

灌溉系統構造物之設計與實例

灌溉水量測設備之設計(二)

Design of Irrigation Water Measuring Devices

洪 有 才

十、巴歇爾水槽 (Parshall Flume)

巴歇爾水槽為美國哥羅拉多州農業推廣站主任工程師 R. L. Parshall 所創，首先稱為改進式文就利水槽 (Improved venturi flume)，為一特製之量水槽，設計使其流水之尾水不產生沉澱之條件下，通過構造物內某處產生臨界水深 (Critical Depth)，因此只須單一量測深度即可從而求得通過之水量。該槽為一木製，金屬或混凝土製成之構造物，將渠道縮小成一喉道 (Throat)，然後放大底部各向上下游擴大，並使其水流在喉道下游產生水躍現象 (Hydraulic jump)。其優點為(1)量水正確，(2)水頭損失較量水堰小，(3)自由流及潛流皆可量測，(4)量水範圍大，(5)不受游砂或雜草之淤塞，(6)接近流速對於量水精度影響較小。其缺點為(1)施工需要較優良之技術，(2)工程費較大，(3)必須設於渠道直線段，不能與水門聯用。

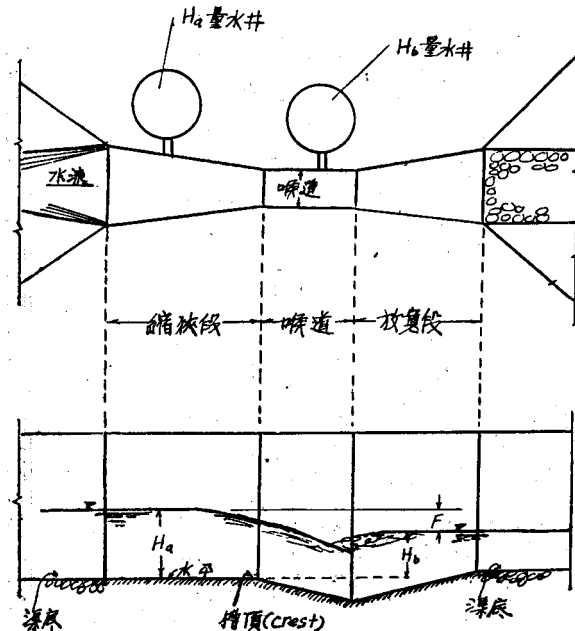


圖10：巴歇爾水槽各部名稱說明

十一、巴歇爾水槽之種類

如圖10巴歇爾水槽之大小係以喉道寬度為標準，例如一呎水槽其喉道寬即為一呎，其製造可適用於自由流 (Free flow) 及潛流 (Submerged flow)，前者係喉道下游之水面，不因迴水關係產生阻滯 (Retardation) 現象者稱之，否則產生潛流現象，其關係可由喉道下游之水深與上游水深比，並依其大小型之水槽而定，茲將其種類與自由流及潛流之關係列於次：

(1) 小型 (喉道寬度為3吋，6吋，9吋屬之)。

如圖10 $\frac{H_b}{H_a} \leq 0.6$ 或 $\frac{F}{H_a} \geq 0.4$ 時為自由流

$\frac{H_b}{H_a} > 0.6$ 或 $\frac{F}{H_a} < 0.4$ 時為潛流

(2) 中型 (喉道寬度為1—8呎者屬之)

如圖10 $\frac{H_b}{H_a} \leq 0.7$ 或 $\frac{F}{H_a} \geq 0.3$ 時為自由流

$\frac{H_b}{H_a} > 0.7$ 或 $\frac{F}{H_a} < 0.3$ 時為潛流

(3) 大型 (喉道寬度為10呎以上者)

如圖10 $\frac{H_b}{H_a} \leq 0.8$ 或 $\frac{F}{H_a} \geq 0.2$ 時為自由流

$\frac{H_b}{H_a} > 0.8$ 或 $\frac{F}{H_a} < 0.2$ 時為潛流

十二、巴歇爾水槽之自由流流量與潛流流量公式

通過巴歇爾量水槽之自由流流量之基本公式為：

$$Q = JH_a^n \dots\dots\dots(10)$$

式中Q=流量，(c.m.s.)

J=係數，為量水槽大小之函數

H_a = 上游水頭，以公尺計，其觀測點係離槽頂緣之上游縮狹段三分之二處

n = 水頭 H_a 之指數。

(1) 小型水槽

(a) 自由流流量公式

(i) 3吋量水槽

$$Q = 0.177H_a^{1.547} \dots\dots\dots (11)$$

(ii) 6吋量水槽：

$$Q = 0.381H_a^{1.58} \dots\dots\dots (12)$$

(iii) 9吋量水槽

$$Q = 0.535H_a^{1.53} \dots\dots\dots (13)$$

式中Q=流量 (c.m.s.)

H_a = 距槽頂緣上游縮狹段全長三分之二處 (m)

(b) 潛流流量公式：迄今尚無3吋及9吋水槽之潛流公式，6吋之潛流流量可由下式算出：

$$Q = 0.381H_a^{1.58} \left[\frac{0.0285H_a^{2.22}}{\left(\frac{H_a + 3.05}{3.05} - K \right)^{1.44}} - \frac{H_a - 0.0561}{87.78} \right] \dots\dots\dots (14)$$

式中Q=流量 (c.m.s.)

H_a = 上游水頭 (m)

K = $\frac{H_b}{H_a}$ ，以小數計

(2) 中型水槽

(a) 自由流流量公式

$$Q = 0.372W [3.28H_a]^{1.570W^{0.026}} \dots\dots\dots (15)$$

式中Q=流量 (c.m.s.)

W = 喉道寬度 (m)

H_a = 上游水頭 (m)

(b) 潛流流量公式

$$Q = 0.372W [3.28H_a]^{1.570W^{0.026}} \left\{ \left(\frac{3.28H_a}{\left[\left(\frac{1.8}{K} \right)^{1.8} - 2.45 \right]} \right)^{4.57 - 3.14K} + 0.093K \right\} 0.0746W^{0.815} \dots\dots\dots (16)$$

表二、巴歇爾量水槽之尺寸與容量，堰寬為8吋6吋9吋

(表中所示記號參閱圖11)

W		A	2/3A	B	C	D	E	F
吋	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分
3	7.62	46.69	31.13	45.74	17.78	25.88	38.18	15.25
6	15.24	62.11	41.41	61.00	39.39	39.39	45.74	30.50
9	22.86	87.99	58.66	86.40	38.12	57.49	61.00	30.50
W		G	K	N	X	Y	最大自由流量	最小容量
吋	公分	公分	公分	公分	公分	公分	秒立方公尺	秒立方公尺
3	7.62	30.50	2.54	5.72	2.54	3.81	0.034	0.00085
6	15.24	61.00	7.62	11.43	5.08	7.62	0.082	0.00142
9	22.86	45.75	7.62	11.43	5.08	7.62	0.161	0.00283

式中Q=流量 (c.m.s.)

W=喉道寬度 (m)

H_a = 上游水頭 (m)

K = $\frac{H_b}{H_a}$ H_b 為下游水頭

(8) 大型巴歇爾水槽

(a) 自由流流量公式：

中型巴歇爾水槽之自由流流量公式應用於大型巴歇爾水槽時，所計得之流量較實際流量為大。以下所列之簡化公式可應用於8呎至50呎水槽。

$$Q = (2.29W + 0.474)H_a^{1.6} \dots\dots\dots (17)$$

式中Q=流量 (c.m.s.)

W = 槽之喉寬 (m)

H_a = 上游水頭 (m)

應用公式(17)計算8呎水槽之自由流流量較應用公式(16)所計得之結果，相差不及百分之一。

(b) 潛流流量之求法：

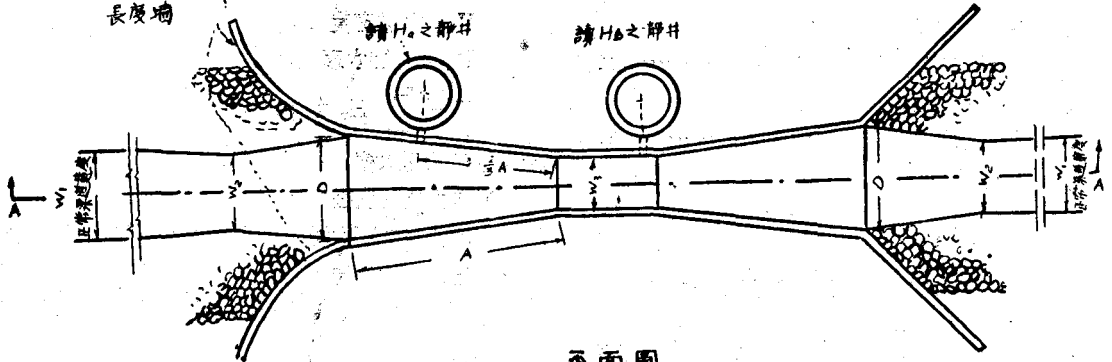
大型水槽無公式可依據以計算潛流流量，僅能利用改正圖，依沉浸度與上游水頭之關係，求出應減流量，而後從自由流流量公式所求之流量減去即得，茲不擬敘述，可參考“U. S. B. R. Manual for Measurement of Irrigation water 或 Ven Te. Chow: “Open Channel Hydraulics Chapter 4, parshall flume”

十三、巴歇爾水槽之尺寸安裝及建造

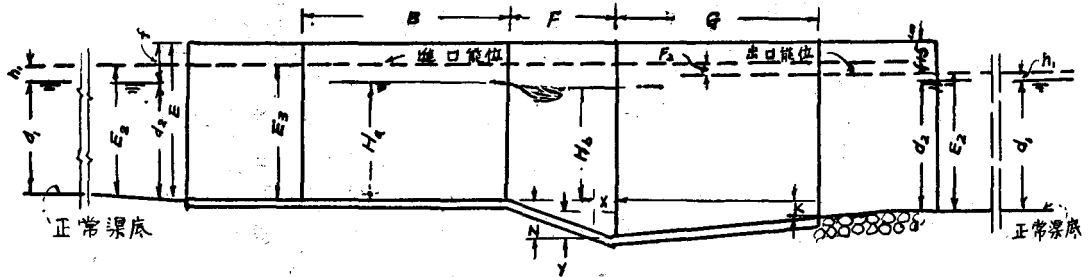
1. 巴歇爾水槽之尺寸：

表二至表四及圖11至圖13表示各種大小巴歇爾水槽之尺寸及標準圖形。

能指示決定之適當
長度端



平面圖



断面 A-A

圖11: 3, 6, 9, 吋巴歇爾水槽之平面與断面

表a

d_2	$W_2=0.50'$		$W_2=0.75'$		$W_2=1.0'$		$W_2=1.5'$		$W_2=2.0'$		$W_2=3.0'$	
	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q
3.05	3.14	0.00079	3.11	0.00079	3.14	0.00142	3.08	0.00142	3.14	0.00255	3.08	0.00255
6.10	6.22	0.00232	6.16	0.00232	6.28	0.00453	6.19	0.00453	6.25	0.00736	6.16	0.00736
9.15	9.30	0.00436	9.24	0.00436	9.39	0.00877	9.27	0.00877	9.36	0.01387	9.27	0.01387
12.20	12.35	0.00682	12.29	0.00682	12.47	0.01358	12.35	0.01358	12.44	0.02151	12.32	0.02151
15.25	15.40	0.00959	15.34	0.00959	15.56	0.01953	15.43	0.01953	15.52	0.03000	15.40	0.03000
18.30	18.42	0.01274	18.39	0.01274	18.61	0.02604	18.48	0.02604	18.61	0.03962	18.48	0.03962
21.35	21.47	0.01616	21.44	0.01616	21.66	0.03311	21.56	0.03311	21.66	0.05037	21.53	0.05037
24.40	24.52	0.01987	24.49	0.01987	24.74	0.04104	24.61	0.04104	24.74	0.06169	24.58	0.06169
27.45	27.57	0.02386	27.54	0.02386	27.79	0.04924	27.66	0.04924	27.82	0.07386	27.66	0.07386
30.50	30.62	0.02807	30.59	0.02807	30.84	0.05830	30.71	0.05830	30.87	0.08683	30.71	0.08683
33.55	33.67	0.03280	33.64	0.03280	33.89	0.06792	33.76	0.06792	33.82	0.10047	33.76	0.10047
36.60					36.91	0.07783	36.81	0.07783	36.97	0.11490	36.84	0.11490
39.65					39.96	0.08830	39.89	0.08830	40.02	0.12990	39.89	0.12990
42.70									43.07	0.14546	42.94	0.14546
45.75									46.12	0.16159	45.99	0.16159
48.80									49.17	0.17829	49.04	0.17829

