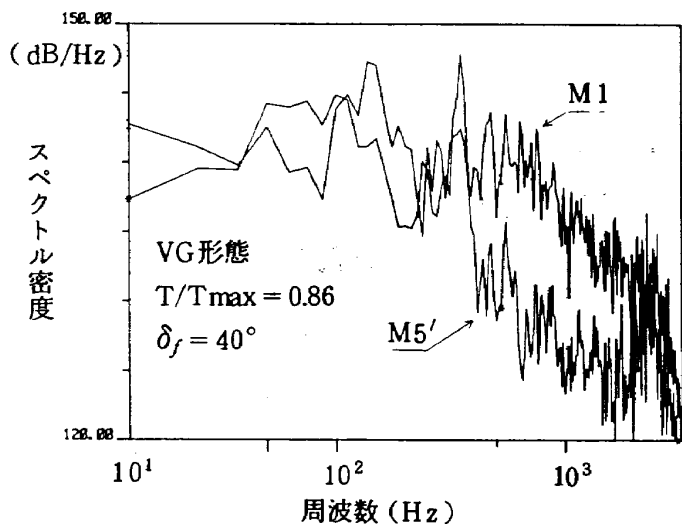


図8 計測位置による音圧のパワースペクトル密度

$\delta_f = 0^\circ$  のとき、主翼後縁M1位置と、主フラップ後縁M5'位置で計測したスペクトル密度を比較すると、300~2,000 HzでM5'のスペクトル密度が大きく低下していることが判る。このときの全音圧は、M1 = 172.6 dB, M5' = 167.5 dBであり、約5 dBの全音圧低下の内容は、300~2,000 Hzで発生していると考えられる。このことは、USBフラップ外板の固有振動数との関係で、ボルテックスジェネレータから遠くなる程、音響疲労寿命が、長寿命になる傾向を示唆していると考えられる。

USBフラップ下面及び、主翼・胴体結合フェアリング相当部分の全音圧は、付録に示す通り、下面外板上(M9)で、ND-W形態、 $T/T_{max} = 0.86$ 、 $\delta_f = 40^\circ$ のとき最大となり、141 dBであった。また、フェアリング相当部分では、VG形態、 $T/T_{max} = 0.86$ 、 $\delta_f = 15^\circ$ のとき最大となり、173.1 dBとなった。

フラップ下面及び、胴体部分に対する全音圧の設計条件は、それぞれ、163 dB、164 dBと設定されており、フラップ下面に対しては、過大な見積りとなったが、フェアリング相当部分については、胴体と同一の設計条件では、過小な見積りとなる可能性が高い。しかし、本試験は、胴体部分を模擬した構造体を取付けておらず、実機地上試験で確認する必要がある。

### 3.2 温度

前フラップ後縁ガラスポリイミドハニカムサンド

イッチ構造部分上面で5点、主フラップ実機相当構造Ti=6Al-4V上面部分で9点の計14点につき、CA型熱電対で温度計測を行った。両部分で各形態につき計測された温度の最大値から、外気温度を差引いた最大上昇温度を、推力比に対してプロットすると、図9(a)主フラップ、図9(b)前フラップ後縁となった。

