

B-4 小型開水路に於ける指数型平均流速公式について

岐阜大学工学部

増 岡 重 臣

1 要 旨

管水路の流れについては層流の場合は *Hagen - Poiseuille* の法則が乱流に対しては *Prandtl* 及び *Kármán* による対数法則が確立されている。開水路では自由面が存在するために管路のような具合にはいかない。*Kutler*、*R.W. Powell* 及び宮垣氏等が管路の場合の式を基として理論的に、或は実験的に種々研究されているが、此處では小型水路を使用して種々勾配を変え、これに指数型平均流速公式を適用してその指数が如何に変わるか、を究、勾配の変化による自由面の影響を伴つて平均流速の变化する状態を興味的に示そうと試みた。

2 実験装置及び測定方法

勾配 $1/1000 \sim 1/500$ の範囲については松屋氏の実験値(1)を拜借し計算整理する事にした。これは巾20、長さ70 cm. 長さ約20 cm の木製鉋削リベイント内塗せる鉋形断面水路で示したので表一～表三に示してある。

$1/500 \sim 1/10$ の間には本工学部実験室内の実験水路で実験した。此の水路は前面の如く木製鉋削リベイント内塗せる木製水路で巾は50 cm. 高さ25 cm. 長さ約1.5 m である。図一はその平面図である。

流量測定には高差計路の一部に設置した校正済みの鉋鏡地形鏡を使用した。水路下流端は大気中に放流せしめおり常流では下流水の影響を受けるので適当に堰上げでその影響を無くした。実験値は表一に示してある。

3. 平均流速公式

中、を平均流速、 U を勾配、 R を半径とするに *Manning* の式は

$$U = 1/\alpha_m R^{2/3} U^{1/2} \quad \text{----- (1)}$$

よりして

$$U = 1/\alpha_m R^{2/3} U^{1/2} \quad \text{----- (2)}$$

流に相違であるが *Kutler* の相違 n と対応しても一般しない。

式(2)より

$$\log U = p \log R + \log C \quad \text{----- (3)}$$

(6C)

$$\log C = 1/m \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

実験値より $\log v$, $\log R$ の関係曲線を各勾配について求める事が出来れば β 及び $\log C$ がわかり従つて m を出す事が出来る。図-2及び図-3はそれぞれ勾配 $1/100$ 及び $1/15$ の場合の例である。

上記の如くして求めた β 及び m の値は表-5に示してある。

4. 結 論

表-5よりわかるように m は、 $Fr < 4$ の範囲では1に拘らず、 $m = 0.0023 = \text{一定}$ と考へる事が出来るが、 $Fr > 4$ になると m が大きくなり水流の状態が変化することを示している。 β は勾配が急になる程大きい値になっている。

常流と射流との境界は、 $Fr = 1$ であるが此の附近で β が特に大きく変化しているとは考へられないが、 $Fr = 4$ 附近では β の変化が目立っている。

$1/2000 \sim 1/50$ の範囲では、 $Fr = 0.4 \sim 2.0$ で $\beta = 0.81 = \text{一定}$ と考へる事が出来従つて $Fr = 0.4$, $Fr = 2.0$ を境として水流状態の変化が認められる。

尚本研究に使用せる水深は、 $0.01 \sim 6.00 \text{ cm}$ 程度であるがこれに拘られぬ β の値を各勾配に対して求め、大型水路に適用する事も出来ない。

終 語

1956.10.22 記

参考文献 1. 松尾春組 “小型水路における流速公式の実験的研究”
土木試験所報告 才48号 頁18～20.

表-1 甲 20 cm 水路

勾配 I	V cm/s	R cm	Fr	V cm/s	R cm	Fr
1/10000	6.6	5.56	0.22	10.1	3.33	0.18
	3.3	5.00	19	7.7	2.00	17
	2.0	4.29	08			
1/7000	7.7	5.56	0.24	12.0	3.33	0.22
	6.0	5.00	23	7.9	2.00	18
	4.6	4.29	22			
1/5000	20.7	5.56	0.28	14.1	3.33	0.25
	17.7	5.00	28	10.2	2.00	23
	7.9	4.29	27	19.1	5.00	28
1/3000	27.0	5.56	0.36	18.0	3.33	0.32
	27.1	5.00	39	12.6	2.00	29
	22.2	4.29	34			
1/2000	33.6	5.56	0.45	22.8	3.33	0.41
	31.5	5.00	45	14.3	2.00	32
	27.7	4.29	43			
1/1000	48.7	5.56	0.65	32.4	3.33	0.58
	45.3	5.00	65	21.1	2.00	48
	39.6	4.29	61			
1/500	77.4	5.56	1.04	49.6	3.33	0.89
	70.1	5.00	101	32.8	2.00	75
	60.0	4.29	92	69.6	5.00	1.00

