

海岸変形のスペクトル特性について

名城大学 正会員 青木 保雄
 ○ 名城大学 正会員 伊藤 政博

1. はじめに

海岸の変形は波等の外的条件に対応して様々の様相を呈して起る。著者はこの様相の内に何の周期性が存在しているのではないかと疑問から情報統計的手法でスペクトル解析を行なった。一オ、これに類似した研究として、¹⁾Nordin & ²⁾Algeret、³⁾芦田・田中、日野らは移動床水路の流水によって発生する砂灘に関してスペクトル特性を調べた。その結果、砂の Repose angle と波数がスペクトルの形を決定していること、および Dunes の場合、高潮波側には“一三乗則”が存在していることを指摘した。

この研究報告の内容はオ
 27 回 年次学術講演会の報告に引き続いて、ある実験条件領域について室内実験を行ない、その資料に基づいてスペクトル計算を行なったものである。

2 実験の概要

Fig. 1. から海岸変形の
 実験条件としては必ずしも十分であると断定しないが、一応、Storm beach と Normal beach に属する実験領域について実験を行なった。

実験に使用した造波水槽は、幅 90 cm、高さ 100 cm、長さ 15 m のコンクリート製で、Flap type の造波機を有するものである。水槽の一端には川砂(比重: 2.6)で、Table 1. の条件に合わせて、最初、Flat な斜面の模型海岸を造った。海岸変形量の測定は、

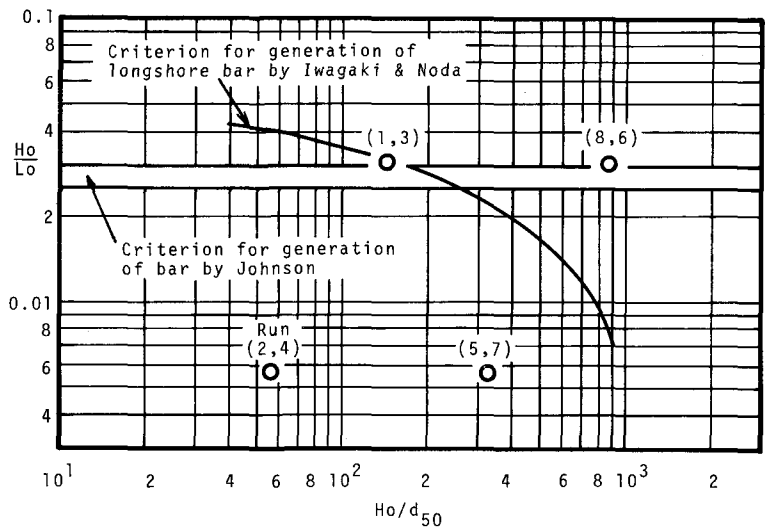


Fig. 1. Comparison between experimental conditions and criterion for generation of bar or longshore bar.

Table 1. Summary of experimental conditions.

Run number	Grain size d_{50} mm	Initial beach slope i	Steepness of deep water wave H_o/L_o	H_o/d_{50}	Elapsed time of wave operation time t hrs.	water depth cm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	1.2	1/10	0.0314	147.5	0.5 1 2 4 6 8	45
2	1.2	1/10	0.0054	56.6	0.5 1 2 4 6 8	45
3	1.2	1/18	0.0314	147.5	0.5 1 2 4 6 8	45
4	1.2	1/18	0.0054	56.6	0.5 1 2 4 6 8	45
5	0.2	1/18	0.0054	340.0	0.5 1 2 4 6 8	45
6	0.2	1/18	0.0314	885.0	0.5 1 2 4 6 8	45
7	0.2	1/10	0.0054	340.0	0.5 1 2 4 6 8	45
8	0.2	1/10	0.0314	885.0	0.5 1 2 4 6 8	45

Table 1. の(6)の波の作用時間内、ポイントゲージを使用して、波方向に測定を行った。また、測定間隔は砂灘等の比較的微小な変動を除去する意味で20cm 間隔で行った。

