

ソリトン波列の砕波点に関する実験的研究

東北大学工学部 ○学生員 柴原雅之

東北大学大学院 学生員 南 将人

東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

一樣斜面上に入射した長周期波はソリトン分裂をおこし、それが岸に伝播すると次々に砕波する。勾配の緩い一樣斜面上での砕波の研究では、周期波をあつかったものやただ1つの孤立波をあつかったものが数多く見られるが、2波以上の波列が近接して砕波するような現象について論じた研究は少ない。そこで、本研究では100m水槽を用いて、波高、流速等の波の水理諸量を測定し、ソリトン波列の砕波点について、実験的に検討を行ったものである

2. 実験方法

図1に実験水路の概略を示す。低水路部の造波装置のスピードとストロークを変化させて、7 CASEの波を発生させる。(表1)どのCASEも波は斜面上で砕波する。第1波と第2波の砕波点において、抵抗線式波高計、容量式波高計、プロベラ流速計(Φ3mm)を用いて、波高と流速を測定する。測定密度は波高を $X=0\sim 12$ mで水平方向に25cm毎に、流速を $X=5\sim 12$ mで水平方向に50cm、鉛直方向に1cm毎に測る。DATAの解析には、20HzでAD変換した。また、砕波に到るまでの波高と流速の変化を見るために、CASE8を用意した。

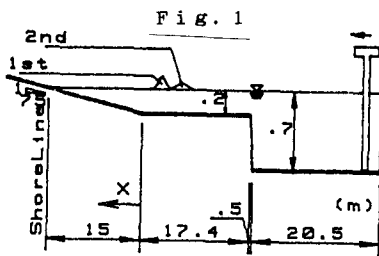


Table. 1

CASE	1	2	3	4	5	6	7	8
ストローク(%)	75	80	75	70	75	60	70	73
ストローク(cm)	19.5	15	18	15	9	15	8	15
B.P.1(m)	3.4	3.8	4.3	5.6	5.8	6.5	6.8	5.3
B.P.2(m)	9.7	10.2	10.5	11.9	12.4	13.2	13.6	10.2

H: 波高, D: 水深, L: 波長

a は法先で計測したことを示す。

b は砕波点で計測したことを示す。

C: 実測流速, C_H: 水平床での波速の理論値

V: 波峰部の水平流速

○: 周期波, □: 第1波, △: 第2波

○: 第2波に第1波による水位上昇効果を考慮したもの

3. 実験結果 及び 考察

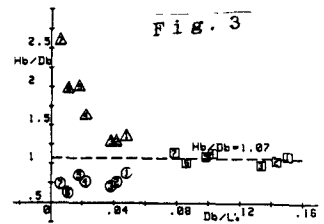
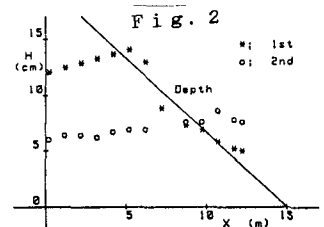
無次元化して指標を書くため、孤立波の法先波長 L_0 は簡単な近似として、見かけの半波長 $L_0/2$ を波高比 $\eta/H_0=0.1$ の点までの距離 X で定義すると、式(1)のように表せる。(2)

$$L_0/D_0 = 4.2 (H_0/D_0)^{-1/2} \quad (1)$$

となる。正弦波の指標と比較のするために正弦波の第1波の正の部分の体積と今定義した孤立波の一波長分の体積、及び波高をそれぞれ等しいとおくと、波長の間の関係は、 $L_0/D_0 = 1.64 (L_s/D_0)$ と定められる。ここで L_s は正弦波の法先波長である。以下この L_0 と L_s を使ってDATAを解析した。

