

砕波後の波の運動エネルギーの変化とその推算法に関する一考察

名古屋大学工学部 学生員 ○竹内 正幸
 名古屋大学工学部 正 員 岩田 好一朗
 名古屋大学大学院 学生員 布藤 省三

1. 緒言: 砕波帯内, とくに砕波後の波動エネルギーを正確に推定することは, 海岸工学上の諸問題の解決に重要な辱々をする。波動エネルギーのうち, 位置エネルギーの算定は水面波形が与えられれば容易である。一方, 運動エネルギーの算定に際しては内部流速場が正確に与えられなければならない。しかし, 砕波後の波の流速場は水面波形からは正確に予測できないので, 砕波後の波の運動エネルギーの変動特性は判明していない。そこで本研究では, 詳細な水理実験を行ない, 水粒子速度を直接計測し, 計測された流速場より砕波後の運動エネルギーを計算し, その変動特性を明らかにする。ついで, Deanの流れ関数理論を用いて水面波形より運動エネルギーを計算する。そしてこの推算された運動エネルギーと, 実測流速から計算した運動エネルギーの対応性について検討を加えるものである。ここにその結果の一部を報告する。

表1 実験条件

2. 水理実験および解析手法: 水理実験は, 長さ25 m, 幅0.7 m, 深さ0.95 mの二次元鋼製造波水槽で行なわれた。実験条件は表1に示されている。水底として水平床と1/15の一樣勾配斜面の2種類取扱ひ, それぞれに対して3種類の規則波を発生させた。各ケースに

Case	周期 T(s)	砕波波高 Hb(cm)	砕波水深 hb(cm)	静水深 h(cm)	発生波高 Ho(cm)	砕波波長 Lo(cm)	勾配 i	砕波型式
1-1	1.06	16.0	25.0	50.0	9.0	177.3	0	Spilling
1-2	1.00	15.3	19.0	44.0	15.0	156.0	0	Plunging
1-3	0.89	10.3	10.0	35.0	14.1	123.6	0	Plunging
2-1	1.11	19.6	31.0	63.0	19.2	192.6	1/15	Spilling
2-2	1.23	19.3	25.0	63.0	17.3	237.7	1/15	中間型
2-3	1.25	18.7	24.0	63.0	17.7	243.7	1/15	Plunging

ついて砕波変形に伴う水位変動 (η) , 水粒子速度 (u, w) を同時に測定した。ここで u は水平方向の水粒子速度, w は鉛直方向 z の水粒子速度である。なお, 測定点は1ケースにつき約180点である。本研究では単位時間当りの運動エネルギー E_k を式(1)によって計算した。計算に際して, z に関する積分は台形公式により数値積分を行なった。またDeanの流れ関数理論による流速の計算は, 繰り返し回数5回で行なった。この計算の結果, 波頂部における水平方向流速の計算値の4回目と5回目の相対誤差は5%以内であった。なお計算された u, w から E_k を求める手法は, 上記の通りである。

3. 計算結果とその考察: 図1では流れ関数理論による計算値と微小振幅波理論による計算値と実測された流速の時間波形の比較を行なった。ここで S とは水底からの高さである。同図によると, 流れ関数理論値は u に関しては比較的よく一致しているが, w に関しては過大評価になっている。しかし w については, 微小振幅波理論に比べれば流れ関数理論値は, けるかによく実測値に一致していることがわかる。図2は砕波後の波の運動エネルギーの変化を示したものである。この図において, 縦軸の値は各地点のエネルギーの値を砕波点での値 E_b で割った無次元値, 横軸は砕波点からの無次元距離 X/L , $X/(X/\sqrt{gT})$ である。ここで, X は砕波点からの距離, L は進行波の波長, g は重力加速度,

d は時間平均水深である。なお、比較のために微小振幅波理論による計算値も同時に示されている。流れ関数理論は微小振幅波理論と同様に碎波点直後で値が急激に減少するが微小振幅波理論に比べると幾分実測値とよく似た変化を示していることがわかる。図3は運動エネルギーの理論値を実測値で無次元化して比較したものである。同図から、無次元化された流れ関数理論値は1に近い値をとるので、微小振幅波理論値よりも実測値に近い値になっていることがわかるが、碎波点近傍においてはかなりの過大評価になっている。これは流れ関数理論においては、 w を過大評価するなど碎波帯内の流速場の特性を必ずしも正確に評価していないためと思われる。

