

スポイラで騒音減少？

～ヘリコプタの低騒音化に向けて～

The Characteristics of Aerodynamic Control Using Spoiler

赤坂 剛史
Takeshi AKASAKA

川田工業㈱航空・機械事業部製品開発部
技術開発課

譚 安忠
Anzhong TAN

川田工業㈱航空・機械事業部製品開発部
技術開発課課長

進藤 章二郎
Shojiro SHINDO

川田工業㈱技術開発本部顧問

ヘリコプタは、機体上部にあるブレードを回転させることで上向きの推力を発生させるので、垂直に離着陸することができ、固定翼機のような長い滑走路を必要としません。また、ホバリングをすることで空中停止が可能なることから、これらの利点を生かしたヘリコプタの運航は、国土が狭いために大きな離着陸場を作ることができないわが国にとってとても有意義なことだといえます。近年では、救急医療・救難救助など生活に密着した場所でヘリコプタが利用されるようになってきました。

一方、ヘリコプタには、ブレードの回転により騒音が発生するという問題があります。特に、ヘリコプタが低速で降下するときにブレード自身が吐出した渦が次のブレードと遭遇するときに生じるブレード/渦干渉騒音（BVIノイズ：Blade-Vortex Interaction Noise）については生活環境では不快に感じるマイナス要因であることから、解決しなければならない技術的課題のひとつとなっています。

BVIノイズを軽減するためには、渦との干渉を減らすことが求められており、フラップを稼働させてブレードの循環を制御したり、ブレード端からジェットを吹き出して渦を拡散する等の方法が検討されています。

我々の低騒音化の方法では、スポイラと呼ばれる板状のものをブレード面に対して垂直に出し入れすることでブレードの循環制御を行います。

スポイラがどの程度の高さや取り付け位置ならばどの程度のブレードの循環制御が可能であるかを明らかにするため、まず、2次元翼模型にスポイラを取り付け固定したときの空力特性を風洞実験を通じて取得しましたので、その実験方法と結果について紹介します。

なお、本研究は科学技術庁航空宇宙技術研究所と共同で研究しているものです。



風洞内に設置した2次元翼模型とスポイラの正面の様子

実験の方法

実験は、自社所有の多目的風洞実験室において2次元翼模型上面にスポイラを取り付け、風速を30m/sにして行いました。使用した実験装置は次のとおりです。

(1) 風洞施設

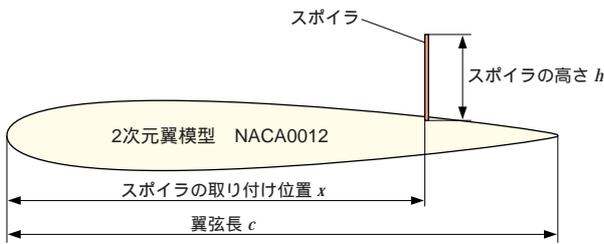
閉鎖型測定部（幅2.0m×高さ2.5m）を使用し、2次元翼模型の両翼端部を3分力天秤に取り付け、スポイラを取り付けた状態で迎角を変化させ、同翼模型に働く揚力・抗力・ピッチングモーメントを計測しました。

(2) 2次元翼模型

NACA0012翼型（対称翼）の2次元翼模型（以後、翼模型）で、両翼端部には翼端板があります。

(3) スポイラ

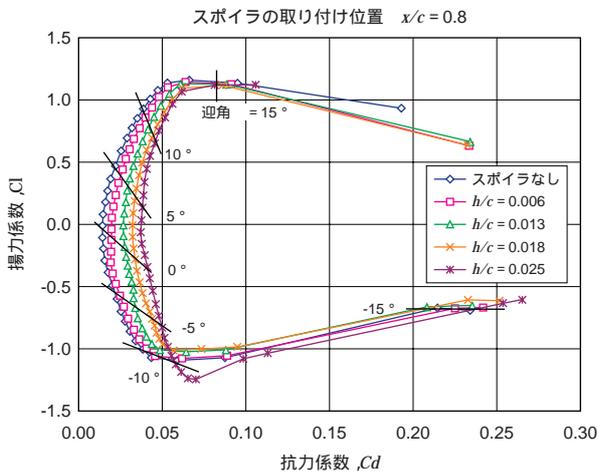
プラスチック製のL字型アングル材を使い、翼幅方向の長さは翼模型の翼幅と同じです。なお、スポイラの高さ h/c （翼弦長 c に対するスポイラの高さ h の割合）と取り付け位置 x/c （翼弦長 c に対する翼模型の前縁からの距離 x の割合）はいろいろ変化させて計測を行いました。



