

斜面上の砕波の水粒子速度について

京都大学工学部 正員 岩垣雄一, 酒井哲郎

川崎重工業 正員 〇月田康一, 三井建設 沢井信樹

1. 緒 論

斜面上での砕波またはそれに近い波の水粒子速度は、クノイド波理論やストークス波理論からは説明がつかない。このことはMehaulle および岩垣酒井・川島の研究でも明らかであるが、その理由を岩垣酒井は、クノイド波理論に最高波条件を与えて計算した波の峰の位相での水平方向水粒子速度の最大値と波速の比($U_{c,max}/C$)が1よりはるかに大きくなることから説明している。従って、ここでは実験により砕波の波の峰および谷の位相での水平方向水粒子速度 $U(x)$ および $U(x)$ の鉛直分布の特性と、波の条件、波形および砕波型との関係を探っていることにした。

2. 実験方法

比重0.98 および 1.02 の直径2mmの球をそれぞれ水面および水中の水粒子速度のトレーサとして高速度撮影機で撮影し、1/15.2 sec間の移動距離から水粒子速度を得た。斜面は1/10, 1/20 および 1/30 の一様勾配とし、砕波後の波は斜面上端を越えないようにした。周期は1, 1.5 および 2 secで波高は一様水深部で32cm ~ 10.7 cmとした。

3. 砕波の流速分布形状と波の条件、波形および砕波型との関係

上記の条件で起こした波を、砕波時の峰の位相での流速分布形状によりA, BおよびCの3つ(図1~3)に分類した。図中 h_b は砕波水深、 Z は静水面を原点とした鉛直上向き座標、 η_c , η_v はそれぞれ峰高、谷高(<0)で、縦軸は海面からの高さを峰および谷の位相での水面までの高さで割ったものである。A型の流速分布型は、 $U(x)/\sqrt{gh_b}$ の値が $0 \leq (\text{縦軸の値}) \leq 0.5$ ではほぼ一定でそれより上でもあまり増加せず、峰水面付近でのみ急激に増加しているものである。C型は、縦軸の値が0.5よりかなり下の位置から $U(x)/\sqrt{gh_b}$ の値が増加し始めるが、増加率は峰水面まではほぼ一定であり、かつ峰水面での $U(x)/\sqrt{gh_b}$ の値が大きいものとし、B型は、A型とC型の中間のものとした。ところでこの3つの流速分布型と砕波時の $T\sqrt{g/h_b}$ および H_b/h_b (T :波の周期, H_b :砕波高)との関係は図4のようになる。すなわち、図4のA領域($T\sqrt{g/h_b}$ と H_b/h_b が小さい)の砕波はA型、B領域の砕波はB型そしてC領域($T\sqrt{g/h_b}$ と H_b/h_b が大きい)の砕波はC型の流速分布形状を示すことがわかった。ここで斜面勾配 α と流速分布型の関係は、 α と H_b/h_b の関係を用いて図4から説明できることを示す。すなわち α と H_b/h_b は、従来の砕波限界の研究から $T\sqrt{g/h_b}$ の値が一定の場合互いに単調増加の関係にあることがわかっていて、従って図4から α (すなわち H_b/h_b)が大きくなると流速分布型はA型からB型そしてC型に移行することがわかる。一方、目視観測によりA領域の砕波は崩れ波、BおよびC領域では巻き波であることがわかった。以上のことを総合すると、A領域($T\sqrt{g/h_b}$, H_b/h_b および α が小さい)では崩れ波型砕波が起こり流速分布形状はA型であり、B領域では巻き波でB型そしてC領域($T\sqrt{g/h_b}$, H_b/h_b および α が大きい)では巻き波が起

こり流速分布形状はC型であるといえる。

次に砕波波形と流速分布形状の関係とより明確にするために図5を示し説明を加える。

Case III-I-I は崩れ波型の砕波波形ととし、Case I-III-III は巻き波型の砕波波形とすが、流速分布形状も前者はA型であり、後者はC型である。またこれらの砕波の $T\sqrt{g/h_b}$ および H_b/h_b の値を図4に示しておく。

4. 結論

砕波の流速分布形状と波の条件、波形および砕波型との関係を検討した結果、次のような結論を得た。崩れ波型砕波は $T\sqrt{g/h_b}$, H_b/h_b および α が小さい時に起こり、流速分布形状は降水面付近で流速分布勾配が急激に増加しそれより下ではあまり増加しない。巻き波型砕波は $T\sqrt{g/h_b}$, H_b/h_b および α が大きい時に起こり、流速分布形状は降水面よりかなり下からある程度の流速分布勾配をもつ、その勾配は水面まであまり増加しない。

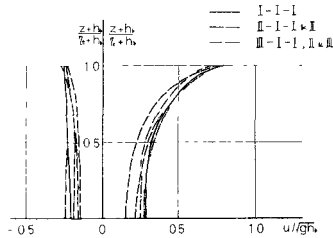


図1. A型の流速分布型

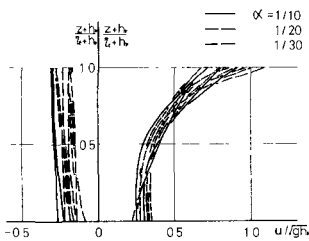


図2. B型の流速分布型

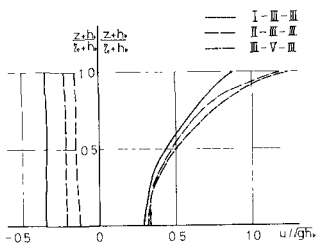


図3. C型の流速分布型

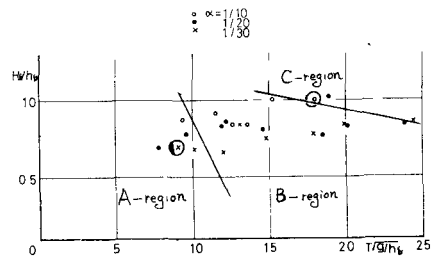


図4. 流速分布型と砕波時の $T\sqrt{g/h_b}$ および H_b/h_b との関係

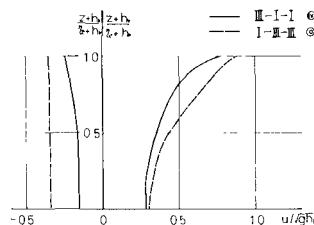
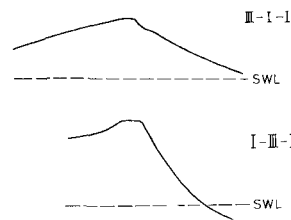


図5. 砕波波形と流速分布形状の関係