

II-270 急勾配斜面上における砕波条件に関する実験的研究

東京大学工学部 学生員 筒井純一
 東京大学工学部 正会員 磯部雅彦
 東京大学工学部 正会員 渡辺 晃

1. はじめに

現在のところ砕波指標としては、一様勾配斜面上を伝播する単一の進行波を対象とした合田(1970)の砕波指標が一般的に用いられている。さらに、2成分以上の波が重なった場合や、部分重複波に対しても、砕波指標が提案されている。ただし、これらはいずれも海底勾配が1/10以下の比較的緩勾配斜面に対するものである。ところが近年、構造物周辺あるいはリーフ地形を有する海岸での波浪変形を計算するために、非常に急勾配の斜面上での砕波条件が必要とされてきている。そこで本論文では、急勾配斜面上での砕波に関する実験を行い、その結果に基づいて考察を行った。

2. 実験

実験においては、有効長18.5m、有効幅40cmの二次元造波水槽内に鋼材を用いて所定の海底地形を作製した。斜面勾配 $\tan \beta$ は1/3のみとして、図-1に示すように現地地形を考慮した3種類の地形（一様勾配斜面、斜面端部で水平床に接続、鉛直壁に接続）をとりあげた。種々の水深に対し、周期および波高の異なる規則波をあてて、入射波高、反射率、波高分布、および砕波点位置等を測定した。

3. 結果および考察

まず、合田の砕波指標と同様な整理を行った結果が図-2である。急勾配斜面上での砕波では、反射波の影響が大であるため実験結果はばらついている。（図中の記号は次頁を参照。）そこで、反射率 K_r の値を surf similarity パラメタ $\xi (= \tan \beta / \sqrt{H_{i0}/L_0})$ 、 H_{i0} ：沖波入射波高、 L_0 ：沖波波長）で整理した結果を図-3に示す。なお実線は Battjes(1972) による式 $K_r = 0.1\xi^2$ である。地形ごとに明確な違いが現われ、この違いが実際の砕波現象とも密接に関わっていることが推測される。

次に、急勾配斜面上での砕波に特有と思われる現象について考察してみる。一様勾配では、波形勾配が大きいと波高最大となる腹で砕波するが（図-4a）、波形勾配が小さくなるにつれて、次第に砕波点での入射波と反射波の位相がずれてきて、砕波点が節に近づく（図-4b）。また鉛直壁がある場合にも、一様勾配における

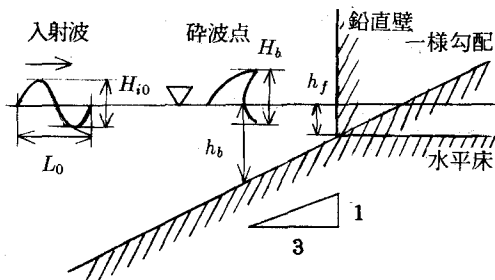


図-1 実験装置

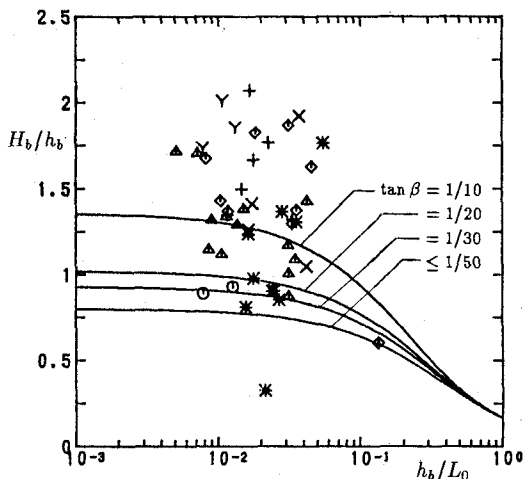


図-2 砕波波高水深比と相対砕波水深の関係

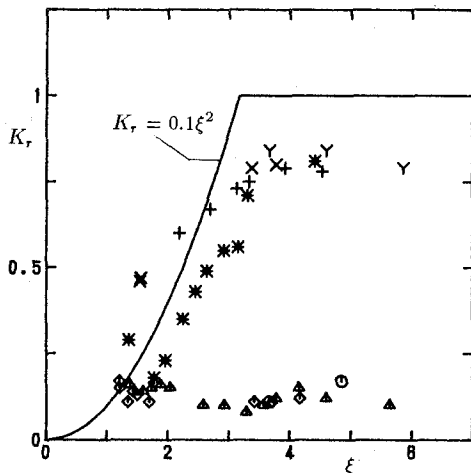


図-3 反射率と surf similarity パラメタの関係

節の位置での碎波に似たものが観察されるが、図-4cに示すような反射が起こるため、碎波点での波高は大きくなる。このようなことから、本実験で得られたデータを碎波波高 H_b あるいは流速波速比 \hat{u}/c を用いた指標で整理すると、ばらつきが大きくなるのが理解できる。

