

日本大学大学院工学研究科 学生員 ○ 小山 和豊
日本大学工学部 正 員 高橋 迪夫
日本大学工学部 小柴 剛

1. はじめに

河床に点在する巨礫は瀬や淵の形成を促すため、多自然型の川づくりにおいて、盛んに利用されている。しかし、巨礫を配置した場合の流れの特性について分かっていることは、いまだ少なく、これを明らかにすることは水工学上重要なことである。

本報は巨礫が河床に配列された流れの構造に関して実験的に検討を加えようとするものである¹⁾²⁾。

2. 実験装置及び方法

実験に用いた開水路は幅 $b=22.9\text{cm}$ 、長さ 400cm のアクリル製のものを使用した。また、粗度要素には粗度高さ $k=1.0\text{cm}$ のプラスチック製半球を用い、水路底面全体に千鳥状に配列した。なお、開水路の配置図を Fig.1 に示す。実験は相対水深 $h/k=2$ 、相対間隔 $\lambda/k=8$ に設定して行なった。なお、水位の計測にはサーボ式波高計を用い、 20Hz で一分間測定し、流速の計測には直径 3mm の超小型正逆プロペラ流速計を用い、 20Hz で 30 秒間測定した。

3. 実験結果及び考察

Fig.2 は $\lambda/k=8$ 、 $h/k=2$ のときの波形と水位変動（水位の分散値）との関係を図示したものである。一番上の図がフルード数 $Fr=0.3$ のときのものであり、以下順に $Fr=0.6$ 、 0.9 となっている。なお、図に示す矢印は流れの方向を示している。これらより、 $Fr=0.3$ では波はほとんど立たず水面は平滑であり、水位変動に関しても 0.1mm 程度で、空間的にほとんど変化が見られない。 $Fr=0.6$ になると、粗度の直下流で水位が下がり、そこからかなり急激に水面が上昇しているのが確認できる。また、その地点における水位差は平均で 1.3mm 程度となった。水位変動に関しては、粗度側面において値が大きくなっているのが見て取れ、これが波の山の位置に相当していることがわかる。 $Fr=0.9$ になると水面は大きく波を打ち、粗度前面において波が盛り上がり、粗度下流側において波が窪んでいる様子がわかる。また、その水位差は平均で 6mm 程度にもなった。水位変

