

リブレット円柱による円柱周りの河床洗掘に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○三村幸広  
 山口大学工学部 正会員 河元信幸  
 山口大学工学部 正会員 朝位孝二

1. 緒論

河川中に設置される橋脚周辺において発生する河床洗掘現象は、橋脚の損壊などを引き起こす可能性がある。この河床洗掘現象は、橋脚底部周辺に形成される馬蹄形渦が重要な役割をしていると考えられ、馬蹄形渦を抑制することにより、河床洗掘を軽減・防止させる工法が幾つか提案されている。

本研究の既往の研究においても、初期において河床面に単一水平リブレットを円柱に付加することで洗掘軽減効果があることが実験により得られている。しかし、洗掘が進むにつれて軽減効果が小さくなるという問題があった。そこで本研究では、水平リブレットを数段にわたり円柱に切り込むことで、洗掘軽減効果とその効果の維持が期待できるという考えから、リブレットの設置位置や設置間隔を変化させ、静的洗掘実験により洗掘現象の軽減効果の検討を行った。

2. 実験装置・実験条件・実験方法

2.1 実験装置

実験は、幅 60cm、長さ 600cm、深さ 25cm のアクリル製開水路で行い、上流端から 3m の位置に取り付けた砂箱の中に円柱を設置し砂を水路床面まで敷き詰めて行った。

使用した円柱は図-1 に示すように、単円柱、単一水平リブレット円柱、多段リブレット円柱とした。多段リブレット円柱については、河床より下側のみに設置したもの、円柱全体に設置したものとし、それぞれについてリブレットの設置間隔を  $B=2, 6, 10\text{mm}$  と変えて実験を行った。なお、リブレットは幅  $h=2\text{mm}$ 、切り込み深さ  $2\text{mm}$  に固定し、初期において河床面にリブレットがくるように設置した。

2.2 実験条件

本研究は静的洗掘実験を念頭に行った。使用する砂は平均粒径  $0.1435\text{cm}$  とし、流量は  $Q=6000\text{cm}^3/\text{s}$ 、水深は  $h=4\text{cm}$ 、通水時間は 480 分とした。また、水路勾配は  $1/1000$  とした。

洗掘深の計測位置は円柱前面(Front)、左右側面(Sid

表-1 実験ケース

Case	type	リブレット設置位置	D (mm)	D' (mm)	h (mm)	B (mm)
1	単円柱	-	40	-	-	-
2	単一リブレット円柱	河床面上	40	36	2	-
3	多段式 リブレット円柱	河床より下側	40	36	2	2
4			40	36	2	6
5		40	36	2	10	
6		円柱全体	40	36	2	2
7			40	36	2	6
8	40		36	2	10	

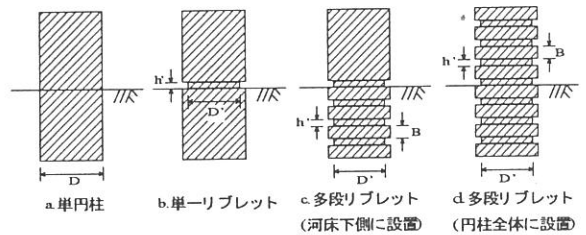


図-1 円柱形

e)、背面(Back)の 4 か所で、それぞれ円柱表面から 5mm の位置とした。計測時間は洗掘開始後 5 分までは 30 秒間隔、その後 6,7,8,10,16,30,60,120,240,480 分とし、実験終了後には円柱周辺の河床形状の計測も行った。実験ケースを表-1 に示す。

3. 結果と考察

3.1 円柱周りの洗掘深

図-2 は時間と円柱周りの洗掘深の関係を示したものである。ここでは、洗掘軽減効果が最大であった Case5 を一例として示す。単円柱と比較したとき、円柱にリブレットを設けることにより円柱前面と背面の洗掘は同程度の割合で進行していることがわかる。これは馬蹄形渦がリブレットに引き込まれ、その位置に流れが固定されたため、そのリブレットの前後付近が同程度の割合で洗掘されたためと考えられる。

図-3 は円柱前面と背面における洗掘軽減効果についてリブレット設置間隔により比較したものである。ここでは、リブレットを河床より下側のみに設置した場合の方が、円柱全体に設置する場合より軽減軽減効果が大きい結果が得られたため、河床より下側のみにリブレットを設置した場合について示す。図よりリブ

