

ヘリコプタの低騒音化に関する基礎研究をスタート

～翼端からの圧縮空気噴射による翼端渦へおよぼす効果～

Effect of Spanwise Air Jet on the Wing Tip Vortex

進藤 章二郎
Shojiro SHINDO

川田工業㈱技術本部風洞試験室室長

川田 忠裕
Tadahiro KAWADA

川田工業㈱航空事業部次長

原 幸久
Yukihisa HARA

川田工業㈱航空事業部技術開発室

最近になって自動車などの産業界における基本的技術は頂点を極め、今後の技術向上の課題として環境問題、快適性などに注目が集まってきている。そのような状況の中で、航空機産業においても周囲への騒音問題がクローズアップされ、より静かな機体の開発を行っている製造メーカーが多く存在する。わが社においても、ヘリコプタの騒音を低減させるために、さまざまなアイデアを検討中である。その中で、ブレード翼端から発生する翼端渦が後続ブレードと干渉して発生する騒音を低減させるために、翼端から圧縮空気を噴射させ、翼端渦を移動、拡散させるという実験を行った。その結果、翼内圧力、吹出口面積、風速を数種類変化させたうちのいくつかのケースにおいて翼端渦を移動させることに成功した。

実験機器

測定を行った機材の概略図を図1に示す。

① 模型

この実験に用いた模型は、翼型がNACA0015、翼弦0.26(m)、翼幅1.5(m)、アスペクト比5.77であり、一方の翼端に圧縮空気吹出口を備えている。噴出する空気の分布を可変にさせるために、吹出口は取り外し可能になっている。

② ピトー管、多チャンネル差圧計

翼の後流側で、翼端渦の位置における主流方向の全圧と静圧を多チャンネル差圧計にビニールチューブで導入し、動圧を測定するのに用いる。

③ 翼内圧力計

翼内の吹出口付近における圧力を測定し、大気圧との比率から吹出口における噴流速度を算出する。

④ 流量計内圧力計

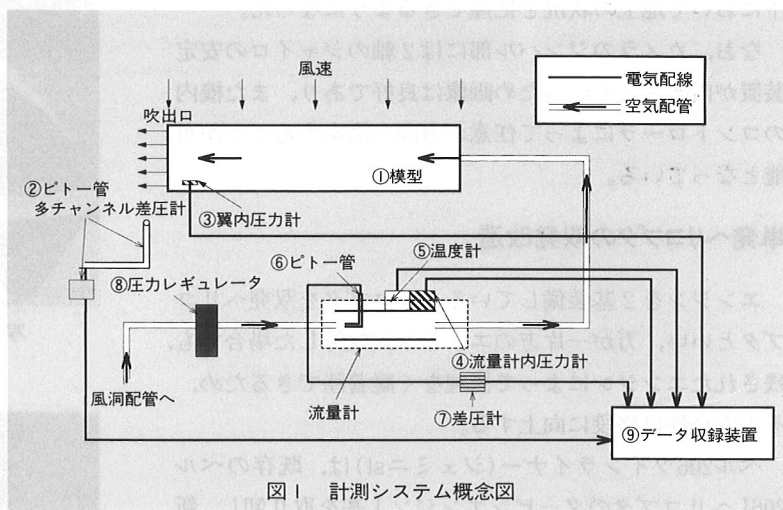


図1 計測システム概念図

流量計内の静圧を測定し、流量の算出に用いる。

⑤ 温度計

流量計内の温度を測定し、流量の算出に用いる。

⑥ ピトー管

流量計内の全圧を測定し、流量の算出に用いる。

⑦ 差圧計

流量計内の動圧を測定し、流量の算出に用いる。

⑧ 圧力レギュレータ

翼内の圧力を調整するのに用いる。

⑨ データ収録装置

各アナログデータを、サンプリング周期0.01(s)、サンプリング数300点で、12bit A/Dコンバータによりデジタル変換して収録する装置。

実験条件

実験を行った風速、翼内圧、吹出口面積の条件を示す。

風速：10.0, 15.0, 20.0 (m/s)

翼内圧：0.05, 0.10, 0.20, 0.30 (kgf/cm²)

吹出口面積：10.6, 10.9, 28.2, 30.5, 30.6, 31.7 (mm²)

風速 $V=10.0$ [m/s]					風速 $V=15.0$ [m/s]					風速 $V=20.0$ [m/s]				
吹出口面積 A_w [mm ²]	翼内圧 P_w [kgf/cm ²]				吹出口面積 A_w [mm ²]	翼内圧 P_w [kgf/cm ²]				吹出口面積 A_w [mm ²]	翼内圧 P_w [kgf/cm ²]			
	0.05	0.10	0.20	0.30		0.05	0.10	0.20	0.30		0.05	0.10	0.20	0.30
10.6	×	△	◎	◎	10.6	—	△	△	△	10.6	—	—	△	△
10.9	×	△ 1	△ 1	△ 1	10.9	—	×	△ 1	△ 1	10.9	—	—	△ 1	△ 1
28.2	×	×	◎	◎	28.2	—	△	△	△	28.2	×	×	×	△
30.5	×	×	◎	◎	30.5	—	—	—	—	30.5	×	△	△	△
30.6	△	◎	◎	◎	30.6	—	△	◎	◎	30.6	△	△	△	◎
31.7	×	△	◎	◎	31.7	—	△	△	◎	31.7	△	△	△	△

