

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
日本大学工学部 照 井 和 久

1. はじめに

本研究は複数の境界面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の役割に関する検討を行ってきた。本報では滑面水路と底面粗面水路（5mmの鉛球一層敷詰）の2ケースについての流れに及ぼす底面、側壁の効果と流れの領域区分に関する検討を行った。実験は長さ15m、幅10cmの開水路で、二成分ホットフィルム流速計による計測を行った。表-1の測定水理量でケースAは滑面水路を、ケースEは底面粗面水路をしめす。

2. 流速分布及びレイノルズ応力分布

図-1、図-2は

図-1 流速分布の対数則

図-2 レイノルズ応力分布

滑面水路H=20cmの流速分布の対数表示とレイノルズ応力の分布を示す。

図-1において底面からのy方向分布

で、1つの測線上に2つの対数則が適用される領域が存在する。また図-2のレイノルズ応力分布についても水路中央付近の測線の底面側と最大流速付近に2つの直線部が見られる。両者の直線区間の領域は必ずしも一致していない。図-3 流速対数表示区間

図-3は図-1での直線区間の低速部と高速部を実線と破線で示している。これより底面側の隅角部に滑面、粗面共に高速領域が存在している。

図-4は図-3と同様にレイノルズ応力の直線部を矢印で示している。最大流速付近に見られる破線矢印は負領域を示す。ここでも底面側の隅角部で底面、側壁からの直線分が成立する混合域が存在しており流速分布の高速域と一致しているのは興味深い。また水面側では水路中央付近に混合

表-1 測定水理量

case	H (cm)	B (cm)	B/H	Q (cm ³ /s)	U _m (cm/s)	l (cm)	ν (cm ² /s)	R (cm)	Re=U _m R/ν	Fr=U _m ² /gR	U _{0.2} (cm/s)
A-1	5.0	9.97	1.0	1730	134.8	0.00167	0.01084	2.49	0.779×10 ⁴	0.704	2.02
A-2	10.0	9.97	1.0	4260	142.8	0.00167	0.01454	3.32	0.937×10 ⁴	0.750	2.33
A-3	15.0	9.97	0.67	7500	150.4	0.00166	0.00962	3.73	1.95×10 ⁴	0.834	2.46
A-4	20.0	9.97	0.50	10600	153.4	0.00166	0.00956	3.98	2.22×10 ⁴	0.855	2.55

Case	H (cm)	B (cm)	B/H	Q (cm ³ /s)	U _m (cm/s)	l (cm)	ν (cm ² /s)	R (cm)	Re=U _m R/ν	Fr=U _m ² /gR	U _{0.2} (cm/s)	
E-1	19.95	9.96	0.499	8187	141.2	1.6	0.001710	10.417	3.37	1.11×10 ⁴	0.661	2.58
E-2	19.89	9.96	0.499	13034	130.8	1.0	0.001517	0.6131	3.32	0.79×10 ⁴	0.540	2.33
E-3	14.95	9.96	0.201	11053	121.4	1.6	0.001457	0.0147	2.48	10.36×10 ⁴	0.434	1.88

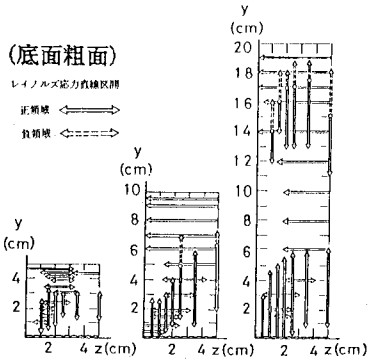
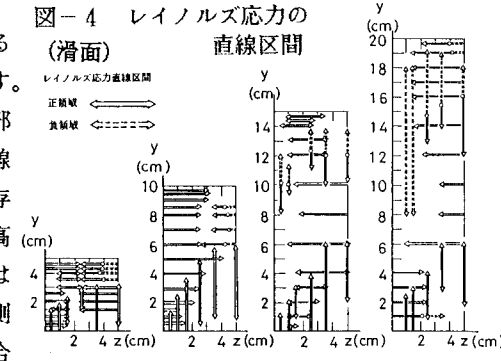
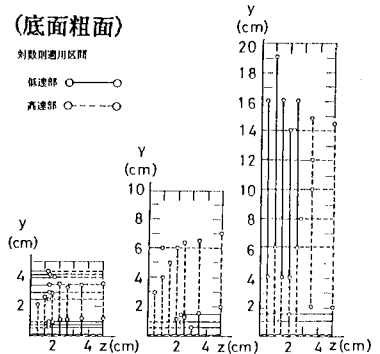
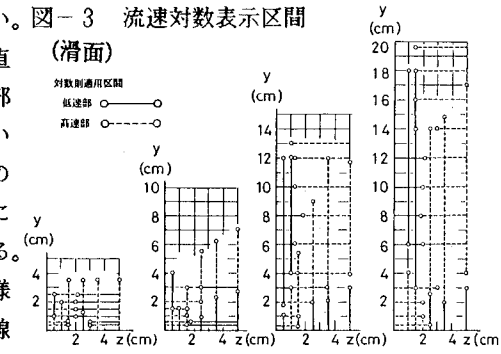
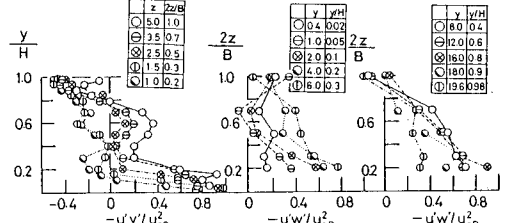
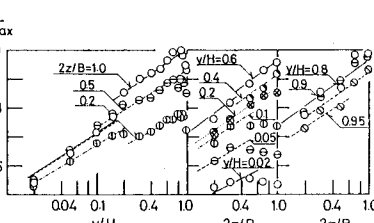


