

1. はしがき: 近年、海岸侵食が増大の傾向にあることを反映して、各地で離岸堤の設置が急増の一途を辿っているが、一方では、この堤底脚部周辺の洗掘・堆積の安定維持上の観点からかなり深刻な問題として取り上げられ、その対策に苦慮していることは周知のとおりである。

著者は、前報¹⁾で、堤先端部に発生する渦巻などのいわゆる2次流が、堤沈下の要因の一つであることを指摘し、それによる底脚部周辺の洗掘特性を簡単な平板モデル堤を用いて実験的に調べた。

本研究は、これに引き続いて、堤設置に伴う海況変形の実態を実験的に調べ、堤の堆積(沈下防止)と堆砂の促進を最も有効にする堤の諸元や、堤先端部形状などの最適条件を系統的に明らかにしようとするもので、ここでは特に、堤先端部の形状の相違によって、その周辺の洗掘過程、洗掘形状と規模、さらには堤周辺の水理特性などがどのように異なるかを実験的に調べ、洗掘に及ぼす堤先端部の形状効果を明確にしようとするものである。

2. 実験装置および方法: 実験装置は前報¹⁾の場合と全く同様であるので、ここでは省略する。実験の方法は、水平可動床の中央部に図-1に示すような5種類の堤先端形状のモデル堤を設置し、種々の波浪条件における堤先端部周辺の洗掘特性や水理特性を、経過時間 $t=2, 10, 30$ および60分ごとに調べた。各時刻における洗掘深は、洗掘源が等高線法で表示されるように、堤先端を原点として、波の進行方向に x 軸、それ
 図-1 堤先端形状の種類

形状	矩形	円形	菱形	山形	矩管状
寸法 (cm)	3.2	3.2	3.2	3.2	10.2
注		$r=1.5$	$\theta=30^\circ$	$\theta=53^\circ$	
記号	□	○	◇	△	◇

3. 解析方法: 解析は前報¹⁾の場合と同様に、次元解析を行うとともに、すでに作成された洗掘状況を示した等高線図から洗掘孔の諸元や洗掘量を求めた。すなわち、高さ h の等高線の形状の x および y 軸方向の最大径とそれぞれ洗掘孔半径 l_x 、 l_y とし、さらに洗掘孔の最大深さを最大洗掘深 z_{max} とした。また、洗掘孔の傾斜面の平均勾配($\Delta z/x$: x 軸上の勾配、 $\Delta z/y$: y 軸上の勾配)は、等高線間隔がほぼ等しく一定の傾斜面を成れていると思われる地点で求めた。一方、平均洗掘速度は $\Delta z/t$ (Δz :洗掘源の測定時間間隔、 t : t 時間における最大洗掘深の変化量)で表わした。なお、洗掘量は、等高線図から土量計算を行うて求めた。

4. 実験結果および考察: 1) 洗掘・堆積過程: 堤先端部周辺の洗掘過程は、先端形状の相違による著しい差異はなく、波の来襲に伴って、徐々に堤先端を中心にしてほぼ円形状に洗掘される。しかし、堆積過程は、その洗掘された砂が、洗掘孔の外側の x 軸上に、 y 軸にほぼ対称に堤の岸・沖の両側に堆積する場合(円形、谷形、矩形)と堤の岸・沖側両面から舌状に堆積する場合(山形、矩形(大))の2種類に分類できるようなのである。図-2に後者の場合の1例を示すべ、このように、堤の先端部形状や堤幅の相違によって、その堆積過程が異なるということは、堤の安定維持や機能向上の観点から非常に興味深いことである。

2) 洗掘特性: (a) 洗掘形状: 洗掘孔半径 l_y の大きさの変化は、堤の底脚部の洗掘の程度を表わす一つの指標と考えることができる。図-3は、 l_y の波高による変化と形状別に比較したもので、この図から l_y は、先端形状のいかんにかかわらず波高の増大とともに増加することが明らかである。なお、ここでは示していないが、 l_y は堤間隔や堤幅が小さいほど増大の傾向にあるようなので、堤の諸元の決定は、堤先端の沈下対策を考える場合の重要な要素の一つになるものと思われる。一方、図-4は洗掘孔断面の平均斜面勾配と経過時間の関係を形状別に比較した1例を示したもので、この図から明らかなように、斜面勾配は、時間経過や形状別の違いによって若干の差異が見

られるが、全般的には、前報¹⁾の場合と同様、堤の遡り部分では時間経過による差異はほとんどなく、斜面と配は 30° ($\frac{\Delta Z}{\Delta x} \div 0.58$)前後にかなり分布しているが、一方、堤を遡りきれていない領域では、時間経過とともに徐々に減少して、約30分後には砂の水中安息角の 27° ($\frac{\Delta Z}{\Delta x} \div 0.51$)に近づく傾向にあるようである。

