

斜面上における多方向不規則波の碎波限界について

アジア航測（株） 正会員 富澤 慎二郎
鳥取大学大学院 学生会員 ○松岡 祐仁
鳥取大学工学部 正会員 木村 晃

1. 研究の背景と目的

沖合から進入してきた波は海底地形の影響を受け、浅水変形、碎波変形などの過程を経て波高を変化させる。この変化のうち、碎波は衝撃力を発生し、港湾・海岸構造物に大きな影響を及ぼすことがあるため、碎波点付近に設置される構造物の設計には波浪の碎波特性を十分考慮することが重要となる。規則波の碎波に関しては、既往の理論的・実験的研究成果をまとめた合田の碎波指標が広く用いられており、一方向不規則波についても規則波とは異なる碎波特性を持つことが明らかにされてモデル化も行われている(木村ら, 1986)。しかし、実際の海の波は多方向不規則波であるため、碎波特性は波の不規則性の他に波の多方向性を考慮する事が必要となる。しかしこれに注目した研究はわずかであり(大橋ら, 2000)、その特性はまだ十分明らかとなっていない。本研究は多方向不規則波を用いて碎波実験を行い、多方向不規則波の碎波特性を明らかにすることを目的として行ったものである。

2. 実験・解析の概要

図-1 に示すように、実験には多方向不規則波造波装置を備えた平面水槽を用いた。水槽には法先に 1/5 勾配スロープを繋いだ 1/30 勾配スロープを設置した。1/30 スロープ上には 30cm 等間隔で 10 本の丸棒（径 9mm）を設置した。一様水深部の水深は 40cm、棒の設置水深は 11.1cm から 18.6cm の範囲である。不規則の波高・周期はゼロダウncross法により決定した。

碎波実験はビデオで撮影して画像をパソコンに取り込み、上記の棒の位置での水位から波高・周期を定義し、碎波時の波高、水深、周期を測定した。実験に用いた多方向不規則波は表-1 の条件のものを用いた。また、碎波時の碎波形式を崩れ波碎波と巻き波碎波の 2 種類に分類して解析を行った。

3. 結果と考察

ビデオ解析より得た実験データから決定した碎波波高水深比 (H_b/h_b) と相対水深 (h_b/L_0) の関係を図-2 に示す。図中の曲線は次式の合田の碎波指標である。

$$H_b/L_0 = 0.17 \left[1 - \exp \left\{ -1.5\pi (h_b/L_0) \left(1 + 15 \tan^{4/3} \theta \right) \right\} \right] \dots\dots\dots (1)$$

ここに H_b : 碎波波高, L_0 : 換算沖波波長, h_b : 碎波波高である。図から分かるように、データにばらつきはあるものの多方向不規則波は規則波に比べ碎波しやすいといえる。木村ら (1986) は不規則波の波峰から波谷までの距離の中分点と静水面とに大きな差がある場合、見かけ上、平均水位の上昇

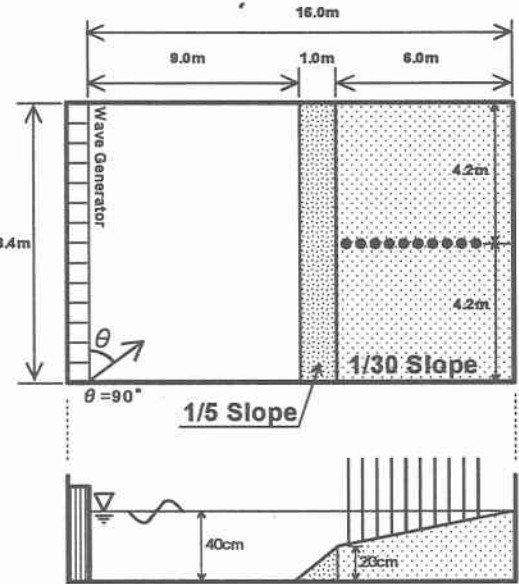


図-1 平面二次元造波水槽概略図

表-1 多方向不規則波 発生条件

	有義周期 (s)	Smax	推定 Smax	主波向き
Case1	1.0	29	25	90°
Case2	1.2	15	10	
Case3	1.2	33	25	

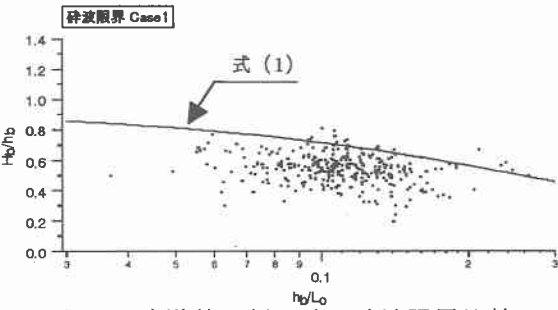


図-2 実験値と規則波の碎波限界比較

として効果が表れることがあるため、図-3 に示すように定義した補正水深 d_b を用いてデータのばらつきを抑えている。図-4 には補正水深 d_b を用いてデータをプロットした。この結果を見る限り d_b の効果はあまり見られない。図には碎波形式別に後に示す方法で決めた実験曲線を併せて示した。碎波形式については、巻き波碎波に比べ、崩れ波碎波のほうが相対的に碎波波高水深比 H_b/d_b の値が小さい。すなわち巻き波碎波に比べ崩れ波碎波は幾分小さな波高で碎波するといえる。また碎波形式別では崩れ波碎波を示す波が、巻き波碎波に比べてより多く出現した。

