

論 說 報 告

土木學會誌 第十八卷第六號 昭和七年六月

神戸市水道土ヶ原緩速濾過池集水渠

會員 植 村 倉 藏

Under-drain of Uyegahara Slow Sand Filter-bed in Kobe

By Kurazo Uemura, Member.

内 容 梗 概

本文は神戸市水道土ヶ原緩速濾過池集水渠の断面を理論的に算定したものである。

緒 言

本集水渠は故佐野藤次郎博士が今を去る 15 年前、1917 年、神戸市水道第一回擴張工事中土ヶ原緩速濾過池築造に際して設計せられたものである。

當時著者は故博士の下に土ヶ原工営所主任として施工に従事し傍ら御懇篤なる御指導を仰いで本計算に當つたのである。最近著者は書類整理の折柄偶然其の原稿を見出し當時を想起して感慨無量、追慕の情遣る方無かつたのである。本計算は格別目新しいものでは無いけれども共著者は今更再び筐底深く藏し置くを遺憾とし茲に公にして諸彦の御批判を乞はんと決心した次第である。蓋し本緩速濾過池集水渠に関する正しい觀念を宣傳し且は故人を偲ぶの衷情に出でたものである。

第 一 章 概 要

土ヶ原緩速濾過池は 1 戸 1 日の給水量を 25 立方尺とし、64000 戸に對するものにて濾速を 8 尺とし 1 日 1600000 立方尺の能力を有する。濾過池は 8 個にして扇形に並びて築造され、1 池の面積約 $\frac{2}{3}$ acre 即ち約 800 面坪である。斯く面積廣大であるから池内の場所によつて濾速の變化相當大なるものある可く、之れを成る可く防止する方法として故博士に依りて考案されたものが即ち茲に述べんとする集水渠である。

先づ濾床面積を 64 等分し、其の各區劃を 1 單位とし其の 1 單位の濾過水は集水渠末端の入口より吸込まれるものとする。斯くて各單位に對する濾過面積は同一であるから砂層の摩擦、溫度及び集水渠に於ける摩擦水頭等が相等しければ吸込口に於ける流入量は相等しくなければならぬ。

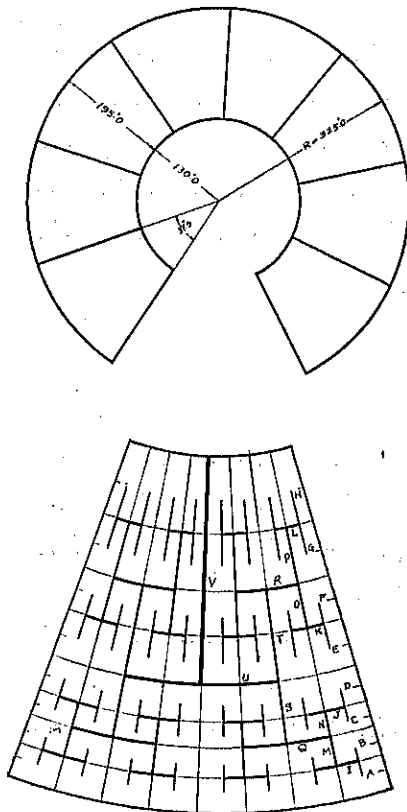
集水渠の摩擦水頭以外の他の條件は比較的不確實性のものであるから假りに相等しとす

る。然る時は集水渠の摩擦水頭を各と同一にせなければならぬ。集水渠に於ける摩擦水頭は濾池が矩形の場合は其の計算は簡単で、各單位に相當する集水渠は同一寸法で差支無いのである。

然し此の場合濾池は扇形を成し單位面積は各と等しいけれども長さ及び幅は場所に依つて變化するから各集水渠も場所に依り其の長さが異り、從て摩擦水頭も亦場所に依つて異つて來る。之れが爲集水渠の各出會口に於ての壓力は不均等を來す。之れは不合理である。故に相隣れる集水渠の出會口に於ける摩擦水頭を相等しくするには渠の大きさを變化せなければならぬ。斯様な見地から次の様な計算を行はんとするのである。即ち計算をするに當り吸込口附近の集水渠は濾過装置に於ける流線を攪亂させない様に其の速度を可及的靜にとる、即ち定流として計算する。然し何處迄も定流として計算すれば漸次水量が合流して渠は非常に大きなものとなり困るから吸込口を遠ざかつた所では不定流として流速を増加して計算する。