3. スペクトル解析

実験データはその時の波の波長々長を用いて無次元海浜変形量として表示すると Fig. 2. のようになる。そこでスペクトル解析を適用するために、海浜変形量の鉛直変動成分を水平面(初期海面)からの変動とする。さらに、鉛直海浜変動量は二次元的であると仮定し

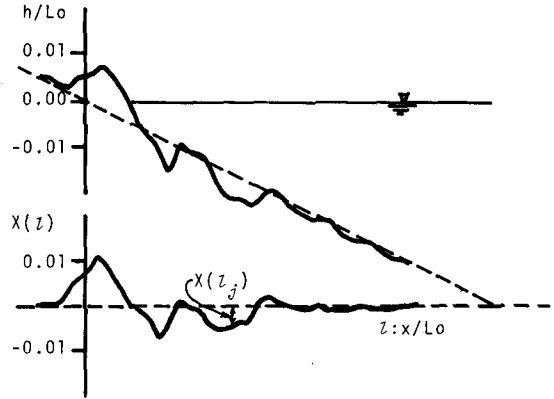


Fig. 2. Dimensionless plots of beach profile and vertical movement from an initial beach slope, (Run 5, $t=8 \text{ hrs.}$)

、横軸の距離 $l = z/L_0$ に伴って変化する鉛直海浜変動量 $X(l)$ は定常確率過程に属するものとする。すなわち、任意距離 l について $X(l)$ は Random 変数であると考えらる。この場合、統計的に Parameter l は任意の Parameter の集合 L の1要素とみなしうる。上述の下で、鉛直海浜変動量を

$$\bar{X} = \text{ave. } \{X(l)\} \quad \text{-----} \quad (1)$$

$$X'(l) = X(l) - \bar{X} \quad \text{-----} \quad (2)$$

で表わせば、 $X'(l)$ の自己相関数は、 ξ : lag, L : データの全長とすると、次のように定義される。

$$C(\xi) = X'(l)X'(l+\xi) = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{L} \int_{-L/2}^{L/2} X'(l)X'(l+\xi) \cdot dl \quad \text{-----} \quad (3)$$

したがって、無次元鉛直海浜変動量 $X(l)$ の波数スペクトル $S(k)$ は(3)式から、

$$S(k) = \int_{-\infty}^{\infty} C(\xi) e^{-i2\pi k \xi} \cdot d\xi \quad \text{-----} \quad (4)$$

(4)式の計算は Blackman & Tukey の方法による。また、計算に用いた諸量は、データの読み取り間隔: $\Delta l = 0.01$, lag 数: $\xi = 90$, 全データ数: $L = 1000$, 自由度 ± 22 であった。これらの計算結果を波の作用時間ごとに整理したものが、Fig. 3, (a)~(f) である。

4. 結 語

Fig. 3, (a)~(f) から、2~3 の興味ある特性を明らかにすることができた。その結果を要約すると次の通りである。

① 海浜変形の時間的発達過程に関して、 $t = 0.5 \text{ hrs.}$ の場合、Run の違いによるスペクトル曲線の相違が著しいが、 $t = 8 \text{ hrs.}$ に近づくにつれてその程度が減少する。このことは海浜変形が平衡形状に近づくにつれて、一定の周期性を帯びることを示唆している。また、Fig. 3, (a)~(f) を通じて、スペクトル曲線の変動が大まかにこの原因として、十分な長さのデータを取ることに困難なためと考えられる。

