

II-PS11 孤立波の碎波後の3次元流動解析

東北大学大学院 学生員○浜田 純次
東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

碎波後の波の変形は、Plungingによって生ずる水平渦の挙動や、それから発達した斜降渦の3次元構造が明かにされ、注目を集めてきている。碎波現象は再現性が乏しいため、側面から撮影されたものと別々に底面から撮影されたものを結びつけるのは困難であった。そこで、本研究では高速度カメラを同時に2台用い、側面と底面に設置し、平面相関法と立体視により碎波後の3次元現象をより明かにした。

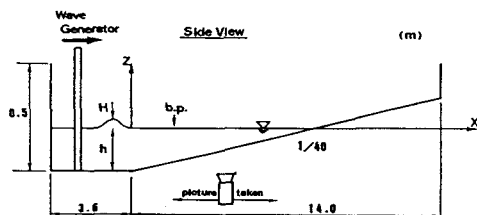


図-1 (実験装置)

2. 実験装置及び方法

実験には図-1に示すとおり長さ17.6m、幅80cm、深さ50cmの水槽を用い、水槽の一端に勾配1/40の斜面を設置した。この水槽は、側面および底面から碎波後の運動が見られるように両面ガラス張りになっている。造波装置は、パソコンで制御しACサーボモーターで駆動するピストン型のものを用い、造波板の移動速度は、孤立波理論より決めた。座標原点を斜面法先、静水面、ガラス側面とし、x軸は岸側を正、z軸は鉛直上方を正とし、左手系座標軸を用いた。実験条件は沖波水深15cm、法先波高8.7cmで碎波位置は $x=2.4$ m、碎波型式はSpilling型をしている。測定は、カメラを $x=2.9$ mの地点の側面と底面に設置した。カメラはドラムカメラ2台用い、ライトはストロボライト(発光周波数500Hz)を用い、連続的な動きが観測されるようにした(2337)。また、この連続的な動きを平面相関法を用いて流速ベクトル、渦度を求めた。

3. 実験結果

写真-1に $x=2.95$ m付近での側面及び底面からの写真を示す。(a)は側面からのもので、碎波後jetにより前方に水塊を跳ね上げ、斜面前方を水塊が転がっているものと、Jet自身により作られたものと2段に水塊が形成されていることがわかる。(b)は同時に底面から撮影されたもので中央の気泡の見られない真っ黒の部分が、前方と、後方の2段に気泡領域を分けている部分である。これは碎波直後に形成されたJetの残留である。また、この気泡領域の穴の開いた部分は、スパン方向に波打っている。これは、一連の連続写真を詳細に観測すると、初め、スパン方向にあまり波打たずに一本の筋になっているが、波が進行するに連れて徐々に波打ち拡がっているのがわかる。また、さらに進行すると気泡の見られない部分は途切れ、まるくなり、穴の空いた部分が大きくなり、顕著になる。

図-2, 3は、写真1と、2msずれた写真を画像処理し、相関法により求めた流速ベクトル、渦度である。これらは相関係数が0.65以上のものだけを用い平滑化してある。図-2(a)を見ると波の上部で流速が速く、波の下部で流速が小さくなっており、気泡領域の前方と後方の2段に分かれているのがわかる。これは図-3(a)を見るとより明かで前方と後方に時計回りの大きな渦がみられ、その間に反時計回りの渦がjetの様な形となってみられる($x=2.94$ m)。底面図(図-3(b))を見るとその地点($x=2.94$ m)より前方ではスパン方向(y軸方向)に交互に正負の強い渦がみられ、後方にはそれほど強い渦があまりみられない。これは、jetにより跳ね上げられた水塊は不安定であり、3次元性が強いがそれに比べjet自身による後方の水塊は大きな水平渦がスパン方向にある程度一様に残っているため局所的な3次元性が見られないものと思われる。

また、2msずれた2枚の写真を立体視することにより流速の速い部分と遅い部分とがわかる。側面からの写真を立体視すると波の上部が特に浮き上がって見え、明らかに流速の速いのがわかる。しかし、底面からの写真を立体視するとjetの部分（暗くなった部分）の後方では浮き上がっている気泡と沈んでいる気泡とが重なって見え、これは波の上部の流速の速い部分と下部の遅い部分とが重なって見られる。このように底面からの写真には気泡の上部から下部までの全ての情報が入ってしまい、今後は一平面（x-y平面）だけの情報を取り入れるようにしなければならない。また、底面からの写真を90°回転させて立体視することによりy軸方向の流速を調べたが流速が小さいため、あまり凹凸が見られなかった。