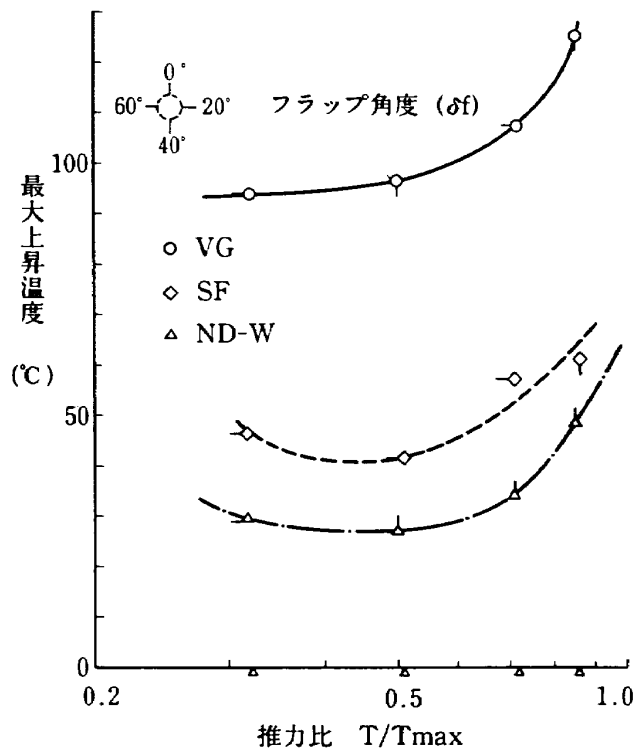


図9(a) 主フラップ温度特性

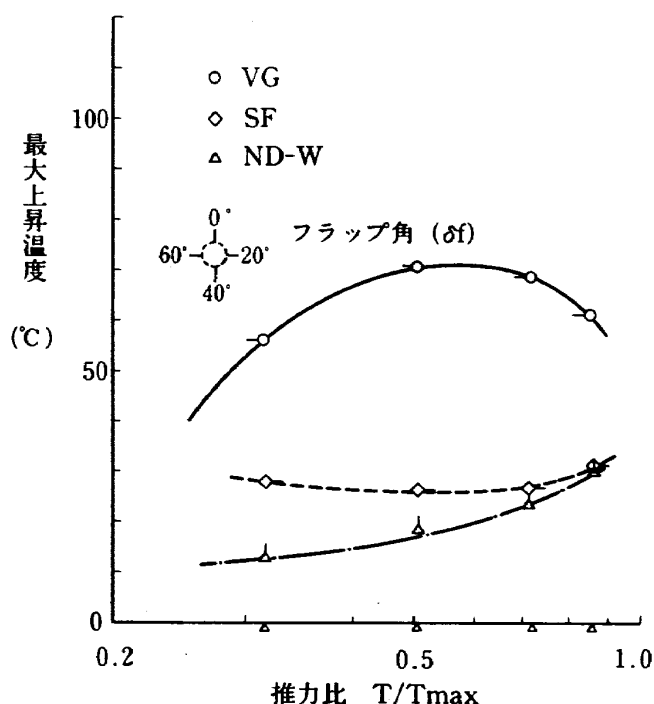


図9(b) 前フラップ温度特性

両図から明らかなように、VG形態の場合に、Ti-6Al-4V材部分で125℃(T/Tmax=0.86)、ガラスポリイミド部分で71℃(T/Tmax=0.5~0.7)と、上昇温度が最大となることを示した。この温度は、エンジン排気温度が820℃で制限されているため、本試験で実施した形態が根本的に変化しない限り大きく変動することは無かろうと推定されるが、実際の飛行で確認せねばならない。

次に、外板(Ti-6Al-4V部分)の熱座屈発生の有無に関係する外板部温度と縦通材及び、肋骨材との温度差を、外板温度に対してプロットすると、図10のようなになる。図中の実線と点線は、部分構造模型中試験で計測した縦通材及び肋骨材に対する外板との温度差で、両者は、外板に対して明確な温度差を持っており、二軸方向から熱応力を受けるものと予測されたが、本試験による結果は(図10中の○印と△印の組)、高々10℃程度の温度差しかなく、ほぼ一様な熱応力を受けたものと考えられる。そこで、外板温度がTのとき、肋骨材と縦通材で囲まれる外板(長辺長さ; a, 短辺長さ; bとする)は、図10中の点線で示される温度差tで一様加熱されると等価であると考え。今Tとtの関係は、

$$t = 0.722 T - 13.33 \quad (^\circ\text{C}) \quad (7)$$

と表示されるからUSBフラップの設計温度200℃のとき、外板は、131.1℃で一様加熱されたことになる。実機相当構造部分の外板厚さhを1.8mm, a

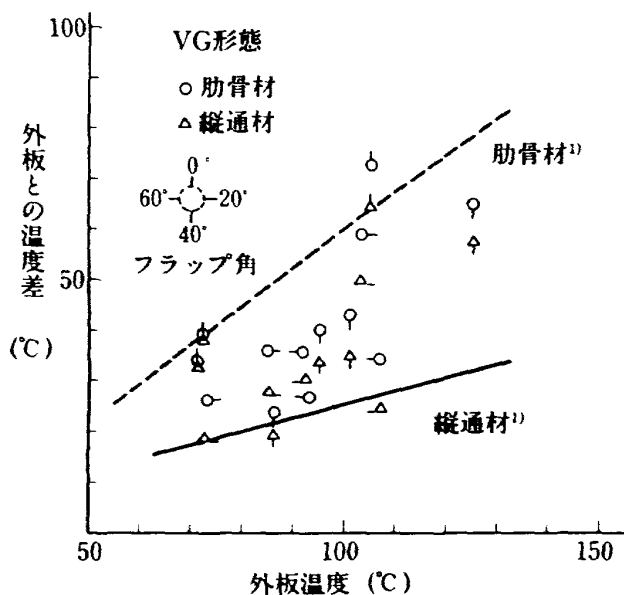


図10 補強機と外板との温度差

を307mm, bを94mmとしたときの座屈温度は、338℃と計算<sup>1)</sup>され、131.1℃より充分高く、設計温度まで外板は、座屈しないと予測される。

### 3.3 歪

計測された歪のRMS値は、SG4(図3参照)が最も大きい値であったため、以下は、SG4の特性について述べる。歪のRMS値の最大値(以下最大歪と呼ぶ)を推力比T/Tmaxに対して図示すると図11になる。

VG, SFそしてND形態の順に最大歪の値が大きくなるが、推力比に対する増加割合は、ND形態が最も大きくなった。そこで、SG4が最大となったときのM5'位置(SG4位置とは、ほぼ位置的に対称)の全音圧との関係を図12に示す。図より、ND-W形態の162dB以上における最大歪は、SF形態より大きくなった。ND形態における最大全音圧の推力比に対する増加割合は、(4)(5)式に示す通りVG, SF形態より小さいにもかかわらず、最大歪値がSF形態より大きくなった原因は、図13に示すように、ND形態では、全音圧のパワースペクトル密度が400Hz以上でフラック角により大きく増大し、VG, SF形態ではほとんど変化しないためと考えられる。