註：表 a. 中 E_2, Q 單位為公分及秒立方公尺。

表b

已知 Q 與 W_2 之 E_2 值					
$W_2 = 0.25'$		$W_2 = 0.50'$		$W_2 = 0.75'$	
Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2
0.00079	3.14	0.00142	3.14	0.00255	3.20
0.00232	6.31	0.00453	6.37	0.00736	6.47
0.00436	9.52	0.00877	9.64	0.01387	9.70
0.00682	12.69	0.01358	12.84	0.02151	12.96
0.00959	15.89	0.01953	16.10	0.03000	16.20
0.01274	19.06	0.02604	19.34	0.03962	19.43
0.01616	22.27	0.03311	22.60	0.05037	22.69
0.01987	25.44	0.04104	25.86	0.06169	25.96
0.02386	28.64	0.04924	29.13	0.07386	29.19
0.02807	31.87	0.05830	32.39	0.08688	32.45
0.03280	35.08	0.06792	35.64	0.10047	35.72
		0.07783	38.95	0.11490	38.98
		0.08830	42.24	0.12990	42.27
				0.14546	45.51
				0.16159	48.77
				0.17829	52.03

註 Q : 秒立方公尺

 E_2 : 公分

表c

W_2	A	2/3A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	自由流流量	
													最大	最小
吋	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	秒立方公尺	秒立方公尺
3	46.7	31.1	45.7	17.8	25.9	38.2	15.3	30.5	2.54	5.72	2.54	3.81	0.034	0.00085
6	62.1	41.4	61.0	39.4	39.4	45.7	30.5	61.0	7.62	11.43	5.08	7.62	0.082	0.00142
9	88.0	58.7	86.4	38.1	57.5	61.0	30.5	45.8	7.62	11.43	5.08	7.62	0.161	0.00283

附註

說明

就引渠之已知 Q 與 E_1 ，自表 a 選擇一渠道斷面底寬為 W_2 ，其能量 E_2 須與 E_1 極為接近，從而可得 d_2 ，又自表 b 由已知 Q 選擇槽寬 W_2 ，其能量 E_2 亦須與 E_1 合理相符， W_2 、 W_2 及 d_2 固定結構大小及其進口 E_2 固定水槽底板之高度如需要可用插入法使求得 E 與 d 值適合於已知 Q。

流量係假定根據 Colorado 州農業大學試驗站第 423 號公報

如 $H_b/H_a \geq 0.60$ H_b 及 H_a 均須讀取而後校正流量，如 $H_b/H_a < 0.6$ 時僅讀 H_a 水尺即可從表或公式求得流量

d_1 = 水槽上下流正常渠道斷面之水深

d_2 = 底寬 W_2 邊坡 $1-\frac{1}{2}$ 比 1 之渠道斷面水深
 E_2 E_2 = 能高用以固定各部份高度

h_1 = 水槽上下流正常渠道斷面之流水速頭

H_a = 入口水位讀數

H_b = 水槽部份沉浸時喉口水頭之讀數

Q = 正常流量秒立方公尺

W_1 = 正常渠道斷面底寬

W_2 = 巴歇爾水槽進口建渠斷面之底寬

W_3 = 水槽喉口寬及槽大小之標示

表三、中型巴歇爾量水槽之尺寸及容量

(表中所示字母參閱圖十二)

堰		長						自由流		容 量	
W		A	2/3A	B	2/3B	C	D	最大水頭	流 量	最小水頭	流 量
呎	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	Ha公尺	秒立方公尺	Ha公尺	秒立方公尺
1	0.305	1.372	0.915	1.344	0.896	0.610	0.845	0.763	0.456	0.061	0.010
2	0.510	1.525	1.017	1.496	0.998	0.915	1.207	0.763	0.937	0.051	0.019
3	0.915	1.677	1.118	1.646	1.097	1.220	1.573	0.763	1.426	0.061	0.019
4	1.220	1.830	1.220	1.795	1.197	1.525	1.958	0.763	1.922	0.061	0.036
5	1.525	1.982	1.322	1.938	1.292	1.830	2.303	0.763	2.422	0.076	0.063
6	1.830	2.135	1.423	2.094	1.396	2.135	2.669	0.763	2.929	0.076	0.074
7	2.135	2.287	1.525	2.243	1.495	2.440	3.034	0.763	3.436	0.092	0.115
8	2.440	2.440	1.627	2.392	1.595	2.745	3.400	0.763	3.948	0.092	0.131

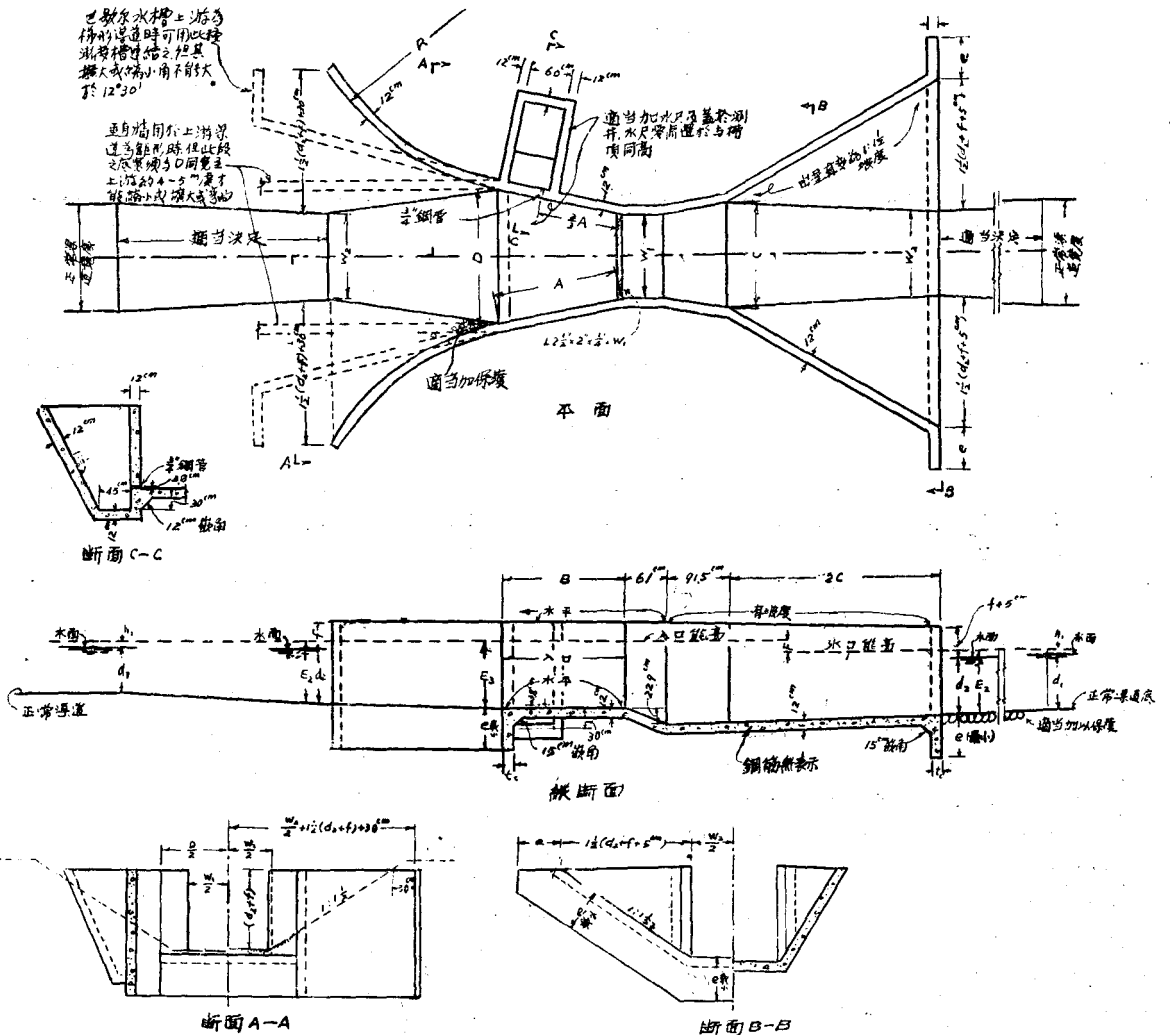


圖12: 1'-4'巴歇爾水槽(最大流量1.84c.m.s.)

自由流量時之水力表

d ₂	1 呎水槽				2 呎水槽				3 呎水槽				8 呎水槽			
	Q	E ₂	E ₃	最小 F	Q	E ₂	E ₃	最小 F	Q	E ₂	E ₃	最小 F	Q	E ₂	E ₃	最小 F
6.10	0.00821	6.41	6.41	2.44												
9.15	0.01641	9.46	9.46	2.75												
12.20	0.02773	12.51	12.81	4.00	0.0368	12.51	10.68	4.00								
15.25	0.04302	15.86	17.08	5.50	0.0594	15.86	14.03	4.58								
18.30	0.06169	18.91	21.66	6.71	0.0821	18.91	17.39	5.80								
21.35	0.08490	22.27	26.54	7.63	0.1104	22.27	21.05	6.71								
24.40	0.01087	25.62	32.03	8.85	0.1415	25.62	24.71	7.63								
27.45	0.0139	28.67	37.21	10.37	0.1783	28.67	28.37	8.85	0.1698	28.06	21.66	6.71				
30.50	0.0170	32.03	42.09	11.90	0.2207	32.03	32.64	9.76	0.2066	31.42	24.40	7.32				
33.55					0.2689	35.08	37.21	10.68	0.2462	34.47	27.45	7.83				
36.60					0.3170	38.43	41.48	11.60	0.2943	37.82	30.50	8.54				
39.65					0.3679	41.79	46.36	12.51	0.3396	40.87	33.55	9.46	0.3396	40.57	28.98	9.46
42.70					0.4302	44.84	50.94	13.73	0.3934	47.92	37.21	10.07	0.3934	43.92	31.72	10.37
45.75					0.4981	48.19	55.51	15.25	0.4471	46.97	40.87	10.98	0.4471	46.97	34.47	10.98
48.80					0.5560	51.24	60.09	16.47	0.5094	50.33	44.53	11.90	0.5094	50.33	37.21	11.59
51.85									0.5745	53.38	47.58	12.76	0.5745	53.38	39.96	12.51
54.90									0.6481	56.73	51.55	13.73	0.6481	56.73	43.31	13.42
57.95									0.7217	59.78	55.21	14.95	0.7217	59.78	46.36	14.03
61.00									0.8009	62.83	58.87	15.86	0.8009	62.83	49.41	14.63
64.05									0.8858	65.88	62.83	16.78	0.8858	65.88	52.77	15.25
67.10									0.9735	69.24	65.80	17.69	0.9735	69.24	56.12	15.86
70.15									1.067	72.29	71.07	18.91	1.067	72.29	59.48	16.47
73.20									1.160	73.64	75.03	20.13	1.160	75.64	62.83	17.39
75.25									1.268	78.69	79.30	21.05	1.268	78.69	66.49	18.30
79.30									1.373	82.05	83.57	22.27	1.373	82.05	70.15	19.22
82.35													1.486	85.10	73.81	20.13
85.40													1.599	88.15	77.47	21.05
88.45													1.718	91.50	81.13	21.98
91.50													1.840	94.55	84.79	22.88

註：上表 d₂, E₂, E₃, F 之單位均為公分，Q 之單位為秒立方公尺。

結構表

W ₁	A	B	C	D	最大 F	e	tc	W ₂	f
30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	11.9	45.0	12.0	61.0	15.0
61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	16.5	45.0	12.0	91.5	20.0
91.5	167.7	164.6	122.0	157.3	22.3	60.0	15.0	122.0	25.0
122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	22.9	60.0	15.0	122.0	30.0

