

# リブレットによる航空機の空力抵抗低減技術



航空本部 空力技術研究グループ

首都大学東京

○内藤弘士、岡林希依、西沢啓、越岡康弘

山田祐樹、末永宇識、稲澤歩、浅井雅人

## リブレットと摩擦抵抗低減

燃料消費量抑制のため航空機の抵抗低減が求められている。中でも摩擦抵抗は抵抗の最も大きな比率を占め、その抑制は温室効果ガスの排出、燃料コストの低減に大きく貢献すると期待されている。様々な摩擦抵抗低減デバイスの中でもリブレットはその実用性と効果から着目されてきた。リブレットは流れの方向に沿った溝状のデバイスで1970年代後半に鮫肌をヒントとして開発され、過去には実験機に適用され、約2%の抵抗低減効果が達成されたと報告されている。本グループではリブレットの実機適用を目指し、以下の3つの研究開発に取り組んでいる。

### 1. JAXA独自リブレット形状の開発

リブレットの抵抗低減効果はその形状に依存する。本グループでは首都大学東京・浅井研究室殿との共同研究の機会を得て、数値シミュレーション(図1-1)と風洞実験(図1-2、図1-3)により、リブレットの独自形状の開発を行っている。直線、波形、三角、台形等の形状の比較により(図1-4)より抵抗低減効果の大きなリブレット形状の追求を行っている。

### 2. 数値シミュレーションモデルの開発

リブレットを航空機に適用する際、全機での抵抗低減量、各表面位置でのリブレットの適切な配向・リブレット間隔等をあらかじめ見積る必要がある。一般に全機周りの詳細な流れ場をDNS/LES等によりシミュレーションするためには膨大な計算コストを要するため、現実的ではない。本グループでは流れ場にモデルを導入することで、現実的なリブレットの抵抗低減効果の予測、配向、間隔算出手法の開発に取り組んでいる。具体的にはリブレット表面の境界層を模擬するため、SST k- $\omega$ タイプの乱流モデルをベースとし、リブレット表面の境界層プロファイルを再現するよう改良することで、本手法の実現に取り組んでいる。(図2-1)

### 3. リブレット成形技術開発

リブレット実用化のためには

- ・広い機体表面に短時間で加工を施せること
  - ・燃費効果を相殺しない軽量の材質であること
  - ・燃費効果を相殺しない導入・メンテナンスコストであること
  - ・飛行環境に対する耐環境性、耐久性を有すること
- などの要求を満たす成形技術の開発が必須である。

本グループでは上記要求を満たす成形手法として、ペイントリブレットに着目し、塗料およびそれによる成形手法の開発に取り組んでいる(図3-1、3-2)。

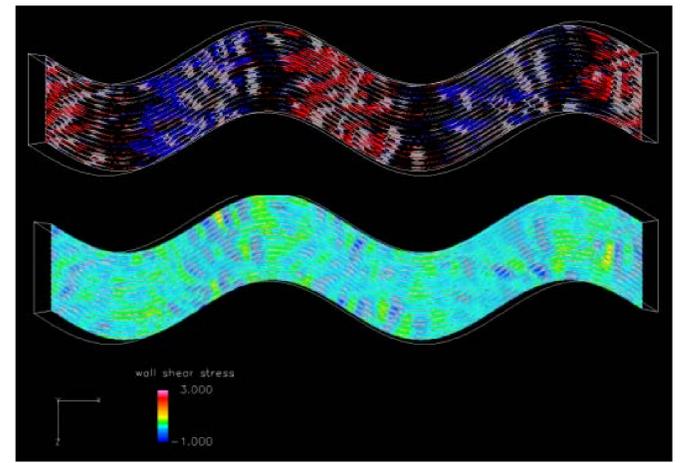


図1-1. 直接数値シミュレーション(DNS)  
(瞬時の縦渦(赤・青)・横渦(グレー)と壁面摩擦)