以上のことをふまえて、ここでは一つの可能性として次のような整理の方法を提案する。すなわち、入・反射波の位相関係により波高の大小が生じることと碎波が起こることとはあまり関係がないと考えられるので、入・反射波のエネルギー和を代表する波高として $H_{10}\sqrt{1+K^2}$ をとりあげ、これを用いて碎波パラメタの補正を行うことにする。図-5は碎波水深 h_b を算定する合田の指標に相当するものであり（実線は合田の実験曲線）、データのまとまり具合は比較的良好である。また、図-6は渡辺ら（1983）の指標（ k_b ：碎波点での波数、 K_{sb} ：碎波点での浅水係数）に相当するものであるが、こちらは座標軸の選択が適当でないためか、ちらばりは大きい。

4. おわりに

入・反射波のエネルギー和から得られる代表波高を用いて、急勾配斜面上での碎波条件を整理することを試みた。その結果、従来の整理結果をそのまま適用したものに比べてまとまりが良くなった。しかし、ここでの整理方法はまだ十分なものとは言えないので、今後データの集積を待って、さらに検討を加える必要がある。

図中記号一覧

- * 一様勾配
- ◇ 水平床 $0.0 \leq h_f/H_{10} \leq 0.5$
- △ 水平床 $0.5 \leq h_f/H_{10} \leq 1.0$
- 水平床 $1.5 \leq h_f/H_{10}$
- × 鉛直壁 $0.0 \leq h_f/H_{10} \leq 0.5$
- + 鉛直壁 $0.5 \leq h_f/H_{10} \leq 1.0$
- Y 鉛直壁 $1.5 \leq h_f/H_{10}$

h_f は水平床上または鉛直壁前面における水深

波形勾配大→腹で碎波

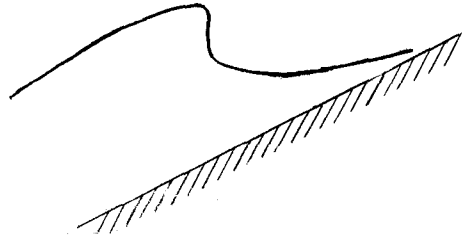


図-4a 碎波の模式図（一様勾配）

波形勾配比較的小→節で碎波

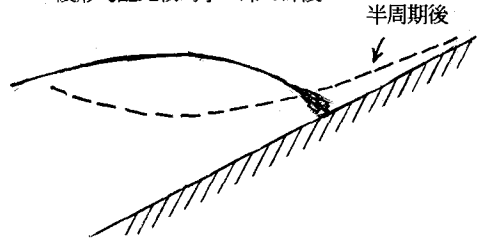


図-4b 碎波の模式図（一様勾配）

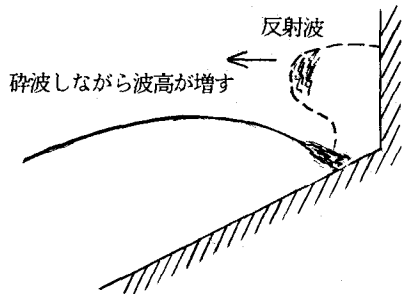


図-4c 碎波の模式図（鉛直壁）

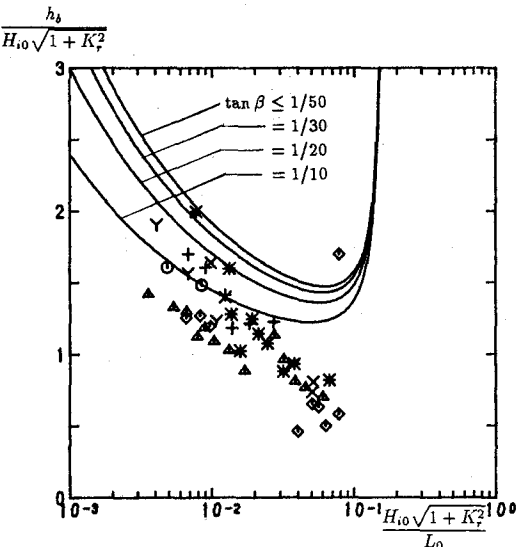


図-5 無次元碎波水深と沖波波形勾配の関係

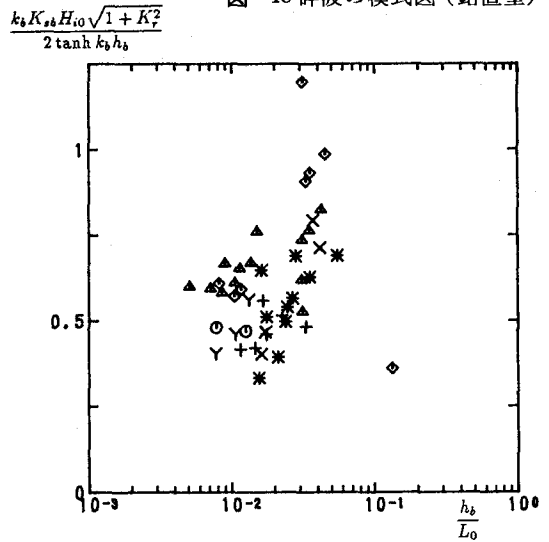


図-6 流速波速比相当量と相対碎波水深の関係