

高 M_{DD} 化及び低抵抗化を実現する主翼の空力設計法の研究

学生証番号 47176073 氏名 佐藤 有毅
(指導教員 吉田 憲司 教授)

Key Words : Supercritical Airfoils, Mach Drag Divergence, Airfoil Design, Wing Design

1. 序論

本研究では、高 M_{DD} 化と低抵抗化を可能とする新たな翼の設計法を構築して航空機の経済性向上に寄与することを目的に、先行研究^[1]の課題である設計マッハ数における抵抗低減に加え、2次元翼を3次元翼へ展開する上での抵抗低減の実現を達成することを目標とした。

CFD(数値流体力学)計算には先行研究と同様の乱流モデル(Spalart-Allmaras = SA)を採用し、JAXA航空技術部門が開発した解析コードと衝撃波近傍の格子密度を自動的に高める格子生成ソフトを用いた。SAモデルを用いた遷音速翼型の解析結果の妥当性については、先行研究で実験との比較を通して検証済みである。

2. 2次元翼設計法の検討

低抵抗化の実現にあたっては、『翼型の主流方向に対する迎角』と『翼弦と翼面の成す角度』を考慮に入れた『単位長さあたりの抵抗性分』を可視化することで、抵抗及び推力の発生要因を圧力分布と関連付けて詳細に分析した。この分析結果から、低抵抗化に大きな効果の見込まれる部分を、形状修正時に用いる『上面の前縁近傍の最大曲率』、『下面の前縁近傍の最大曲率をとる位置』、『フロントローディング形状の勾配』の3つのパラメータとして表現した。

先行研究の最終成果である形状の翼厚比($t/c = 10.45\%$)に合わせたD62_id02形状においては、 M_{DD} は低いものの、比較対象翼型(DSMA523翼型)を十分に超える M_{DD} の実現と先行研究の最終成果及びDSMA523の C_d 値を下回る C_d の実現を達成した。翼厚比をDSMA523に合わせた($t/c = 10.99\%$)D88_id02形状においては、 M_{DD} と C_d の双方において性能改善が実現できた。

3. 3次元翼設計法の検討

C_D の低減効果を考える対象の基準翼としてTRA2012A(JAXAで検討中の環境適合型旅客機の技術参照機体)を選定し、全章で構築した2次元翼の設計法を3次元翼に展開し、改善効果を調べることを目的とした。ここでは、TRA2012Aの設計点($M=0.781$, $\alpha=0.816^\circ$)における翼幅方向の特性を分析したうえで、TRA2012Aの主翼(3次元翼)の翼幅方向の各断面に対して2次元翼としての最適設計結果を適用した。

3次元翼の最適設計結果としては、ねじり角分布が設計結果(抵抗特性)に与える影響感度を調べ、2次元翼断面の修正とねじり角分布の適正化を行うことで、TRA2012Aを下回る C_D を実現しつつ($\Delta C_D = -0.0018$)TRA2012Aの M_{DD} を十分超える M_{DD} の向上($\Delta M_{DD} = +0.009$)も実現できた。(図1)

ここで、外翼側においては下面衝撃波及び上面2段衝撃波の発生を許容したが、内翼側の設計改善効果の分析から、改善の見通しを得ることが十分可能であるものと考えられる。

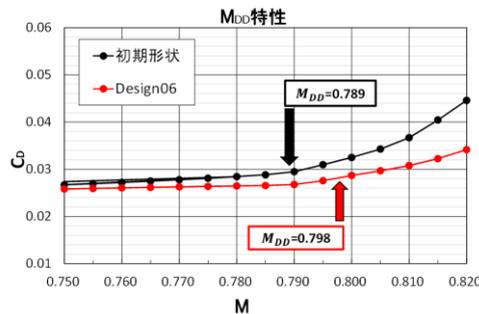


図1 TRA2012Aと3次元翼の最適設計形状の設計揚力状態における抵抗特性

4. 参考文献

[1] 佐藤 良亮 「Supercritical翼型の改良による高 M_{DD} 翼型の創出」, (2016)