說明

A, B, C, D, W₁ = 巴歇爾水槽之尺寸
 d₁ = 正常渠道水渠
 d₂ = 具有底寬 W₂ 偶坡 1:1.5 渠道斷面之水深
 e = 截水槽尺寸
 E₂, E₃ = 用於決定標高之假定比能
 f = 入口水深 d₂ 上之出水高度
 F = 落差
 h₁ = 正常渠道之流速水頭
 Q = 正常流量 (c.m.s.)
 R = 入口牆之半徑 [3(d₂ + f)]
 W₁ = 喉寬
 W₂ = 巴歇爾水槽終點渠道斷面之底寬
 已知 Q 選擇適合渠道斷面最小尺寸之巴歇爾水槽 (由水力表) 求 d₂, E₂, E₃ 及最小 F 並利用結構表得最大 F

附註

鋼筋沒有表示在內，可用 $\phi = 9\text{mm} @ 20\text{cm}$ 兩向之鋼筋均同，放於版之中心，縱向鋼筋由版及牆伸入截水槽橫向鋼筋由底方牆相連，測井之水平鋼筋伸入巴歇爾水槽並直牆內 30 公分。
 鋼筋重疊長度 = 鋼筋直徑之 84 倍

表四、大型巴歇爾水槽之尺寸及容量 (參閱圖十三)

喉口寬 尺寸		自由流容量		軸向長度					縮狹 段牆高	槽頂直 至喉口 傾斜部份	下距 至水槽 末端	之離 阻 (非軸向)
		最大 秒立方 公尺	最小 秒立方 公尺	縮狹段 公尺	喉口 公尺	放擴段 公尺	上游末端 公尺	下游末端 公尺				
呎	公尺	秒立方 公尺	秒立方 公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺
10	3.048	5.660	0.170	4.267	0.914	1.829	4.752	3.658	1.219	0.333	0.152	1.229
12	3.658	9.905	0.226	4.877	0.914	2.438	5.607	4.470	1.524	0.333	0.152	2.032
15	4.572	16.980	0.226	7.620	1.219	3.048	7.620	5.588	1.829	0.457	0.229	2.337
20	6.096	23.300	0.283	7.620	1.829	3.658	9.144	7.315	2.134	0.686	0.305	2.845
25	7.620	33.960	0.425	7.620	1.829	3.962	10.668	8.941	2.134	0.686	0.305	3.353
30	9.144	42.450	0.425	7.925	1.829	4.267	12.313	10.566	2.134	0.686	0.305	3.861
40	12.192	56.600	0.566	8.230	1.829	4.877	15.481	13.818	2.134	0.686	0.305	4.877
50	15.240	69.900	0.708	8.230	1.829	6.096	18.529	17.272	2.134	0.686	0.325	5.893

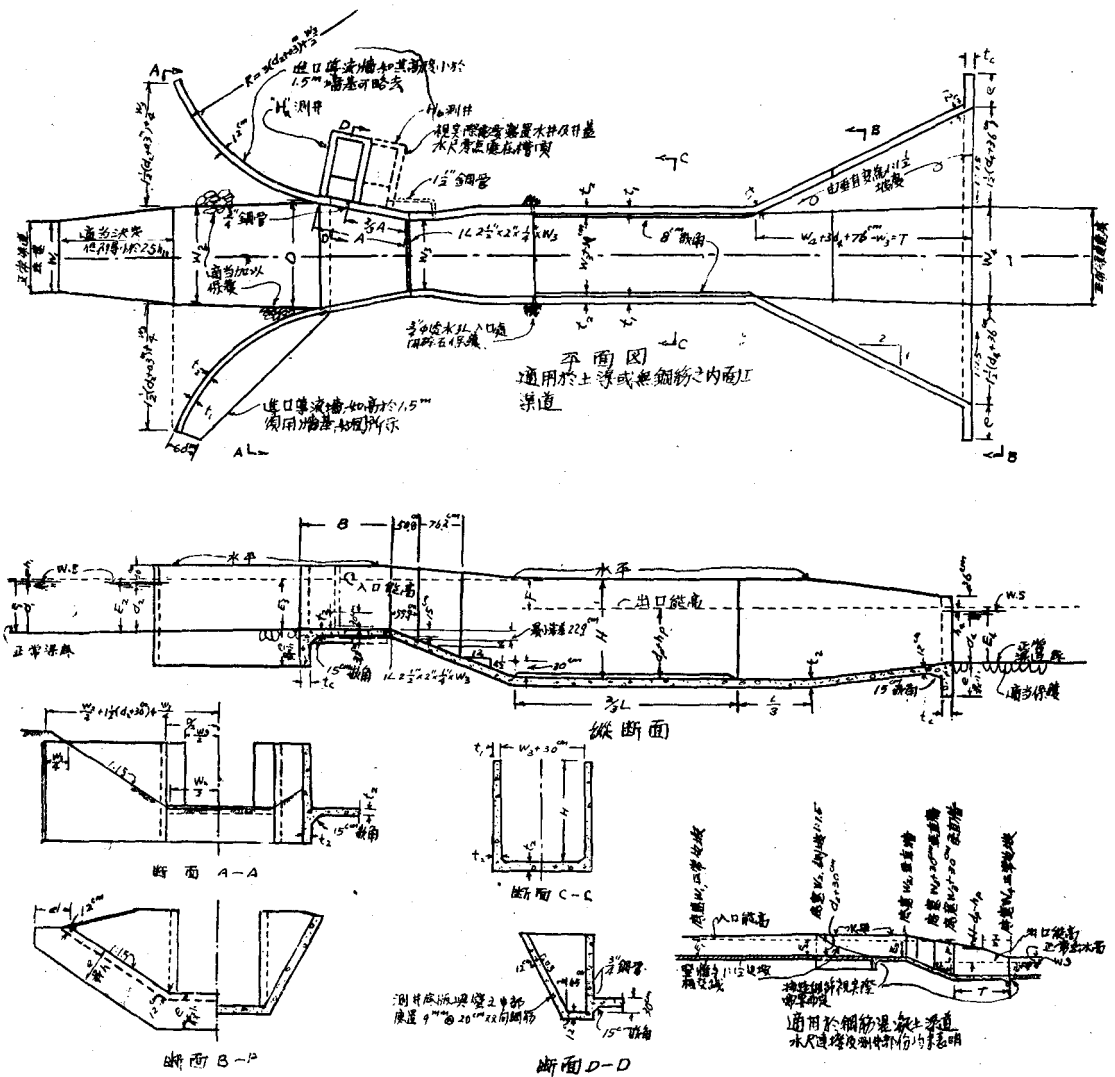


圖13：4'-8'巴歇爾水槽 (最大流量4.39c.m.s.)

表a (E_2 :cm, Q =c.m.s.)

d_2	$W_2=4'$		$W_2=5'$		$W_2=6'$		$W_2=7'$		$W_2=8'$		$W_2=10'$		$W_2=12'$		$W_2=14'$	
	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q	E_2	Q
54.7	56.7	0.679	56.7	0.792	56.7	0.877	56.7	0.934	56.4	0.991	56.4	1.104	56.1	1.245	56.1	1.472
55.0	59.8	0.736	59.8	0.849	59.8	0.934	59.8	1.019	59.5	1.075	59.5	1.189	59.5	1.357	59.5	1.641
61.0	62.8	0.792	63.1	0.934	62.8	0.991	62.8	1.075	62.5	1.104	62.5	1.302	62.5	1.472	62.5	1.783
64.1	66.2	0.8	66.5	1.047	65.9	1.104	65.9	1.189	65.6	1.217	65.6	1.415	65.6	1.585	65.9	1.924
67.1	69.2	0.962	69.5	1.132	69.2	1.217	68.9	1.302	68.9	1.330	68.9	1.557	68.6	1.755	68.9	2.034
70.2	72.6	1.075	72.6	1.245	72.3	1.330	72.3	1.415	72.0	1.443	72.0	1.670	72.0	1.895	72.0	2.264
73.2	75.6	1.160	75.6	1.358	75.3	1.415	75.3	1.528	75.0	1.557	75.0	1.811	75.0	2.038	75.0	2.434
76.3	78.7	1.274	79.0	1.472	78.7	1.557	78.4	1.641	78.1	1.698	78.1	1.953	78.1	2.207	78.4	2.632
79.3	82.0	1.387	82.0	1.613	81.7	1.670	81.4	1.755	81.4	1.840	81.4	2.094	81.1	2.349	81.4	2.830
82.4	85.1	1.500	85.4	1.726	84.8	1.783	84.8	1.896	84.5	1.953	84.5	2.264	84.5	2.519	84.8	3.028
85.4	88.5	1.613	88.5	1.840	88.1	1.924	87.8	2.038	87.5	2.092	87.5	2.406	87.5	2.689	87.6	3.255
88.5	91.5	1.726	91.5	1.981	91.1	2.094	91.2	2.179	90.9	2.236	90.6	2.575	90.6	2.887	90.9	3.453
91.5	94.6	1.840	94.9	2.123	94.6	2.236	94.2	2.349	93.9	2.406	93.9	2.745	93.6	3.056	94.2	3.679
94.6			97.9	2.264	97.9	2.377	97.3	2.490	97.0	2.547	97.0	2.943	97.0	3.255	97.3	3.95
97.9			101.3	2.434	101.0	2.547	100.7	2.660	100.3	2.717	100.0	3.133	100.0	3.453	100.3	4.160
100.7					104.0	2.689	103.7	2.802	103.4	2.887	103.4	3.283	103.1	3.651	103.7	4.387
103.7					107.1	2.858	106.8	2.972	106.4	3.056	106.4	3.481	106.4	3.849		
106.8					110.4	3.028	109.8	3.141	109.5	3.226	109.5	3.679	109.5	4.075		
109.8					113.5	3.198	113.2	3.339	112.9	3.424	112.5	3.877	112.5	4.302		
112.9					116.5	3.396	116.2	3.538	115.9	3.594	115.0	4.075				
115.9									119.0	3.792	119.0	4.302				

表b

已知 Q 與 W_3 之 E_3 值

Q	$W_3=3'$	$W_3=4'$	$W_3=5'$	$W_3=6'$	$W_3=7'$	$W_3=8'$	$W_3=10'$
0.849	61.3	51.5	44.8				
1.132	73.8	61.9	54.0	48.2			
1.415	85.1	71.4	62.2	55.8	50.6		
1.698	95.8	80.2	70.2	62.5	56.7	52.3	
1.981	105.8	88.8	77.3	69.2	62.8	58.0	
2.264	115.6	96.7	84.5	75.3	68.6	63.1	
2.547		104.6	91.2	81.4	74.1	68.0	
2.830		111.9	97.6	86.9	79.3	73.0	
3.113		119.0	103.7	92.9	84.2	77.5	
3.396			109.8	97.9	89.1	81.7	
3.679			115.6	103.1	93.6	86.3	
3.962				108.3	98.2	90.3	
4.245				113.2	102.8	94.6	

表c (Q =c.m.s. W_3 =m. d, L, H,=c.m.)

Q	$F \leq 30.5$ cm			$F=61$ cm			$F=91.5$ cm			$F=122$ cm		
	W_3+1	dp	L	H	dp	L	H	dp	L	H	dp	L
43.0	51.2	259	97	58.2	274	104	64.4	290	109	67.1	290	112
53.8	57.9	290	104	64.6	320	112	71.1	320	117	75.9	335	122
64.6	64.3	320	112	72.8	366	122	79.6	366	127	83.5	381	135
86.1	75.6	381	127	85.3	427	137	93.0	442	145	96.9	442	152
107.6	85.0	427	140	96.6	488	152	104.6	503	160	110.0	518	163
129.1	95.4	472	150	106.7	533	165	115.3	549	175	121.3	564	183
150.6	103.9	503	163	116.7	579	178	124.7	610	189	131.1	625	196
172.2	111.9	549	173	125.0	625	191	134.2	655	198	140.2	671	208
193.7	119.5	579	183	134.5	671	198	143.3	701	208	149.4	732	218
215.2	127.4	625	191	141.8	701	208	152.2	747	218	156.5	777	229
236.7	134.4	655	200	149.7	747	221	161.0	777	229	167.6	823	241

表d (A,B,D,e,tc=cm)

W_3	A	B	D	e	tc
3'	167.6	164.5	157.2	61	15
4'	182.9	179.4	193.7	61	15
5'	198.1	194.3	230.2	61	15
6'	213.4	209.2	266.7	61	15
7'	228.6	224.2	303.2	61	15
8'	243.8	239.1	339.7	75	20

結構數據

牆	高	t_1	t_2	橫向鋼筋	縱向鋼筋
61—180		13	13	13mm (a) 23cm	9mm其中1% 最小間距23cm
183—211		13	15	13mm (a) 20cm	
214—229		15	18	13mm (a) 20cm	
229—241		13	18	13mm (a) 18cm	

說明

除特別註明外，所有最外層鋼筋之中心須距混凝土表面 5cm

縱向鋼筋須從底版及牆伸入截水牆

橫向鋼筋需延長至牆及底版

水平方向之鋼筋須從量水井伸入水壘牆 33cm 藉生粘裹作用

接合鋼筋其重疊長度為直徑34倍

圖中未將鋼筋繪入

靜水池按照實際情形亦可放置於相對之方向

A, B, D=巴歇爾水槽之尺寸

d_1 =水槽上游正常水渠斷面之水深

d_2 =底寬 W_2 邊坡 1:1 $\frac{1}{2}$ 之渠道斷面之水深

d_4 =水槽下游正常渠道斷面水深

e=截水牆尺寸

E_2, E_3, E_4 =假設能高用以決定各部分高度

F=經過水槽能位之落差

H=池牆高度

h_1 及 h_4 =水槽上下游正常渠道斷面之流速水頭

L=池長

Q=正常流量 (c. m s.)

