

三重県 正員 竹内 正幸 東急建設(株) 正員 布藤 省三
名古屋大学工学部 正員 岩田好一朗
日本テトラポッド(株) 正員 小山 裕文

1. 緒言 砕波後の波動エネルギーを正確に算定することは、海岸工学上の諸問題の解決に重要な寄与をする。そこで、本研究は、まず、詳細な水理実験を行ない、砕波後の波動エネルギーの変化特性を明らかにした。ついで、Dean の流れ関数法¹⁾、修正伝達関数法²⁾ および微小振幅波理論によって算定される波動エネルギーの砕波後の波に対する適用性について検討するとともに、簡便でかつ精度の高い波動エネルギー算定法について検討を加えたので、その結果の一部を報告する。

2. 水理実験および解析手法 実験は名古屋大学工学部土木工学教室の片面ガラス張りの2次元鋼製造波水槽(22m×0.7m×0.95m)で行なわれた。実験条件は表-1に示されているとおりであり、6種類の規則波を発生させた。各ケースについて砕波変形に伴う水位変動、水平・鉛直流速を同時に測定した。解析手法は、実験により得られたアナログデータを0.05秒で離散化し、(1)式をもとに一周期平均の波動エネルギー(E_M)

$$E = \int_h^{\eta} \frac{1}{2} \rho (u^2 + w^2) dz + \int_0^{\eta} \rho g Z dZ \cdots (1)$$

$$\left[\begin{array}{l} \rho : \text{水の密度} \quad u : \text{水平流速} \quad w : \text{鉛直流速} \quad \eta : \text{水位} \\ h : \text{水深} \quad g : \text{重力加速度} \quad \text{---} : \text{一周期平均値} \end{array} \right]$$

を求めた。なお、鉛直方向の積分には台形公式を用いた。また、Dean の流れ関数法および修正伝達関数法により水平・鉛直流速を算定し、上述の手法で一周期平均の波動エネルギー(E_DおよびE_M)を算定した。ただし、水位には実測値を用いた。また、Dean の流れ関数法による流速計算には、水位波形を20

表-1 実験条件

CASE	周期 T (S)	砕波波高 HB (cm)	砕波水深 hb (cm)	一様水深 ho (cm)	発生波高 Hi (cm)	沖波波長 Lo (cm)	勾配 i	砕波型式	測定点
1-1	1.06	16.0	25.0	50.0	9.0	177.3	0	Spilling	193
1-2	1.00	15.3	19.0	44.0	15.0	156.0	0	Plunging	200
1-3	0.89	10.3	10.0	35.0	14.1	123.6	0	Heavy Pl.	152
2-1	1.11	19.6	31.0	63.0	19.2	192.6	1/15	Spilling	171
2-2	1.23	19.3	25.0	63.0	17.3	237.7	1/15	中間型(S-P)	185
2-3	1.25	18.7	24.0	63.0	17.3	243.7	1/15	Plunging	174

分割して入力し、繰り返し回数は5回とした。この計算の結果、波頂部における水平流速の計算値の4回目と5回目の相対誤差は5%以内であった。

3. 簡易算定法 本研究では、微小振幅波理論に簡単な修正を加えた一周期平均の波動エネルギー算定法の提案を試みる。微小振幅波理論では、水位波形を正弦波で与えているが、実際の砕波後の水位波形は正弦波とは言いにくい。そこで、図-1に示すように、波の峰では三角波で近似し、波の谷では正弦波で近似した。そして、この近似波形を使って微小振幅波理論に基づき一周期平均の波動エネルギーを求めると(2)式のようになる。

$$E_{TS} = \frac{\rho g}{T} = \left\{ \frac{1}{3} \eta_c^2 T_c + \frac{1}{2} \eta_t^2 T_t \right\} \cdots (2)$$

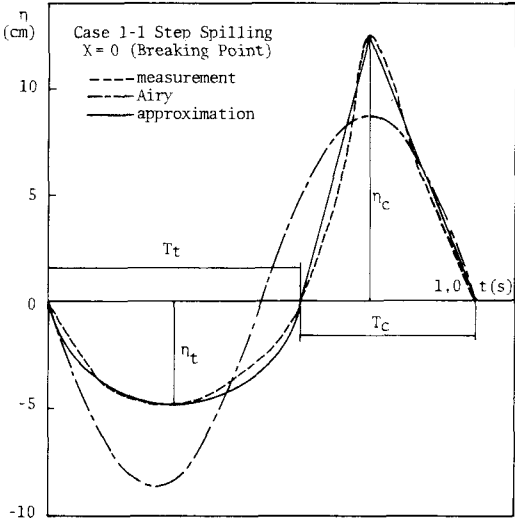


図-1 水面波形の近似

ここで、 T は波の周期、 η_0 は水位の最大値、 η_t は水位の最小値、 T_0 は波形が静水面より上にある時間、 T_t は波形が静水面より下にある時間であり、必要とする情報が少なく、比較的簡単に一周期平均の波動エネルギーを求めることができる。

