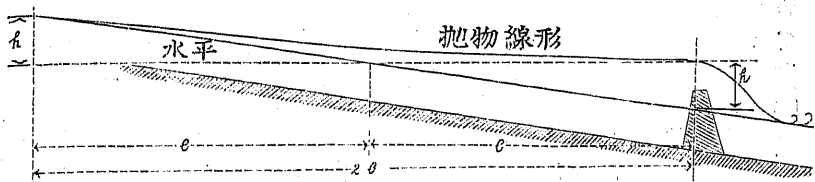
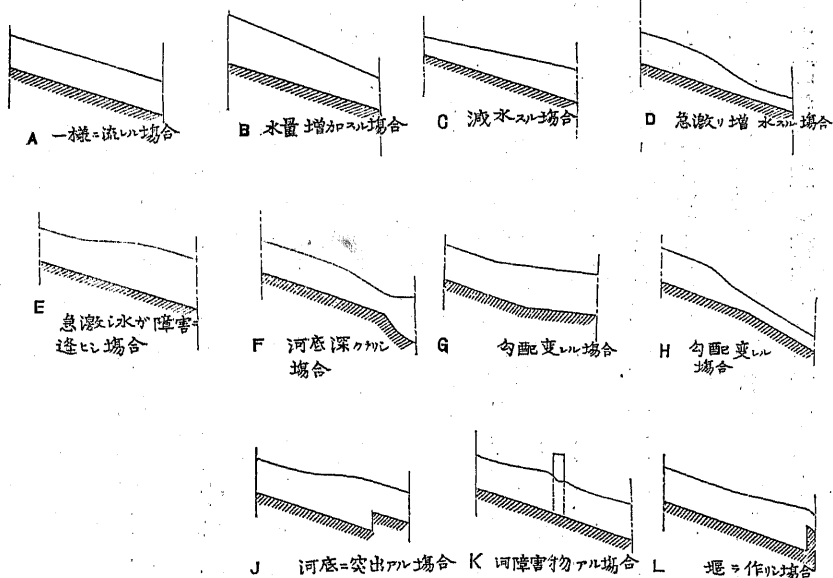


第四十四圖



第四十五圖



Meriman—A treatise on hydraulics (1912) p 353—359

Church—Hydraulic motors (1905) p 220—239

Flamant—Hydraulique (1900) p 244—270 "remous."

水の流れるは決して簡單なるものにあらず河底の形状勾配の變遷、水量の増減障害物の有無によりて多種多様となる、第四十五圖は其種々なる場合を示すものなり。

水路に於ける流水

流動體の摩擦は其重量と其流動體が接する面に正比例をなし流速の自乗に比例するものなるが故に

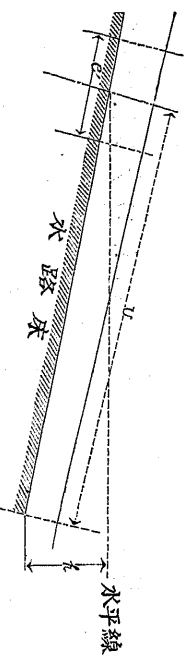
今第四十六圖に於て

l = 水路の長

p = 断面の水に接する邊の長

水路に於ける流水

水路に於ける流水



第四十六圖

w = 水の重量

v = 水の速度

F = 水の摩擦力(但し水路の長さ l に對し)

