

II-189

矩形水路内における非定常流量の計測法

群馬県庁 正員 松井 紀
群馬大学 正員 小葉竹 重機
静岡県庁 望月 満

1. まえがき 実験水路内の任意の点における非定常流量の計測法はまだ確立されていない。本報告は最も簡単な矩形断面の水路にかぎって、一点の流速と水深の測定から水路内の任意の位置における非定常流量を推定する方法について実験的に検討した結果である。

2. 実験方法 実験は幅40 cm、長さ12 mの塩ビ製の水路に非定常流発生装置を取り付けて行なった。勾配は1/250、1/500で、各々の場合についてピトー管の位置を水路底から順次上げていき、その都度同じ波形の非定常流を与えて流速の経時変化をデータレコーダに記録した。流量、ピトー管の位置等を示したのが表-1である。なおピトー管の位置は水深方向だけではなく、横断方向にも水路中央、側壁から10 cm、5 cm、側壁上の計4カ所で計測した。

表-1 実験の種類

勾配	実験 No.	基底流量 (cm ³ /s)	ピーク流量 (cm ³ /s)	水深方向流速測定位置 (cm) (水路床からの距離)	備考
1/250	RUN E	3100	6300	0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.7, 1.85	射流
1/500	RUN F	2950	6400	0.1, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0, 2.2, 2.4	常流
1/500	RUN G	1440	3400	0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.3, 2.8	1/2急縮

3. 実験結果および考察

図-1 (a)～(d)はRUN Eの実験で水路中央における水深方向の流速分布を示したもので、(a)は定常時、(b)は非定常流立ち上がり後5秒、(c)は立ち上がり後10秒、(d)は20秒後のものである。図中の直線は対数則を表すが、これらの図から非定常時にも対数則が成立していることが分かる。立ち上がり後2.5秒程度でピーク流量に達するが、それ以後の流量低減時にも対数則は成立する。これを実験的事実①とする。

つぎに横断方向への流速分布を表にまとめたものが表-2 (a)～(h)である。この表は横断方向の4測線の水深方向の計測結果から、各測線の平均流速を求め、

これと断面平均流速との比を示したものである。(a)は定常時、以後(h)の50秒まで5～10秒ごとの値を示している。この非定常の実験に先立って定常の実験を行ない、アスペクト比8～14の範囲で水路中央の水深方向平均流速の断面平均流速に対する比は1.1であることが分かっていたが、表-2の値から非定常時においても水路中央での水深方向平均流速の断面平均流速に対する比は1.1であることが確かめられた。これを実験的事実②とする。以上の実験的事実①②を用いれば、水路中央の水深方向1カ所の流速測定からまず中央測線の平均流速を求め、これを1.1で割算することによって断面平均流速

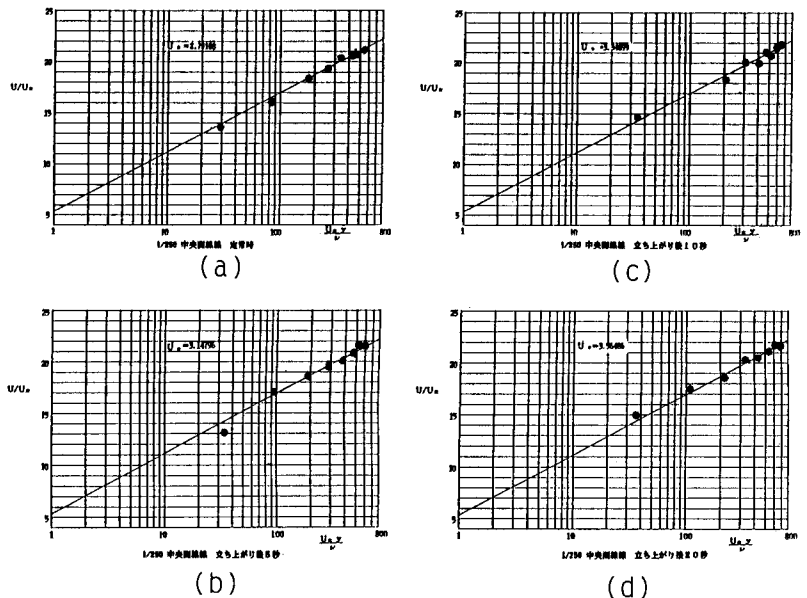


図-1 非定常時の水路中央における流速分布

を求めることができる。したがってその点で水深の計測を行なっておけば流量が得られる。しかしそのつど摩擦速度をiterationで求めるのは若干面倒なので、エネルギー勾配に河床勾配を用いて摩擦速度を計算し、これからピトー管の位置での u と

