

多列配置された潜堤による平面的な波変形の特性

愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
 愛媛大学大学院 学生員 ○ 野村周吾
 日立造船(株) 白川哲也

1. まえがき: 人工リーフや幅広潜堤の名前で呼ばれる大規模潜堤は、小船舶の航路の維持などのため、ある一定の開口幅を設けて多列式に配置されるのが一般になっている。このような多列式潜堤による波の変形は、長峰性の波が作用するときでも、平面的なものになることが予測されるが¹⁾、従来その特性は十分に明らかにされていない。本研究は、多列配置された3次元潜堤による平面的な波変形の特性を、周期、波向きおよび波高の三者に着目して、主に実験的に検討するものである。

2. 実験装置および実験方法: 本研究で採用した模型は、図-1に示すような多列配置された不透透性の台形潜堤および開口部を埋め戻した2次元潜堤の2種類である。なお、台形潜堤の模型堤体としては鏡像原理により、隣接する堤体との中心間距離 λ の1/2の幅の長水路に想定した堤体の1/2のものを設置した。そして、これら堤体の透過波側における波高分布を測定し、堤体上での砕波状況についてもビデオカメラにより撮影して観測した。また、台形潜堤の場合、水路の横断方向に5台の波高計を直線的に配置して、これらの多点同時記録から透過波の波向き特性などを推定した。堤体の設置水深 h は、20、25cmの2種類とし、このとき天端上水深 R はそれぞれ5、10cmとした。また入射波の波高 H は、 $R=10$ cmの場合 3、5、10cmの3種類、 $R=5$ cmの場合 4、7cmの2種類とし、周期 T は0.8~2.0sec ($\lambda/L=0.6\sim 2.0$, L :入射波の波長)の9種類に変化せしめた。

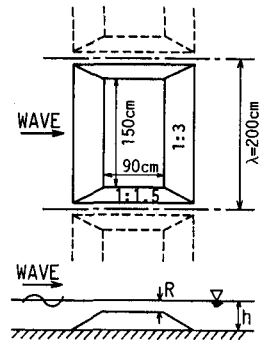


図-1 台形潜堤列

3. 天端上での砕波状況: 図-2は、台形潜堤上での砕波状況を、横軸に浅水比 h/L 、縦軸に R/H をとり示すものである。この図から、砕波限界および砕波形式は、2次元潜堤の場合に類似して、 R/H に最も影響されることがや h/L にはあまり関係しないことなどがわかる。なお、上記のように天端上で砕波する場合でも、台形潜堤間の開口部では砕波しないまま波が通過するなど、潜堤近傍では平面的に複雑な波動場が形成されることを確認している。

4. 透過波の特性: 以下では、 $R/H=0.71$ の場合についてのみ紹介する。(1) 周期特性: 潜堤上を砕波あるいは砕波に近い状態で通過した波の周期特性は、一般に入射波のそれと異なる。これは非線形な砕波現象により、高次周波数成分が現れるようになるためである²⁾。この一例を示すのが図-3で、台形潜堤による透過波の3倍周波数成分までの卓越度を、第1横軸に λ/L 、第2横軸に h/L をとり表すものである。ここで、縦軸の E_i ($i=1, 2, 3$: それぞれ基本, 2, 3倍周波数成分)は、各周波数成分のエネルギー比である。この図より、基本周波数成分がほぼ卓越するものの、倍周波数成分も有意な大ききで含まれることから、透過波の周期特性は入射波のそれとは異なるものになることが認められる。なお、この各周波数成分のエネルギーは、さらに各方向別に分離できるが、これについては後述する。図-4は、2次元潜

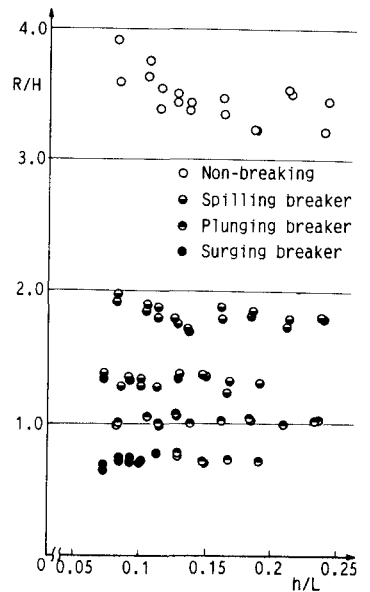


図-2 台形潜堤上の砕波状況

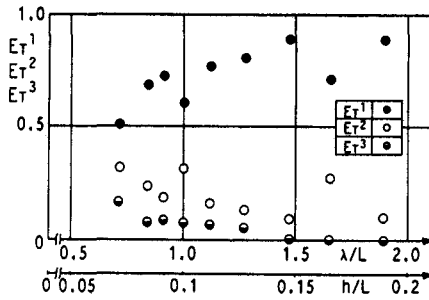


図-3 台形潜堤列による透過波の周波数特性
($R/H=0.71$, $R/h=0.25$, 開口率20%)