ζ = 水の摩擦係數

とすれば

$$F = \zeta w v l v^2.$$

F が一定時に流過する長さを w ,

W は其時間に對する工程

a は流水の横斷面積

h は高低の差

とすれば

$$W = \text{重量 } w a v \times \text{高 } h = w a v l h.$$

$F \cdot v$ = 摩擦の仕事

故に $w a v l h = F v a = \zeta w v l v^2 a.$

或は $\zeta v^2 a = \frac{a}{p} h.$

$$v = \sqrt{\frac{1}{\zeta} \frac{a}{p} \frac{h}{a}}$$

$$\sqrt{\frac{1}{\zeta}} = c \text{ とし } \frac{a}{p} = \frac{\text{流水面積}}{\text{流水に接する邊}} = R \text{ とし } \frac{h}{a} = \text{勾配} = S \text{ とすれば}$$

$$v = c \sqrt{R \cdot S} \text{ となる}$$

此算式は Antoine Chezy 氏が十八世紀の終末に作りしものなり然れども水の流は此簡單なる法則より種々複雑なるもの、相加りたるものにして第十九世紀の中頃より Darcy, Bazin 氏等の實驗あり十九世紀の終りに於て Ganguillet, Kutter 氏等の實驗の結果として現今用ひらるゝマンター氏算式を得るに至る。

v = 流水平均速度 毎秒呎

R = 流水面積(平方呎)を流水に接する邊(呎)にて除したるもの(流水的平均深又は徑深, hydraulic mean depth)

S = 勾配 = sine of inclination.

水路に於ける流水

n = 流水に接する地質に関する係數 (coefficient) とすれば

$$v = \frac{1}{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{s}} \sqrt{R.S.}$$

$$v = \frac{1}{1 + \left(a + \frac{m}{s}\right) \frac{m}{\sqrt{R}}}$$

$$a = 41.6, \quad l = 1.811, \quad m = 0.00281$$

係數 n の値は次の表を以て (但し係數 n は定まる計算は Ganguillet & Kutter —

Flow of water in rivers & canals に従ふ所なり)

彻底共削りたる木板にて作られたるときは	n の量 0.009
同上 「セメント」にて塗りたるとき或は滑鐵管のとき	0.010
同上 「セメント」一分砂三分の「モルター」にて塗りたるとき	0.011
同上 削らざる木板にて作られたるとき或は普通鐵管のとき	0.012
同上 煉瓦或は中上切石垣のとき	0.013
同上 野面石垣のとき	0.017

小砂利質の運河に於ては

0.020

運河或は川に於て岩石突出せず水草の生ぜざる所にては

0.025

同上所々に岩石及水草あるときは

0.050

同上岩石水草等ありて形宜しからざるときは

0.035

右の係數 n を式中に當てはめて v の量を知るを得べしと雖も算出に手数を要するが故に左に之を表にて示し算出に便ならしむ。

クッター氏算式を $v = \frac{1}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$ の形式にて顯すと n の値左表の如し

水路に於ける流水

勾配〇・〇〇〇四即ハチ二千五百分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n の 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	.1
.15	104	89	78	69	62	50	43	34	25	19	16	13	.15
.2	116	101	90	80	71	59	50	40	29	23	19	16	.2
.3	126	110	97	87	78	65	54	44	32	25	21	18	.3
.4	138	120	107	96	87	73	62	50	37	30	24	21	.4
.6	148	129	115	104	64	79	68	55	42	33	27	23	.6
.8	157	140	126	113	103	87	75	62	47	38	31	27	.8
1	166	148	133	121	110	93	81	67	51	42	35	30	1
1.5	172	154	138	125	115	98	85	70	55	45	37	32	1.5
2	183	164	148	135	124	106	93	78	61	50	42	37	2
3	190	170	154	141	130	112	98	83	65	54	45	40	3
4	199	179	162	149	138	119	105	89	71	59	51	45	4
6	204	184	168	154	142	124	110	94	76	63	55	48	6
10	211	191	175	161	149	130	116	99	81	69	60	53	10
20	219	199	183	168	157	138	123	107	88	75	66	59	20
50	227	207	190	176	164	146	131	115	96	83	73	66	50
100	235	215	198	184	173	154	139	123	104	91	82	75	100
100	239	219	203	189	177	158	143	127	108	96	87	80	100

