

II-7 小規模河床波の統計的特性に関する実験的研究

中央大学理工学部 正会員 林 泰造
中央大学大学院 学生員 ○矢内 栄二

1. はじめに

移動床流水における河床変動は、流砂をともなう諸問題、例えば流砂量、流水の抵抗則などを取扱う上で大きな障害となっている。

そこで本研究は、比重の軽い砂により、実際河川に近い状態で実験を行なって河床変動を統計的に解析し、その諸特性を明らかにした。

2. 実験及び解析方法

実験水路はFig. 1に示すような長さ15m、幅0.4mの鋼製環流式可変勾配水路を用いた。側壁は中央部10mが片面ガラス張りである。

実験に用いた河床砂はFig. 2に示す粒度加積曲線をもつ平均粒径 $d_{50} = 0.65\text{mm}$ 、65%粒径 $d_{65} = 0.85\text{mm}$ 比重 $s = 1.46$ の人工軽量砂である。

実験の手順は、勾配を一定として、水路中心線上の河床高の変動を超音波測深器で測定した。各実験での水理条件はTable 1に示すとおりである。

測定した河床高の変動記録は、乱れ、海の波の統計的解析法に準じて、パワースペクトル、有義波高を計算した。

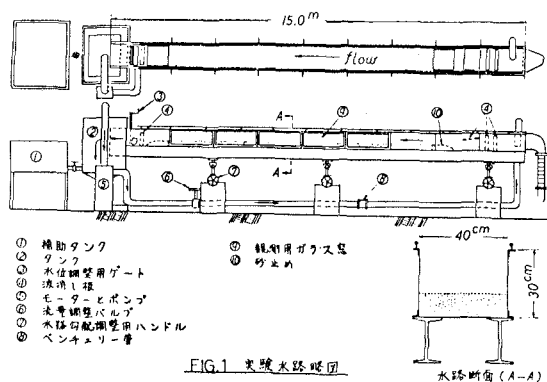


FIG. 1 実験水路略図

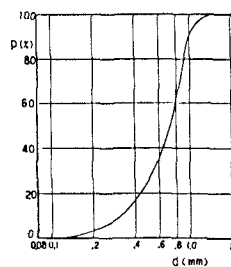


Fig. 2 Grain-Size accumulation curve of used sand.

3. 実験結果と考察

Table 2は実験の結果得られた平均波高、及び河床形態を表示したものである。

(1) スペクトルに関する考察

Fig. 3～Fig. 5に波数とパワースペクトルの関係を示す。これらの図にみられる顕著な特徴は、従来日野やJain and Kennedy等によって提示された γ -3乗則が本実験でもみられることである。すなわち、従来の実験では標準砂という比重の大きな砂を使用していたので、河床変動を起こすようなフルード数、流速等が本実験より大きく、また河床波の波高や波長も大きなものを対象としていたが、本実験のようにフルード数が0.2程度、波高が3cm程度でも、高周波側にお

Table 1

Run No.	D (cm)	Q (cm ³ /s)	U (cm/s)	R (cm)	S	U _{cr} (%)	F _r
1	11.53	9471	20.54	7.31	0.00024	1.31	0.19
2	8.22	9471	28.80	5.83	0.00042	1.55	0.32
3	10.16	11662	28.70	6.74	0.00056	1.92	0.29
4	5.61	7014	31.26	4.38	0.00068	1.71	0.42
5	7.93	11155	35.17	5.68	0.00051	1.69	0.40
6	5.37	7608	35.42	4.23	0.00098	2.02	0.49

Table 2

Run No.	H (cm)	H _{1/2} (cm)	R _s (cm)	Bed configuration
1	2.3	4.3	0.153	Ripples
2	2.1	3.3	0.0375	Dunes
3	2.3	3.8	0.189	Do.
4	1.2	2.0	0.0319	Do.
5	1.3	2.3	0.0147	Do.
6	1.1	1.8	0.0412	Do.

る-3乗則が成立つ領域があることがわかる。

(2) 有義波高に関する考察

Fig. 6は有義波高 $H_{1/3}$ と河床変動の標準偏差 σ との関係を示している。

両者の間には, Nordinらが指摘した次式が本実験でも成立している。

$$H_{1/3} = 3\sigma \quad (1)$$

(3) 抵抗則に関する考察

いま全せん断応力 τ_0 を, 有効せん断応力 τ_0' と河床波によって生じるせん断応力 τ_0'' に分けた時, Einstein は τ_0 を次のように考えた。

$$\frac{U}{U_{*c}} = 5.75 \log_{10} \left(\frac{12.27 \times R'}{k_s} \right) \quad (2)$$

Einsteinは上式で $k_s = d_{65}$ として流砂に有効に作用する径深 R' を未知数としたが, τ_0 を考えた場合には $k_s \neq d_{65}$ である。

そこで本研究では, 有義波高と次式で定義される相当砂粒粗度 k_s との関係をFig. 7に, 両者を粒径で無次元化したものをFig. 8に示した。

$$\frac{U}{U_{*c}} = 6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{k_s} \quad (3)$$

すなわち, 両者の間には次の関係がある。

$$\frac{k_s}{d_{65}} = 0.02 \left(\frac{H_{1/3}}{d_{65}} \right)^{1.5} \quad (4)$$

参考文献:

- C.F. Nordin and J.H. Algert (1966, HY5)
 芦田・田中 (1967, 京大防災研年報)
 芦田・奈良井 (1969, 京大防災研年報)

