

東北大学大学院 学生員 小杉達郎
東北大学工学部 正員 岩崎敏夫

1. まえがき

最近浅海における非線形分散波の変形の性質が注目されており、ことに Segur (1973), Hammack and Segur (1974) によって $K-dV$ 方程式の漸近解によって長い走行距離における変形が、理論的にもとめられている。しかし従来の実験水路はおおむね長さが短かくて、理論の妥当性を検証することはできなかった。

本論文は長さ 100 m の一次元水路を用いて段波を造波し、これが伝播しながら定常状態になるまでの波の挙動をしらべ、とくに孤立性段波の分散について検討を行なったものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験は図-1に示すように、長さ 100 m、幅 1.0 m、水深 0.5 m、1.0 m の二種類の鉄筋コンクリート製水路を用いた。端に固定した滑車にロープを通し錘りを吊り、その錘りの自由落下を利用して台車を動かして造波する。波高の測定は抵抗線式波高計を 18 m 間隔に 4 個設置し造波地点から順に No. 1, 2, 3, 4 とする。水深は高水路の一端部分を使用して 10.5 cm, 14.5 cm, 15.5 cm, 18.5 cm の 4 種類。錘りの重量 30 kg, 25 kg, 20 kg, 15 kg, 10 kg。造波板のストローク 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m である。

また造波板の車輪に取り付けた突起によりマイクロスイッチの on-off を利用してパルスを出し、造波板の移動距離 S と時間 t の関係を知ることが出来る。造波板平均速度と発生段波波高との関係を図-2に示す。ほぼ比例関係にあることがわかる。 Δ は碎波したもの、 $\circ$ は碎波しないものである。碎波したもの、しないものとの境界は本実験では $h/\lambda = 0.45$ となる。また碎波は造波地点から 4 ~ 5 m の所で生ずることが多く、その型は *spilling breaker* であった。

3. 実験結果及び考察

観測された段波はほとんど 2 ~ 8 個のソリトンに分裂している。その観測例を図-3に示す。最上欄は造波板の動く関係である。造波地点は、段波とそれに続く振動性のさざ波が生じている。造波地点と 18 m 離れた

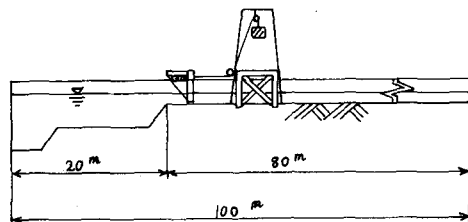


図-1

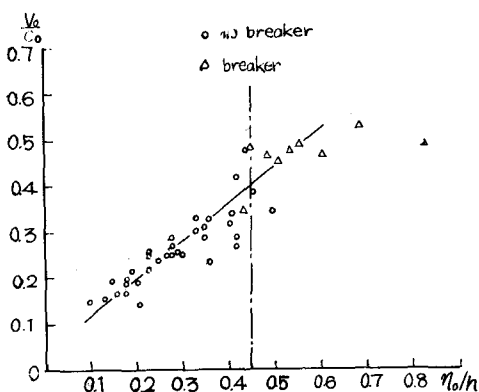


図-2

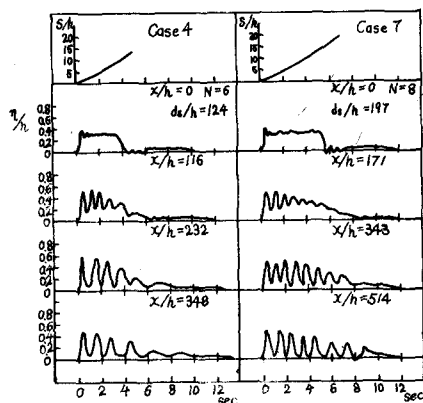


図-3

プローブ (No.2) では、既に分裂現象も起こして縦波状ではなくなっている。さらにソリトン群が進行するにつれて、大きいソリトンと小さいソリトンとの間隔が大きくなり、振幅の大きな順に整列し安定性をもったソリトン群となっている。またこれらのソリトン群に流く振動性のさ波は、その進行する距離につれて図-3には現われていないが、その波数が多くなっている。