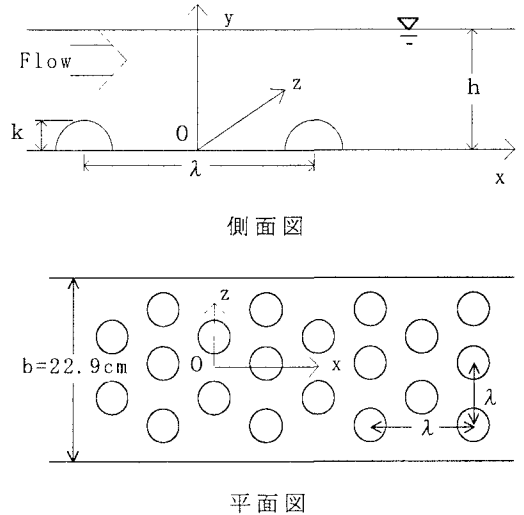


Fig.1 開水路の側面図及び平面図

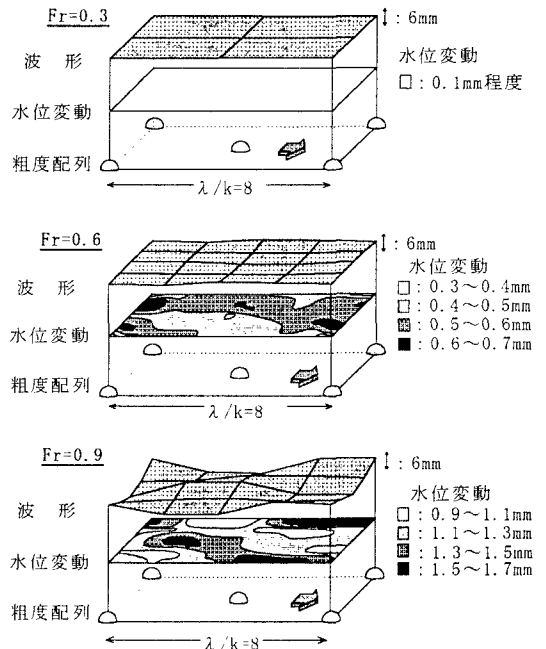


Fig.2 $\lambda/k=8$ 、 $h/k=2$ の Fr 数の変化における波形と水位変動

動に関しては粗度軸上において変動が激しくなり、 $Fr=0.6$ と同じく波の山において値が大きくなり、逆に波が低くなっている所で小さくなっていることがわかる。

Fig.3 は $\lambda/k=8$, $h/k=2$ における流下方向の平均流速のコンターラインである。一番上の(a)図が $Fr=0.3$ のときのものであり、以下順に $Fr=0.6, 0.9$ となっている。これらより、波のほとんど立たない $Fr=0.3$ では流下方向に変化せず $z/\lambda=0.25$, $y/k=1.0$ 付近で最も流速が大きくなっている。また、粗度軸上における流速は粗度背後の逆流域のために周囲の流速よりも低くなっている。一方、 $Fr=0.6$ では $Fr=0.3$ と異なり、流下に伴い流速最大位置が横断方向に振動する様子が見て取れる。また、 $z/\lambda=0$ の河床付近において流速が速くなっており、比較的速い流速の流れ込みが確認される。これらの特徴は粗度の直下流で急激に水位が変化したために引き起こされたと考えられる。 $Fr=0.9$ になると今までのケースと異なり、粗度軸上の流速が最も大きくなっていることがわかる。それに対して粗度のない軸上の $z/\lambda=0.25$ 付近では逆に流速が減少している。

4. まとめ

- ① フルード数の変化によって水面形が変化し、それに伴い流速分布も異なってくる。
- ② 波の山において水位の変動が大きくなり、一方、波の谷において水位の変動が小さくなる。

～参考文献～

- 1) 高橋迪夫：水路床上に存在する半球下流部の流れの構造に関する実験的研究，土木学会論文集，No.417，Ⅱ・13，pp.73-82，1990.5.
- 2) 足立昭平：人工粗度の実験的研究，土木学会論文報告集，No.104，pp.33～44，1964

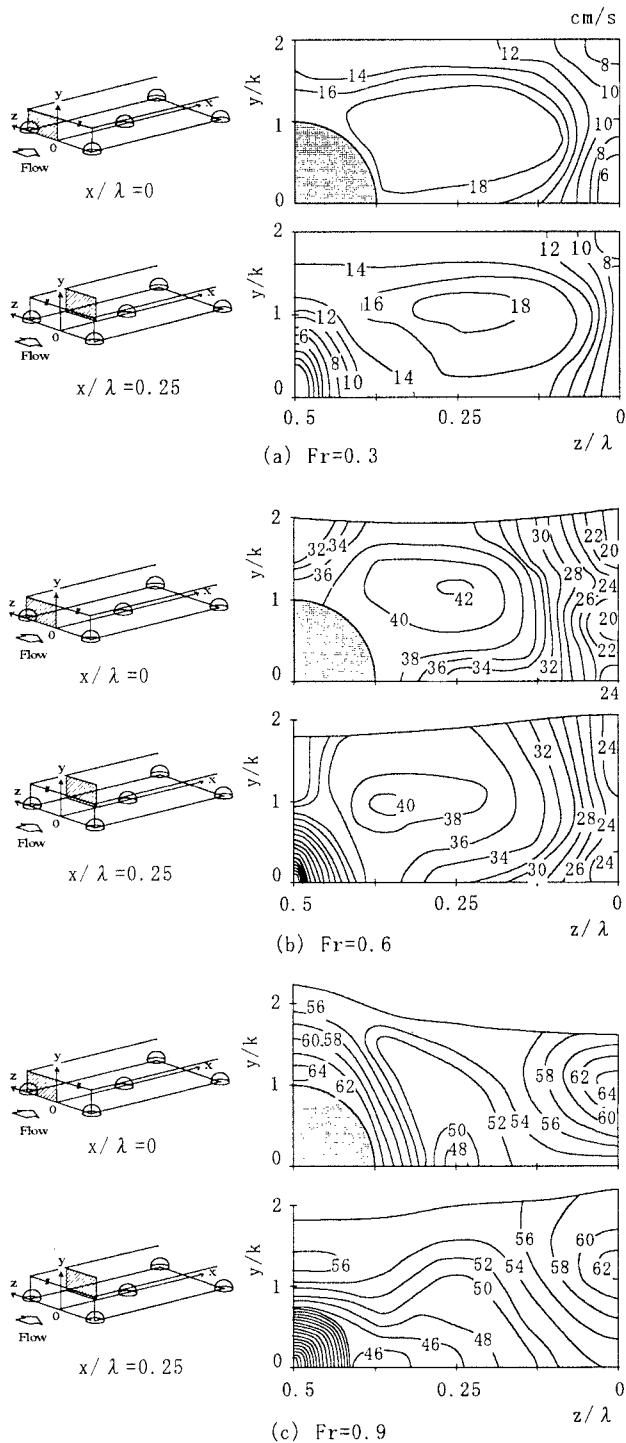


Fig.3 $\lambda/k=8$, $h/k=2$ における流下方向の平均流速のコンターライン