第二章 濾池面積の等分

第一圖



圓の面積を n 等分する爲次の如き關係式を得。

$$\pi r_n^2/n = \pi(r_n^2 - r_{n-1}^2) = \pi(r_{n-1}^2 - r_{n-2}^2) \dots (1)$$

中心角 37.5° 内に含まれる一池の面積は、

$$\begin{aligned} & \{3.1416 \times (325^2 - 100^2)\} \times 37.5/360 \\ & = 290358 \square' (= 800 \text{ 坪}) \end{aligned}$$

1 池を 16 等分すれば 1 區劃の面積は、
 $290358/16 = 18147 \square' (= 50.4 \text{ 坪})$

(1) 式より

$$r_n^2 - r_{n-1} = \pi r_n^2/n - \pi r_{n-1}^2/n \times \frac{1}{\pi} = r_n^2 - r_{n-1}^2/n \times \frac{1}{\pi}$$

$$\begin{aligned} r_n^2 - r_{n-1} &= r_n^2 - \{18147 \times (360/37.5)\} \times \frac{1}{\pi} \\ &= r_n^2 - 5545.3 \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

(18147 \square' は中心角 37.5° 内に含まれる面積の 1/16 にして、全圓に對する總面積は $18147 \times (360/37.5)$ となる)

(2) 式に依り各分點の半徑を計算して夫より各集水渠の長を出せば

各分點の半徑 各集水渠の長さ

$$r_{n-1} = \sqrt{325^2 - 5545.3} = 316.33 \text{ ft.} \quad 8.87 \text{ (A)}$$

$$I \quad r_{n-2} = \sqrt{100.079.7 - 5545.3} = 307.46 \quad 9.15 \text{ (B)}$$

	$r_{n-3} = \sqrt{04\ 554.4 - 5\ 545.3} = 298.31$	$0.45 + 9.15 = 18.60$ (M)
Q	$r_{n-4} = \sqrt{88\ 989.1 - 5\ 545.3} = 288.86$	$9.78 + 10.1 = 19.88$ (N)
	$r_{n-5} = \sqrt{83\ 443.8 - 5\ 545.3} = 279.08$	10.1 (O)
J	$r_{n-6} = \sqrt{77\ 898.5 - 5\ 545.3} = 268.98$	10.53 (D)
	$r_{n-7} = \sqrt{72\ 353.2 - 5\ 545.3} = 258.45$	$10.94 + 10.53 + 19.88 = 41.35$ (S)
U	$r_{n-8} = \sqrt{66\ 807.9 - 5\ 545.3} = 247.51$	$11.47 + 12.06 + 26.3 = 49.83$ (T)
	$r_{n-9} = \sqrt{61\ 262.6 - 5\ 545.3} = 236.04$	12.06 (E)
K	$r_{n-10} = \sqrt{55\ 717.3 - 5\ 545.3} = 223.98$	12.73 (F)
	$r_{n-11} = \sqrt{50\ 172.0 - 5\ 545.3} = 211.25$	$13.57 + 12.73 = 26.3$ (O)
	$r_{n-12} = \sqrt{44\ 626.7 - 5\ 545.3} = 197.68$	$14.56 + 15.82 = 30.38$ (P)
	$r_{n-13} = \sqrt{39\ 081.4 - 5\ 545.3} = 183.12$	15.82 (G)
	$r_{n-14} = \sqrt{33\ 536.1 - 5\ 545.3} = 167.30$	17.49 (H)
	$r_{n-15} = \sqrt{27\ 990.8 - 5\ 545.3} = 149.81$	$19.81 + 17.49 + 30.38 + 49.83 = 117.51$ (V)
	$r_{n-16} = \sqrt{22\ 445.5 - 5\ 545.3} = 130.0$	

