

日本大学工学部 正員 高橋 迪夫
日本大学工学部 正員 木村 喜代治

1. ま え が き

山地礫床河川は、相対水深の小さな急勾配流れとして特徴づけられる。このような流れにおける抵抗特性を検討していく上で、河床面から突出して点在する巨礫が流れに及ぼす影響を明らかにしておくことは重要なことと考えられる。離散的な粗度を有する流れにおける抵抗特性については、従来より多くの研究^{1)~4)}が遂行されてきている。本報は、礫床河川に点在する巨礫が、その間隔・密度の相違及び相対水深の変化によって流れの抵抗特性にどのような影響を及ぼすかを明らかにする1ステップとして、巨礫近傍の流れの構造あるいは個々の巨礫に作用する流体力の特性に主眼を置き、半球粗度の種々の間隔における剥離長さ、抗力係数、抗力変動等の特性の変化を実験的に検討したものである。

2. 実験装置および方法

実験には、幅 $b=22.9\text{cm}$ 、高さ 20cm 、長さ 4m のアクリライト製開水路が用いられた。粗度要素は、半径 $k=1.00\text{cm}$ のプラスチック製半球である。抗力の計測には、実験に使用したものと同一の半球粗度を張りつけた直径 2.1cm の円形シアータブルと平行バネ構造を有する抗力計が用いられた。剥離長さは、過マンガン酸カリウム溶液を用いて目視観測した。主な使用記号は、Fig. 1に説明されている。

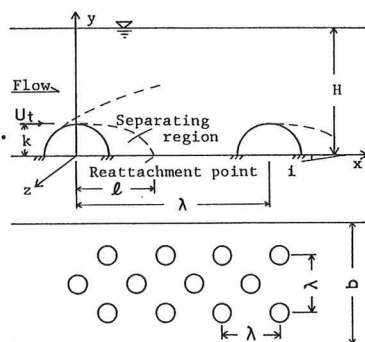


Fig. 1

3. 実験結果および考察

(1) 剥離長さ: Fig. 2および3は、それぞれ、粗度間隔 λ/k およびフルード数 $Fr(=U_m/\sqrt{gH})$ に対する粗度の流下中心軸上の剥離長さ l の変化を示したものである。ただし、剥離長さは、半球粗度の中心から流速の時間的な平均が0、すなわち、順流と逆流が同程度に生ずる位置までの長さとして定義されている。Fig. 2より、剥離長さは粗度間隔が小さくなるに伴い減少していくことがみられる。これは、粗度間隔が小さくなるに伴い、下流側の粗度の存在によって粗度上方あるいは側方から粗度背後への流れ込みがより強く生じてくることに起因していると思われる(Photo. 1参照)。なお、 $\lambda/k=3$ になると、剥離域が下流側の粗度に到達し、粗度の下方 $1/2$ 程度が遮蔽された流れとなる。また、Fig. 3より、フルード数の増加と共に、剥離長さは若干減少していく傾向を持つことが認められる。これは、礫津ら⁵⁾も指摘している

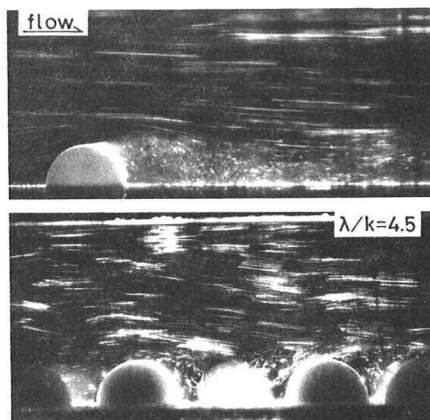


Photo. 1

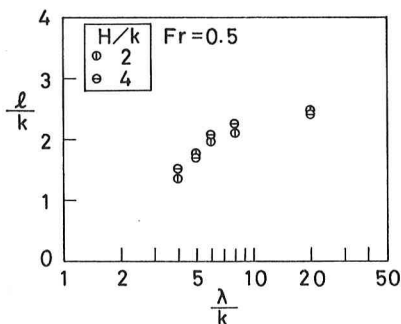


Fig. 2

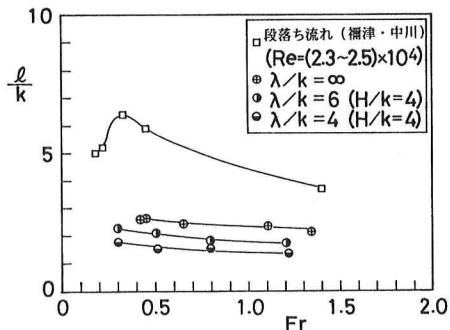


Fig. 3

ように、フルード数の増加と共に、せん断層において生成される剥離渦による剥離域内の流体の連行がより強くなるためと考えられる。なお、レイノルズ数に対しても、その増加と共に、剥離域が幾分減少することが認められている。

