

オオワシ 2号機の主翼フラッター簡易解析

著者	樋口 健, 勝又 暢久, 藤井 駿
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	2017
ページ	92-94
発行年	2018-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009848

オオワシ2号機の主翼フラッター簡易解析

○樋口 健 (航空宇宙システム工学ユニット 教授)
勝又 暢久 (航空宇宙システム工学ユニット 助教)
藤井 駿 (航空宇宙総合工学コース 博士前期2年)

1. はじめに

本学で開発中の小型無人超音速実験機オオワシ2号機は、超音速での飛行を目標としている。オオワシ2号機の主翼寸法はオオワシ1号機の空力飛行特性データ活用のため、オオワシ1号機の主翼寸法を相似拡大的に1.5倍にしたものであるが、要求される強度・剛性も機体重量も大きく異なるため、主翼構造の再検討を行った。本研究では、空力弾性問題を考慮したオオワシ2号機主翼の構造開発を目的としている。Nastranを用いてオオワシ2号機で想定される主翼構造モデルのフラッター解析を行い、U-g法を用いてフラッター速度を見つけることとした。

2. オオワシ2号機主翼の解析モデルと解析方法

2-1. 片側主翼の片持ち固定境界条件モデル

本研究のフラッター解析では、図1(a)に示すオオワシ2号機の3次元モデルを使用した。オオワシ主翼の内部構造はリブ・桁の厚さが30mm、スキンの厚さが1.3mmである。内部構造を図1(b)に示す。

解析モデルの物性値は、ヤング率はCFRPのヤング率に近いアルミニウム合金の値で代用し、密度は主翼付属部品を含む実際のオオワシ2号機の主翼の重量と一致するように算出した換算密度を使用した。縦弾性係数：70300 MPa、横弾性係数：26100 MPa、密度：5818.4 kg/m³ (実際のオオワシ主翼の質量にするために換算した密度を使用) ポアソン比：0.33、構造要素のメッシュ要素形状は四面体、メッシュサイズは10mmである (図2(a))。

空力要素は、オオワシ主翼の外形と内部構造のリブ・桁の位置に合わせて4つの領域のサーフェスを作成する。本解析では、作成したそれぞれのサーフェスを翼幅方向に10分割、翼弦方向に10分割する (図2(b))。