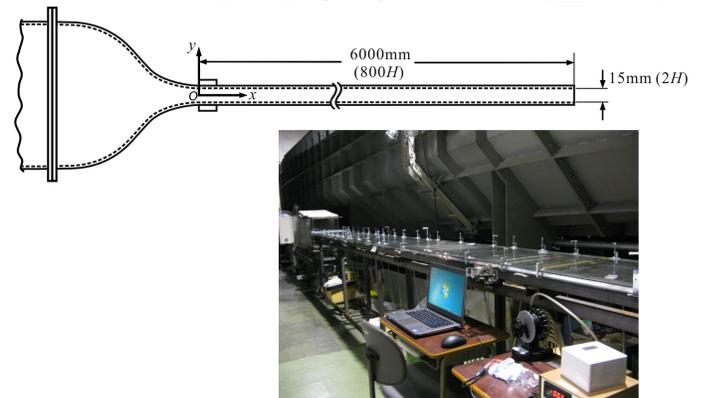


図1-2. チャンネル風洞(首都大学東京殿所有)

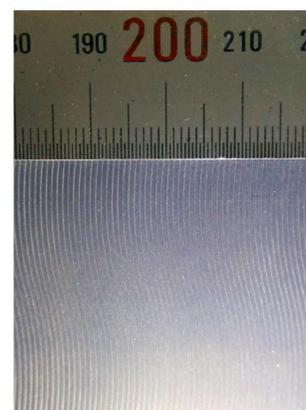


図1-3. 波形リブレットモデル  
(風洞試験供試体表面)

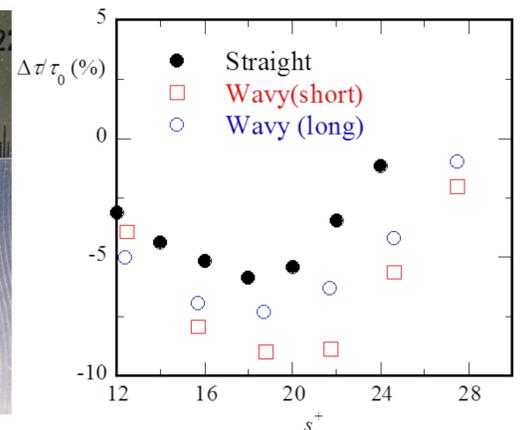


図1-4. リブレット抵抗低減量比較  
(首都大学東京殿風洞試験結果)

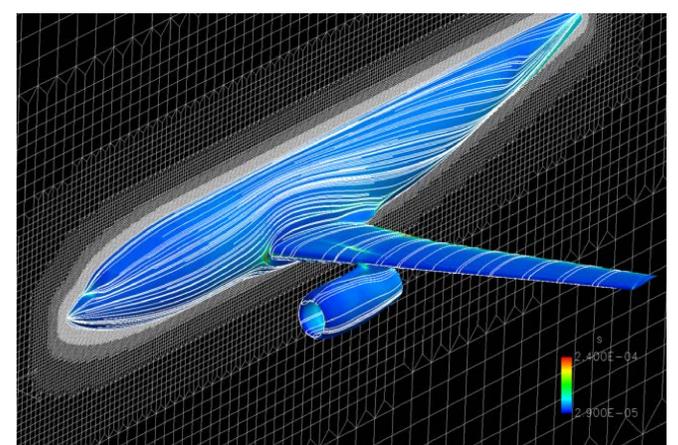


図2-1. 全機シミュレーション例  
(機体表面の色は最適リブレット間隔に対応)



図3-1. UV硬化塗料によるリブレット成形例

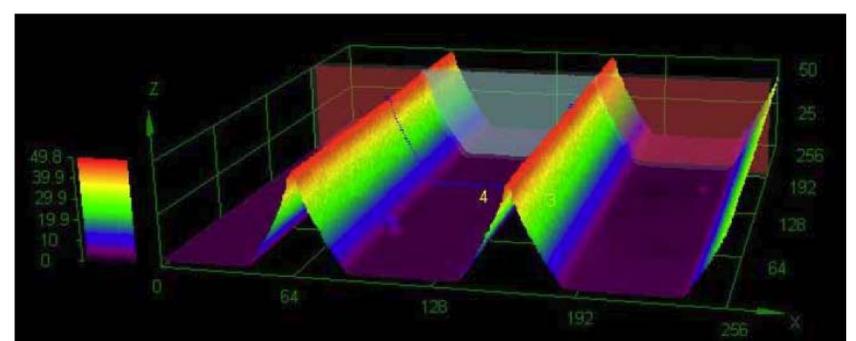


図3-2. リブレット形状精度計測結果