

福山大学大学院 学生員 神原 英知
福山大学工学部 正会員 梅田眞三郎

1. まえがき

流れの三次元性を検討するにあたっては、乱れの発生と渦構造との関係に着目することが重要と思われるので、本研究では菱形を研究対象物体に選び、その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を試みた。今回は、菱形成柱の代表長さ w に対する管路水深 d の比であるアスペクト比 d/w を変化させた場合の単一菱形成柱まわりの流れに関して注入トレーサ法を用いた流線の可視化や二次元レーザ流速計(LDV)を用いて流速及びその変動の計測を行い、角柱背後の乱れ特性の解明を試みた。

2. 実験方法

実験装置の概要をFig.1に示す。今回は、正方形の菱形成柱とし、流れの横断方向の角柱幅 w が6mmと60mmの2種類の角柱を選んだ。この幅に対する管路水深比であるアスペクト比 d/w は、10倍と1倍であり、ここでそれらをType AとType Bと名づける。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調節することによって角柱まわりの流れを変化させた。その場合のRe数については、下流端流量 Q を管路断面積で割って得られる平均流速 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Re数を求めた。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。また、LDVにより角柱前後の種々の断面や測定点にて平均流速及びその変動成分を計測した。紙面の都合で流れの横断方向の鉛直断面での結果のみを示す。

3. 実験結果と考察

蛍光染料による注入トレーサ法を用いて角柱まわりの流れの前方から可視化を行った結果の二例をPhoto.1と2に示す。図名に示す x は角柱中心からの距離である。その他の上方や側方からの可視化写真は発表時に示す。

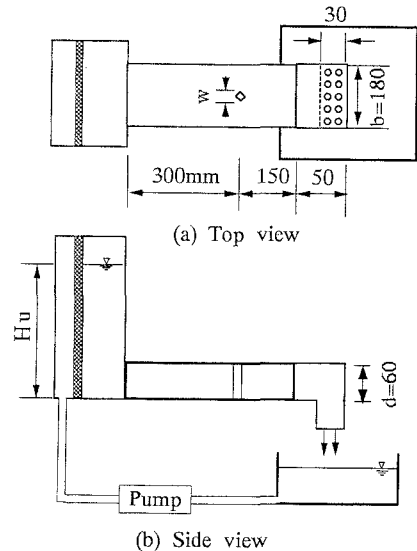


Fig.1 Schematic of experimental setup

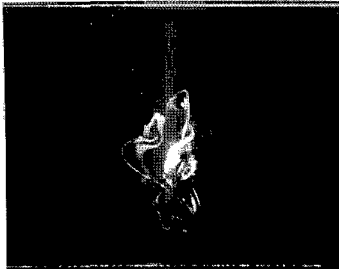


Photo.1 Flow pattern behind cylinder at front view for Type A ($w=6\text{mm}$, $Re=120$, $x=18\text{mm}$)



Photo.2 Flow pattern behind cylinder at front view for Type B ($w=60\text{mm}$, $Re=460$, $x=90\text{mm}$)

キーワード：菱形成柱, 流れの三次元性, 渦構造, 注入トレーサ法

連絡先：〒729-0292 福山市学園町一番地三蔵 福山大学, Tel.0849-36-2111, Fax.0849-36-2023

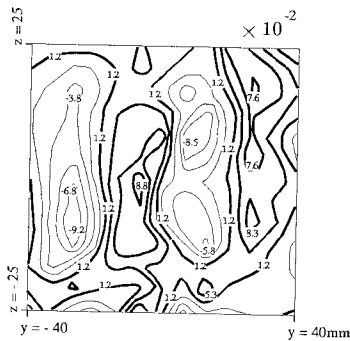


Fig.2 Iso-Reynolds Stress distribution
for Type A ($Re=80$, $x=18mm$)

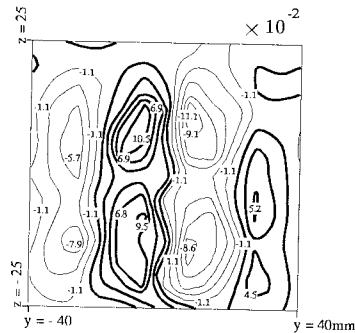


Fig.3 Iso-Reynolds Stress distribution
for Type A ($Re=120$, $x=18mm$)

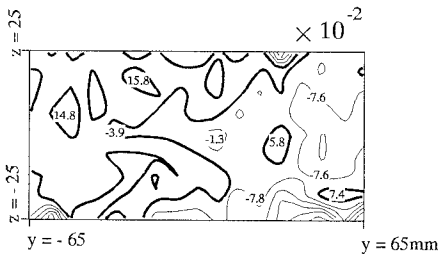


Fig.4 Iso-Reynolds Stress distribution
for Type B ($Re=460$, $x=120mm$)

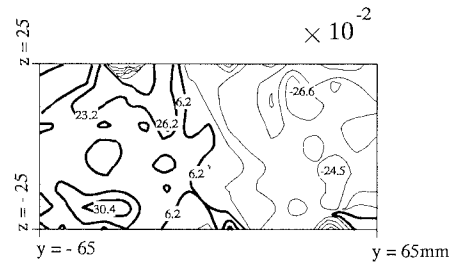


Fig.5 Iso-Reynolds Stress distribution for Type B ($Re=800$, $x=120mm$)

Photo.1に示すように、Type Aの場合の結果については、左右の対になったカルマン渦の旋回が大きくなり、しかも流れ方向に向かって左右や上下への振動も大きくなっている。一方、Type Bでは、 $Re=460$ の場合のPhoto.2に示すように、大変複雑な流動を示すようになった。上方からの結果における左右のせん断層付近、側方及び前方での流線などが示す流動結果に関しては、いずれの写真でも渦の形成がみられる三次元流れとなり、しかもその動きが非定常となっている。

LDVによる流速測定結果から流れの横断方向の鉛直断面での流速変動の u' と v' によるReynolds stress $\overline{u'v'}/U_0^2$ の等レイノルズ応力分布を求めた結果の数例をFig.2～5に示す。いずれのRe数においても、それぞれの断面でのReynolds stressの正と負の値の分布状況、すなわちコンターの盛り上がり方が断面ごとに変化している。またそれらのコンターは、Type AではいずれのRe数でも上・下方向に延びた形を示している。Type BではRe数の違いで異なり、Re数の大きい場合では左右にReynolds stress の値がはっきりと分かれた形を示している。

結局、流れの横断方向の鉛直断面での流速変動の結果では、角柱の大きさ及びRe数によってそれらの流速変動分布が異なることが明らかとなった。

4. 結論

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の違いによる流れの変化を注入トレーサ法及び LDV による流速測定から明らかにすることができた。それぞれの要点をまとめると以下のとおりである。

(1) 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。

(2) アスペクト比が小さい場合には、角柱だけでなく左右の水路側壁の影響も受け、Re数が大きくなくても乱れなどの変動が顕著にあらわれる場合がある。