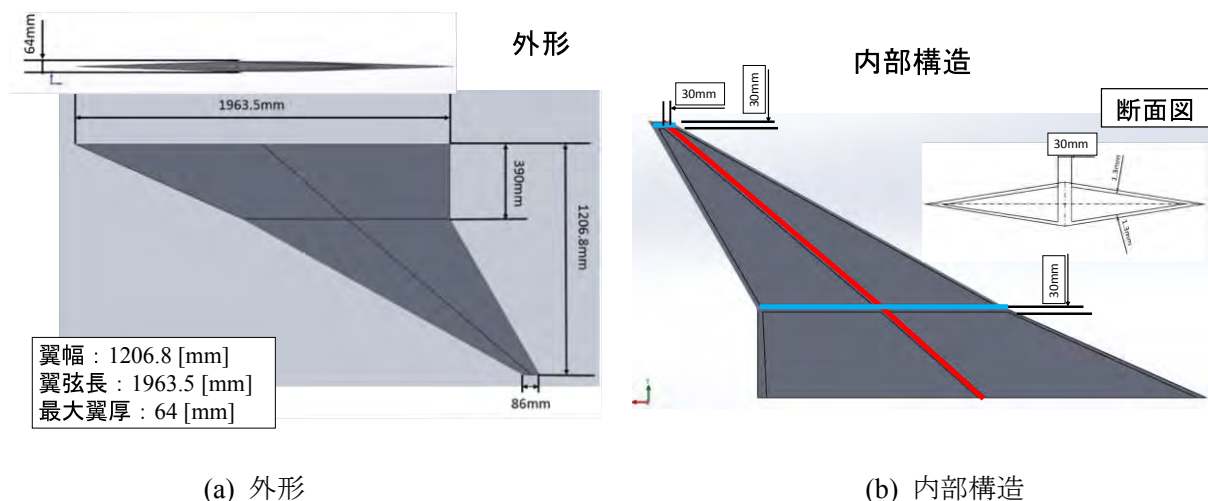


図1 解析モデル

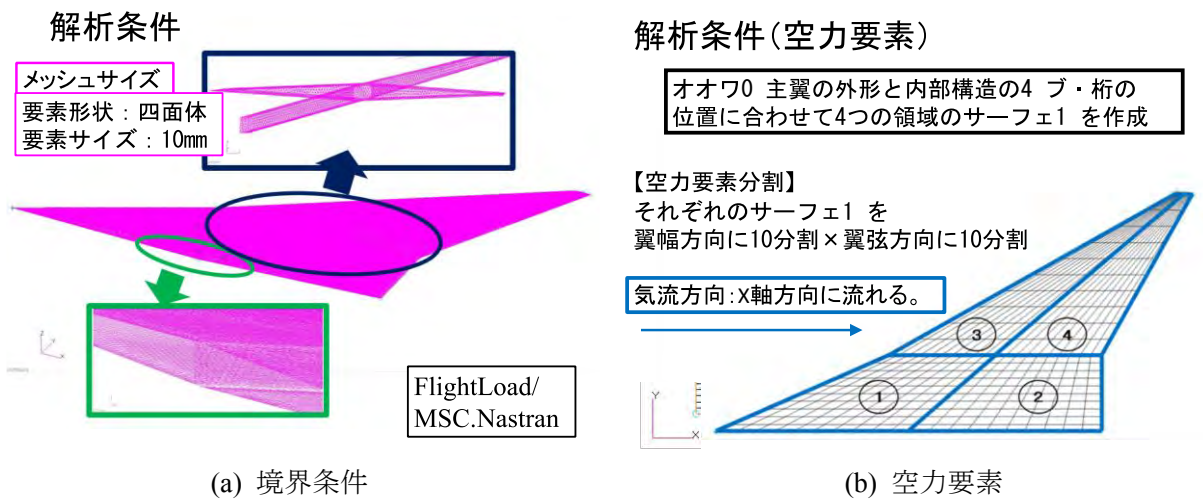


図2 解析条件

解析条件(拘束条件)

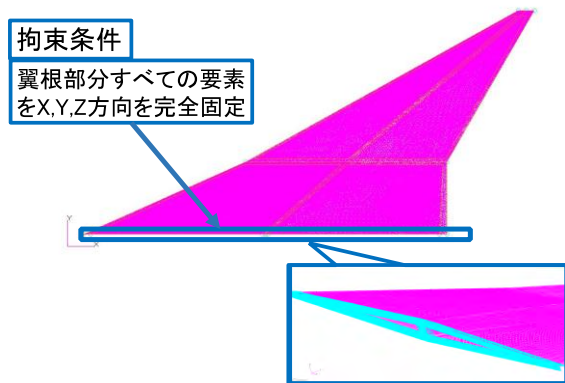


図2 解析条件 (続)

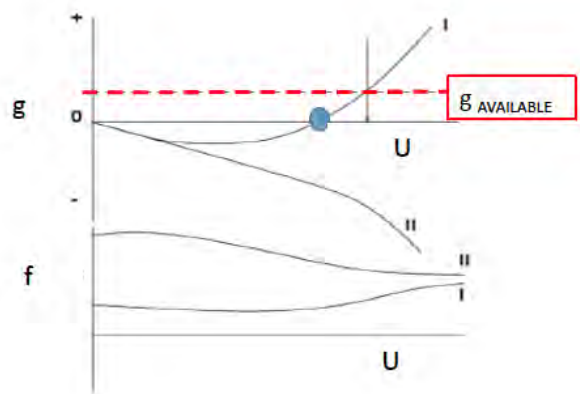


図3 U-g 曲線と U-f 曲線およびフラッター速度を求める U-g 法

フラッター解析条件は、高度範囲-50000~50000 ft を 10000 ft ごとに分け、さらに各々の高度において速度範囲 M 0.8~1.6 を M 0.4 ごとに分けて解析を行った。また、フラッター解析で使用する固有振動数は、固有値解析から得られた Mode 1~5 を使用した。本解析の拘束条件は、翼根部分の Node を完全固定した (図 2 (c))。

解析で得られたデータから U-g 曲線と U-f 曲線を作成し、U-g 法 (図 3) を用いてフラッター速度を求めた。フラッター速度の計算方法 (U-g 法) は、まず速度 U と構造減衰係数 g のグラフを描く。実際の構造減衰が既知 ($g_{AVAILABLE}$) の場合は、横軸と $g_{AVAILABLE}$ との交点のうち最低値がフラッター速度である。構造減衰が不明な場合は、横軸との交点のうち最低値がフラッター速度である。

