

潜堤による砕波後の波の挙動に関する研究

名古屋大学大学院 学生員 川崎 浩司

名古屋大学工学部 安藤 敏宏

名古屋大学工学部 正会員 岩田好一郎

1 はじめに

天端上または前面での強制砕波によって消波効果がより発揮できる潜堤は、景観および海水交換性への配慮など海域の環境を考えた海岸構造物の一つとして最近注目されている。また、潜堤背後の領域を多目的かつ有効に利用するためには、潜堤による砕波特性および潜堤背後で再び形成される再生波の特性を把握する必要がある。そこで、本研究では、2次元波動場に設置された潜堤の砕波特性および潜堤背後の波の挙動特性について、設計面で重要となる潜堤の幾何スケールと関連づけながら水理模型実験より詳細に検討を行う。

2 水理模型実験

本研究では、水平床上に設置された最も基本的な潜堤モデルである不透過矩形型潜堤に対して、(I) 潜堤による砕波限界および砕波形式と (II) 潜堤周辺の波の特性を明らかにする2つの水理模型実験を行った。本実験で用いた潜堤模型は、無次元天端幅 B/L_i が 0.05~1.0、無次元堤高 D/h が 0.4, 0.6, 0.8 である。ここで、 B と D はそれぞれ潜堤の天端幅と高さ、 L_i は入射波長、 h は静水深を表す。なお、本実験では静水深を 40cm と一定に保った。実験 II では、潜堤沖側から岸側にわたる約 400cm 間の水位の時間変動を 10cm 間隔で詳細に計測した。入射波の条件として、すべて規則波を考え、周期 T は 0.8, 1.2, 1.68s の 3 種類、入射波高 H_i は合田 (1983) の提案した非線形パラメータ Π が 0.07, 0.08, 0.09 に相当するように決定された値である。また、砕波位置、砕波形式、気泡連行域などの特性をとらえるために、潜堤周辺の波の挙動を 8mm ビデオで撮影した。

3 実験結果およびその考察

(i) 砕波限界と砕波形式：図-1 は、 $h/L_i=0.2$ の場合の潜堤による砕波限界と砕波形式を示している。なお、図中の実線は砕波限界を表す。図より、砕波限界は概ね H_i/R と B/L_i の値で決まり、 B/L_i が大きくなるにつれて、 H_i/R の値が小さくなる傾向を示している。しかし、 $B/L_i > 0.5$ あたりから H_i/R がほぼ一定となっており、この範囲では砕波限界に及ぼす潜堤の天端幅の効果は小さいと判断できる。また、 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 型砕波 (SP 型砕波)、跳水型砕波 (Jump 型砕波) へと砕波形式が変化している。ここで、跳水型砕波は、引き波時に発生する潜堤上の戻り流れの効果により砕波する形式 (片野ら (1992)) である。砕波形式の区分については、砕波限界と同様、 H_i/R と B/L_i の 2 つのパラメータを用いて区別できることが図から理解できる。

(ii) 砕波位置：図-2 は、 $h/L_i=0.4$ の場合の無次元砕波位置 x_{bp}/B と H_i/R の関係を示す。ここで、 x_{bp} は潜堤前面から砕波位置までの距離を表す。図-2 をみると、 H_i/R が大きくなるにつれて砕波位置が潜堤前面に移動し、 H_i/R が約 1.1 以上になると、その値に関係なく無次元砕波位置は変化していないことが分かる。また、ここでは図示しないが、 $H_i/R > 1$ の範囲では潜堤の天端幅に関係なく、潜堤前面から沖側に 0.05 L_i cm 離れたところで波が砕波しており、この場合の砕波位置は入射波と潜堤からの反射波の干渉による部分重複波の腹の位置にほぼ一致していることが考えられる。

(iii) 潜堤周辺の波の挙動特性：図-3 は、潜堤周辺の波高 H および平均水位 $\bar{\eta}$ の空間分布を入射波高 H_i で無次元表示したものであり、○、●印はそれぞれ SP 型砕波、Jump 型砕波の場合の代表例である。なお、図中の実線と点線は波高と平均水位を、B.P. は砕波位置を表す。図-3 から、潜堤上で水深が急に浅くなることにより潜堤上での波高は増大するものの、潜堤背後では砕波によって急激に波高が低減していることが分かる。特に Jump 型砕波の場合、その傾向が顕著に認められ、SP 型砕波より多くのエネルギーが逸散されていることが考えられる。平均水位は、砕波形式に関係なく、砕波位置近くまでは減少し砕波後では増大しており、斜面上での砕波で生じる平均水位特性と同様な傾向を示している。図-4, 5 は、各周波数成分波の振幅スペクトル $A(f)$ の空間分布を示しており、それぞれ SP 型砕波、Jump 型砕波の場合

