

水路床上に半球状突起を配列した流れに関する実験的研究

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
 建設省土木研究所 正員 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、利用されている。しかし、巨礫を配列した流れの特性については、いまだ分かっていることは少なく、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. 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 4m のアクリル製のものである (Fig.1)。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。実験は相対間隔 $\lambda/k=5$ と 8 、相対水深 $h/k=2$ に設定して行なった。なお、抗力の測定には抗力計を、また水位の計測にはサーボ式波高計を用いてサンプリング間隔 20Hz で一分間測定した。

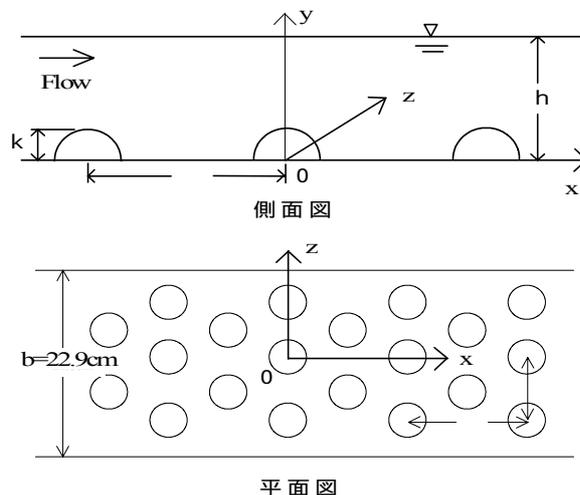


Fig.1 開水路の側面図及び平面図

3. 実験結果及び考察

Fig.2 はフルード数 ($Fr \equiv v/\sqrt{gh}$) の違いによる粗度中心軸上の水面形を示した図で (A) は $\lambda/k=5$ 、 $h/k=2$ 、(B) は $\lambda/k=8$ 、 $h/k=2$ である。これらの図より、流れの緩やかな $Fr=0.3 \sim 0.4$ 付近では粗度間隔に関わらず粗度上で水面が若干窪むような形状を示すことが見られる。この範囲内のフルード数では水面はかなり平滑であり粗度の影響は水面にあまり及んでいないことがわかる。

$Fr=0.5 \sim 0.6$ 付近になると粗度要素上流側と下流側とで水位差を持つようになり、比較的滑らかな山を持つ水面形を形成している。また、この傾向は $\lambda/k=8$ 、 $\lambda/k=5$ と

