

ステップ上の孤立波の砕波後の波形変化

岐阜大学工学部 正員 安田孝志・篠田成郎
 学生員 Seyed Ali Azarinsa・○加藤博之

1. 緒言

近年、沿岸海域における海水循環や景観などの問題から、人工リーフ工法などの潜堤やステップを用いた波浪制御が盛んに行われつつある。こうした波浪制御工法は、基本的には構造物による水深変化によって、波を強制的に砕波させることによりそのエネルギーを減殺することを目的としている。しかしながら、解析的扱いが難しい砕波という現象を伴うこともあって、この工法の波浪制御効果が十分に明らかにされているとは言い難く、特に、入射波条件や構造物諸元およびこれらに影響される砕波形式などと波浪制御効果との関係はほとんど不明のままである。そこで、本研究では、先行する波の影響を受けず純粋に1つの波の運動のみを扱える孤立波を用いて、矩形ステップ上の波の変形特性と入射波高およびステップ高さとの関係を明らかにするとともに、砕波形式と波浪制御効果との関係についても検討する。

2. 実験方法

図-1は、実験装置と容量式波高計の配置の概略を示したものであり、測点P.1はステップ法先から2.0m沖側に設置され、ここでの波形記録から入射波高 H_1 を算出することとし、これ以外の測点は全てステップ上に配置してある。矩形ステップの高さ R は9.0cmに固定し、ステップ前面の水深 h_1 を11.3, 12.5, 13.5, 15.0および18.0cmの5通りに変えて相対ステップ高 R/h_1 を変化させた。表-1に各ステップに対する測点P.1での孤立波の波高 H_1/h_1 の値を示す。

3. 波形の空間変化特性

図-2は、代表例として典型的な巻き波型砕波および崩れ波型砕波を発生させているケースについて、各測点での時間波形の空間的变化を示したものであり、図中の x/h_1 は入射波の進行方向を正としてステップ法先からの無次元距離を表す。(a)の巻き波型砕波のケースでは、砕波に伴う巻き込みジェットが水面に落下し、そこに後続の水塊が追いつくことによって、ボア状の段波が形成される($x/h_1 = 8.9$ 前後)。その後、段波は波頂部を崩して波高を減じながら伝播する($x/h_1 = 12.4$ ～)。一方、(b)の崩れ波型砕波のケースでは、ソリトン分裂を伴い、伝播に伴って次第に安定なソリトン列に遷移していく($x/h_1 = 11.9$ ～)。こうした砕波後の波形変化の相違は、砕波形式による波高減衰機構の差違とソリトン分裂の有無によると考えられるが、なお検討が必要であろう。

4. 砕波形式と波高の空間変化

図-3は、図-2に示したものと同一ケースについて、無次元実測波高の空間的变化を示したものであり、図中の曲線は指数型の関数を用いてデータの傾向を表したものである。いずれの場合も測点ごとの波高の変化が見られ、特に崩れ波型砕波の場合に著しいが、これは図-2に示したように伝播の過程での波形変化が著しいことによって、波高だけに着目して砕波後の波形変化を扱うことに問題はあるが、図中の曲線にほぼ沿って波高は減衰していくものと考え、この曲線から求められる $x/h_1 = 30$ での波高を無次元透過波高 H_T/h_1 として砕波形式との関係を検討してみる。図-4は、著者ら¹⁾によって提案された砕波に関する支配パラメータ $\xi_s^2 (= (R/h_1)/(H_1/h_1)^{0.4})$ とこうして得られる H_T/h_1 の H_1/h_1 との比、すなわち透過率 H_T/H_1 との関係を示したものであり、図中の曲線はおよその傾向を表す。矩形ステップの場合、 ξ_s^2 は砕波形式とはあまり関係ないとされているが、透過率とは良好な対応が認められる。また、図-5は、著者ら¹⁾による砕波形式指標 β_4 と透過率 H_T/H_1 との関係を示したものであり、図中の曲線は大まかな傾向を表す。これより、若干のばらつきはあるものの、両者の間には良好な対応関係が認められる。 β_4 は砕波形式を与えるパラメータであり、この値が大きくなるに従って砕波形式は崩れ波型から巻き波型に移行する。したがって、図-5の結果は、砕波形式が巻き波型に移るに従って砕波による減衰が増し、透過率が低下していくものと判断できる。そして、本実験の結果では、ステップ法先からの反射の影響を無視しているが、巻き波型砕波をステップ上で発生させることによって透過率を0.2近くまで低下させられることがわかる。

5. 結語

ステップ上での孤立波の砕波後の波高変化が砕波形式と密接に結びついており、巻き波型砕波を発生させることによって透過率を0.2近くまで低下させられることを明らかにした。

最後に、本研究は一般研究(B)による成果であることを付記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 安田ら: ステップによる孤立波の砕波形式の定量的評価と支配法則について, 海工論文集, 39, pp.51-55, 1993.

