

吹送流中の縦渦に関する実験的研究

九州大学大学院 総理工

学生会員○鶴崎賢一

1.はじめに

海面に風応力が作用する際、吹送流中には Langmuir 循環流と呼ばれる風方向に軸を持つ縦渦が発生することが古くから知られている (Langmuir, 1938 ; Craik, 1976)。水野ら(1992、1998)は、二次元風洞水槽においても Langmuir 循環流に類似した縦渦が存在することを見出し、その形成機構を Craik and Leibovich 理論による強制対流機構(CL-1 機構)に従って検証している。しかしながら、実際の海洋における Langmuir 循環流については、流れの不安定性による、いわゆる CL-2 機構のほか諸説が論じられており、その形成機構は未だ明らかにされていないのが現状である。

松永ら(1998)は、これまで二次元風洞水槽において形成される縦渦について詳細な実験を行い、その物理的特性を明らかにしてきた。しかしながら、実際の海洋における Langmuir 循環流の形成機構を論じるには水槽壁面の影響が無視できない。そこで本研究は、幅広い平面水槽を用い、壁面の影響を極力少なくして吹送流中の縦渦の特性を明らかにしようとするものである。本論文はその第一歩として、平面水槽においても二次元水槽の場合と同様の縦渦が形成されたことを報告するものである。

2.実験方法

実験水槽の概要を図-1 に示す。実験には長さ 10.0m(観測部5.0m)、幅 1.2m、高さ(観測部)0.4mの吸い込み式平面風洞水槽を用いた。観測部の風下端には消波板を、風上端には風の剥離を抑えるためのスロープをそれぞれ設置した。可視化のトレーサーには、白色で粘性の高いコンデンス・ミルクを用いた。観測部の風下端から風上側に 1.5m の位置において、黒く塗装した底面上に水槽の横断方向にわたってトレーサーのラインを引いた。送風開始時刻を $t=0\text{sec}$ として、定常状態になるまでの約 5 分間、水槽上方より撮影を行った。松永ら(1998)の実験結果を検証するために、水深 h を 2.0、4.0、8.0、16.0cm と変化させて実験を行った。今回の実験は、この平面水槽においても縦渦が形成されることを確認するために行ったので、風速分布の

測定は行わなかった。風速は、送風機の周波数を 60Hz に固定することで、全実験条件とも断面平均風速で約 13.0m/s 程度である。

3.実験結果

写真-1 は、水深変化によるストリーク・パターンの変化である。水深 h が浅い場合、a)、b)に顕著に見られるように水平循環流が生じており、その影響で壁面近傍底面の戻り流れが強化され、その付近のストリークが長く、明瞭に現れる。一方で水槽中央部では、水平循環流の影響で底面付近でも風下方向の流れが生じており、ストリークが風下方向に伸びている。松永ら(1998)の実験結果から縦渦の一つのセルの縦横比は約 0.8 であることを考慮すると、水深 $h=2.0、4.0、8.0、16.0\text{cm}$ に対してストリークの本数はそれぞれ 24、12、6、3 本になることが推測される。実際、特に c)、d)において 6、3 本と、推測した通りの本数のストリークが確認された。

写真-2 は、水槽横からみたトレーサーの巻き上がりである。実験条件は水深 $h=16.0\text{cm}$ である。これにより、トレーサーのストリーク・ラインが見られる場所では上昇流が生じていることがわかり、縦渦の存在を示唆するのである。

写真-3 は、ストリーク・パターンの時間変化である。実験条件は水深 $h=8.0\text{cm}$ である。a) $t=0\text{sec}$ で写真のように引かれたトレーサーのラインが、送風開始とともに b)、c)のように縦渦の存在を示すストリーク・パターンに発展していく様子がわかる。

4.まとめ

本実験で用いた平面水槽においても吹送流中に縦渦が形成されることが確認された。縦渦の縦横比は、松永ら(1998)が行った二次元水槽における実験結果を踏襲し、約 0.8 程度であることが確認された。

参考文献

松永信博、樋田操、草場浩平、鶴崎賢一：二次循環流を伴う吹送流の実験的研究、土木学会海岸工学論文集 第 45 巻(1998) pp.426-430

Faller, A.J. and E.A.Caponi : Laboratory studies of wind-driven Langmuir circulations, J.Geophys.Res. Vol.83(1978) pp.3617-3633

