

## パイプ式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  
枚方市 正員 ○上野正広  
東洋建設株式会社 嶋谷健児  
ダイタン株式会社 玉田 淳

1. はしがき：我が国は、人間の生活に適した平野部がわずかしがなく、そのため人口等の集中化により平野部においてはすでに過密状態に達している。従って近年では、平野部の代替手段として「ウォーターフロント開発」が脚光を浴び、中でも人間にゆとりを与える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た。しかし、その反面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が必要とされだした。本研究は、このような観点から昨年に引き続き潜堤を侵食対策工法として用いたときの利点欠点を明確にしようとするもので、特にここでは、その堆砂機能に着目し、モデル堤として空隙率等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、堤の幅と地形変化の関係及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、潜堤の必要性を実験的に検証したものである。

表-1 実験条件

| 実験<br>番号 | 周期<br>(sec) | 基礎条件                                    |                                         |                               |                                               |                                    |                                               | 実験条件                                       |            |                                 |                                                    |          |
|----------|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
|          |             | 入<br>射<br>波<br>高<br>H <sub>i</sub> (cm) | 入<br>射<br>波<br>長<br>L <sub>i</sub> (cm) | 堤<br>高<br>H <sub>d</sub> (cm) | 堤<br>形<br>配<br>H <sub>d</sub> /L <sub>i</sub> | 堤<br>間<br>隔<br>L <sub>d</sub> (cm) | 堤<br>間<br>隔<br>L <sub>d</sub> /L <sub>i</sub> | 設置<br>位置<br>H <sub>d</sub> /L <sub>i</sub> | 幅<br>B(cm) | 設置<br>水深<br>H <sub>w</sub> (cm) | 相<br>対<br>水<br>深<br>H <sub>w</sub> /H <sub>i</sub> | 空隙率<br>φ |
| I        | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 15.0       | 1.4                             | 0.320                                              | 32.0     |
| II       | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 30.0       | 12.1                            | 0.256                                              | 32.0     |
| III      | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 45.0       | 13.0                            | 0.348                                              | 32.0     |
| IV       | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 15.0       | 12.0                            | 0.297                                              | 23.5     |
| V        | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 30.0       | 11.4                            | 0.274                                              | 23.5     |
| VI       | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 45.0       | 12.2                            | 0.262                                              | 23.5     |
| VII      | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 15.0       | 11.7                            | 0.291                                              | 16.0     |
| VIII     | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 30.0       | 13.1                            | 0.212                                              | 16.0     |
| IX       | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        | 0.5                                        | 45.0       | 12.0                            | 0.256                                              | 16.0     |
| X        | 4.0         | 10.0                                    | 140.3                                   | 0.0004                        | 10.7                                          | 150.0                              | 0.0006                                        |                                            |            |                                 |                                                    |          |

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 $H_i=10.0\text{cm}$ 、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、塩化ビニール製パイプ（外径18mm、内径13mm）を格子状に4段積み上げ、潜堤長70cmで潜堤の高さは昨年度の実験結果を参考にして最も堆砂を促進させた9.0cmとした。又、潜堤幅 $b$ と空隙率 $\phi$ は表-1に示す実験条件に従って変化させ、パイプ式潜堤の設置位置は、堤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、汀線から砕波点までの距離（ $X_0$ ）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となる地点を選んで実験を行った。測定は、 $t=0, 0.5, 1, 2, 3, 5\text{hr}$ 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（堤岸側波高と堤沖側波高の比の値）、汀線の変動量及び堤内外の堆砂量等を算出した。又、潜堤の必要性を明らかにするため、潜堤を設置しない場合（実験No. X）の実験を行い汀線変動量が潜堤を設置した場合とどのように異なるかを比較検討を行った。

