

II-428

浮遊物集積機能を有する消波護岸に関する実験的研究

NKK 基盤技術研究所 正員 塩崎禎郎 正員 磯崎総一郎

NKK 橋梁建設部 正員 植村俊郎

1. まえがき

21世紀の港湾にむけて“快適な海域環境の創造”事業が展開されており、港湾内の水域環境改善の問題に関しても、今後積極的な取り組みがなされようとしている。現在、港湾域における環境改善事業として堆積汚泥の浚渫・覆土や浮遊ゴミの回収等が実施されているが、まだ、十分な状況とはいえない。さて、浮遊ゴミは、風力、吹送流、潮汐に起因する湾内流等の影響を受け挙動の予測は困難ではあるが、港湾内のある特定の区域、あるいは構造物に集積するという現象が見られる。そこで、このたび、そのような現象を念頭において、護岸の形状を工夫することにより外部からのエネルギーによらず浮遊ゴミの集積を可能とする護岸構造の検討を行った。以下に概要を報告する。

2. 護岸構造

浮遊ゴミ集積護岸の構造を考えるにあたって次の2点に着目した。①波による質量輸送を利用する。すなわち、護岸前面で完全重複波を形成させないために消波構造とする。②護岸前面で表層が向岸方向となる流れを誘起させる。検討の結果、基本構造として護岸の前面に没水した鉛直板を付設した形状を考案し（図1）、さらに、鉛直板にスリットを設け（図2）、その上、沖合方向にのみ開く弁を設けた構造（図3）にすることによって、集積に効果的な強い鉛直循環流が発生することを見出した。

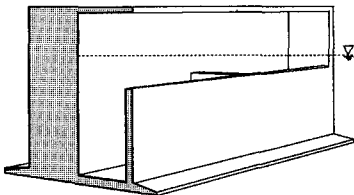


図1 TYPE-A（基本型）

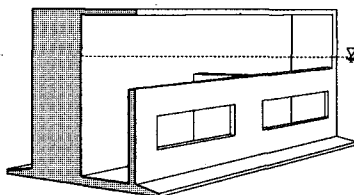


図2 TYPE-B（スリット）

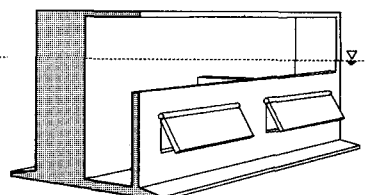


図3 TYPE-C（弁付き）

3. 実験概要

実験は、吸収式造波水路（長さ0.8m×幅0.9m×高さ13.5m）に図4に示す諸元の模型を設置して表1に示す条件の下で実験を行った（想定縮尺率1/20）。波は規則波を用い、計測は以下の4項目について行った。①浮遊ゴミの集積率：造波開始後、波が安定した後に、浮遊ゴミに見立てた木片（5mm×5mm×20mm）を護岸前面80cm地点に50個投入し護岸内部への集積個数を30秒間隔で計測（集積率(%)=集積個数/投入個数）②護岸の反射率：容量式波高計を用い、合田による入・反射波分離法によって反射率を算出。③流況：比重約1のスチロール樹脂を水中に投入し、ビデオカメラで撮影して軌跡をトレース。④表層流速：水路上に45°に傾斜させた鏡を設置し、そこに写る水面の木片を遠方からビデオカメラで撮影し流速を算出。

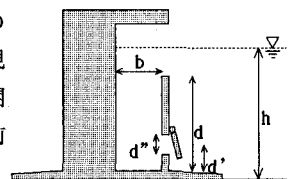


図4 構造諸元

表1 実験条件

h cm	50			
b cm	15	20	25	
(b/h)	(0.3)	(0.4)	(0.5)	
d cm	35	37.5	40	42.5
(d/h)	(0.7)	(0.75)	(0.8)	(0.85)
$\epsilon = d''/d$	0	0.1	0.2	0.3
d'/d	0.3	0.5	0.7	
弁	有 / 無			
T(周期)	0.9~1.5sec (0.1sec毎)			
H(波高)	2.5cm~5.5cm (1cm毎)			

4. 実験結果

以下に実験結果を代表する一例を示す。

1) 浮遊ゴミ集積率：TYPE-Aにおいて鉛直板の高さdを一定（40cm）とし、護岸からの距離bを変化させた場合の結果を図5(a)、bを一定（20cm）として鉛直板高さdを変化させた場合の結果を図5(b)に示す。b、dの違いにより集積率が変化することが分かる。図5(c)は護岸前面に開口率 $\epsilon = 0.1$ のスリットを設けた場合の結果で、鉛直板の下方（ $d'/d = 0.3$ ）に設けた場合に集

積率が高くなる。図5(d)は、 $d'/d=0.3$ の位置にスリット、弁を設けた場合の集積率で、弁により飛躍的に集積率が高まっていることが分かる。ただし、スリットのみの場合には必ずしも集積率の向上につながらない。図5(e)は集積率に及ぼす周期影響の一例を示している。周期により集積速度が異なっているが、波の質量輸送速度、反射率、循環流のスケール等に影響されていることが予想される。

2) 反射率: 図5(d)の3つの模型に対する反射率を図6に示す。スリット、さらに弁を設けることによって反射率の周期依存特性が異なるが、鉛直板上端部での流速の相違が、そこで発生する剥離渦によるエネルギー損失に大きく影響するためと考えられる。

