II—12

鉛直壁前面水域における不規則波の砕波に関する実験的研究

名古屋大学　学生員　清野　博
名古屋大学　正会員　岩田　好一朗

1. はじめに：　規則重複波の砕波限界に関する研究[1),2)など]はこれまでにも数多く行なわれてきているが，不規則な入射波及び反射波の干渉により生じる不規則合成波の砕波限界に関する研究は，ほとんど行なわれていない。本報告では，不規則合成波の砕波実験の結果について述べる。

2. 水理実験：　実験は図-1に示す名大土木教室の2次元水槽で行なわれた。水槽は，隔壁板により2つの水路（水深h=38cm）に分けられ，水路Aには反射板を設け，入射波，反射波の合成された波が生じるようにしてあり，水路Bでは，入射波がそのまま通過するようにしてある。波は，フラップ型不規則造波装置で発生させ，このとき水路Aで発生する

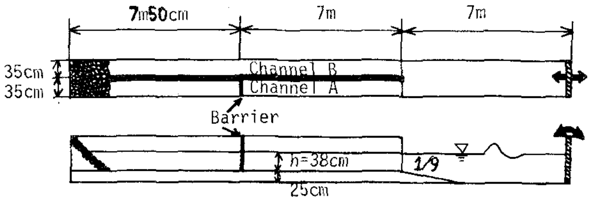

図-1 実験装置概略

不規則合成波が砕波する瞬間を，16mmシネカメラ（50コマ/秒）で撮影し，砕波波高H_b，砕波波長L_bを，ゼロアップクロス（ZUC）法で求めた。但しここでは，合成波におけるZUC波を図-2に示すように定義した。次に砕波の瞬間から4コマ（0.08秒）ずつフィルムを前後させて，砕波した波の波峰の移動速度C_cを求めた。発生波は1種類であり，その統計特性は，有義波高$H_{1/3}$=9.5cm，有義周期$T_{1/3}$=0.86秒，スペクトルの特性は，0次モーメントm_0=6.36cm²，スペクトルピークパラメータQ_p=3.45，ピーク周波数f_p=1.13Hzである。なお，発生波は，反射板を取りはずした状態で，電

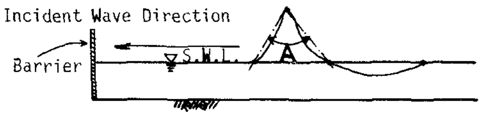

図-2 合成波におけるZUC波及び波頂角

気容量式水位計で計測したもので，スペクトルは，この水位の連続変動を，1/10秒で離散化し，データ数4800，最大ラグ数80，自由度120でB-T法で計算した。

3. 実験結果及び考察：　16mmフィルムによる解析の結果，合成波の砕波は，1）波峰が入射波の進行方向に移動しながら砕けるもの，2）波峰が反射波の進行方向に移動しながら砕けるもの，3）波峰が，ほとんど1),2)のケースのように移動せず，水粒子が鉛直方向に飛び出す形で砕けるものの3種類に分類できることがわかった。これらの砕波型をここでは順に，入射波型砕波，反射波型砕波，重複波型砕波と呼ぶことにする。ここで以上の分類を定量的に評価するために，パラメータαを式(1)で定義する。

$$\alpha = C_c / C \qquad (1)$$

ここにC_cは前述した波峰の移動速度で，入射波の進行方向に波峰が移動するときを正とする．C(>0)は，砕波した波の波長をもつ規則進行波の波速であり，Airy理論から求めた値とする。単に式(1)で定義されるαだけで砕波型を分類することには問題があると思われるが，ここでは一応，α≒0のときには，重複波型砕波が，そしてαが1（又は-1）に近づくにつれて，入射波型（又は反射波型）の性