② ①に関連して、海浜変形の時間的発達過程のスペクトルは低波数域において増加している。

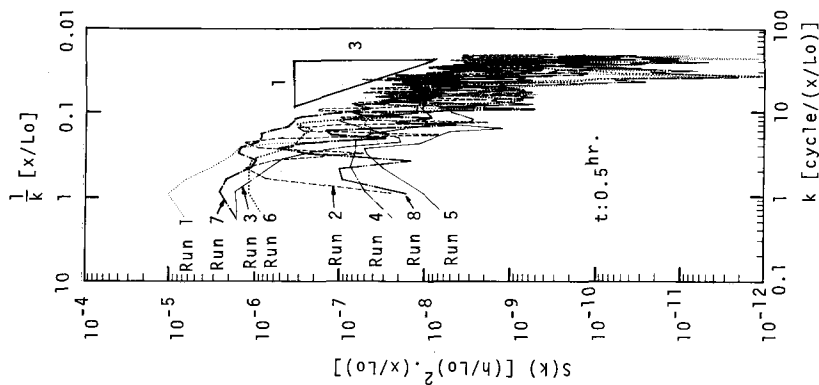


Fig. 3,(a)

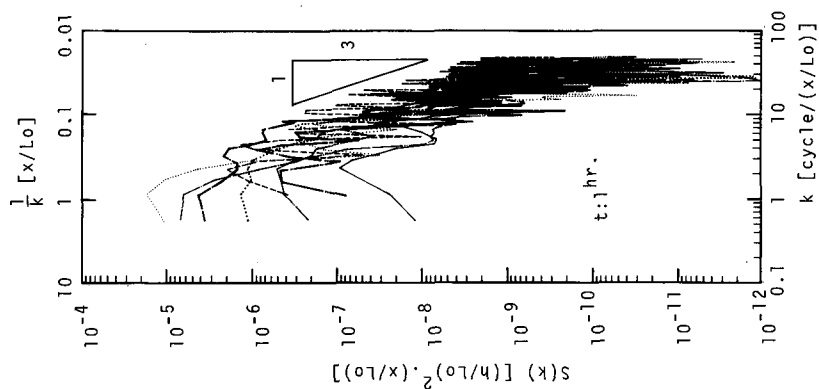


Fig. 3,(b)

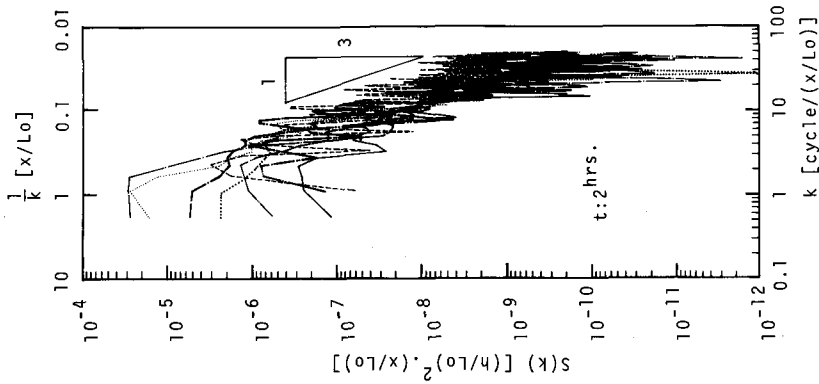


Fig. 3,(c)

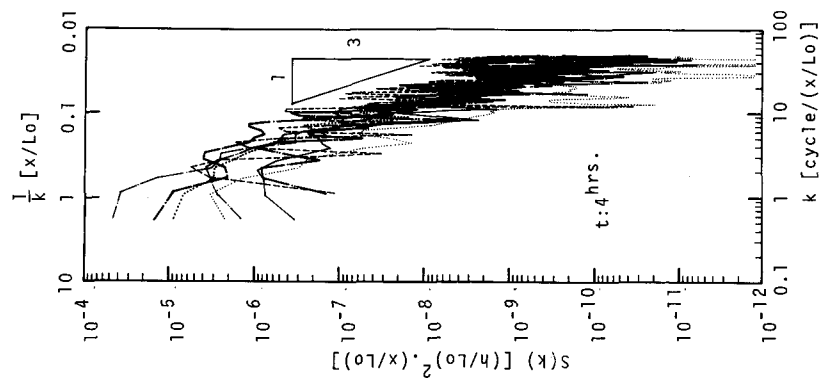


Fig. 3,(d)

Fig. 3,(a)-(f). Wave-number spectra of coastal processes.

