

潜堤背後の波の挙動に関する一考察

名古屋大学大学院 学生員 鶴飼 克臣

名古屋大学工学部 正会員 富田 孝史

名古屋大学工学部 正会員 岩田好一朗

1. はじめに

潜堤を新たな海域環境を創出する海岸構造物として利用するためには、潜堤背後の波の挙動、それに重大な影響を及ぼす潜堤上あるいは潜堤前面で生じる砕波の特性、さらには潜堤周辺の乱れを含んだ水粒子の運動、などを把握することが必要である。中村ら(1967)は潜堤による砕波条件や砕波持続距離などを水理実験により明らかにしている。本研究では、潜堤による砕波現象と潜堤背後の波の挙動を対象として、水理実験によりそれらの特性と潜堤の幾何スケールとの関係を詳細に検討する。

2. 水理実験

水平床上に矩形型潜堤を設置したモデルを使用して水理実験を行う。次元解析によると矩形型潜堤による砕波や潜堤背後の波の挙動は、入射波高 H_i 、天端水深 R 、堤脚水深 h 、入射波長 L_i 、天端幅 B に基づく4つの無次元量 H_i/R 、 h/L_i 、 R/h 、 B/L_i に大きく支配されることがわかり、実験条件として $h/L_i=0.2, 0.4, R/h=0.2, 0.4, 0.6, B/L_i=0.05, 0.10, 0.30, 0.50$ とした。なお、入射波はすべて規則波である。

砕波限界を明らかにする実験では、周期を固定して波高を序々に上げて砕波と非砕波の境を確認し、これを砕波限界とした。潜堤背後の波の挙動を明らかにする実験では、模型潜堤後端から砕波が終了する位置までの間の10cm間隔毎の水位の時間変動を詳細に計測し、水槽内の多重反射波が混入する前の波高が比較的安定している平均3波の時間波形をFFT法により解析した。また、模型潜堤周辺の波変形の様子を8mmビデオで撮影し、砕波点、砕波形式、気泡混入領域、などの解析に使用した。なお、本研究では、波峰頂上の前端部が鉛直になる場合を砕波と定義した。

3. 実験結果と考察

(a) 砕波限界と砕波形式：図-1は潜堤による砕波の有無および砕波形式を示したものである。図中の実線は本実験で得られた砕波限界を示している。この図より、砕波限界は概ね H_i/R の値で決まり、 $B/L_i \leq 0.5$ の範囲では B/L_i の減少に伴って砕波限界時の H_i/R は増大するが、 $B/L_i > 0.5$ では砕波限界に及ぼす潜堤の幅の効果はかなり小さくなることが認められる。さらに、砕波形式も H_i/R により区分できる可能性を示唆している。 H_i/R の値が大きくなるにつれて、非砕波からspilling型砕波(S型砕波)、spilling-plunging-A型砕波(SP-A型砕波)、spilling-plunging-B型砕波(SP-B型砕波)へ変化している。ここで、S型砕波は波峰形状が比較対称で波峰頂上の前端部の水塊が飛び出す砕波形式、SP-A型砕波はspilling型砕波とplunging型砕波の中間の砕波形式であり、非対称な波峰の頂上前端部の水塊が飛び出すもの、SP-B型砕波は砕波形式としてはSP-A型砕波と同じであるが、潜堤前端部より若干沖側の位置で波面が不連続となり気泡が混入するような砕波形式である。

(b) 潜堤背後における振幅スペクトルの変化：図-2は潜堤背後における振幅スペクトルの変化状況の代表例をS型およびSP-A型砕波について示したものである。なお、SP-B型砕波のものは大局的にはSP-A型砕波のものと同様であった。 $X/L_i=0.05, 0.30$ の位置では砕波による乱れが存在しており、 0.85 の位置ではほとんど乱れない状況である(X は潜堤後端を基準に波の進行方向を正にした座標軸)。この図から、砕波形式により振幅スペクトルの変化特性が異なることがわかる。その差異は高周波数領域において顕著であり、S型砕波では $X/L_i=0.05$ の位置においても大きな高周波数成分が存在しないのに対し、SP-A型砕波では $X/L_i=0.30$ においても大きな高周波数成分が存在し、スペクトルピークは周波数 f に対しほぼ線形的に減少している。また、 X

$X/Li=0.85$ の位置では、S型碎波の場合、明瞭な2倍、3倍、4倍周波数成分が認められ高周波数になるほど順次その振幅が小さくなるのに対し、SP-A型碎波では2倍程度までしか明瞭なスペクトルピークが現れていない。

4. おわりに

潜堤の幾何スケールによる碎波形式および碎波限界の特性や、碎波形式により潜堤背後における波の振幅スペクトルの変化特性が異なることが確認された。今後は、潜堤背後の波の特性と碎波の規模や潜堤の幾何スケールとの関係を詳細に検討していく所存である。

【参考文献】 中村 充・白石英彦・佐々木泰雄(1967): 碎波による波の変形に関する研究, 農業土木試験場報告, 第5号, pp. 121-140.