質の強い砕波が生じていると考えた。図-3に砕波した波の水深波長比h/L_b，波形勾配H_b/L_bの関係を，αをパラメータとして示した。図中の曲線は，実線が式(2)のWiegelの規則重複波の砕波限界式[1]を，破線が式(3)のMicheの規則進行波の砕波限界式[3]をそれぞれ表わしている。図-3より，ある水深波長比にお

$$H_b/L_b = 0.218\tanh(2\pi h/L_b) \qquad (2)$$

$$H_b/L_b = 0.142\tanh(2\pi h/L_b) \qquad (3)$$

いて，|α|の値が小さいものの方が，波形勾配の値は大きくなる傾向がみられる。0.8≦|α|の波はMicheの式の下側にあり，不規則合成波には，規則進行波よりも砕波しやすいものもあることがわかる。なお今回の実験では，Wiegelの式が砕波限界の上限を与えていた。次に図-4に砕波した波の水深波長比h/L_b，波形勾配H_b/L_bの関係を波頂角A(°)（図-2参照）をパラメータとして示す。従来，重複波は波頂角が90°で，進行波は120°でそれぞれ砕波することが理論的に導かれている[4]。ここで求めた波頂角Aは，従来の波頂角と定義が少し異なっており，直接比較することはできないが，図-4より，波頂角Aが小さくなるにつれてWiegelの式に近づくこと，波頂角Aが140°≦A<150°のものは，Micheの式よりも下方にばらつくことがわかる。

4．結論： 以上，水理実験に基づき，1)不規則合成波の砕波には，入射波型，反射波型，重複波型の3種類の砕波があること，2)不規則合成波の砕波限界はかなりばらつくが，波峰の移動速度，あるいは波頂角によりある程度そのばらつきを説明できることがわかった。今後さらに不規則合成波の砕波限界の定量的評価について検討していく所存である。

＜参考文献＞ 1) Wiegel, R.L.: Oceanographycal Engineering, Prentice-Hall, 1964. 2) 合田・柿崎：有限振幅重複波ならびにその波圧に関する研究，港湾技術研究所報告，1966. 3) Miche, A.: Mouvements ondulatories de la mer en profondeur constante ou decroissante. Forme limit de la houle lors de som déferlement: Application aux digues maritimes. Ann. Ponts. et Chansees, Tome 114. 1944. 4) 例えば Blair Kinsman: Wind Waves, Prentice-Hall, 1965.

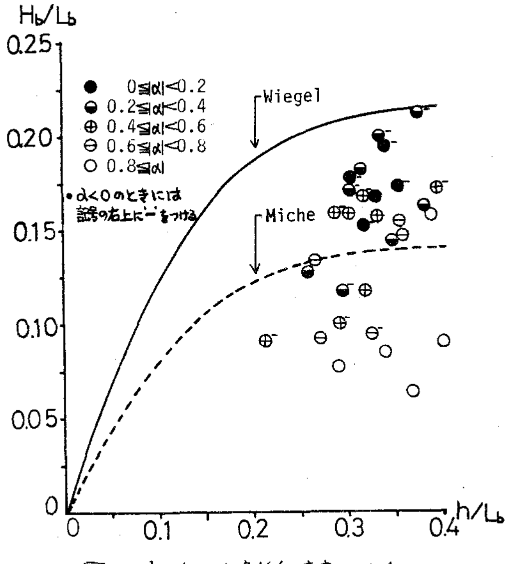

図-3 無次元波峰移動速度αの分布

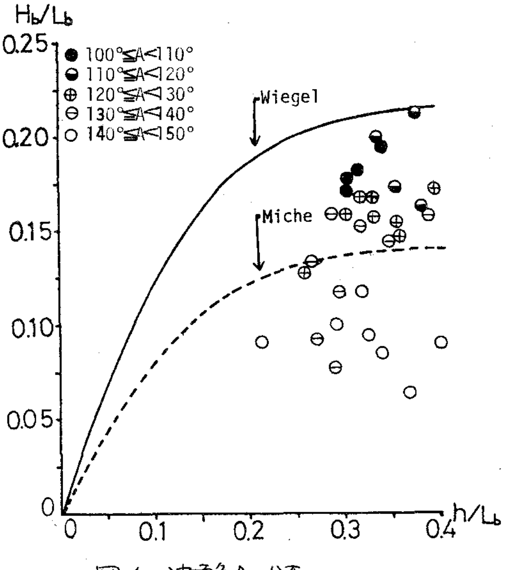

図-4 波頂角Aの分布