

II-44

半球状突起に作用する流体力について

日本大学工学部 学生員 ○湯田 裕一郎
日本大学工学部 正 員 高橋 迪夫
日本大学工学部 遊馬 充

1. 研究目的

山地河川において河床に点在する巨礫は水生生物にとって生活空間の場、または洪水からの避難場所としての機能を持っている。そのため、巨礫を河床に配置したときの流れの特性を明らかにすることは水工学上重要である。本報は巨礫を河床に配置したときの流れの特性について検討を加えたものである。

2. 実験装置および方法

実験に用いた開水路は幅 $b=22.9$ cm、長さ 4.0m のアクリル製のものを使用した。また、粗度要素に粗度高さ $k=1.0$ cmのプラスチック製半球を用い、粗度中心間隔 λ で水路底面全体に千鳥状に配列した。波の計測はサーボ式波高計により、抗力の計測は抗力計により、それぞれ 20Hz で 1 分間計測した。なお、Fig.1 は実験水路の平面図、Fig.2 は粗度配列を示している。

3. 実験結果および考察

3・1 フルード数の相違による波形の変化

Fig.3 は粗度中心軸上の水面をフルード数 Fr によって分類したものである。また、図に示す矢印の向きは流れの方向を表している。

$\lambda/k=5.0, h/k=2.0$ の場合、 $Fr=0.3\sim0.4$ では水面が粗度上で少し窪むものの、比較的滑らかな波を形成するのに対し、 $Fr=0.5\sim0.6$ では粗度上流側に山を持ち、粗度の直下流で谷を持つ波を形成するのが分かる。一方、速度が速くなった $Fr=0.6\sim0.7$ 付近では粗度の直上流で山を持つ波を形成する。なお、計測結果からこのフルード数付近で水位差が最大となっていることが分かっている。また、 $Fr=0.7\sim0.9$ になると粗度上で少し盛り上がる水面形を形成する。これらの水面形の違いは後述の抗力と密接な関わり合いがあると思われる。

$\lambda/k=8.0, h/k=2.0$ の場合、 $Fr=0.3\sim0.4$ では $\lambda/k=5.0$ と同じように粗度上で水面が少し窪む波形が見られる。しかし、 $Fr=0.5\sim0.8$ では粗度の上流側に山を持ち、粗度直下流で谷を持つような $\lambda/k=5.0$ の $Fr=0.5\sim0.6$

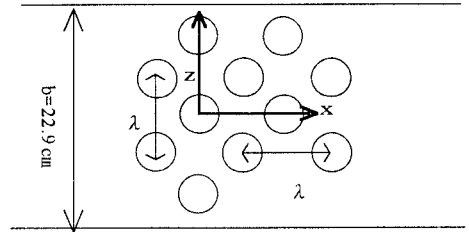


Fig.1 平面図

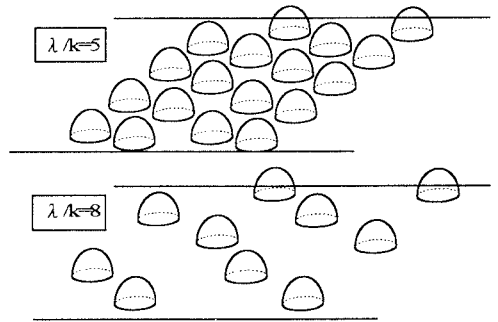
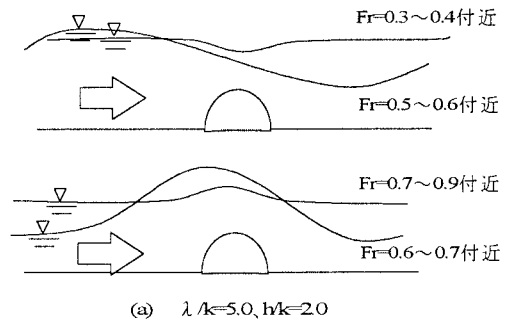
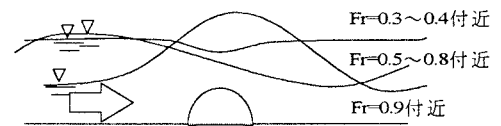


Fig.2 粗度配列



(a) $\lambda/k=5.0, h/k=2.0$



(b) $\lambda/k=8.0, h/k=2.0$

Fig.3 フルード数の相違による波形の変化

付近に似た波が見られ、 $\lambda/k=5.0$ と比べて $\lambda/k=8.0$ ではフルード数の広い範囲で同傾向の水面形が現れているのが見て取れる。この違いは粗度間隔が広がったためと考えられる。また、 $Fr=0.9$ 付近になると粗度の直下流で山を持つような水面形が見られた。

