

横浜国立大学工学部 正員 泉宮 菊司
立川市 吉村 信次
横浜国立大学工学部 正員 磯部 雅彦

1. はじめに 海浜に突堤や離岸堤が設置されると、これらの構造物による波の回折や反射が生ずる。このような条件での波の变形や海浜流さらに海浜地形変化を予測することは、海岸工学の重要な課題である。本研究では、碎波条件について取扱い、構造物によって生じた回折波や入射波と反射波とが重畳した波の碎波条件式を実験結果に基づいて提案し、その碎波指標を用いて碎波位置を推定して実測値と比較検討している。

2. 回折波および重畳波の碎波条件 進行波の碎波条件に関する研究は比較的に数多く行われてきたが、部分重複波や2つの波がある交差点で交わるような重畳波の碎波境界に関する研究はきわめて少なく、岩田ら¹⁾(1983)や渡辺ら²⁾(1983)などがあるにすぎない。本研究では、平面水槽内に突堤や離岸堤を設置し、これまでの研究よりも一般的な条件でかつ広範囲で実験を行い、回折波および重畳波の碎波指標を提示することとした。

図-1は、突堤や離岸堤による回折領域における波の碎波条件をプロットしたものである。実験に用いた海底勾配は1/15であり、図中に示されている実曲線は合田による進行波の碎波指標である。この図より、回折波の碎波条件は多少のばらつきはあるものの、合田の碎波指標にほぼ一致することがわかる。一方、図-2に見られるように、反射領域の波すなわち入射波と反射波とが重畳した波の碎波条件は、合田の碎波指標とは一致せず、重畳波の場合には大きな波高が現れることになる。重畳波の碎波指標を定式化するために、波の重畳度を示す重要な要素として、図-3に示すように入射波と反射波の波高比 K_r と交差角 θ を用いて合田の碎波指標を修正することにした。

$$\frac{H_b}{L_0} = 0.17 \cdot f(K_r, \theta) \left[1 - \exp \left\{ -1.5 \pi \frac{h_b}{L_0} (1 + 15s^3) \right\} \right] \quad (1)$$

ここに、 H_b は碎波波高、 L_0 は砕波波長、 h_b は碎波水深、 s は海底勾配であり、 $f(K_r, \theta)$ は K_r および θ の関数である。

ところで、式(1)の碎波指標は $K_r=0$ で θ の値いかんにかかわらず合田の碎波指標に一致しなければならない。したがって、

$$f(K_r, \theta) = 1 \quad ; \quad K_r = 0, \quad 0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \quad (2)$$

でなければならない。また、 $K_r=1$ でかつ $\theta=180^\circ$ のとき完全重複波の碎波条件に一致しなければならない。ここで、 $f(K_r, \theta)$ の関数形として、実験結果も参考にして

$$f(K_r, \theta) = \sqrt{1 + a \cdot K_r \sin \theta / 2} \quad (3)$$

と表わすことにする。ここに、 a はある定数である。式(3)の関数は、式(2)の条件を満たし、かつ完全重複波の条件も適当な a の値を選ぶことによって満たすことが可能である。たとえば、完全重複波の碎波条件として Wiegell (1964) による式

$$\frac{H_b}{L_b} = 0.218 \tanh k_b h_b \quad (4)$$

を用いるならば、重複波の碎波波高が進行波のそれの約1.54倍

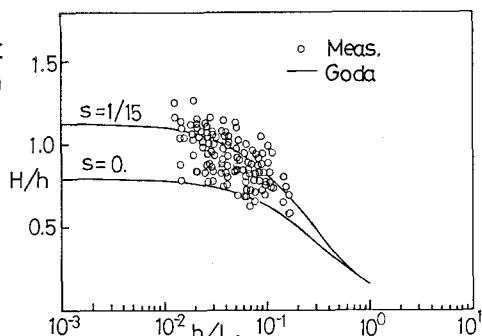


図-1 回折波の碎波条件

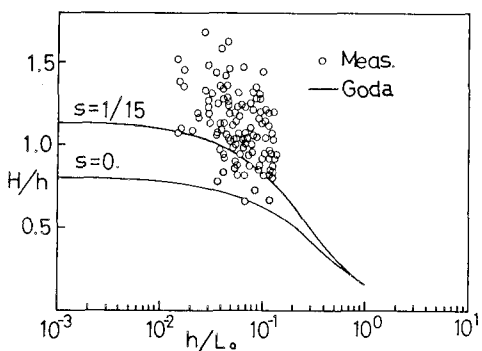


図-2 重畳波の碎波条件

(Micheの碎波指標と比較した場合)となり、 $\alpha \approx 1.36$ となる。後に示すように、 $\alpha = 1.36$ とした場合、実測値より多少小さく波高が評価されるので、実測値との一致度を高めるために、最小二乗法により α の値を決定した。その結果によれば、 $\alpha = 2.93$ であった。なお最小二乗法を適用する際に用いた K_r の値は、沿岸方向の波高分布より求め、 θ の値は入射波および反射波に対してそれぞれスネルの法則を用いて求めた。