4. 結果と考察 図-2の(a)~(d)は、計算値と実験値を比較した例である。縦軸は、Deanの流れ関数法、修正伝達関数法、微小振幅波理論および(2)式による波動エネルギーの計算値(E_D , E_M , E_A および E_{TS})と実験値(E_m)の比(E_t/E_m : E_t はそれぞれの計算値)であり、横軸は砕波点からの無次元距離(X/L および $X/\sqrt{gd} T$: X は砕波点からの距離、 L は波長、 d は平均水深)である。同図より、まず、 E_A (図中●印)は砕波点近傍でかなりの過大評価すると言える。つぎに、 E_D (図中○印)と E_M (図中●印)は E_A よりはよい評価をするものの砕波点近傍では過大評価する傾向がある。そして、 E_{TS} は(図中□印)は全般的に $E_t/E_m=1.0$ の直線に近く、特に、他の手法によるエネルギーの計算値が過大評価しがちな斜面上での適合度がよい。したがって、(2)式による波動エネルギー算定法は、今後、その適用範囲を正確に把握する必要があるものの与える情報が少なく、計算も簡単であり、工学的には有効な一手法と思われる。

5. 結語 本研究では、かなり大胆ではあるが、微小振幅波理論に簡単な修正を加えることにより、砕波後の波動エネルギーの算定法を提案し、その妥当性について検討をした。今後、さらに精度の高いデータを蓄積するとともに、砕波後の波動エネルギーのより正確な算定法について検討を加えていきたいと考えている。

参考文献 1) Dean: Jour. of Geophy. Res. 1965, 2) 小山・岩田・布藤: 第31回海講 1984

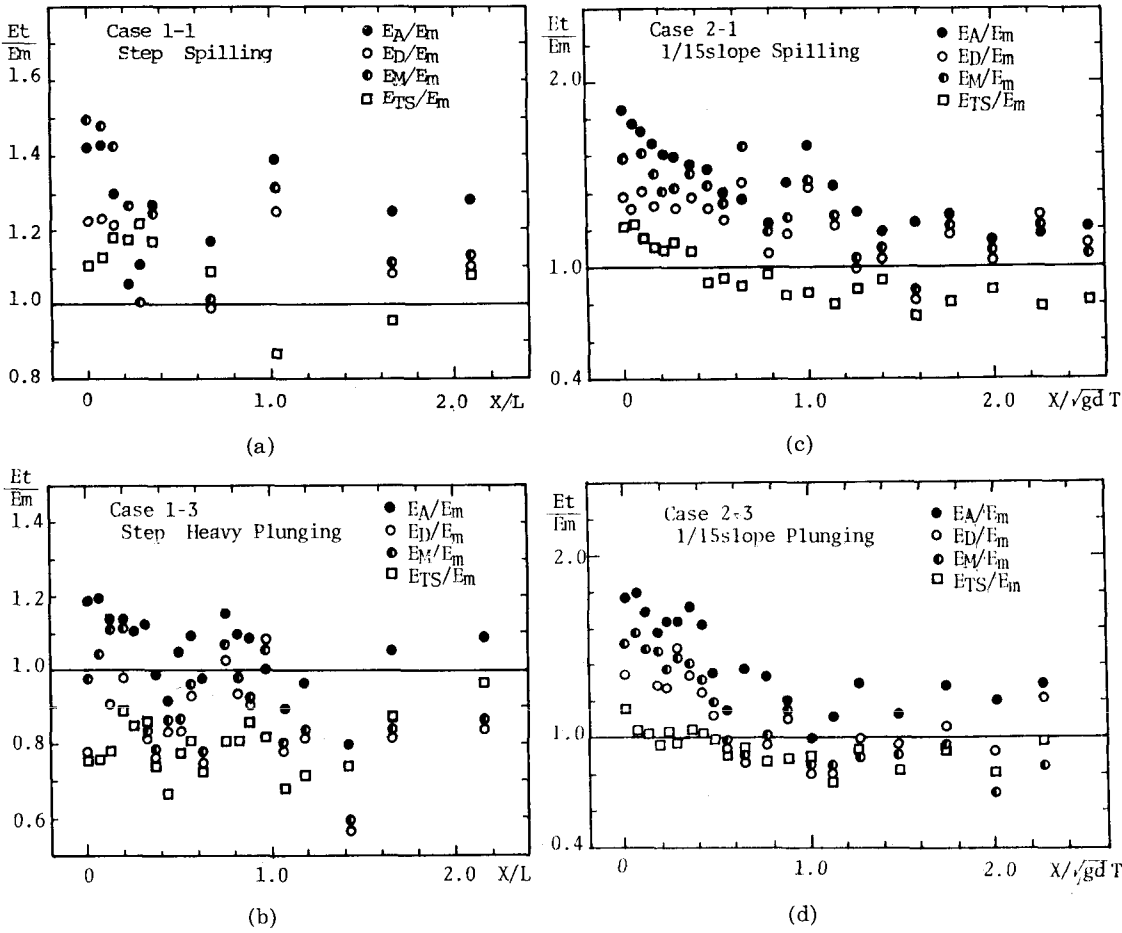


図-2 波動エネルギーの計算値と実験値の比較