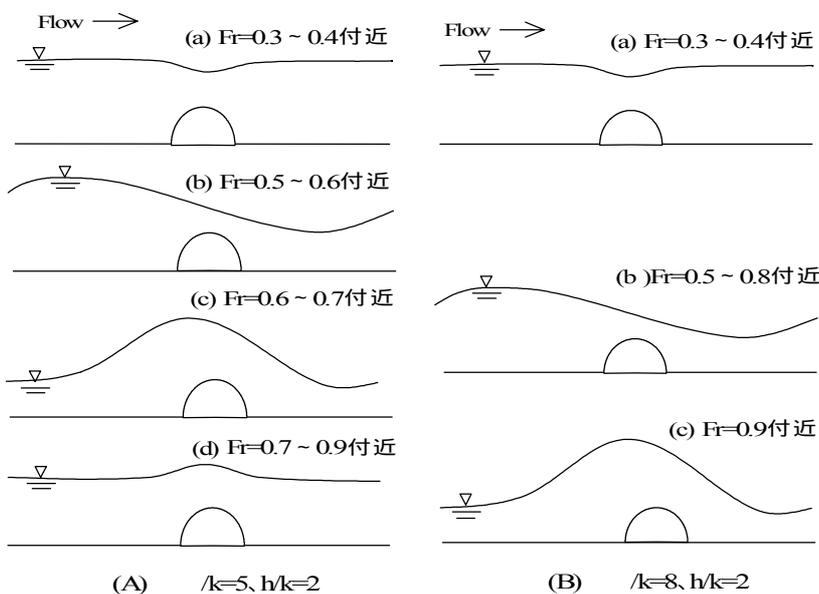


Fig.2 フルード数の違いによる水面形のパターン

とも同じである。 $Fr=0.6$ を超えるあたりになってくると、相対間隔の違いによって水面形が変化し始める。 $Fr=0.6 \sim 0.7$ 付近になると $\lambda/k=5$ では粗度前面で水位が最大となるような、比較的急な山を持つ水面形となる。一方、 $\lambda/k=8$ では依然として粗度要素上流側に山をもつ水面形になっている。この違いは粗度間隔によるものと考えられ、 $\lambda/k=5$ に比べて $\lambda/k=8$ では周辺の粗度の影響が少ないといえる。また、 $\lambda/k=5$ の $Fr=0.7 \sim 0.9$ 付近では粗度中心で山を持つような水面形となっている。一方、 $\lambda/k=8$ では $Fr=0.9$ 付近になると粗度前面で水位が最大となるような、急な山を持つ水面形を示すことがわかる。

キーワード：巨礫流れ、水面波形、抗力、流れの三次元性

住所：福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 Tel 024 - 956 - 8719

Fig.3 は $\lambda/k=5$ 、 $h/k=2$ のときの波形と水位変動を三次元で示し、また Fig.2 と同様にフルード数の違いで分類したものです。これらの図より、波形が山のときに水位変動の値も大きくなっている様子が見取れ、また水位差に伴って水位の変動値も異なっていることがわかる²⁾。

