

楕円柱まわりの遷音速バフティングとその抑制

Transonic Buffeting around Elliptical Cylinder and its Control

○新川 智英 (名大院) ラユカロ トンビ (名大院) 中村 佳朗 (名大工)

Tomohide SHINKAWA, Thombi Layukallo and Yoshiaki NAKAMURA

Department of Aerospace Engineering, University of Nagoya 464-8603, Japan

For any fighter airplane passing transonic region, the transonic buffeting is unavoidable. In this study the transonic buffeting control was experimentally performed for an elliptical cylinder model with a quite simple method. Two tabs were installed in the rare part of the elliptical cylinder. As a result, pressure oscillations due to buffeting were suppressed, and the drag was reduced by 54%.

1. 序論

航空機、特に高速で飛行する戦闘機などでは、離陸から超音速飛行に至る間に、遷音速領域を安全に飛行する必要がある。この時、機体周り、特に主翼周りの衝撃波発生による不安定な流れが発生する。この衝撃波の下流では、流れが剥離し、その結果、衝撃波の発生点が翼表面を非定常に前後に移動する。このようにして、翼まわりに振動流（バフティング）が生じる。

すでに Thombi Layukallo によって、円柱に小さな板（以下タブと呼ぶ）を取り付けることにより、その表面の流れの不安定性が減少することが確認されている¹⁾。本研究では、模型として楕円柱を考え、より翼に似た形状で実験した。この楕円柱にタブを取り付けることによって、この遷音速バフティングを実験的に抑制することを考える。また、これにより抗力の減少も期待される。

2. 実験装置および実験方法

本研究では、名古屋大学工学研究科航空宇宙工学専攻の遷音速風洞を使用した。この風洞は誘導式回流型風洞で、流路の一部を大気に開放しているため、流れの総圧は大気圧と等しくなる。風洞測定部は幅 300 mm × 高さ 400 mm で、測定部内壁に 3 分力天秤を取り付け、楕円柱に作用する空気を測定

した。楕円柱は、その短径が一様流に垂直となるように天秤に取り付け、マッハ数 $M=0.55$ から 0.76 で実験した。3 分力天秤からの電気信号は、AD ボードを介して PC へ取り込み、データ処理した。この際、サンプリング周波数を 2 KHz とした。

3. 実験模型

供試模型として、断面形状が短径 21 mm、長径 41 mm の楕円で、スパンが 295 mm の楕円柱を使用した。図 1 に示すように楕円柱の後縁から主流と反対方向 3 mm の位置に、高さ 3 mm、厚さ 1 mm のタブを取り付けた（以降、これを模型 1 と呼ぶ）。

また、後縁から 2 mm の位置に取り付けた模型（模型 2）も実験した。いずれの場合も、タブは、スパン方向全域にわたり、楕円表面に垂直にアルミテープで取り付けた。なお、タブの付いていない模型も実験しており、これを模型 0 と呼ぶ。

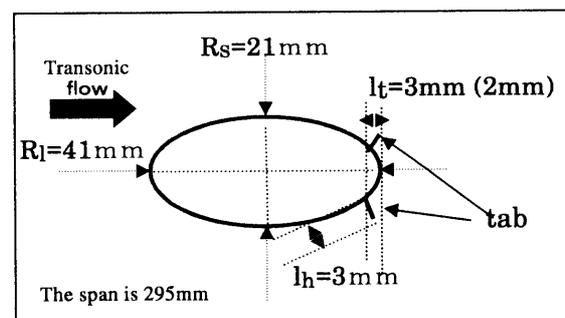


Fig.1 Dimension of elliptical cylinder model with tabs

4. 実験結果

図2および図3に、模型0に作用する揚力の時間変動に対する周波数スペクトルを示す。図2は、マッハ数を変えて行った実験データを重ね合わせたものである。

75 Hzおよび150 Hzの振動は、実験模型の固有振動数である。これは、模型に強制振動を与えて確認した。

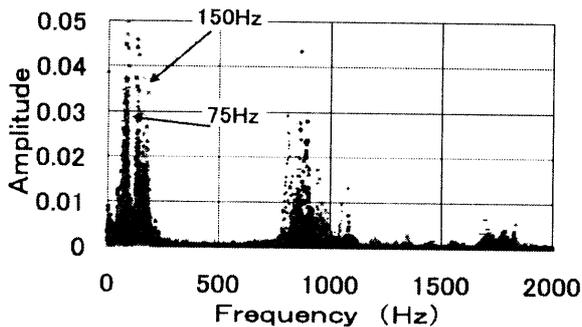


Fig.2 Frequency spectra of time-varying lift for model without tab (model0) : $M=0.56\sim0.75$