T=出口漸變段長度= $W_4 + 3d_4 + 0.76m - W_3$,

W_1 及 W_4 =水槽上下游正常渠道斷面之底寬

W_2 =巴歇爾水槽進口處渠道斷面之底寬

W_3 =巴歇爾水槽喉口寬及槽之大小

d_p =水躍下游池水深度，最小= d_4

h_p =水躍下游池內之流速水頭

附註

就引渠之已知 Q 與 E_1 ，自表 a 選擇一渠道斷面，其底寬 W_2 其能量 E_2 須與 E_1 極為接近，因而可得 d_2 ，又自表 b 由已知 Q 選擇槽寬 W_3 其能量 E_3 亦須與 E_1 合理相符， W_2, W_3 及 d_2 固定槽之進口寬及導流槽之曲率半徑， E_3 固定槽底高度如屬需要可用插入法由已知 Q 求 E, d_1 及 d_p 。

流量係根據 Colorado 州立農學院出版第 423 號公報流量如 $F > 0.3H_a$ 僅讀 H_a 。

如 $F < 0.3H_a$ 則 H_a, H_b 兩讀數均屬需要，但要儘量避免如此現象，如 $F < 0.3H_a$ 時則應做流量之校正。

(2) 巴歇爾安裝與建造

巴歇爾水槽與其他量水槽設備一樣，必須妥善裝置及維護，使能達到滿意之效果，故選擇適當之水槽尺寸為一件重要之工作。例如在某種限定水頭（落差）範圍內，似可採用任一不同尺寸之水槽以量測某特定流量，假定落差固定，則就工程費之觀點上言之，似僅有一種水槽尺寸最為經濟。在許多實際情形下，

落差為選擇水槽尺寸之限界因素。圖十一、十二、十三，為美國墾務局所示巴歇爾水槽之一般設計，僅需用最小落差及 H_a 讀數，即可安裝水槽於正確之高度上。圖十二係渠底寬度各為 2、3 及 4 呎及適宜於土渠斷面之平穩坡度所計算之流量與位能高度。靜水池中之位能高度係按 1, 2, 3, 4 呎巴歇爾水槽可能應用之流量算得裝設巴歇爾水槽之渠道，其水力性質可能與上

述假設之断面不同。但在各断面中，如有一断面在指定流量 Q 具有相同之位能高度，則可應用於水槽兩端，因而可得關於水槽尺寸及高度之整個固定條件。

小型之巴歇爾水槽可用木、混凝土或鋼製成。如須建造多量同一尺寸之小型水槽，採用可以折散携帶之模型，以便重行裝合應用，較為經濟而實用。

建造基脚，安裝模板及澆製整體混凝土結構，須應用最好之設計，製造與施工。蓋因巴歇爾水槽之準確性，完全視尺寸及安裝之是否正確。

建造巴歇爾水槽最主要者乃須有正確之尺寸及準確之定線 (Alignment)。收縮段之底版必須水平，蓋因槽之準確性大部份均視此種情形而定。喉口向下傾斜底版須為一平面，配合適當尺寸有如附表及槽型圖所示。收縮段與向下傾斜底版連接處所形成之槽型圖所示。收縮段與向下傾斜底版連接處所形成之槽頂必須平直。

普通使槽頂成一尖銳固定之邊緣有效方法，須用角鐵平直嵌入準確位置。大型水槽底版需有釋壓管 (Pressure Vent tubes) 之設備如圖十四所示。槽之上游末端護坦與伸入渠岸翼牆均須光滑整齊，藉以保持良好之水流情形。此種翼牆係導引水流至水槽入口處使水頭損失甚微。水槽準確性所持之另一特點，乃上下水尺點之裝置與其正確位置。三種不同型式之巴歇爾水槽正確尺寸可從表一、二、三及圖十一、十二、十三而得。用於 H_a 及 H_b 水尺與水槽接通之進口須與牆之內面齊平。其位置永久固定，且需光滑平滑。

小型水槽在自由流情形下， H_a 水頭常用簡單掛尺垂直放置於水槽縮狹段牆面上之正確位置。亦可用珉瑯面金屬水尺具有公尺， $\frac{1}{10}$ 公尺及 $\frac{1}{100}$ 公尺 $\frac{1}{1000}$ 公尺之刻度，並將水尺放置於牆槽中與牆面齊平。

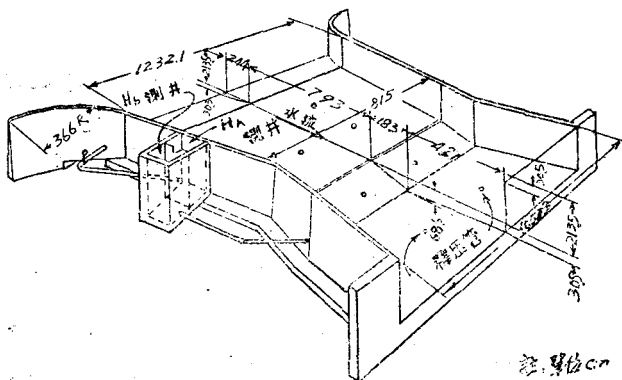


圖14：30呎大型巴歇爾水槽

小型水槽其水流常在潛浸情形者。為求可靠量測 H_a 及 H_b 水頭計，測井須裝置於水槽外。如屬混凝土結構，測井可與水槽整體澆製或用任何適當材料分開建造，再用適用水管通至正確水尺點，測井普通常用土管，將下管端填塞，另於管身適當高度處鑿穿一孔，用小管通至水槽。

量測通過大型巴歇爾水槽之流量，有效水頭 H_a 與 H_b 必須謹慎決定，貼近槽內面水尺之讀數：僅屬上水頭 H_a 之近似數值。應用位於水槽喉口之水尺，實無法求得準確 H_b 之讀數。欲求可靠而準確之水尺讀數，必須裝設一雙筒式測井於適當地點，使水尺進水管直接通入 H_a 井內，而 H_b 水尺之水頭可用另一適宜水管從喉口段之適當點通至另一測井如圖十四所示。

十四、巴歇爾水槽之選擇與設計步驟

如前節所述，巴歇爾水槽大小之選擇，以落差為主要之影響因素，另一因素尚須注意者，乃巴歇爾水槽之槽頂抬高之程度，必不致使產生之迴水影響上游渠道之出水高不足之現象。茲將自由流水槽設計之步驟列述於後：

(A) 依照圖十一至十三之水力素選擇設計法：

1. 先計算上游渠道之水力要素。

如底寬、側坡、水深、流速、比能等。

2. 自圖十一至十三中水力表，選擇適合於已知流量 Q 之水槽大小而後查 E_2 及 E_3 值，如屬大型水槽則以 Q 與 W_3 關係之表 b 查 W_3 而後求 E_3 再由表 a 查與 Q 及與 W_3 接近之 W_2 值求 d_2 及 E_2 值。

3. 如已知流量所得 d_2 、 E_2 及 E_3 非恰為表中所列時，得由插入法，計算已知流量 Q 時之 d_2 、 E_2 及 E_3 值。

4. 查出適合於該流量時之 F 值，如屬大型者須由公式 $F > 0.2H_a$ ，(此處 H_a 可用 E_3 代替)，再由 $\frac{Q}{W_3+1}$ 與 F 值求 dp 、 L 及 H 值。

5. 檢討槽頂是否高於正常渠底，如是則視其是否高出過多而影響上游之迴水，如是應採用較小水槽才不致惹致上游出水之危險。

6. 依照圖十一至十三結構圖或表之尺寸繪具設計圖。

(B) 依照巴歇爾水槽一般性質設計法。

1. 先計算上下游渠道水力要素。

2. 由圖十一至十三之水力表大致選擇適合流量 Q 之水槽尺寸。

3. 計算 H_a 或由表查出已知 Q 之 H_a (表可參考 U. S. B. R Manual For Measurement of Irrigation Water P.193-P.207)

4. 計算 F. $F > 0.2H_a$ 大型水槽
 $F > 0.3H_a$ 中型水槽
 $F > 0.4H_a$ 小型水槽

5. 自上游渠道終點底高依適當之緩坡上升至與水槽縮狹段起點相連，其下游則自放寬段起點至下游渠道起點底相連，惟需注意者乃與上下游連接處之水面要一致。

6. 檢討巴歇爾水槽槽頂是否高出所規定之容許抬高高度，若是則應採用較小尺寸之巴歇爾水槽。

7. 其結構設計可參考圖十一至十三

十五、設計例

[例一] 設渠道寬度 1.5m，側坡為 $1:1\frac{1}{2}$ ，水深 0.488m 流速 = 0.793m/sec 流量為 0.636c.m.s.，但槽頂高不得高於渠底 0.05m，試設計一巴歇爾水槽。

解：1. 渠道水力要素為：

$$\text{底寬} = 1.5, \quad \text{側坡} = 1:1\frac{1}{2}, \quad \text{水深} = 0.488\text{m}$$

$$\text{流速} = 0.793\text{m/sec}, \quad \text{流量} = 0.636\text{c.m.s.},$$

$$E = 0.522 \text{ (比能)}$$

2. 自圖十二查得流量在 0.636c.m.s.， E_2 及 E_3 值位於 3 呎及 4 呎水槽欄下， d_2 則在 0.5185 至 0.5490 之間，為經濟起見選擇 3 呎者。

3. 用插入法求 d_2 ， E_2 及 E_3 如下：

Q	d_2
0.5745	0.5185
0.6336	0.5185 + X
0.6481	0.5490

$$(0.6481 - 0.5745) : (0.5490 - 0.5185) = (0.6336 - 0.5745) : X$$

$$X = 0.02545$$

$$\therefore d_2 = 0.5185 + 0.0245 = 0.543\text{m}$$

同理求得 $E_2 = 0.561\text{m}$ ， $E_3 = 0.512\text{m}$

4. 查 F 之最小值， $F = 0.1373\text{m} \approx 0.137\text{m}$
採用 0.15m

5. 檢討：

(a) 採用 3 呎水槽時

由於正常渠道之 E 為 0.522m，
 $E_3 = 0.512\text{m}$

∴ 其渠底與槽頂 (Crest) 之高差為

$$E - E_3 = 0.522 - 0.512 = 0.01\text{m} \text{ 僅差 } 0.01\text{m} \text{ 小於規定之 } 0.05\text{m}, \text{ 故相當理想。}$$

