

潜堤上碎波形態と内部特性に関する実験的研究

熊本大学 工学部 正会員 滝川 清 山田 文彦
 熊本大学 大学院 学生会員 松本 健作 岩下 良一
 熊本大学 工学部 学正会員 〇嶋津 秀一

1. はじめに

潜堤上碎波では、斜面上碎波では見られない碎波形態が存在し、現在までに各碎波形態ごとの内部特性を含めた種々の知見が得られている。^{1) 2)} 本研究は、潜堤上での碎波形態を決定する指標を見出すとともに、流れの可視化画像システムを用いた実験によって、潜堤上での碎波形態や圧力、渦度、歪み度、エネルギー、及びエネルギー逸散機構についてその特性を調査した。

2. 実験方法

図-1に実験装置を示す。実験には、長さ30m、幅0.5mの二次元造波水槽を用いた。この水槽内に、高さ0.4m、長さ5.8mの木製の潜堤を固定し、造波装置により入射波の周期、波高を細かく変化させて59ケースの波を水深45cm、50cm、55cmそれぞれの水深について合計177ケース造波させ、潜堤上での碎波形態を観測した。次に、直径1mm程度のトレーサー粒子を浮遊させ、その挙動をビデオ画像に取り込み可視化システムを用いて流況の解析を行った。

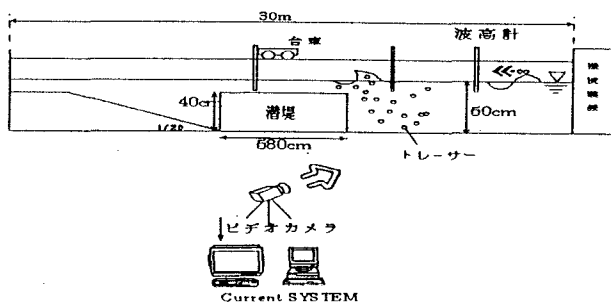


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察

今回行った実験で、潜堤上での碎波形態は“非碎波”の他、一樣斜面上碎波の分類にもある“崩れ波碎波”、同じく“巻き波碎波”、戻り流れが潜堤の角で大きく落ち込み入射波が大きく飛び出す“落ち込み碎波”、落ち込みの規模が小さい“弱落ち込み碎波”の4つの形態が観測された。図-2は、観測された碎波形態をもとに作成した分類図である。まず軸のパラメーターを決定するために周期及び波高を代表量として、軸のパラメーターをバッキンガムのπ定理を用いた次元解析を行うことで数種類考案し、その中から主要因となる3つのパラメーターを選び出すため主成分分析を行い、3つの軸の無次元パラメーターを決定した。X軸は $\sigma^2 h / g$ 、Y軸は H_i / h 、Z軸は $(h / h_s) * (H_i / L)$ であり、 H_i は入射波高、 h_s は潜堤上水深、 h は水深、 L は波長を示す。図-3-1、図-3-2は各碎波形態の存在領域を考えるため、図-2をX-Y軸、X-Z軸に投影し、各碎波形態ごとに領域を決定したものである。表-1は各碎波形態の境界線を3次の多項式近似で表したものである。各碎波形態の境界付近は図-2にあるように混在しているため遷移領域であると考えられる。図-3-1より、各碎波形態は、 $\sigma^2 h / g$ の変動に余り関わらず全体的に入射波高の大きさに依存している。 $\sigma^2 h / g$ の値の増加(短周期になる)につれて全体的に若干右上がりになる傾向が見られる。図-3-2より、非碎波、崩れ波碎波、巻き波碎波は、ほぼ一定の傾きを保って、入射波形勾配 H_i / h と潜堤上水深比 h / h_s に比例し、単調増加の傾向が見られる。また、傾きが約0.2を超えると斜面上碎波では見られない弱落ち込み碎波、落ち込み碎波といった潜堤上碎波特有の碎波形態が現れ始める。

