

神戸大学工学部建設学科

学生員 ○泉谷 直哉

びあ(株)

長浜 弘典

神戸大学都市安全研究センター 正会員

藤田 一郎

1.はじめに

バックステップ流れは剥離、再付着流れの典型例であり、過去多くの実験的研究がなされてきた。しかしながら、そのほとんどは滑面を対象としたものであり、実際の河川を想定するならば、粗面上でのバックステップ流れについて調べる必要がある。一方、粗面流に適応可能な乱流モデルも提案されているが、乱流モデルの性能比較のためのベンチマークテストとしてよく利用されるバックステップ流れについては、粗面を対象としたデータは皆無と言っていいのが現状である。¹⁾ そこで本研究では滑面および粗面を対象としたバックステップ流れについて、平均流速、乱流諸量などをPIV法を用いた画像計測により調べ、それぞれについて比較を行った。

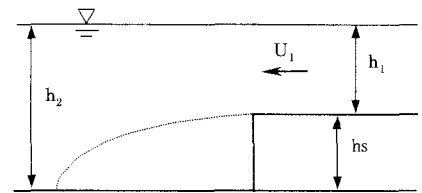


図-1 段落ち流れの諸元

表-1 水理条件

ケース名	K1	K2	N1	NK1	N2	NK2	S-30	SK-30	S-15	SK-15
上流側粗面	なし		波型				棧粗度3.0cm間隔	なし	棧粗度1.5cm間隔	なし
下流側粗面			なし		なし					
流量: Q(m3/s)	0.55 × 10 ⁻³	0.43 × 10 ⁻³	0.55 × 10 ⁻³		0.43 × 10 ⁻³					
勾配: I	1/500									
上流水深: h1(cm)	2.1	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1
下流水深: h2(cm)	4.1	3.7	4.1	4.0	3.7	3.9	3.9	4.3	3.8	4.3
段落ち高さ: hs(cm)	1.5	1.5	1.5	1.78	1.5	1.78	1.5	1.53	1.5	1.56
流入平均流速: U1(cm/s)	17.5	15.0	19.3	19.3	14.3	14.3	13.7	13.7	13.7	13.7
最大流速: U _{max} (cm/s)	20.7	17.0	22.5	22.5	16.9	16.9	17.0	17.0	17.5	17.5
フルード数: Fr1	0.38	0.35	0.45	0.45	0.32	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30
Reynolds数: Re	2926	1736	2926	2926	1876	1876	1926	1926	1926	1926

2.実験概要

図-1、表-1 に段落ち流れの諸元および水理条件をそれぞれ示す。実験には全長 6.0m、幅 15cm の全断面が透明である循環式直線水路（勾配 1/500）を使用した。滑面の段落ち部は、幅 15cm、厚さ 1.5cm の透明塩ビ板を水路底面に敷いて作成した。粗面形状は図-2（(a)～(c)）に示すように 3 通りに変化させ、それぞれのケースでステップの上流側および下流側に同一の粗面を設けたケースと、上流側のみ粗面を設け下流側は滑面のケースについて実験を行った。実験は、ステップへの流入水深が滑面と粗面でほぼ同じになるように下流端のセキを調節した。

3.実験結果および考察

滑面と粗面の結果を定量的に比較するために、いくつかの測線上の分布を図-3 に示した。図-3(a) の u の分布より滑面のケースでは粗面のケースと比較して、ステップ後に大規模な循環領域が存在しているのが見てとれる。また図-3(b) の v の分布では滑面のケースの方が $x/h_s=1$ においてかなり値が小さくなっている。これはこの付

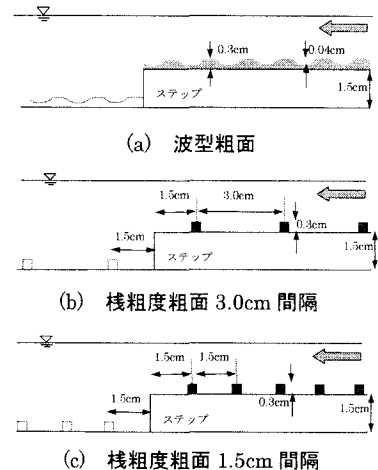


図-2 粗面形状

近 ($x/h_s=0\sim1$) において運動量交換がない死水域を形成していることを意味しており、それによりステップ後の循環領域そのものが小さくなっていると考えられる。図-3(d)(e)の乱れ強度、レイノルズ応力分布においても滑面のケースのみが $x/h_s=1$ においてかなり値が小さくなっており、 $x/h_s=1$ から2にかけて急激に増大しているのが見てとれる。また図-3(c)(d)(e)より、同一測線上において、粗面のケースでは乱流拡散の影響で乱流量の値が滑らかに変化しているのに対し、滑面のケースではステップ高さ付近にピーク値を持っているのが特徴的である。さらにほとんどの測線上において粗面の方が値が大きくなっているが、 $x/h_s=6\sim8$ 付近のステップより下方では逆に滑面の方が値が大きくなっている。これは滑面ではこの付近で渦の生成、発達、剥離が顕著に存在するが、粗面では三次元的な流れが強くなり渦が発達しないためだと考えられる。

