

## 渦と翼との干渉

金沢工業大学 正 員 ○中川 武夫  
 金沢工業大学 稲畑 匡亮

## 1. 緒言

渦と翼との干渉は我々の日常生活における主要な騒音発生源の一つである。渦と騒との干渉現象の例としてはヘリコプター、風車、ファン、スクリー等回転羽根を挙げる事ができる。

本研究の主な目的は非定常な渦と翼との干渉機構を明らかにすることである。

## 2. 実験

Fig. 1に実験の概要を示した。実験は西独マックス・プランク流体力学研究所の遷音速風洞を用いて実施した。測定部の大きさは長さ620mm、高さ330mm、そして幅100mmである。一辺の長さ $D=20\text{mm}$ の正方形角柱が渦発生器であり、この角柱の後方中心軸上に翼形(NACA 0018、翼弦長 $C=20\text{mm}$ )を固定した。また、角柱と翼形の中心間距離を $L$ で表わした。

流れをマッハ・ツェンダー干渉計を用いて可視化し、これを1秒間に約7千枚のコマ速度で写真撮影した。この光学的可視化法は流れの中の任意の点における測定部の幅方向に平均された密度の定量的な値を与えるところにその特徴がある。データ解析においては定常かつ等エントロピーの条件下で成立する熱力学的関係を用いて実験によって求められた密度の値を圧力並びに速度に変換した。

本実験の主なパラメータはマッハ数 $M$ およびレイノルズ数 $R_e$ であり、それぞれ $0.153 < M < 0.908$ と $0.702 \times 10^5 < R_e < 0.419 \times 10^5$ の範囲内で変えられた。

## 3. 実験結果および考察

Fig. 2に $M=0.228$ における干渉写真を例示した。図中には角柱の前方よみ点圧力で無次元化した干渉縞5本間隔ごと、並びに渦の中心における圧力を示した。また、主渦と二次渦の無次元渦強度 $\hat{\Gamma}_m$ と $\hat{\Gamma}_s$ の値をそれぞれ示した。ここで、無次元渦強度は渦の循環を翼弦長 $C$ と一様流の速度 $U_\infty$ との積で除したもとのとして定義された。Fig. 2は反時計方向に回転しながら角柱の中心軸よりわずかに下方を進行する主渦によって翼上面に時計方向に回転する二次渦が誘起されている状況を示している。主渦が翼に近づくに従って主渦の無次元渦強度 $\hat{\Gamma}_m$ およびそのスケールは減少するが、二次渦の無次元渦強度 $\hat{\Gamma}_s$ とそのスケールは逆に増加することが明らかとなった。したがって、この間に主渦の強度が二次渦の強度へと徐々に変換されているものと考えられる。しかしながら、主渦が翼前縁付近に達したのちは主渦が下流へ進行するに伴って今まで翼前縁の上面にとどまっていた二次渦が翼上面に沿って時計方向に回転しながら下流方向に移動する。

Fig. 3は $M=0.633$ における角柱から放射された渦と翼との間の干渉過程を示す高速度連続写真を示す。ここで、隣接する写真の時間間隔 $\Delta t$ は $143\mu\text{s}$ である。この写真は $t=1$ において角柱から放射された渦が翼の前縁に衝突し、多くの小さい渦に分裂している状況を示している。また、この写真中には音波並びに衝撃波の前面の位置を示されている。Fig. 3からこれらの音波が上流方向に伝播していることがわかる。ところで、渦が翼の前縁に衝突し分裂する際に渦はそのエネルギーを失わない他の形態のエネルギーに変換されるものと考えられるが、渦の衝突と音波の発生との一対一の対応関係から渦のエネルギーの一部が音波のエネルギーに変換された結果として音波が発生したのちと考えるのが自然である。

本研究を通して渦と翼との干渉過程においては渦のエネルギーは翼面上の二次渦の誘起、音波の発生、粘性消散という過程を経て変換され、消費されていくことが明らかとなった。

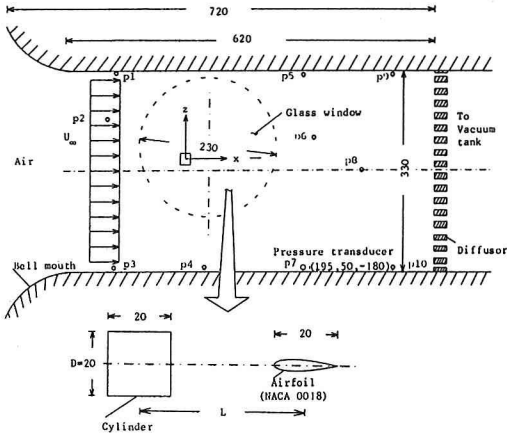


Fig.1 Schematic diagram of the experiment(units:mm).

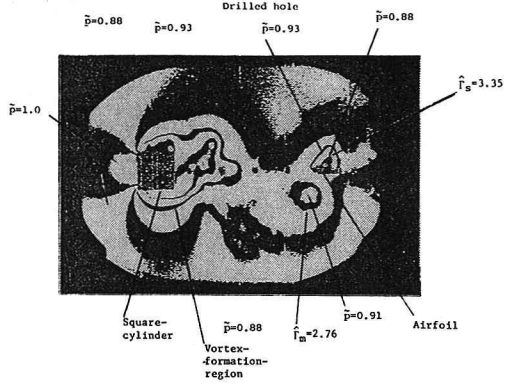


Fig.2 An interferogram visualizing the flow around the square cylinder and the airfoil arranged in tandem at Mach number  $M=0.228$ .  
 $U_\infty=77.6$  m/s,  $Re=1.06 \times 10^5$ ,  $St=0.126$ ,  $L/D=4.625$ .

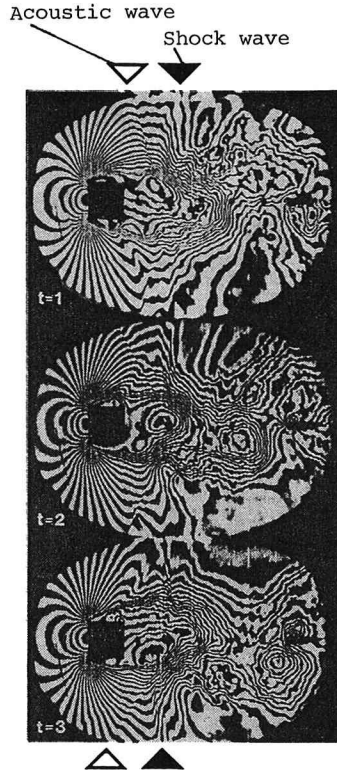


Fig.3. High-speed flow visualization of interaction process between the shed vortex from the square cylinder and the airfoil at Mach number  $M=0.633$ .  
 $\Delta t=143 \mu s$ ,  $U_\infty=216.6$  m/s,  $Re=2.91 \times 10^5$ ,  
 $St=0.134$ ,  $L/D=5.5$ .