

砕波時の波動エネルギーに関する研究

名古屋工業大学 正員 喜田 歩 学生員 岡部俊夫 学生員 沢木俊彦

1. はじめに 砕波時の波について、砕波高、砕波水深とい、砕波特性諸量について実用上十分な知見が得られているものの、その内部機構についてはまだ明らかにしていない点が残されている。砕波時の波動エネルギー E については、Longuet-Higginsらにより最大波高の E と一致しないことが示されてより、安田¹⁾は斜面上の周期波について位置エネルギー E_p は砕波直前で最大となり、運動エネルギー E_k は逆に砕波直後で極大をとることを示した。また、土屋・筒井²⁾は E_p, E_k のエネルギー分配率と砕波条件の関係について興味ある結果を示している。本研究では、著者ら³⁾が浅海の水平床での砕波変形 α 計算について用いた数値シミュレーションによ、ポテンシャル理論の数値的厳密解に基づき砕波時の各エネルギーを具体的に求めるとともに、その特性について若干の検討を加えるものである。

2. 解析方法 ここで用いた数値シミュレーションによは砕波変形過程における自由表面各点の水位 η と液体環境に与える速度ポテンシャル ϕ と、その法線方向の流速 u_n を得ることが出来る。したがって、位置エネルギーは式(1)より、運動エネルギーは式(2)よりただちに求められる。

$$E_p = \frac{\rho g}{2L} \int_0^L \eta^2 dx \dots (1) \quad E_k = \frac{\rho}{2L} \int_{SF} \phi \frac{\partial \phi}{\partial n} dl \dots (2)$$

ただし、式(2)は空間的周期性を仮定できる場合は自由表面 SF に沿、 T 線積分となり、不規則波群中のZ.D.C.波のようにその空間的周期性が仮定できない場合は SF および両端境界 S_R, S_L に沿う線積分として求める。また、砕波直については計算波面波頂前面が鉛直に切り立、た点とし、Spilling型砕波の一部についてはその波頂付近が数値的に不安定とな、た点として求めた。

3. 規則波の計算結果 計算にあ、では常に波長 $2L=2\pi$ とし $g=1$ とした。図3-1, 2は相対水深 $d/L=0.05$ 、波高水深比 H/d がそれぞれ図上から0.45, 0.73, 1.14を示したもので、横軸は波長 $2L$ を単位として、波高 H を単位として表す。

図3-1よりPlunging型 E_k/E_p の値砕波よりも E_p の値が大きい時に、また早く砕波することがわかる。図3-2が図3-1の E_k/E_p の内部である。図から位置エネルギーは砕波直前から減少していき、逆に運動エネルギー

