

リブレット付き円柱の局所洗掘特性に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○高橋 宏道
 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. はじめに

河川などの水中に設置される橋脚の周辺部には、洗掘現象とそれに伴う堆積現象が生起する。これは橋脚周辺に形成される馬蹄形渦が重要な役割を果たしていると考えられ、これを抑制し洗掘現象を軽減、防止することは構造物の安全性において重要である。

本研究室では、局所洗掘軽減を目的に円柱表面にリブレット(図-1 参照)を数段にわたり設置する手法を提案している¹⁾。文献1)では水深・円柱径比(H/D)が1の条件下で実験を行っており、リブレット間隔によって洗掘形状が変化することを明らかにした。また、本研究室では、円柱形状、フルード数を固定し、水深・円柱径比を系統的に変化させ検討を行った²⁾。これにより、リブレットによる洗掘現象の変化は水理条件によって変化することが明らかとなった。

本研究は、フルード数を固定し、水深・円柱径比、リブレット間隔を系統的に変化させ、洗掘規模にどのような違いが現れるかを実験的に検討したものである。

2. 実験方法および実験条件

2.1 実験装置

実験装置は、幅 60cm、長さ 600cm、深さ 20cm のアクリル製開水路で行った。実験は、水路上流端から 300cm の位置に取り付けられた砂箱中に円柱を設置し、砂を水路河床面まで敷き詰めて行った。また、実験に使用した円柱形状を図-1 に示す。

2.2 実験条件

本研究で使用した砂は、粒径 1.190mm 以上 1.680mm 以下の一様粒径のものを使用した。また、円柱ごとの実験条件は表-1 に示す通りである。水路勾配は河川中流域を想定し 1/1000 とした。ここで Fr はフルード数、 H は水深、 D は円柱直径、 B はリブレット間隔、 V は断面平均流速、 Q は流量である。河床面形状の測定は、既往の実験により現象が安定すると考えられる 480 分後とした。

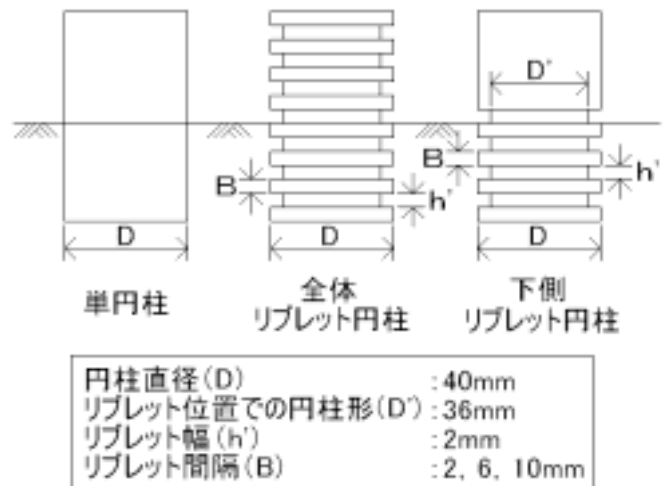


図-1 円柱形状

表-1 実験条件

Gage	Fr	type	H/D	B(mm)	V(cm/s)	Q(cm ³ /s)
1	0.4	単円柱 (A type)	1	—	25.0	6000
2			1.5	—	30.7	11000
3		下側リブレット円柱 (B type)	1	2	25.0	6000
4				6		
5				10		
6			1.5	2	30.7	11000
7				6		
8				10		
9		全体リブレット円柱 (C type)	1	2	25.0	6000
10				6		
11				10		
12			1.5	2	30.7	11000
13				6		
14				10		

H:水深 D:円柱直径(4cm) Q:流量 V:断面平均流速

3. 実験結果および考察

3.1 最大洗掘深

図-2 に最大洗掘深と H/D の関係を示す。横軸は水深・円柱径比、縦軸は各実験条件で得られた洗掘深(Z)を同じ H/D 時の単円柱(A type)の洗掘深($Z_{\text{単}}$)で除して規格化している。また、描点の違いは円柱形状を示している。

B type の最大洗掘深は、 $H/D=1$ では洗掘促進効果を示しているが、 $H/D=1.5$ では洗掘軽減効果となる。また、 $H/D=1$ では、リブレット間隔(B)によっては最大洗

掘深に違いが現れている。しかし、 $H/D=1.5$ では、リブレット間隔(B)による最大洗掘深の違いはほとんどない。

C type の $H/D=1$ における最大洗掘深は、 $B=6, 10\text{mm}$ では洗掘軽減効果を示している。しかし、 $B=2\text{mm}$ では1割程度の洗掘促進効果を示している。また、C type においても、B type と同様に $H/D=1.5$ ではリブレット間隔(B)による最大洗掘深の違いはほとんどない。これより、リブレット間隔による最大洗掘深の差異は H/D の増加とともに小さくなると考えられる。

