

単一角柱まわりの流れの可視化

福山大学工学部 正会員 梅田眞三郎
 福山大学大学院 学生員○神原 英知
 (株)神崎組 白井 正徳

1. まえがき

本研究では、単一物体まわりの流れの乱れと渦の可視化に関する基礎的研究として、菱形角柱の代表長さ w に対する管路水深 d の比であるアスペクト比 d/w の違いによる単一菱形角柱まわりの流れの変化を可視化した。

2. 実験方法

実験装置の概要をFig.1に示す。今回は、角柱を正方形の菱形角柱とし、流れの横断方向の角柱幅 w が6mmと60mmを選んだ。アスペクト比 d/w は、10倍と1倍で、ここでそれらをType AとType Bとする。上流側水槽水位 H_u と下流側の逆L字型助走管路末端の穴の数を変えることで角柱まわりの流れを変化させた。その場合の Re 数は、下流端流量 Q を断面積 $A=b \times d=18 \times 6=108 \text{ cm}^2$ で割った平均流速 U_0 を代表流速とし、角柱幅 w を代表長さとして $Re=U_0 \cdot w/\nu$ より求めた。角柱及び管路は流れの可視化のために透明アクリル板で製作した。角柱に底から小さな穴をあけ、角柱の上流側の2辺の中央位置に連結する形で小さな穴をあけて染料の注入方法を工夫した。流れの可視化にあたっては、蛍光染料による注入トレーサ法を用いてレーザシート光の投入による流線の可視化を行った。可視化は上方と側方以外に、角柱背後にレーザ光を照射し、その断面を下流側の前方からも可視化した。

3. 実験結果と考察

上方、側方及び前方から可視化を行った結果の数例をPhoto.1～3に示す。前方からの写真撮影断面位置は、角柱の代表長さ w を考慮して3断面を選んだが、今回は紙面の都合で最下流側のみを示している。それらの図名に示す x は角柱中心からの距離である。

まず、アスペクト比が10倍の小さい角柱の場合の結果については、Photo.1に示すように Re 数が非常に小さい場合には、上方及び側方からみた流線はほとんど直線的に流れ、注入された染料による流線は、角柱前面から後面へほとんど真直ぐにまわり込み、(c)に示す写真撮影での最下流断面でもその変化が小さくなっている。さらに Re 数を上げていくと、Photo.2に示すようにカルマン渦列振動が顕著にあらわれ始め、側方及び前方結果での流線の変化も大きくなっている。

次に、アスペクト比を1倍にした結果では、Photo.3(a)に示す $Re=160$ の場合の角柱背後に双子型の渦の形成がみられる。(b)の側方からの結果をみると、上流側へ逆流する形の流況を示している。(c)に示す前方からの結果では、角柱背後にまわり込んだ流線が左右でつながった形を示し、また前述の小さい角柱に比べ、上下方向に広がった変化も示す複雑なものとなっている。三方向からの流況を同時に考察してみると、角柱の前面からの左右の流線は、角柱の後流域の下流側へ流れた後に中央部分を経由して逆流し、角柱のすぐ背後でわずかに旋回し、再び下流へ流れていると思われる。すなわち、角柱背後の流れがはっきりとした三次元流れとなっていると思われる。 Re 数をさらに増加させると大変複雑

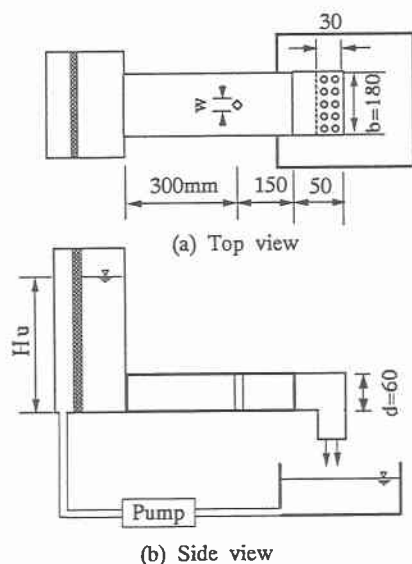
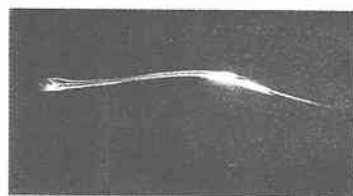


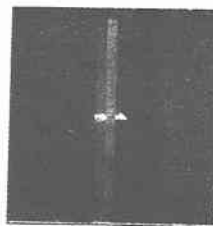
Fig.1 Schematic of experimental setup



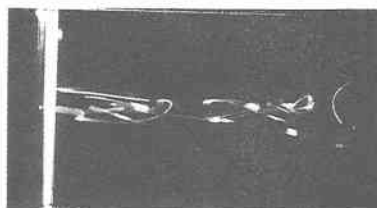
(a) Top view



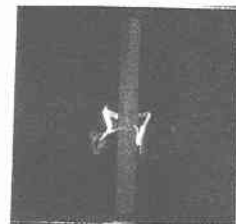
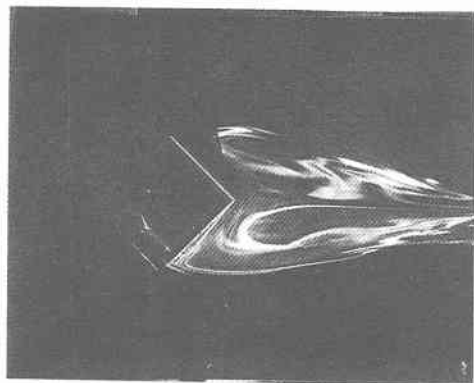
(b) Side view

(c) Front view ($x=18\text{mm}$)Photo.1 Flow pattern behind cylinder for Type A ($w=6\text{mm}$, $Re=20$)

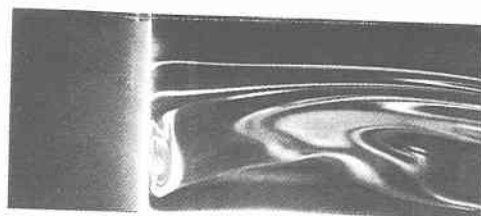
(a) Top view



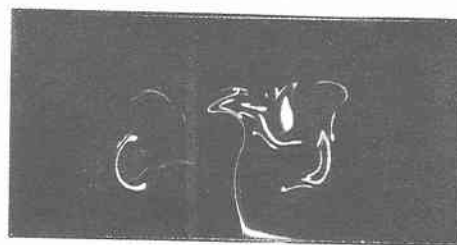
(b) Side view

(c) Front view ($x=18\text{mm}$)Photo.2 Flow pattern behind cylinder for Type A ($w=6\text{mm}$, $Re=50$)

(a) Top view



(b) Side view

(c) Front view ($x=90\text{mm}$)Photo.3 Flow pattern behind cylinder for Type B ($w=60\text{mm}$, $Re=160$)

な流動を示し、しかもその動きが非定常になっている。紙面の都合で発表時に写真を示してその説明を行う。

4. 結論

蛍光染料による注入トレーサ法を用いて単一菱形角柱背後の流れを調べた結果、アスペクト比が大きく、 Re 数が小さい場合には、角柱背後の流れにはわずかながら二次元性がみられるが、 Re 数が大きくなるにつれて、またはアスペクト比が小さい場合には完全に三次元流れとなっていることが明らかとなった。