

(Ⅱ - 9) 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 田島 圭介
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

橋脚周辺洗掘の実例を見ると、河川中央よりも河岸付近の被災が多い。実際、齋藤ら¹⁾は橋脚の横断方向位置を変えて洗掘実験を行い、洗掘深がピークをとる事を見出しており(図1)、そのメカニズムを解明することは非常に重要である。しかし従来の研究は一樣流中の橋脚洗掘を扱うにとどまっております²⁾、河岸付近のように並列らせん流、壁面せん断層、壁面との狭さくなどの効果が入り混じっている場合を検討しているものは殆ど見られない。

そこで本研究では、まず並列らせん流に着目し、これを気泡流を用いて強調する³⁾実験を行い、橋脚周辺の流れ場に与える効果について若干の考察を加えるものである。

2. 実験装置及び方法

実験には長さ16m 幅50cm 勾配1/1000の開水路を用いた。これに、図2に示すように横断方向の間隔を16cmで4本のチューブを敷き、このチューブに一本あたり10cm間隔で9つ開けた径1mmの穴を通じて気泡を水路内に散気した。これによって安定した並列らせん流を擬似的に形成させることができる。

パイプの端から20cm下流の断面内に外径5cm、長さ25cmの亚克力製円柱パイプを設置する事にし、水路横断方向位置を変えて計測を行った。設置位置は $y/h=0, -0.5, -1$ の3カ所である。

円柱周辺の流れ場については、電磁流速計で流れ方向とその横断方向成分 u, v を測定した。また、染料、細砂を用い円柱周辺における流況の可視化を試みた。

実験条件は流量3.7l、水深 $h=8.0$ cm、平均流速 $u=9.2$ cm/s、フルード数0.1とした。空気ポンプから各管への空気注入量はほぼ均等であり、孔一つあたりの散気量は平均 4.0 cm³/sとなっている。

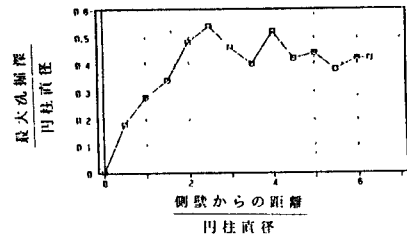


図1. 最大洗掘深の横断方向位置による変化

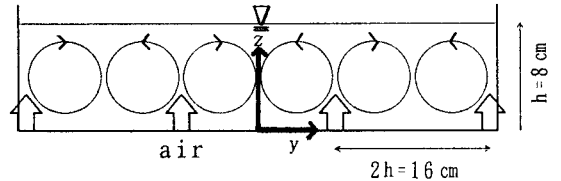


図2. 水路横断面図

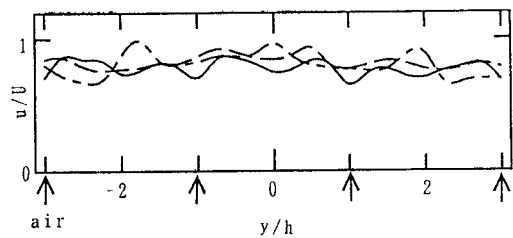


図3. 横断面主流速分布図
(円柱なし airあり)
—— $z/h=0.13$
..... $=0.50$
- - - $=0.88$

3. 実験結果と考察

図3は円柱を設置しない場合のチューブ端から20cm下流における主流速分布図である。

壁際での表面流速は谷部が大きくかつ横にずれるが、これは側壁面の影響と思われる。また、下降流の直下となる点において若干の底面流速の減少が見られるものの、並列らせん流の特性を示す規則的な高速、低速のうねりがほぼ左右対称に現れている。

横断方向流速成分 v を測定すると主流速の20%前後の値を示しており、散気によって強く安定した並列らせん流が形成されているといえる。

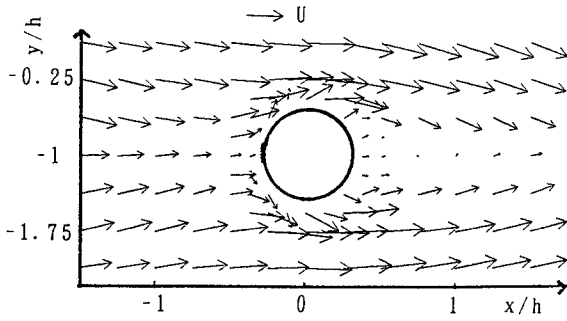


図4. 上昇流領域に円柱を設置した場合の
 $z=1\text{ cm}$ 平面流速ベクトル図 (case1)

