

II-361

波動場における円柱の後流渦パターンと局所洗掘との関係

東北大学工学部 正 員 西沢 勝
 東北大学大学院 学生員 南 誠信
 東北大学工学部 正 員 沢本 正樹

1. まえがき

波動場の円柱まわりの洗掘は、砂の性質、底面せん断応力などが複雑に関係しているが、最も重要な要素は、円柱まわりの流れ、特にその後流渦パターンである。この後流渦パターンはK.C.数により整理されることが報告されている⁽¹⁾。従来は、大口径^{(2)・(3)}、小口径円柱^{(4)・(5)・(6)・(7)}について別々に論じられてきた。本研究では、K.C.数を広い範囲(0.9~12.0)で変化させ、砂床上での洗掘形状観察と、底面を透明アクリル板固定床にした可視化実験とを行ない、後流渦パターンと洗掘形状および洗掘機構の関連を系統的に調べた。その結果、K.C.数により、洗掘パターンが段階的に変化すること、洗掘機構は後流渦パターンとの関連で論じれることが明らかになった。

2. 実験結果と考察

(1) ツノ状洗掘の場合：写真-1-Aにツノ状洗掘を示す。K.C.数(UT/D)は2.7で、流れは剥離するが、渦の形成は認められない。写真-1-Bに剥離点を矢印で示した。剥離点付近では水粒子が激しく乱れ、砂を動き易くし、さらに少し遅れて波の引きが加わるため、剥離点近傍でツノ状洗掘が生じる。岩垣等⁽¹⁾によると、本ケースはV-1の渦パターンに属する。なお円柱周辺の砂が円柱に吸い寄せられる現象を先に報告⁽⁸⁾した。これはこの渦パターンにのみ認められる現象である。

(2) ツノ状洗掘と逆円錐形洗掘の混合形状の場合：写真-2-Aに混合形状を、写真-2-Bにその場合の可視化結果を示す。K.C.数は6.9で円柱まわりに対称渦を生じる。対称渦によって、円柱まわりの砂がはじき飛ばされて逆円錐形洗掘が生じ、さらに剥離と後流域に対称渦が生成された直後の波の引きによって、ツノ状洗掘が生じる。本ケースはV-2の渦パターンに属する。

(3) 逆円錐形洗掘の場合：写真-3-Aに逆円錐形洗掘を、写真-3-Bにその場合の可視化結果を示す。K.C.数は7.7で円柱まわりに非対称渦を生じる。非対称渦によって円柱まわりの砂がはじき飛ばされて、逆円錐形洗掘が生じる。後流域に発生する渦が非対称であるため、ツノ状洗掘は生じない。本ケースはV-3の渦パターンに属する。波動場においては、河川構造物周辺で見られるような、馬蹄形渦の存在は認められず、同じ逆円錐形洗掘であっても、そのメカニズムは全く異なる。

以上の結果の要約を表-1に示す。なお、斜面の場合は全てシートフロー状態で実験を行っており、そのため洗掘形状は、ツノ状、逆円錐形形状共に、水平床の場合より明瞭で規模が大きい。

3. 結 論

波動場における円柱まわりの局所洗掘はその後流渦パターンと密接な関係があることが確認できた。《参考文献》

- (1) 岩垣, 浅野, 永井:「波と流れの共存場に置かれた円柱に作用する流体力」, 第29回海講, 1982. (2) P.J.Rance:「The potential for scour around large objects, Scour Prevention Techniques around Offshore Structures」, The Society for Underwater Technology, 1980. (3) 東江, 勝井:「大口径円柱周辺の洗掘現象」, 第32回海講, 1985. (4) 水口, 小島, 小宮山, 佐藤:「波動による小口径円柱まわりの局所洗掘に関する実験的研究」, 第32回海講, 1985. (5) Wells, D.R. and R.M.Sorensen:「Scour around a circular cylinder due to wave motion」, Proc.12th Coastal Eng.Conf., 1970. (6) 西沢, 沢本:「波による円柱まわりの局所洗掘」, 第5回自然災害科学学術講演会要旨集, 1986. (7) 西沢, 唐木, 沢本:「波による円柱まわりの局所洗掘」, 昭和60年度東北地域災害科学研究報告第22巻. (8) 西沢, 飯島, 沢本:「波による円柱まわりの流れの可視化と局所洗掘」, 第42回年講, 1987.