表-2 甲 35 cm 水路

I	V	R	Fr	V	R	Fr
1/10000	9.4	5.56	0.15	7.4	2.19	0.16
1/5000	24.9	7.29	0.29	16.6	3.89	0.27
	23.5	6.36	30	11.2	2.18	24
	14.6	5.25	27			
1/3000	34.1	7.29	0.40	22.3	3.89	0.36
	30.4	6.36	39	16.3	2.19	35
	27.2	5.25	37			
1/2000	41.9	7.29	0.50	27.1	3.89	0.43
	38.8	6.36	50	17.4	2.19	37
	34.0	5.25	47			
1/1000	59.9	7.29	0.71	39.7	3.89	0.64
	55.3	6.36	71	24.7	2.19	53
	49.0	5.25	67			
1/500	68.3	5.25	0.94	34.0	2.19	0.73
	57.7	3.89	92			

表-3 甲 70 cm 水路

I	V	R	Fr	V	R	Fr
---	-----	-----	------	-----	-----	------

(62)

1/10000	133 164 141	921 778 618	0.19 14 10	99 70	449 233	0.15 15
1/5000	277 248	921 778	0.29 29	217 177	618 438	0.28 27
1/3000	332 276	921 618	0.35 35	207 129	438 233	0.32 26
1/2000	465 492 369	921 778 618	0.49 47 47	293 184	438 233	0.45 39
1/1000	634 546	778 618	0.73 70	443 293	438 233	0.68 53
1/500	786	618	1.00			

表-4 巾 50 cm 水階

I	V	R	h	V	R	h
1/500	320	281	0.57	572	487	0.75
	112	177	24	244	205	53
	384	331	62	72	662	19
	196	278	34	101	085	31
	532	387	88	355	544	66
	620	455	86	55.9	481	73
	600	483	89	101	096	72
	598	515	74	29	583	1.03
	556	467	71	253	269	0.53
1/300	651	430	1.08	285	174	0.66
	620	404	0.90	176	104	52
	462	316	78	98	046	46
	345	252	74	136	060	52
	509	216	58	422	301	73
	487	360	75	590	443	82
	445	304	76	131	075	48
	750	427	97	988	539	1.21
	965	515	1.70	294	182	0.67
1/200	637	341	1.34	581	219	1.22
	472	195	1.03	442	163	1.10
	602	273	1.14	581	135	1.04
	536	224	1.00	125	036	0.66
	594	384	1.33	177	052	0.77
	553	223	1.12	184	054	0.79
	383	145	0.98	110.5	494	1.42
	88.1	395	1.29	395	1.39	1.03
	42.1	156	1.00			
1/100	743	208	1.58	849	267	1.54
	1026	304	1.76	957	510	1.64
	832	252	1.59	468	1.09	1.40
	547	142	1.23	15.9	0.28	0.94
	415	110	1.00	21.3	0.43	1.03