3. 実験結果及び考察：1) パイプ式潜堤の消波効果：図-1は透過率

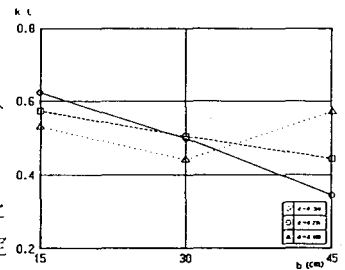


図-1 堤幅と透過率の関係

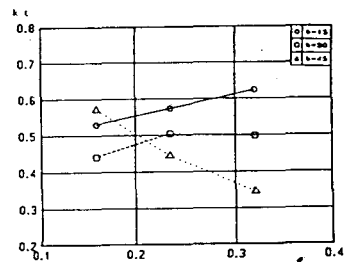


図-2 堤空隙率と透過率の関係

( $k_t$ )と堤幅( $b$ )の関係を示すものである。多少の変動があるものの全般的にみて空隙率の大小に関わらず堤幅の増大にともなって、透過率は減少するということが出来る。しかし図から明らかなように、空隙率 $\phi = 16.0$ (%)の場合のように堤幅が増大すると、逆に透過率が增大するような傾向がみられることから、空隙率がある程度以上減少すれば堤幅の増大と透過率とはあまり関係がなくなるのではないと思われる。又、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、全般的にみれば堤幅 $b = 45$  cmを除いて空隙率の増加と共に透過率も増大しているということがいえる。2) 汀線の変動; 図-3は、堤幅と汀線変動の関係を示すものであり、この図から全般的に堤幅の増大に伴い汀線は前進しているように思われるが、それぞれの空隙率ごとに堤幅と汀線変動の関係についてみたとき、相互の関連はあまり明確ではない。しかし、堤不設置時における汀線の変動量(図中の●印)と比較した場合、堤設置時には汀線の後退を防止していることが明らかに示されている。又、図-4は、空隙率と汀線変動量の関係を示したものであるが、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ように思われる。しかし堤不設置時に置ける汀線の変動量(図中の●)と比較した場合、確実に汀線の後退を防止していることは明かである。3) 堤内堆砂量; 図-5は堤幅と堤内堆砂量の関係を示すものである。全般的にみて空隙率の大小に関わらず、堤幅の増大に伴って堤内侵食量も増大するようである。これは、堤内の砂が、堤の不等沈下に伴って堤脚部に潜り込むもので、その量は潜堤の大きさ、すなわち潜堤の幅に大きく関係するためであると考えられる。図-6は、空隙率と堤内堆砂量の関係を示すものであり、空隙率の増加に伴って堤内の侵食量が減少するようである。これは空隙率の増加に伴って堤外の砂が、堤空隙内へ通りやすくなるためと考えられる。又同様に、堤幅の減少に伴っても堤外の砂が堤内へ移動しやすくなるものと考えられる。

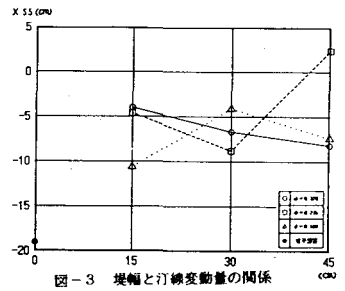


図-3 堤幅と汀線変動量の関係

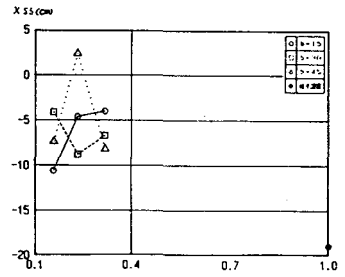


図-4 堤空隙率と汀線変動量の関係

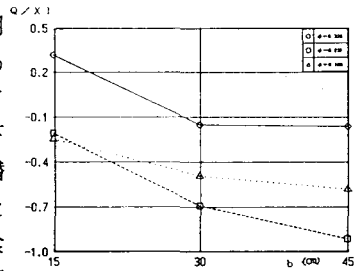


図-5 堤幅と堤内堆砂量の関係

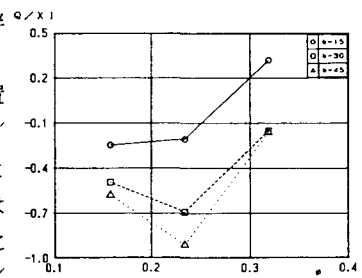


図-6 堤空隙率と堤内堆砂量の関係

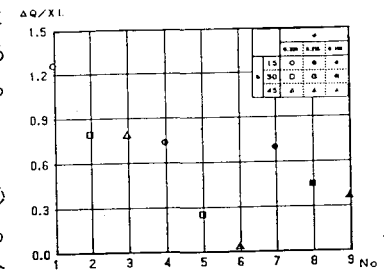


図-7 堤内における堆砂効果の比較

4) 堤設置時と不設置時との堆砂効果の比較; 図-7は、縦軸に堤設置時の堤内堆砂量( $Q_1/X_1$ )から、堤不設置時の堤内堆砂量( $Q_2/X_1$ )を引いた値( $\Delta Q/X_1$ )を、横軸に実験 $N_0$ をそれぞれとり実験値を整理したものである。図からも明らかなように、堤設置時は常に不設置時よりも堤内堆砂効果を発揮し、潜堤設置の必要性を十分に証明しているといえる。また、ここでは示していないが堤外での $\Delta Q/X_1$ の値は、逆に負の値( $Q_1/X_1 < Q_2/X_1$ )となっていることから、堤設置に伴って堤外の砂が堤内に輸送されていることも明かである。なお堤不設置時における堤内とは、1/20勾配時の静水汀線から沖側220 cmの地点に潜堤があると仮定したものである。

4. まとめ: 以上、本研究で得られた結果を要約すれば①消波機能は、パイプ式潜堤の幅の増大及び空隙率の減少に伴って大きくなる。②堆砂機能は、パイプ式潜堤の幅の減少及び空隙率の増加に伴って大きくなる(但し幅及び空隙率には限界がある)。③パイプ式潜堤の設置は、完全に堆砂効果を促進させ汀線の侵食を防止している。