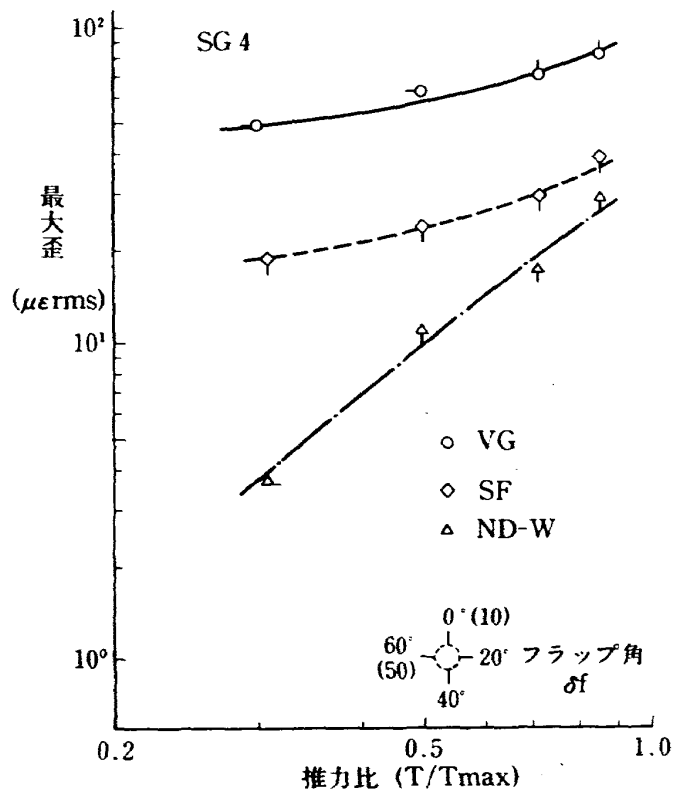


図11 最大歪値と推力比の関係



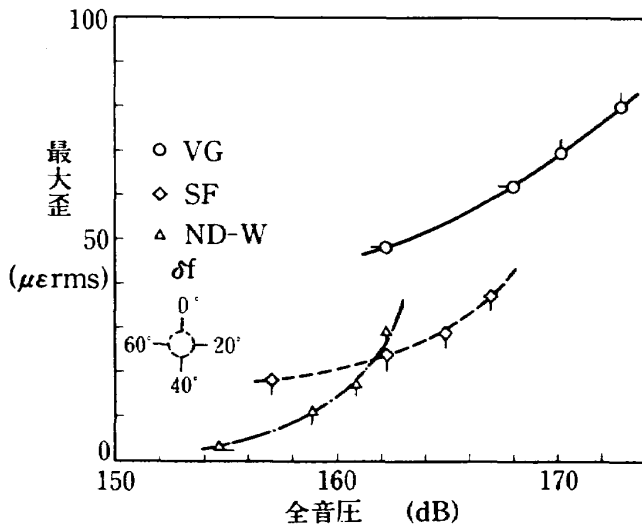


図12 最大歪値と全音圧 (M5') の関係

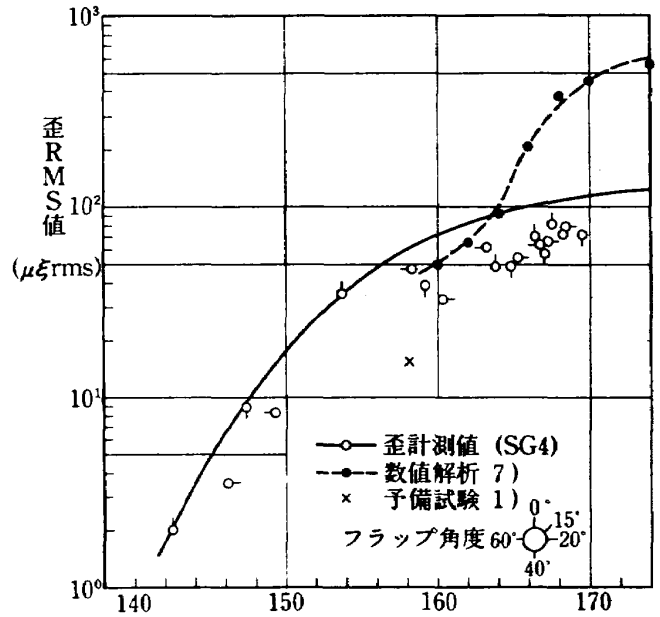


図14 歪計測値と全音圧の関係 (V/G形態)

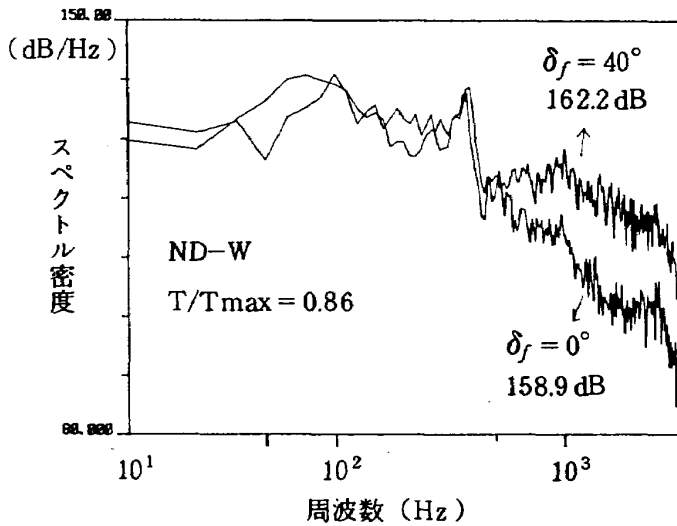


図13 フラップ角によるスペクトル密度の変化 (ND-W形態)