以上に依て radial の各集水渠の長さが計算出来たのである。

次に circumferential の集水渠の弧長を計算すれば次表の如くなる。

第一表

半 徑	1 池に對する curve length	1 區割に對する curve length	1 區割の面積 (㎡)	摘 要
325.0	210.33	13.15	$1814.7/16 = 113.4$	unit area = 113.4 $\times 4 = 453.6$ ㎡
316.3	204.64	12.78	"	
307.5	198.88	(I) 12.43	"	
298.3	192.86	12.05	"	
288.9	186.71	(Q) 11.67	"	
279.1	180.30	11.27	"	
269.0	173.69	(J) 10.85	"	
258.5	167.10	10.44	"	
247.5	159.61	(U) 9.98	"	
236.0	152.09	9.51	"	
224.0	144.23	(K) 9.01	"	
211.3	135.86	8.49	"	
197.7	127.62	(R) 7.94	"	
183.1	117.46	7.34	"	
167.3	107.12	(L) 6.70	"	
149.8	95.67	5.98	"	
130.0	82.71	(5.17)	"	

$$2\pi r \times (37.5/360) \text{ 弧長} \times 1/16$$

$$= 2.375$$

$$= 0.6545r - 2.375$$

第三章 定流の理論

長さ l , 断面 $s \times ns$ なる矩形管内の flow に就て考えると中心より x なる距離の矩形 core に於ける全剪力を F とすれば,

$$F = (p_1 - p_2) \times 2x \times 2nx = 4n(p_1 - p_2)x^2$$

今矩形の表面積を A とすれば

$$A = (2 \times 2x + 2 \times 2nx)l = 4(1+n)xl$$

(茲に n は x の或る分數とす)

全應剪力 F は表面積 A に依つて抵抗されるものであるから, 表面に於ける單位應剪力は F/A となり之れを m とすれば

$$m = \{n/(1+n)\} \times (p_1 - p_2)x/l \dots \dots \dots (1)$$

今

- v : core x の表面に於ける流速
- μ : 水の viscosity の係數, m/φ
- φ : 問題となれる core の distortion の rate, $-\frac{dv}{dx}$

とすれば,

$$\begin{aligned} \mu = m/\varphi &= -m \, dx/dv \\ -dv &= m/\mu \times dx = \{n/(1+n)\} \times \{(p_1 - p_2)/l\mu\} x \, dx \end{aligned}$$

之れを積分すれば,

$$-v = \{n/(1+n)\} \{(p_1 - p_2)/2l\mu\} x^2 + \text{const.}$$

今 $x=0$ なる中心に於ける流速を v_0 とすれば v_0 は constant となり,

$$v = v_0 - \{n/(1+n)\} \{(p_1 - p_2)/2l\mu\} x^2 \dots \dots \dots (2)$$

而して $x=s/2$ なる處では $v=0$ となり水の slipping は無くなるから (2) 式より,

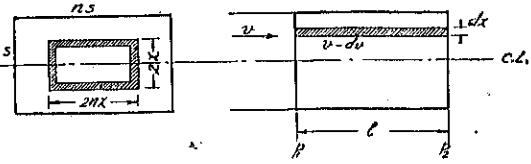
$$v_0 = \{n/(1+n)\} \left\{ \frac{1}{8} \mu (p_1 - p_2)/l \right\} s^2$$

$$\therefore v = \{n/2(1+n)\mu\} \{(p_1 - p_2)/l\} \{s^2/4 - x^2\}$$

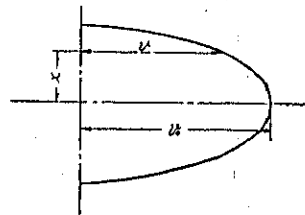
今 $Q = \text{discharge}$ とすれば,

$$\begin{aligned} Q &= \int_0^{s/2} v \{4nx \, dx + 4x \, n \, dx\} = \int_0^{s/2} v \, 8n \, x \, dx \\ &= \{4n^2/(1+n)\mu\} \times (p_1 - p_2)/l \times \int_0^{s/2} (s^2/4 - x^2) x \, dx \\ &= \left\{ \begin{array}{c} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{c} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} \times \left[(s^2/4) \times x^2/2 - x^3/4 \right]_0^{s/2} \end{aligned}$$