(b) 採用 4 呎水槽時：

$$\text{則可得 } E_3 = 0.430\text{m}$$

$$E - E_3 = 0.522 - 0.430 = 0.09$$

0.09 > 0.05 故不理想，又不經濟

(c) 故採用 3 呎水槽。

[例二] ∴ 其設計條件與例一相同。

解：1. 先計算上下游渠道水力要素：

$$\text{底寬} = 1.5\text{m}, \quad \text{側坡} = 1:1\frac{1}{2},$$

$$\text{水深} = 0.488\text{m}, \quad \text{流速} = 0.793\text{m/sec},$$

$$\text{流量} = 0.636\text{c.m.s.} \text{ 比能} = 0.522\text{m}$$

2. 由圖十二查流量在 0.636c.m.s. 時最小巴歇爾尺寸為 3 呎。

3. 計算 H_a 或由表查出 H_a 。

$$\text{由公式 } Q = 0.372W[3.28H_a]^{1.570W^{0.026}}$$

$$\text{得 } 0.636 = 0.372 \times 0.915 [3.28H_a]^{1.570 \times 0.915^{0.026}}$$

$$\text{得 } H_a = 0.456\text{m}$$

或由附表查當 3 呎水槽時得

Q	H_a
0.633	0.455
0.636	0.455 + X
0.644	0.460

用插入法得

$$(0.644 - 0.633) : (0.460 - 0.455) = (0.636 - 0.633) : X$$

$$\therefore X = 0.001$$

$$\therefore H_a = 0.455 + 0.001 = 0.456\text{m}$$

4. 計算 F

為使水槽產生自由流流量則

$$F > 0.3H_a = 0.3 \times 0.456 = 0.1368 \approx 0.137$$

採用 0.15m

5. 檢討槽頂是否抬高超過容許抬高限度 0.05m

$$d - H_a = 0.488 - 0.45 = 0.032$$

$$0.032 < 0.05\text{m}$$

適合要求

6. 依照上例所計算結果並參考圖十二則其設計圖即可繪出。

根據例一及例二所計算之結果證明以水位 (H_a) 與流量關係設計較為方便，且能適用。

三吋巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
3.1	0.0008	7.3	0.0031	11.5	0.0053	15.7	0.0101	19.9	0.0145
3.2	0.0009	7.4	0.0031	11.6	0.0064	15.8	0.0102	20.0	0.0146
3.3	0.0009	7.5	0.0032	11.7	0.0064	15.9	0.0102	20.1	0.0147
3.4	0.0010	7.6	0.0033	11.8	0.0065	16.0	0.0104	20.2	0.0149
3.5	0.0010	7.7	0.0033	11.9	0.0066	16.1	0.0105	20.3	0.0150
3.6	0.0011	7.8	0.0034	12.0	0.0067	16.2	0.0106	20.4	0.0151
3.7	0.0011	7.9	0.0035	12.1	0.0068	16.3	0.0107	20.5	0.0152
3.8	0.0012	8.0	0.0036	12.2	0.0069	16.4	0.0108	20.6	0.0153
3.9	0.0012	8.1	0.0036	12.3	0.0069	16.5	0.0109	20.7	0.0154
4.0	0.0013	8.2	0.0037	12.4	0.0070	16.6	0.0110	20.8	0.0155
4.1	0.0013	8.3	0.0038	12.5	0.0071	16.7	0.0111	20.9	0.0157
4.2	0.0014	8.4	0.0038	12.6	0.0072	16.8	0.0112	21.0	0.0158
4.3	0.0014	8.5	0.0039	12.7	0.0073	16.9	0.0113	21.1	0.0153
4.4	0.0015	8.6	0.0040	12.8	0.0074	17.0	0.0114	21.2	0.0160
4.5	0.0015	8.7	0.0041	12.9	0.0075	17.1	0.0115	21.3	0.0162
4.6	0.0016	8.8	0.0041	13.0	0.0076	17.2	0.0116	21.4	0.0163
4.7	0.0016	8.9	0.0042	13.1	0.0076	17.3	0.0117	21.5	0.0164
4.8	0.0017	9.0	0.0043	13.2	0.0077	17.4	0.0118	21.6	0.0165
4.9	0.0017	9.1	0.0043	13.3	0.0078	17.5	0.0119	21.7	0.0166
5.0	0.0018	9.2	0.0044	13.4	0.0079	17.6	0.0120	21.8	0.0167
5.1	0.0018	9.3	0.0045	13.5	0.0080	17.7	0.0121	21.9	0.0169
5.2	0.0019	9.4	0.0046	13.6	0.0081	17.8	0.0122	22.0	0.0170
5.3	0.0019	9.5	0.0047	13.7	0.0082	17.9	0.0123	22.1	0.0171
5.4	0.0020	9.6	0.0047	13.8	0.0083	18.0	0.0124	22.2	0.0173
5.5	0.0020	9.7	0.0048	13.9	0.0084	18.1	0.0125	22.3	0.0174
5.6	0.0021	9.8	0.0049	14.0	0.0084	18.2	0.0127	22.4	0.0175
5.7	0.0021	9.9	0.0050	14.1	0.0085	18.3	0.0128	22.5	0.0176
5.8	0.0022	10.0	0.0050	14.2	0.0086	18.4	0.0129	22.6	0.0178
5.9	0.0022	10.1	0.0051	14.3	0.0087	18.5	0.0130	22.7	0.0179
6.0	0.0023	10.2	0.0052	14.4	0.0088	18.6	0.0131	22.8	0.0181
6.1	0.0023	10.3	0.0053	14.5	0.0089	18.7	0.0132	22.9	0.0182
6.2	0.0024	10.4	0.0054	14.6	0.0090	18.8	0.0133	23.0	0.0183
6.3	0.0024	10.5	0.0054	14.7	0.0091	18.9	0.0134	23.1	0.0184
6.4	0.0025	10.6	0.0055	14.8	0.0092	19.0	0.0135	23.2	0.0186
6.5	0.0026	10.7	0.0056	14.9	0.0093	19.1	0.0136	23.3	0.0187
6.6	0.0026	10.8	0.0057	15.0	0.0094	19.2	0.0138	23.4	0.0188
6.7	0.0027	10.9	0.0058	15.1	0.0095	19.3	0.0139	23.5	0.0190
6.8	0.0028	11.0	0.0058	15.2	0.0096	16.4	0.0140	23.6	0.0191
6.9	0.0028	11.1	0.0059	15.3	0.0097	19.5	0.0141	23.7	0.0193
7.0	0.0028	11.2	0.0060	15.4	0.0098	19.6	0.0142	23.8	0.0194
7.1	0.0030	11.3	0.0061	15.5	0.0099	19.7	0.0143	23.9	0.0195
7.2	0.0030	11.4	0.0062	15.6	0.0100	19.8	0.0144	24.0	0.0197

六吋巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
3.1	0.0014	4.6	0.0028	6.1	0.0045	7.6	0.0065	9.1	0.0087
3.2	0.0015	4.7	0.0029	6.2	0.0045	7.7	0.0066	9.2	0.0088
3.3	0.0016	4.8	0.0030	6.3	0.0047	7.8	0.0068	9.3	0.0090
3.4	0.0017	4.9	0.0031	6.4	0.0049	7.9	0.0070	9.4	0.0091
3.5	0.0018	5.0	0.0032	6.5	0.0050	8.0	0.0071	9.5	0.0092
3.6	0.0019	5.1	0.0033	6.6	0.0051	8.1	0.0072	9.6	0.0094
3.7	0.0020	5.2	0.0034	6.7	0.0053	8.2	0.0074	9.7	0.0096
3.8	0.0021	5.3	0.0035	6.8	0.0054	8.3	0.0075	9.8	0.0097
3.9	0.0022	5.4	0.0036	6.9	0.0056	8.4	0.0077	9.9	0.0098
4.0	0.0023	5.5	0.0038	7.0	0.0057	8.5	0.0078	10.0	0.0100
4.1	0.0023	5.6	0.0039	7.1	0.0058	8.6	0.0080	10.1	0.0101
4.2	0.0024	5.7	0.0040	7.2	0.0060	8.7	0.0081	10.2	0.0103
4.3	0.0025	5.8	0.0041	7.3	0.0061	8.8	0.0082	10.3	0.0104
4.4	0.0026	5.9	0.0042	7.4	0.0062	8.9	0.0084	10.4	0.0105
4.5	0.0027	6.0	0.0043	7.5	0.0064	9.0	0.0086	10.5	0.0108

10.6	0.0109	17.1	0.0234	23.6	0.0388	7.0	0.0092	20.0	0.0456
10.7	0.0110	17.2	0.0236	23.7	0.0391	7.2	0.0096	20.2	0.0463
10.8	0.0112	17.3	0.0238	23.8	0.0394	7.4	0.0100	20.4	0.0470
10.9	0.0114	17.4	0.0240	23.9	0.0396	7.6	0.0105	20.6	0.0477
11.0	0.0116	17.5	0.0242	24.0	0.0400	7.8	0.0109	20.8	0.0481
11.1	0.0117	17.6	0.0244	24.1	0.0402	8.0	0.0113	21.0	0.0492
11.2	0.0119	17.7	0.0247	24.2	0.0404	8.2	0.0118	21.2	0.0498
11.3	0.0120	17.8	0.0250	24.3	0.0407	8.4	0.0122	21.4	0.0505
11.4	0.0122	17.9	0.0252	24.4	0.0410	8.6	0.0126	21.6	0.0512
11.5	0.0124	18.0	0.0254	24.5	0.0412	8.8	0.0131	21.8	0.0519
11.6	0.0126	18.1	0.0256	24.6	0.0414	9.0	0.0136	22.0	0.0528
11.7	0.0127	18.2	0.0258	24.7	0.0417	9.2	0.0140	22.2	0.0535
11.8	0.0129	18.3	0.0260	24.8	0.0420	9.4	0.0145	22.4	0.0542
11.9	0.0130	18.4	0.0263	24.9	0.0422	9.6	0.0150	22.6	0.0549
12.0	0.0132	18.5	0.0265	25.0	0.0424	9.8	0.0155	22.8	0.0556
12.1	0.0134	18.6	0.0268	25.1	0.0427	10.0	0.0159	23.0	0.0566
12.2	0.0136	18.7	0.0270	25.2	0.0430	10.2	0.0164	23.2	0.0573
12.3	0.0138	18.8	0.0272	25.3	0.0432	10.4	0.0169	23.4	0.0581
12.4	0.0141	18.9	0.0274	25.4	0.0434	10.6	0.0174	23.6	0.0588
12.5	0.0142	19.0	0.0276	25.5	0.0437	10.8	0.0179	23.8	0.0596
12.6	0.0144	19.1	0.0278	25.6	0.0440	11.0	0.0184	24.0	0.0603
12.7	0.0145	19.2	0.0280	25.7	0.0442	11.2	0.0190	24.2	0.0611
12.8	0.0147	19.3	0.0282	25.8	0.0445	11.4	0.0195	24.4	0.0618
12.9	0.0149	19.4	0.0285	25.9	0.0448	11.6	0.0200	24.6	0.0626
13.0	0.0151	19.5	0.0288	26.0	0.0450	11.8	0.0205	24.8	0.0633
13.1	0.0153	19.6	0.0290	26.1	0.0453	12.0	0.0210	25.0	0.0640
13.2	0.0154	19.7	0.0292	26.2	0.0456	12.2	0.0215	25.2	0.0648
13.3	0.0155	19.8	0.0294	26.3	0.0459	12.4	0.0220	25.4	0.0656
13.4	0.0158	19.9	0.0296	26.4	0.0462	12.6	0.0225	25.6	0.0664
13.5	0.0160	20.0	0.0299	26.5	0.0465	12.8	0.0230	25.8	0.0672
13.6	0.0162	20.1	0.0301	26.6	0.0468	13.0	0.0236	26.0	0.0680
13.7	0.0164	20.2	0.0303	26.7	0.0470	13.2	0.0242	26.2	0.0688
13.8	0.0166	20.3	0.0306	26.8	0.0473	13.4	0.0247	26.4	0.0697
13.9	0.0168	20.4	0.0308	26.9	0.0476	13.6	0.0252	26.6	0.0705
14.0	0.0170	20.5	0.0310	27.0	0.0479	13.8	0.0258	26.8	0.0714
14.1	0.0172	20.6	0.0313	27.1	0.0483	14.0	0.0264	27.0	0.0722
14.2	0.0174	20.7	0.0316	27.2	0.0486	14.2	0.0270	27.2	0.0730
14.3	0.0176	20.8	0.0318	27.3	0.0489	14.4	0.0276	27.4	0.0739
14.4	0.0178	20.9	0.0320	27.4	0.0492	14.6	0.0282	27.6	0.0747
14.5	0.0180	21.0	0.0323	27.5	0.0495	14.8	0.0288	27.8	0.0756
14.6	0.0182	21.1	0.0326	27.6	0.0498	15.0	0.0294	28.0	0.0764
14.7	0.0184	21.2	0.0328	27.7	0.0501	15.2	0.0300	28.2	0.0772
14.8	0.0186	21.3	0.0330	27.8	0.0504	15.4	0.0306	28.4	0.0781
14.9	0.0188	21.4	0.0332	27.9	0.0507	15.6	0.0312	28.6	0.0789
15.0	0.0191	21.5	0.0335	28.0	0.0510	15.8	0.0318	28.8	0.0798
15.1	0.0192	21.6	0.0338	3.0	0.0024	16.0	0.0324	29.0	0.0806
15.2	0.0194	21.7	0.0340	3.2	0.0027	16.2	0.0330	29.2	0.0815
15.3	0.0196	21.8	0.0343	3.4	0.0030	16.4	0.0336	29.4	0.0823
15.4	0.0198	21.9	0.0345	3.6	0.0033	16.6	0.0342	29.6	0.0832
15.5	0.0200	22.0	0.0348	3.7	0.0036	16.8	0.0348	29.8	0.0840
15.6	0.0202	22.1	0.0350	4.0	0.0039	17.0	0.0354	30.0	0.0849
15.7	0.0204	22.2	0.0352	4.2	0.0042	17.2	0.0360	30.2	0.0857
15.8	0.0206	22.3	0.0355	4.4	0.0045	17.4	0.0367	30.4	0.0866
15.9	0.0208	22.4	0.0358	4.6	0.0048	17.6	0.0374	30.6	0.0874
16.0	0.0210	22.5	0.0360	4.8	0.0052	17.8	0.0380	30.8	0.0883
16.1	0.0212	22.6	0.0363	5.0	0.0055	18.0	0.0387	31.0	0.0892
16.2	0.0216	22.7	0.0366	5.2	0.0058	18.2	0.0394	31.2	0.0900
16.3	0.0218	22.8	0.0369	5.4	0.0062	18.4	0.0401	31.4	0.0909
16.4	0.0220	22.9	0.0371	5.6	0.0065	18.6	0.0408	31.6	0.0918
16.5	0.0222	23.0	0.0374	5.8	0.0069	18.8	0.0415	31.8	0.0927
16.6	0.0224	23.1	0.0376	6.0	0.0073	19.0	0.0422	32.0	0.0936
16.7	0.0226	23.2	0.0379	6.2	0.0076	19.2	0.0429	32.2	0.0945
16.8	0.0228	23.3	0.0381	6.4	0.0080	19.4	0.0436	32.4	0.0954
16.9	0.0230	23.4	0.0384	6.6	0.0084	19.6	0.0443	32.6	0.0963
17.0	0.0232	23.5	0.0386	6.8	0.0088	19.8	0.0450	32.8	0.0972

