

風波発生初期の波・流れに関する研究

筑波大学理工学研究科 学生会員 ○辻村 太郎
筑波大学工学システム学類 学生会員 金子 公久
筑波大学機能工学系 正会員 京藤 敏達

1. はじめに

風波は大気海洋間における気体および熱の交換に対して重要な役割を担う。既存の研究の多くは、十分に発達した風波を対象としている。しかし、湖沼などの吹走距離が限られている場合、風向きが大きく変化している場合、もしくは反射波が存在する場合など、風波には様々な擾乱が作用している。そこで本研究では、風洞水槽を用いて、発達段階の風波を対象に周期的な擾乱を与えた場合の波の発達および拡散¹⁾に関する実験を行なった。

2. 実験方法

実験には風洞水槽（長さ 1700cm，高さ 86cm，幅 40cm）を用いた。特に、戻り流れの影響を軽減するため、底面から 11cm の位置に水平板（厚さ 2cm）を設置し二重構造とした。水深は 37cm に固定し、異なる吹走距離で計測した。流速および水位変動の計測には電磁流速計と容量式波高計を用い、データのサンプリング周波数はそれぞれ 50Hz，100Hz である。風速の計測にはピトー管を用いた。風洞入り口（吸い込み口から上流 90cm の位置）にプランジャー型造波装置を設置し周期的な水位変動を与えた。

実験では代表風速を 4.8m/s に固定し、流速および波高を吹走距離 3.4m，5.2m，7.0m の位置で計測した。与えた擾乱の周波数および振幅を表 1 に示す。本実験では二種類のプランジャー (plunger1，plunger2) を用いた。

3. 実験結果

3. 1. 水位変動(擾乱なし)

図 1 に本実験における風波のスペクトルを示す。吹走距離 f が 3.4m，5.2m，7.0m の位置におけるピーク周波数およびエネルギーは、それぞれ 7.5Hz，5.8Hz，5.8Hz および 1.6×10^{-6} ， 2.0×10^{-6} ， $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ である。一方、経験則によればそれぞれの位

表 1. 擾乱の条件

擾乱周波数 (Hz)	2	3	4	5	6	7	8
初期振幅 (plunger1) A_0 (mm)	0.55	1.31	1.22	1.30	0.89	0.55	0.22
初期振幅 (plunger2) A'_0 (mm)	0.64	0.36	0.33	0.32	0.34	0.30	0.45

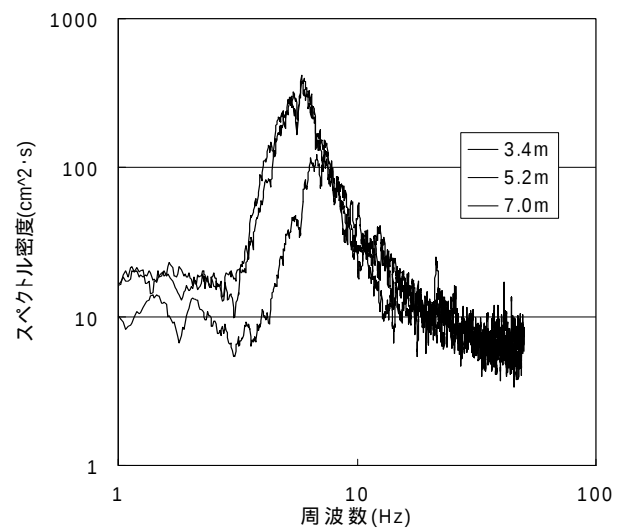


図 1. 水位変動のスペクトル

置におけるピーク周波数は、6.3Hz，5.5Hz，5.0Hz であり、本実験値にほぼ一致する。

3. 2. 水位変動(plunger1)

表 1 から擾乱の振動数が 3，4，5Hz の場合、その振幅はほぼ等しい。図 2 から 4Hz と 5Hz の擾乱に対しては、風波のエネルギーは 3.4m までの間に急激に増大している。図 3 に 3Hz と 4Hz の場合のエネルギースペクトルを示す。いずれも与えた擾乱の振動数成分が卓越している。しかし、4Hz の振動数成分は、3Hz の場合のおよそ 3 倍となっている。

キーワード 風波，拡散，渦，乱流

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学機能工学系水圏環境研究室 TEL 029-853-5486

E-mail: tujimura@surface.kz.tsukuba.ac.jp

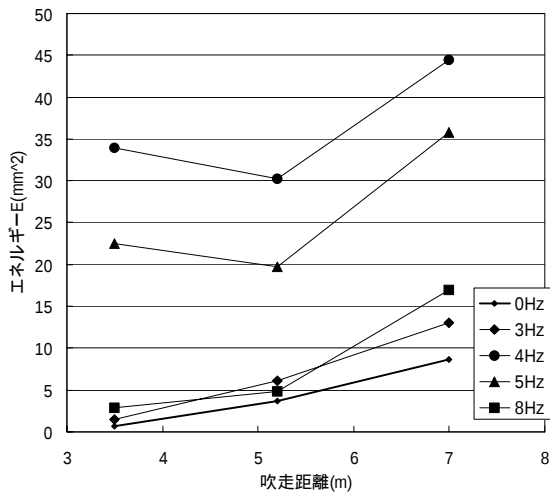


図 2 . 風波のエネルギー (plunger1)

