

斜面における砕波の位置エネルギーと運動エネルギーの変化に関する実験

名古屋大学工学部 正員 岩田好一朗
東急建設株式会社 正員 布藤省 三
日本テトラポッド(株) 正員 小山裕 文

1. はじめに :

砕波帯内での波の持つ位置エネルギーと運動エネルギーの変化を予測し、砕波帯内での波の逸散機構を解明することは海岸水理学の分野に課される重要な課題の一つである。現在の所、砕波帯内での波の持つ位置エネルギーと運動エネルギーがどのように変化するか、またどのようにして正確にその変化を予測しにかかわる、など不明な点が多い。本論では、1/5 の様相配斜面上の砕波を取り挙げ、水理模型実験を行なって、砕波後の波の位置エネルギーと運動エネルギーの変化を検討を加えるのでその結果を報告するにとする。

2. 水理実験 :

実験は名古屋大学工学部土木工学教室の二次元片面ガラス張り鋼製水槽(25m×0.9m×0.7m)で行なわれた。実験波は、表-1に示すように、三種類の波であり、Spilling Breaker, Plunging Breaker と Spilling と Plunging の中間型の Breaker の三種類の砕波型を生起させた。水粒子速度はキャンティレー型流速計で計測された。計測地は、図-1に示されているように、鉛直方向と波進行方向に亘る多地点であり、Case 2-1, Case 2-2, Case 2-3 の波についておのおの171地点、185地点、174地点である。実験では、水位変動 $\eta(t)$ と水平方向の水粒子速度 $u(t)$ と鉛直方向の水粒子速度 $w(t)$ を約10周期に亘り計測した。

CASE	BEACH SLOPE	BREAKER TYPE	h_b	h_p	h_o	H	L_o	MEASURING POINTS
2-1	1/15	Spilling	19.6	31.0	63.0	19.2	192.6	171
2-2	1/15	Pl.-Sp.	19.3	25.0	63.0	17.3	237.7	185
2-3	1/15	Plunging	18.7	24.0	63.0	17.3	243.7	174
			(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	

Note: h_b and h_p ; wave height and water depth at breaking point, h_o ; constant water depth in front of wave board, H ; generated wave height, L_o ; wave length in deep water

本論では、波の持つ位置エネルギー $\bar{E}_p$ と波の持つ運動エネルギー $\bar{E}_k$ をおのおの式(1)と式(2)で計算することとする。

$$\bar{E}_p = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{\eta} \rho g z \cdot d z \cdot d t \quad (1)$$

$$\bar{E}_k = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{\eta} \frac{1}{2} \rho (u^2 + w^2) d z \cdot d t \quad (2)$$

なお、上式で T は波の周期、 ρ は流体の密度、 g は重力加速度、 z は静水深、又は静水深を原点とし鉛直上向きを正とする鉛直軸、 t は時間、である。実験の $\eta(t)$, $u(t)$ と $w(t)$ と 0.05 秒間隔で離散化した5周期間の波形の平均値として、式(1)と式(2)より $\bar{E}_p$ と $\bar{E}_k$ を計算した。なお、鉛直方向の積分には台形公式を使った。また、砕波水深、砕波波高、気泡連行領域などは、16mm 高速シネカメラ(50コマ/秒)の写真解析により決定した。

3. 実験結果とその検討 :

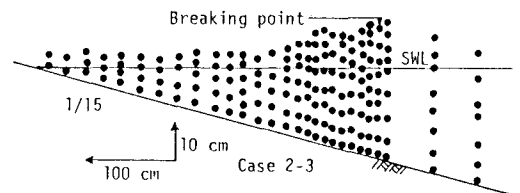
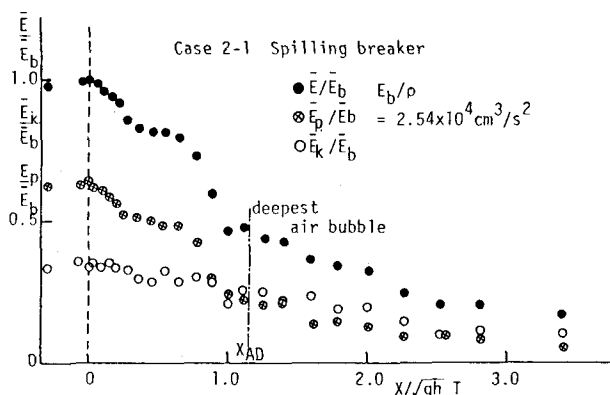


