

(Ⅱ - 2) 河岸付近における橋脚周辺の局所洗掘に及ぼす並列らせん流の影響

宇都宮大学工学部 学生員 坂入 芳昭

宇都宮大学工学部 正員 須賀 堯三

宇都宮大学工学部 正員 池田 裕一

1. はじめに

橋脚の被災状況の実例では、河川中央よりも河岸付近のほうが局所洗掘の度合いが大きい傾向にあり、それは護岸災害とも密接に結び付いており、そのメカニズムを解明するのは重要な問題である。しかし、橋脚周辺の局所洗掘に関する一連の研究では一様流中に限っており、側壁の影響や並列らせん流などの三次元的流れで検討しているのは殆ど見られない。そこで、本研究では三次元的な流れのパターンを限定し、そのパターンを気泡流により強調する実験¹⁾を行い、特に河岸付近において橋脚周辺の流れ場に与える効果及び局所洗掘への影響について検討することを目的とした。

2. 実験装置及び方法

実験水路は、長さ4m幅68cmのアクリル製水路であり水理条件は、勾配1/1000流量12.16l/s水深(h)8.5cmとした。アスペクト比は8.0である。流速は2成分電磁流速計を用いて計測し、1測点当りサンプリング間隔20msで20~30秒平均されAD変換されたものである。気泡流を発生させる装置として、エアーポンプに接続した直径5mmのビニールチューブを用い、水路床にFig.1のように6本敷きそれぞれ1本当り5cm間隔で開けた径1mmの小孔から空気を平均0.8cm³/sで散気した。また、Pierとして外径5cmのアクリル円柱パイプを用いた。

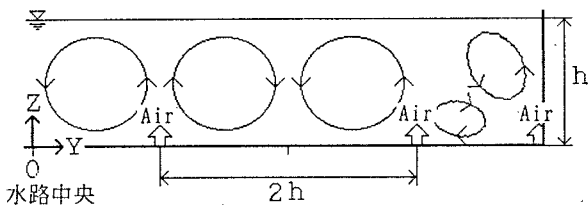


Fig.1 チューブの設置位置と流れのパターンの模式図

3. 実験結果及び考察

チューブ端より下流に60cmにおける主流速 U の横断方向(y 軸)の流速分布を計測位置 z を5通り変化させてFig.2に示す。水路横断方向には波状分布になっており、その分布はFig.1のチューブの位置に対応して低速部、その中間に高速部が並んでおりその差は平均流速の2割前後の値を示す。この高速部及び低速部の鉛直方向流速分布をFig.3に示す。これらより、チューブからの散気により低速部で上昇流、高速部で下降流が形成されているのが予想され²⁾、その妥当性はFig.4に示す2次流(v, w)ベクトル図により確認する事ができる。また、この図において2次流の平均流速の絶対値は U_{max} の約4%最大で約6%となっている。

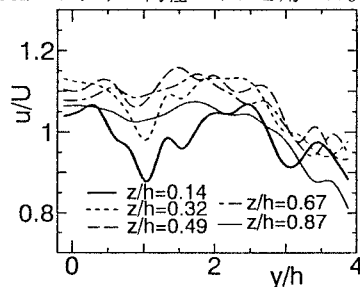


Fig.2 主流速横断方向分布

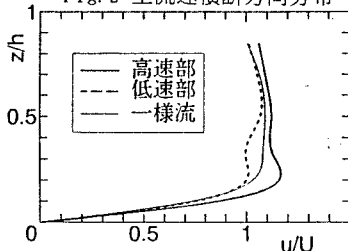


Fig.3 鉛直方向主流速分布

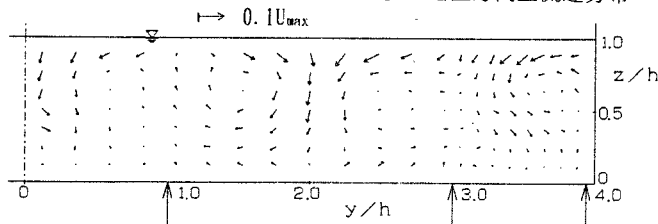


Fig.4 2次流(v, w)のベクトル表示

円柱を設置することによって、円柱前面で鉛直下方に円柱に沿う下降流と左右に分かれる流れが発生し、前者は河床で馬蹄渦、後者は円柱側面で流れの集中を呈し、これらの要因により局所洗掘が起こる³⁾。