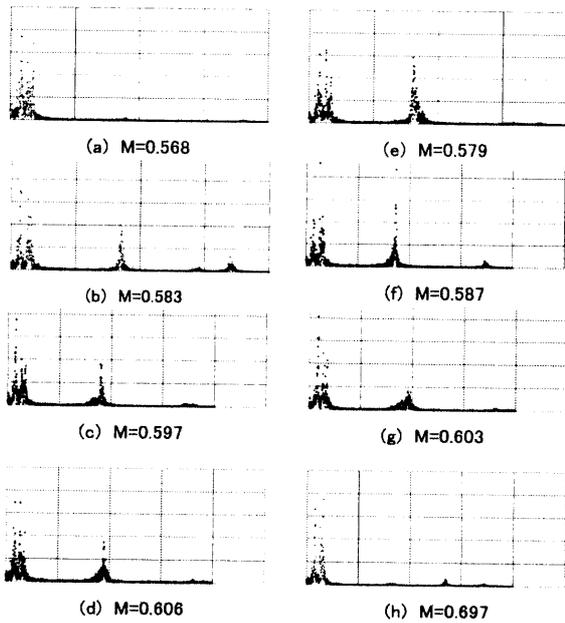


Fig.3 change in frequency spectrum of lift due to Mach number: $M=0.568\sim0.697$

図3に見られるように、マッハ数が増加するにつれ、800 Hz 付近の振動が増大するのが分かる。ごく狭いマッハ数領域 ($M=0.58\sim0.61$) で顕著な振動が見られる。限られた Mach 数領域で起こっていることから、この振動が遷音速バフェットによるものであると思われる。高さ 3 mm の

タブを付けた模型 (模型 1) に掛かる揚力の時間変動に対する振動スペクトルを図4に示す。この図から分かるように、 $M=0.56\sim0.76$ の範囲において、800 Hz 付近の振動はほとんど現れていない。これらの結果より、タブを取り付けることにより遷音流において楕円柱に発生するバフェッティングを抑制できる可能性がある。

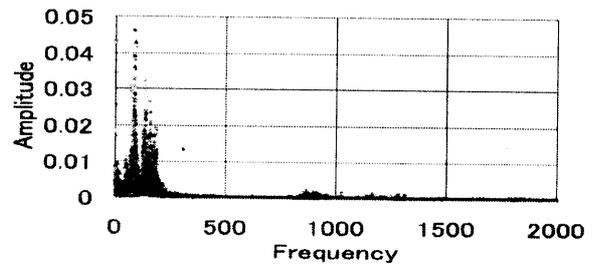


Fig.4 Frequency spectrum of lift for model with 3mm high tabs (model 1) : $M=0.56\sim0.76$

マッハ数と楕円柱に働く抗力係数の関係を図5に示す。タブを取り付けていない場合は、 $M=0.57$ 付近で急激に抗力が増加するのに対して、模型1では、この抗力発散マッハ数が $M=0.621$ に増加した。さらに、このマッハ数において、抗力が 38% 減少した。

一方、模型2では、抗力発散マッハ数が $M=0.60$ になり、このとき、抗力は 54% 減少する。

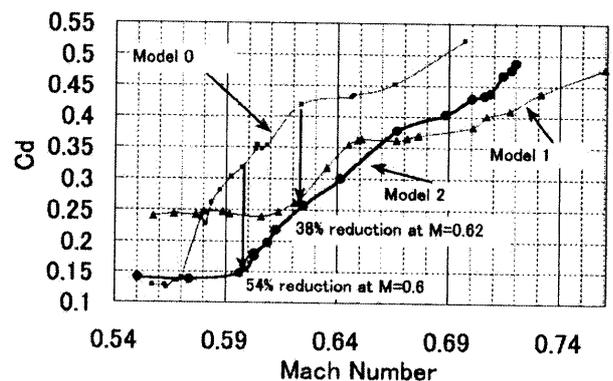


Fig.5 Cd vs Mach number

参考文献

- 1) T.Layukallo, D.Hayashi & Y.Nakamura:
Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci.44(2002)231