33.0	0.0981	35.0	0.1074	37.0	0.1171	39.0	0.1270	41.0	0.1370
33.2	0.0990	35.2	0.1084	37.2	0.1181	39.2	0.1280	41.2	0.1380
33.4	0.1000	35.4	0.1093	37.4	0.1196	39.4	0.1290	41.4	0.1390
33.6	0.1009	35.6	0.1103	37.6	0.1200	39.6	0.1300	41.6	0.1400
33.8	0.1018	35.8	0.1112	37.8	0.1211	39.8	0.1310	41.8	0.1410
34.0	0.1027	36.0	0.1122	38.0	0.1220	40.0	0.1320	42.0	0.1420
34.2	0.1036	36.2	0.112	38.2	0.1230	40.2	0.1330		
34.4	0.1046	36.4	0.1141	38.4	0.1240	40.4	0.1340		
34.6	0.1055	36.6	0.1151	38.5	0.1250	40.6	0.1350		
34.8	0.1065	36.8	0.1161	38.8	0.1260	40.8	0.1360		

一呎巴歌爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
6.0	0.0085	20.5	0.0619	35.0	0.140	49.5	0.237	64.0	0.351
6.5	0.0108	21.0	0.0643	35.5	0.143	50.0	0.241	64.5	0.355
7.0	0.0121	21.5	0.0665	36.0	0.146	50.5	0.244	65.0	0.359
7.5	0.0134	22.0	0.0690	36.5	0.149	51.0	0.248	65.5	0.363
8.0	0.0148	22.5	0.0714	37.0	0.152	51.5	0.252	66.0	0.368
8.5	0.0162	23.0	0.0738	37.5	0.155	52.0	0.253	66.5	0.371
9.0	0.0177	23.5	0.0762	38.0	0.159	52.5	0.259	67.0	0.376
9.5	0.0192	24.0	0.0787	38.5	0.162	53.0	0.263	67.5	0.380
10.0	0.0208	24.5	0.0812	39.0	0.165	53.5	0.267	68.0	0.384
10.5	0.0224	25.0	0.0838	39.5	0.168	54.0	0.271	68.5	0.389
11.0	0.0240	25.5	0.0863	40.0	0.171	54.5	0.274	69.0	0.393
11.5	0.0257	26.0	0.0889	40.5	0.175	55.0	0.278	69.5	0.397
12.0	0.0274	26.5	0.0915	41.3	0.178	55.5	0.282	70.0	0.402
12.5	0.0292	27.0	0.0942	41.5	0.181	56.0	0.286	70.5	0.406
13.0	0.0310	27.5	0.0969	42.5	0.185	56.5	0.290	71.0	0.410
13.5	0.0328	28.0	0.0995	42.5	0.188	57.0	0.294	71.5	0.415
14.0	0.0346	28.5	0.1020	43.9	0.191	57.5	0.293	72.0	0.419
14.5	0.0366	29.0	0.1050	43.5	0.193	58.0	0.302	72.5	0.424
15.0	0.0385	29.5	0.1080	44.0	0.198	58.5	0.306	73.0	0.428
15.5	0.0405	30.0	0.1110	44.5	0.202	59.0	0.310	73.5	0.433
16.0	0.0425	30.5	0.1130	45.0	0.205	59.5	0.314	74.0	0.437
16.5	0.0445	31.0	0.116	45.5	0.208	60.0	0.318	74.5	0.442
17.0	0.0466	31.5	0.119	46.0	0.212	60.5	0.322	75.0	0.446
17.5	0.0487	32.0	0.122	46.5	0.216	61.0	0.326	75.5	0.451
18.0	0.0508	32.5	0.125	47.0	0.219	61.5	0.330	76.0	0.455
18.5	0.0530	33.0	0.128	47.5	0.223	62.0	0.334		
19.0	0.0552	33.5	0.131	48.0	0.226	62.5	0.338		
19.5	0.0574	34.0	0.134	48.5	0.230	63.0	0.342		
20.0	0.0597	34.5	0.137	49.0	0.233	63.5	0.346		

二呎巴歌爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
6.0	0.0182	13.5	0.0644	21.0	0.127	28.5	0.204	36.0	0.292
6.5	0.0207	14.0	0.0680	21.5	0.132	29.0	0.209	36.5	0.298
7.0	0.0232	14.5	0.0719	22.0	0.137	29.5	0.213	37.0	0.304
7.5	0.0259	15.0	0.0757	22.5	0.142	30.0	0.220	37.5	0.311
8.0	0.0286	15.5	0.0796	23.0	0.146	30.5	0.226	38.0	0.317
8.5	0.0315	16.0	0.0834	23.5	0.151	31.0	0.232	38.5	0.324
9.0	0.0343	16.5	0.0874	24.0	0.156	31.5	0.238	39.0	0.330
9.5	0.0342	17.0	0.0914	24.5	0.161	32.0	0.244	39.5	0.337
10.0	0.0400	17.5	0.0956	25.0	0.166	32.5	0.250	40.0	0.343
10.5	0.0433	18.0	0.0998	25.5	0.172	33.0	0.236	40.5	0.350
11.0	0.0465	18.5	0.104	26.0	0.177	33.5	0.262	41.0	0.356
11.5	0.0499	19.0	0.109	26.5	0.183	34.0	0.268	41.5	0.363
12.0	0.0533	19.5	0.114	27.0	0.188	34.5	0.274	42.0	0.370
12.5	0.0570	20.0	0.118	27.5	0.194	35.0	0.279	42.5	0.377
13.0	0.0607	20.5	0.123	28.0	0.199	35.5	0.286	43.0	0.384

43.5	0.392	50.5	0.493	57.5	0.603	64.5	0.721	71.5	0.844
44.0	0.399	51.0	0.500	58.0	0.611	65.0	0.760	72.0	0.853
44.5	0.406	51.5	0.508	58.5	0.619	65.5	0.739	72.5	0.863
45.0	0.412	52.0	0.515	59.0	0.627	66.0	0.747	73.0	0.872
45.5	0.419	52.5	0.523	59.5	0.636	66.5	0.755	73.5	0.882
46.0	0.426	53.0	0.531	60.0	0.644	67.0	0.763	74.0	0.891
46.5	0.434	53.5	0.539	60.5	0.652	67.5	0.773	74.5	0.901
47.0	0.441	54.0	0.547	61.0	0.660	68.0	0.782	75.0	0.910
47.5	0.449	54.5	0.555	61.5	0.669	68.5	0.791	75.5	0.920
48.0	0.456	55.0	0.563	62.0	0.677	69.0	0.800	76.0	0.929
48.5	0.464	55.5	0.577	62.5	0.686	69.5	0.809		
49.0	0.471	56.0	0.578	63.0	0.694	70.0	0.818		
49.5	0.479	56.5	0.586	63.5	0.703	70.5	0.827		
50.0	0.486	57.0	0.594	64.0	0.712	71.0	0.835		

三呎巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
6.0	0.0268	20.0	0.176	34.0	0.403	48.0	0.688	62.0	1.026
6.5	0.0305	20.5	0.183	34.5	0.441	48.5	0.700	62.5	1.040
7.0	0.0341	21.0	0.190	35.0	0.419	49.0	0.711	63.0	1.053
7.5	0.0383	21.5	0.197	35.5	0.429	49.5	0.722	63.5	1.066
8.0	0.0424	22.0	0.204	36.0	0.438	50.0	0.733	64.0	1.073
8.5	0.0466	22.5	0.211	36.5	0.448	50.5	0.745	64.5	1.093
9.0	0.0507	23.0	0.218	37.0	0.458	51.0	0.756	65.0	1.107
9.5	0.0549	23.5	0.226	37.5	0.468	51.5	0.768	65.5	1.120
10.0	0.0591	24.0	0.233	38.0	0.478	52.0	0.780	66.0	1.133
10.5	0.0637	24.5	0.241	38.5	0.488	52.5	0.792	66.5	1.146
11.0	0.0682	25.0	0.249	39.0	0.490	53.0	0.804	67.0	1.159
11.5	0.0734	25.5	0.257	39.5	0.507	53.5	0.816	67.5	1.173
12.0	0.0786	26.0	0.265	40.0	0.516	54.0	0.828	68.0	1.187
12.5	0.0843	26.5	0.273	40.5	0.527	54.5	0.841	68.5	1.201
13.0	0.0900	27.0	0.281	41.0	0.537	55.0	0.858	69.0	1.214
13.5	0.0955	27.5	0.290	41.5	0.548	55.5	0.864	69.5	1.229
14.0	0.101	28.0	0.298	42.0	0.558	56.0	0.875	70.0	1.243
14.5	0.107	28.5	0.306	42.5	0.569	56.5	0.888	70.5	1.254
15.0	0.112	29.0	0.313	43.0	0.579	57.0	0.900	71.0	1.265
15.5	0.118	29.5	0.322	43.5	0.590	57.5	0.913	71.5	1.270
16.0	0.124	30.0	0.331	44.0	0.601	58.0	0.926	72.0	1.284
16.5	0.130	30.5	0.340	44.5	0.611	58.5	0.939	72.5	1.298
17.0	0.135	31.0	0.349	45.0	0.621	59.0	0.951	73.0	1.312
17.5	0.142	31.5	0.358	45.5	0.633	59.5	0.964	73.5	1.326
18.0	0.149	32.0	0.367	46.0	0.644	60.0	0.977	74.0	1.341
18.5	0.156	32.5	0.376	46.5	0.655	60.5	0.989	74.5	1.355
19.0	0.162	33.0	0.385	47.0	0.666	61.0	0.001	75.0	1.268
19.5	0.169	33.5	0.394	47.5	0.677	61.5	1.014		