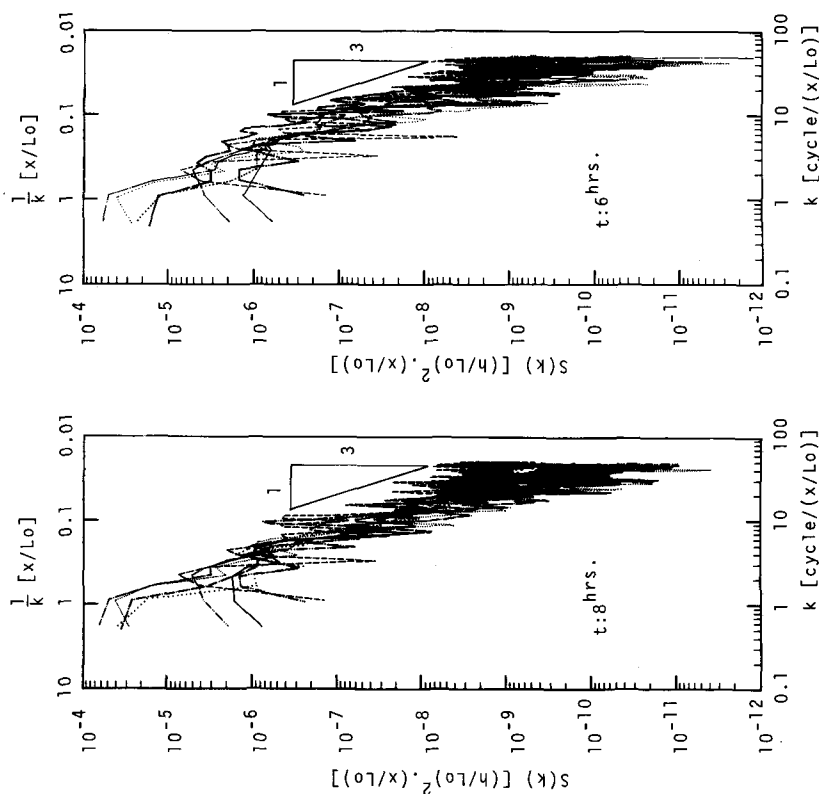


Fig. 3, (e)

Fig. 3, (f)

各 Run を通じて、 $k \div 1 \sim 2$ cycle/ x/L_0 でピーク値が存在する。しなからて上述のことから、鉛直波浪変形量は $x \div 1 \sim \frac{1}{2} \cdot L_0$ の波浪変形波長が卓越しているものと推定される。

③ 波浪変形の波数スペクトルは波の作用時間 t に関係なく、高波数領域で破壊の Dunes の場合と同様 — 3 乗則 ($S(k) \propto k^{-3}$) に従っている。換言すれば、波浪変形の発達から平衡形状に遷移する過程において、波数スペクトルは — 3 乗則に束ねる。

参考文献

- 1) C. F. Nordin and J. H. Algot : Spectral analysis of sand waves. J. Hydraulics Division, A.S.C.E. 92, HY5, pp. 195-114.
- 2) 芦田・田中 : 砂波に関する実験的研究, 京大防災研究所 第 10 号, B. 1967, pp. 121-132.
- 3) M. Hino : Equilibrium-range spectra of sand waves formed by flowing water. J. Fluid Mech. (1968), Vol. 34, Part 3, pp. 563-573.
- 4) 青木・伊藤 : 波浪変形のスペクトル特性について, 第 27 回学術講演会講演概要集 V, 1972. 10, pp. 101-102.
- 5) Y. Iwagaki and H. Noda : Laboratory study of scale effects in two-dimensional beach processes. Proc. of Coastal Engineering Conf. 1963, pp. 194-210.