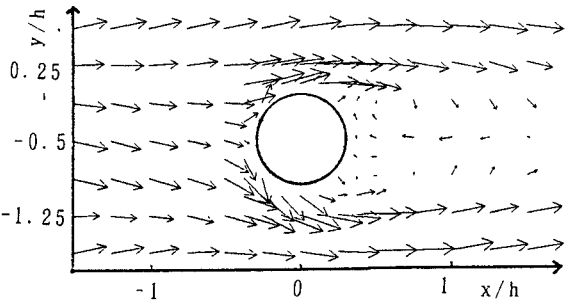


図5. 中間領域に円柱を設置した場合の
 $z=1\text{ cm}$ 平面流速ベクトル図 (case2)

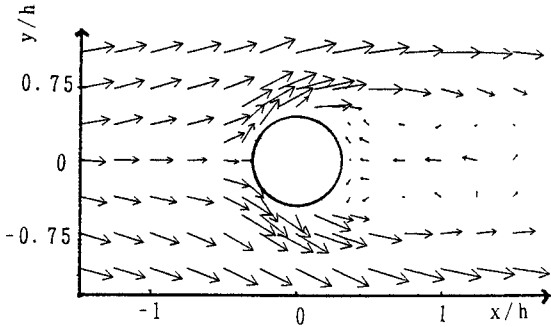


図6. 下降流領域に円柱を設置した場合の
 $z=1\text{ cm}$ 平面流速ベクトル図 (case3)

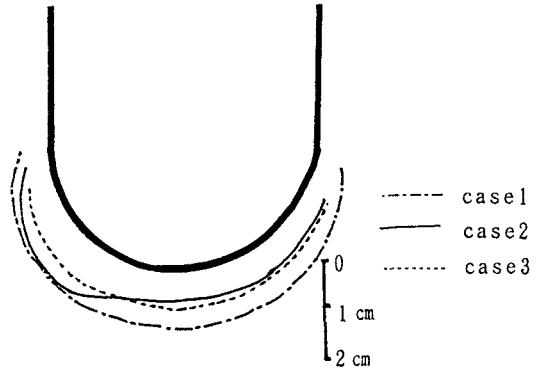


図7 細砂の排除領域の模式図

次に、この流況下で円柱を上昇流、下降流、その中間の3ヶ所に設置したそれぞれの場合の、 $Z=1.0\text{ cm}$ 平面内の流速ベクトルを図4～6に示す(x は流れ方向を正としている)。また、図7は円柱前面に細砂をまき、馬蹄渦の逆流により砂が排除される領域を図示したものである。

図4と6を比較すると、上昇流領域に円柱を設置したcase1の方が、下降流領域のcase3よりも、円柱前面から側面に向かうところで主流速成分が卓越したベクトルを有しており、図7を見ると細砂の排除部分が約1.5倍大きい。ここで、並列らせん流の役割を考えてみると、上昇流は円柱前面で流れの集中を起こし、かつ流れの方向が馬蹄渦の回転運動を助長するため、渦度を高める。一方、水面付近から河床に潜り込んでくる下降流は円柱側方部へ流れを発散させるものの、流速そのものが高速であり、馬蹄渦・集束下降流を助長する。今回の実験条件の場合、速い下降流よりも集中する上昇流の方が、円柱前面の渦度を強める効果があるといえる。

図5を見ると、中間領域に設置した場合では、流れが主流速方向と約15度の角度をなして前面部中心にあたり右側に流れ、この影響で円柱左前部に強い渦が生じ細砂の排除部分も大きくなっている。

今後は、以上の固定床実験の結果を踏まえ、移動床実験において洗掘深、洗掘距離との対応を検討する予定である。

〈参考文献〉

- 1) 齋藤, 須賀, 池田: 橋脚周辺の局所洗掘に及ぼす河岸の影響について, 関東支部年講, 1992.
- 2) 宇民: 橋脚周辺部における流れのパターンについて, 京大防災研究所年報第12号B, 1969.
- 3) 丹羽, 関根, 吉川: 気泡流を伴う開水路流れの水理特性に関する実験的研究, 土木学会論文集, 第411号/II-12, 1989.