

斜面上の砕波の波形について

京都大学工学部 正 岩垣雄一, 酒井哲郎, 〇学 浅野敏之

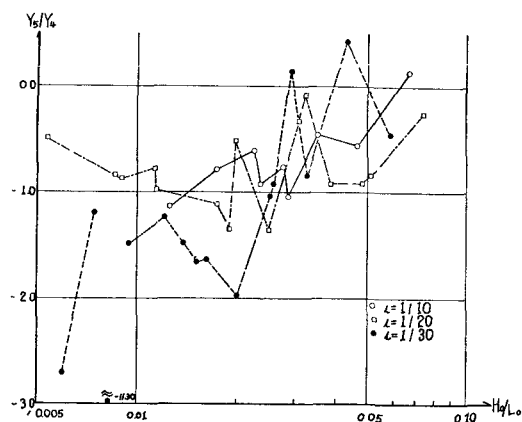
1. まえがき 斜面上で砕ける周期波の砕波点付近の水粒子速度場に関しては、砕波の機構そのものに直接関係することはもちろん、海浜変形、構造物に作用する波力などにきわめて重要である。しかしながら、これまでは測定の大難さから、現地海岸はもちろん実験水槽においても系統的に測定した例はなかった。最近京都大学工学部の波浪実験水槽において、 $1/10$, $1/20$, $1/30$ の3種類の一様勾配斜面上で、種々の沖波波形勾配の波の砕波点における波形と水粒子速度の測定を系統的に行なった。これまでに行なった一部の実験ケースの解析結果は、第20,21回海岸工学講演会論文集^{1),2)}に発表した。その結果、斜面上の砕波の波の峰の位相における水平方向水粒子速度の鉛直分布は、従来の一様水深の有限振幅波理論による分布よりもはるかに小さく、同時に測定した砕波点での時間波形を入力としたDean³⁾の流れ関数によってほぼ説明しうるということがわかった。この研究では、上述のことをふまえて水粒子速度を支配するのは砕波波形であるという観点に立ち、砕波の時間波形と沖波波形勾配および底勾配との関係を、Deanの流れ関数の $\cos$ と $\sin$ の級数項の係数と、新たに提案する2つのパラメータによって検討する。

2. 流れ関数の級数項の係数 上述した実験ケースは、底勾配 $1/10$ に対しては、沖波波形勾配9種類、 $1/20$ に対しては15種類、 $1/30$ に対しても15種類である。一方、Deanの提案した流れ関数による波形は次式で与えられる。すでに上述の全39ケースのうち、20ケ

$$\eta = \frac{T}{L} X_3 - \frac{T}{L} \sum_{n=4,6,8}^{\infty} \sinh \frac{(n-2)\pi(h+\eta)}{L} \left\{ X_n \cos \frac{(n-2)\pi x}{L} + X_{n+1} \sin \frac{(n-2)\pi x}{L} \right\} \quad \text{---- (1)}$$

計算していたが、ここではこの19ケースについても計算を行なった。なお、沖波波形勾配は一様水深部での時間波形から得られる波の周期と波高から、微小振幅波のshoalingの曲線を用いて求めたもので、その値は $0.005 \sim 0.075$ の範囲に分布している。(1)式からわかるように、波形 η は $\cos$ と $\sin$ の級数にな

っており、その係数 $T/L \cdot \sinh \{(n-2)\pi(h+\eta)/L\} X_n$ は波形を特徴づけるものと考えられる。 $\cos$ の項はいづれも対称な波形を表現し、 $\sin$ の項は非対称な波形に関係する。したがって、波形の非対称性を検討するのに各項の係数と沖波波形勾配および底勾配との関係を調べることにした。ただし、 $\sinh$ の中に η が入っており、ここでは $\eta=0$ とし、 $Y_n = T/L \cdot \sinh \{(n-2)\pi h/L\} X_n$ の値を計算した。図-1は、 Y_5/Y_4 と沖波波形勾配 H_0/L_0 との関係を底勾配 i をパラメータとして示したもの