図-4は、岩田らによる提案式と式(1)とも比較したものである (H_b/h) ($\alpha = 2.93, \theta = 180^\circ$)。この図より K_r の値が0~0.5の範囲内では両者ともほぼ一致していることがわかる。

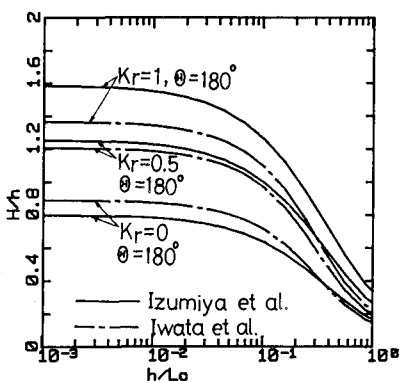


図-4 岩田らの提案式との比較

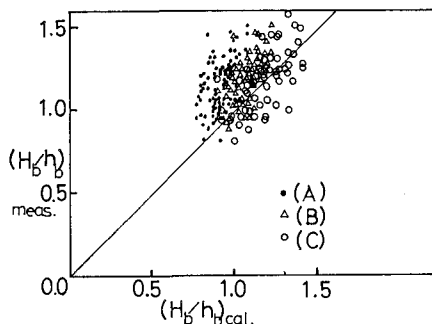


図-5は、波高水深比の実測値と計算値とを比較したものである。(A)は合田の碎波指標によって計算されたもの、(B)は式(1)および式(3)を用い $\alpha = 1.36$ とした場合、(C)は $\alpha = 2.93$ とした場合である。 $\alpha = 2.93$ の場合が実測値と最もよく一致している。

図-6は、 $f(K_r, \theta)$ の実測値と計算値とを比較したものである。実測値の θ の値は $50^\circ \sim 100^\circ$ の範囲内にあり、 $\theta = 60^\circ \sim 120^\circ$ に対する計算値の範囲内に多くの実測値の点が集まっていることがわかる。

3. 突堤周辺の碎波位置の推定 重合波の碎波指標式(1)を用いて、突堤周辺の碎波位置を推定するためには、 K_r および θ の値がわからなければならぬ。波動場の計算はRadder法を用いて行われているので、それによって得られる沿岸方向の波高分布より近似的に求めることができる。図-7は、二本突堤の場合、図-8は一本突堤の反射領域および回折領域の碎波位置の比較を示したものである。実曲線が計算結果を示し、●は波高水深比の最大位置を、△は目視によって観察された碎波位置である。これらの図より突堤の反射領域において実測値と計算値がよく一致していることがわかる。

4. おわりに 重合波の碎波指標を提案し、その指標を用いて突堤周辺の碎波位置を推定し妥当な結果が得られた。

<参考文献> 1) 岩田・清野：第30回海講演文集，pp.1~4，1983。
2) 渡辺・原・堀川：第30回海講演文集，pp.5~9，1983。
3) 杉浦・泉宮・磯部：第40回国土学会年講概要集（投稿中）

図-7は、二本突堤の場合、図-8は一本突堤の反射領域および回折領域の碎波位置の比較を示したものである。実曲線が計算結果を示し、●は波高水深比の最大位置を、△は目視によって観察された碎波位置である。これらの図より突堤の反射領域において実測値と計算値がよく一致していることがわかる。

4. おわりに 重合波の碎波指標を提案し、その指標を用いて突堤周辺の碎波位置を推定し妥当な結果が得られた。

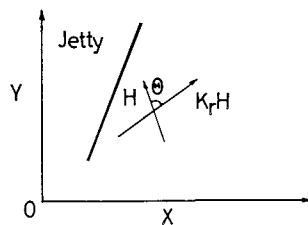


図-3 入射波と反射波の重畳

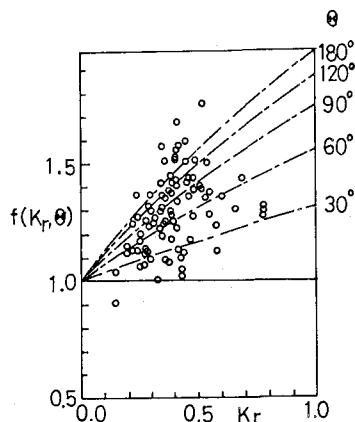


図-6 $f(K_r, \theta)$ の実測値と計算値との比較

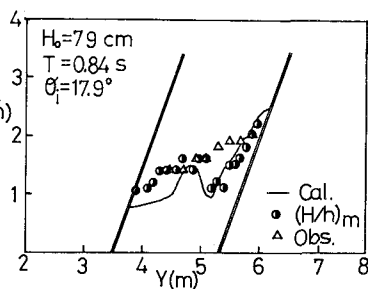


図-7 碎波位置の推定(二本突堤内部)

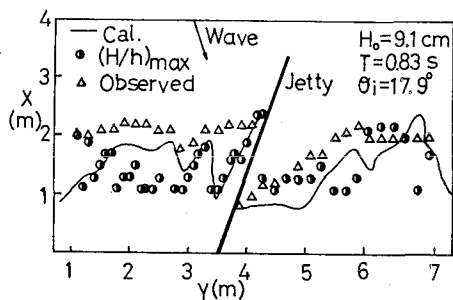


図-8 碎波位置の推定(一本突堤)