四呎巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
6.0	0.0347	11.0	0.0902	16.0	0.164	21.0	0.252	26.0	0.353
6.5	0.0397	11.5	0.0971	16.5	0.172	21.5	0.262	26.5	0.364
7.0	0.0446	12.0	0.104	17.0	0.180	22.0	0.271	27.0	0.375
7.5	0.0489	12.5	0.111	17.5	0.188	22.5	0.281	27.5	0.386
8.0	0.0552	13.0	0.118	18.0	0.196	23.0	0.290	28.0	0.396
8.5	0.0608	13.5	0.126	18.5	0.205	23.5	0.300	28.5	0.407
9.0	0.0663	14.0	0.133	19.0	0.214	24.0	0.310	29.0	0.418
9.5	0.0721	14.5	0.141	19.5	0.224	24.5	0.320	29.5	0.430
10.0	0.0778	15.0	0.149	20.0	0.233	25.0	0.330	30.0	0.441
10.5	0.0840	15.5	0.157	20.5	0.243	25.5	0.342	30.5	0.453

31.0	0.465	40.5	0.707	50.0	0.984	59.5	1.300	69.0	1.645
31.5	0.477	41.0	0.720	50.5	1.000	60.0	1.318	69.5	1.664
32.0	0.489	41.5	0.734	51.0	1.015	60.5	1.336	70.0	1.688
32.5	0.502	42.0	0.747	51.5	1.031	61.0	1.354	70.5	1.702
33.0	0.514	42.5	0.761	52.0	1.047	61.5	1.372	71.0	1.721
33.5	0.527	43.0	0.775	52.5	1.064	62.0	1.389	71.5	1.740
34.0	0.538	43.5	0.790	53.0	1.080	62.5	1.407	72.0	1.759
34.5	0.550	44.0	0.804	53.5	1.097	63.0	1.425	72.5	1.778
35.0	0.562	44.5	0.819	54.0	1.113	63.5	1.443	73.0	1.798
35.5	0.574	45.0	0.833	54.5	1.129	64.0	1.461	73.5	1.817
36.0	0.586	45.5	0.848	55.0	1.146	64.5	1.479	74.0	1.836
36.5	0.599	46.0	0.863	55.5	1.163	65.0	1.497	74.5	1.856
37.0	0.611	46.5	0.878	56.0	1.180	65.5	1.515	75.0	1.876
37.5	0.625	47.0	0.893	56.5	1.197	66.0	1.534	75.5	1.896
38.0	0.638	47.5	0.908	57.0	1.214	66.5	1.552	76.0	1.916
38.5	0.652	48.0	0.923	57.5	1.231	67.0	1.570		
39.0	0.666	48.5	0.939	58.0	1.248	67.5	1.588		
39.5	0.680	49.0	0.954	58.5	1.265	68.0	1.607		
40.0	0.693	49.5	0.969	59.0	1.282	68.5	1.626		

五呎巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
7.0	0.054	21.0	0.314	35.0	0.706	49.0	1.203	63.0	1.792
7.5	0.061	21.5	0.326	35.5	0.722	49.5	1.223	63.5	1.814
8.0	0.068	22.0	0.338	36.0	0.738	50.0	1.243	64.0	1.837
8.5	0.075	22.5	0.350	36.5	0.754	50.5	1.263	64.5	1.860
9.0	0.082	23.0	0.362	37.0	0.770	51.0	1.283	65.0	1.883
9.5	0.089	23.5	0.375	37.5	0.786	51.5	1.303	65.5	1.906
10.0	0.097	24.0	0.388	38.0	0.803	52.0	1.323	66.0	1.929
10.5	0.105	24.5	0.401	38.5	0.820	52.5	1.343	66.5	1.952
11.0	0.113	25.0	0.414	39.0	0.837	53.0	1.363	67.0	1.975
11.5	0.121	25.5	0.427	39.5	0.854	53.5	1.383	67.5	1.998
12.0	0.129	26.0	0.440	40.0	0.871	54.0	1.403	68.0	2.022
12.5	0.137	26.5	0.453	40.5	0.888	54.5	1.423	68.5	2.046
13.0	0.146	27.0	0.466	41.0	0.906	55.0	1.444	69.0	2.070
13.5	0.155	27.5	0.480	41.5	0.924	55.5	1.465	69.5	2.092
14.0	0.164	28.0	0.494	42.0	0.942	56.0	1.486	70.0	2.118
14.5	0.173	28.5	0.508	42.5	0.960	56.5	1.507	70.5	2.142
15.0	0.183	29.0	0.522	43.0	0.978	57.0	1.528	71.0	2.166
15.5	0.193	29.5	0.537	43.5	0.996	57.5	1.550	71.5	2.190
16.0	0.203	30.0	0.551	44.0	1.014	58.0	1.572	72.0	2.214
16.5	0.213	30.5	0.566	44.5	1.032	58.5	1.594	72.5	2.239
17.0	0.224	31.0	0.581	45.0	1.051	59.0	1.616	73.0	2.264
17.5	0.235	31.5	0.596	45.5	1.070	59.5	1.638	73.5	2.289
18.0	0.246	32.0	0.611	46.0	1.089	60.0	1.660	74.0	2.314
18.5	0.257	32.5	0.626	46.5	1.108	60.5	1.682	74.5	2.339
19.0	0.268	33.0	0.642	47.0	1.127	61.0	1.704	75.0	2.364
19.5	0.279	33.5	0.658	47.5	1.146	61.5	1.726	75.5	2.389
20.0	0.290	34.0	0.674	48.0	1.165	62.0	1.740	76.0	2.414
20.5	0.302	34.5	0.690	48.5	1.184	62.5	1.770		

七呎巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
8.0	0.093	10.5	0.145	13.0	0.202	15.5	0.268	18.0	0.341
8.5	0.103	11.0	0.156	13.5	0.214	16.0	0.282	18.5	0.357
9.0	0.113	11.5	0.167	14.0	0.227	16.5	0.296	19.0	0.373
9.5	0.123	12.0	0.178	14.5	0.240	17.0	0.311	19.5	0.389
10.0	0.134	12.5	0.190	15.0	0.254	17.5	0.326	20.0	0.405

20.5	0.421	32.0	0.857	43.5	1.402	55.0	2.010	66.5	2.765
21.0	0.437	32.5	0.878	44.0	1.428	55.5	2.070	67.0	2.793
21.5	0.453	33.0	0.900	44.5	1.454	56.0	2.100	67.5	2.831
22.0	0.470	33.5	0.922	45.0	1.480	56.5	2.130	68.0	2.864
22.5	0.487	34.0	0.944	45.5	1.506	57.0	2.160	68.5	2.897
23.0	0.505	34.5	0.966	46.0	1.533	57.5	2.190	69.0	2.930
23.5	0.523	35.0	0.989	46.5	1.560	58.0	2.221	69.5	2.964
24.0	0.541	35.5	1.012	47.0	1.587	58.5	2.252	70.0	2.998
24.5	0.559	36.0	1.035	47.5	1.614	59.0	2.283	70.5	3.033
25.0	0.577	36.5	1.058	48.0	1.641	59.5	2.314	71.0	3.068
25.5	0.596	37.0	1.081	48.5	1.668	60.0	2.345	71.5	3.103
26.0	0.615	37.5	1.104	49.0	1.695	60.5	2.376	72.0	3.138
26.5	0.634	38.0	1.128	49.5	1.722	61.0	2.498	72.5	3.173
27.0	0.653	38.5	1.152	50.0	1.750	61.5	2.440	73.0	3.208
27.5	0.672	39.0	1.176	50.5	1.778	62.0	2.472	73.5	3.243
28.0	0.691	39.5	1.200	51.0	1.806	62.5	2.504	74.0	3.279
28.5	0.711	40.0	1.225	51.5	1.834	63.0	2.536	74.5	3.315
29.0	0.731	40.5	1.250	52.0	1.863	63.5	2.568	75.0	3.351
29.5	0.752	41.0	1.275	52.5	1.892	64.0	2.600	75.5	3.387
30.0	0.773	41.5	1.300	53.0	1.921	64.5	2.633	76.0	3.423
30.5	0.794	42.0	1.325	53.5	1.950	65.0	2.666		
31.0	0.815	42.5	1.350	54.0	1.980	65.5	2.699		
31.5	0.836	43.0	1.376	54.5	2.010	66.0	2.732		

八呎巴歇爾量水槽自由流流量表

水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s	水頭 cm	流量 c.m.s
8.0	0.104	22.0	0.536	35.0	1.184	50.0	2.000	64.0	2.983
8.5	0.116	22.5	0.556	36.5	1.211	50.5	2.040	64.5	3.021
9.0	0.128	23.0	0.576	37.0	1.238	51.0	2.072	65.0	3.059
9.5	0.140	23.5	0.596	37.5	1.265	51.5	2.104	65.5	3.097
10.0	0.152	24.0	0.617	38.0	1.292	52.0	2.137	66.0	3.135
10.5	0.164	24.5	0.638	38.5	1.319	52.5	2.170	66.5	3.173
11.0	0.177	25.0	0.659	39.0	1.346	53.0	2.203	67.0	3.212
11.5	0.190	25.5	0.680	39.5	1.373	53.5	2.236	67.5	3.251
12.0	0.203	26.0	0.702	40.0	1.401	54.0	2.270	68.0	3.290
12.5	0.216	26.5	0.724	40.5	1.420	54.5	2.304	68.5	3.329
13.0	0.230	27.0	0.746	41.0	1.459	55.0	2.338	69.0	3.368
13.5	0.245	27.5	0.768	41.5	1.488	55.5	2.372	69.5	3.407
14.0	0.260	28.0	0.790	42.0	1.517	56.0	2.407	70.0	3.446
14.5	0.275	28.5	0.813	42.5	1.546	56.5	2.442	70.5	3.486
15.0	0.290	29.0	0.836	43.0	1.575	57.0	2.477	71.0	3.526
15.5	0.306	29.5	0.859	43.5	1.605	57.5	2.512	71.5	3.566
16.0	0.322	30.0	0.883	44.0	1.635	58.0	2.547	72.0	3.606
16.5	0.338	30.5	0.907	44.5	1.665	58.5	2.583	72.5	3.647
17.0	0.355	31.0	0.931	45.0	1.695	59.0	2.619	73.0	3.688
17.5	0.372	31.5	0.955	45.5	1.725	59.5	2.655	73.5	3.729
18.0	0.389	32.0	0.979	46.0	1.756	60.0	2.691	74.0	3.770
18.5	0.406	32.5	1.004	46.5	1.787	60.5	2.724	74.5	3.811
19.0	0.424	33.0	1.029	47.0	1.818	61.0	2.763	75.0	3.852
19.5	0.442	33.5	1.054	47.5	1.849	61.5	2.799	75.5	3.913
20.0	0.460	34.0	1.080	48.0	1.880	62.0	2.835	76.0	3.934
20.5	0.479	34.5	1.106	48.5	1.912	62.5	2.871		
21.0	0.498	35.0	1.132	49.0	1.944	63.0	2.908		
21.5	0.517	35.5	1.158	49.5	1.976	63.5	2.945		

十七、潛孔口 (Submerged Orifice)

若有充分的落差而可利用量水堰測定水量，則應用量水堰為較經濟之方法，其優點乃不受雜草流枝等之影響，且設置費用較其他量水構造物為廉。若落差

不足於應用量水堰，則可用巴歇爾水槽或潛孔口，潛孔口之短處乃泥砂或碎石易於淤積於孔口，影響量水之準確性。

孔口為一洞孔位於渠道式容器牆上，其孔口完全在上游水面之下，牆壁可自水平至垂直方向作成任何

角度之傾斜，孔口亦可作成任意之幾何圖形，水流可洩入空氣或水中，射流可為收縮或不收縮者。通常用於量測灌溉用水之孔口，多為圓形或矩形，且均豎直者；即孔口開於輸水渠道之豎直壁上。孔口在水中洩水者稱為潛孔口 (Submerged Orifice) 如落差不足，不適設置量水堰及因所需用與永久性或其他特殊原因，不值得使用巴歇爾水槽時則用潛孔口。

