

砕波砕波による水粒子速度について

大阪大学工学部 正員 榎木 亨
飛島建設 K. K. 正員 ○増田 浩司

1. まえがき; 砕波による水粒子の実態については, すでに岩垣・酒井の一連の研究によって斜面上の砕波の水粒子速度の実態が明らかにされている。また岩田らによっても浅い領域の一樣水深場での砕波の水粒子速度についても報告されているが, これらの結果を沖合に設置される海洋構造物の砕波力かを論じる上に適用するには疑問が残る。すなわち, 本研究においては一般にいわれている砕波限界水深より深い領域における海洋構造物に作用する砕波波力の算定のための基礎研究として, 比較的深い水深で生じる砕波の水粒子速度, 特にその鉛直分布の特性を明らかにしようとしたものである。

2. 実験装置及び方法; 実験に用いた造波水槽は, 長さ30 m, 高さ95 cm, 幅75 cmの屋内2次元水槽で, 一端にはフラップ型の造波機が, 他端には砕石よりなる消波工が設けられており, 水槽の片側の側面はガラス張りになっている。比較的深い一樣水深で砕波をさせるために勾配1%の傾斜板を水平床にとりつけて生ぜしめた。水粒子運動の測定は, 砕波点付近にトレーサーを投入し, 真横に設置した16 mm高速度カメラによって50 $\times$ secで約10秒間撮影して行なった。なお予備実験で, この造波機で砕波が生ずるのは比水深 $h/L_0 = 0.04$ (これは水平床における水深) が最大で高々0.22であることがわかったため, 本実験では, $h/L_0 = 0.04$ から $h/L_0 = 0.004$ までの浅海域に相当する砕波について行なっている。実験における砕波状態は主として Spilling が多かったが同一の h/L_0 においても波高を増大するにしたがって plunging に移行していくことがみられた。

3. 実験結果とその考察; Fig. 1-(a)及び(b)は, 波の峰と谷の位相における水平方向の水粒子速度の鉛直分布の実験結果の例を示したもので, 同図には, Skelbreia の Stokes 波における水粒子の第3次近似解, 微小振幅波の解, 合同²⁾が表わした砕波波峰における水粒子速度の式, 及び孤立波理論による理論曲線もあわせて示している。この結果によると本実験の比水深の範囲では Stokes 3rd が比較的良好に一致しているが, 水面に近づくにつれて実験値は理論値より大きくなっている。また一般的に同一の h/L_0 において, 砕波が Spilling 型から plunging 型になるにつれてその差異は大きくなる傾向が認められた。しかし谷における水粒子速度はみられるような水面近傍における急激な速度の増大はみだされない。これは砕波の波の峰の

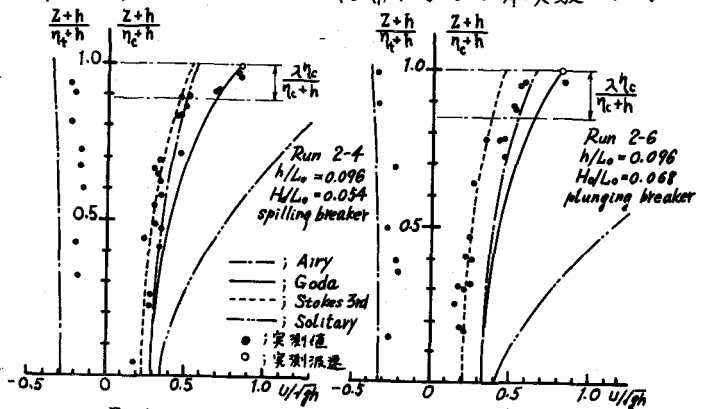


Fig. 1-a

鉛直分布実験結果

Fig. 1-b

尖りと谷の平坦な波形にもとづくものと考えられる。

Fig.2 は、砕波形別にそれらの水粒子の鉛直分布の差異を明らかにしたもので、実験値を一本の曲線に近似して示してある。同図において H/L_0 の小さいものが *spilling* で大きい場合は *plunging* である。図より同一の h/L_0 においては、水底から静水面付近までは h/L_0 に関係なく水粒子の水平速度は同一の値を示すが h/L_0 が大きくなるにつれて水面近くの水粒子速度の増大は急激となり、*plunging* 砕波の衝撃波力特性をうなづける結果を示している。