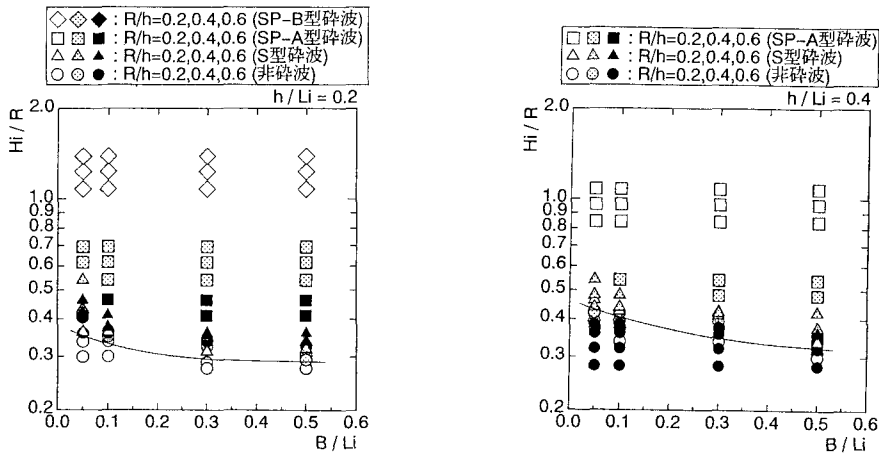
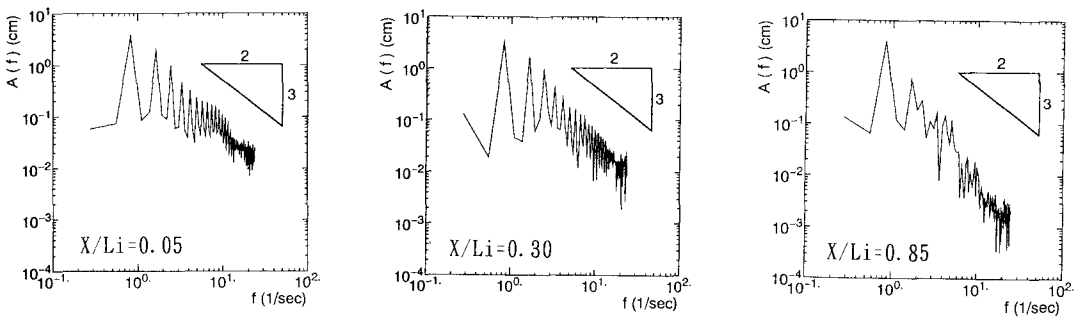
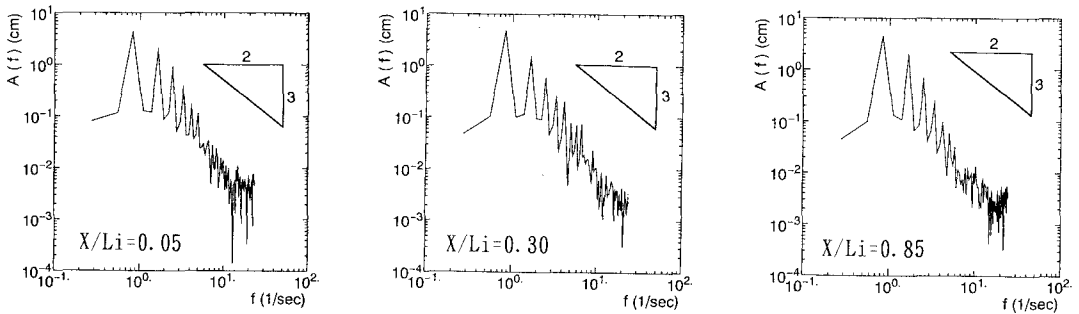


図-1: 碎波限界および碎波形式



(a) SP-A型碎波 ($H_i/R=0.54$, $h/Li=0.2$, $R/h=0.4$, $B/Li=0.3$)



(b) S型碎波 ($H_i/R=0.36$, $h/Li=0.2$, $R/h=0.6$, $B/Li=0.3$)

図-2: 潜堤背後における水位変動の振幅スペクトル