3) 流況: 図5(d)の3つの模型に対する鉛直断面の流況を図7(a)~(c)に示す。スリットにさらに弁を設けることにより表層で向岸方向となる強い鉛直循環流が発生し、その流れによって浮遊ゴミが護岸に集積される。

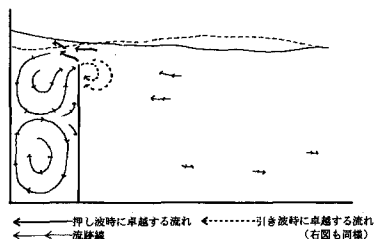


図7(a) 流況 (TYPE-A)

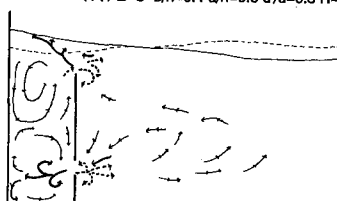


図7(b) 流況 (TYPE-B)

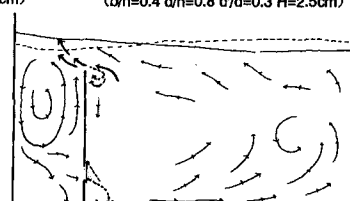


図7(c) 流況 (TYPE-C)

なお、循環流のスケールは、ほぼ一波長のオーダーである。

4) 表層流速: 図7(c)における表層流速の測定結果を図8に示す。質量輸送速度に比べはるかに卓越した表層流が発生している。ただし、その流速は向岸方向に一樣ではなく、反射波の影響で護岸前面、さらに重複波の節の位置近辺で流速が落ちている。

5. まとめ

弁による流れの制御によって表層が向岸方向となる鉛直循環流が誘起され、それが浮遊ゴミの集積に大きな効果を及ぼすことが明らかになった。ここに示した結果は代表的な一例であり、浮遊ゴミの集積率は構造諸元、入射波の条件等により特性が変化する。従って、設置する海域の条件にあわせて構造諸元を適切に選択する必要がある。今後は、実海域への適用に向け、さらに検討を進めていきたい。

<参考文献> 池田俊介 他、波動場に置かれた垂直板付近の発生渦の特性とエネルギー逸散

土木学会論文集, pp87~96, 1985, 11

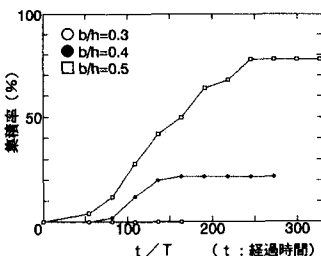


図5(a) 集積率-b/hの影響
(TYPE-A $d/h=0.8$ $T=1.1\text{sec}$ $H=2.5\text{cm}$)

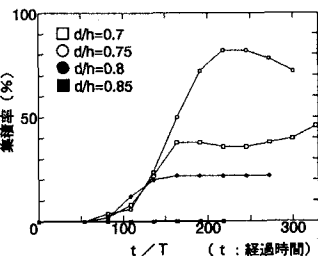


図5(b) 集積率-d/hの影響
(TYPE-B $b/h=0.4$ $T=1.1\text{sec}$ $H=2.5\text{cm}$)

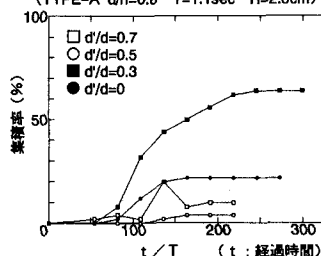


図5(c) 集積率-d'/dの影響 ($\epsilon=0.1$)
(TYPE-B $b/h=0.4$ $d/h=0.8$ $T=1.1\text{sec}$ $H=2.5\text{cm}$)

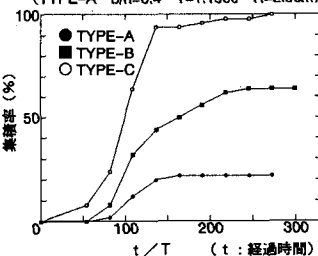


図5(d) 集積率-スリット, 弁の効果
($b/h=0.4$ $d/h=0.8$ $d'/d=0.3$ $T=1.1\text{sec}$ $H=2.5\text{cm}$)

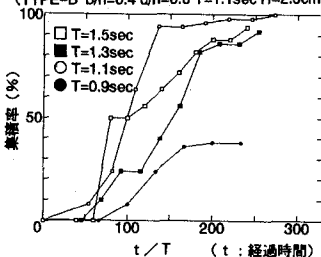


図5(e) 集積率-周期影響
(TYPE-C $b/h=0.4$ $d/h=0.8$ $d'/d=0.3$ $H=2.5\text{cm}$)

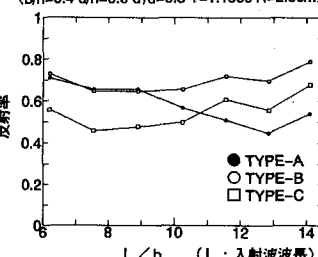


図6 反射率
($b/h=0.4$ $d/h=0.8$ $d'/d=0.3$ $H=2.5\text{cm}$)

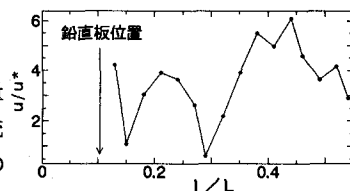


図8 表層流速 ($b/h=0.4$ $d/h=0.8$ $d'/d=0.3$)
 l : 護岸からの距離 L : 入射波波長
 U : 表層流速 U^* : 質量輸送速度