

II-321 戻り流れが碎波変形に与える影響

東北大学大学院 学生員 ○河西 義人
東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

碎波後の波の変形をエネルギー方程式によって議論することは非常に有効であり、従来から多くの研究者によって研究されてきた。その基本的な形は次の通りである。

$$\frac{\partial}{\partial x}(Ec_g) = -f_d E \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 E : 波動エネルギー、 c_g : 群速度、 f_d : エネルギー逸散係数である。しかし一般に、碎波帯内では前方に大きな質量輸送が存在し、そのため波向と逆方向の戻り流れが生じている。この存在を考慮に入れた場合、方程式は次のようになる。

$$\frac{\partial}{\partial x}E\{c_g + \frac{5}{2}U\} = -f_d E \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 U : 戻り流れ流速である。本研究はこの戻り流れが碎波変形に与える影響を、実験と理論の両面から考察するものである。

2. 戻り流れの大きさの評価

ここでは戻り流れの項と群速度の項の大きさを比較する。各量の算定には線形長波理論を用いる。

$$c_g = c = \sqrt{g(h + \bar{\zeta})}, \quad E = \frac{1}{8}\rho g H^2, \quad U = -\frac{E}{\rho(h + \bar{\zeta})c}$$

ここで、 $\bar{\zeta}$: 平均水面である。これらより、戻り流れの項の群速度の項に対する比をとる。

$$\left| \frac{\frac{5}{2}U}{c_g} \right| = \frac{5}{2} \frac{E}{\rho(h + \bar{\zeta})c^2} = \frac{5}{16} \left(\frac{H}{h + \bar{\zeta}} \right)^2 \dots\dots\dots (3)$$

すなわち、この値は波高水深比の二乗に比例する。一般に碎波帯内では波高水深比が大きい($H/(h + \bar{\zeta}) \sim 0.8$)ということ考慮に入れると、戻り流れの項は群速度の項に比べて無視できないということがわかる。

3. 実験

実際の戻り流れが碎波後の波の変形にどのような影響を及ぼすかを調べるために、戻り流れの影響がほとんど無いと思われる初期の波と影響が大きいそれ以降の波とを比較する実験を行った。実験水路は幅 0.4m、長さ 20m、勾配 1/30 である。図-1にその概略図を示す。実験では図-2のように、ある位置での水面の時間変化を計測し、アンサンブル平均を取り、その位置の波高を調べた。図-3は波峰のダイヤグラムであるが、斜線の領域で戻り流れの影響が現れることがわかる。第1波、第2波は実験装置の影響で他の波の傾向と大きく離れていたため比較は戻り流れの影響が小さい第3~4波と影響が強く出る第7~8波によって行う。それぞれの諸元は表-1に示す通りである。

4. 碎波モデルの数値計算

戻り流れの項を含めて計算を行った場合、含めなかった場合と比べてどのような違いが生じるかを、碎波モデルを用いて計算した。モデルは outer region を考慮した bore モデルを用いた。¹⁾ また、計算条件は実験と全く同じにし、各量の換算には線形長波理論の仮定を用いた。

5. 実験と計算の比較、考察

実験と数値計算の波高変化を比較したものが図-4である。実験については第3~4波と第7~8波の平均値、及びそれぞれの偏差を示した。計算は戻り流れの項がある場合とない場合に分けて表示した。比較を容易にするため、波高、距離ともに碎波点での値で無次元化している。

まず実験の結果から、第7~8波の波高の減衰が第3~4波に比べて全体的には小さくなっている。それぞれの偏差を見ると、この差は有意であり戻り流れが波高変化に一定の影響を及ぼしていると考えられる。計算

結果からは戻り流れを考慮した方が波高減衰が小さいという結果がでており、その点では実験の傾向と一致している。しかし、全体的にはモデルの波高減衰が実験より小さく出ているなど精度はあまり高くない。

6. まとめ

本研究における実験と考察より、戻り流れが砕波帯内における波高の変化に一定の影響を及ぼしていることがわかった。しかし、実験についてはまだ試行錯誤の段階で精度や再現性があまり高くなく、実験装置、実験方法の改良が必要である。またモデルについては、各量の換算などに問題があると思われるので、それらの点の考察をさらに進め、精度の改善に努めたい。

参考文献

1) 真野 明: 砕波の計算法, 第29回水工学に関する夏期研修会講義集B コース, pp. B-7-1, 1993

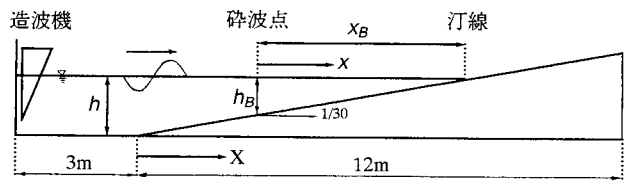


図-1 実験装置

表-1 実験の諸元

		第3～4波	第7～8波
水深	h_0	0.25m	0.25m
周期	T	1.54s	1.54s
波形勾配	$\frac{H_0}{L_0}$	0.028	0.026
砕波帯幅	x_B	4.7m	4.5m
砕波水深	h_B	0.16m	0.15m
砕波波高	H_B	0.13m	0.12m

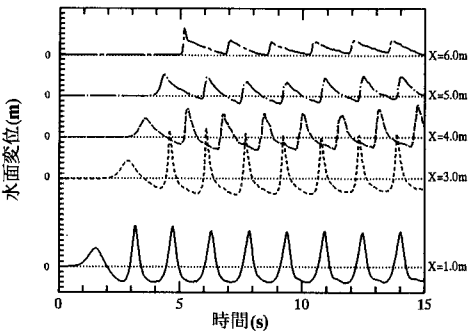


図-2 波形の変化

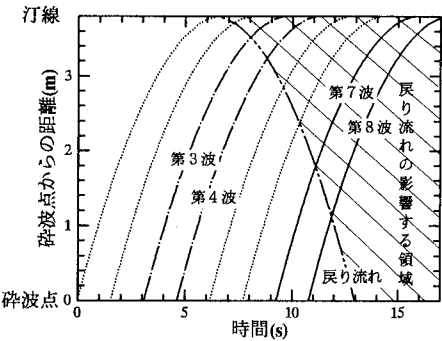


図-3 戻り流れの影響範囲

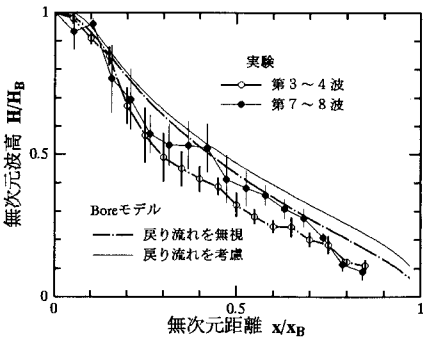


図-4 波高変化と標準偏差