図2に波高変化を示す。第1波、第2波共に砕波点までは増大している。砕波点での波高水深比は砕波点を求める重要な指標となるが、Streitの実験式によると孤立波については、

$$H_b/D_b = 0.75 + 25S - 112S^2 + 3870S^3$$



の関係があるとされている。Sは斜面勾配で、実験では $S = 1/75$ で、 $H_b/D_b = 1.07$ である。図3に H_b/D_b と D_b/L_0 の関係を示す。第1波について見てみるとこの値にほぼ一致している。第2波では1.28～2.53と広がり、砕波点が汀線に近づく程 H_b/D_b が大きくなった。第1波による水位上昇効果を考慮すると、0.66～0.85に分布して、Streetの値に近づく、また分布の範囲も狭くなる。図4に砕波水深と法先での波形勾配の関係を示す。第1波、第2波それぞれ比例関係がある。合田の砕波指標を一点破線で示してあるが、その比例関係にほぼ一致している。第2波について、第1波による水位上昇効果を考慮すると、第1波の関係に近づく。 D_b/H_0 と H_0/L_0 の関係を図5を示す。第2波に第1波による水位上昇効果を考慮すると第1波の関係にかなり近づく。図6に H_b/H_0 と H_0/L_0 の関係を示す。これから波高増幅をみると第1波、第2波共に砕波点が汀線に近い程、大きくなっている。第2波について第1波による水位上昇効果を考慮すると、逆に汀線に近づく程小さくなる。これは、第1波の残した乱れが影響しているためと考えられる。

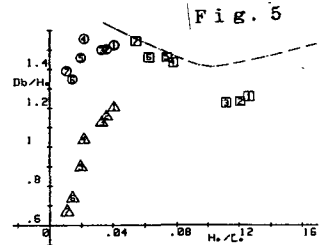
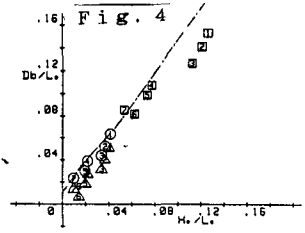
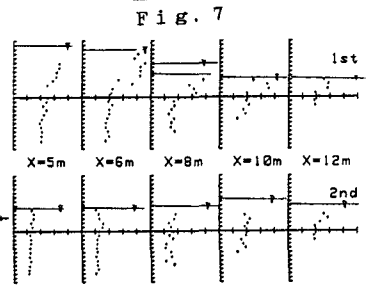
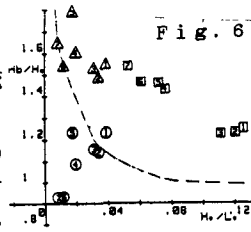
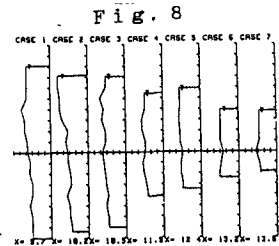
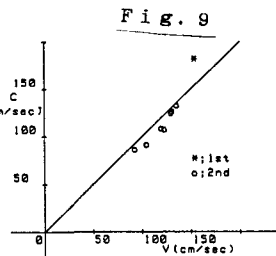


図7に波峰直下の流速分布の変化を示す。第1波では砕波点以後、静水位を境にし流速が大きくなって不連続流の様相を呈し、砕波がおきていることがわかる。第2波の流速分布は水底から波頂付近までそれほど変化はないが、砕波後の第1波を取り込むことにより徐々に流速が大きくなっている。



また砕波点以後は、第1波と異なり顕著な流速分布の不連続はおこらない。図8は第2波の砕波点での波峰直下の水平流速分布で、砕波点が汀線に近い程流速が小さい。砕波点での、実側流速と水平床での孤立波の波速の理論値 $C = \{g(D_b + H_b)\}^{-1/2}$ の関係を図9に示す。第1波では理論値よりも実側値が小さくなっている。第2波は第1波の流速を取り込むことにより、理論



値よりも実側値が大きくなっている。砕波点での波速と波峰部の水平流速の比をとると $V/C = 0.59 \sim 0.75$ となり、また前面流速を各々引いて比をとると $V'/C' = 0.52 \sim 0.67$ となる。Rankineの砕波条件 $V/C = 1$ よりは、かなり小さな値になっている。

4. あとがき

- ① 第1波の砕波点については、Streetの式によく一致している。
- ② 第2波の砕波点については、第1波による水位上昇効果を考慮する必要がある。

<参考文献>

- 1) 永富政司・後藤智明・真野明(25回海講, P41～45, 1985)
- 2) 梶浦欣二郎(東北大学工学部津波防災実験所報告第1号, P49～62, 1984)
- 3) 合田良実(土木学会論文報告集第180号, P39～49, 1970)