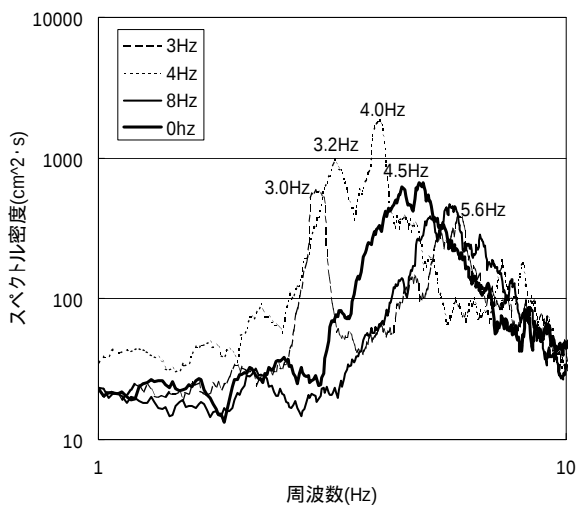


図 3 . エネルギースペクトル
(plunger1, $f=7.0$ m)

3.3. 水位変動 (plunger2)

本ケースにおいては、いずれの周波数においても与えた擾乱の振幅は微小で値のばらつきは小さい (表 1 参照)。図 4 から微小擾乱に対しては、いずれも風波のエネルギーは単調に増加している。特に 5Hz の微小擾乱に対しては、風波のエネルギーは擾乱無しの場合の 2 倍近くに達している。

3.4. 流速の計測

図 5 に各吹走距離における平均流速の水深方向分布を示す。吹走距離が $f=3.4$ m の場合は、流速分布は対数則に従う、一方、 $f=5.2$ m, 7.0 m の場合は、水深 5 ~ 15cm の位置でノコギリ状の流速分布を示す。

この理由は、吹走距離が小さい場合は風によるせ

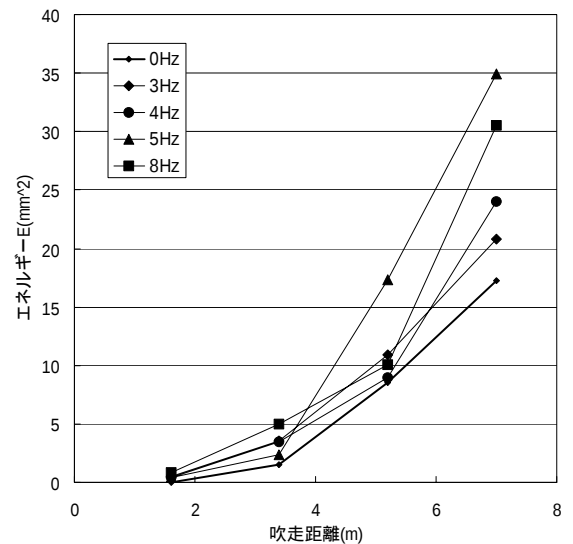


図 4 . 風波のエネルギー (plunger2)

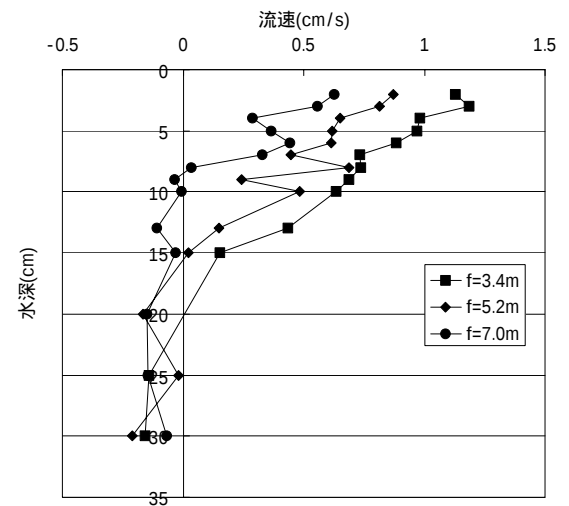


図 5 . 流速の水深依存性

ん断力により吹走流が卓越し、風波の発達と共に風による圧力変動が増大しストークス・ドリフトが支配的となるためと考えられる。

4. まとめ

- ・ 風波発達初期に周期的な擾乱を与えた場合の風波について、スペクトルおよびエネルギーを算定した。
- ・ 平均流速分布を測定することにより、風波の発達について議論した。

参考文献

- 1) E. G. Blackman and G. B. Field: A new approach to turbulent transport of mean scalar, Phys. Fluid, Vol.15, pp.73- 76,2003.