

## 風波の初期の発達過程における水面上の気流計測

大阪産業大学 正会員 水谷 夏樹

大阪産業大学大学院 学生会員 ○原 大地郎

### 1. 緒言

風による波や流れの発達に関する実験計測は、波浪推算を始めとする風波の予測手法の開発に対して極めて重要であるが、水面ごく近傍の流れの計測は困難を極め、特に気流側の計測は、いくつか試みられているものの<sup>1)2)</sup>水流側に比べて流速のオーダーが高いことから平均風速分布以外の物理量が十分に計測されているとは言えない状況にある。そこで本研究では、実験室内に風洞水槽を構築し、水面上の気流について可視化計測を行った。本研究で用いた風洞水槽は全長が 2.0m と短いため、風波の初期の発達過程を対象とし、そこでの気流特性について検討を行った。

### 2. 実験手法の概要

外気の影響を避けるため、図-1 のような実験室内に小型の風洞付き水槽( $L:2.0\text{m} \times W:0.2\text{m} \times H:0.9\text{m}$ )を構築した。水深を 0.45m とし、気流が流れる断面を  $0.25\text{m} \times 0.2\text{m}$  とした。なお、吹送流によって水槽底面に発生する補償流を吹送流と分離・独立させるために底面から 0.2m のところに仕切り板を設置した。気流の可視化には、水表面の物性に影響を与えないよう大容量加湿器を 3 台用いて水蒸気を発生させ、トレーサーとして使用した。光源には 150mJ のダブルパルス Yag レーザーを用い、ビデオカメラには解像度  $1008 \times 1018\text{pixel}$  のコダック ES1.0 をそれぞれ用いた。

実験条件は、風速をファンの回転数に応じて 8 通り (6~20Hz で 2Hz 刻み) に変化させ、1.2~3.4m/s の気流を発生させた。画像の撮影は吹送距離 1.15m の地点において撮影範囲を  $6\text{cm} \times 6\text{cm}$  とし、水面近傍の領域を撮影した。一回の撮影枚数は 1/30sec の間隔で 1750 枚(約 58.3sec)を撮影し、875 組の画像から PIV によって風速ベクトルを求めた。

### 3. 計測結果

図-2, 3 は、それぞれ 6Hz と 10Hz の場合の撮影画像と PIV によって得られた直上の気流分布である。6Hz のケースでは、水面はほとんど波立っておらず気流ベクトルも一様に分布している。水面は吹送流として移動しており、この移動速度に接続する形で気流分布が形成されている。これが 10Hz のケースでは、水面にわずかながらリップルが発生している。その波長は数センチ程度であり、表面張力-重力波の領域である。水面に最も近い気流ベクトルを水平と鉛直方向に分離してそれぞれコンターで表示したものが図-4 と 5 である。水平方向気流のコンターには若干であるが峰部に高速な気流分布が存在し、鉛直方向気流のコンターには水面のリップルに対応して空間分布に歪みが生じていることが分かる。水面による気流の変動は、せん断不安定による圧力の微小な変動によるものであるため、リップルの峰と谷では微小な圧力差が生じていると推測される。

図-6 は、20Hz の場合の撮影画像と気流ベクトルの分布である。20Hz になると風速が大きくなることから風波も発達し、波長も 6~8cm 程度となる。波長の発達と共に波高も増大し、波の背面に沿って上昇気流が生じている。紙面の都合で割愛したが、谷部ではほとんど気流が流れない領域が存在しており、波の前後で明らかに風速分布の違いが生じていることから、同時に圧力分布の差が生まれていると考えられ、それが次の発達段階へつながるものと推察できる。

### 4. 結語

本研究は、風波の初期の発達過程における気流の可視化計測を行い、ほとんど風波の生じない風速から、わずかにリップルが生じる風速、明瞭に風波が生じている風速までのケースについて、水面形状と水面上の気流

キーワード 風波, 吹送流, 気流, 可視化, PIV

〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1 大阪産業大学工学部都市創造工学科 TEL 072-875-3001

特性について明らかにした。

### 参考文献

- 1) 水谷夏樹・佐藤裕司・橋本典明（2002）：PIV 計測による白波砕波上の気流の剥離特性，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.61-65.
- 2) 竹原幸生・大塚直・江藤剛治・高野保英・辻本剛三・水谷夏樹（2003）：画像計測による風波界面での気流・水流の相互作用に関する実験的研究，海岸工学論文集，第 50 巻，pp.96-100.

