

北海道大学工学部

正員 工博 岸 力

同 正員 ○佐伯 浩

同

正員

同 佐伯 浩

同

学生員

同 加藤 正進

§1. 孤立波の打ち上げ高さについて。孤立波はその特性が津波に似ているところから、津波の model として用いられる。この種の実験に対しては、勾配 $S = \frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{1}{20}, \frac{1}{10}$ に對して K. Kaplan によりなされて

いる。我々は $S = \frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{1}{20}, \frac{1}{10}$ の 4 勾配に對して実験を行なった。これを Fig. 1 に示す。実験値より次の関係がほぼ満足される。

$$\frac{R}{H_0} = K \left(\frac{H_0}{L_0} \right)^n \quad \text{..... (1)}$$

H_0, L_0 は水平床での波高及び波長。この K と n と勾配 S との関係も Fig. 2 に示す。 $S \leq \frac{1}{30}$ では n は一定であり、これと (1) 式から (2) 式の関係を得る。よって $S \leq \frac{1}{30}$ では打ち上げ高さは沖波のエネルギー

$$R \propto (L_0 H_0^3)^{\frac{1}{3}} \quad \text{..... (2)}$$

の $\frac{1}{3}$ 乗にほぼ比例していることがわかる。dry bed 上の流速を $U = c \sqrt{gh}$ と仮定して Euler の運動の式と連続の式より水面形を求めることと次式が得られる。

$$\lambda = - \left(\frac{0.25 C^2 + \cos \theta}{\sin \theta + KC^2} \right) h + \frac{R}{\sin \theta} \quad \text{..... (3)} \quad \text{この時の河床部の波高を、}$$

H_0 とすると、次式が得られる。

$$\frac{R}{H_0} = \left(\frac{0.25 C^2 + \cos \theta}{\sin \theta + KC^2} \right) \sin \theta \quad \text{..... (4)} \quad \text{実験の結果 } R/H_0 \text{ が各勾配に對してほぼ一定となる事が確かめられた。ここで dry bed 上に打ち上げた水塊の potential Energy と沖波の Energy が比例すると仮定し、}$$

沖波の Energy を $E = (99 H_0^3 / 8)$ とすると、次式が得られる。ここで α は係数

$$R = \alpha^{\frac{1}{3}} \left\{ \frac{3}{4} \frac{\sin^3 \theta}{(\frac{1}{\cos \theta} + \sin \theta + \lambda \tan \theta) \lambda} \right\}^{\frac{1}{3}} (H_0^3 L_0)^{\frac{1}{3}} \quad \text{..... (5)} \quad \text{ここで } \lambda = \frac{(\sin \theta + KC^2)}{(0.25 C^2 + \cos \theta)}$$

この (5) 式は (2) 式と一致する。よって勾配がゆるい場合 ($S \leq \frac{1}{30}$)、打ち上げ高さは、水平床上でのエネルギーの $\frac{1}{3}$ 乗に比例するようである。

§2 破波長 我々が実験を行なった $S = \frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{1}{20}, \frac{1}{10}$ の勾配上では spilling breaker は起らず、ほとんど全て plunging breaker であった。各勾配に對して H_0/L_0 はほぼ一定の値を持つことがわかった。 H_0/L_0 と勾配 S との関係も Fig. 4 に示す。これには Ippen & Kulin によって得られた $S = \frac{1}{45}$ の data を記してある。

FIG. (1)

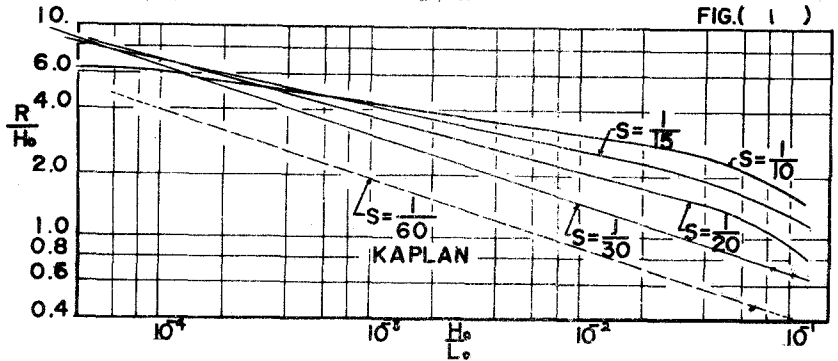


FIG. (2)

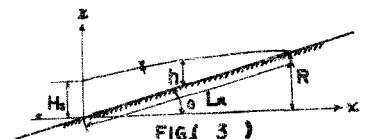
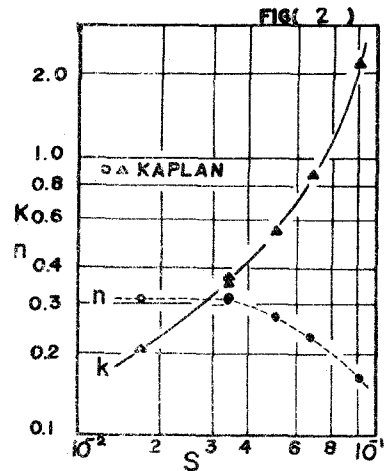


