

## 単一水平リブレットによる円柱周りの洗掘軽減

山口大・院 学 ○岩本 浩 山口大・工 学 今若 謙氏  
山口大・工 正 斎藤 隆

## 1. まえがき

円柱周辺での洗掘は円柱周りに形成される襟巻渦が重要な役割をしている。この襟巻渦を制御することで洗掘の軽減が可能との観点から、ペーン工法等が提案されているが、流向が変化する様な場合には洗掘を逆に促進する可能性がある。本研究室では円柱に作用する流体力の二次元化を目的に、水平リブレットで襟巻渦の制御をおこなっている。河床近くの円柱表面に水平リブレットを設けることで、円柱前後の圧力差でリブレット内に誘起される流れで襟巻渦が制御され、円柱周りの河床の洗掘が軽減される可能性がある。

本研究は、上述の観点から、円柱に単一水平リブレットの溝幅、河床からの高さを系統的に変えて円柱周りの洗掘についての実験結果を報告するものである。

## 2. 実験装置と実験方法

実験水路は幅60cm、深さ20cm、長さ6mの開水路で、水路床にはほぼ均一な砂粒が張り付けられている。水路の上流から3mの所に50cm四角で深さ15cmの砂箱が水路床下に取り付けられている。この箱の中央に円柱が設置され、水路床の高さまで砂が敷かれている。

実験は静的洗掘実験で、表-1の条件で行なった。

## 3. 実験結果とその検討

リブレットの位置を河床表面上に固定して、溝幅を変えて円柱前面での洗掘深さの時間変化を調べたのが図-2である。リブレットを設けると洗掘が軽減されていることが判る。無次元時間 $ut/D > 3 \times 10^3$ での洗掘の時間変化率はほぼ同じであって、この時間までの洗掘が洗掘軽減の割合を規定している。

円柱の前面と側面における洗掘深さの時間変化を測定した結果が図-3である。黒描点は単円柱、白描点は洗掘の軽減が最大であった場合のものである。いずれの場合も側面での洗掘が先行しているが、リブレット付きの場合には、前面での洗掘深さが側面での洗掘深さと同じになるまでの時間が単円柱の場合の約十倍の時間を要している。リブレット付きの場合、まず洗掘は側面だけで、両側からの洗掘孔が前面に達するまで前面での洗掘は起こらない。単円柱の場合、側面と前面とでの洗掘の差は極めて小さいことから、リブレッ

表-1 実験条件

|      |                               |        |                          |
|------|-------------------------------|--------|--------------------------|
| 河床勾配 | $I=1/2000$                    | 水深     | $h_0=7.65\text{cm}$      |
| 流量   | $Q=12244\text{cm}^3/\text{s}$ | 摩擦速度   | $U_* = 1.94\text{cm/s}$  |
| 砂粒径  | $d=0.114\text{cm}$            | 限界摩擦速度 | $U_{*c}=2.34\text{cm/s}$ |

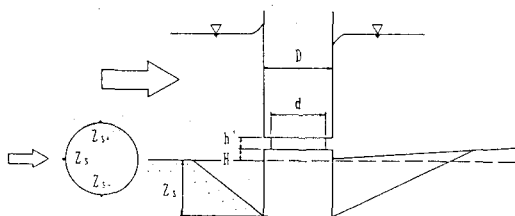


図-1 記号説明

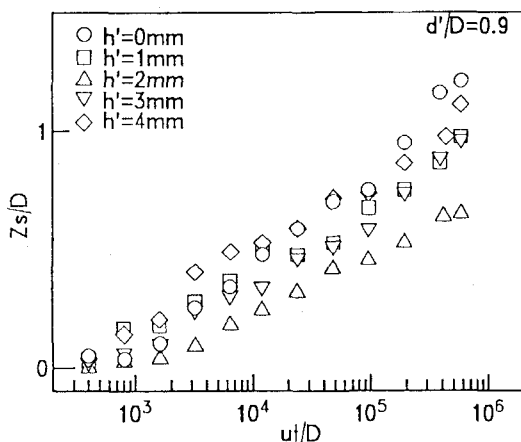
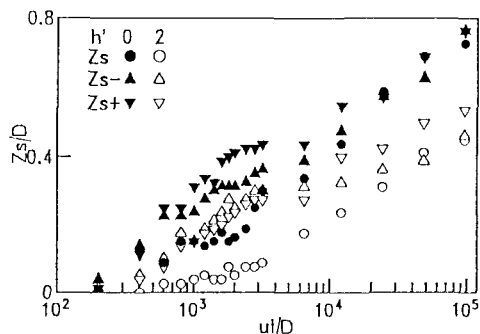
図-2 円柱前面での洗掘深さの時間変化  
(リブレット幅の影響)