5. 結語: 本研究では、碎波後の波の運動エネルギーの推算法としては、微小振幅波理論よりも流れ関数理論のほうが有効であることを指摘した。しかし流れ関数理論は、計算が複雑であることや碎波点近傍での過大評価等の問題が残されており、今後さらに検討していかなければならない。

[参考文献] 1) Dean: Jour. of Geophys. Res., 1965

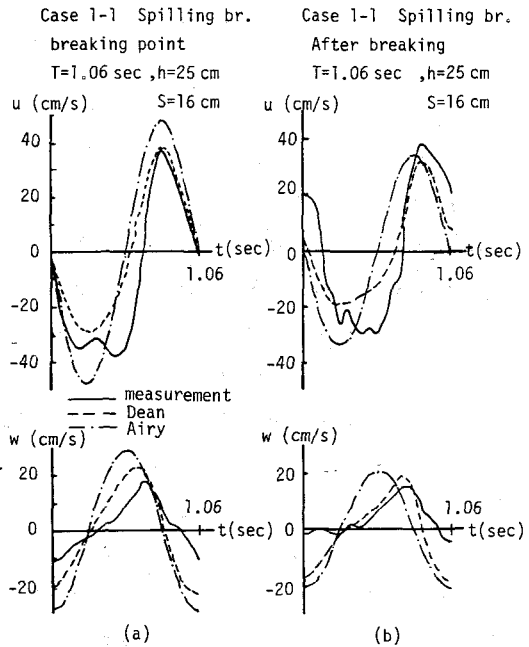


図1 流速の時間波形

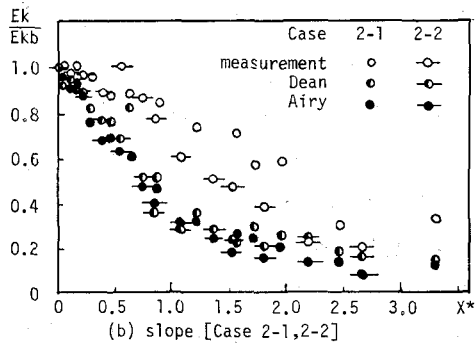
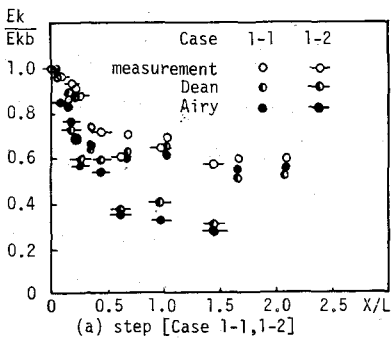


図2 運動エネルギー E_k の変化

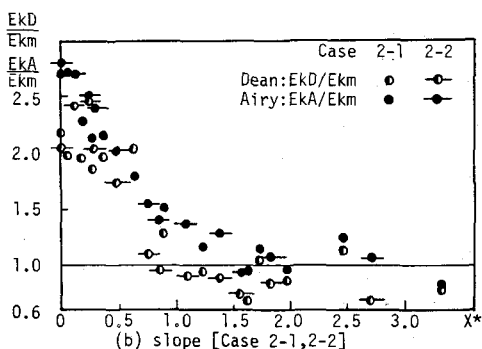
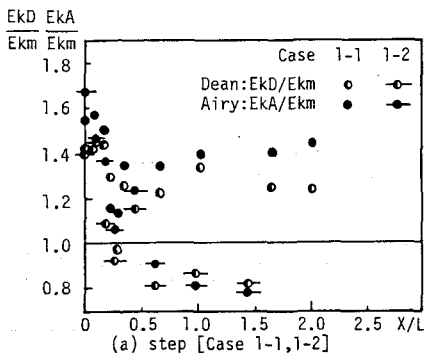


図3 運動エネルギーの定量的比較