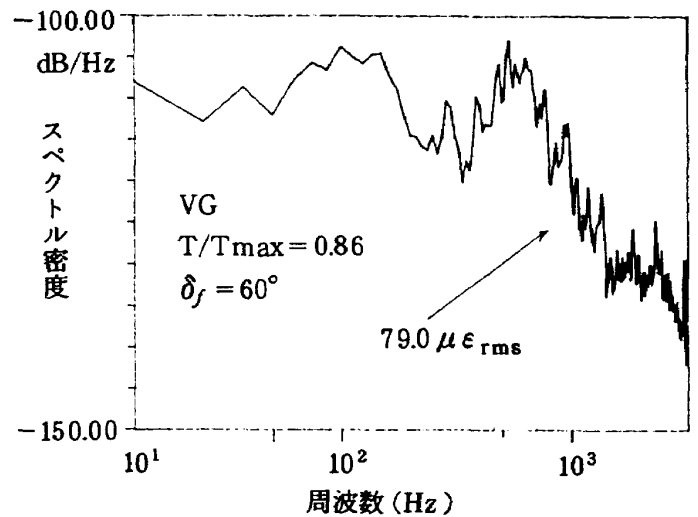


図15 歪 (SG4) パワースペクトル密度

音響疲労寿命推定を行う場合、歪値が大きくなる V G 形態に注目しておけば他の形態に対しては、安全側の推定となる。そこで、V G 形態で計測された歪の値を M 5' 位置の全音圧に対して図示すると図 14 となった。図中●印は、周辺単純支持、音圧のパワースペクトル密度を設計条件、温度を 100℃として計算した歪計測位置における歪の値を、また、×印は、部分構造模型試験で実測した歪の値を、また、実線は、計測値のほぼ上限をそれぞれ示す。図より、数値解は、実測値より大きく、かつ、寿命推定に使用しても、充分安全側の推定となることが判る。また、部分構造模型試験で計測された歪値は、V G 形態での計測歪の約 1/2 程度であった。外板の大きさが幾分大きいにもかかわらず歪値が小さいのは、音

響加振力のパワースペクトル密度が大きく異っているためである。

次に V G 形態、推力比 0.86 およびフラップ角 60° の場合における歪のパワースペクトル密度を図 15 に示す。450~700Hz に外板の振動による歪のピークが 6 個程表れている。部分構造模型試験では、423 Hz~605 Hz 間に 7 個の一次固有振動モードがあり、本計測結果と良い対応を示した。したがって、音響疲労寿命を S-N 線から簡易的に換算する場合に便利な固有振動数としては、周辺単純支持 (515.9 Hz) 及び固定支持 (1104.3 Hz) の条件で計算される一次固有振動数の幾何平均 754.8 Hz を採用すればよい。図 16 に歪の確率密度関数を示す。正規分布より、つ

