

隅角部の二次流の制御に関する実験的研究

京都大学工学部 正員 稱津家久
群馬大学工学部 正員 畠永晃宏
大阪府 正員 若井 健

1. まえがき

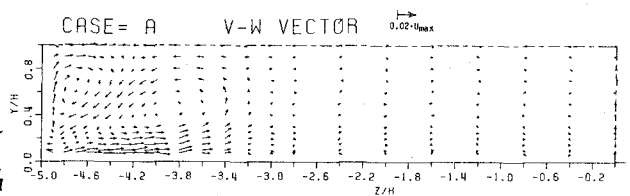
開水路流における最大流速点の降下と非円形ダクト流における等値線の屈曲は、前世紀から多くの流体力学者により、興味を示されてきた。河川工学においても現在、河床変動、土砂輸送プロセスの解明が一つの問題となっているが、河川の流は三次元的であることを考えると、これらの現象に果たす二次流の役割は非常に大きいものがある。ここでは、隅角部付近の路床に稜型突起を設置し、その二次流構造へ及ぼす影響について調べた。

2. 実験装置と方法

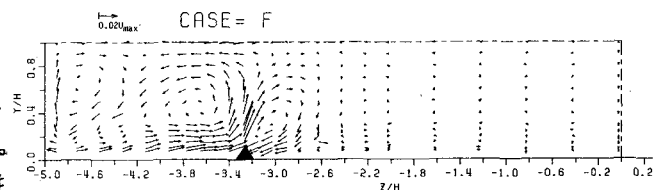
実験は風洞を用いて行われた。風洞のダクトは長さ6m、幅40cm、高さ8cmで計測断面は上流端から5mの位置に設けた。実験は、路床に何も設置しない時をCase Aとし、側壁から7cm離れた位置の路床に斜辺7mm、高さ3.5mmの直角二等辺三角形断面の稜型突起を上下左右対称となるように設置した時をCase F、側壁から2.6cmの位置に同様に突起を設置した場合をCase Gとした。Case Fでは、隅角部の二次流の底面側の渦の上昇部に突起を設置しており、これは隅角部の二次流を促進する位置に対応し、またCase Gでは、隅角部の二次流の下降流の大きさが最も強くなる場所に突起を設置しており、これは隅角部の二次流を抑制する位置に対応している。流れの条件は、各ケースとも最大流速 U_{max} を約7m/sに一致させ、二成分定温度式ホットワイヤ流速計を用いて $(\bar{u}, \bar{v})$ 、 $(\bar{u}, \bar{w})$ の瞬間流速ペアを計測した。

3. 実験結果とその考察

(図-1(a),(b),(c))に、Case A, F, Gの二次流の平均流速 (V, W) のベクトル図を示す。Case Aでは隅角部へ向かう二次流が明確に認められる。以後、隅角部角の二等分線より上側の渦を側壁渦、下側の渦を底面渦とよぶことにすると、底面渦の及び範囲にはおのずと限りがあるようであり、側壁から2H以上離れた領域は二次元領域とみなすことができる。また顕著な渦はこの二つのみで他には縦渦列のような渦群は見られない。Case Fでは、突起部より強い上昇流が誘起され



(図-1(a) 二次流ベクトル図 (Case A))



(図-1(b) 二次流ベクトル図 (Case F))

Case Aと比べて側壁渦の大きさも若干大
きくなっている。また突起より中央断面
側にも渦ができており、この新しくで
きた渦と対をなす渦は誘起されない。

Case Gでの大きな特徴は側壁渦が消失し
ていることで、ここに突起の中央断面側
には、その反対側の渦と同じ向きの大ま
く弱い渦ができており、この突起の設置に
よって、流れのパターンがCase A, Fと、全く
変わり、しまったといえよう。