である。両図をみると、潜堤前面では2倍周波数成分以上の高周波数成分はあまり顕著に認められないが、水深が急に浅くなる潜堤上では潜堤と波の非線形干渉から高周波数成分の波が卓越している。しかし、潜堤背後では、潜堤から岸側に離れるにつれて、3倍周波数以上の高周波数成分は減少している。これに対して、2倍周波数成分波はそれほど低減せずに変動している様子がみられ、潜堤による砕波によって、2倍周波数成分の自由波が新たに発生していると考えられる。

4 おわりに

潜堤による砕波限界、砕波形式、砕波位置および潜堤背後の波の挙動と潜堤の幾何スケールの関係についていくつか議論した。今後は、砕波による潜堤背後の乱れ特性についても詳細に検討していく所存である。

【参考文献】

片野明良・村上信一郎・服部昌太郎(1992): 幅広潜堤の消波特性の表示システム, 海岸工学論文集, 第39巻, pp.646-650.

合田良実(1983): 波浪の非線形性とその記述パラメーター, 第30回海岸工学講演会論文集, pp.39-43.

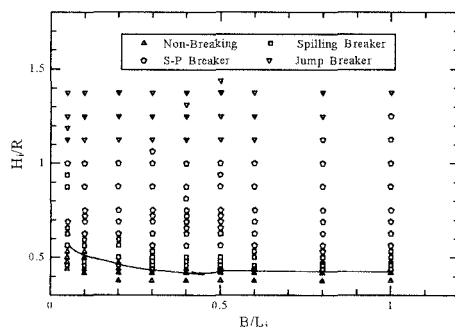


図-1 潜堤による砕波限界と砕波形式 ($h/L_i=0.2$)

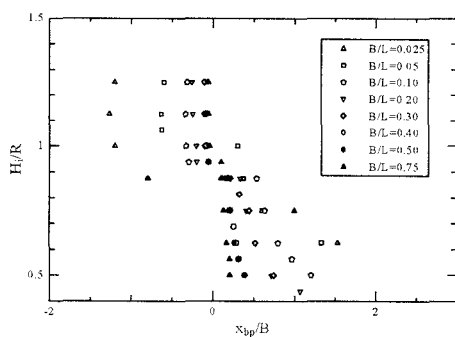


図-2 H_i/R と x_{bp}/B の関係 ($h/L_i=0.4$)

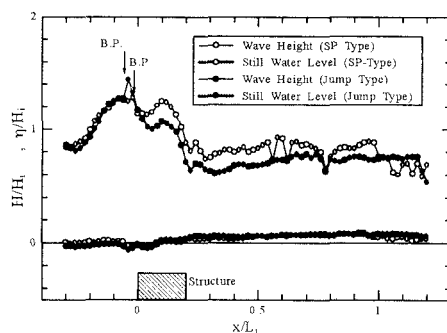


図-3 潜堤周辺の波高と平均水位

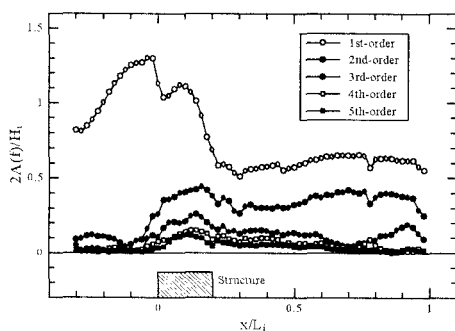


図-4 各周波数成分の振幅スペクトル分布 (SP型砕波)

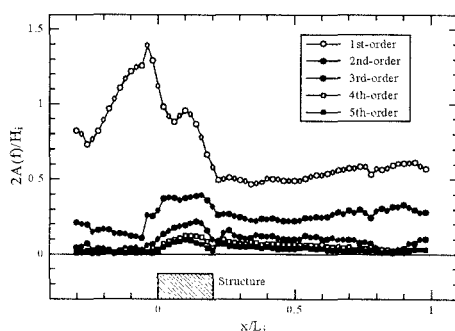


図-5 各周波数成分の振幅スペクトル分布 (Jump型砕波)