

II - 30

模擬複断面河道に於ける平面せん断流れに関する基礎実験

東北工業大学 学生員○大川満春 正 員 高橋敏彦
東北工業大学 正 員 阿部至雄 正 員 沼田 淳

1. はじめに

横断方向に水深や粗度が変化する河道においては、横断面内の流速が不均一になり一次元解析法では十分な成果が得られない場合がある。そこで本実験は、石川らの研究¹⁾にならい模擬複断面を作成して流れを二次元的にとらえ、比較的細かく流速測定を行うことにより、模擬複断面河道における平面せん断流れの流速分布と乱れ強度について検討を行った。

2. 実験装置及び実験条件

実験水路は長さ10.0m、幅0.4mの両面ガラス張り鋼製可変勾配式水路を用いた。水路床には図-1（実験条件Fの例）に示すように粗度の違う抵抗板を設置し、模擬複断面とした。この水路に一定量を給水して常流状態とし、水深を約4cmに設定して水理量を測定した。流量は下流端の三角ぜきで、水深は1/10mm読みの「イントゲージ」で測定した。流速は下流端より4.5mの所で直径5mmの「プロ」式流速計で測定した。測定箇所は図-2（実験条件Fの例）に示す通り水深方向に0.5cm刻み、横断方向に0.5～2.0cm刻みとした。断面の総測定箇所は約220点である。各粗度の特性並びに実験条件は表-1、表-2にそれぞれ示す。なお、各粗度に関する特性は予備実験A、B、Cで十分検討してある。また、本報告は主にFの実験結果について述べる。

3. 実験結果及び考察

3-1 流速波形

図-3は実験Fの1例として測点0、即ち水路中央部の水深3.5cmの位置で流速測定時間1分間の内、比較的流速が安定していると思われる約25sec間の流速波形である。サンプリグ周波数は20Hzで読み取り、そのデータ520個を解析対象とした。図より幾分変動がみられるものの、図中の実線部61.5cm/secを、520個の平均値としてこの測定点の流速とした。

3-2 流速分布

図-4は実験Fの測定点-16cmの位置における、水深と流速との関係を示した図である。この測定点での最大流速は水深3.0cmで約55cm/sec、最小流速は水深1.0cmで約30cm/secである。他の測定点についてもこの図のような流速分布がみられ、最大流速は水深3.0～4.0cm、最小流速は水深1.0cmの位置でそれぞれ観測されている。

各断面の平均流速と測定点との関係を、断面平均流速 U を摩擦速度 U^* で、中央からの距離 y を水路幅 B でそれぞれ除して

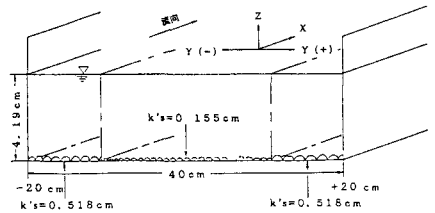


図-1 実験水路

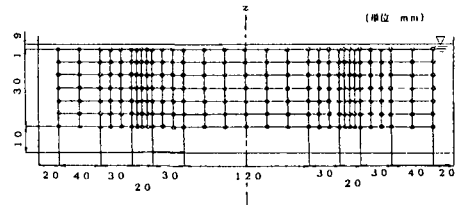


図-2 流速測定点位置

表-1 各粗度の特性

粗度	粗度の種類	平均抵抗 (cm)	粗度高さ (cm)
①	粗砂	0.037	0.155
②	細砂	0.210	0.518

表-2 実験条件

実験番号	粗度	流量 (cm/sec)	水深 (cm)	勾配	平均流速 (cm/sec)
A	滑面	9300	4.14	1/430	51.1
B	①	9300	4.19	1/230	48.6
C	②	9300	4.15	1/200	28.4
D	①-①	7650	4.09	1/230	47.4
E	①-②-①	7600	4.16	1/230	45.9
F	②-①-②	7950	4.19	1/200	55.4

