

II-37

半球状突起に作用する流体力に関する実験的検討

日本大学大学院 学生員 ○小柴 剛

日本大学工学部 正 員 高橋 迪夫

日本大学工学部 小山 和豊

1. まえがき

本報は、山地河川における景観・親水性あるいは動植物の自然生態系に配慮した多自然型河川の流れの基礎的な特性を明らかにすることを目的とし、人工水路床上に種々の配列・密度で点在する半球状の突起に作用する流体力及びその変動特性に関して、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 $b=22.9\text{cm}$ 、深さ 20cm 、長さ 4m のアクリル製のものである。粗度要素に粗度高さ $k=1.00\text{cm}$ 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。水位の計測にはサーボ式水位計を用い、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貼り付けた直径 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を用いて、それぞれサンプリング間隔 20Hz で 1 分間、直接測定した。

3. 実験結果及び検討

Table 1 は各ケースの実験結果であり、また Fig.1、Fig.2 はそれぞれ $H_0/k=4$ 、 $H_0/k=2$ における流下方向の水深変化を表したものである。なお、水路中央の半球中心を原点とした。Table 1 より、 $\lambda/k=20$ を除いた $H_0/k=4$ における抗力は、おもに流体が剥離して生じる形状抵抗によるものと考えられ、相対間隔に影響せず、ほぼ $0.35g$ で一定となっている。一方、 $H_0/k=2$ における抗力は $H_0/k=4$ と比べて平均流速が遅くなっているのにもかかわらず、各ケースともに多少ばらつきはあるものの $H_0/k=4$ のときとほぼ変わらない値となっている。これは Fig.1、Fig.2 にみられるように $H_0/k=2$ では自由水面が半球粗度に近づいたため、半球前面において局部的な水位の盛り上がりが生じ、これにより半球前後で比較的大きな水位差がつき、それに応じた圧力差がさらに半球に作用したためと考えられる。また Fig.1 より $H_0/k=4$ 、 $\lambda/k=20$ のときは 1cm ほどの大きな波高を有し、他のケースと比べ、際立った特徴が見られる。

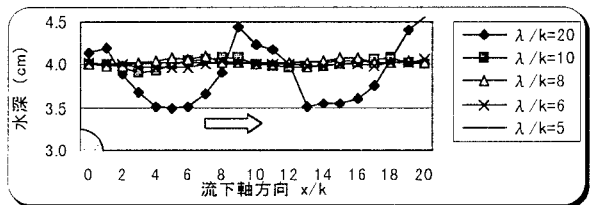


Fig.1 $H_0/k=4$ の水面形

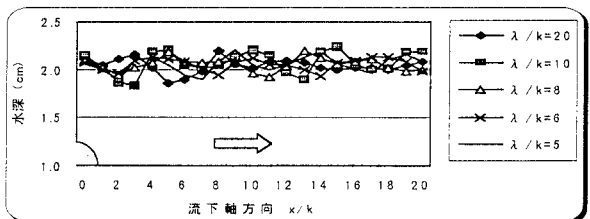


Fig.2 $H_0/k=2$ の水面形

Table1 本実験の抗力の実験結果

相対水深 相対間隔	$H_0/k=4$					$H_0/k=2$				
	$\lambda/k=20$	$\lambda/k=10$	$\lambda/k=8$	$\lambda/k=6$	$\lambda/k=5$	$\lambda/k=20$	$\lambda/k=10$	$\lambda/k=8$	$\lambda/k=6$	$\lambda/k=5$
抗力時間平均値(g)	0.55	0.35	0.33	0.33	0.38	0.33	0.40	0.30	0.31	0.30
抗力係数	0.70	0.43	0.41	0.42	0.48	0.87	1.02	0.78	0.79	0.76
抗力分散値(g)	0.09	0.08	0.07	0.06	0.09	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
抗力変動係数	0.16	0.24	0.20	0.18	0.26	0.06	0.08	0.10	0.10	0.08

これは単一の粗度が形成する波と近傍の粗度が形成する波とが打ち消さないよう、うまく干渉し合ったためと考えらる。したがって $H_0/k=4$ 、 $\lambda/k=20$ では速度の二乗に比例した力の他に半球前後の圧力差が加わって半球粗度に作用したため、Table.1 に見られるように 0.55 g と他のケースと比べて際だって大きくなったと考えられる。

