

II-581

波・流れ共存場における大口径円柱周辺の洗掘

大成建設（株）技術研究所 正員 勝井秀博

〃

正員 東江隆夫

1. はじめに

筆者らは、大口径円柱周辺の波による洗掘現象について報告¹⁾してきた。しかし、沿岸の海域では潮流が存在し、波と流れが同時に作用することも多い。波・流れの共存場では、波や底質、構造物などの条件の組み合わせに流れの条件が加わって複雑となり、洗掘のメカニズムは十分理解されていない。そこで、まず、文献調査によって、波・流れ共存場での洗掘現象に関する研究者らの見解を整理した。次に、大口径円柱を対象とした模型実験を行って、以前に報告した波のみの条件下における洗掘と比較した。

2. 文献調査^{2) - 14)}

「波+流れ」(WC)における円柱回りの洗掘深 Z_{wc} が、波(W)または流れ(C)単独の洗掘深 Z_w, Z_c とどのように異なるかを文献調査により比較した。結果を表-1に示す。但し、円柱の直径はRance, Nielsen らのものを除き、波長と比べて十分小さい。表中、流れの流速 U_c が波による水粒子速度 U_w と同程度以上の場合「強い流れ」、 $U_c/U_w < 0.5$ で単独では砂が移動できない程度の流れを「弱い流れ」と定義した。表より、A群では、 Z_{wc} は Z_w または Z_c より大きくなる。この傾向とは逆に、 Z_{wc} はB群では Z_w より小さく、C群では Z_c より小さくなる。

Z_{wc} が Z_w より大きくなるのは、流れにより底面剪断力が増加するか、局所渦が発達して砂の巻き上げが増加することが原因であり、 Z_{wc} が Z_c より小さくなるのは、定常流で発達する境界層が、振動流によって発達を阻害されることに起因すると説明されている。波・流れ共存場における洗掘現象の理解の仕方が研究者によって異なるのは、波による流速と流れの流速の大小関係、漂砂における浮遊砂の割合、砂漣の存在など、実験条件が統一されていないためであろう。

3. 模型実験

図-1に示すように、 $Q=20\text{m}^3/\text{min}$ の循環流発生装置を用いて、波の進行方向（順流）およびそれと逆方向（逆流）の定常流($U_c=\pm 5\text{cm/s}$)を発生させ、波・流れ共存場を作った。逆流では、部分的に砕波が観察された。その他の条件は既報¹⁾と同様で、円柱の直径は $D=117\text{cm}$ 、水深 $h=30\text{cm}$ 、底質粒径 $D_{50}=0.015\text{cm}$ である。波は、 $T=1.0, 1.5\text{s}$ 、 $H=10\text{cm}$ の規則波とした。なお、流れのみでは、底質は移動しない。

図-2、-3に、波作用時間 $t=2\text{h}$ 後の海底地形変化を示し、流れなしの場合と比較した。順流では、波のみのコンター形状と殆ど一致するが、洗掘・堆積の起伏は大きくなった。これは、流れにより、底面剪断力が増

表-1 波・流れ共存場における洗掘状況の比較
(強い流れ: $U_c/U_w > 1.0$, 弱い流れ: $U_c/U_w < 0.5$)

群	研究者	発表年	条件	洗掘深 Z_{wc}	備考
A	Machemehl・Abad	1975	不明	Z_c と同程度	
	Rance	1980	弱い流れ	Z_w より大	大口径
	Clark・Novak・Russell	1982	強い流れ	Z_w より大	
	Eadie・Herbich	1986	強い流れ	Z_c より10%大	
	柴山・先灘・塚本	1987	強い流れ	Z_c より大	
	Kawata・Tsuchiya	1988	弱～強	Z_w より大	
B	Nielsen・Johansen	1977	弱い流れ	Z_w より小	重複波 大口径
C	AbouSeida		不明	Z_c より小	
	Breusers	1972	〃	〃	
	Sharma	1973	〃	〃	
	Glazik	1975	〃	〃	
	Niedoroda	1982	弱い流れ	〃	
	Bijker	1986	強い流れ	〃	パイプ ライン
	Bijker・Bruyn	1988	強い流れ	〃	

