

日本大学工学部 学生員 ○ 照井 和久
日本大学工学部 正員 長林 久夫
日本大学工学部 正員 木村 喜代治

1. はじめに 本研究は複数の境界を有する流れの場を把握するために乱流構造の面から各境界面に関する研究を行ってきた。本報では特に流れの中の二次流構造についての実験的検討を行った。今回、対象とした流れは、Fig-1に示すように、水路幅に比べ水深が比較的深いアスペクト比 (B/H) の小さなものであり、より強く側壁や自由水面の効果が発生する三次元的な流れとした。

実験は長さ15m、幅10cmの開水路の等流について行った。また本報では先に報告した滑面開水路に加え、底面に球径直径が5mmの鉛球を水路の底部に敷き詰めた底面粗面開水路の結果についても言及する。

測定水理量は、Tab-1に示す様で、Case Aは滑面開水路、Case Eは底面粗面開水路を示す。測定に使用した直角座標をFig-2に示す。乱流計測は、二成分ホットフィルム流速計で行い、各側点においてU-V面とU-W面の測定を行い、乱流の3成分を計測した。

2. 実験結果とその考察

最大流速位置は、ほぼ $B/H < 4$ になると降下してくることが一般に知られている。Fig-3は滑面開水路の最大流速位置から水面までの距離を水深で無次元化したものと B/H の関係を示す。図中の実線は佐藤が Nikuradse や、松尾等のデータをもとにまとめたものである。この図より、径深が一定であり、Froude数を変化させても最大流速位置の変動は、あまり確認されず

むしろアスペクト比による影響が支配的であると考えられる。

Fig-4は、今回の実験の結果を $2\theta/B$ とアスペクト比についてまとめたものである。これより今回のデータにおいては底面の粗滑による変化はあまり認められなかった。

Fig-5は滑面開水路と底面粗面開水路の水路横断面内の主流流速の等流速分布図を示している。これらを比較すると、底面粗面開水路の方が粗度による摩擦の影響で底面付近での流速の低下が著しいことがわかる。

Fig-6は、主流乱流強度線図を示したものである。これをFig-7の二次流ベクトル図と対比して考察する。Fig-6の主流乱流強度においては、底面粗面開水路に着目した場合、底面側の強度が幾分大きく分布しているが、その支配領域自体は滑面開水路とさほど変わらないのがみられる。これは、Fig-7より明らかなように底面付近に発生している渦のスケールが滑面の場合と底面粗面の場合のそれぞれの水深でほぼ同じ大きさであることからわかる。また、底面粗面開水路で、底面側の隅角部で側壁付近の乱流強度はいずれのケースについても滑面開水路に比べて大きく、その原因として底面粗度の影響が滑面の側壁にまで及ぶものと思われる。

また、Fig-7のそれぞれのケースにおいて強度の強い渦が底面付近と自由水面付近で確認できる。この水面付近で発生している渦については、種種の要因が考えられるが現段階ではまだ明らかになっていない。

Tab-1 測定水理量

Case	H	B	B/H	Q	U _{max}	I	V	R	R _e	F _r	U _{max}
A-1	5.0	9.97	2.0	1720	24.8	0.00167	0.00167	1.48	0.779-107	0.704	2.03
A-2	10.0	9.97	1.0	4760	42.8	0.00167	0.00167	3.32	0.937-107	0.750	2.33
A-3	15.0	9.97	0.67	7500	50.4	0.00166	0.00166	3.73	1.95-107	0.830	2.46
A-4	20.0	9.97	0.50	10500	52.4	0.00166	0.00166	3.89	2.22-107	0.858	2.55

Case	H	B	B/H	Q	U _{max}	I	V	R	R _e	F _r	U _{max}
B-01	9.97	1.99	5.0	1720	13.2	0.00170	0.00170	2.87	1.11-107	0.863	1.33
B-02	19.9	1.99	10.0	4760	19.8	0.00170	0.00170	2.87	1.11-107	0.863	1.33
B-03	29.9	1.99	15.0	7500	24.8	0.00170	0.00170	2.87	1.11-107	0.863	1.33
B-04	39.9	1.99	20.0	10500	24.8	0.00170	0.00170	2.87	1.11-107	0.863	1.33

Fig-1 アスペクト比一覧

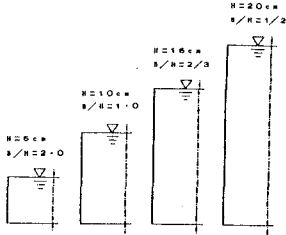


Fig-2

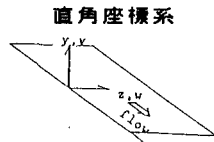


Fig-5 主流流速等速線図

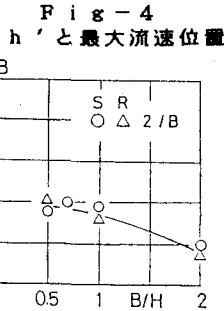
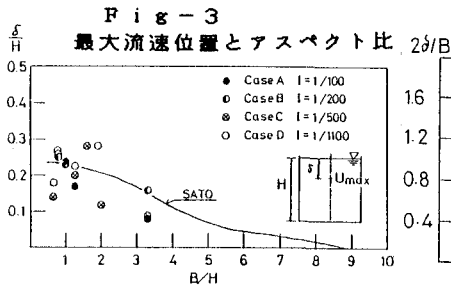
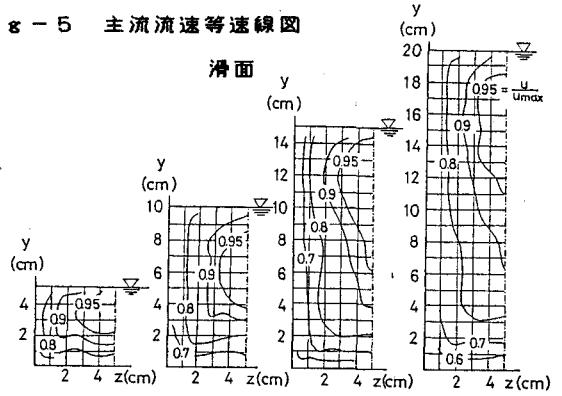


Fig-6 主流乱流強度等強度線図

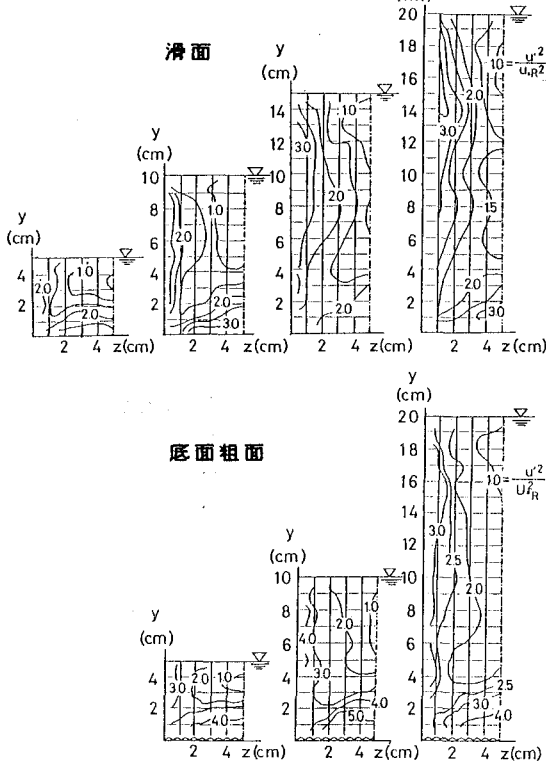


Fig-7 二次流ベクトル図