次に抗力変動について考察をする。Table 1 より、 $H_0/k=4$ のときの抗力分散値に比べ、 $H_0/k=2$ の値は約 0.03g と低くなっている。これは半球前後の水位差変動と関係があると考えられる。Fig.3、Fig.4 はそれぞれ $H_0/k=4$ 、 $H_0/k=2$ のときの $\lambda/k=8$ における水位変動の分散値と水深の流下方向の変化を表したものである。なお水路中央の半球中心を原点とした。これらより、 $H_0/k=2$ のときは大きく波打つものの、その変動は小さいものであるのに対し、 $H_0/k=4$ のときは波自体は小さいものの、比較的大きな水位変動が半球前後に現れる様子が確認できる。

Fig.5 は $\lambda/k=8$ における水面変動のスペクトルを半球の頂点から流下方向軸下流側 1cm 地点に対して行ったものであり、Fig.6 は抗力変動のスペクトルを $\lambda/k=8$ のときで行ったものである。Fig.5 より相対水深が異なるときの水位変動の違いは 3Hz より低周波側にあることが見て取れ、これは Fig.6 の抗力変動の相対水深の相違による分岐点と一致している。したがって水面の変動が抗力変動に少なからぬ影響を与えていると考えられる。

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，pp33～44，1964

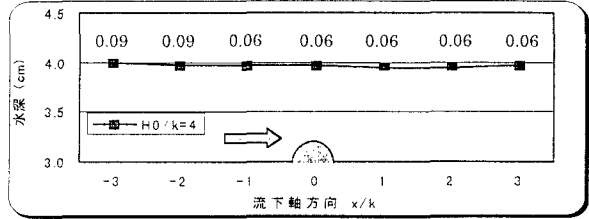


Fig.3 $H_0/k=4$ 、 $\lambda/k=8$ のときの水深と水位変動の分散値の流下方向変化

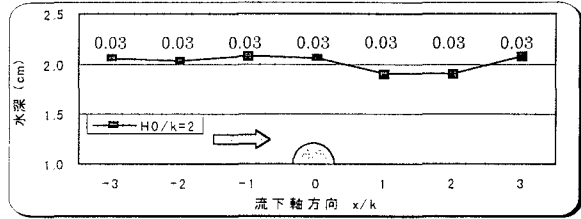


Fig.4 $H_0/k=2$ 、 $\lambda/k=8$ のときの水深と水位変動の分散値の流下方向変化

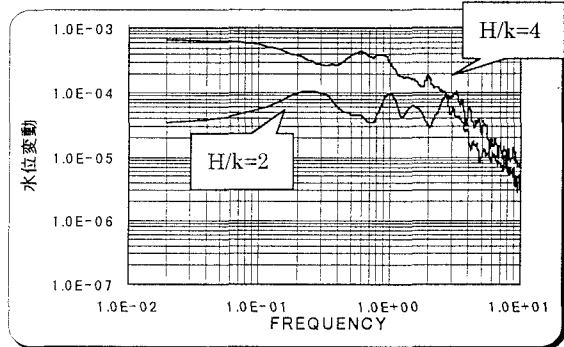


Fig.5 $H_0/k=4$ 、 $\lambda/k=8$ における水面変動のスペクトル

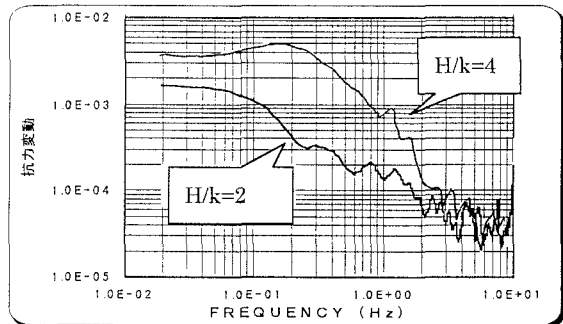


Fig.6 $\lambda/k=8$ における抗力変動のスペクトル