4. まとめ

砕波直後の気泡混入領域は、JetによりJet前方に跳ね上げて作った水塊と、Jet自身と後方の峰が空気を巻き込んで作った水塊との2つに分けることができ、jetより前方の水塊は後方の部分より不安定であり、3次元性が強く見られた。また、2枚の写真を立体視することにより簡単に気泡混入領域の流動を見ることができ、平面相関法の結果と良い対応があることがわかった。

<<参考文献>> 真野 明・神尾成也：相関法による砕波気泡混入領域の流動解析，第423号 土木学会論文集(pp171-180)，1990

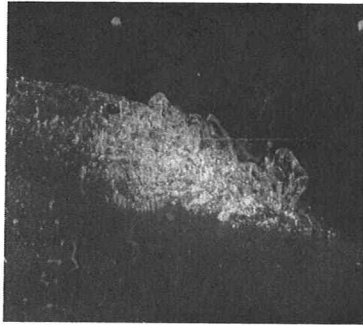


写真-1 (a)

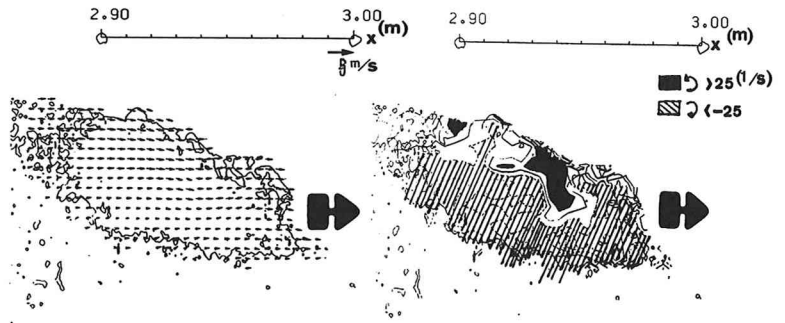


図-2 (a)

図-3 (a)

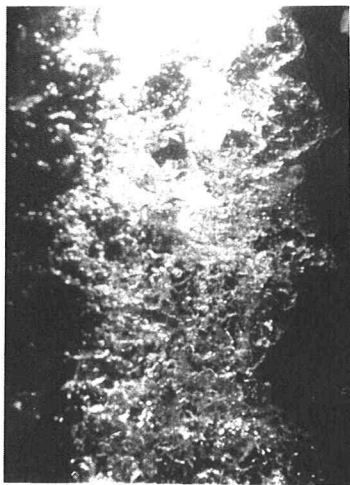


写真-1 (b)

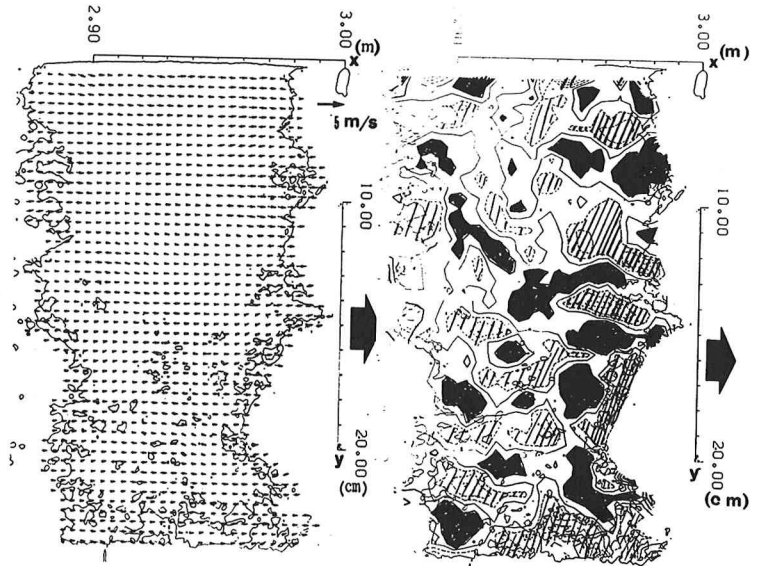


図-2 (b)

図-3 (b)