勾配〇・〇〇〇二即ハチ五千分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n の 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	.1
.2	99	85	74	65	59	48	41	32	24	18	15	12	.2
.3	121	105	93	83	74	61	53	42	31	25	21	17	.3
.4	133	116	103	92	83	69	59	48	36	29	24	20	.4
.6	143	125	112	100	91	76	65	53	40	32	27	23	.6
.8	155	138	122	111	100	85	73	60	46	37	31	26	.8
1	164	145	131	118	107	91	79	65	50	41	34	29	1
1.5	170	151	136	123	113	96	83	69	54	44	37	32	1.5
2	181	162	146	133	122	105	91	77	60	49	42	36	2
3	188	170	154	140	129	111	97	82	64	54	45	40	3
4	200	179	163	149	137	119	105	89	72	59	51	45	4
6	205	185	168	155	143	125	111	94	76	63	55	48	6
10	213	193	176	162	150	132	117	100	82	69	60	53	10
20	218	198	181	167	155	137	122	105	87	73	64	57	20
50	222	201	185	170	158	140	125	108	89	76	67	60	50
100	228	207	190	176	164	145	131	113	95	82	72	65	100
100	231	210	194	180	168	149	134	117	98	85	76	68	100
100	235	215	198	184	172	154	139	122	103	89	80	73	100
100	240	220	203	189	177	158	143	126	108	94	85	78	100
100	245	224	208	194	182	163	148	131	113	99	90	83	100

六一

勾配〇・〇一即ハチ百分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n の 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	.1
.15	110	95	83	74	66	54	46	36	27	21	17	14	.15
.2	122	105	93	83	75	62	52	42	31	24	20	17	.2
.3	130	114	100	90	81	67	57	46	34	27	22	19	.3
.4	143	125	111	100	90	76	64	52	39	31	25	22	.4
.6	151	133	119	107	98	82	70	57	44	35	29	24	.6
.8	162	143	129	116	106	90	77	64	49	39	33	28	.8
1	170	151	135	123	112	95	82	68	53	43	35	31	1
1.5	175	156	141	128	117	99	87	72	56	45	38	33	1.5
2	185	165	149	136	125	107	94	79	62	51	43	37	2
3	191	171	155	142	130	112	99	83	66	55	46	40	3
4	199	179	162	149	138	119	105	89	71	59	51	45	4
3.28	201	181	164	151	139	121	106	91	72	60	52	46	3.28
4	204	184	167	154	142	123	109	93	76	63	55	48	4
6	210	190	173	163	143	129	115	99	81	68	59	52	6
10	217	196	180	166	154	136	121	105	86	74	65	58	10
20	225	204	187	173	161	143	128	112	93	80	71	64	20
50	231	210	194	181	168	150	135	119	100	87	78	71	50
100	235	214	197	184	172	153	139	122	104	91	82	75	100

水力

勾配〇・〇一即ハチ百分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n の 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	.1
.2	110	94	83	73	65	54	45	36	27	21	17	14	.2
.3	129	113	99	89	81	66	57	45	34	27	22	18	.3
.4	141	124	109	98	89	74	63	51	39	30	25	21	.4
.6	150	131	117	105	96	80	69	56	43	34	28	24	.6
.8	161	142	127	115	104	88	76	63	48	39	32	27	.8
1	169	150	134	122	111	94	82	68	52	42	35	30	1
1.5	175	155	139	127	116	99	86	71	56	45	38	33	1.5
2	184	165	149	136	124	108	93	78	62	50	43	37	2
3	191	171	155	142	130	112	98	83	66	54	46	40	3
4	199	179	163	149	138	119	105	89	71	59	51	45	4
3	204	184	168	154	142	124	110	93	75	64	54	48	4
6	211	190	174	160	149	130	116	99	81	68	59	52	6
10	218	197	181	167	155	136	122	105	87	74	65	58	10
20	225	205	188	175	163	144	129	113	94	81	72	65	20
50	232	212	196	182	170	151	137	120	101	89	79	72	50
100	236	216	200	186	174	155	141	124	105	94	85	77	100