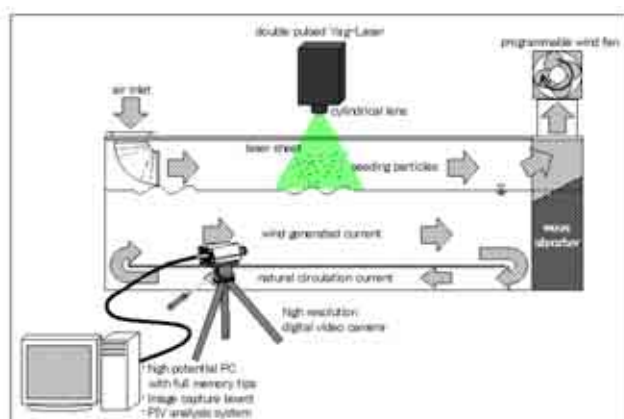


図-1 実験水槽の概要

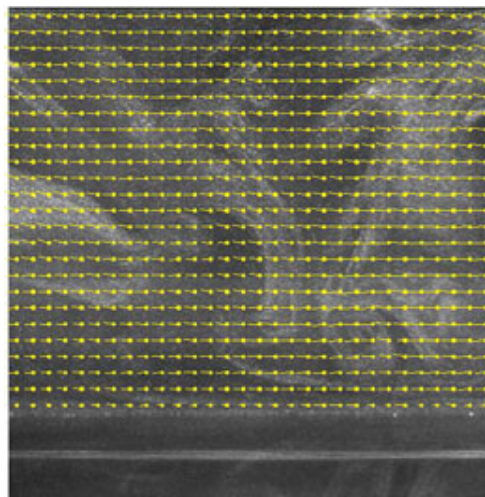


図-2 気流ベクトル分布(6Hz)

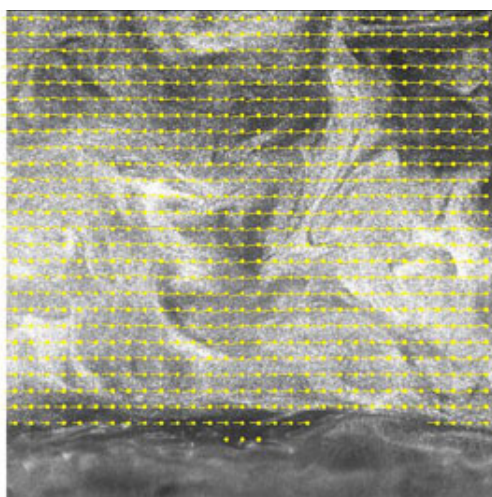


図-3 気流ベクトル分布(10Hz)

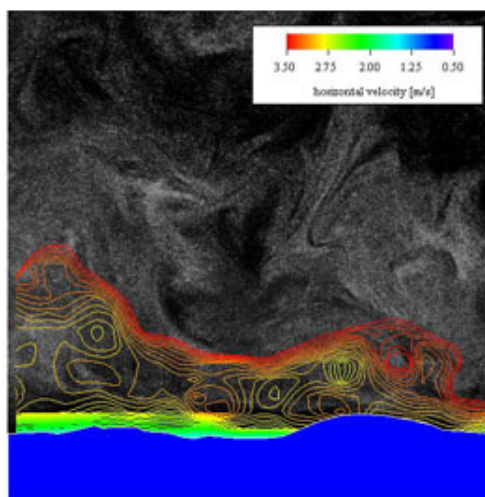


図-4 水平風速分布(10Hz)

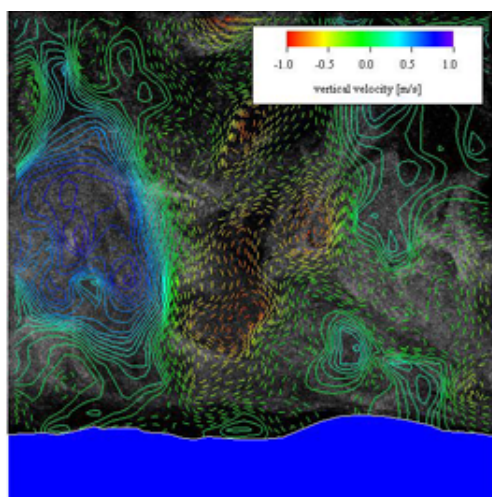


図-5 鉛直風速分布(10Hz)

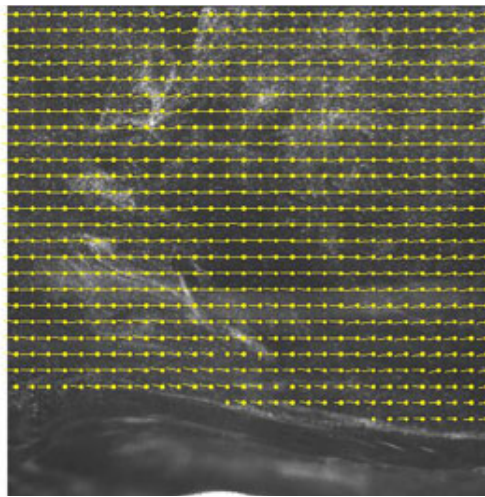


図-6 気流ベクトル分布(20Hz)