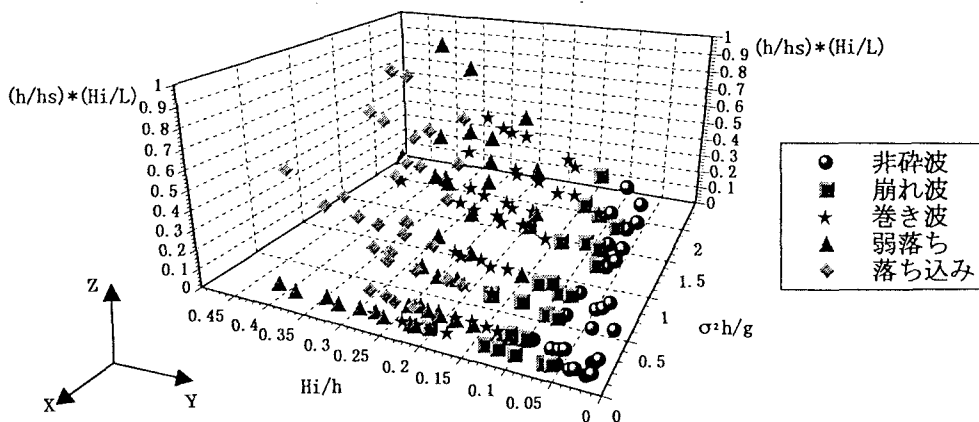


図-2 分類図

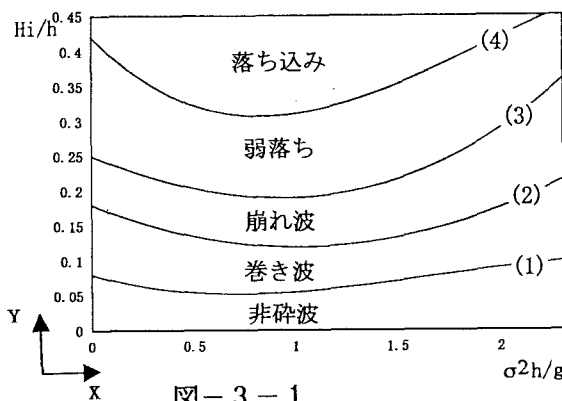


図-3-1

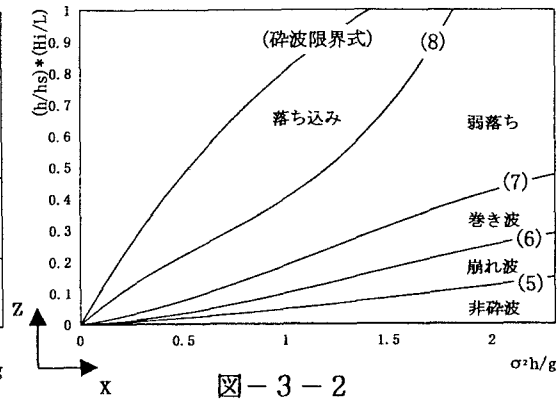


図-3-2

表-1

- 0 < 非砕波 < (1)
 (1) < 崩れ波砕波 < (2)
 (2) < 巻き波砕波 < (3)
 (3) < 弱落ち込み砕波 < (4)
 (4) < 落ち込み砕波

- 0 < 非砕波 < (5)
 (5) < 崩れ波砕波 < (6)
 (6) < 巻き波砕波 < (7)
 (7) < 弱落ち込み砕波 < (8)
 (8) < 落ち込み砕波 < (砕波限界式)

	a_1	a_2	a_3	a_4
(1)	0.08	-0.085	0.075	-0.015
(2)	0.18	-0.12	0.06	-0.0005
(3)	0.25	-0.12	0.05	0.01
(4)	0.42	-0.3	0.23	-0.04
	b_1	b_2	b_3	b_4
(5)	0	0.03	0.02	-0.002
(6)	0	0.03	0.09	-0.021
(7)	0	0.1	0.12	-0.032
(8)	0	0.58	-0.38	0.2

$$Y = a_1 + a_2 X + a_3 X^2 + a_4 X^3$$

$$Z = b_1 + b_2 X + b_3 X^2 + b_4 X^3$$

$$Z = -1.53 \exp^{-0.75X} + 1.53 : \text{砕波限界式 (合田の砕波限界式)}$$

<但し、 $X = \sigma^2 h/g$ 、 $Y = Hi/h$ 、 $Z = (h/hs) * (Hi/L)$ >

4. おわりに

今回分類を行った砕波形態と可視化実験解析による各砕波形態の内部特性の結果については、講演時に発表する予定である。

<参考文献>

- 1) 滝川 清ら (1995): 潜堤上砕波変形の内部特性とその数値解析、第42回 海岸工学論文集、pp.66-70
- 2) Takikawa, K., Yamada, F., and Matumoto, K., "Internal characteristics of breaking waves over submerged breakwaters," ISOP-97, Honolulu, pp.192-199 (1997)