六一

クッター氏算式は計算に不便なるを以て Moore 氏は之を次の如く變更せり。

$$v = \frac{L}{n} + \left(\frac{a+m}{s} \right) \frac{R\sqrt{S}}{\sqrt{R} + \left(\frac{a+m}{s} \right) n}$$

$$N = \left\{ \frac{L}{n} + \left(\frac{a+m}{s} \right) \right\} \sqrt{S}$$

$$D = \left(\frac{a+m}{s} \right) n$$

とすれば $v = \frac{NR}{\sqrt{R} + D}$

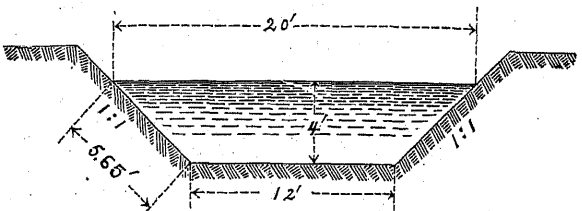
ND の量は Moore's new table for the complete solution of Ganguillet and Kutter's formula にあり参照すべし。

例 勾配 $\frac{1}{1600}$ として第四十七

勾配〇・〇〇〇一即ハ千壹萬分ノ一ナルトキ

徑深	係 數 n の 量												徑深	
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.020	.030	.035	.040		
.1	c	90	78	68	60	54	44	37	30	22	17	14	12	.1
.2	112	98	86	76	69	57	48	39	29	23	19	16	16	.2
.3	125	109	97	87	78	65	56	45	34	27	22	19	19	.3
.4	136	119	106	95	86	72	62	50	38	31	25	22	22	.4
.6	149	131	118	105	96	81	70	57	44	35	30	25	25	.6
.8	158	140	126	114	103	88	76	63	48	39	33	28	28	.8
1	166	147	132	120	109	93	81	67	52	42	35	31	31	1
1.5	178	159	144	130	120	103	89	75	59	48	41	35	35	1.5
2	187	168	151	138	127	109	96	81	64	53	45	39	39	2
3	198	178	162	149	137	119	104	89	71	59	51	45	45	3
3.28	201	181	164	151	139	121	106	91	72	60	52	46	46	3.28
4	206	186	169	155	143	125	111	94	76	64	55	49	49	4
6	215	195	178	164	152	134	119	102	84	71	61	54	6	6
8	221	201	184	170	158	139	124	107	88	75	66	59	8	8
10	226	205	188	174	162	143	128	111	92	78	69	62	10	10
15	233	212	195	181	169	150	135	118	98	85	75	68	15	15
20	237	216	200	185	173	154	139	122	102	85	79	71	20	20
30	243	222	206	191	179	166	145	128	108	98	84	77	30	30
50	249	227	211	197	185	166	151	134	114	100	91	83	50	50
100	255	234	218	204	191	172	158	140	121	100	91	83	100	100

第四十七圖



水路に於ける流水

圖の断面を有する水路の流量を求めよとせ

$$p = 5.65 + 12 + 5.65 = 23.3 \text{ 呎}$$

$$A = \frac{20 + 12}{2} \times 4 = 64 \text{ 平方呎}$$

$$R = \frac{64}{23.3} = 2.75 \text{ 呎} \quad \sqrt{R} = 1.66$$

$$S = \frac{1}{1600} \quad \therefore \quad \sqrt{S} = \frac{1}{40}$$

$n = 0.02$ とすれば前に掲載する表により $c = 80$ を得べし。

$$v = c \sqrt{RS} = \frac{80 \times 1.66}{40} = 3.32 \text{ 呎毎秒}$$

$$Q = 3.32 \times 64 = 212.48 \text{ 立方呎毎秒}$$

左に示す第四十八圖は水面速度と平均速度との關係が河邊の質及水深によりて變化するを示すものなり。