

デルタ翼後流の縦渦構造

徳山高専 学生員 ○波多野 慎
 正会員 大成 博文
 正会員 佐賀 孝徳
 正会員 渡辺 勝利

1. はじめに

デルタ翼はもともとドイツで開発された技術で、それが航空機に適用され、今日までにアメリカを中心にめざましい発展が得られている。この翼の特徴は両翼上部に強力かつ安定した縦渦を形成させ、それが揚力向上、安定走行に大きな役割を果たすことにある。このデルタ翼に形成される縦渦について、Blackwelder¹⁾は、凹面での境界層において、小さい振動と振幅を与えることによってスパン方向のせん断力を減少させ、さらに縦渦の崩壊を遅らせることによって抵抗軽減することを指摘している。しかし、境界層厚さとデルタ翼の高さおよび横幅スケールの最適な相互関係などは明らかにされておらず、未解明点も少なくない。

そこで本研究では、まずデルタ翼後流の縦渦に注目し、開水路流れのせん断層内に挿入した場合において、先端角度の違う4種類のデルタ翼について、流れ方向に設置した場合とその逆の場合に形成されるそれぞれの縦渦について検討し、その相違点についての考察を行った。

2. 実験装置および実験方法

実験には、先端角度の違う4種類のデルタ翼を用いた。図-1にその一例を示す。実験水路には、長さ10m、幅60cm、高さ15cm、水路勾配1/1000の開水路を用いた。実験条件は、水深Hを7.5cm、Re数(=UH/ν, U:断面平均流速, H:水深, ν:動粘性係数)を3700に設定した。

水路の上流から5m下流付近の水路中央で3種類の可視化実験を行った。図-2に可視化装置の概略を示す。トレーサーにはフルオレセインナトリウム水溶液(比重1.005)を使用した。照明は、1kwのハロゲンライトをスライドプロジェクターにより挿入した。その際スリット幅は3mmとした。尚、可視化断面の1.8m上流には整流のため、長さ3.2cm、径3mm、幅60cmのハニカムを設置した。

撮影は8mmビデオおよび35mmカメラによって行われた。

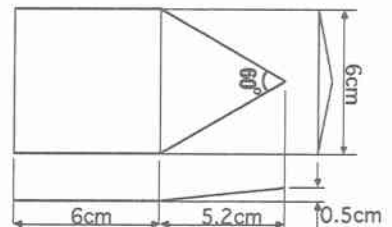


図-1 デルタ翼全体図

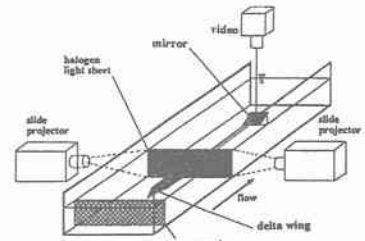


図-2 可視化装置概略図

3. 実験結果と考察

図-3にはPTVによって求められた可視化断面の平均流速分布を示す。Y/H=0.5以上では層流化に近く、それ以下では層流からはずれ、乱流化が開始されている。図-4は、デルタ翼後流の縦渦についての平面視、横断面視の写真を示している。

(a)は流れ方向に設置した場合(CASE A)の平面写真と横断面写真、(b)は流れと逆方向に設置した場合(CASE B)の平面写真と横断面写真を示している。横断面写真はデルタ翼直上での写真である。これらの写真より、CASE Aの場合は縦渦は2