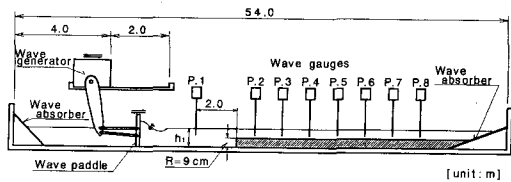
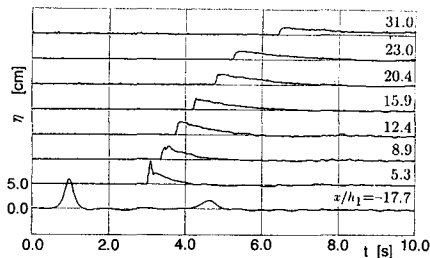


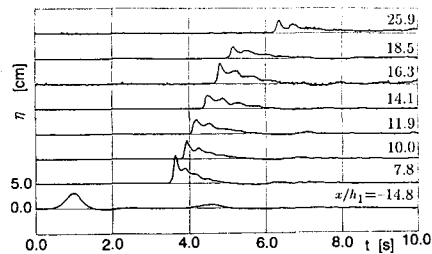
図-1 実験装置と測点

表-1 実験条件と無次元実測入射波高 H_1/h_1

R/h_1	H_1/h_1				
0.50	—	0.376	0.437	—	—
0.60	0.245	—	0.452	0.563	0.619
0.67	0.225	—	0.438	0.547	0.592
0.72	0.232	—	0.437	0.545	0.597
0.80	—	—	0.443	0.535	0.574

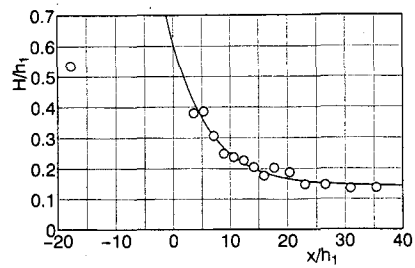


(a) 巻き波型砕波時 ($H_1/h_1 = 0.535, R/h_1 = 0.80$)

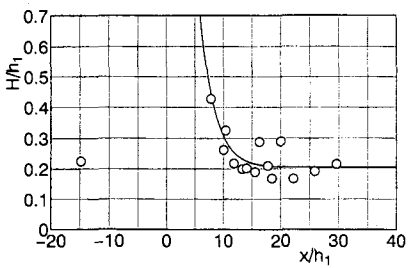


(b) 崩れ波型砕波時 ($H_1/h_1 = 0.225, R/h_1 = 0.67$)

図-2 砕波形式による波形の空間変化の比較



(a) 巻き波型砕波時 ($H_1/h_1 = 0.535, R/h_1 = 0.80$)



(b) 崩れ波型砕波時 ($H_1/h_1 = 0.225, R/h_1 = 0.67$)

図-3 波高 H/h_1 の空間的变化

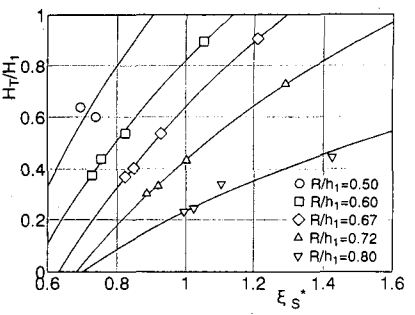


図-4 砕波の支配パラメータ ξ_s と透過率 H_T/H_1 との関係

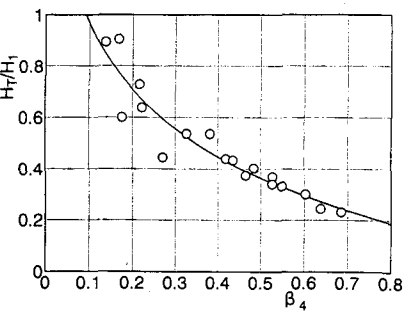


図-5 砕波形式指標 β_4 と透過率 H_T/H_1 との関係