

II-212

堤防小段の水理機能に関する実験的研究

早稲田大学 大学院 学生会員 小池 裕之
 早稲田大学 大学院 学生会員 長谷部進一
 早稲田大学 理工学部 正会員 吉川 秀夫

1、はじめに

小段をもつ実河川では、洪水時に小段にも水が流れ複断面形状の流れを形成し、低水路上と高水敷(小段)上の流れが相互に作用しあい、単断面流れに比べかなり複雑な様相を呈するにもかかわらず、その小段の水理機能を考慮せずに採用されているのが現状である。従って、本研究は台形複断面流れの水理特性を解明する基礎として、内部構造を実験的に明らかにし、検討するものである。

2、実験の概要

実験は図1のような断面をもつ、全長10mの片側アクリル製、片側耐水ラワン材製の風胴を使用した。流れが左右対象であることを確認した上でアクリル製の半断面のみを測定している。流速はX型ホットフィルム流速計を用い、サンプリング周波数50Hzで一測点につき1000個のデータを得た。また、せん断力は、プレストンの方法を用いて、底面、壁面のせん断力を測定した。

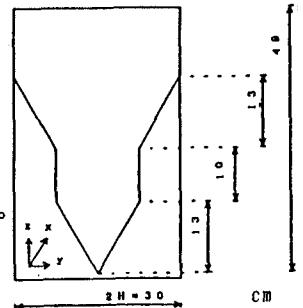


図1 風胴断面図

3、実験結果とその考察

一連の実験を流速を変えて($U_{max} = 5, 10, 25 \text{ m/s}$)、行ったがさほどの変化はみられなかったの、今回は $U_{max} = 10 \text{ m/s}$ の実験結果のみを提示する。

(1)二次流

図2は、二次流ベクトル図を示したものである。今回のような複断面の場合も接合部付近で鉛直上向きの強い上昇流が存在する。これは、複断面特有の二次流構造を形成し、変化は見られないが、上昇流の大きさは、主流速の2~3%とさほど大きくはなっていない。ただし、低水路側の渦が非常に大きくなり低水路下部の渦が表れずに台形低水路の場合の傾斜側壁にそう強い下降流が存在しなくなっている。これは、低水路の幅が狭いため接合部の強い上昇流に誘起された渦が、他の渦の発達を抑制したためであると考えられる。

(2)乱れ強度

乱れ強度($=\sqrt{u'^2+v'^2+w'^2}$)の等値線を図3に示す。等値線の形は、主流速のものと同様であり、二次流に対応したものになっている。矩形複断面の結果と比べ、等値線のつきだしはあまり顕著ではない。また、そのつきだしが接合部よりも高水敷側へと移ってゆき、低水路側の影響が高水敷側へ入りこんでゆくことがわかる。

(3)平均主流速

図4に平均主流速の等値線を示す。全体としては接合部付近が減速され、高水敷上、低水路上で加速され、低水路側壁上中心面が減速されている。このような特徴は二次流構造とよく対応している。

(4)レイノルズ応力

レイノルズ応力 $-\overline{uv}$ および $-\overline{uw}$ の等値線をそれぞれ図5、図6に示す。 $-\overline{uv}$ は低水路側に負の領域が現れ、接合部より高水敷側に入ったところで極大となる領域が存在する。つまり、 $\partial v / \partial y$ とよい相関をなしていることがわかる。また、 $-\overline{uw}$ では、高水敷上に負の領域が現れ接合部より低水路側で極大を示す。これらの分布もまた、 $\partial v / \partial z$ とよい相関をなしていることがわかる。

(5)せん断応力

図7にせん断応力の分布をのせておく。高水敷側壁は台形断面のものとよく似た分布となり、高水敷低面では、接合部に向けてわずかながら増加し先端で極大値を示す。これは先述したとおり、かなり低水路の影響が高水敷内部へと及んでいるためと考えられる。また、低水路側壁では、ほぼ一様に分布し接合部で減少

する。これは今本らの台形低水路での結果と異なってくるが、今回のような低水路の二次流構造ならば、ほぼ妥当な結果と考えられる。次に、比較のために図8にGhoshらの台形断面の結果も示す。今回の結果では、低水路底面の状況はよくわからないが、複断面の側壁と合わせて台形断面の側壁の分布を比べると、先に述べたとうり、低水路側壁で一様分布するのに対し、台形断面では水深の1/3程度の位置でピークをとる。これは、両者の二次流構造によく一致しているのがわかる。