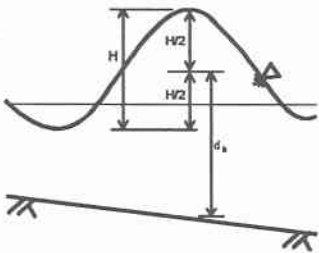


図-3 補正水深

式 (1) は一般的に式 (2) のように表すことが出来る。

$$H_b/d_b = A[1 - \exp\{-B\pi(d_b/L_0)(1 + 15 \tan^{4/3} \theta)\}](L_0/d_b) + C \dots\dots\dots (2)$$

式 (2) で、 A : 曲線の傾き、 B : 曲率、 C : 曲線の平行移動量を表す。Case 1 の実験結果に対する近似式は(3)式のように得られた。

$$H_b/d_b = 0.11[1 - \exp\{-1.48\pi(d_b/L_0)(1 + 15 \tan^{4/3} \theta)\}](L_0/d_b) + 0.07 \dots\dots\dots (3)$$

Case 2, Case 3 の場合の結果を Case 1 とまとめて表-2 に示した。図-5 にすべてのデータをプロットし、併せて式 (3) による近似曲線と木村らによる式 (4) で表される一方向不規則波の近似曲線(破線)を示した。

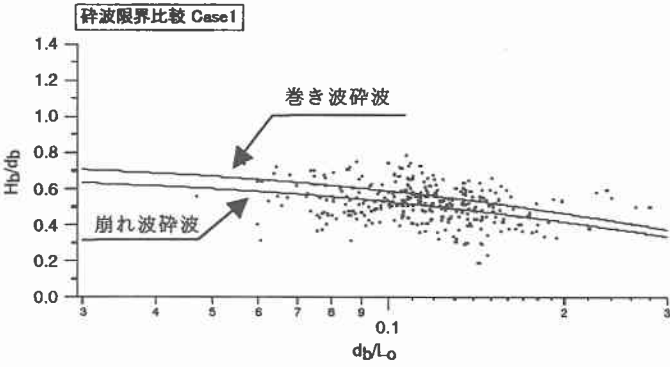


図-4 崩れ波碎波と巻き波碎波の碎波限界比較

$$H_b/d_b = 0.16[1 - \exp\{-0.8\pi(d_b/L_0)(1 + 15 \tan^{4/3} \theta)\}](L_0/d_b) - 0.96 \tan \theta + 0.2 \dots\dots\dots (4)$$

図からも分かるように、1/30 勾配スロープにおいて多方向不規則波は、一方向不規則波に比べて d_b/L_0 の値が大きな部分で幾分碎波しやすい傾向がある。

4. まとめ

多方向不規則波は従来の研究における一方向不規則波同様、規則波よりも水深の大きな部分で幾分碎波しやすいことが分かった。今後、解析量をより多くし、実験条件の再検討により、データの信頼度をより高くすることを計画している。

参考文献

大橋弘明・有川太郎・磯部雅彦・渡辺晃：海岸工学論文集 第47巻, pp.66-70, 2000.
木村晃・瀬山明：第33回海岸工学講演会論文集, pp.174-178, 1986.

表-2 近似式内の係数の値

	A	B	C
Case1	0.11	1.48	0.07
Case2	0.11	1.45	0.09
Case3	0.11	1.47	0.08

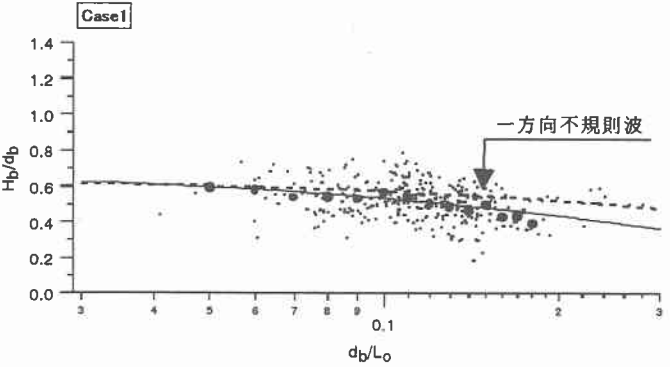


図-5 一方向不規則波と多方向不規則波の碎波限界比較