図-4 に各ケースの再付着点距離を示す。これにより粗面の方が滑面と比較して再付着点距離が短くなっているのがわかる。

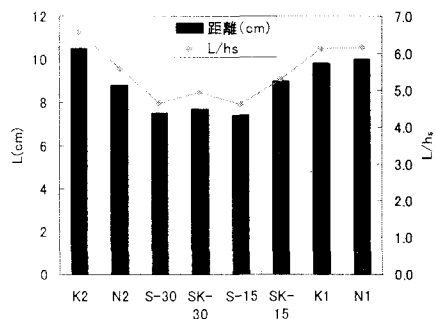


図-4 各ケースの再付着点距離

4. おわりに

本研究は従来ほとんど行われていなかったバックステップ流れに対する粗度の影響について調べたものである。その結果、粗度が再付着点距離や乱流統計量に大きな影響を及ぼすことを実験的に明らかにした。

参考文献

- 1) 藤田・中山・丸山・高橋；粗面段落ち流れの PIV 計測と乱流モデルによる数値計算，応用力学論文集，Vol.5, pp.681-688, 2002.

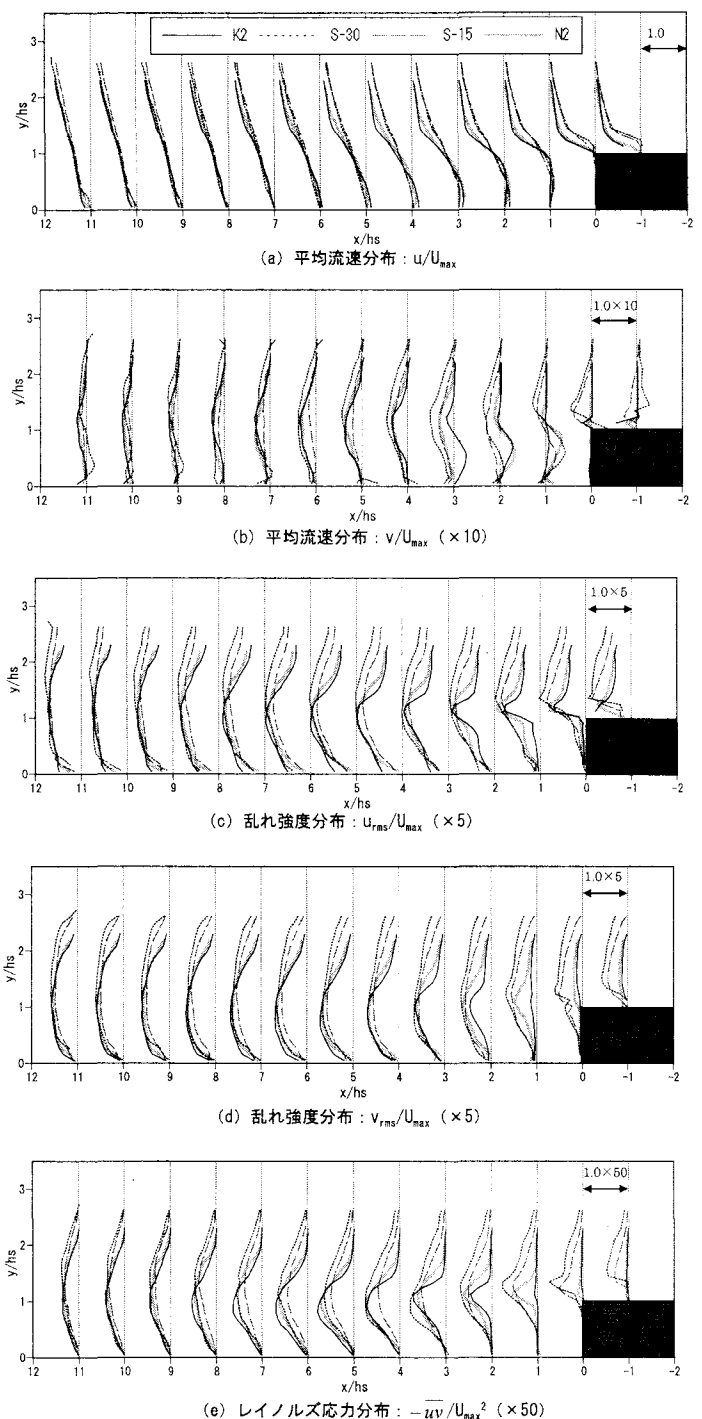


図-3 滑面と粗面の測線上の比較