堤による透過波の3倍周波数成分までの卓越度を示すもので、図-3との相互比較から、開口部を設けると倍周波数成分の割合が減少することやその傾向は特に $\lambda/L > 1$ の短周期波側で顕著になることなどがわかる。(2) 波向き特性: 図-5は、3倍周波数成分まで考慮した透過波の波向き特性を図-3と同様にして示すものである。ここで、縦軸の ΣT_0 , ΣT_n はエネルギー的に合算された各周波数成分の入射波と同方向に進む直進行波成分とそれとは異なる方向に進む斜波成分の全エネルギーに対する割合を表す。この図より、 $\lambda/L > 1$ では、斜波成分が有意な大きさで含まれ、台形潜堤背後では短峰性の2次元的な波変形になっていることが推測できる。(3) 波高特性: 図-6は透過波高の変動特性を図-3と同様にして示す。ここで縦軸の K_T は、透過波の各周波数および各方向別のエネルギーの総和の平方根と入射波振幅との比で定義される量である。この図から、 K_T は短周期波側になると多少減少する傾向にあるが、その値はほぼ0.3~0.4程度の範囲にあることが認められる。一方、図-7は2次元潜堤の場合の波高特性の結果を示す。この図の縦軸 C_T は、透過波の各周波数別のエネルギーの総和の平方根と入射波振幅との比を表し、斜波成分がないときの K_T の定義に一致する。図-6, 7から、 K_T と C_T は同程度の大きさであり、台形潜堤背後の平均的な波高は、開口部のない2次元潜堤による結果でほぼ近似できるものと言えよう。ただし、透過波の波向き特性や周波数特性は、上記したように両者で異なることに注意する必要がある。

5. 結論: 多列配置された潜堤背後の平均的な透過波高は、開口率が20%程度の場合、開口部の効果を無視した2次元潜堤の結果とほぼ一致する。しかし、透過波の波向き特性や周波数特性は、2次元潜堤の場合と異なり注意する必要がある。

<参考文献> 1) 中村ら, 海岸工学論文集37巻, pp. 526~530, 1990. 2) Sawaragi, T. et al, Proc. of 15th ICCE, pp. 580~594, 1976.

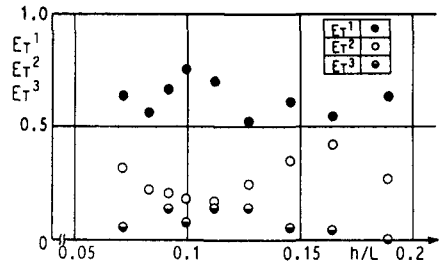


図-4 2次元潜堤による透過波の周波数特性
($R/H=0.71$, $R/h=0.25$)

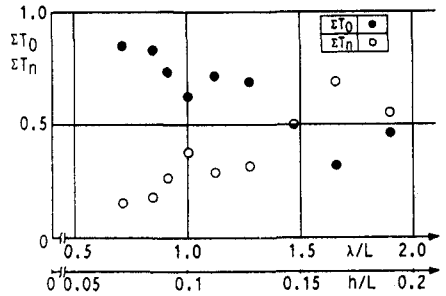


図-5 台形潜堤列による透過波の波向き特性
($R/H=0.71$, $R/h=0.25$, 開口率20%)

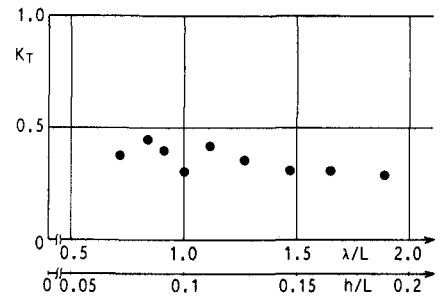


図-6 台形潜堤列による透過波高の特性
($R/H=0.71$, $R/h=0.25$, 開口率20%)

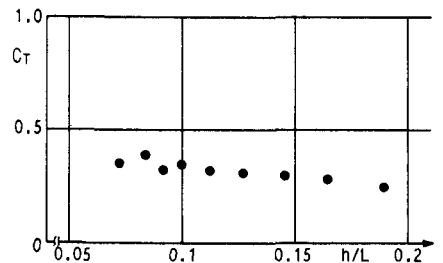


図-7 2次元潜堤による透過波高の特性
($R/H=0.71$, $R/h=0.25$)