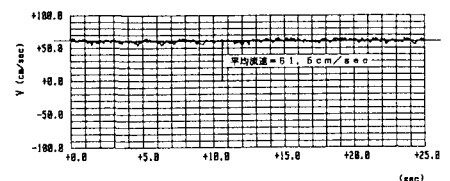


図-3 流速波形

無次元化して表したのが図-5である。この場合、摩擦速度 U_* は流速分布図の傾きから求めた。多少のバラツキはあるが、この図から側壁付近では側壁の影響により流速が小さくなっている様子が読み取れる。さらに両側の粗礫部分の U/U_* が約15前後であるのに対し中央の粗砂部分の U/U_* は約18前後であり、粗砂部分の方が約3程度、流速にして約10cm/sec程度大きく、模擬複断面の流速分布がよく現れている。

図-6(a)は、図-4及び図-5をより立体的に示した図である。

図より横断方向及び水深方向の流速変化が分かり、粗度の影響は水路床付近で一番大きく、水面付近で最も小さくなっているようである。そこで粗度の影響を更に分かりやすくするために、図-6(a)の水深1.0cm以下の流速分布を図示したのが図-6(b)であり、粗度の影響が模擬複断面の底面付近の流速に、顕著に現れている様子が分かる。

3-3 乱れ強度

図-7は、各測定点での乱れ強度 $\sqrt{u'^2}$ を求め、等乱れ強度線を示したものである。両軸とも水深 H および水路幅 B でそれぞれ無次元化して表してある。この図より水路床に近いほど乱れ強度が大きくなり、側壁に近づくほど小さくなる傾向が分かる。粗度の境界である $y/B=0.5$ 、 -0.5 付近より幾分側壁方向、すなわち高水敷側では上に凸になるような分布がみられる。これは図-5にも見られるように、粗度境界付近での流速変化による混合作用により乱れが大きくなっているためだと思われる。また実験中にも低水敷から高水敷に流れが向かっていく様子が観察されている。

4. あとがき

本研究では、模擬複断面の粗度境界付近の流速を比較的細かく測定することにより、流速分布と乱れ強度について検討を行ない、その結果模擬複断面の基本的な水理特性についてある程度明らかにすることができた。今後更に詳細な解析を行ってきたい。

最後に、本実験を遂行するにあたり、東北大学 石川忠晴教授に有益な御助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) 石川忠晴・山崎真一・金丸督司:開水路平面せん断流に関する実験的研究、土木学会第39回年講概要集, pp. 473-474, 1984

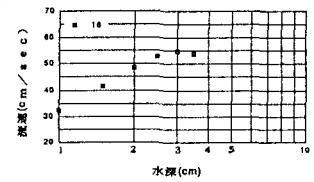


図-4 流速分布

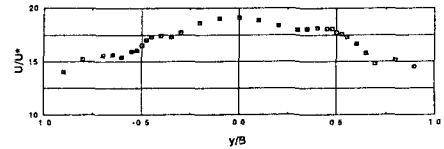


図-5 断面平均流速分布

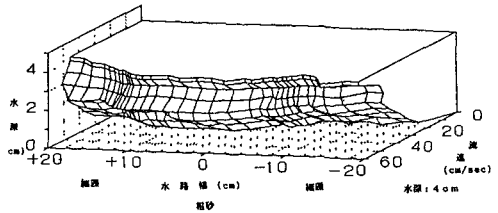


図-6 (a) 三次元流速分布

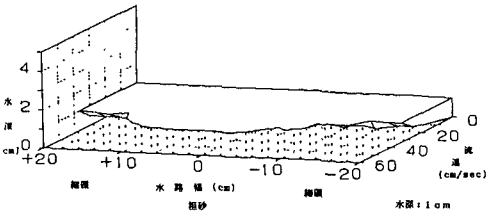


図-6 (b) 三次元流速分布

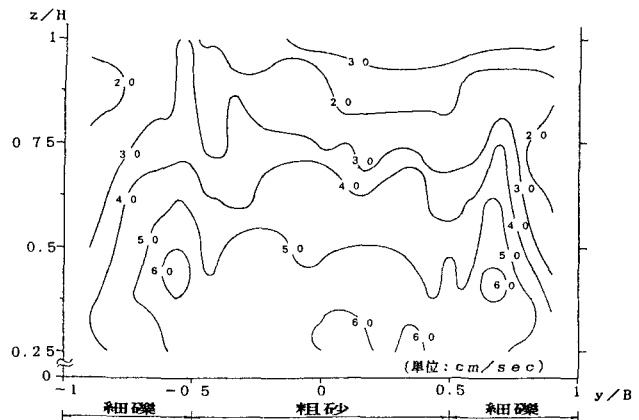


図-7 乱れ強度