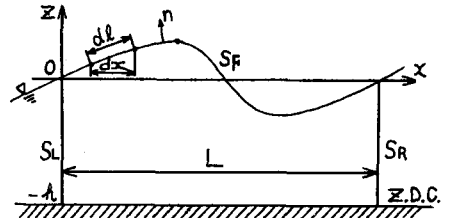


図-1 座標系

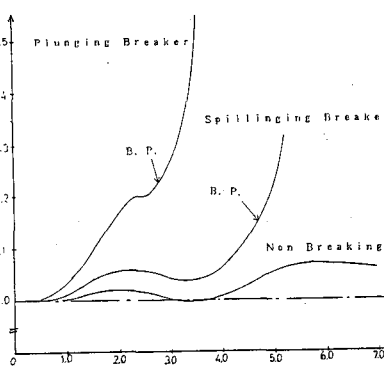


図3-1 $E_k/E_p \sim t/T$ 図

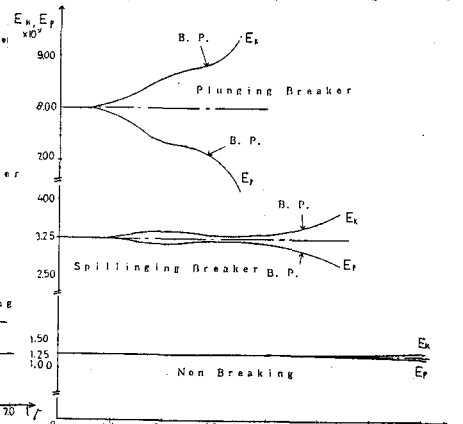


図3-2 $E_k, E_p \sim t/T$ 図

は増加していることから

わかる。またPlunging型

砕波はSpilling型砕波より

エネルギー分配の

変動が激しいといえる。

図3-3は砕波時のE_h/E_p

と相対水深d/Lの関係

を示したものである。

ここで解析したケース

についてE_h/E_pが1.2を超える辺から

Spilling型砕波に属している。砕波しない

限界としてE_h/E_pの値0.05付近と考え

られるが、d/L=0.05のケースでは砕波

が起るためにこの比率は幾分大

きく、といえる。図3-4は山田・塩谷の

最高波理論による砕波限界と比較した

もので図3-5は砕波時の全エネルギー

E_hを示している。同図よりオベ

ルのd/Lについて砕波高は最高波理論

よりも小さく、また同一αd/Lに

ついてはE_hが大きい程変形の激し

い砕波が引き起こされることわか

れる。

4. 不規則波の計算結果

不規則波について上述の規則波の結果

と比較するために初期条件として

二成分合成波を用いて解析を行なった。

図4-1はE.D.C.法について山田・塩谷の理論値と照

らせたもので、規則波と同様にその砕波高は理論値よりも小

さい。図4-2はそれとE.D.C.法について全エ

ネルギーを示したもので、規則波と同様に同一αd/Lでは、E_hが大きい程Spilling型砕波からPlunging型砕

波へ移ることになる。図4-3はエネルギー分配率を示したもので、規則波のケースとは異なり、Spilling型砕波からPlunging型砕波よりもE_hの値が大きいこともあ

る。この理由が明らかでないが、成分波間のエネルギー移動によりその分配率も局所的に変化しているものと、便宜上波をE.D.C.法により定義したためと考えられる。今後、解析ケースを増やして不規則波の内部機構をさらに検討していくつもりである。

5. 参考文献

1) 山田孝志・野々村俊孝 余面上の波の砕波機構について、57

年度中部支部 2) 土屋義人・高井茂明 波のエネルギー分配と砕波過程、57年度中部支部

3) 高田渉・角南安紀・和井正広 不規則波の砕波特性に関する基礎的研究、58年度中部支部

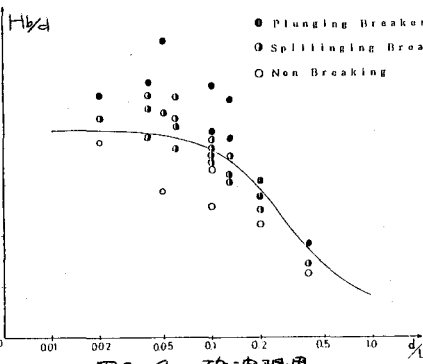


図3-4 砕波限界

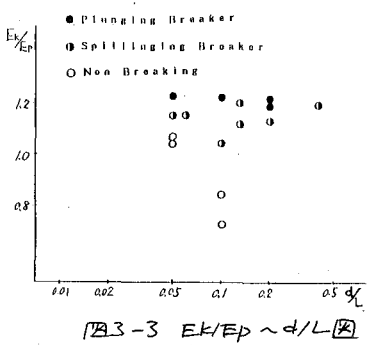


図3-3 E_h/E_p ~ d/L 図

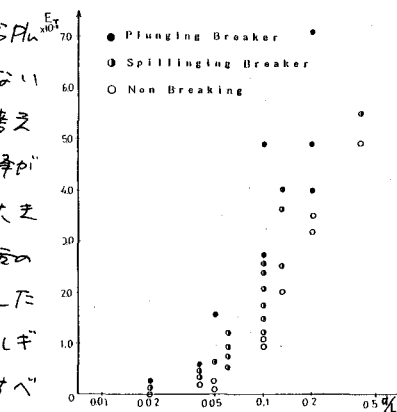


図3-5 砕波時のE_t

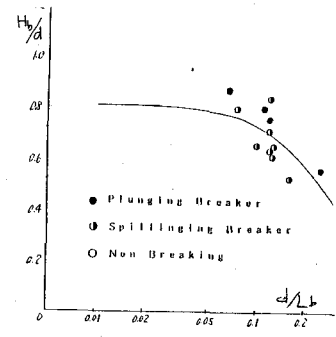


図4-1 砕波限界

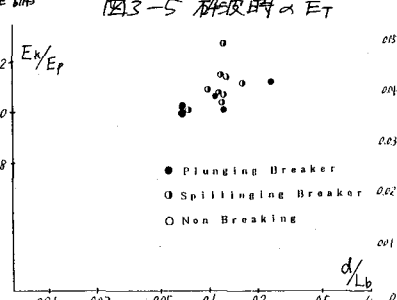


図4-3 E_h/E_p ~ d/L 図

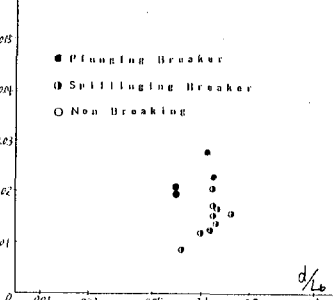


図4-2 砕波時のE_t