(b)最大洗掘深: 図-5に最大洗掘深の周期による変化の一例を示すが、一般的に、最大洗掘深は、先端形状のいかんにかかわらず、波高および周期の増大とともに増加する傾向にある。一方、図-6は、最大洗掘深とK.C.数($u_m T/B$: ここで u_m : 水表面最大水粒子速度, B : 堤長, T : 周期)との関係を示したもので、この図から、最大洗掘深は形状のいかんにかかわらずK.C.数の増大とともに増加することが明らかである。

(c)洗掘量: 図-7は、周期の相違による洗掘量(凹)の経過時間による変化の一例を示したもので、この図から明らかなように、一般的に、洗掘量は最大洗掘深の变化と同様に、周期および時間経過の増大とともに増加し、特に同一条件下での洗掘量は、山形の場合が最も多いようである。また、ここでは示していないが、他の条件が同じならば、波高が大きく、かつ堤幅が広いほど全体の洗掘量は増大する傾向にある。

(d)平均洗掘速度: 図-8は平均洗掘速度の周期による変化と横軸に経過時間とによって示したもので、この図から洗掘速度は、周期が長いほど大きく、特に形状別では山形が最も大きいことが明らかである。また、洗掘速度は、洗掘の初期が最も大きく、時間経過とともに、徐々に減少して $\frac{1}{T} \div 1000$ 付近ではほぼ0になる傾向にある。このことは、本実験条件の範囲内では、 $\frac{1}{T} \div 1000$ 付近では定常状態に近づくものと考えられる。

最後に、始め、暖かい指導を賜った京都大学工学部岩垣雄一教授および実験を解析に協力と惜しまなかった志度浩幸・中村誠一の両氏(当時本校学生)に心から感謝するとともに、本研究は文部省科学研究費自然災害特別研究(1)(代表者: 岩垣雄一京大教授)による研究の一部であることを付記し謝意を表す。

参考文献 ① 平山: 離岸堤先端部周辺における局所洗掘の特性について, 第27回海洋工学講演会論文集, pp.260~264, 1980.

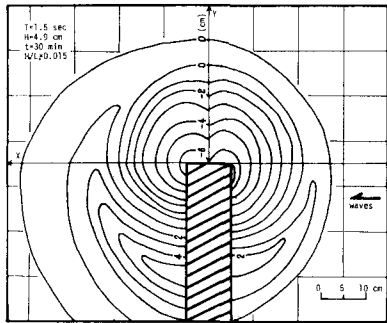


図-2 堤先端部周辺の洗掘・堆積状況

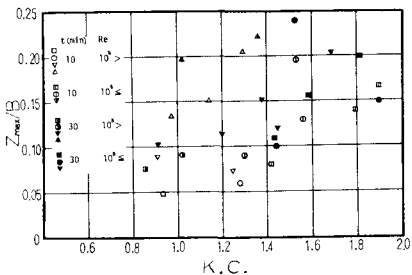


図-6 最大洗掘深とK.C.数との関係

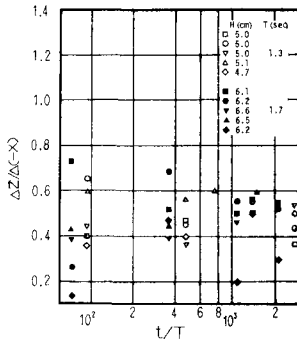


図-4 平均斜面凹と経過時間との関係 (又方凹断面)

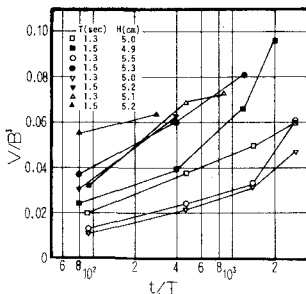


図-7 洗掘量の周期による変化

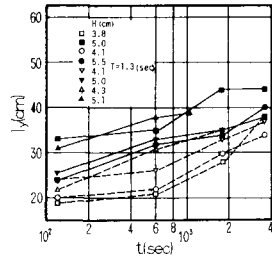


図-3 洗掘孔径 l_y の波高による変化

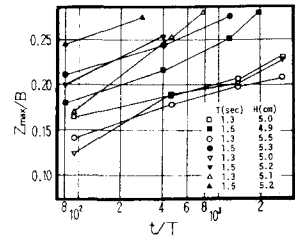


図-5 最大洗掘深の周期による変化

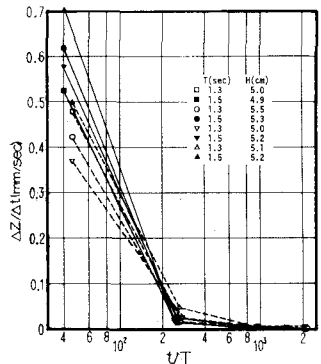


図-8 平均洗掘速度の経過時間による変化