ここではまず、円柱側面での流れの集中に着目し、各円柱設置位置での円柱側面の主流速のピークを水路中央側と側壁側についてプロットしたのが図5, 6である。設置位置は $y/h=0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5$ とした。主流速の波状分布に対応してピークも変化しており、上流からの主流速の大小为円柱側部の流れの集中の強さの大小に密接に関連している。しかし、側壁付近($y/h=3.0$)の側壁側のピークは上にシフトしており側壁との狭さによるものと考えられる。Fig. 5とFig. 6を比べると下降流域で鉛直平均よりも底面付近($z/h=0.2$)のほうがピークが大きい値を示す傾向がある。これは、下降流により高速部が底面付近まで沈みこんだものである。

円柱上流に細砂をまくと馬蹄渦の逆流と左右の流れの集中により、砂が排除される。この排除領域は、実際の洗掘範囲を模擬的に表したのと考えられ、また洗掘範囲は洗掘深とほぼ相似性があることが知られているので、この排除領域が洗掘の大きさをを知るための指針となると思われる。

そこで、各設置位置での細砂の排除領域についてFig. 7に示す点での大きさ x を円柱径 D で無次元化したものをFig. 8に示す。円柱前面(0°)では主流速の大きさに排除領域も対応しているが、 $60^\circ, 90^\circ$ と流下していくにつれてその大きさも大きくなっていき、円柱左右の大きさのずれは前に示したFig. 6の流速のピークのずれとほぼ対応している。また、側壁付近($y/h=3.5$)においては水路中央側での排除領域が $60^\circ, 90^\circ$ 共に流速に比べ大きい値を示しているのが特徴的である。これらの現象は興味深く、今後の課題としていきたい。

4. おわりに

今回の実験は、三次元的流れの一つのパターンにおいて円柱が存在するときの円柱周りの流況にどのような効果をもたらすかを検討した。円柱側部の流れの集中及び細砂の排除領域の変化は上流からの主流速の波状分布に対応しており、特に、高速の下降流域においてはその変化が大きく局所洗掘に対して効果が大きい傾向があることが分かった。また、側壁付近においては明らかに他と異なった傾向がみられ今後の移動床による実験によりその特性及びメカニズムを解明していきたい。

<参考文献>

- 1) 田島, 須賀, 池田: 第13回日本自然災害学会学術講演概要集, pp. 111-114, 1994
- 2) 中川, 瀬津, 光成, 川島: 第32回水理講演会論文集, pp. 437-442, 1988
- 3) 建設省土木研究所: 土木研究所資料1797号, 1982

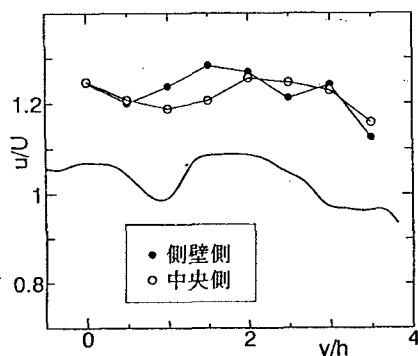


Fig. 5 円柱設置位置とピーク流速の変化 (鉛直平均流速)

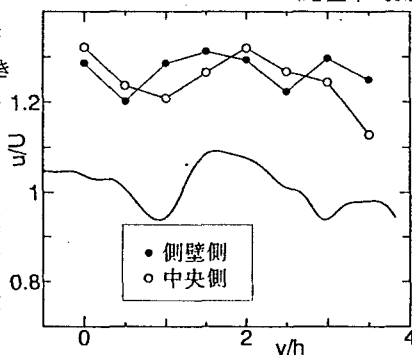


Fig. 6 円柱設置位置とピーク流速の変化 ($z/h=0.2$)

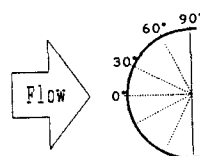


Fig. 7 細砂の排除領域の測定ポイント

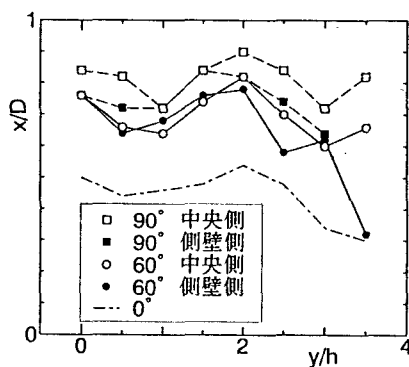


Fig. 8 円柱設置位置と細砂の排除領域