実験ケースの一部を表-1に示す。 V_0 は造波板平均速度、 η_{max} はNo.4のプローブにおける最も大きなソリトンの波高である。 d_s はHammackとSagurの提唱したえり分け距離 (sorting distance) であり、最も大きいソリトンと最も小さいソリトンがある代表的長さだけ離れるまでの最も大きいソリトンの進行する距離として定義されている。ここでははしとして発生波成長を既用する。このことからNo.4のプローブまでに進行する間に、えり分けは完全に行なわれていて、安定したソリトン群となっているということができ、 N はソリトン数であり、観測によるものとSagur等による計算からのものがある。観測値は、幅があるけれど計算値の範囲に入っている。計算値の範囲に幅があるのは造波板停止位置と造波地点のプローブ (No.4) との距離が、本実験の場合、約30cmあるために既に分裂がいくらか始まっている波形がとらわれているためと思われる。

次にアーセル数とソリトン数との関係が図-4である。アーセル数が大きくなればソリトン数が大きくなるのは明らかである。アーセル数が小さければ N を決定するのは容易であるが、しかしアーセル数が大きくなると N を決定することが困難である。ソリトン数はアーセル数だけでは一義的に決めることができない。

図-5は η/L , η/h とソリトン数の関係を示したものであり、ソリトン数が1から順に7まで、 Δ , $\square$, $\circ$, $\times$, $\bullet$, $\blacktriangle$, $\blacksquare$ をちいてプロットしている。また(一)のついたものは併添したものである。これからおおまかの Breaking lineを実線でおいてみた。またソリトン数の個数に応じて、ソリトン数の領域を分けた。-----は Galvin による Breaking line であり、-----で、Galvin によるソリトン数領域を示した。これを見るとソリトン数の分布帯は、ほぼあっているが、Breaking lineは、少しずれている。ソリトン数に大きく影響するのは、 η/L であり、 η/h が小さければソリトン数は大きくなっている。また η/h が大きければソリトン数も大きくなっている。

おわりに、本実験を共にやってくれた東北大学学生大森信慈君、山田正雄君、また助言下さった大学院学生真野明氏、技官佐藤栄司氏に深く感謝いたします。

Case	$V_0/\sqrt{gH}$	$S(m)$	η_{max}/h	x/h	d_s/h	N (observed)	N (computed)
1	0.328	0.5	0.381	614	55	2	1~3
2	0.492	1.5	0.521	370	29	3	1~5
3	0.349	1.5	0.596	370	64	4	3~6
4	0.333	2.0	0.471	348	125	5	4~7
5	0.532	2.0	0.616	370	45	6	2~6
6	0.262	2.0	0.361	348	251	7	5~8
7	0.301	2.0	0.448	514	197	8	6~10

表 - 1

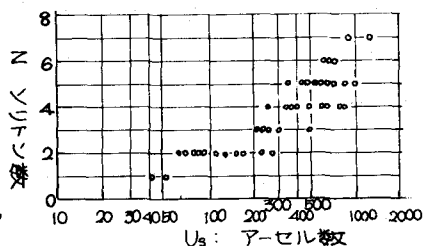


図 - 4

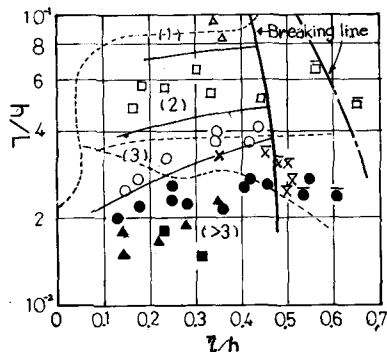


図 - 5

1. Sagur, H., : The Korteweg-de Vries equation and water waves. Solution of the equation Part 1, Jour. Fluid Mech., vol. 59, part 4, 1973, pp 721~736

2. Hammack, J.L. and H. Sagur, : The Korteweg-de Vries and water waves Part 2,

Comparison with experiments, Jour. Fluid Mech. vol. 65, part 2, 1974, pp 289~314