

名古屋大学工学部	正員	足立昭平
名古屋大学大学院	学生員	○中藤達昭
臨海土木K.K.	正員	天神邦昭

第1報で完全自由直線水路において側方からの給砂が多い三角砂断面について、蛇行の発生のみられなかったこと、しかしその間無次元量 $(f/2\pi)W/R$ が Fr に対して時間的に周期変動していること、および各実験ケースの最終観測値における水理量の Regime Theory への適合が良好であったことを報告した。本年度は実験の焦点を側方からの砂補給を制限するときはたして蛇行が発生するかどうか、さらに蛇行発生限界の表示としての無次元量 $(f/2\pi)W/R$, Fr の有意性に關連して蛇行が発生する場合の水理量、とくに抵抗係数の時間的な変化ととらえることに主眼を置いて台形断面による実験を進めた。

1. 実験装置および実験方法

実験装置および実験方法の大部分は第1報に述べたようであるが、水深測定に際し個人誤差を少なくし測定精度の向上、および移動床断面の時間的な変化の多様性に対応する測定の迅速化を図るため、新しい水深測定装置を用いた。この装置は Fig. 1 に示すようにピックアップ部分と作動部分で構成される。ピックアップ部はアクリル板と真ちゅう棒 ($\phi=2\text{ mm}$) から成り、片持梁形式で真ちゅう棒の受ける水面と河床の抵抗をアクリル板に貼布したストレインゲージの反応でとらえんとするものである。水面は抵抗が小さくストレインゲージによる確認が難しいので、河床中に埋設した電極と真ちゅう棒間の電通作用を利用して測定された。またピックアップ部は上下および水平方向に 0.5 cm/s の速度を持ち、自動的に移動して水深を測定するように設計されている。なおデーターの一部をトレースして図示すると Fig. 2 のようになる。また実験ケースは合計14ケースで流量 Q は $0.7 \sim 2.8\text{ l/s}$ である。

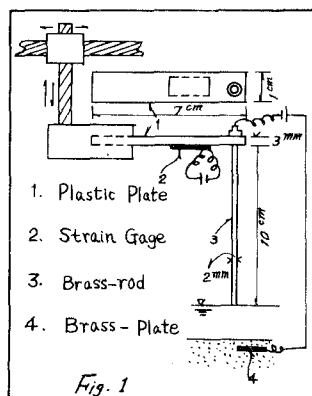


Fig. 1

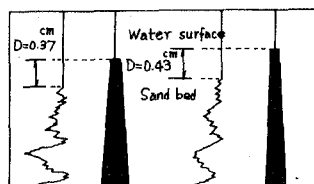


Fig. 2

2. 実験結果とその考察

(1). 流況報告

上記実験条件の下では初期砂面こう配が $1/50$, $1/100$ の場合、いずれのケースについても顕著な蛇行発生が見られ、典型的な dune が観察された。またこう配および流量が大きいほど、その発生発達は急速でかつ顕著であった。この事実から昨年度の蛇行不発生の原因は側方崩壊砂が局所洗掘を打ち消す役割を果たしたことによるものと考えてよさそう。 $1/500$ のケースについては ripple が形成され水面は滑らかな非常に安定した流路が維持された。

(2). 流水の不安定説の考察

本実験結果から無次元量 $(f'/2\pi)WR$ (W は流路幅, $f' = 2\pi n^2/R^3$) と F_r との関係を図示すると Fig. 3 のようになり側方からの砂の補給の少ない台形断面については F_r の減少に対して大体 $(f'/2\pi)WR$ は増加の傾向を見せ、昨年度のように大きな周期的変動はなかった。また Fig. 3 から分るように初期砂面こう配が $1/50$, $1/100$ のケースについて蛇行発生が観察された事実と併せて、本実験条件下の蛇行発生限界が $1/100$ のケースについて明瞭に認められる。

(3). 形状抵抗係数 (f_2) の呈示

完全自由水路において抵抗係数は河床に形成される種々の河床形態によって時間的にも空間的にも広範に変動するものである。この抵抗係数 f と Kennedy 流に砂粒による砂粒抵抗係数 f_1 と河床形態に基づく形状抵抗係数 f_2 に分割するとつぎのようになる。

$$f = f_1 + f_2 = 8gRS/U^2 \quad \text{----- (1)}$$

ここに U : 平均流速, R : 径深, S : エネルギーこう配
しからに f_1 は管路の抵抗係数として表示され得るから

$$f_1 = f_1(Re, d/4R) \quad \text{----- (2)} \quad \text{で示される。}$$

ここに $Re = 4UR/\nu$ (ν : 動粘性係数), d : 平均粒径

本実験条件では f_1 がほぼ一定値ととるため, f と f_2 の間に一次的関係が得られる。全体の抵抗係数 f と砂粒抵抗係数 f_1 の差として求められる形状抵抗係数 f_2 を平均粒径に関するフルード数 $F_d (= U/\sqrt{gd})$ との関係として図示すると Fig. 4 のようになりかなり良好な相関が得られる。形状抵抗係数 f_2 が平均粒径に関するフルード数 F_d で表現されるという事実は

従来の底面近傍の流速が粘性効果に基づく摩擦速度 $U_* (= \sqrt{gRS})$ で代表されるとする考えに対して、最早砂粒子が運動している移動床においては粘性効果というより乱流の乱水の大きさといったもの、すなわち平均流速 U で議論を進め得ることを示している。このことはまた等価砂粒粗度 K_s と平均粒径 d との比 K_s/d が掃流関数 $C_* (= U_*^2/sgd, s: \text{砂の水中比重})$

よりも径深 R と平均粒径 d との比 R/d に関係づけられることを示唆している。Fig. 5 は K_s/d と R/d との関係を示したものであり両者の相関はなお幅を持っているが, $K_s/d \sim C_*$ との関係(この図面は割愛した)よりもずっと有意性が認められる。

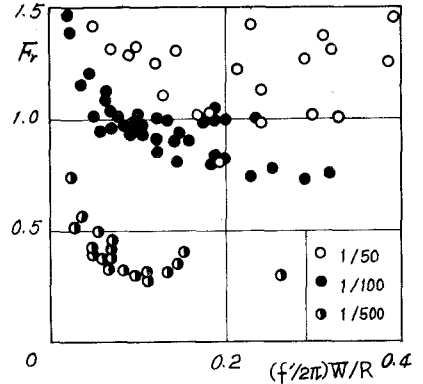


Fig. 3

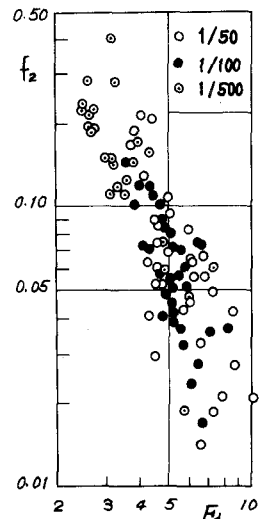


Fig. 4

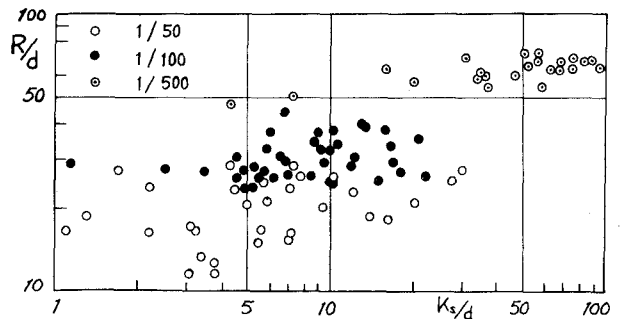


Fig. 5