3.2 洗掘体積量

図-3 に洗掘体積量と H/D の関係を示す。横軸は水深・円柱径比、縦軸は各実験条件で得られた洗掘体積量 (V) を同じ H/D 時の単円柱 (A type) の洗掘体積量 ($V_{\text{単}}$) で除して規格化している。また、描点の違いは円柱形状を示している。

B type, C type とともに、洗掘体積量の H/D の増加に伴う変化の傾向は最大洗掘深のものと似ている。

B type, $H/D=1.5$, $B=6, 10\text{mm}$ では、図-2 では若干の洗掘促進効果を示しているのに対し、図-3 では1~2割程度の洗掘軽減効果を示している。これより、リブレットによって洗掘形状に違いが生じたことが示唆される。また、洗掘体積量においても、リブレット間隔による洗掘体積量の差異は H/D の増加とともに小さくなっていくと考えられる。

4. おわりに

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) リブレットの設置間隔を変化させることにより洗掘規模に変化が生じることが確認できた。
- 2) リブレット間隔による最大洗掘深の差異は H/D の増加とともに小さくなっていく。
- 3) リブレット付き円柱は、リブレット間隔に関わらず $H/D=1.5$ の時洗掘軽減効果を示す。
- 4) C type のリブレット間隔が 2mm では、 $H/D=1$ の時、洗掘促進効果を示す。
- 5) C type のリブレット間隔が $6, 10\text{mm}$ では、 H/D に関わらず洗掘軽減効果を示す。

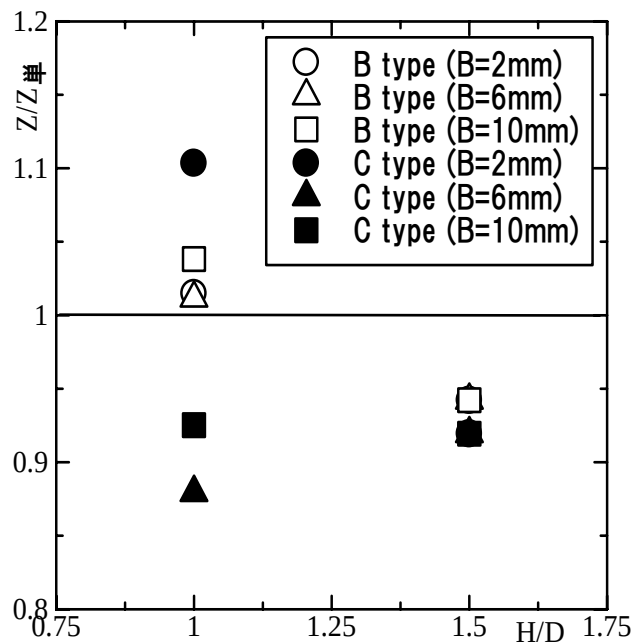


図-2 最大洗掘深と H/D の関係

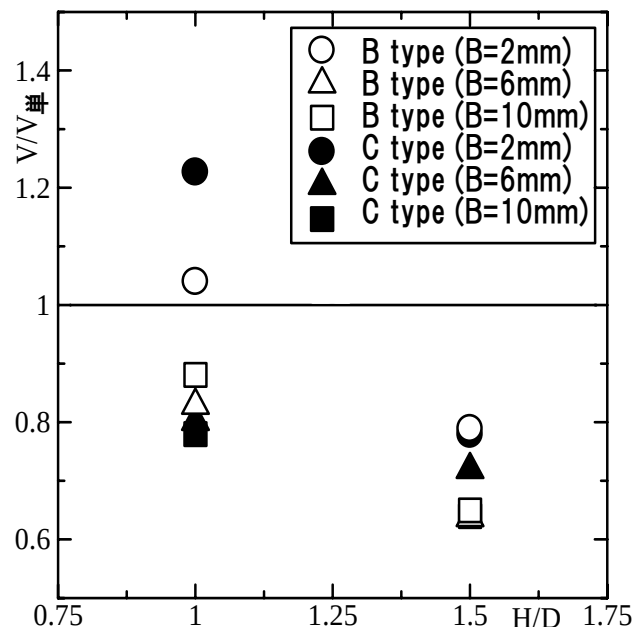


図-3 洗掘体積量と H/D の関係

参考文献

- 1) 朝位孝二・三村幸広・河元信幸・坪郷浩一：細溝付き円柱周りの局所洗掘に関する研究，水工学論文集，第48巻，pp.823-828，2004。
- 2) 小西一也・高橋宏道・河元信幸・朝位孝二：リブレット付き円柱の局所洗掘特性に関する研究，平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，第2分冊，ppB-226-227，2004。