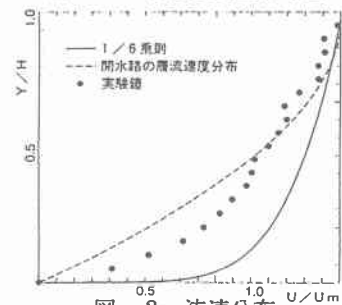


図-3 流速分布

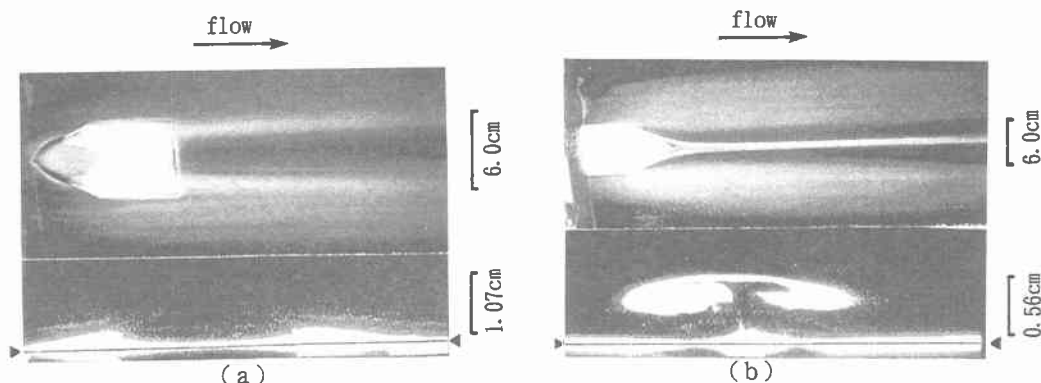


図-4 平面・横断面写真

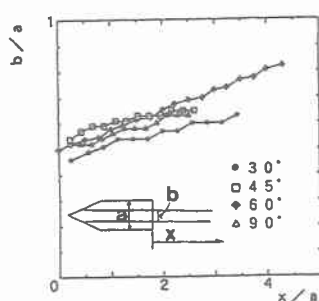


図-5 CASE A

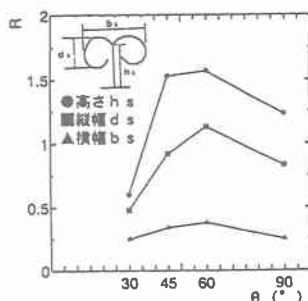


図-6 CASE B(横断面)

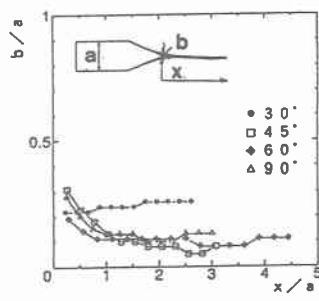


図-7 CASE B(平面)

つ、CASE Bでは縦渦が1つ形成されていることが明らかである。

図-5は、デルタ翼の横幅を a 、デルタ翼の後流に発生する2つの縦渦の間隔を b とした場合、 b/a を流れ方向に比較している。これより、各角度ごとの縦渦間隔の発達率が明らかであり、その発達率が先端角度 45° および 60° の場合に最大となっていることが注目される。

図-6は、CASE Bにおける縦渦の横断面形象のサイズを、 $x=0$ と 30 cm の地点で相対比をとり、デルタ翼の先端角度ごとに示している。この図から縦渦の高さ h_s と縦渦 d_s および横幅 b_s の最大値は 60° の時である。同-7は、デルタ翼後流の縦渦を平面視した場合のその横幅を、流れ方向に比較している。ここでも、その最小値が最も下流方向にあるのが 60° の場合である。

以上より、デルタ翼の先端角度が 60° のときに縦渦が安定して形成されていることが明らかである。

4. 結論

可視化法を用いて、デルタ翼後流の縦渦構造の考察を行った。以下に、本論の主要な結論を示す。

(1) デルタ翼先端が流れ方向に設置された場合に、デルタ翼後流として2つの縦渦が形成される。また、デルタ翼先端が流れに沿って設置された場合には、その後流内に1つの縦渦が形成される。両ケースにおいて、デルタ翼の先端角度が 60° の場合に縦渦が最も長く持続している。

(2) 縦渦の持続は、縦渦の高さ、渦の縦横比に依存する。

参考文献

- 1) Blackwelder, R.F. and D. Liu: Delay of Breakdown of Streamwise Vortices Embedded in a Boundary layer.