

埼玉大学 工学部 正 青野 利夫
中央大学 理工学部 正 服部 昌太郎

1. まえがき

砕波下に生成される大規模渦に対する関心が急速に高まりつつある¹⁾²⁾³⁾。このような大規模渦は、砕波帯内に一種類だけ存在するのではなく、数方向の軸を有した渦が重合しており、それらが絡み合っ、て複雑な流体運動場を形成し、砕波下での種々の輸送現象に対して支配的な役割りを果している。

本研究では、この大規模渦の中で特に二次元性の強い渦(渦状流産場)に着目し、スペクトル解析結果より二次元性の強い乱流構造を持つと考えられる崩れ砕波を対象として、レーザを用いた流れの可視化実験を行い、その空間特性、支配パラメータに対して検討を行った結果を報告する。

2. 実験装置と方法

実験は、文献-1と同様 $0.3\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 2.0\text{ m}$ の両面ガラス張りの二次元波動水槽内に $1/20$ 勾配斜面と水平床とより成る模型海底地形を設置して行った。実験波の諸量は、表-1に示すとおりで、砕波形式は、いずれも崩れ砕波である。

表-1

Exp No.	T(s)	h_0 (cm)	H_0 (cm)	H_1 (cm)	H_0/h_0
1	1.0	9.0	7.0	5.7	0.78
2	1.0	6.0	4.5	4.1	0.75
3	1.0	3.0	2.5	1.7	0.83

可視化実験は、二種類のトレーサを用いることにより、行、た。水底面付近での渦の挙動を明らかにするため、従来は、Thin-layered-milk法(TLM法)により可視化を行、たが、本研究では、直径 0.17 mm 、比重 1.07 のポリスチレン球をトレーサとして用い、スリット光線を当てることにより二次元的に渦の挙動を追、た。この手法の利点はTLM法に比較して、繰り返して実験が行えること(TLM法の場合、ミルクが拡散するため水を入れ換える必要がある)、準備の簡単なこと、数値的な評価が楽に行えることなどである。また水面近傍での渦の挙動を明らかにするため、添加洗剤による発生氣泡のトレーサとして用い、スリット光線によって可視化を行、た。写真撮影は、モータ・ドライブ式の 35 mm カメラ二台を水槽に対して平行に置き、造波開始後最初に砕波が起こる時点より連続撮影を行った。

3. 実験結果

可視化実験結果の一例を写真-1に示す。写真-1(a)、(b)、(c)は、実験-2の波面崩壊が始まる点付近での渦の挙動を連続的に追ったもので、各写真間の時間間隔は約 0.3 秒である。また撮影範囲は、砕波点より $12\text{ cm} \leq x \leq 42\text{ cm}$ の区間である。底面より間欠的に飛び上った粒子は、波峰通過時に水面近傍にまで巻き上げられ(写真-1(a))、波峰通過後大規模な渦が形成されているのが認められる(写真-1(b))、その後波谷部では渦の動きが弱まり、粒子は拡散されていく(写真-1(c))。この一連の写真で(a)の粒子が上方に巻き上げられる現象は、文献-1で示された底面近傍で発生する三次元性の強い渦によるものと思われるが、(b)で見られる渦は、その軸方向が明らかに異っており、二次元的な特性を示している。この結果は、著者らが指摘した砕波下での渦状流産場の存在を裏付けるもので、また崩れ砕波における乱れの二次元構造に対応した結果を示している。さらに(c)では、渦の動きは弱くなっているが、消滅したわけではなく定常的に渦が存在していると考えられる。

このような傾向は、実験-1、実験-3においても同様に見られ、二次元渦の生成は水深によらない。またこの二次元渦は、砕波帯内において数組の渦対として存在していることが可視化結果より明らかになった。

さらに、写真-1では、明瞭に認められないが、底面からの間欠的な乱れの発生が生起する直前に、層流から

乱流に遷移する際に見られるT-S波の様な不安定波が底面で見られた。砕波とこのような不安定波の関係は、ほとんど解明されていないが、底面に発生した不安定波が砕波下での何らかの要因(圧力勾配あるいは、波面の崩壊)を引き金として、間欠的に波面の崩壊現象が発生し、粒子が舞上るという機構の存在が考えられる。

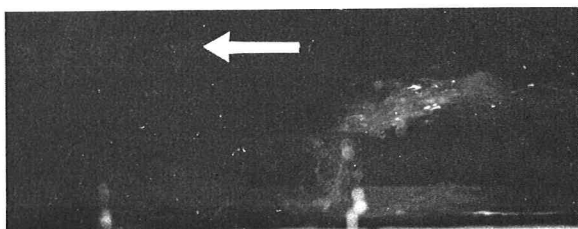
以上の結果より、崩れ砕波下で生成される二次元渦(渦状流産場)は、底面での乱れの生成には直接関係せず、上層に巻き上げられた粒子を移流、あるいは拡散させる機能を有すると考えられる。図-1にその模式図を示す。

次に、渦と砕波帯内での波諸量との関係を見つため、写真より渦の直径(r)を読みとり砕波波高(H_b)と比較したものが図-2である。同図より、渦のスケールは、砕波波高と良く対応した結果を示しており、砕波下での大規模乱れの特徴長は、砕波波高または砕波水深で代表できると考えられる。また日野ら⁴⁾にならって渦のエネルギーの見積りを行ったが、渦の移動速度を精度良く評価できなかったため砕波により失われたエネルギーよりも、渦のエネルギーが大きいという結果になり、現在可視化の精度を上げて解析を行っている。

4. 結論

崩れ砕波下に生成される大規模渦の構造について、可視化実験結果を基に考察を行った。得られた結論は以下のとおりである。1) 底面での乱れの間欠的な発生に、T-S波のような不安定波が介在していることが推測される。2) 砕波下での二次元渦(渦状流産場)は、砕波波高(H_b)と同程度のスケールを持ち、底面より舞上った底質の移流・拡散機構と密接に関連している。3) また、このような二次元渦は、砕波帯内において縦渦状にいくつかの渦対の列として存在している。

[引用文献] 1) 青野・服部(1984): 才31回海講論文集, pp6~10. 2) 日野・瀬岡・小俣(1984): 才31回海講論文集, pp1~5. 3) 三村・岡安・柴山・Proenca(1984) 才31回海講論文集, pp11~14. 4) 日野・山崎(1971): 才18回海講論文集, pp61~65.



(a)



(b)



(c)

写真-1

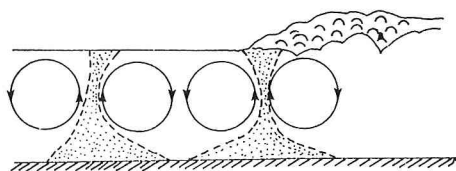


図-1 渦の模式図

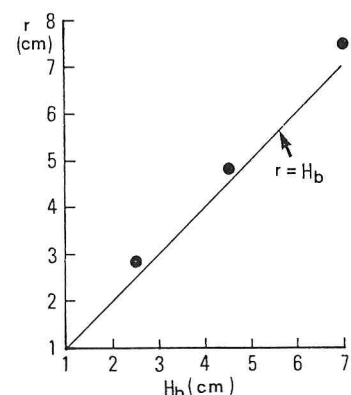


図-2 砕波波高(H_b)と渦径(r)の関係