図-1 $Y_5/Y_4 \sim H_0/L_0, i$

である。値のばらつきは大きいが、一般的な傾向として H_0/L_0 が小さくなるほど Y_3/Y_4 の絶対値は増加している。このことは、(1) 式の $n=4$ の $\cos$ と $\sin$ の2つの基本成分のみを考えた場合、 $\sin$ の項が $\cos$ の項よりも相対的に大きくなることを意味する。 $\sin$ の項は明らかに波形を前かがみなる非対称な形に歪ませる効果をもっており、結局 H_0/L_0 が小さくなるほど波形が非対称になることを意味する。一方底勾配 i に関してはとくに顕著な傾向は見られない。

3. 波形の非対称性を表現するパラメータ

として、図-2および図-3に示した d/T と $\eta_{\max}/H_b$ をとりあげた。 d/T は図から明らかのように、峰の位相が前方の谷の位相から後方の谷の位相までの一周期の中央の位置からどれだけ前方にずれているかを示す。一方、 $\eta_{\max}/H_b$ は峰の鋭さを示すもので、直接波形の前かがみの程度を示すものではない。図-2および図-3は、それぞれ d/T および $\eta_{\max}/H_b$ と H_0/L_0 との関係を底勾配をパラメータとして示したものである。図から明らかのように、 d/T 、 $\eta_{\max}/H_b$ とも H_0/L_0 が小さくなるほど大きくなる。また砕波波形勾配が一定の場合、底勾配が急になるほど d/T は大きくなり、 $\eta_{\max}/H_b$ は小さくなる。すなわち、砕波波形勾配が小さくなるほど砕波波形は前かがみになりしかも峰は鋭くなる。一方、底勾配が急になるほど砕波波形は前かがみになるが峰は平坦になる。とくに d/T に関しては、従来の砕波型式に関する崩れ波から巻き波への移行と同じ傾向を示している。以上のように、斜面上の砕波の時間波形に関して、従来の砕波型式の分類から予想されたような結果が得られたが、 $\eta_{\max}/H_b$ に関しての底勾配の効果は逆であることがわかった。まえかきに述べたように、斜面上の砕波の水粒子速度場を予測するためには、砕波波形を予測する必要があり、その足かりは得られたが、 $\sinh$ の中の η を無視するなど $\sinh$ の評価が今後の問題である。最後に本研究は文部省科学研究費によることを付記する。

参考文献 1) 岩垣 酒井 月岡・沢井, 第20回海講, 1973, 2) 岩垣・酒井, 第21回海講, 1974, 3) Dean, Jour. Geophysical Res., Vol. 70, No. 18, 1965.

一方、波形の非対称性を表現する無次元量

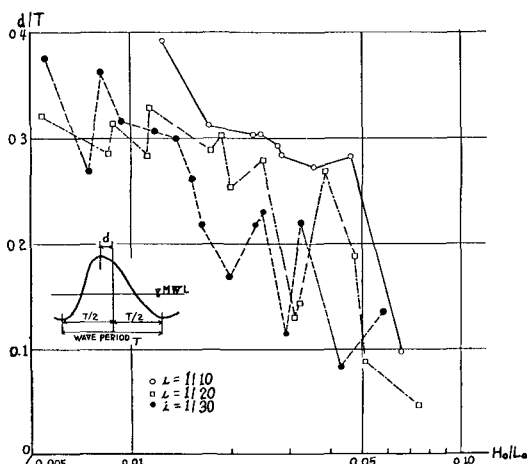


図-2 $d/T \sim H_0/L_0, i$

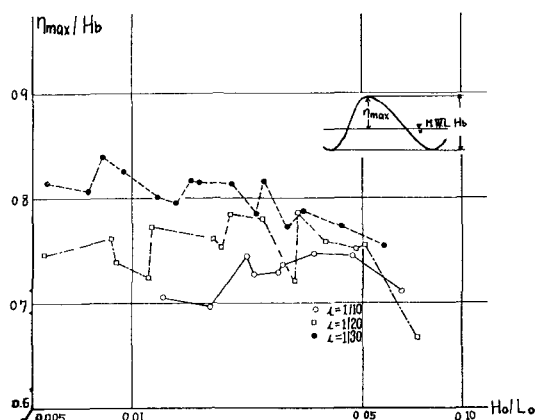


図-3 $\eta_{\max}/H_b \sim H_0/L_0, i$