第二圖



第三圖



$$= \{ \quad \quad \quad \} \times \quad \quad \times [s^4/64]$$

$$= \{n^2/16(1+n)\mu\} \times \{(p_1-p_2)/l\} \times s^4 \dots\dots\dots(3)$$

集水渠の面積を $n s^2$ とすれば、集水渠に於ける平均流速 V は、

$$V = \{n/16(1+n)\mu\} \{(p_1-p_2)/l\} s^2 \dots\dots\dots(4)$$

次に

ρ : 水の単位容積の重量
 h : p_1-p_2 に相當する水面の落差とすれば
 $p_1-p_2=h \rho$

となり h/l は水面勾配となるを以て (3), (4) 式は次の如くなる。

$$Q = \{n^2/16(1+n)\} (\rho/\mu) (h/l) s^4 \dots\dots\dots(5)$$

$$V = \{n/16(1+n)\} (\rho/\mu) (h/l) s^2 \dots\dots\dots(6)$$

集水渠を方形即ち $n=1$ とすれば

$$Q = \frac{1}{32} \times (\rho/\mu) (h/l) s^4 \dots\dots\dots(7)$$

$$V = \frac{1}{32} \times (\rho/\mu) (h/l) s^2 \dots\dots\dots(8)$$

茲に ρ/μ は各種の液體で温度が同一であるときは一定であるから之れを $32^\circ C$ とするときは

$$Q = C (h/l) s^4$$

$$V = C (h/l) s^2$$

$$\frac{1}{C} = K \text{ とすれば,}$$

$$h = K \times Q \ l/s^4 \text{ 又は } = K \times Q \cdot l/a^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$h = K \times V \ l/s^2 \text{ 又は } = K \times V \ l/a \dots\dots\dots(10)$$

定流と不定流の限界點は人に依つて一定しないが茲では $v < 20$ 呎毎分の場合とする。即ち本計算では是以下の場合には定流として計算する。

$v > 20$ 呎毎分の場合には unsteady flow として取扱ふ。不定流の理論は省略して

$$v = C \sqrt{R i}$$

$$\therefore v^2 = C^2 \cdot R i$$

$$q^2/a^2 = C^2 \times (a/p) (h/l)$$

$$\therefore h = \frac{1}{C^2} \times q^2 \ p \ l/a^2 = K' \times q^2 \ l \times 4a/s^4 = K' \ q^2 \ l/a^3 \dots\dots\dots(11)$$

として計算する。

第四章 計 算

第一圖に於て (A+I), (B+I), (C+J), (E+K), (F+K), (G+L) 及び (H+L) の集水渠に於ける摩擦水頭を極力同等にしようとする。而して是等は定流として計算せんとするから

(9) 式

$$h = K \times Q / a^2 = K \cdot Q / s^4$$

$$K(Ql_1/a_1^2 + 2Ql_2/a_2^2) = K(Ql_3/a_3^2 + 2Ql_4/a_4^2)$$

又は

$$l_1/a_1^2 + 2l_2/a_2^2 = l_3/a_3^2 + 2l_4/a_4^2 \dots\dots\dots (A)$$

としなければならない。

茲で l_1, l_2, l_3, l_4 及び a_1 を與へて a_2, a_3, a_4 を求めるか又は a_1, a_2, a_3, a_4 及び l_1 を與へて l_2, l_3, l_4 を求めるかにある。 l_1, l_2, l_3, l_4 及び a_1, a_2, a_3, a_4 は夫れ夫れ集水渠の長さ及び斷面積とす。

(1) (A+I) と (C+J) の斷面を求む。

(A) 式に依り、

$$a_4^2 = 2l_4(l_1/a_1^2 + 2l_2/a_2^2 - l_3/a_3^2)$$

仍て

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = 0.25 \\ a_2 = 0.49 \\ a_3 = 0.25 \end{array} \right\} \text{と假定すれば}$$