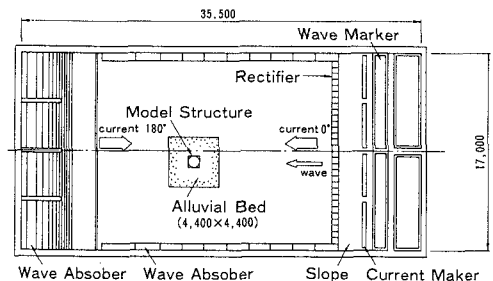


図-1 波・流れ共存場での洗掘実験装置

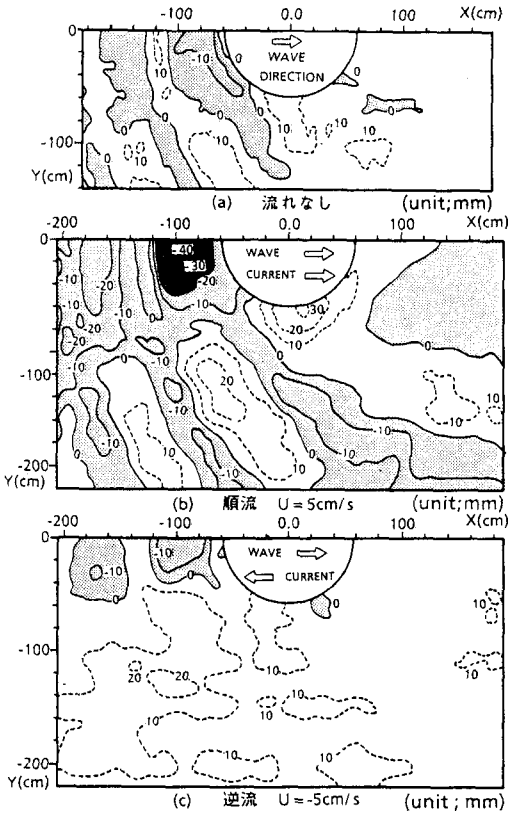


図-2 大口径円柱周辺の地形変化
($T=1.0s$, $H=10cm$, $t=2h$)

大し、かつ、漂砂量が増加したことが原因であろう。

逆流の場合、円柱前方の一部を除いて円柱周辺の地形変化は緩やかとなった。この原因を推定する。浮遊砂の状況を観察すると、 $T=1.0, 1.5s$ では、底面での砂の巻き上げ高さは低い。この場合、漂砂に対しては、底面境界層付近の質量輸送流れが大きな役割を果たす。層流境界層の理論に従えば、進行波による円柱回りの底面境界層外縁の流れは、数 cm/s のオーダーで波の進行方向に向かう。したがって、これと同じオーダーで逆向きの流れを当てると、円柱周辺の流れ場はゼロに近くなり、漂砂量が低下することにより、地形変化が緩やかになる。洗掘の激しい部分は、逆流による碎波が原因であろう。実験結果をまとめると、順流時は表-1のA群に対応し、逆流時はB群に対応した。

参考文献

- 1) 東江隆夫ら(1985):第32回海講論文集, 2) Machemehl5:OTC 2313, 3) Rance:Soc. UnderwaterTech. 4) Clark5: Int. Conf. Hydr. Modelling of Civil Eng. Structures, 5) Eadie5:Proc. 20th ICCE, Vol. II, 6) 柴山知也ら: 第34回海講論文集, 7) Kawata5:Proc. 21th ICCE, Vol. II, 8) Nielsen5(1977):VHL Rap., STF60-A77022, 9) Breusers:DHL No. 105, 10) Sharma:VHL Rap., STF60-A73078, 11) Glazik:Proc. Cong. IAHR, 12) Niedoroda5: Ocean Engr. Vol. 9, No. 2, 13) Bijker:Proc. 20th ICCE, Vol. II, 14) Bijker5:Proc. 21th ICCE, Vol. II

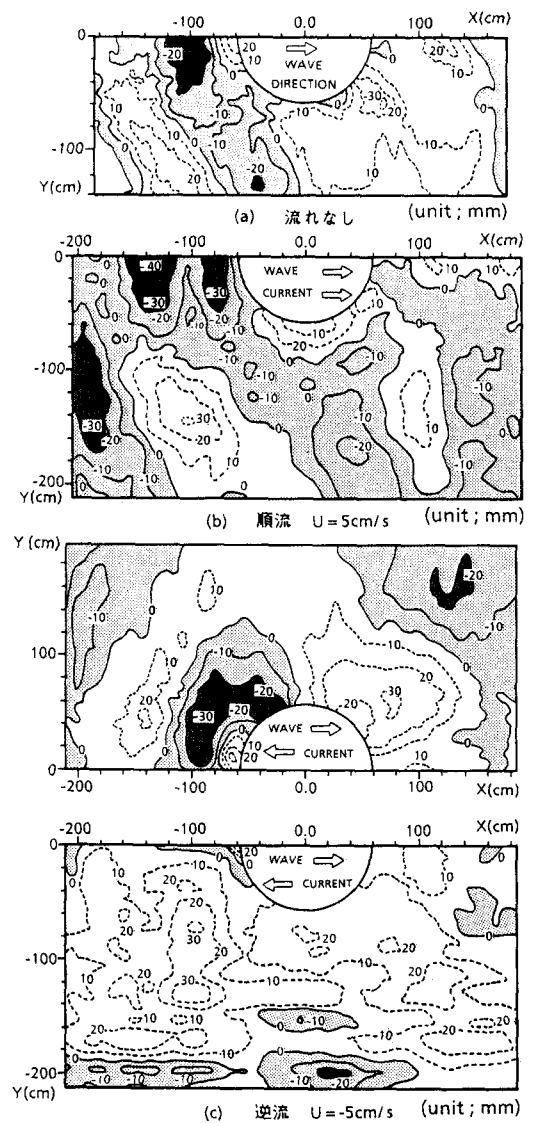


図-3 大口径円柱周辺の地形変化
($T=1.5s$, $H=10cm$, $t=2h$)