

リブレット付き円柱の局所洗掘特性

山口大学工学部 学生会員 ○高橋宏道
 山口大学工学部 正会員 朝位孝二
 大分県宇佐土木事務所 小西和也
 山口大学工学部 正会員 河元信幸

1. 結論

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密接に関係すると考えられ、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な問題である。

本研究室では、局所洗掘軽減を目的とし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においてリブレットの設置間隔、位置による洗掘特性を検討した。

本研究では、フルード数、水深円柱径比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. 実験装置および実験条件

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。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。実験に使用した円柱形状を図-1 に示す。また、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、水路勾配は河川中流域を想定し 1/1000 とした。円柱ごとの実験条件は表-1 に示す通りである。ここで、 Fr はフルード数、 H は水深、 D は円柱径、 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。

3. 実験結果および考察

図-2～5 に実験結果を示す。横軸は水深円柱径比 H/D である。縦軸は各実験条件で得られた洗掘深 (Z) を同じ H/D , Fr 時の単円柱（円柱 A）の洗掘深 ($Z_{\text{単円柱}}$) で無次元化している。図-2 は最大洗掘深を、図-3～5 は円柱の前面部（上流側）、背面部（下流側）、

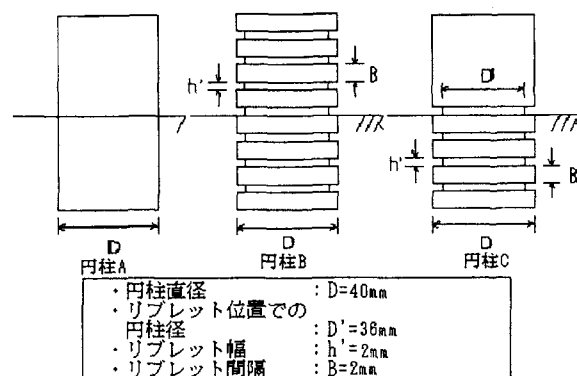


図-1 円柱形状

表-1 実験条件

Case	type	Fr	H/D	$V(\text{cm/s})$	$Q(\text{cm}^3/\text{s})$
1	円柱 A	0.3	1	18.8	4500
2			1.5	23.0	8300
3			2	26.6	12800
4		0.4	1	25.0	6000
5			1.25	28.0	8400
6			1.5	30.7	11000
7	円柱 B	0.3	1	18.8	4500
8			1.5	23.0	8300
9			2	26.6	12800
10		0.4	1	25.0	6000
11			1.25	28.0	8400
12			1.5	30.7	11000
13	円柱 C	0.3	1	18.8	4500
14			1.5	23.0	8300
15			2	26.6	12800
16		0.4	1	25.0	6000
17			1.25	28.0	8400
18			1.5	30.7	11000

H:水深 Q:流量 V:断面平均流速

側面部の代表位置での洗掘深を示したものである。'02data' は、既往の実験（文献¹⁾により得られた結果で、実験条件は $Fr=0.38$, $H/D=1$ である。

3.1 フルード数 0.3

図-2 で円柱 B (●描点) は H/D が大きくなるにつれて洗掘軽減効果は小さくなっているが、 $H/D=2$ になっても洗掘軽減効果は持続している。一方、円柱 C (▲描点) は、 $H/D=1.5$ で洗掘軽減効果は最大になり、 $H/D=2$ では洗掘促進効果が見られる。この傾向は円柱前面部（図-3）、側面部（図-5）でも同様である。背面部（図-4）については、円柱 B, C (●, ▲描点) とともに H/D が大きくなるにつれて洗掘軽減