レットを設置することにより、洗掘初期段階において円柱前面、背面とも洗掘軽減効果がみられる。しかし時間の経過とともにその効果は小さくなり、特に円柱背面においては最終的には洗掘が促進されている。これはリブレット内に誘起された流れが河床を洗掘させるためであると考えられる。またリブレット設置間隔について比較すると、リブレット設置間隔が広がるにつれて洗掘軽減効果が大きくなることわかる。

### 3.2 最大洗掘深・洗掘量

図-4は実験開始から480分後における最大洗掘深と洗掘量を比較したものである。図からリブレットを河床より下側に設置した場合、最大洗掘深についてはリブレット間隔に関係なく一定の洗掘軽減効果があり、洗掘量はリブレット設置間隔が広がるにつれ軽減効果が大きくなることわかる。またリブレットを円柱全体に設けた場合は、設置間隔が広がるにつれ軽減効果がなくなり単円柱の約1.1倍の最大洗掘深になり、洗掘体積量は単円柱の1.1~1.2倍程度大きくなることわかる。

以上のことにより、リブレットを円柱全体に設置するよりも、河床面より下側に設置した場合の方がリブレットによる洗掘軽減効果が大きいことわかる。

## 4. 結論

本研究で得られた結果をまとめると以下のとおりである。

- 1) リブレットを円柱に設置することにより洗掘初期時において洗掘軽減効果が得られた。しかし、時間経過とともにその効果は小さくなり、円柱背面では洗掘が促進された。
- 2) リブレットを円柱全体に設置するより、河床面より下側に設置した場合の方がリブレットの効果が大きい。
- 3) リブレットを河床より下側のみに設置したとき、リブレット設置間隔が広がるにつれ洗掘軽減効果が大きくなる。本研究の条件下では、10mm間隔で設置した場合において円柱前面と側面での洗掘軽減効果が持続され、最大洗掘深を10%、洗掘体積量を25%軽減することができた。

### 参考文献

- 1) 斎藤隆・岩本浩・今若謙氏・河元信幸：単一水平リブレットによる円柱周りの洗掘軽減，山口大学工学部研究報告，No44，1993
- 2) 吉川秀夫：流砂の水理学，pp.337~341，丸善，1985

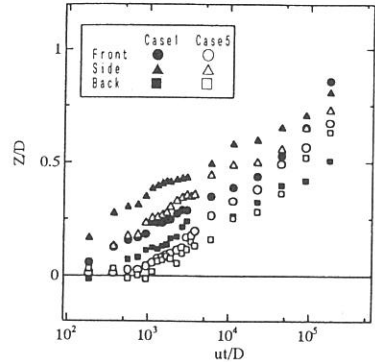


図-2 円柱周りの洗掘深の時間変化

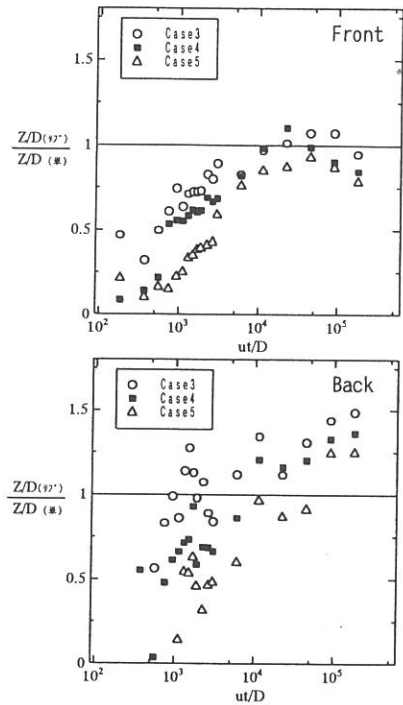


図-3 洗掘軽減割合

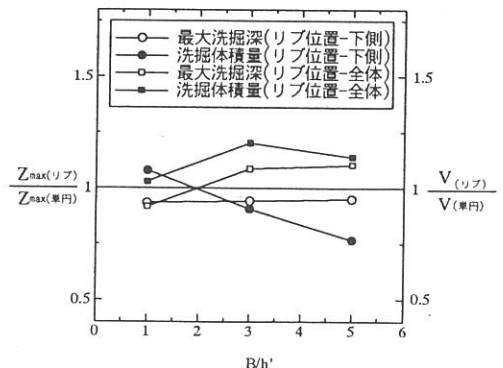


図-4 最大洗掘深および洗掘体積量