一般潛孔口具有泥沙或碎石淤積之弊，故不太普遍應用。美國墾務局為避免此弊利用孔口原理導出另一特殊裝置叫定水頭孔口量水門 (Constant Head Adjustable Submerged Orifice Turnout)，將給水門與孔口相連接，利用兩閘門在量水時，相互配合選一固定水頭差。此種方法特別設計用於精密量測灌溉用水，因量水及調節工作可在同一地點完成，故無須過多之調節工作，運用較便。此種固定水頭孔口量水門之結構裝置 (看圖十五、十六)，設置量水閘

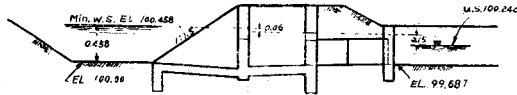


圖15：設計例圖

閘及給水閘門各一，分別位於靜水池上下游。此種量水閘門孔口有兩種尺寸已經檢定得有流量係數者，即 $45\text{cm} \times 60\text{cm}$ 及 $60\text{cm} \times 75\text{cm}$ ，可有單孔或雙孔水門。其量水之操作即將量水門依公式計算應開啓高度後，調節給水門，使量水門前之水頭與靜水池之水位差保持 6cm 之定值。但需注意量水孔口之開啓度不能超過全孔口高度三分之二，在此限度內流入孔口之流量與孔口高度成直線比例，可假定孔口公式中之係數為 0.66 而計算：其公式列如下：

$$Q = CA\sqrt{2gh} \dots\dots\dots (18)$$

式中 Q = 流量 (c.m.s)

h = 水頭差 = 0.06m

A = 量水門孔口之啓開面積

C = 流量係數，採用 0.66

g = 重力加速度 = 9.8m/sec^2

十八、設計計算例

設有一支渠擬自某一支渠引一定流量之灌溉水，現該引水處支渠底標高為 $\text{EL.}100.00$ ，支渠分渠之水力要素如下：

	流量 (c.m.s)	縱坡	糙率	側坡	水深 (m)	底寬 (m)
支渠	0.72	1/1000	0.03	1:1.5	0.652	1.00
分渠	0.15	1/500	0.03	1:1.5	0.51	0.60

試設計一固定水頭量水門。

解：

1. 計算支渠最低水位：

設當支渠流量減至全流量二分之一時

$$Q = \frac{1}{2} \times 0.72 = 0.36\text{c.m.s.}$$

$$\therefore b = 1.00\text{m} \quad n = 0.03\text{s}3 = 1/1000 \quad Z = 1.5$$

$$\frac{\frac{1}{2} Qn}{b^{8/3} S^{1/2}} = 0.311 \quad \text{查表得} \quad d/b = 0.458$$

$$\therefore d = 0.458\text{m}$$

2. 選擇量水門大小

設採用 $45\text{cm} \times 60\text{cm}$ 水門，則啓開高度可由公式 $Q = CA\sqrt{2gh}$ 求得，此處 $b = 0.6\text{m}$

$A = bd = 0.6d$, $Q = 0.15\text{c.m.s}$, $C = 0.66$,

$$h = 0.06\text{m}$$

$$d = \frac{0.15}{0.66 \times 0.6 \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.06}} = 0.35\text{m}$$

$$> \frac{2}{3} \times 0.45 = 0.30\text{m}, \text{不合}$$

\therefore 採用 $60\text{cm} \times 75\text{cm}$ 水門，則

$$d = \frac{0.15}{0.66 \times 0.75 \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.06}} = 0.28$$

$$< \frac{2}{3} \times 0.60 = 0.40 \quad \text{O.K.}$$

3. 選擇給水門之大小

$$\text{由 } Q = CA\sqrt{2gh} \text{ 變爲 } h = \frac{Q^2}{2gc^2A^2}$$

此處注意 h = 給水門至出口之損失水頭，如給水門至出口之暗管不太長則採用 C 值等於 0.70 已足矣，如果太長則應加入暗渠之損失水頭。

設容許損失水頭為 0.15m 則假定孔口直徑

$$d = 45\text{cm}$$

$$h = \frac{(0.15)^2}{(0.7)^2 (0.159)^2 \times 2 \times 9.8} = 0.092(\text{m})$$

$$< 0.15\text{m} \quad \text{O.K.}$$

4. 以支渠流量減半時之流量決定水力要素及給水渠起點之高度，如圖十七

5. 如果給水門後暗管之坡度有傾斜時應於給水門孔口上設置通氣管，其大小計算方法，參考圖九。

參考文獻

1. Manual for Measurement of Irrigation Water U.S.B.R.
2. Basis of Fluid Mechanics Rouse and Howe
3. Canal and related structures U.S.B.R.
4. Open Channel Hydraulics Ven Te Chow
5. 物部水理學 物部長穗
6. 灌溉工程設計講義(未出版) 洪有才
7. 灌溉 張建勛

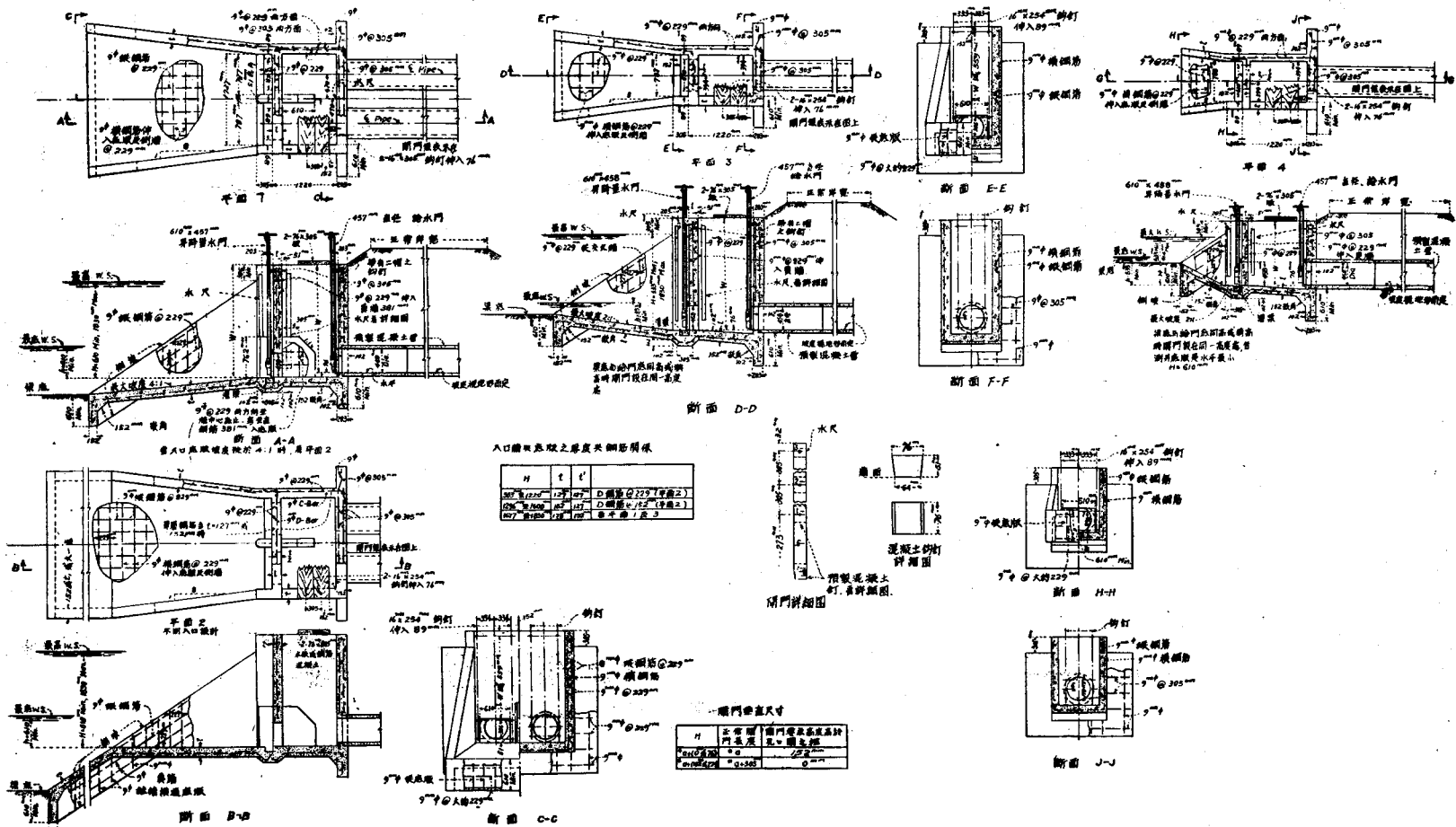


圖 16: 定水頭量水門(最大流量 0.283c.m.s.)

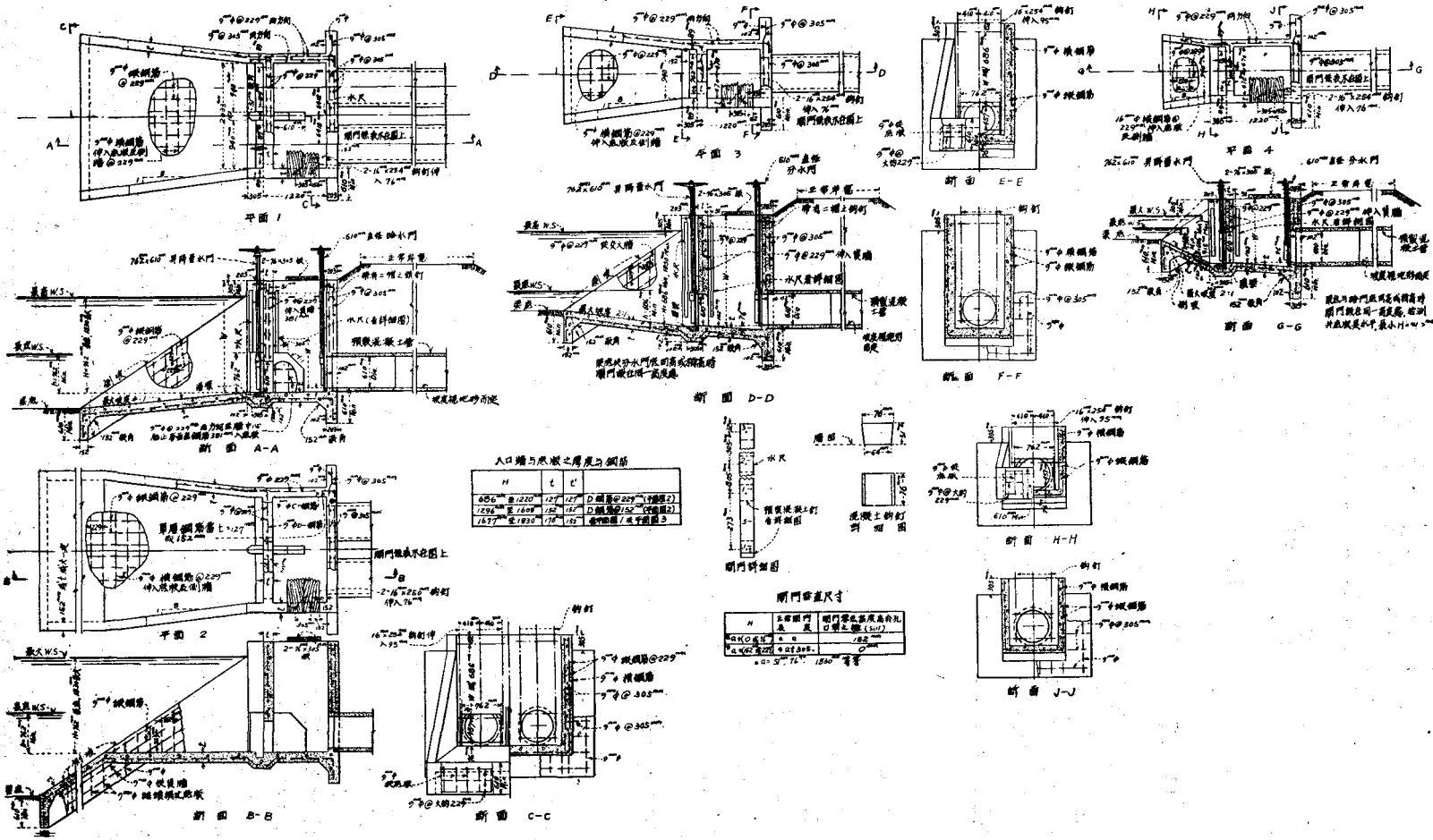


圖17: 定水頭量水門(最大流量)