

II-271

斜面上における孤立波の碎波波形

東北大学院 学生員 ○ 長尾昌朋
 運輸省港湾技術研究所 正員 後藤智明
 東北大工学部 正員 首藤伸夫

1. はじめに

波は沿岸に近づくとき波高と波形勾配が大きくなり、ある地点で碎波しその形態を急激に変える。ここで、大幅にエネルギーが消費され、大量の気泡を取り込み乱れを発生させる。本研究では、碎波の基礎研究として孤立波の碎波波形を実験から観測し、その変形過程の一検討として Longuet-Higgins の理論¹⁾と比較している。

2. 実験方法

実験には、図-1に示す深さ45cm、長さ10m、幅30cmの両面ガラス張り水路を用いた。孤立波を一端のピストン型造波機により発生させ、他端の勾配1/20の斜面で変形、碎波させた。斜面法先から沖側へ50cmの場所に取り付けた水面センサーの信号をあらかじめ設定された時間だけ遅らせ、測定区間に設置されたストロボライトを発光させ、波形を写真に記録した。水面を明瞭に撮影するためアルミニウム粉末を浮かべている。波の進行にあわせて遅延時間と測定区間を変え20ms毎の碎波波形を測定した。実験条件は、斜面法先において水深15cm、波高6.7cmである。

3. 実験結果

写真-1、写真-2に代表的な碎波波形を示す。このような写真から読み取った波形を図-2に示す。 $t_1=2720\text{ms}$ で波の前面が鉛直に立ち、 $t=2860\text{ms}$ で波突出部先端が前方に突入している。斜線部は波突出部先端が突入したことによって生じた気泡混入領域である。図-2には $t=2880\text{ms}$ まで描いてあるが、その20ms後にはこの領域は大量に波の前方へ飛び出している。写真-3は僅かな擾乱が存在する場

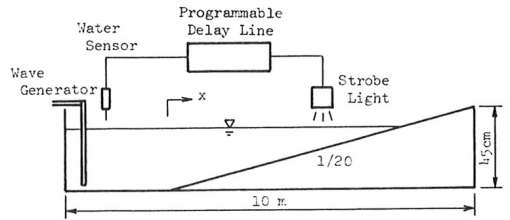


図-1 実験装置

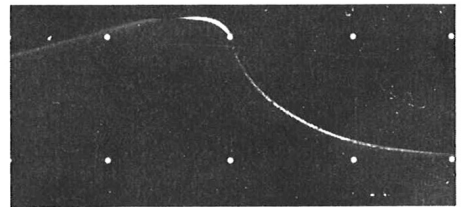


写真-1 $t_1=2727\text{ms}$, $x=203\text{cm}$

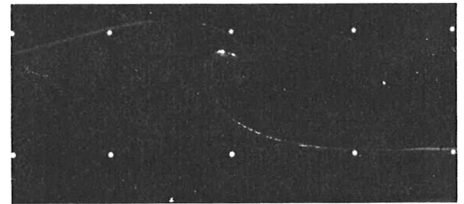


写真-2 $t=2820\text{ms}$, $x=218\text{cm}$

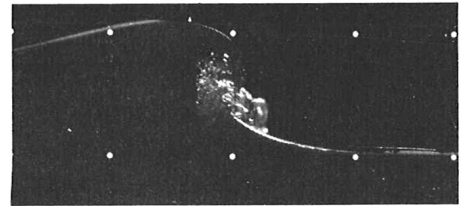


写真-3 上と同じ（擾乱有り）

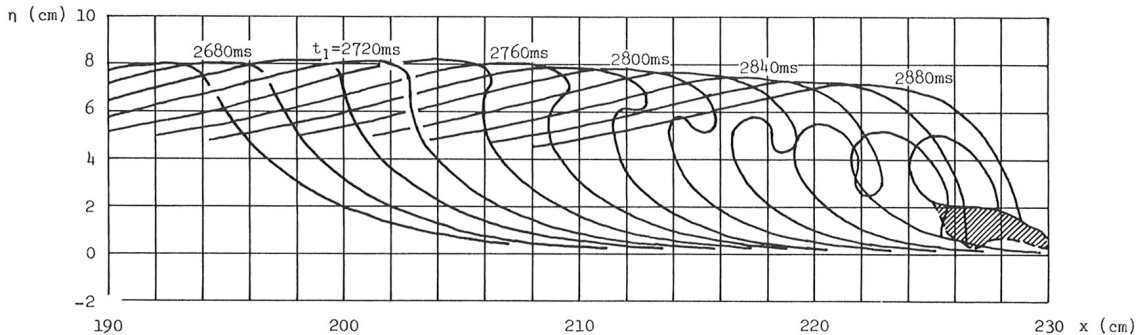


図-2 碎波波形（斜線部は気泡混入領域）

で波を起こした時の碎波波形である。擾乱が存在すると波突出部先端が早い時期に巻き込まれ大きなループが形成されない。

図-3は横軸に時間、縦軸に波頂(白丸)と波突出部先端(黒丸)の位置をプロットしたものである。波頂は水深の減少により速度が小さくなっているのに対し、波突出部先端はほぼ一定の速度で進んでいる。図-4は同様に横軸に時間、縦軸に波高(白丸)と波突出部先端の高さ(黒丸)をプロットしたものである。水深の減少とともに波高は増加していたが、波の前面が垂直に立ち、波突出部先端が飛び出すとともに減少する。波突出部先端は図-3とともに考慮すると自由落下していると考えられる。