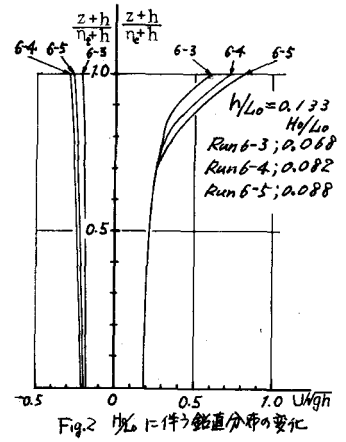
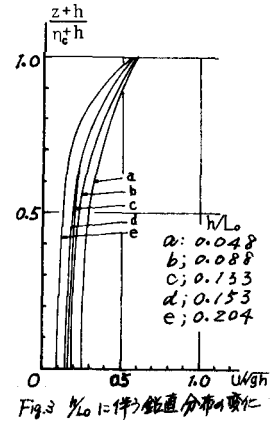


Fig.3 は、*spilling* 型砕波の場合の比水深に伴う鉛直分布の変化を示したものである。この図によると水面付近ではほとんど速度の差異は見られないが、 h/L_0 が増大するにつれて水底付近では小さくなり深水性の傾向を示している。



上述の水面近くの急激な水粒子速度の増大は合田³⁾の砕波波力の算定に当たって想定した砕波巻き込み率入と密接な関係があると考えられるので、Fig.4 のように λ/c を仮定して入を求めた。Fig.4 は *plunging* 砕波の場合に前面の直立部は明確に判定できるが、*spilling* 型は、明確な立ち上がりが見られないため、本研究においては、フィルムで見て *white cap* が生じる一浪目の波のほぼ *white cap* の幅を λ/c とした。Fig.1-(a) 及び (b) には、この様に求めた λ/c の範囲に相当する部分も同時に示したが、この範囲で水粒子速度が急激に増大し、Stokes 3rd の理論値との差異が大きいことが認められる。このように入は砕波特性を示す重要な要素と考えられるので、推定した入を h/L_0 に対してプロットしたのが Fig.5 である。同図には λ/c を推定し難いものには幅をつけて示してある。この結果によると h/L_0 による入の変化は明らかではないが、しかし砕波型式について入は $\lambda = 0.25$ 、*plunging* 型については $\lambda = 0.45$ という一定値が得られた。

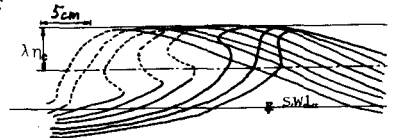


Fig.4 砕波巻き込み率の推定方法

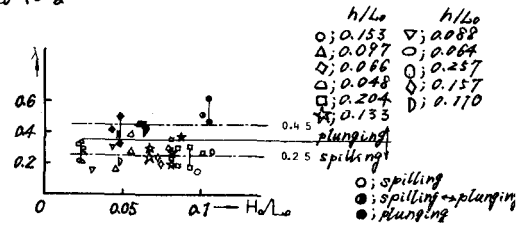


Fig.5 砕波巻き込み率の推定結果

これらの事実は、砕波力算定において合田³⁾が行なった砕波のモデル化を、実験した波形と水粒子速度分布から検証したもののほぼそのモデル化の妥当性がうかがえるが、なおこの入については十分な検討を必要としよう。

(参考文献)

- 1) Goda, Y. 1964 "Wave Forces on a Vertical Circular Cylinder" Report No.8 of Portland Harbour Technical Tec. Res. Ins.
- 2) 合田 原中, 北畑「直柱に働く衝撃砕波力の研究」港湾技術研究報告 第5巻6号/1964年4月