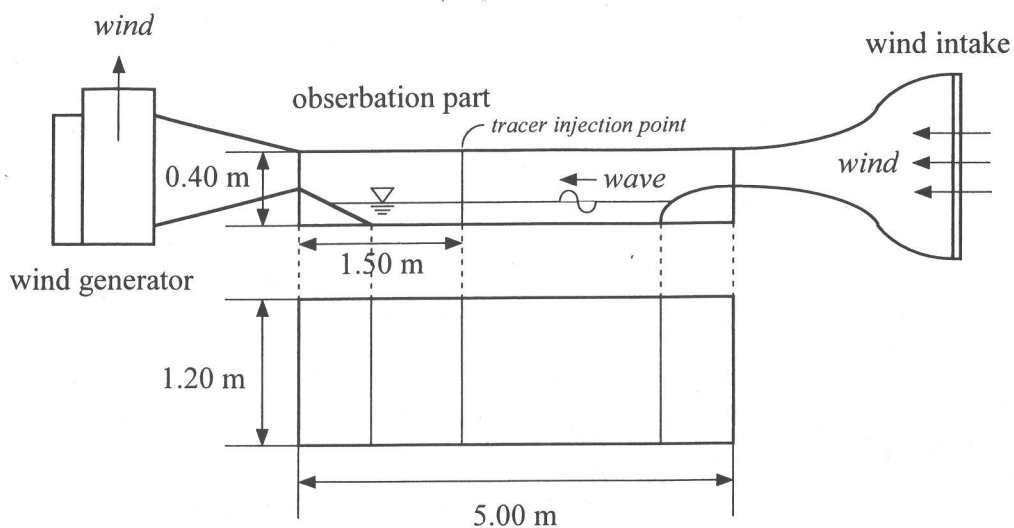


図-1 実験水槽模式図

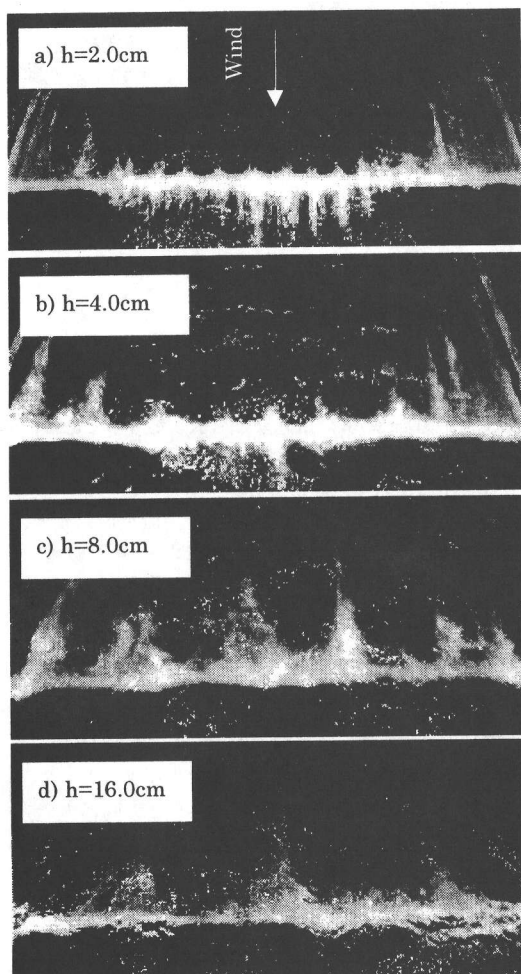


写真-1 水深変化によるストリーク・パターンの変化

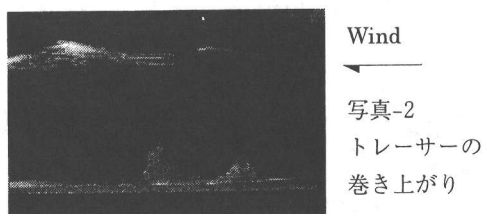


写真-2
トレーサーの
巻き上がり

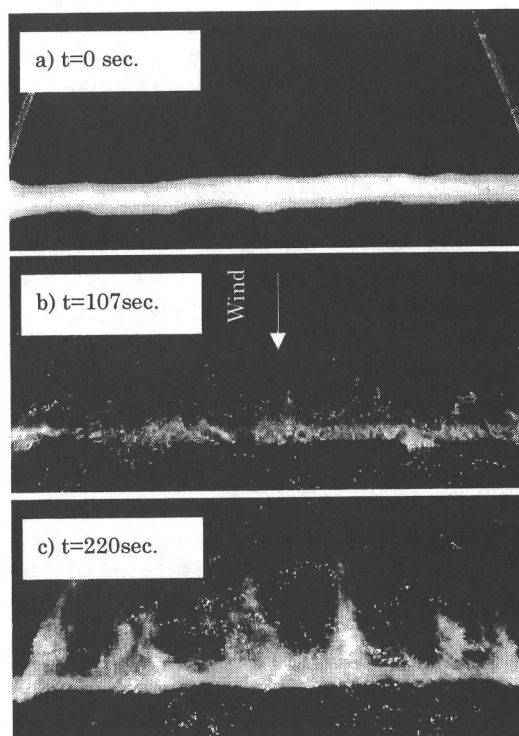


写真-3 ストリーク・パターンの時間変化