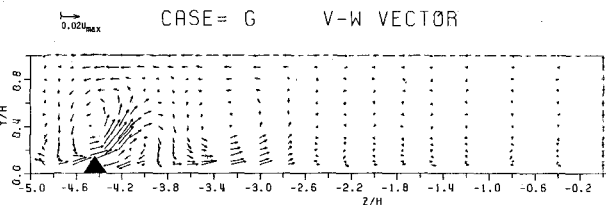
(図-2)に摩擦速度 U_τ の横断方向分布を示
す。Case Aでは底面渦の上昇部で分布に
“くぼみ”ができており、この“くぼみ”はCase
Fで非常に顕著になり、この付近でせん断応力
が減少することがよくわかる。Case Gでは、側
壁部の値は他と比べてかなり小さくなっており、
また上昇流に対応する“くぼみ”は、 Z/H =-3.0付
近に移動し、そのすぐ左に生じる弱いピークは
突起の右側に生じている小さい渦の下降部に対
応している。

(図-3(a)(b))に、Case F, Gのレイノルズ応力
 $-\overline{uv}$ の鉛直方向分布を示す。Case Fでは底面渦
の上昇部で直線分布より上にずれる傾向がある。
また側壁付近では負となる領域が現れ、複雑な
乱れの構造を示すようになる。Case Gでは、突
起付近で上にずれる傾向はCase A, Fと同じであ
るが、隅角部付近での下へのずれは小さく、 $-\overline{uv}$
<0となる領域は現れない。この分布形は縦渦
列のある流れの分布形とよく一致しており、隅
角部の影響が消失しているものと考えられる。

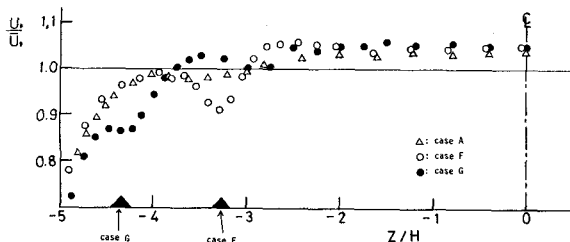
4. あとがき

以上のように、隅角部付近の路床に稜型突起を設置した場合、突起に起因する二次流が
大きな影響を及ぼし、その位置によっては隅角部本来の二次流構造を変化させ、さらに隅
角部領域の流れの構造を大きく変化させることが示された。この相互関係は突起の形状や
大きさなどによって決まると考えられるが、この点については今後の課題である。なお
本研究は文部省科学研究費特定研究(代表者 篁源亮)の補助を受けた。

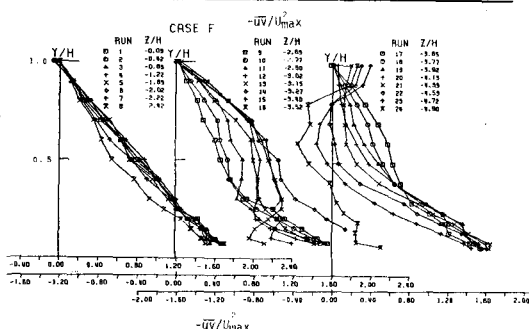
<参考文献> 1) Müller, A : 2-nd. Int. Symp. on Stochastic Hydraulics, No. 3, pp.47~68 (1977)



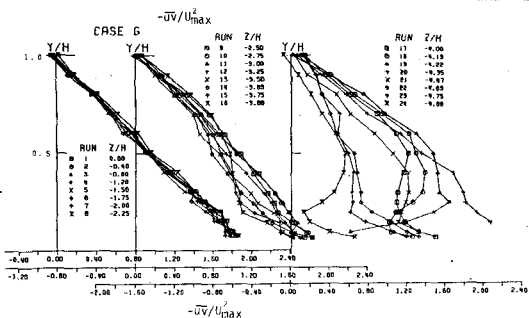
(図-1(c), 二次流ベクトル図 (Case G))



(図-2, 摩擦速度 U_τ の横断方向分布)



(図-3(a), $-\overline{uv}$ の鉛直方向分布 (Case F))



(図-3(b), $-\overline{uv}$ の鉛直方向分布 (Case G))