◎：渦が大きく移動 △：渦が少し移動 △1：渦が横に移動 ×：渦の移動見られず

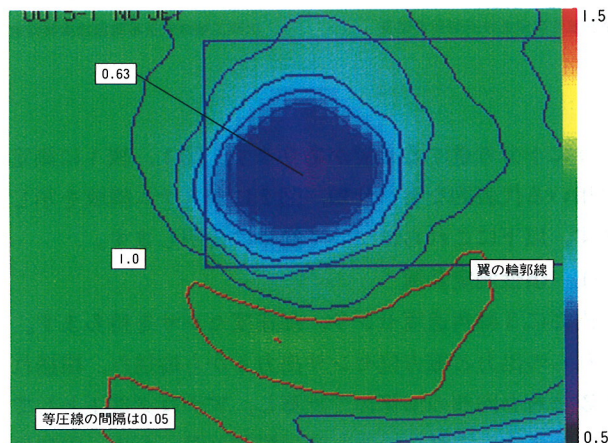


図2 圧縮空気を吹き出さないときの動圧比分布

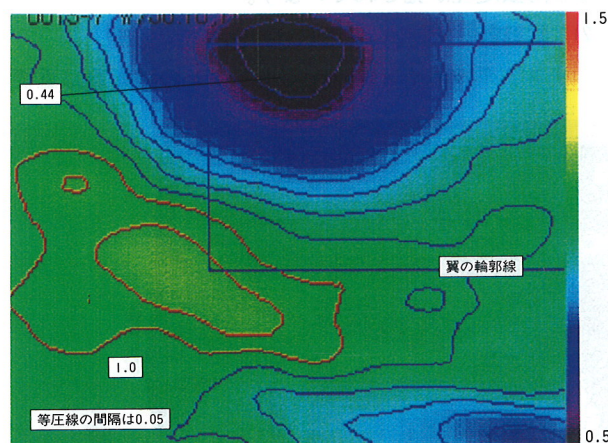


図3 圧縮空気を吹き出したときの動圧比分布
(10 m/s, 0.10 kgf/cm², 31.7 mm²)

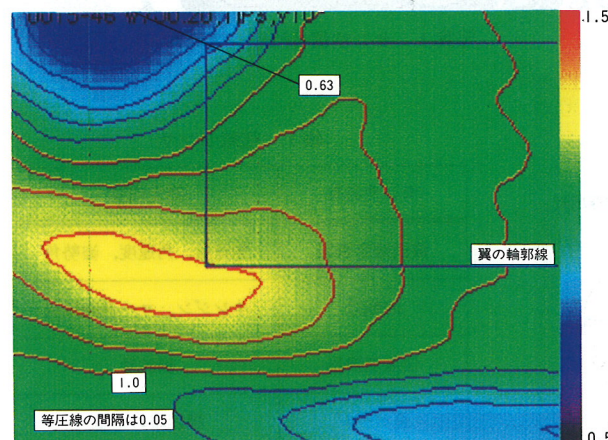


図4 圧縮空気を吹き出したときの動圧比分布
(10 m/s, 0.20 kgf/cm², 31.7 mm²)

データ処理, 研究結果

各条件において測定した翼後流の動圧データを、以下の式を用いて無次元化する。

$$\text{動圧比} = \frac{q_{\text{pitot}}}{1/2\rho v^2} \quad [-] \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで ρ : 大気密度 (kg/m³)

v : 一様流速 (m/s)

q_{pitot} : 翼後流の各位置における動圧 (Pa)

である。翼下流側から見た動圧分布にこの処理を施したものを、図2, 図3, 図4に示す。図2では圧縮空気を吹き出していない。このとき画面中央付近に動圧比の減少が見られる。この欠損と翼端渦の位置を対応づけるために、ボルテックスメータによる試験も行ったが、同じ位置に渦があることが確認できたため、動圧の欠損が渦の位置を現していると仮定した。図3, 4はそれぞれ翼内圧を0.1, 0.2 (kgf/cm²)とし、翼端から圧縮空気を噴射させたときの動圧比分布である。あきらかに翼端渦は移動していることが分かる。

次に、各条件における吹き出しの効果について表1に示す。表から主流風速が低く、翼内圧が高く、吹出口面積が大きいほど有効であることが分かるが、完全に比例しているわけではないように思われる。これらより、翼端からの圧縮空気の噴出は、翼端渦の移動、拡散に大きい効果があることが確認された。移動する際にも、圧力を上げていくと一度翼の内側へ移動してから上方に大きく移動する、上下方向に移動せずに少しずつ外側に移動する等の現象も確認された。現在このデータを用いて、流量係数、翼の吹き下ろし速度等のデータと比較し、各条件における関係を研究中である。また、今回の実験から動圧比分布は吹出口の形状にも影響を受けるということも確認され、今後の課題となった。また、この実験結果をもとに、回転翼への応用として、風洞模型への適用も現在検討中である。

最後に、本研究は、東京大学名誉教授東 昭先生から直接ご指導いただき行われたものであります。ここに記して感謝の意を表します。