3・2 抗力係数について

Fig.4 は抗力係数とフルード数との関係を示したものである。横軸にフルード数、縦軸に抗力係数を示している。なお、抗力係数は次式により求めた。

$$F_D = C_D \frac{1}{2} \rho v^2 A$$

F_D : 抗力 C_D : 抗力係数 ρ : 密度

v : 断面平均流速 A : 流れに垂直な粗度の投影面積

これらより $h/k=2.0$ の場合、抗力係数は $Fr=0.5 \sim 0.6$ のときに大きな値を示している。これは粗度の影響によってできた粗度前後の水位差によるものと思われる。

$h/k=4.0$ のときはフルード数に関わらず、抗力係数はほぼ一定となっているのが見て取れる。これは波が $h/k=4.0$ においてほとんど現われなかったためであると考えられる。

3・3 相互相関について

Fig.5は波と抗力との関係を示した図である。なお、横軸に時間遅れを、縦軸に波と抗力との相互相関係数を示した。これより $Fr=0.30$ の場合、各地点とも相関係数は 0.1 以下であり、波と抗力との相関は認められない。一方、 $Fr=0.53$ になると粗度直下流の $x/k=0.25$ の地点で相関係数の値が 0.3 を示し、比較的高い相関が認められる。また $Fr=0.60$ になると、 $Fr=0.53$ において高い相関が認められた $x/k=0.25$ 地点での相関は見られなくなり、粗度上流側の $x/k=-0.25$ 地点で高い相関が認められる。しかし、 $Fr=0.88$ になると再び相関係数は 0.1 以下となり、波と抗力との相関は認められなくなる。

4. まとめ

- ① 水面形はフルード数、相対間隔によって変化する。
- ② 抗力係数は波の存在により変化し、抗力の変動にも影響を及ぼす。

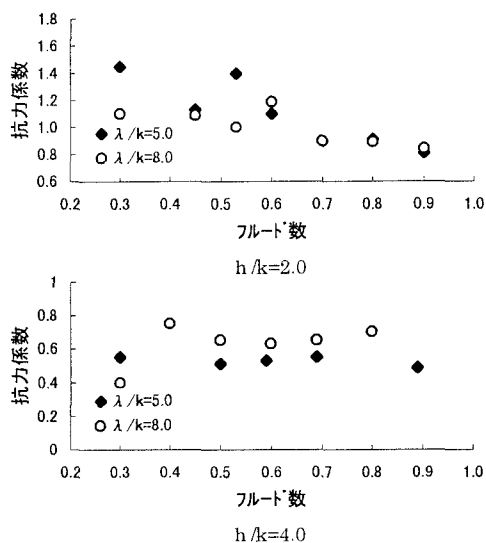


Fig.4 抗力係数とフルード数の関係

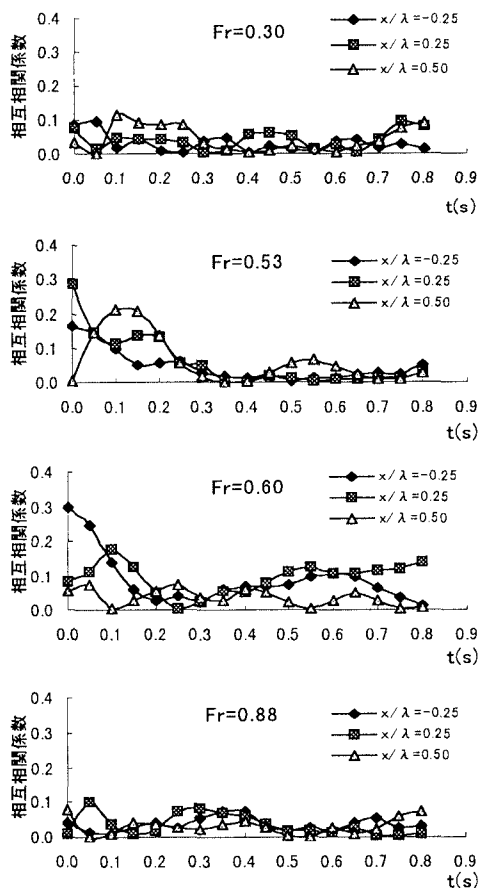


Fig.5 $\lambda/k=5.0, h/k=2.0$ の波と抗力との関係