解析結果から $g > 0$ になる点が存在しなかったため、リブ・桁の厚さ 30 mm では、フラッターが発生しないこと確認した。次に、リブ・桁の厚さを 10 mm に変更し、同様な条件で解析を行ったが、やはりフラッターは発生しなかった。そこで、翼根部分の物性値を変えて弾性固定を模擬した解析を行った。

2-2. 片側主翼の弾性支持境界条件モデル

図4に示すように黒色部分と灰色部分2つの部分によって構成した。固定端部分（幅30mmの黒色部分）の剛性を1/20に変えることにより弾性固定を表現した。

構造モデル

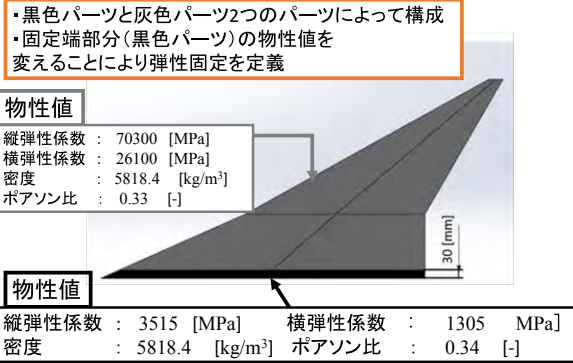


図4 弾性支持の解析モデル

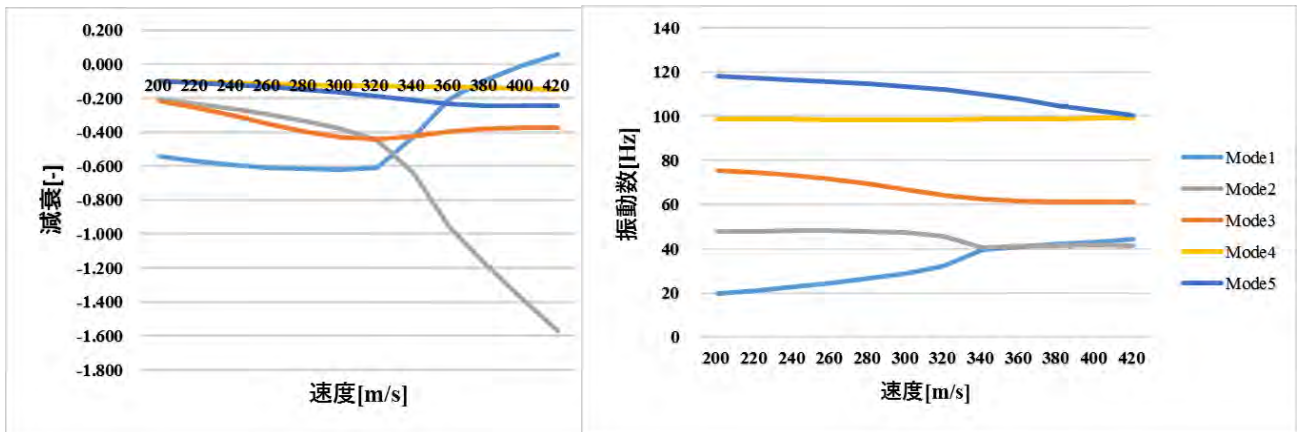


図5 リブと桁の厚さが10mm、マッハ数0.8、高度-50000ftの場合のU-g曲線とU-f曲線

解析結果から、弾性結合モデルであってもリブと桁の厚さが30mmのモデルではフラッターが発生しなかったが、リブと桁の厚さが10mmではマッハ数が0.8、高度が-50000ftの場合に400m/s(EAS)でフラッターが発生することがわかった(図5)。0ft以上ではフラッターが発生しないことが確認できた。

3. まとめ

1. Nastran FlightLoad およびU-g法を用いてフラッター速度を示すことができた。
2. 現在想定している構造様式(リブ・桁の厚さが30mmモデル)ではフラッターが発生しないことがわかった。
3. 翼根が弾性結合モデルの時、リブ・桁の厚さが10mmでは、M=0.8、高度-50000ftにおいてフラッター速度400m/sとなった。0ft以上でフラッターが発生しないことが確認できた。
4. M=0.4~1.6、高度0~50000ftの範囲では、フラッターが発生しないことが確認できた。