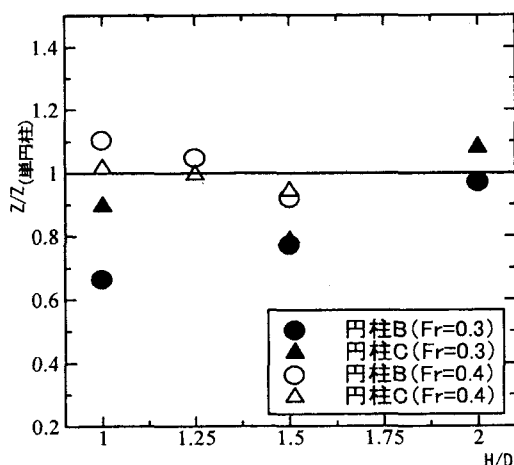


図-2 最大洗掘深と H/D の関係

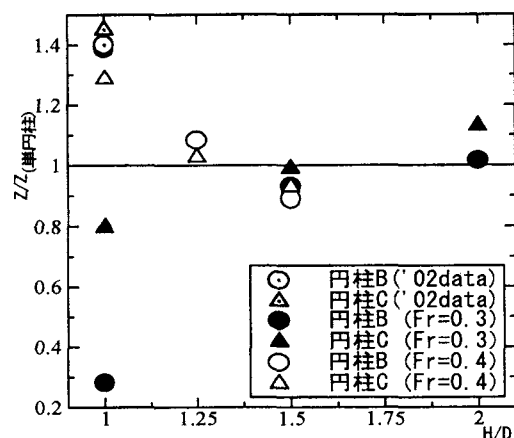


図-4 背面部の洗掘深と H/D の関係

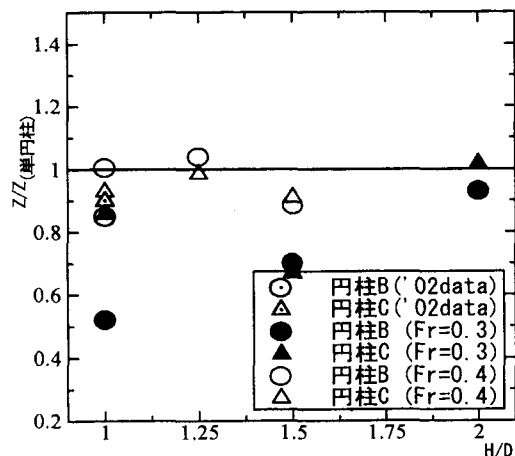


図-3 前面部の洗掘深と H/D の関係

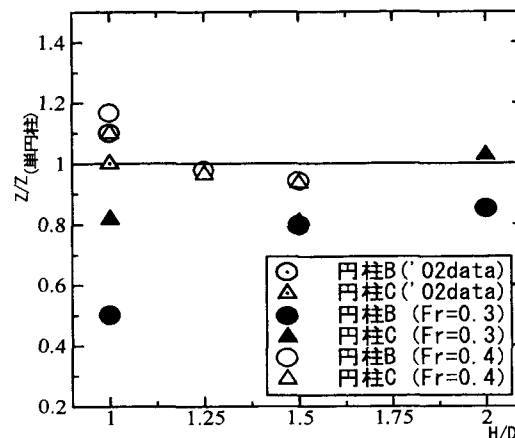


図-5 側面部の洗掘深と H/D の関係

効果が小さくなり、 $H/D=2$ では洗掘促進効果が見られる。円柱前面部を見ると $H/D=1.5$ の時、円柱 B、C (●, ▲描点) は円柱 A に比べ洗掘深が 7 割程度であるのに対して、円柱背面部では洗掘深に違いが見られない。また $H/D=2$, 円柱 B (●描点) に着目すると円柱前面部、側面部では、洗掘軽減効果を示し、円柱背面部では洗掘促進効果を示す。このことから同じ実験条件でも場所によって、洗掘効果に違いがあることがわかる。

3.2 フルード数 0.4

図-2 では、円柱 B、C (○, △描点) とともに H/D が大きくなるにつれて洗掘深は減少傾向にある。この傾向は円柱背面部、側面部でも同様である。円柱前面部では、 $Fr=0.3$ の場合と比較して、 H/D の依存性は強くない。図-4 の $H/D=1$ の時では円柱 B、C (○, △描点) の洗掘深が円柱 A に比べ 1.3~1.4 倍となっており、他のケースに比べて洗掘促進効果が大きい。これは、円柱表面にリブレットがあるために、リブレット内に拘束された流れが円柱背面部まで回り込み、洗掘を促進したためと考えられる。 H/D が 1.25

より大きくなるとこの効果は小さくなる。

図-5 の描点の位置、変化の傾向は図-2 と類似している。このことから最大洗掘深の発生位置は円柱側面部付近であると考えられる。

4. 結語

本研究で得られたデータをまとめると以下の通りである。

- 1) 水理条件の変化により洗掘規模に違いが現れる。
- 2) リブレットの設置位置による洗掘規模の違いはフルード数、水深円柱径比に強く依存する。
- 3) H/D に伴う洗掘深の変化の傾向は、フルード数の違いによって大きく変わる。

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