図-5 境界区分模式図

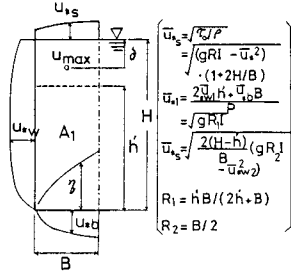
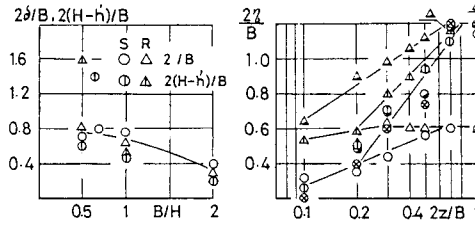


図-6 最大流速位置と h'



域が存在しており、底面側の機構とは異なっている。

図-7 摩擦速度分担率

3. 境界区分と摩擦速度分担率

開水路は底面、側壁の固体境界面に規定されており、乱流特性に及ぼす境界面の影響を検討するうえで効果的な境界区分が必要となる。図-5は境界区分のための模式図を示す。

δ は最大流速位置から水面までの距離、 h' は水深を便宜的に低下させて流速から得られた摩擦速度に等しくなるまでの距離。 η は底面側のレイノルズ応力の直線区間の上限值である。

図-6は δ と $(H-h')$ の B/H に対する分布を示す。Sは滑面、Rは粗面を示す。 h' のバラツキは大きいがほぼ δ と $(H-h')$ は同オーダーとして良いであろう。図-7は図-4から得られた η 分布を示す。

図-8 境界区分と摩擦速度分布

図-8は各境界面摩擦速度の分担率を表し、 u_{*s} は $(H-h')$ からの水面分担率、 u_{*b} は δ によるものである。

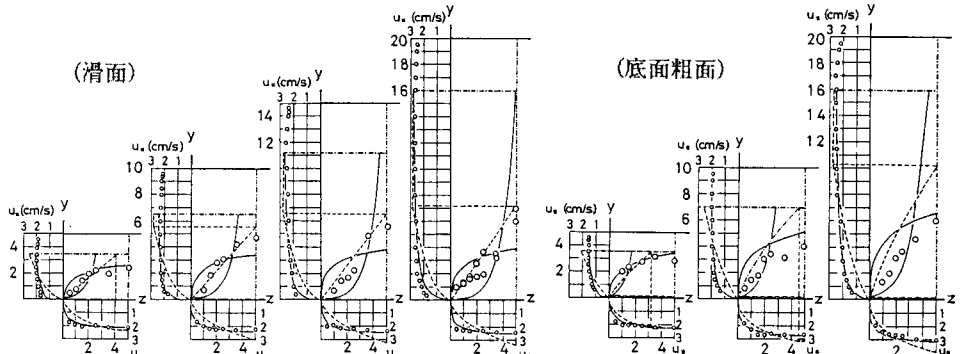
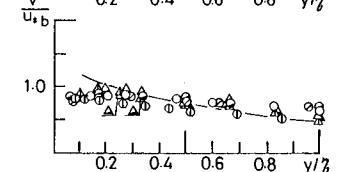
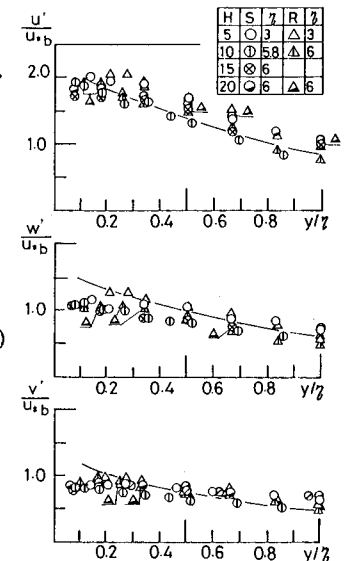


図-9はそれぞれ滑面、底面粗面開水路での木村^①と足立・大同^②による境界区分と周面摩擦速度分布を示している。実線は木村、破線は足立・大同の分布を示す。木村の境界は摩擦速度分布から2次元的に $y = u_*^2 / gI$ で逆算している。その境界は底面側の隅角部で底面、側壁からの競合領域がみられ、図-4と同様な傾向を示している。水路中の丸印は乱流強度 $(w'^2 - v'^2) = 0$ の境界を示している。水路外側の丸印は摩擦速度の実測値を示す。

図-9 乱流強度の各方向成分

図-10は乱流強度の各方向成分の分布をレイノルズ応力からの η で無次元化したものを示している。図中の実線は2次元開水路におけるネ津の関数表示である。 H や h' の外部スケールによる関数表示に比べ、各成分とも関数表示の適合度がよくなる。今後これらの境界区分による乱流特性量に対する関数表示の検討を行う予定である。本研究は文部省科学研究費(奨励研究A)の援助を受けた記して謝意を表す。



(参考文献)

- ① 木村：土木学会論文報告集，第251号，1976年7月
- ② 足立：土木学会論文報告集，第81号，1962年5月
- ③ 大同：第29回 水理講演会論文集
- ④ 長林：59年度 東北支部発表会