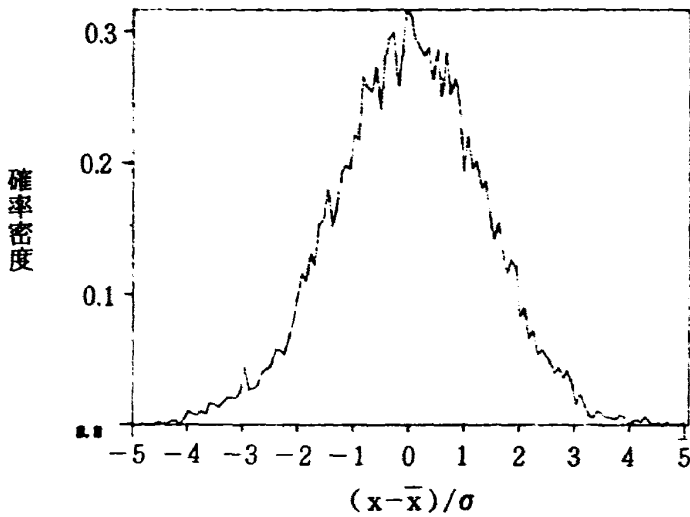


図16 歪 (SG4) の確率密度関係

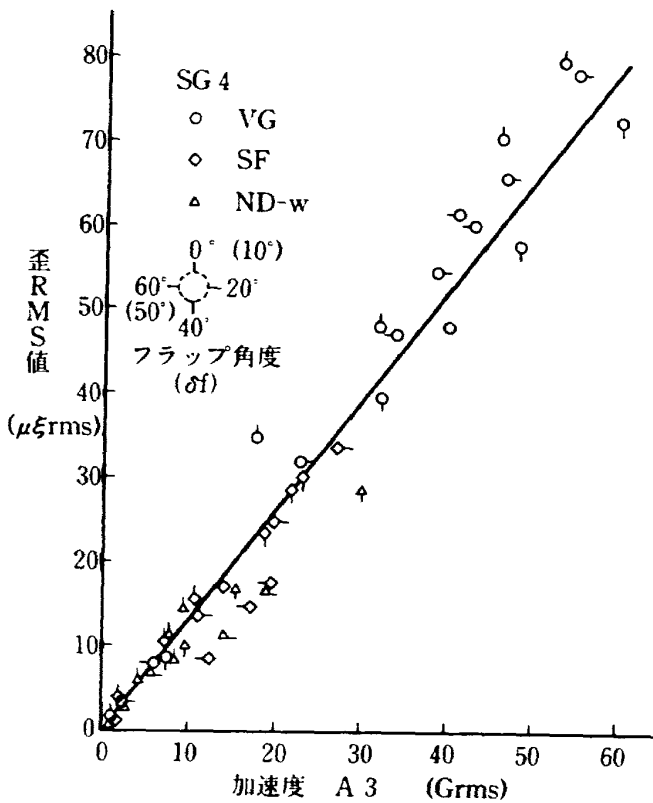


図17 歪と加速度の関係

ぶれて据が広がっているが、最頻値が一つであること<sup>5)</sup>、また図17に示した通り歪値と加速度 (A3; 図3参照) が直線関係にあることの二点より、飛び移り振動が発生していないと言え、3.2の温度の項で述べた事を裏付けた。

#### 4. 音響疲労寿命推定

3で述べた通り、音響疲労寿命を推定する場合の音圧及び温度条件は、VG形態を標定とすれば、他

の形態に対しては、安全側となる。そこで、VG形態に対する音響疲労寿命推定を行う<sup>6)</sup>。解析条件は、温度を150℃及び200℃、疲労功欠き係数を1.5とし、境界条件を、周辺単純支持とした。また、音圧のパワースペクトル密度の形状は、設計条件 (図6参照) とし、その絶対値を160dB から、174dB まで変化させた。従って、全音圧が174dB のときは、VG形態のとき計測された172.6dB の全音圧をほぼ模擬していると考えて良い。

寿命推定結果を図18に示す。現在のところ、USBフラップ上面外板の設計寿命は、750フライトしたとき、安全率を2とすると全音圧168dB を140時間負荷したときの損傷と等価であると推定されている。したがって、USBフラップ面上及びVG近傍外板上で計測された全音圧値169.5dB及び172.6dB に対しては、設計寿命を満足しない結果となった。しかし、図14に示した通り、実測した外板の歪値は、全音圧が、174dB となっても、高々130μ $\epsilon_{rms}$  程度以下と見積ることができ、寿命推定解析で計算された全音圧174dB に対する歪値547μ $\epsilon_{rms}$  (200℃) より十分に小さい<sup>7)</sup>。図14より、解析上130μ $\epsilon_{rms}$  の歪値を生じさせる全音圧は、165dB 程度と見積ることができ、そのときの寿命推定値は、図18より3700時間と推定され、140時間に対して十分余裕のある値となっている。

前フラップ後縁ガラスポリイミドハニカム構造部分及び、フラップ下面構造に対する全音圧の設計条件は、それぞれ、166dB及び161dBと設定され、本計測結果 (M2及びM3'位置とM9位置) は、付録に示した通り、最大全音圧で、164.7dB (VG形態, T/Tmax=0.86,  $\delta_f=40^\circ$ ) 及び、141.0dB

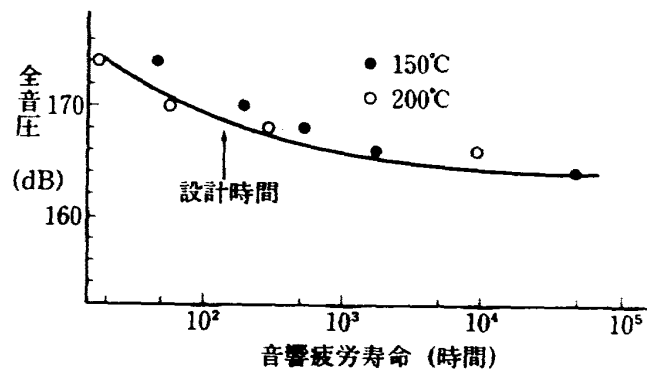


図18 音響疲労寿命推定結果

(ND-W形態,  $T/T_{max}=0.86$ ,  $\delta_f=40^\circ$ )であり, 設計条件を満足している。しかし, 主フラップ後縁ガラスポリイミドサンドイッチ構造成形部は, VG形態のときM5'位置で最大全音圧169.5 dBを計測しており, 設計条件を満足しない可能性が高い。主フラップ後縁成形部は, 耐熱構造材料選定試験<sup>8)</sup><sup>9)</sup>において, 静的な加熱を行い熱変形及び剛性・強度を調べたのみであるため, 音響熱環境による試験を実施し, 設計条件及び, 耐音響疲労特性を検討する予定である。

## 5. YC-14 との比較

「飛鳥」と同一の高揚力装置を持つ航空機の一つであるボーイング社のYC-14の地上模擬試験におけるUSBフラップ面上の音響熱環境<sup>10)11)</sup>, 本計測結果を簡単に比較すると表3のようになる。ただし温度は高温日(約40°C)に換算した。表より明らかな通り, 全音圧は, 「飛鳥」の方が, 5 dB高く, 温度は, YC-14の方が, 約50°C高い結果となった。本試験では, 前述の通り, 胴体構造を模擬していないので, 比較できないが, YC-14の胴体(USBフラップ端近傍)の全音圧は, フラップ面上とほぼ同一温度は, 高温日換算で約70°C程度と報告されている。