波形の変化を波前面のループの大きさと傾きで検討するため Longuet-Higgins の理論と比較した。記号および諸量を図-5および表-1に示す。理論では碎波している波前面のループは図-5の点線で表わされる Cubic-Upwelling となり、短径(2b)と長径(2a)の比は0.3629で定数となる。しかし、本実験ではこの比が0.37~0.46であり、時間と共に増加している。異なる理由として、Longuet-Higgins は水表面の境界条件のみを用い、水底での境界条件を用いていないのに対し、この実験は斜面場での碎波で水深がかなり小さく水底からの影響が強いと考えられる。長径、短径は時間の4乗で与えられるが、実験値と比較したものが図-6である。係数は実験値より決めたが、良く合っていると思われる。また、ループの傾き(θ)は時間とともに大きくなり $21^\circ \sim 46^\circ$ で変化している。これらのことから孤立波の碎波では、波前面のループは時間とともに回転しながら丸くなり小さくなると考えられる。

4. おわりに

本研究では斜面を進行する孤立波の碎波波形を実験により求めた。擾乱が存在する場合碎波波形は波突出部先端から崩れる。孤立波前面のループをLonguet-Higgins の理論と比較したが、孤立波の場合には良く適応せず水底での境界条件を加えなければならないと考えられる。今後の課題としては、碎波時における流速の測定を行ないより詳細な碎波変形を検討したい。

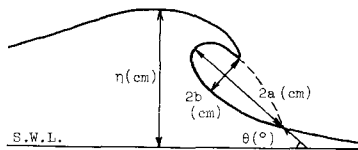


図-5 記号の説明

表-1 実験諸量

t (ms)	2a (cm)	2b (cm)	2b/2a	θ (°)
2740	18.6	6.9	0.37	21
2760	13.4	5.7	0.43	29
2780	12.6	5.0	0.40	27
2800	11.5	4.7	0.41	29
2820	9.7	4.5	0.46	30
2840	7.8	3.5	0.45	37
2860	6.4	2.9	0.45	44
2880	5.9	2.7	0.46	46

《参考文献》

1) M. S. Longuet-Higgins :
Parametric solutions for
breaking waves, JFM,
vol. 121, pp. 403-424,
1982.

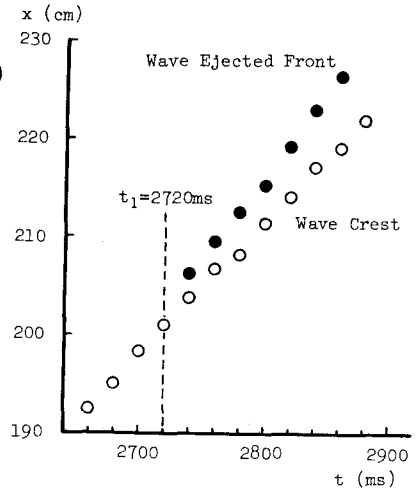


図-3 波の位置の変化

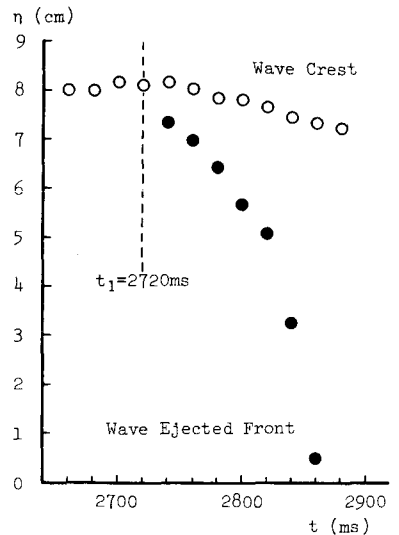


図-4 波高の経時変化

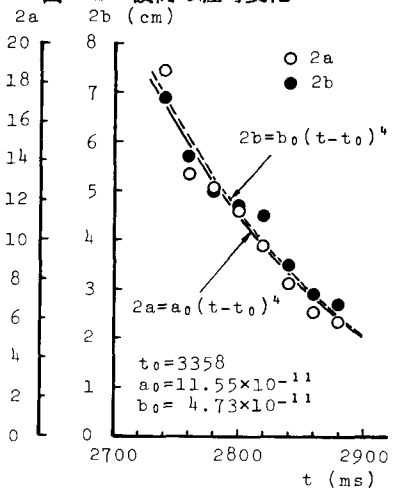


図-6 長径、短径の経時変化