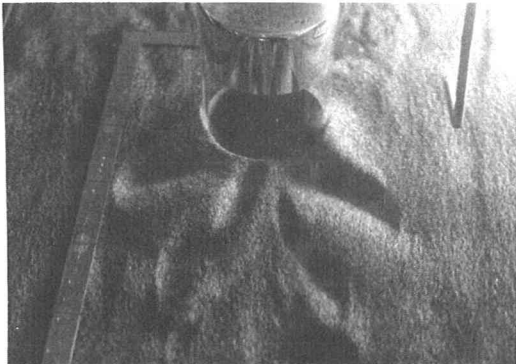


写真-1-A ツノ状洗掘 写真下：岸側

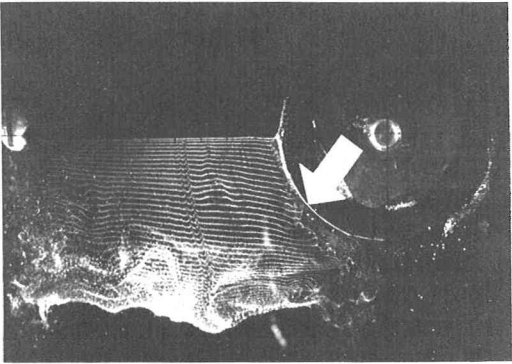


写真-1-B 剥離 写真下：岸側

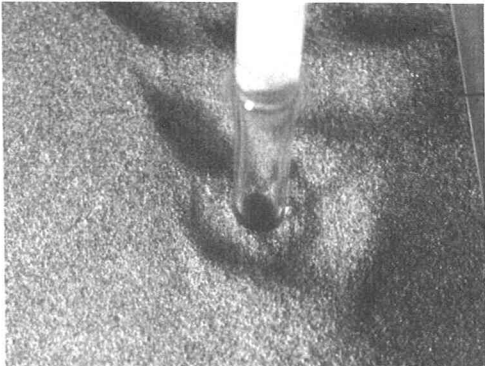


写真-2-A 混合洗掘 写真上：岸側

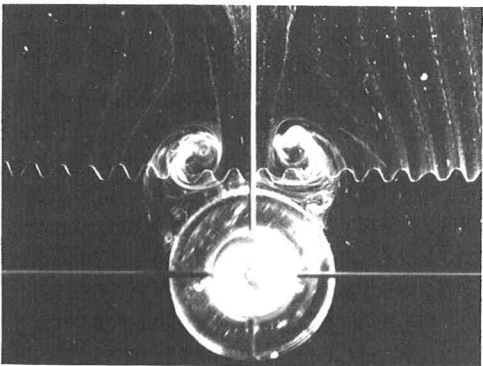


写真-2-B 対称渦 写真上：岸側

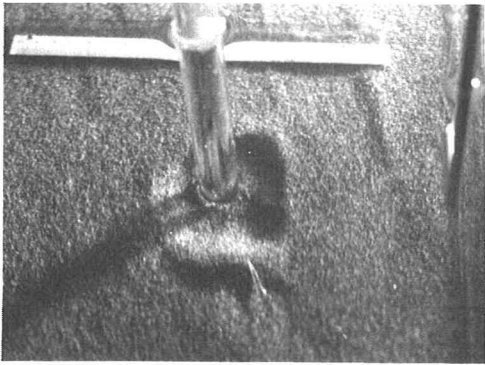


写真-3-A 逆円錐形洗掘 写真下：岸側

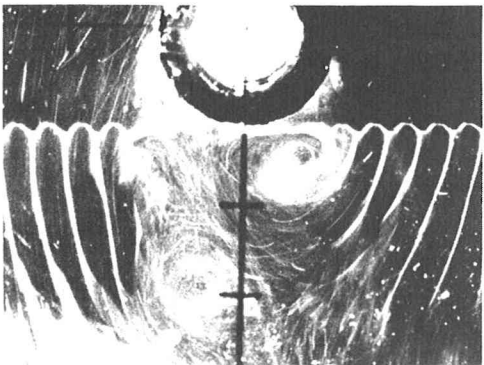


写真-3-B 非対称渦 写真下：岸側

Table 1 Relation between vortex pattern and scour type

Vortex Pattern		K.C.number	Scour Type
V-1	no vortex	$0.9 < K.C. < 3.2$	horn-shaped scour
V-2	a pair of symmetric vortices	$5.3 < K.C. < 7.4$	horn-shaped scour cone-shaped scour
V-3	a pair of asymmetric vortices	$7.7 < K.C. < 12.0$	cone-shaped scour