表3 YC-14<sup>6)</sup>との比較

	全音圧	温度
飛鳥	169.5 dB	165°C
YC-14	165.0 dB	213°C

## 6. まとめ

実機模擬USB方式高揚力システムの地上試験の一環として, USBフラップ構造の音響・熱環境を計測し, 設計条件, 部分構造模型試験結果を検討した。その結果は以下の通りである。

1) 音響及び熱環境は, VG形態において最も厳しく, 全音圧は, 主翼後縁で5 dB, USBフラップ面上で2 dB程設計条件を越える値を計測した。しかし, 温度は, 高温日換算で165°Cとなり, 設計値200°Cを越えなかった。

- 2) VG形態以外の他の形態では, 音圧, 温度共に設計条件を越える値は計測されなかった。
- 3) VG形態に対する音響疲労寿命推定結果は, 設計寿命を満足しない結果となった。この原因は, 解析で見積った歪値が実測値より約4倍程大きくなったためである。(図14参照)
- 4) 部分構造模型試験結果は, 熱座屈に関する温度差及びマルチベイ構造外板の一次固有振動数推定法に関して有効であったが, 歪値に対しては, 小さい値となった。
- 5) 歪みの確率密度関係の最頻値(図16参照)から, 外板は, 飛び移り振動を起さなかったと言える。

本試験は, STOL推進本部により企画され, エンジン艙装研究チーム, 高揚力システム・エンジン技術開発チーム, 構造技術開発チーム及びその他関連機関により実施されたものである。また, 川崎重工STOL研究課構造班, 同動装班の協力を得た。ここに謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 佐野政明, 藤森義典, 飯田宗四郎, 小松敬治, 江川幸一「USBフラップ構造模型の高温における音響疲労試験について」航空宇宙技術研究所報告, TR-683 (1981年1月)
- 2) 構造技術開発チーム「主翼・USBフラップの音圧, 加速度, 歪み, 温度計測」航技研ニュース, No. 275 (1982年3月)
- 3) エンジン艙装研究チーム, STOL推進本部, 高揚力システム・エンジン技術開発チーム「USB方式高揚力システム地上試験」航技研ニュース, No. 284 (1982年12月)
- 4) 前川昭二, 大内田敏昭「VSBフラップ熱と音響の設計条件」川崎重工資料, NAST-54-3033 (1979年9月)
- 5) 藤森義典, 佐野政明, 飯田宗四郎, 江川幸一「高温音響疲労試験のための予備試験」航空宇宙技術研究所資料, TM-433 (1981年4月)
- 6) S. Maekawa, "On the Fatigue Life Estimation of Skin Structures at Room and Elevated Temperatures" J. of Sound and Vibration

(1982) 80(1), pp.41-59.

- 7) 下村 豊, 前川昭二, 竹下保弘「USBフラップ上面外板音響疲労寿命計算」川崎重工資料, NAST61-3028, 昭和61年10月。
- 8) 前川昭二, 大内田敏昭「耐熱構造材料選定試験(その2)」川崎重工機報告書, SRS-9010 (1980年10月)
- 9) 遠藤修司, 他八名「NAL・STOL実験機USBフラップ後縁複合材模型の熱変形試験」航空宇宙技術研究所資料, TM-458 (1982年2月)
- 10) M.B. Sussman, D.L. Harkonen & J.B. Reed "USB Environment Measurements Based on Full-Scale Static Engine Ground Tests". AIAA Paper No.76-624 (July, 1976)
- 11) P.J. Harradine "Powerd Lift - Its Impact on YC-14 Materials and Structures" AIAA Paper No.77-1231 (August, 1977)

### 付録 音圧, 加速度歪計測データ

計測を行った全音圧, 加速度及び歪みデータを各形態毎にまとめ付表1~付表4に示す。付表中M9は, 本文図3に示されたA3位置裏側パネル位置に取付け, 主フラップ裏側に回り込む音圧を, またM10は, 主フラップ後縁が, フラップ角 $0^\circ$ のときにしめる位置より, 150mm上方の胴体フェアリング相当位置の音圧を, それぞれ計測した。また, M6位置は, 実機では, USBフラップの外側(翼端方向)にある通常フラップ後縁に相当する位置である。

加速度及び歪の計測値は, RMS値で, 音圧は,  $0\text{ dB} = 0.0002\mu\text{bar}$  としたときのパワーをデシベルで表示した。

