

II-146 風波下のレイノルズ応力及び平均流速分布

東京都立大学大学院工学研究科	正員	新谷哲也
東京都立大学	学生	渡辺知成
東京都立大学	学生	小島朋己
東京都立大学大学院工学研究科	正員	梅山元彦

1. まえがき

風が海面上を吹くとき、大気からのエネルギーは海面を通じて海洋に与えられるが、どのようにこの運動エネルギーが大気-海洋境界領域において波、流れ、乱れに分配され、水深方向に輸送されていくかということについては、風波の発生や発達及び風波下の乱流構造を知る上で極めて重要であるにも関わらずあまり研究が進んでない。Bye(1967)は風波によって生じる海面付近の流れを波のエネルギースペクトルを導入させることによって解き、その鉛直分布式が指数関数と正規確率関数の和として表わされることを示した。その後、Wu(1968), Shemdin(1972), McLeishら(1975)は室内実験を行い、水表面のすぐ近傍域で流速は直線的に変化し、それより下方では対数的に変化することを確認した。境界層内の乱れと流れとの関係について、Dobroklenskiy(1975)らは流れが対数則を満足するためには波と流れ両方のレイノルズ応力を考えなければならないとしているが、それに対して、Kondo(1976)は波の運動は乱流輸送にあまり影響していないと主張している。また、Howeら(1982)は波による流速の乱れは流れによる乱れと同じオーダーであることを実験結果から見出し、風波下の平均流速分布曲線がカルマン定数一定とした場合の対数分布からはずれるのは波による乱れのためであると考えた。このように、過去の多くの研究者は、風波下の境界層の乱流構造を粗面固体壁の場合と類似のものとして扱ってきた。そこで、本研究では、大気近傍の水面下における物理過程を再確認するために、様々な風速の下で室内実験を行い、レイノルズ応力と流速分布の詳細な測定を行った。

2. 実験法

実験は、長さ 25m、幅 0.5m、高さ 0.8m の風洞水槽を用い、水深を 0.5m と固定して行った。風洞内の基準風速は、2.5 ~ 12.5m/s の間で変化させ、その時の風速はピトー管を用いて吹送距離が 0, 7.5, 12.5, 17.5m の四ヶ所で測定した。水平及び鉛直流速の時間変動は、2 成分電磁流速計を用いて水面から下方に 水面付近を 5mm 間隔で測定し、水面から数 cm の領域では鋼線に数ミリ厚の木製盤を通した水深調整可能な浮きを用いて水路内の通過時間を測り流速を算出した。浮きによる流速の算出は、浮きが波に巻き込まれた場合はデータから除き、その他のデータについて 1m の測定区間で 10 回の平均をとることによって求めた。また、浮きが水槽の横方向に移動しないように水中に 2 本の釣糸でガイドをつくり、その間を鋼線が通過できるようにした。

3. 実験結果の考察及びまとめ

図-1 は、風速 5.5m/s の場合の浮きの移動速度を水槽に沿って測定した結果であるが、各層での流速は場所的に変化が小さいことが分る。図-2 は、2.5m/s ~ 5.5m/s の 4 種類の風速の下での流速を同様の浮きを用いて水深 2.5mm, 7.5mm, 12.5mm で測定したものであるが、水平流速は水深の増加につれて直線的に減少していることがわかる。図-3 及び図-4 は、風速が 2.5m/s, 5.0m/s, 7.5m/s, 10.0m/s, 12.5m/s の下で測定されたレイノルズ応力分布、平均流速の鉛直分布を示したものである。ただし、図-3 及び図-4 で、 x 軸は風速 2.5m/s に対応するものであり、その他の風速に対してはずらしてある。レイノルズ応力の分布は、今までに言われてきたように直線式ではなくべき乗式に近い式で与えた方が実験に忠実であることがわかる。流速分布については異なった風速の条件の下で、対数則が成立している。残念ながら、風速 6m/s 以上の条件では波が発達するために水面近傍における流速測定が不可能となり、対数則が成立する範囲が明らかではない。今回、測定が困難であった領域については新たな方法での測定をする必要がある。