図-3 円柱前・側面での洗掘深さの時間変化

トを設けることで、前面における洗掘に重要な役割をもつ襟巻渦が効果的に制御されていると云える。また、側面の洗掘が先行している間でも、リブレット付きの方が洗掘の進行速度が小さくなっている。これは、リブレット内に誘起される流れで側面での流れの集中が緩和される結果と考えられる。

図-4は、洗掘実験の精度を考慮して、同一条件で三回の実験を行い、リブレットの溝幅による洗掘軽減の程度を示したものである。この図より、河床表面上にリブレットを設けた場合、溝幅が円柱直径の5%程度で洗掘は25~50%軽減されている。このときの溝幅と溝の深さが等しい。溝幅が広がると溝内に安定した襟巻渦的な渦が形成される可能性があるため、溝幅が円柱径の10%以上になるとリブレットの洗掘軽減効果はなくなると判断される。洗掘がもっとも軽減された場合の洗掘と堆積の状態を計測したのが図-5である。洗掘量は約50%となっている。

洗掘軽減が最大であったリブレットの溝幅を用いて、河床に対するリブレットの設置位置の洗掘への影響を調べたのが図-6である。リブレット位置が河床面から離れると、洗掘軽減の効果は低下している。図で注目されるのは、ごく洗掘の初期における△と▽描点の変化である。リブレットが河床面下にある場合、洗掘のごく初期では単円柱での洗掘の進行と同じであるが、円柱側面の洗掘が進んで、円柱側面下流部までのリブレットが露出すると洗掘の進行速度が低下している。

図-7はリブレットの設置高さによる洗掘の軽減効果を調べたものである。リブレットは河床面上に在る場合が洗掘の軽減効果がよいことが判る。

#### 4. まとめ

以上、得られた結果を要約すると次の通りである。  
I. 河床面上に水平リブレットを設けると、洗掘のごく初期段階では円柱前面での洗掘は完全に防止され、側面においてだけ洗掘されるが、単円柱全面での洗掘深さとはほぼ等しく、単円柱側面でのそれより小さい。側面での洗掘孔が成長して全面に達すると、前面での洗掘が促進される。前面での洗掘深さが側面でのそれと同じになると、単円柱における同じ深さでの洗掘速度より小さく、最大の低下割合は約50%になる。  
II. 円柱前後の圧力差で誘起されるリブレット内の流れが円柱前面における襟巻渦による下降流を切断し、側面での流れの集中を緩和していると考えられる。

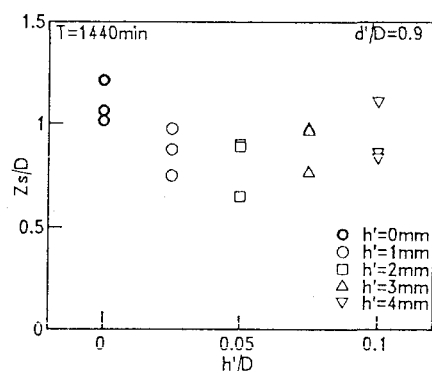


図-4 最大洗掘深とリブレット幅の関係

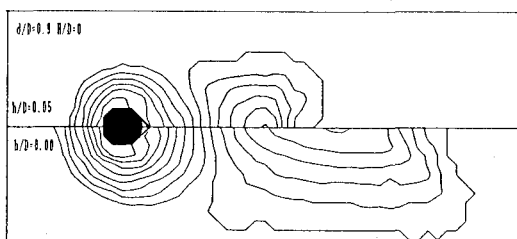


図-5 洗掘形状の比較

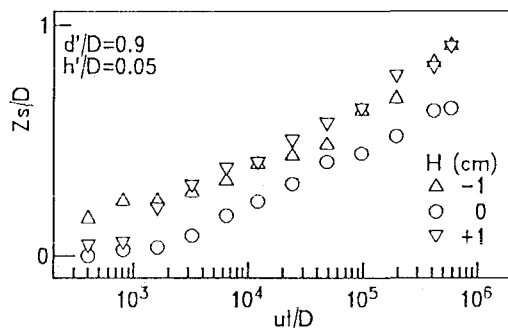


図-6 円柱前面での洗掘深さの時間変化  
(リブレット設置高さの影響)

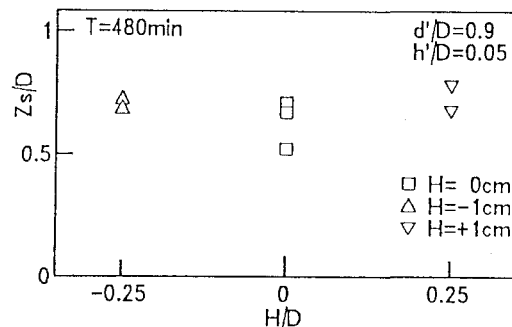


図-7 リブレット設置高さで洗掘深さの関係