付表 1 V G 形態計測値

フラップ角	ファン回転数 rpm	全 音 圧 (dB)										加速度 (G)		歪 ( $\mu\epsilon$ )	
		M1	M2	M3	M4	M5'	M5	M6	M9	M10	A2	A3	SG3	SG4	
0°	1500	145.3	146.6	143.5	142.1	142.2	137.9	136.5	118.8	143.1	1.5	1.2	-	-	
	3600	162.1	155.8	147.3	153.7	158.4	151.5	152.7	129.7	151.5	21.3	17.7	31.6	35.0	
	4500	167.9	159.4	149.5	157.5	163.8	156.1	153.8	133.6	159.1	26.8	32.4	39.8	48.1	
	5200	170.0	162.4	152.5	161.6	166.5	159.3	155.4	136.5	162.0	33.6	45.9	50.0	68.2	
	5600	172.6	162.8	155.1	163.3	167.5	161.6	157.7	138.8	164.3	45.3	53.5	67.3	79.5	
15°	5600	170.2	163.4	157.2	162.9	168.2	162.5	157.5	137.8	173.1	52.4	53.7	69.4	71.2	
20°	1500	144.4	140.8	141.8	149.7	146.1	144.6	139.9	123.6	148.8	2.5	2.5	-	-	
	3600	160.3	156.8	151.1	152.1	160.2	152.5	151.2	128.9	163.6	17.2	22.9	24.3	32.3	
	4500	166.7	160.0	153.6	157.5	165.3	158.5	154.4	133.0	167.8	32.1	38.6	45.7	54.4	
	5200	169.3	161.1	156.4	160.5	167.1	160.4	154.5	135.2	171.6	40.9	46.6	57.7	65.7	
	5600	170.2	163.7	158.5	162.9	168.5	162.7	157.1	137.4	171.8	50.5	55.0	71.2	77.6	
40°	1500	142.5	145.7	138.6	146.0	147.3	150.5	133.2	123.5	148.7	7.6	7.4	9.1	8.9	
	3600	161.4	158.4	155.3	154.4	159.2	159.9	146.1	-	158.7	35.9	32.4	43.1	38.9	
	4500	166.4	160.8	156.8	158.7	164.8	161.9	151.3	-	162.9	43.1	40.3	51.7	48.4	
	5200	170.9	164.1	157.6	163.6	167.0	163.4	153.8	-	166.2	53.2	48.0	63.8	57.6	
	5600	171.4	165.8	159.9	164.3	169.5	164.6	156.3	-	167.9	56.2	60.4	67.2	72.5	
60°	1500	142.9	150.8	138.5	147.8	149.4	149.2	130.4	-	146.5	5.9	5.8	8.3	8.2	
	3600	160.8	158.4	155.6	154.8	158.3	160.7	143.6	-	159.7	33.7	33.6	47.5	47.4	
	4500	166.3	161.2	156.5	158.8	163.3	163.3	148.4	-	162.2	46.4	42.8	65.4	60.3	
	5200	170.5	165.7	159.2	161.8	166.8	165.4	152.2	-	163.7	47.0	40.9	66.3	61.7	

付表2 SF形態計測値

フラップ角	ファン回転数 rpm	全音圧 (dB)										加速度 (G)		歪 ( $\mu\epsilon$ )	
		M1	M1'	M2	M3'	M4	M5'	M6	M9	M10	A2	A3			
0°	1500	131.5	135.3	128.5	129.4	134.2	139.1	131.1	115.7	142.6	-	-	-	-	-
	3600	136.7	144.3	147.1	148.0	151.2	148.4	146.9	123.4	154.8	1.9	2.4	-	-	-
	4500	151.0	150.6	150.2	152.5	154.9	151.2	149.9	133.7	164.8	6.8	7.4	9.8	10.7	10.7
	5200	154.0	155.0	153.2	155.4	158.3	154.7	153.2	137.5	169.0	11.5	10.7	16.7	15.5	15.5
	5600	155.8	154.4	155.5	154.2	159.3	155.2	156.8	136.4	169.4	13.7	14.3	19.8	17.1	17.1
15°															
20°	1500	134.1	138.8	139.5	144.8	139.7	141.5	128.7	114.8	140.6	-	-	-	-	-
	3600	147.2	149.1	157.8	153.6	152.4	154.4	139.9	123.4	153.7	6.5	7.5	-	-	-
	4500	150.0	151.2	162.2	155.4	157.5	156.2	143.2	131.3	161.5	10.6	11.1	13.3	13.9	13.9
	5200	155.7	154.2	164.9	158.1	163.0	159.5	145.7	134.4	163.8	16.2	19.8	20.3	24.8	24.8
	5600	155.4	156.9	166.4	160.3	165.7	162.9	146.3	138.9	166.2	21.5	26.9	25.2	33.6	33.6
40°	1500	133.6	132.1	137.1	145.7	147.1	139.4	118.9	113.3	139.1	-	-	-	-	-
	3600	148.2	146.2	154.8	155.1	153.2	156.4	138.1	123.1	156.1	14.7	14.1	19.1	18.3	18.3
	4500	151.4	151.8	159.0	157.6	158.3	158.6	143.9	130.1	157.7	19.1	18.9	24.8	24.5	24.5
	5200	154.3	153.4	161.6	160.5	161.4	159.5	147.9	133.2	163.1	22.4	22.1	29.1	28.7	28.7
	5600	156.4	155.4	164.7	163.1	163.4	160.8	148.8	135.3	162.6	28.7	23.1	37.3	38.0	38.0
50°	1500	131.3	131.6	140.8	145.8	145.4	141.6	130.4	114.7	140.1	2.1	1.6	-	-	-
	3600	148.1	148.7	154.1	153.1	153.5	153.6	135.6	122.7	155.7	12.9	12.7	11.6	8.7	8.7
	4500	151.9	151.1	158.5	154.9	158.7	156.9	140.3	130.6	161.1	16.2	17.4	14.5	14.7	14.7
	5200	154.9	154.1	162.6	157.7	161.9	158.5	144.1	134.0	162.4	18.7	19.6	16.8	17.6	17.6