FIG. (3)

また独立波理論から求められる McCowan の値と、Packham の得た結果も記入してある。これによると、 $0.5 < S < 1$ の勾配で独立波理論値に近い H_b/h_0 を示すことがわかる。よって勾配 S が $0.5 < S < 1$ の場合、勾配

上において独立波理論がほぼ完全に適用できると考えられる。Munk によっても得られた、エネルギー伝達の式は次式である。

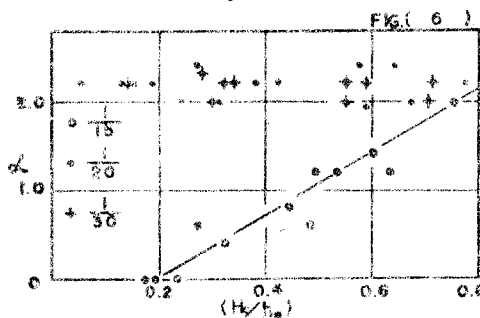
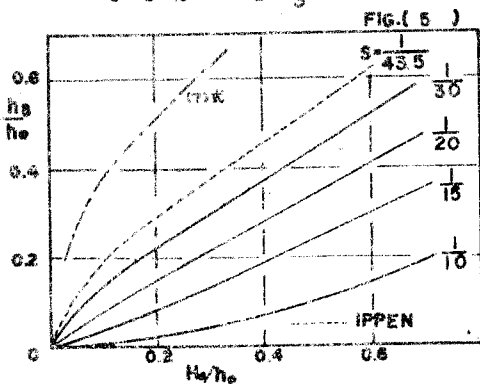
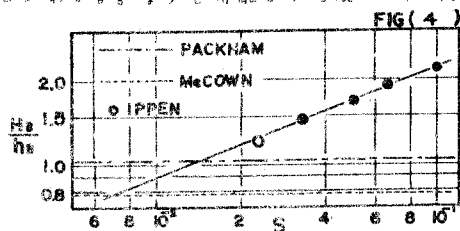
$$\frac{P_0 E_0 C_0}{L_c} = \frac{1.5 E_0}{L} \quad (6)$$

ここで $P_0 = \rho g$, $L_0 = L$, Energy, E , は独立波の Energy を用い、距離 L は独立波の波長 λ 及び波速を用い

$H_b/h_0 = \alpha$ とすると次式が得られる。

$$\frac{h_b}{h_0} = \left(\frac{1}{\alpha(1+\alpha)} \right)^{1/2} \cdot \left(\frac{H_0}{h_0} \right)^{3/2} \cdot \left(1 + \frac{H_0}{h_0} \right)^{1/2} \quad (7)$$

Fig. 5 に実験により求められた H_b/h_0 と h_b/h_0 を記入し、(7)式において α に McCowan の値を用いて計算したものを示してある。勾配がゆるくなればなる程、理論値に近づくといえる。



5.3 独立波の形態による変形 独立波が、我々が実験を行なった比較的小勾配上を進行するとき、波形は破砕波に近づくにつれて極端に非対称形となり

る。破砕波の波速は遅く、独立波の波速より大なる波速を示す。また独立波の Energy から求めた(7)式も満足されない。この点から、我々が実験を行なったような小勾配上の独立波の波高変形を計算する場合に、独立波の Energy から、変形計算は原則として行ないてはならないことがわかった。筆者の一人岸田、spilling breaker の場合は波前面の roller により

plunging breaker の場合には破砕時にできる hump により、波の進行と逆方向の流れが誘起されるという仮定のもと、Kelley 等が求めた bore の変形理論を modify して次式を提案した。

$$\frac{1}{h_0} \frac{dh_b}{dt} = - \frac{(4M^2 + 4M^3 - 3M^2 - 2M + 1) \{ (2M^2 + 2M^3 - 2M + 1) + \alpha(2M^2 - 1)^{1/2} \}}{(2H_b/h_0) \{ (2M^2 + 2M^3 - 4M^2 - 4M^2 + 3M + 2) + \alpha(1/2 - 1)^{1/2} (2M^2 - 3M^2 - 2M - 1/2) + \alpha^2 (2M^2 - 1) \}} \quad (8)$$

ここで $M = (1 + \frac{H_b}{h_0})^{1/2}$ である。まず plunging breaker 後の変形を計算し H_b/h_0 と α の関係も Fig. 6 に示した。 $0.5 < S < 1$ では $\alpha = 2.15$ となつた。spilling breaker の場合を計算してみると、 $S = 1/20$ では $\alpha = 0.2$ 、それより小さい勾配では、spilling breaker が始まる点から完全な bore になるまでで、完全な bore になったと想定される点から計算部までの二段階では α の値は異なることがわかった。

- 参考文献 WHITHAM, G. B. "On the propagation of shock waves through regions of non-uniform area of flow" J.F.M. 1960 Vol. 9
Kelley, D. A. et al. "Motion of a bore on a sloping beach" J.F.M. 1960 Vol. 7, Part 2.
Inglis, K. Proc. of A.S.C.E. Vol. 52 No. WW3
日本建設院等 - "津波論文集 I, II" 1965