表一 2 (a) 定常時アスペクト比13.9

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	53.00	50.00	50.36	32.11
補正係数	1.10	1.04	1.05	0.78

(b) 5秒後アスペクト比11.9

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	60.74	58.91	59.49	35.35
補正係数	1.11	1.08	1.09	0.65

(c) 10秒後アスペクト比10.5

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	64.87	63.53	63.80	38.21
補正係数	1.10	1.07	1.08	0.65

(d) 20秒後アスペクト比9.1

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	69.77	68.60	67.27	41.24
補正係数	1.11	1.09	1.07	0.66

(e) 25秒後アスペクト比9.4

測線	中央0	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	68.14	67.81	65.31	39.70
補正係数	1.10	1.09	1.05	0.64

(f) 30秒後アスペクト比10.0

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	64.47	63.46	61.97	37.69
補正係数	1.10	1.08	1.06	0.65

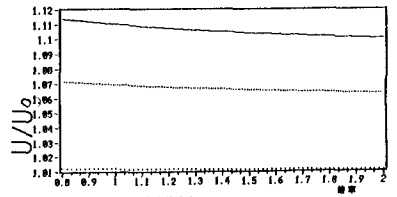
(g) 40秒後アスペクト比11.1

測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	60.49	59.07	59.31	36.20
補正係数	1.09	1.07	1.07	0.65

(h) 50秒後アスペクト比12.0

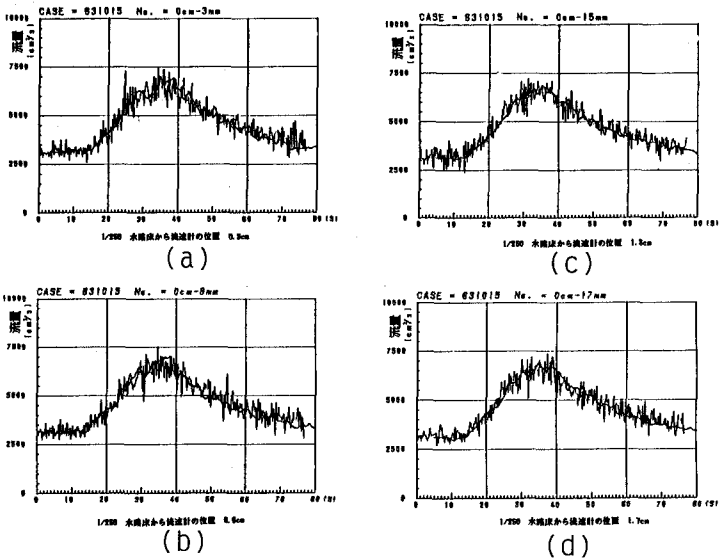
測線	中央	10cm	5cm	側壁
平均流速(cm/s)	57.30	59.14	56.63	34.50
補正係数	1.08	1.12	1.07	0.65

水深方向平均流速 u_0 との比 u/u_0 を計算して、この比の逆数に計測 u を乗じてこれを中央測線の水深方向平均流速 u_0 とすることが考えられる。こうした近似計算をすることの妥当性をみたものが図一2で、横軸に摩擦速度が変化する倍率をとり、縦軸に水深方向のある点における u と u_0 との比 u/u_0 をとって示したものである。設定した状況は水深は一定で摩擦速度が変わるのはエネルギー勾配に誤差があると考えていることに相当する。図は摩擦速度が3 cm/sの場合で、実線は水深の0.8、点線は0.6の位置の変化である。この図から摩擦速度の変化が u/u_0 に与える影響



図一2 摩擦速度の変化が u/u_0 に与える影響

図一3 (a)～(d)はこの近似法を用いて水路下流端から4 mの位置での流量波形を求めた結果である。図中激しく変動しているのは水路下流端に設置した三角堰での流量であり、滑らかな実線が計算流量である。(計測位置と下流端までの4 mの間では流量波形の変形はないと考えられる。) (a)～(d)はそれぞれピトー管を水路底から3 mm、6 mm、15 mm、17 mmの位置に設置した場合の計測結果を用いたものである。この図から水路中央測線であれば、水深方向にはどのような位置で計測してもよいことが分かる。



図一3 中央測線上の一点での流速と水深の計測から求めた計算流量と三角堰流量との比較

また、さらに簡便には水深の計測のみである程度の精度で流量を推定することができることもわかった。