4、おわりに

1ケースではあるが台形複断面の二次流構造と、他の複断面との違いが明らかになった。しかし、この二次流構造の要因は、まだ未解決である。また、せん断応力の分布及び内部構造より、護岸を施す際かなり有利な面が存在するのではないかと考えられる。以上のことをふまえた上で、今後は、傾斜の度合、水深、低水路幅等を変化させて台形複断面の効果を考えてみたい。

参考文献

- 1) S. N. Ghosh, N. Roy : Proc. ASCE, Vol196, HY4, 1970
- 2) 今本・久下 : 京大防災研究所年報第17号B, 1974
- 3) 今本・石垣・木下 : 複断面流れの水理特性について(2), 京大防災研究所年報第27号B-2, 1984
- 4) 富永・江崎・中村 : 複断面開水路の三次元乱流構造, 第42回年次学術講演会概要集, 1987
- 5) 森上・岡田・富永 : 複断面開水路の乱流構造について, 第43回年次学術講演会概要集, 1988

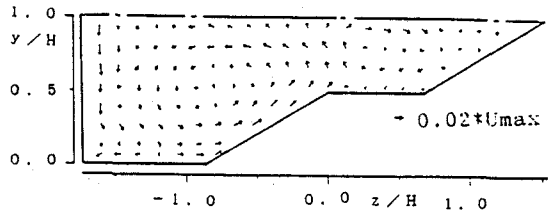


図2 二次流ベクトル図

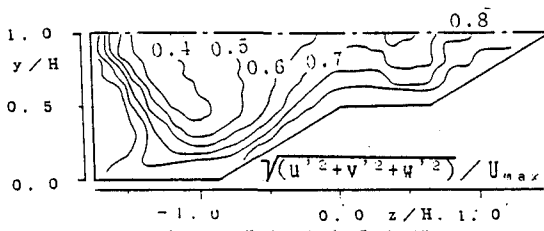


図3 乱れ強度分布図

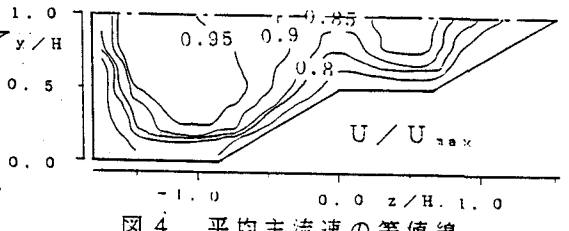


図4 平均主流速の等値線

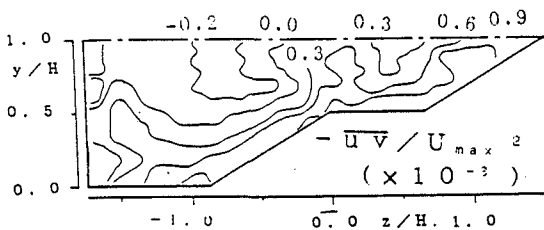


図5 レイノルズ応力 -uv の等値線

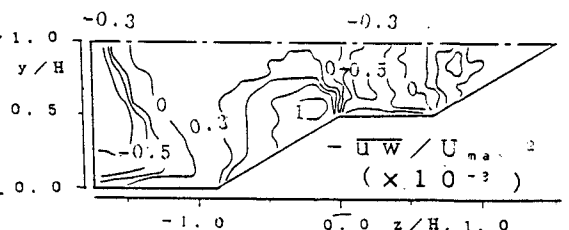


図6 レイノルズ応力 -uw の等値線

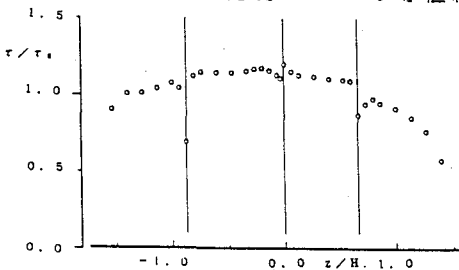


図7 せん断応力分布図(台形複断面)

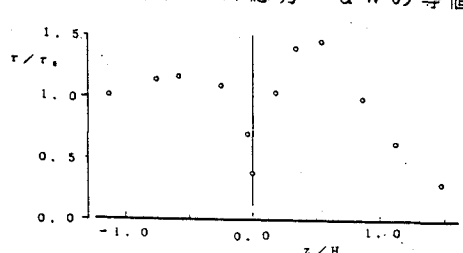


図8 せん断応力分布図(台形断面)