スポイラの高さと取り付け位置

実験でわかったこと

スポイラを翼模型の $x/c = 0.8$ の位置に取り付け迎角を変化させたとき、スポイラの高さ h/c と揚力係数 Cl (揚力を係数化したもの) の関係を見てみましょう。同じ迎角で見ると、スポイラを上に出し、スポイラの高さ h/c が高いほど下向きの揚力が大きく、また抗力係数 Cd の増加が大きいことがわかります。



スポイラ取り付け位置が $x/c = 0.8$ のときの揚力係数 Cl と抗力係数 Cd との関係

なお、翼模型は対称翼なので、迎角が負でスポイラを上に出している状態は、迎角が正でスポイラを下に出している状態と同じことになります。したがって、上図のようなスポイラ取り付け位置 $x/c = 0.8$ のときは、同じ迎角なら上にスポイラを出すよりも下にスポイラを出す方が揚力が大きく変化することがわかります。これはフラップと同様の効果といえます。

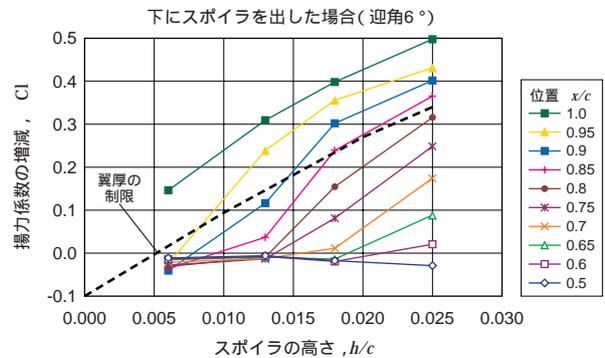
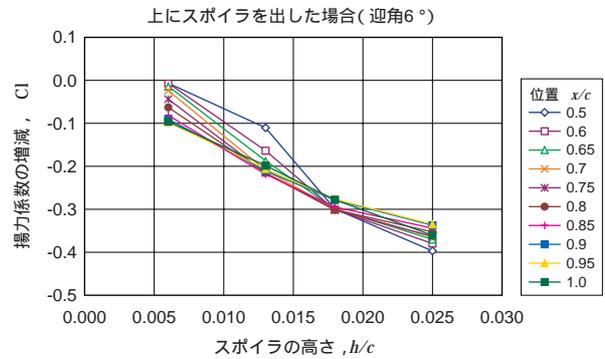
次に、スポイラ取り付け位置について見てみましょう。

ヘリコプタは、通常ブレードの迎角が 6° 前後で飛行していることから、迎角 6° でスポイラを上下に出したときの空力特性を考えることにします。

次の図を見てみると、迎角 6° でスポイラを上に出したときの揚力は、取り付け位置にかかわらず、スポイラの高さ h/c が高いほど下向きに増加しています。

しかし、迎角 6° でスポイラを下に出したときの揚力

は、スポイラ取り付け位置 x/c によって変化の仕方が異なり、スポイラ取り付け位置 x/c が後方になるほど、上向きの揚力が大きく増加しています。この増加量が大いほどブレードの循環制御には有効になるのですが、ブレードには厚みがあるため、翼厚を超える高さのスポイラを使うとブレード内に収納できなくなります。



スポイラ取り付け位置を変えたときの揚力の変化の様子

そこで、ブレード内に収納できる範囲で揚力が最も大きく変化する場合を選べると、スポイラの高さが $h/c = 0.025$ で前縁から $x/c = 0.8$ の位置にスポイラを取り付けることとなり、その結果、揚力係数が 0.3 増加することがわかります。

これからの課題

本実験によって2次元翼にスポイラを取り付けたときの空力特性がわかりました。この特性ならば、音を減らすために局所的に循環制御するだけでなく、ヘリコプタの振動を抑えることにも効果がありそうです。今後は3次元翼に対するスポイラの空力特性を検討し、ヘリコプタへの適用化に向けて研究を進めます。