

孤立性段波の碎波・再生過程に関する実験的研究

東北大学 学生員 ○松 本 康 男
東北大学 正 員 岩 崎 敏 夫
東北大学 正 員 真 野 明

1. はじめに 孤立性段波の遷移過程における碎波現象について、岩崎・鈴木は、碎波は1回に止まらず、碎波した波が波高を減衰した後、再び整形して増幅、碎波、減衰を繰返すことを報告した。⁽¹⁾しかし、碎波ならびに整形、増幅の機構については未だ明らかにされていない。本研究では、碎波直前の波形、限界波高及び、整形増幅の距離について実験を行い、若干の結果を得たのでここに報告する。

2. 実験装置及び方法 実験に使用した水路の概要を図-1に示す。(詳細は(1)参照) 造波装置は造波板を水平方向に1回限り移動させるもので、その移動速度 Sp 及び移動距離 St は自由に変えられる。⁽²⁾今回の実験における実験ケースを表-1に示す。造波板の移動速度と移動距離を変えることにより高水路部で碎波が起るものを選んだ。初期波高水深比 $H_b/h > 0.370$ であり、碎波形式は全てSpilling型であった。

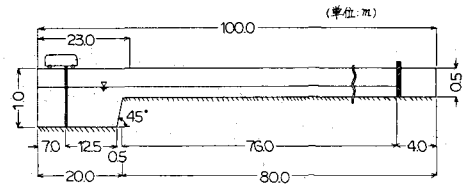


図-1

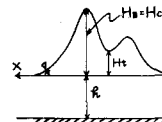


図-2

Case	h (cm)	St (m)	Sp (m/s)	H_b/h	BD (m)
1	25.6	1.0	70	0.787	13.0
2	23.5	0.5	70	0.524	13.8
3	22.5	0.5	70	0.684	12.3
4	22.3	1.0	70	0.609	12.0
5	18.3	0.5	60	0.737	8.9
6	18.3	1.0	60	0.776	9.4
7	15.7	1.5	60	0.617	13.2
8	15.6	1.0	50	0.814	6.0
9	15.5	1.5	50	0.657	9.0
10	14.9	1.0	40	0.498	12.5
11	14.8	1.5	50	0.549	9.6
12	14.3	0.5	50	0.736	8.9
13	14.3	1.0	40	0.778	6.5
14	11.0	0.5	30	0.527	5.6
15	11.0	0.8	30	0.755	7.0
16	10.9	1.0	30	0.548	5.2
17	10.9	1.5	40	0.493	13.7
18	9.6	1.0	30	0.635	4.8

表-1

波形及び波高の測定は抵抗線式波高計4台、容量式波高計2台を使用し、図-1中の $X=23m$ と $X=13m$ の点には波高計を常置し、他の4台を高水路部で移動させて測定し、ペン書きオシログラフとデータレコーダに記録した。特に碎波点付近では碎波直前の波形を測定できるように波高計を近接して設置、測定した。なお、表-1中には碎波点直前の波高計で測定した波高水深比(H_b/h)、及び碎波点から再生点までの距離(BD)も示してある。 H_b/h 等の定義を図-2に示す。又、碎波点は波峰が崩れ始めた点、再生点は波前面の水面の気泡が全て消失した点とする。

3. 実験結果及び考察 図-3(a),(b)は、波高変化の状況を示す。図中、B.P., R.P.は碎波点、再生点を示す。第1波の波高は碎波点まで急激に増加し、碎波後に急減し極小値をとった後、再び増加傾向となり、再生点に至る。(a)では再生後、波高が横ばい状態となっているのがわかる。第2波は、第1波の碎波点では、増加傾向を保ち、その後、第1波と同じような変化をしていく。第1波の碎波区間中、第2波、第3波がこの様な波高変化をすることは興味深い。碎波直後の第2波の波高増加は、それ以前からの波高増幅の続きと考えられるが、その後の波高減少はどうしておこるのか、詳細な検討が必要である。ここで第2、第3波が碎波していないことは確実であり、第1波の碎波によって、こういった現象が引き起こされたと考えられる。

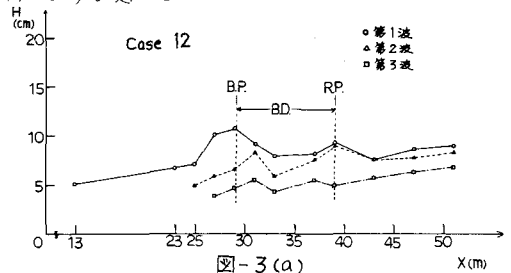


図-3(a)

次に砕波点直前の時間波形を示したものが図-4である。(a)はCase 3で、 $H_b/h=0.684$ 、(b)はCase 17で、 $H_b/h=0.493$ である。図中、点線は波高を実測波形の波高に合わせた孤立波の波形である。これによれば、両者とも、波後面の波頂付近では、点線とよく一致しているが、波前面の波頂付近では、孤立波の波形よりやや細った形になっている。(b)では、前面の静水面に近い部分も、点線とよくあっている。一方、孤立波を対象とした種々の砕波波高水深比 H_b/h は理論的に求まっており、一定値となるとされているが、本実験では、表-1に示した様に、 H_b/h は、最大で 0.814、最小で 0.493 とかなり変化している。この様に各ケースで値が異なる原因は、明確ではないが砕波波形が、前述の様に非対称になっていることも一因と考えられる。図-5に砕波波高と水深の関係を示す。図中、直線は、限界波高水深比 $H_b/h=0.83$ を示している⁽³⁾。実験結果は、いずれも、この値より小さくなっている。

最後に砕波距離 B.D. について述べる。砕波距離と砕波波高の関係を示したのが図-6である。図中()内の数字は、砕波点直前の H_b と H_c の比 (H_b/H_c) を示している。図中 Case 7 と Case 17 が他と著しく異った値をとっているが、この2つのケースは他に比べ (H_b/H_c)_B の値が特に大きく、砕波も早く起こる。他のケースについては $B.D./h$ の値が、ほぼ 50 前後になっている。砕波距離は、再生過程を考える上で重要な指標になると思われる。即ち、Spilling 型の砕波では波前面の乱れは波頂から波前面全体へと広がっていき、乱れが表面の気泡層から水面下へ逆散されていくものと考えられ、これが完了するのが再生点であるとする、砕波距離は、砕波による乱れの規模を表す、1つの目安になると考えられる。

4. 結 論 砕波点直前の時間波形は、孤立波波形に波後面側では一致しているのに対し、波前面の波頂部ではやや細った形となっている。砕波波高水深比は、各ケースでかなり異った値をとっているが、理論値による限界 0.83 を越えたものはなかった。砕波距離は、2~3の例外を除いて $B.D./h$ の値が 50 前後になった。

謝辞：本研究の実験、データ解析に協力してくれた東北大学学生 松本 朗君に感謝の意を表す。

〈参考文献〉

- (1) 岩崎, 鈴木: 孤立性段波よりのソリトンの変形と砕波に関する研究 第24回 海講 PP. 45~49
- (2) 岩崎, 真野, 小形: 孤立性段波のソリトン分裂に関する研究 第22回 海講 PP. 47~51
- (3) Longuet-Higgins On the mass, momentum, energy and circulation of a solitary wave Proc. Roy. Soc. Lond. A337(1974)

