

リーフ上の碎波による波高減衰と拡散係数に及ぼす碎波形式の影響

岐阜大学 正会員 安田孝志・篠田成郎 学生会員 Seyed Ali Azarmsa ○浅野 慎

【1. 緒言】

潜堤や人工リーフによって入射波を碎波させ、碎波による乱れによってエネルギー減殺を図る工法は、原理的に優れた点を数多く有している。しかしながら、生じる碎波の特性（碎波形式）とエネルギー逸散特性（拡散係数）の関係が未解明のため、期待するエネルギー減殺に必要な乱れによる拡散やそれを引き起こす碎波の特性が不明であり、碎波後の波形変化の記述も困難となっており、リーフ工法は依然として経験的工法の域を超えられないでいる。ここでは、孤立波を入射波として矩形リーフ上で碎波させ、その碎波後の変形過程をKdV方程式によって記述することにより拡散係数を推定し、碎波形式と拡散係数の関係を明らかにする。

【2. 実験方法】

実験は図-1に示す矩形リーフ（高さR）上に8台の波高計を配置し、リーフ前面水深 h_1 および孤立波の入射波高 H_1 を変化させて種々の形式の碎波を発生させ、各測点での碎波後の時間波形を計測した。図-2は巻き波型碎波の場合の測点ごとの波形変化を示したものであり、碎波によって波高が大きく減衰することが分る。

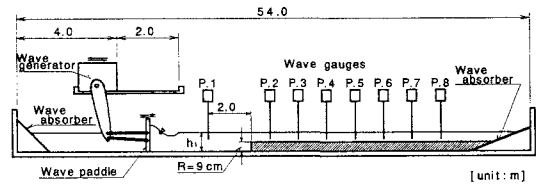


図-1 実験装置と波高計の位置

【3. 計算方法】

計算は碎波限界点から開始するため、リーフ上の一方方向伝播を記述する次式のKdVタイプの方程式をスペクトル法によって解いて行った。

$$\eta_X + (3/2)\eta\eta_\theta + (1/6)\eta_{\theta\theta\theta} + (1/2)C|\eta|\eta - (1/2)\kappa^*\eta_{\theta\theta} = 0 \quad (1)$$

ここに、 $\theta = (x^* - t^*)$, $X = \varepsilon^{3/2}x^*$, $x^* = x/h_b$, $t^* = t\sqrt{g/h_b}$, $\eta = \zeta/h_b$, $\kappa^* = \kappa/h_b\sqrt{gh_b}$, $\varepsilon = (h_b/L)^2$ であり、 X は水平座標、 t は時間、 h_b は碎波水深、 ζ は静水面上の波形、 C は底面摩擦係数、 κ は拡散係数、および L は代表波長。図-3は上述の図-2に示した波を式(1)によってシミュレートしたものであり、碎波後の変形過程がよく対応していることがわかる。

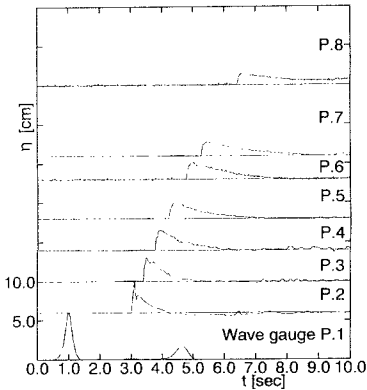


図-2 巻き波型碎波の測点ごとの実測波形

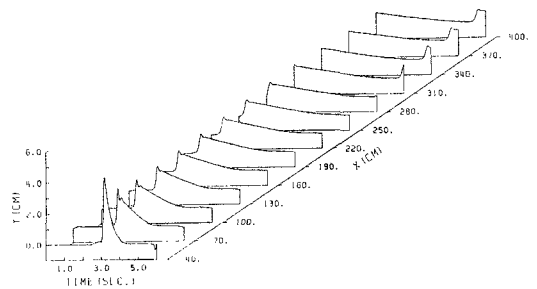
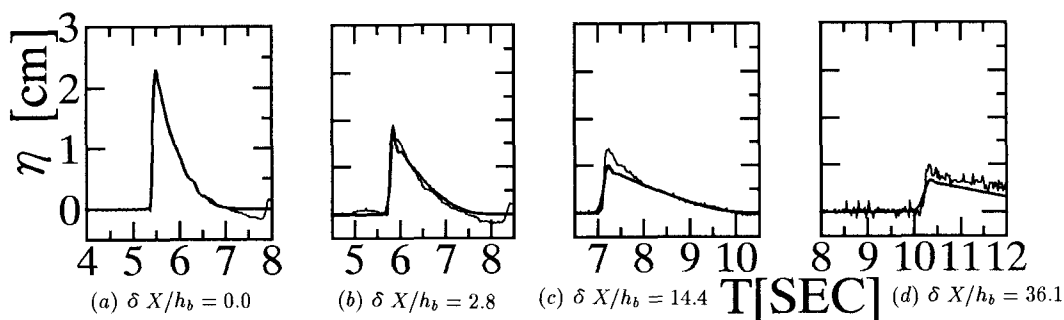