付表 3 ND-W 形態計測値

フラップ角	ファン回転数 rpm	全 音 圧 (dB)										加速度 (G)			歪 ( $\mu\epsilon$ )		
		M1	M2	M3	M4	M5'	M5	M6	M9	M10	A2	A3	SG3	SG4			
0°	1500	1331	1323	1338	1317	1327	1308	1368	120.6	140.2	-	-	-	-	-	-	-
	3600	1364	1452	1466	1474	1495	1497	1480	126.3	151.4	2.1	2.5	-	-	-	-	-
	4500	1513	1484	1499	1511	1537	1531	1498	131.7	157.3	2.8	4.0	-	-	-	-	-
	5200	1543	1513	1531	1551	1573	1558	1537	136.7	161.9	6.6	7.5	-	-	-	-	-
	5600	1564	1554	1559	1573	1590	1567	1536	140.6	164.5	8.8	9.2	14.1	14.1	14.5	14.5	14.5
15°	5600	1593	1582	1571	1586	1607	1612	1513	138.7	165.6	15.2	16.1	24.1	24.1	15.5	15.5	15.5
20°	1500	1320	1371	1348	1376	1385	1379	1322	123.3	144.6	-	-	-	-	-	-	-
	3600	1484	1542	1527	1509	1530	1547	1429	130.5	161.9	2.4	2.6	-	-	-	-	-
	4500	1535	1581	1536	1551	1564	1581	1439	134.0	166.5	4.4	5.3	-	-	-	-	-
	5200	1584	1592	1581	1584	1593	1598	1484	136.8	170.2	12.8	14.2	11.2	11.2	12.1	12.1	12.1
	5600	1599	1595	1603	1595	1614	1618	1508	139.6	171.0	16.2	18.6	14.8	14.8	17.0	17.0	17.0
40°	1500	1292	1358	1349	1328	1336	1302	1274	129.0	140.9	-	-	-	-	-	-	-
	3600	1452	1560	1443	1548	1512	1526	1425	132.2	158.4	2.0	2.4	-	-	-	-	-
	4500	1508	1595	1470	1588	1567	1566	1441	134.2	162.9	8.7	9.2	-	-	10.2	10.2	10.2
	5200	1557	1610	1522	1606	1512	1595	1470	135.2	166.6	13.3	15.3	14.8	14.8	17.0	17.0	17.0
	5600	1582	1611	1544	1624	1622	1605	1475	141.0	168.2	28.4	30.2	31.6	31.6	28.6	28.6	28.6
60°	1500	1349	1356	1317	1328	1325	1313	120.7	123.0	138.1	-	-	-	-	-	-	-
	3600	1461	1523	1444	1548	1501	1509	135.5	129.7	150.0	-	-	-	-	-	-	-
	4500	1522	1563	1471	1579	1546	1555	139.9	136.9	154.7	5.1	6.2	-	-	-	-	-
	5200	1548	1574	1528	1585	1567	1569	144.2	134.8	156.9	7.2	8.2	-	-	-	-	-
	5600	1548	1574	1528	1585	1567	1569	144.2	134.8	156.9	7.2	8.2	-	-	-	-	-

付表4 ND-S形態計測値

フラップ角	ファン回転数 rpm	全音圧 (dB)										加速度 (G)			歪 ( $\mu\epsilon$ )		
		M1	M2	M3	M4	M5'	M5	M6	M9	M10	A2	A3	SG3	SG4			
0°	3600	136.7	147.5	148.7	148.5	147.6	149.7	145.9	123.9	158.4	1.6	1.8	-	-			
	5200	154.6	152.6	153.4	158.1	155.8	155.5	153.0	136.2	166.7	9.4	6.3	13.6	-			
	5600	157.1	154.5	154.1	161.0	157.6	156.9	154.9	138.2	165.6	7.1	8.7	10.3	12.6			
15°																	
20°	3600	146.9	154.9	150.3	149.2	150.2	152.2	145.5	131.6	157.8	2.1	2.2	-	-			
	5200	154.5	161.4	157.1	158.0	156.8	159.0	152.2	136.6	165.3	9.1	11.3	11.0	13.2			
	5600	155.9	163.5	159.9	161.4	159.4	160.2	152.0	138.4	168.1	15.6	17.3	18.7	22.3			
40°	3600	147.6	152.6	151.3	155.1	157.6	156.9	142.0	130.1	160.3	4.1	4.5	-	-			
	5200	154.1	161.2	157.5	163.0	161.7	160.0	148.7	133.7	167.3	15.7	19.7	17.5	21.9			
	5600	156.2	163.2	159.9	164.5	162.6	161.2	149.9	169.2	169.2	23.8	27.9	26.5	31.1			
50°	3600	148.1	150.0	152.4	157.6	155.1	153.9	139.5	-	159.0	5.1	5.9	-	-			
	5200	154.9	160.5	157.8	160.2	160.1	160.6	147.4	-	167.7	16.1	16.4	17.5	17.8			



---

## 航空宇宙技術研究所資料 567 号

昭和62年1月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺東町7-44-1  
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182  
印刷所 株式会社実業公報社  
東京都千代田区九段南4-2-12

---