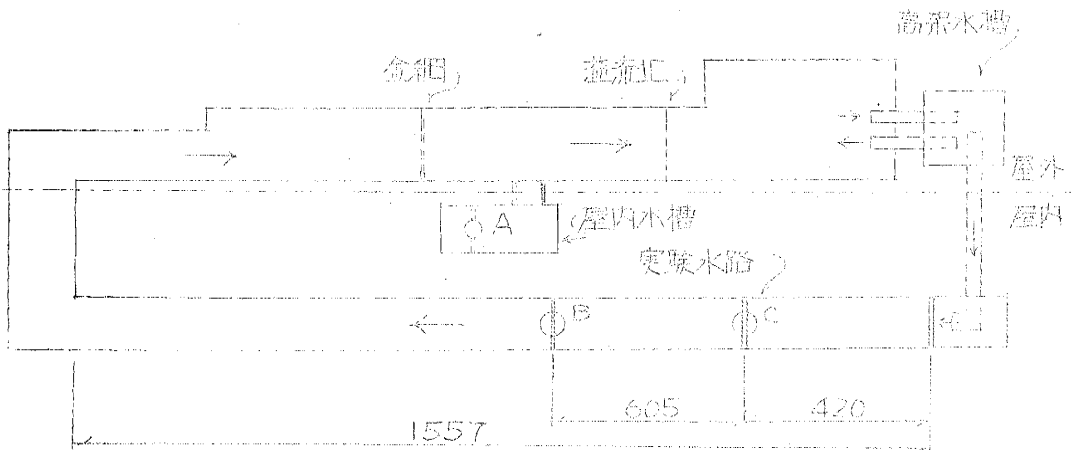
	101.1 108.0 92.0 84.3	3.37 3.44 2.88 2.59	1.63 1.74 1.63 1.67	68.7 22.0 140.0 47.3	1.94 0.44 4.06 1.16	1.52 1.07 2.03 1.37
1/50	113.0 127.5 64.5 53.2 69.5 87.9 102.6 117.9	2.06 2.63 1.18 0.93 1.37 1.64 2.00 2.26	2.40 2.42 1.95 1.78 1.84 2.12 2.22 2.38	5.74 4.94 1.85 8.33 11.70 2.60 167.0 58.9	0.89 0.50 2.55 1.62 2.48 0.38 3.51 0.44	1.90 2.05 1.18 2.03 2.50 1.33 2.65 1.88
1/30	71.2 97.2 124.7 142.8 132.3 66.7	0.94 1.32 1.64 1.92 2.57 0.77	2.28 2.62 3.02 3.16 3.11 2.38	40.8 14.2 29.3 21.1 33.1 69.5	0.46 2.4 3.1 2.84 0.37 0.80	1.90 1.25 1.60 3.76 1.82 2.44
1/20	140.6 146.1 111.4 39.4 133.0 194.0 164.5 186.4 141.8	1.39 1.55 1.11 1.12 1.28 2.26 1.91 2.11 1.45	3.71 3.61 3.29 3.53 3.68 3.95 3.66 3.93 3.66	152.8 59.8 23.1 31.3 118.0 237.0 41.7 80.2	1.66 0.49 1.9 2.4 1.16 2.58 0.32 0.70	3.65 2.71 1.57 1.83 3.42 4.42 2.36 3.02
1/15	180.1 150.4 128.5 121.4 215.0 117.8	1.42 1.25 1.04 0.92 1.75 1.46	4.69 4.18 3.96 3.98 5.00 4.96	82.1 63.7 33.6 261.0 43.0 88.8	0.63 4.6 2.7 2.36 0.31 0.63	3.25 2.98 2.04 5.17 2.47 3.51
1/10	93.8 115.0 180.4 129.5 233.0 288.0 97.1	0.54 1.01 1.45 1.57 1.93 2.18 0.54	3.91 4.52 4.70 4.88 5.14 5.95 4.17	74.8 30.8 36.1 301.0 47.6 97.8	0.39 1.57 2.5 2.06 0.27 0.57	3.80 2.55 2.27 6.24 2.89 4.08

表-5

NO.	I	I ^{1/2}	Fr	β	C	m	備 考
1	1/10000	0.010	0 ~ 0.2	0.67	4.6	0.0022	松尾氏 の實驗 値より 計算
2	1/7000	0.012	0.18 ~ 0.24	0.73	5.0	0.0024	
3	1/5000	0.014	0.23 ~ 0.30	0.73	6.0	0.0023	
4	1/3000	0.017	0.28 ~ 0.40	0.75	7.5	0.0023	
5	1/2000	0.022	0.32 ~ 0.50	0.81	9.5	0.0023	
6	1/1000	0.032	0.55 ~ 0.73	0.81	13.0	0.0023	計算

(64)

7	1/500	0.045	0.73 ~ 1.0	0.81	17.0	0.0024	
8	1/500	0.04	0.7 ~ 1.0	0.81	17.0	0.0024	算首目
9	1/300	0.06	0.7 ~ 1.0	81	18.0	0.0024	
10	1/200	0.07	0.7 ~ 1.0	81	30.0	0.0033	算の算
11	1/100	0.10	1.0 ~ 2.0	82	40.0	0.0053	
12	1/50	0.14	1.0 ~ 2.0	82	56.0	0.0025	算より
13	1/30	0.18	2.0 ~ 4.0	90	80.0	0.0023	計算
14	1/20	0.22	2.0 ~ 4.0	92	100.0	0.0022	
15	1/15	0.25	2.0 ~ 4.0	100	140.0	0.0010	
16	1/10	0.32	4.0 以上	128	54.0	0.0050	
			2.0 ~ 4.0	100	165.0	0.0020	
			4.0 以上	128	110.0	0.0030	
						1/4 以下	
						0.0023	



