

パイプ型潜堤に関する実験的研究

大阪府立工業高等専門学校 正員 平山秀夫
 大阪市立都島工業高等学校 正員 ○福島博行
 高田機工 江頭輝彦
 三井プレコン 酒巻靖弘
 大阪土質試験所 田辺忠明

1. はしがき：近年、「ウォーターフロント」の開発が脚光を浴び、人間を主体としたより文化的な環境保全とレクリエーションの場の確保のため、砂浜海岸をはじめ海岸地域の保全と環境整備に力点が置かれるようになってきている。一方で、離岸堤の景観上の問題がクローズアップされはじめ、それに代わる新たな構造物の開発に関する研究がなされている。本研究は、このような観点から、潜堤を離岸堤に代わる侵食対策工法として考えたときの利点欠点を明確にしようとするものであって、特にここでは、堆砂機構に着目し、モデル堤として高さ、空隙率などの堤の諸条件を変化させることが容易なパイプ式潜堤を用いて、堤の相対水深 R/h (R :天端上水深、 h :パイプ式潜堤設置位置水深)と地形変化の関係および堤の空隙率の変化とそれに伴う堤内堆砂量やその他の地形変化の関係を明らかにするとともに、着色砂を用いて底質の移動特性を把握しようとするものである。

2. 実験方法：実験は、片面ガラス張りの鋼製大型造波水槽(長さ21m, 幅70cm)を用い、初期勾配1/20の移動床模型海浜($d_{50}=0.2\text{mm}$, 厚さ15cm, 長さ10m)を設置し、水平床部での水深を常時40cmに設定し、入射波高 $H_i=8.5\text{cm}$, 周期 $T=1.0\text{sec}$ (侵食型の波)の実験波浪のもとに行った。パイプ式潜堤モデルは、アルミニウム製パイプ(外径18mm, 内径15mm, 長さ30cm)を千鳥状に数段積み上げて潜堤モデル(潜堤長70cm, 潜堤幅30cm)とし、相対水深 R/h および空隙率 ϕ を表-1に示す実験条件に従って変化させて実験に用いた。また、パイプ式潜堤の設置位置は、その長さ方向の中心線が汀線と平行になるような位置で、かつその中心は、1/20一様勾配時における静水時の汀線を基準として、汀線から碎波点までの距離(X_0)と汀線からパイプ式潜堤の中心までの距離(X)との比、すなわち X/X_0 が0.5となる地点を選んだ。測定は、実験開始時刻からの経過時間が $t=0, 0.5, 1, 2, 3, 5\text{hr}$ に達する毎に、堤内外の地形および波高を測定し、さらに汀線形状や堤沈下量の測定も行った。これらの諸量から、パイプ式潜堤の透過率(堤後面波高と堤沖側波高の比の値)、汀線の変動量および堤内外の堆砂量等を算出した。また、着色砂による可視化実験は、堆砂効果が最も良好な実験条件(実験No. IV)を再現して、青、赤、緑の3種類の着色砂を堤の前面、後面および汀線付近に敷並べて実験を実施し、堤設置後30分、1時間、2時間、3時間および5時間経過後における着色砂の移動拡散状況を青、赤、緑の各色ごとに分け、目視観測によって定性的に調べた。

3. 実験結果および考察：1)パイプ式潜堤の消波効果：図-1は透過率

表-1 実験条件一覧表

実験 番号	波浪条件				堤条件			
	周期 T(sec)	入射波 高 H_i (cm)	入射波 長 L_i (cm)	波 形 勾 配	堤高さ S(cm)	設置位置 水深 h (cm)	相対 水深 R/h	空隙率 ϕ
I	1.0	8.5	146.3	0.0581	7.2	12.7	0.433	0.53
II	"	"	"	"	8.8	12.0	0.267	0.53
III	"	"	"	"	10.9	12.0	0.092	0.53
IV	"	"	"	"	7.2	12.7	0.433	0.27
V	"	"	"	"	9.3	11.7	0.205	0.27
VI	"	"	"	"	10.6	13.0	0.185	0.27
VII	"	"	"	"	7.9	12.9	0.388	0.17
VIII	"	"	"	"	9.7	14.0	0.307	0.17
IX	"	"	"	"	11.0	13.6	0.191	0.17
C	"	"	"	"	7.2	12.7	0.433	0.27

(注) 実験番号Cは着色砂を用いた可視化実験

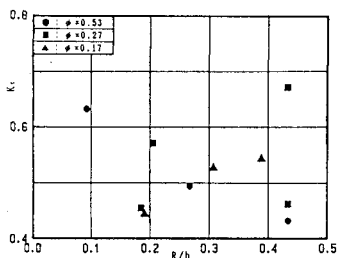


図-1 相対水深と透過率の関係

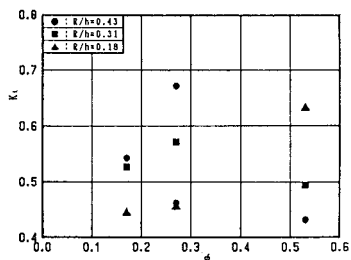


図-2 空隙率と透過率の関係

Hideo HIRAYAMA, Hiroyuki FUKUSHIMA, Teruhiko EGASHIRA, Yasuhiro SAKAMAKI, Tadaaki TANABE