Key Words: 風波, 乱流, レイノルズ応力

〒 192-0397 八王子市南大沢 1-1

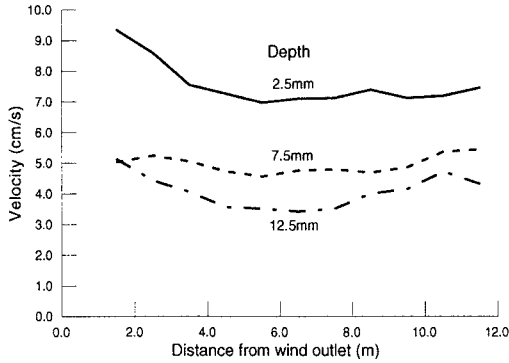


図-1 浮きの移動速度の変化 (風速 5.5m/s)

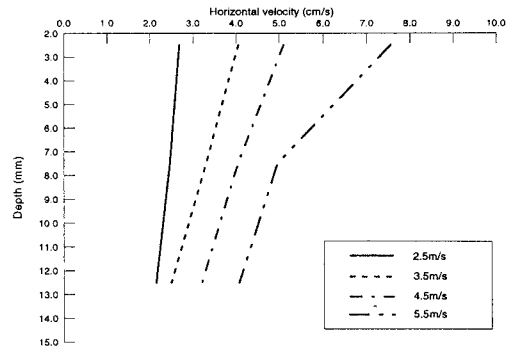


図-2 浮きによる表面流速の測定結果

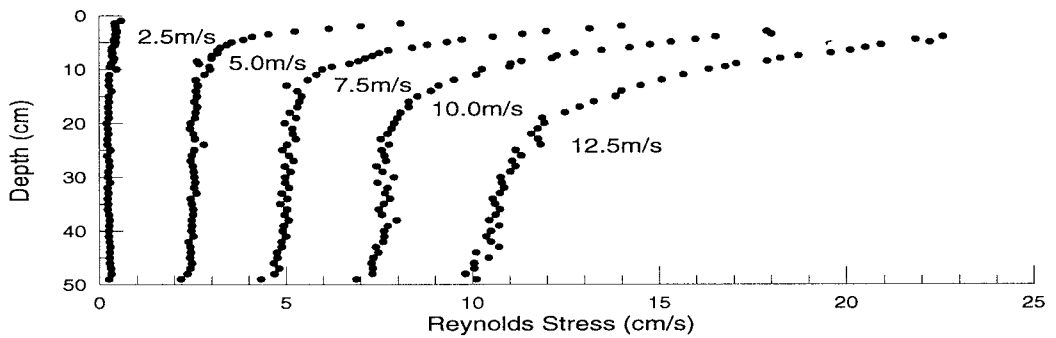


図-3 Reynolds stress の分布

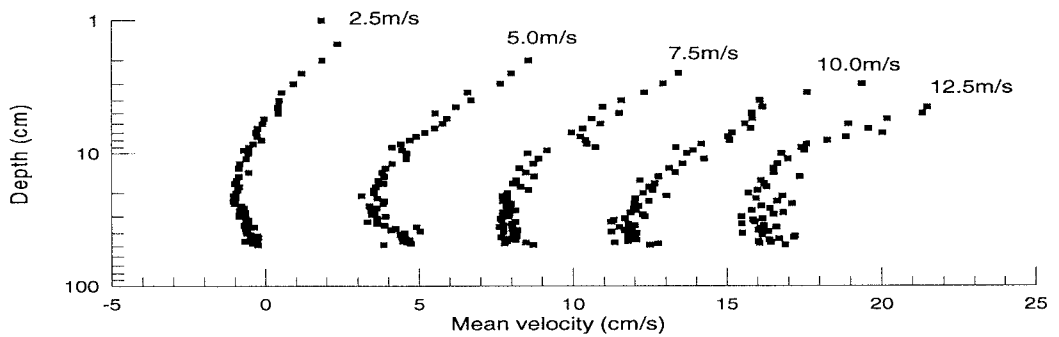


図-4 平均流速の分布

参考文献

- 1) Bye, J.A.T., J. Mar. Res. 25, 95-102, 1967
- 2) Shemclin, O.H., J.Phys. Oceanogr., 2, 411-419, 1972
- 3) Wu, J., J. Fluid Mech., 34, 91-111, 1969
- 4) McLeish, W.L., and Putland, G.E., J. Phys. Oceanogr. 5, 516-518, 1975
- 5) Dbroklonskiy, S.V. and Lesnikov, B.M., Izv. Akad. Nauk. SSSR Atmos. Ocean. Phys., 590-595, 1975
- 6) Kondo, J., J. Phys. Oceanogr. 6, 712-720, 1976.
- 7) Home, B.M. *et al.*, Trans. ASME C:J.Heat Transfer 104, 34-39, 1982