図-3 数値計算による巻き波型碎波の波形変化

【4. 計算結果と実験結果の比較】

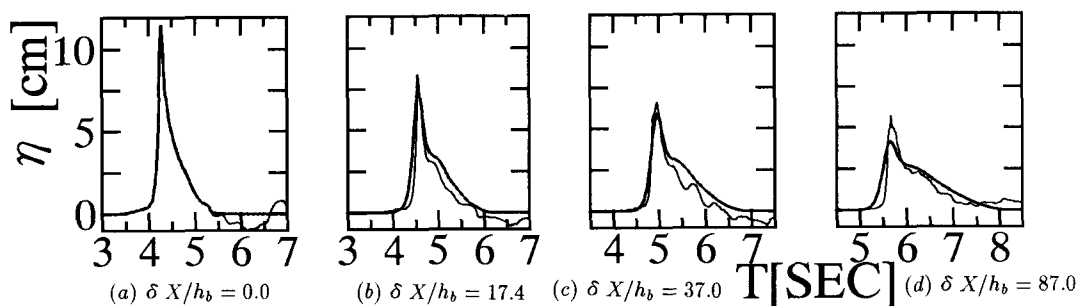
水理実験における碎波点を原点とし、ここでの波形を式(1)に与えて測点P8まで伝播計算を行った。実験に用いたリーフの天端はステンレス板であるため、摩擦係数 C をゼロとし、エネルギー逸散を拡散に集約させ、拡散係数の推定を行った。なお、拡散係数の値は全伝播過程で一定とした。

図-4および5は代表的な巻き波および崩れ波型碎波の場合について実測波形と計算波形の比較を示したものである。この場合、波形の全体的対応を重視して κ^* の値を決定したため、波頂点は必ずしも一致していないが、碎波後の波形変化がほぼ記述されていると判断される。このようにして崩れ波型碎波から巻き波型碎波までの各種碎波に対する拡散係数の推定を行った。



$\delta X/h_b$ は砕波点からの無次元距離

図-4 巻き波型砕波の場合の実測波形と計算波形の比較 (—— Experiment, ——— Simulation, $\kappa^* = 0.4$)



$\delta X/h_b$ は砕波点からの無次元距離

図-5 崩れ波型砕波の場合の実測波形と計算波形の比較 (—— Experiment, ——— Simulation, $\kappa^* = 0.35$)

【5. 拡散係数と砕波形式の関係】

上記のようにして求めた無次元拡散係数 κ^* と砕波形式の関係を調べるため、安田・榊原(1992)による砕波形式指標 β_4 と κ^* の関係を図-6に示す。これから、パラツキはあるが、回帰式

$$\kappa^* = 0.215 + 0.649\beta_4$$

によって与えられる図中の実線と推定された拡散係数はよく対応しており、砕波形式によって拡散係数の値が決まると同時に、その値は砕波形式の変化(崩れ波型から巻き波型)従って直線的に増大するのがわかる。 β_4 の値は巻き込みジェットのサイズと一義的に対応していることから、ここで示される拡散係数と β_4 との直線的関係は砕波後の渦拡散が、砕波形式を規定するジェットのサイズによって支配されていることを示すものと言える。

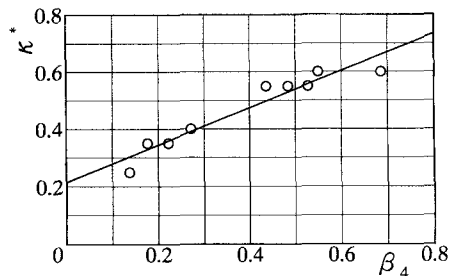


図-6 拡散係数と砕波形式の関係

【6. 結語】

リーフ上の砕波による波高減衰およびこれを支配する渦拡散係数と砕波形式との間に一義的対応があることを示すとともに、それを与える回帰式を導いた。

【参考文献】

[1] 安田・榊原(1992): 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, 海岸工学講演文集, 第39巻, pp.51-55.