(K_T)と相対水深 R/h の関係を示すものである。空隙率の相違により傾向の相違が若干認められるものの、空隙率 $\phi=0.53$ の場合を除けば、一般的に相対水深の増加にともない透過率はほぼ増加する傾向にあるようであり、パイプ式潜堤の場合にも、天端上水深の増大に伴い透過率は増加し、従来の知見と傾向が一致する。また、図-2は透過率とパイプ式潜堤の空隙率の関係を示したもので、この図からあまり明確ではないが、ほぼ常識通りに、空隙率の増大とともに透過率は大きくなっていることが分かる。2)汀線の変動：図-3は、相対水深と汀線変動の関係を示すものであり、この図から空隙率により若干の差異はあるものの、相対水深の増大とともに汀線は後退する傾向にあることが認められるが、これは相対水深の増加にともない透過率が大きくなり、パイプ式潜堤の波浪減衰効果が低下したためではないかと考えられる。また、図-4は、空隙率と汀線変動量の関係を示し、この図から、堤の空隙率と汀線の変動量との間には明確な相関関係が認められないが、どちらかと言えば、空隙率の増大とともに汀線が後退する傾向が見られる。3)着色砂の移動状況：図-5は堤周辺および汀線付近に配置した着色砂の移動状況をそれぞれ色別に示したものである。この図から、堤沖側周辺の着色砂（青）の移動方向は、沖側へ後退するだけで、他の方向への移動は全く見られず量的にも少ないこと、また、堤岸側周辺の着色砂（赤）の移動方向は、岸側に向かって前進するもの、堤空隙部を通過し沖側に向かって後退するもの、堤岸側で碎波した乱れのエネルギーによって浮遊したものがほぼ全体的に堤外へ流れていくものの3つのタイプに大別でき、堤岸側堤脚部での碎波によって多量の砂が浮遊し堤空隙部および堤天端上を通過して堤外へ流出していることが認められる。一方、汀線付近の着色砂（緑）の移動は、ほとんど認められない。4)堤内堆砂量：図-6は、相対水深と堤内堆砂量の関係を示すものであり、空隙率の相違により若干のばらつきがあるものの相対水深が大きくなるにつれて堤内侵食量は減少することが分かる。これは、天端上水深が大きくなり堤内での碎波が穏やかになり、底質を巻き上げ浮遊させる量そのものが減少したことによると考えられる。図-7は、空隙率と堤内堆砂量の関係を示すものであり、空隙率の増加につれて堤内の侵食量が大きくなっている。このように、相対水深が小さくかつ空隙率の増大につれて侵食量が増加する割合が減少することは、着色砂の移動状況をも照らし合わせて考えれば、堤の背後で生じる碎波によって巻き上げられ浮遊した底質が、堤空隙部や堤天端上を透過して堤外に運搬されることによるものではないかと考えられる。

4. まとめ：以上、本研究で得られた結果を要約すれば、①パイプ式潜堤の消波機能は、従来の潜堤とほぼ一致する、②パイプ式潜堤の設置により堤内侵食量の軽減が可能であり、相対水深の増加によって堤内侵食量を減少させることができるが、空隙率を大きくすれば、逆に堤内侵食は大となる、③堤内の侵食は、潜堤岸側の堤脚部付近が激しい。

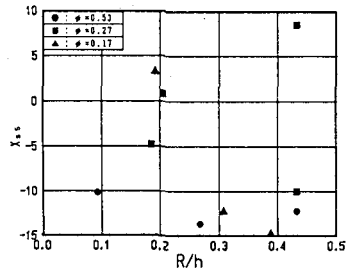


図-3 相対水深と汀線変動量の関係

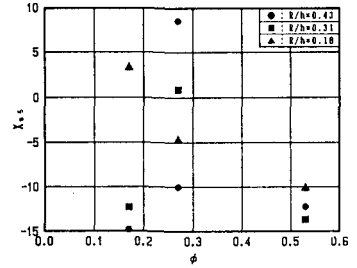


図-4 空隙率と汀線変動量の関係

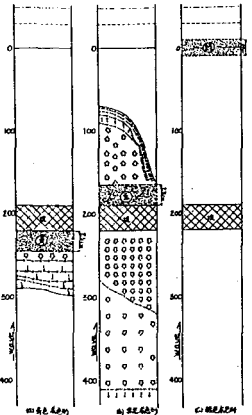


図-5 着色砂の移動状況

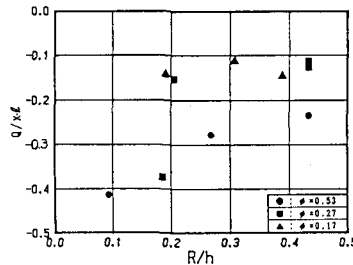


図-6 相対水深と堤内堆砂量の関係

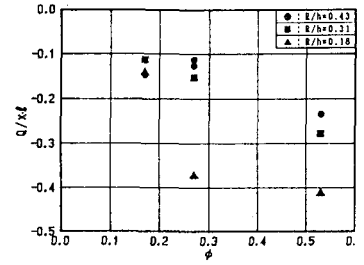


図-7 空隙率と堤内堆砂量の関係