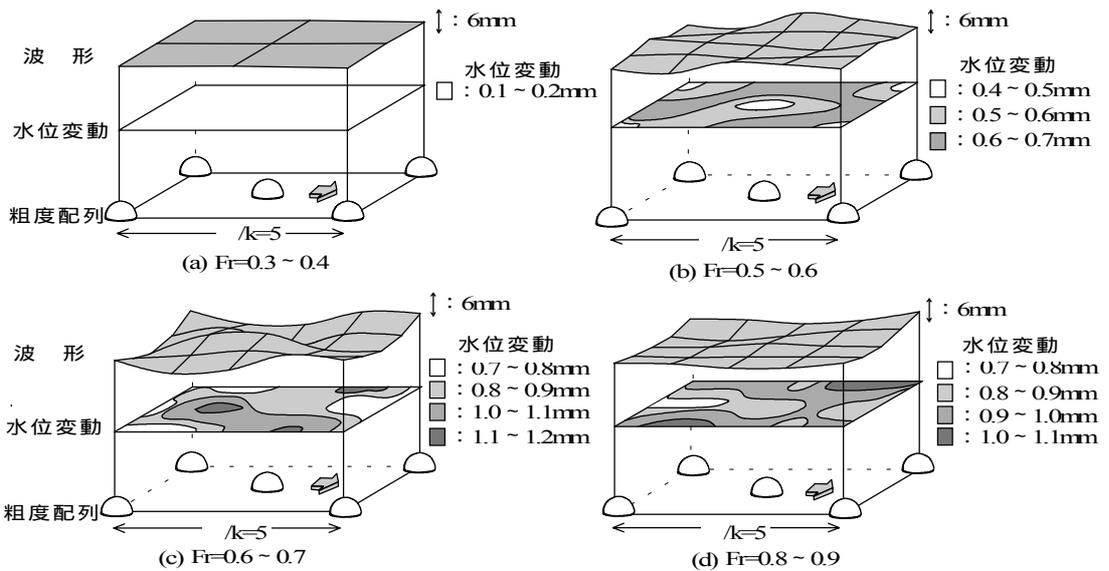


Fig.3 $\lambda/k=5$ 、 $h/k=2$ のときの波形と水位変動

Fig.4 は $\lambda/k=5$ 、 $h/k=2$ における抗力変動と水位変動との関係を示した図である。また、上から $Fr=0.3$ 、 0.5 、 0.6 、 0.9 の順に示してある。なお、横軸に時間遅れを、縦軸に水位変動と抗力変動との相互相関係数を示した。これらより、 $\lambda/k=5$ では $Fr=0.3$ の場合、各地点とも相互相関係数は 0.1 以下であり、水位と抗力との相関は見られない。 $Fr=0.5$ 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。これは、粗度背後の河床付近へ向かう流れ込みが圧力を変化させるため、このような高い相関になったと考えられる。 $Fr=0.6$ になると粗度上流側の $x/k=-0.25$ 地点で高い相関が認められる。この領域は水面波形が $Fr=0.6 \sim 0.7$ の範囲であり、水位変動の大きい波の山が粗度に近づいたため粗度上流側の圧力変化が大きくなったことが原因と考えられる。 $Fr=0.9$ になると再び相関係数は 0.1 以下となり、水位と抗力との相関は見られなくなる。

4. まとめ

- 1) 粗度軸上に現れる水面波形は相対間隔、フルード数によって影響を受け、大きく 4 つに分類される。
- 2) 波の山において水位の変動が大きくなる。

参考文献

- 1) 足立昭平：人工粗度の実験的研究、土木学会論文集報告集、No.417、-13、pp.73-82、1990.5
- 2) 小山和豊、高橋迪夫、小柴剛：半球状突起を有する水路床上の流れの特性に関する実験的検討、平成 11 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要、pp.184 ~ 185、2000.3

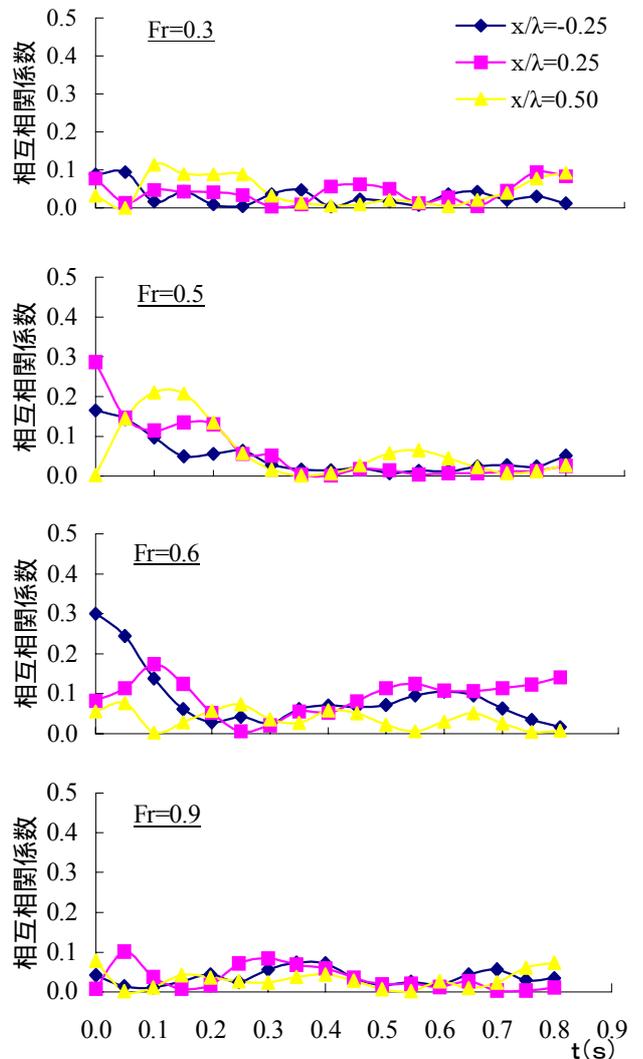


Fig.4 $\lambda/k=5$ 、 $h/k=2$ における抗力変動と水位変動