（2）流れの抵抗に対する抗力の分担：Fig. 4は、粗度間隔の相違による全抵抗に対する抗力の分担率の変化を示したものである。ただし、抗力 F_D は、抗力計によって計測した値を用い、また全抵抗 F_t は、 $F_t = \rho g S H i$ 、ここに、 S ：粗度要素1個当たりの占める水路底面の面積、から算定した。図より、当然のことながら、粗度間隔が密になるに伴い全抵抗に占める抗力の割合が増大してることがわかる。なお、 $\lambda/k = 3$ において抗力の分担率が減少するのは、上述した、粗度の一部が遮蔽されることに起因している。

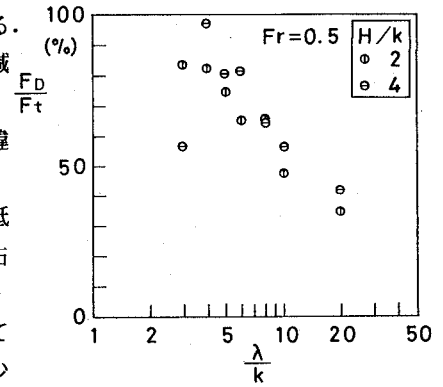


Fig. 4

（3）抗力係数：抗力係数 C_D は、 $C_D = F_D / 1/2 \rho U^2 A$ によって求められる。ここに、 ρ ：水の密度、 U ：流れの代表流速、 A ：流れに垂直な面への粗度投影面積。Fig. 5および6は、それぞれ、代表流速として粗度頂面における流速 U_t を用いて求められた抗力係数 C_{Dt} と、粗度間隔および相対水深 H/k との関係を示したものである。

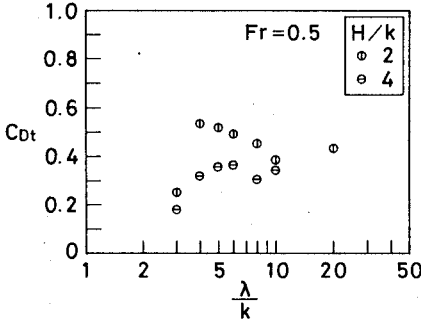


Fig. 5

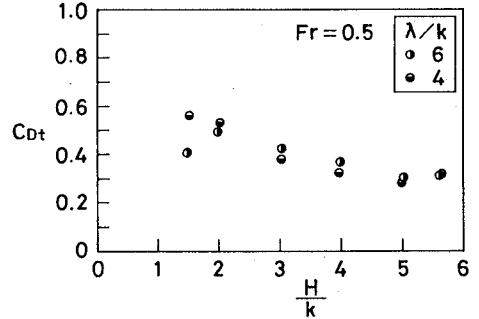


Fig. 6

（4）抗力変動係数：

Fig. 7, 8は、それぞれ、粗度間隔および相対水深の相違による抗力変動係数 $C_{VD} (= \sqrt{(F_D - \bar{F}_D)^2 / \bar{F}_D})$ の変化を示したものである。これらの図より、相対水深の増加、あるいは粗度間隔が密になるに伴い、抗力変動係数は、幾分増大する傾向を示している。

データ数が少なく、ばらつきもあるので、今後さらにデータを増やして、諸特性の変化を系統的に検討していく必要がある。

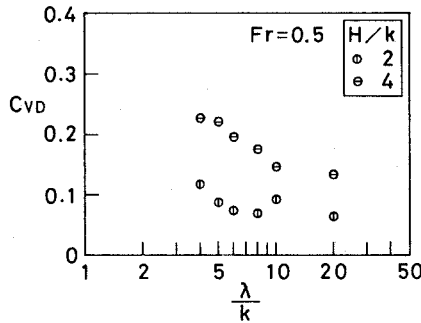


Fig. 7

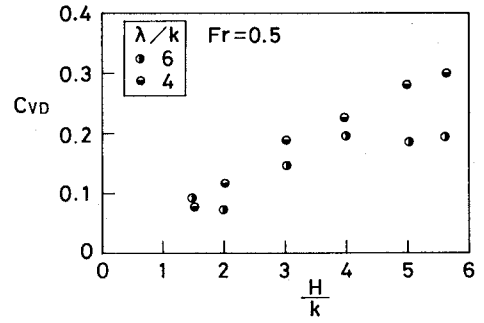


Fig. 8

<参考文献>

- 1) 足立：土木学会論文報告集，1964.
- 2) 神田，他：土木学会論文集，1985.
- 3) 岡部，他：新砂防，1986.
- 4) 岡部，他：水工学論文集，1990.
- 5) 高橋・木村：土木学会東北支部概要，1989.
- 6) 橋津・中川，他：水理講演会論文集，1987.