A 溢流水源測定位置

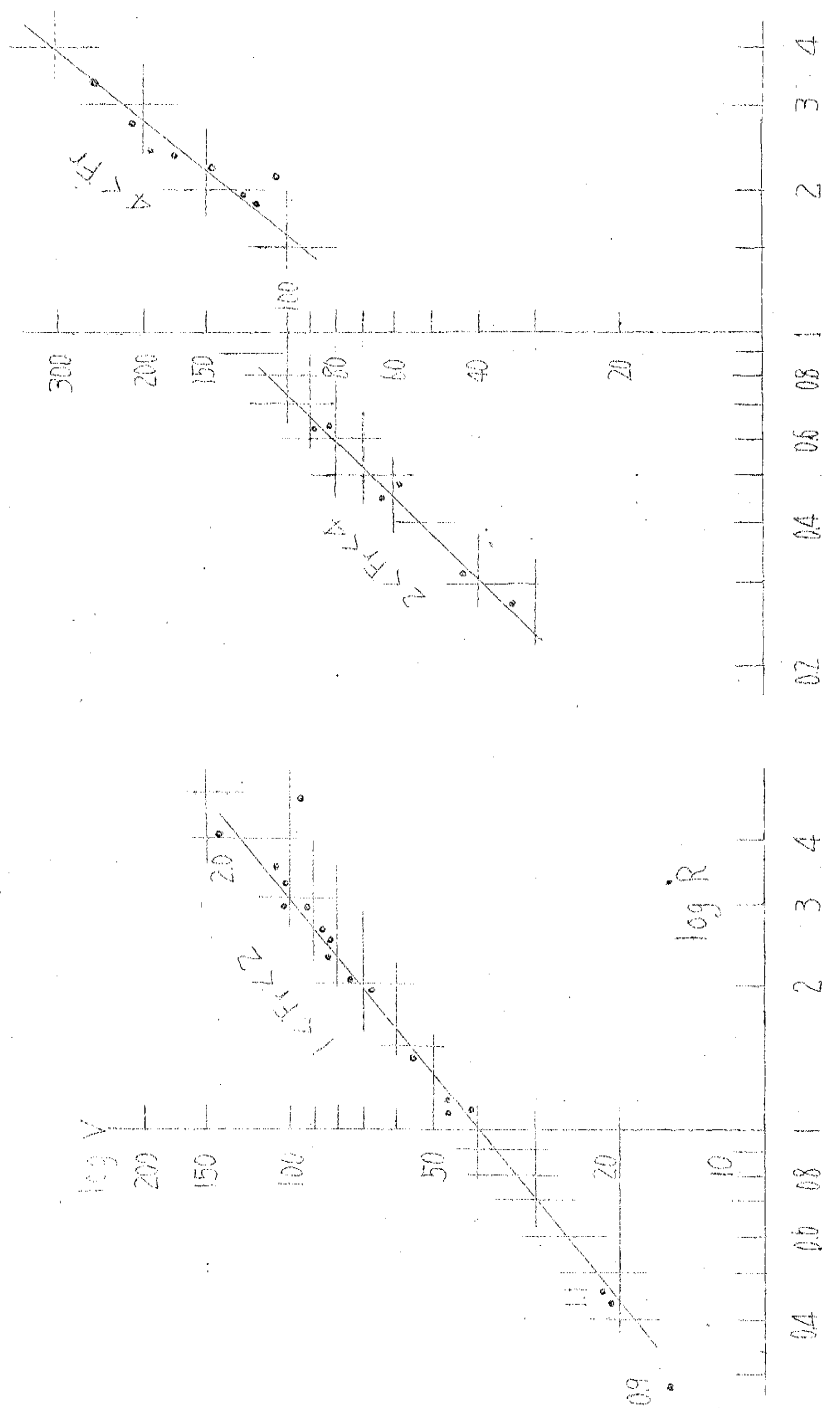
B 屋内水槽測定位置

C 実験水路測定位置

才1図 水路平面

64 X 65157 Fマシに2

半枚
真なし
真なし



#2図 1:100

#3図 1:15