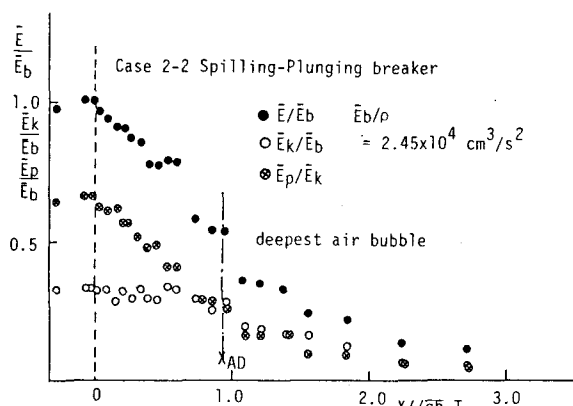
図-1 水粒子計測地例の一例

図-2は砕波時の全波動エネルギー($\bar{E}_b$)で無次元化された運動エネルギー($\bar{E}_k/\bar{E}_b$)と位置エネルギー($\bar{E}_p/\bar{E}_b$)の波の進行に伴う変化を示したもので、 $\times$ は砕波点からの距離、 $\bar{E}$ は全波動エネルギーである。図-2に示すように、砕波後の全波動エネルギー $\bar{E}$ は波の進行に伴い減少していき、Spilling Breaker, 中面型砕波, Plunging Breakerの順で減衰割合が大きくなり、波高低減から推測されていく傾向と一致する。無次元化された位置エネルギー $\bar{E}_p/\bar{E}_b$ と無次元化された運動エネルギー $\bar{E}_k/\bar{E}_b$ の砕波後は波の進行に伴って低減するが、その低減割合は砕波型に関係なく $\bar{E}_p/\bar{E}_b$ の方が $\bar{E}_k/\bar{E}_b$ より大きい。本論で取り挙げる S (斜面勾配) $=1/5$ の斜面では、砕波点から気泡が波運動内部に混入する程が最も深くなる地点(図中 X_{AD})の面では、位置エネルギー $\bar{E}_p$ が運動エネルギー $\bar{E}_k$ より大きく、場合によっては1.6倍程度の大きくなる。特に、砕波時については $S=1/50$ の緩斜面の実験結果(土屋²⁾)やStep型水平床の実験結果¹⁾と逆の実験結果になっている。気泡が最も深く連行される地点(X_{AD})から、運動エネルギー $\bar{E}_k$ は僅かではあるが位置エネルギー $\bar{E}_p$ より大きくなり $\bar{E}_p$ と $\bar{E}_k$ の大小関係が逆転する。以上の事より、 $S=1/5$ の斜面上の砕波について、砕波に伴う位置エネルギーの損失の方が運動エネルギーの損失より大きいことが指摘できる。今後、更に実験を継続して検討を加えていく所存である。

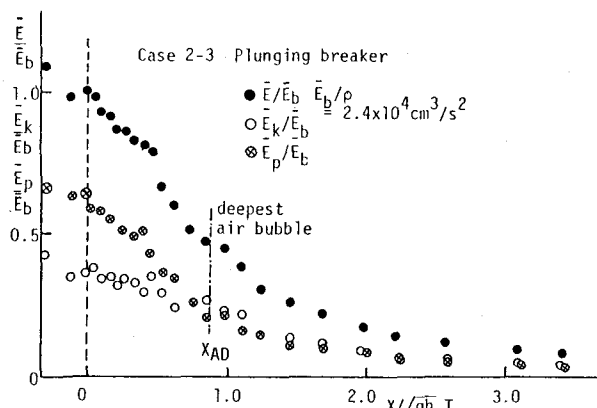
〈参考文献〉 1) 岩田・山・布藤: オ30 回海講論文集, 1983. 2) 土屋・筒井: オ29回海講論文集, 1982.



(a) Spilling Breakerの場合



(b) Spilling-plunging Breakerの場合



(c) Plunging Breakerの場合

図-2 砕波帯内における波の位置エネルギーと運動エネルギーの変化(1/5の斜面勾配)