礫床水路の水理特性に関する実験的研究

大阪産業大学工学部　正員　重光世洋
大阪産業大学工学部　正員○宮島昌弘

１．はじめに

自然河川水路において，浸透層上を流れる完全に発達した乱流域における流水抵抗特性を把握することは，水工学および土砂水理学の分野においての重要な課題の一つであり，これまで多くの研究者により報告され成果をあげているが，自然河川の砂礫材料を用いた研究は筆者らの知る限り少ないようである。本研究は，浸透層を有する粗面水路における流水抵抗の研究の一環として，比較的粗い自然河川砂礫によって構成された水路床の場合について，主流・浸透流の流況を水理実験手法を用いて検討した二，三の結果について報告するものである。

２．実験条件及び方法

実験は，砂礫の移動のなく平坦な河床の場合を対象に，比較的均一な自然河川の砂礫材料を用いて浸透層厚を三種類変化させて行った。実験条件の概要をTable-１に示す。また，砂礫材料は平均粒径（短軸）で dm=9.6mm程度である。使用水路は，長さ15m 幅50cm 高さ50cm の矩形鋼製勾配可変水路で，水路下流端に砂礫材料を充填したボックス型集水桝（長さ2m程度）を設置し，主流と浸透流が分離されるようにした。礫床基準面は，水路を水平にして所定の層厚に注水し，礫床頂面よりdm/2下方にくるように整斉した。実験は等流状態となるよう下流端で調整し，水位は水路中心線に沿って25cmピッチ，流速分布はプロペラ及び電磁流速計を用いて２断面で測定した。

Table－1

項目		実験条件・範囲
全流量	Q(l/s)	5, 8, 14, 20, 26, 32
水路勾配	Ib	1/500,1/250,1/100,1/50
礫層厚	(cm)	2, 10, 15
水深	h (cm)	2.0 ～ 14.7
フルード数	Fr	0.28 ～ 1.31
レイノルズ数	Re	27000 ～ 210000

３．実験結果と考察

１）抵抗特性　流水抵抗をDarcy-Weisbachの抵抗係数としてとらえ，Keuleganの方法で整理した式(1)を利用して検討する。Fig.１に礫層厚10cmの場合の整理結果を示す。これより，浸透層上を流れる流水の抵抗は平均的には，ほぼ対数則に載ることが判る。しかし，相対水深（h/dm）の小さい所では若干対数則から離れる傾向を示しているようである。

$1/\sqrt{f} = 2.03 \log(ah/dm)$ --(1) ここに　a:係数,h:水深,f:河床の抵抗係数である。

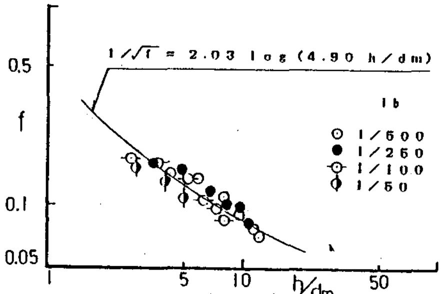

Fig. 1

２）流速分布特性　Fig.２には，実験した主流の流速分布状況と一般の粗面円管路の対数

Seiyo SHIGEMITSU , Masahiro MIYAJIMA

分布則を比較した一例を示しておく。ここに，y:測定水深　Uy:測定流速　U*:摩擦速度である。若干のバラツキはあるもののほぼ主流流速は対数則形式で表現できると言えよう。

Fig.3に実験条件として水路勾配 1/100・流量 8,20,32(l/sec)としたときの流速分布例を示す。河床面近傍の分布は，速度勾配がきつく，河床面下においても，dmの2倍程度までは，速度勾配の急な領域が存在していることが判る。尚，実験全体を通しては概ねdm～2dm程度となっている。

3）浸透流特性　　ここでは平均的ないわばマクロな立場から見た主流および浸透流の特性について検討する。Fig.4は横軸にフルード数，縦軸にみかけの平均浸透流速と主流平均流速との比をとって整理したものである。この図から判るように，この無次元浸透流速は浸透層厚をパラメータとして主流フルード数の一価関数で表されることを示しており，主流・浸透流の相互関係（本実験範囲において）は，卓越した慣性力及び重力場のもとで互いに影響を及ぼしあっていることが推察される。またFig.5は横軸に主流レイノルズ数とエネルギー勾配を掛けて整理したもので，ここでもフルード数と同様に層厚をパラメータとして，一価関数の関係が存在することが判る。

4．まとめ

以上，礫床浸透層の存在による主流・浸透流の流れには，本実験の場合，河床面下 dm～2dmの領域が大きく関与しているものと考えられ，主流・浸透流相互の平均流速の関係は，層厚をパラメータとして主流フルード数あるいは，主流レイノルズ数と勾配との積の一価関数で表現できることが示された。今後さらに浸透層厚および浸透層材料を変化させより普遍的な特性（局所的な特性も含めて）の把握に努めたいと考えている。

最後に，本実験遂行に当り，大阪産業大学学生（当時）小林剛，橋本一典，藤村康則，前北義孝君の協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

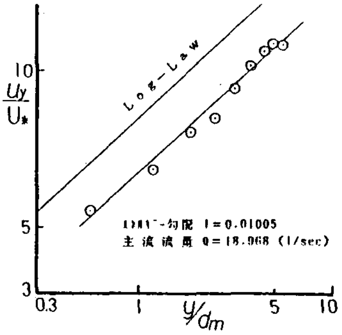

Fig. 2

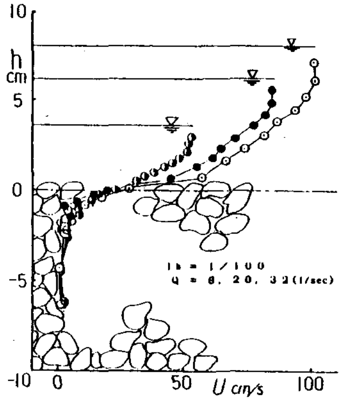

Fig. 3

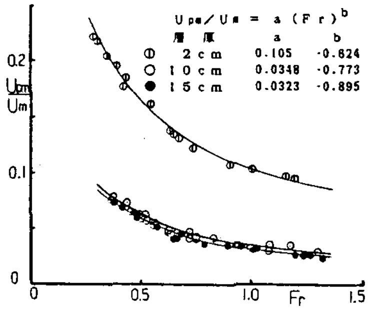

Fig. 4

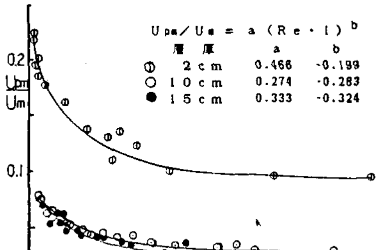

Fig. 5