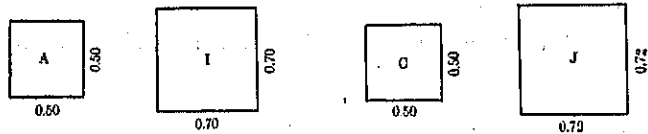
$$a_4^2 = 2 \times 10.9 / (8.8 / 0.25^2 + 2 \times 12.4 / 0.49^2 - 10.1 / 0.25^2)$$

$$= 21.8 / (140.8 + 103.3 - 161.6)$$

$$= 0.2642$$

$$a_4 = 0.514$$

$$s = 0.716 + 0.72$$



(2) (A+I) と (E+K) の斷面を求む。

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = 0.25 \\ a_2 = 0.49 \end{array} \right\} \text{と假定すれば}$$

$$a_4 = 0.75^2 = 0.5625$$

$$a_3^2 = l_3 / (l_1/a_1^2 + 2l_2/a_2^2 - 2l_4/a_4^2)$$

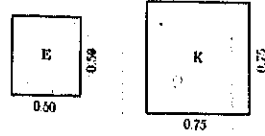
$$= 12 / (8.8 / 0.25^2 + 2 \times 12.4 / 0.49^2 - 2 \times 0 / 0.75^4)$$

$$= 12 / (140.8 + 103.3 - 56.8)$$

$$= 0.064$$

$$\alpha_0 = 0.253$$

$$s_0 = 0.5$$



(3) (A+I) と (H+L) の断面を求む。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= 0.25 \\ \alpha_2 &= 0.49 \\ \alpha_4 &= 0.75^2 \end{aligned} \right\} \text{と假定すれば}$$

$$\alpha_3^2 = l_0/(l_1/\alpha_1^2 + 2l_2/\alpha_2^2 - 2l_4/\alpha_4^2)$$

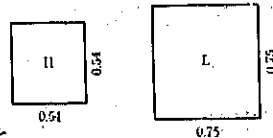
$$= 17.5/(140.8 + 103.3 - 2 \times 6.7/0.75^4)$$

$$= 17.5/201.7$$

$$= 0.0867$$

$$\alpha_3 = 0.293$$

$$s_0 = 0.54$$



(4) 次に第一圖に於て (M+Q+S), (N+Q+S),

(P+R+T), (O+R+T) の集水渠に於ける摩擦水頭を

同等にしようとするのであるが茲では不定流として計算する。故に (11) 式 $h = K' q^2 l/s^5$ に依り各連続せる三つの渠の摩擦水頭が互に等しくなければならぬ。而して Q 渠の q は M 渠の q の 2 倍となり、S 渠の夫は 4 倍となるから

$$q^2 l_1/s_1^5 + 2q^2 l_2/s_2^5 + 4q^2 l_3/s_3^5 = q^2 l_4/s_4^5 + 2q^2 l_5/s_5^5 + 4q^2 l_6/s_6^5$$

又は

$$l_1/s_1^5 + 4l_2/s_2^5 + 16l_3/s_3^5 = l_4/s_4^5 + 4l_5/s_5^5 + 16l_6/s_6^5 \dots\dots\dots(B)$$

となる。

茲で l_1, l_2, l_3, \dots は凡て已知數であるから s_1, s_2, s_3, \dots を種々假定して試算に依り (B) 式を成立せしめる。即ち

$$\left. \begin{aligned} s_2^5 &= (0.75)^5 = 0.2373 \\ s_5^5 &= (0.81)^5 = 0.3486 \\ s_6^5 &= (0.97)^5 = 0.858734 \end{aligned} \right\} \text{及び} \left. \begin{aligned} s_1^5 &= (0.72)^5 = 0.19345 \\ s_3^5 &= (0.86)^5 = 0.5013 \\ s_4^5 &= (0.95)^5 = 0.688 \end{aligned} \right\} \text{と假定し}$$

(B) 式に代入すれば、

$$18.6/0.72^5 + 4 \times 23.3/0.8^5 + 16 \times 41.4/0.95^5$$

$$= 30.4/0.75^5 + 4 \times 15.9/0.81^5 + 16 \times 40.8/0.97^5$$

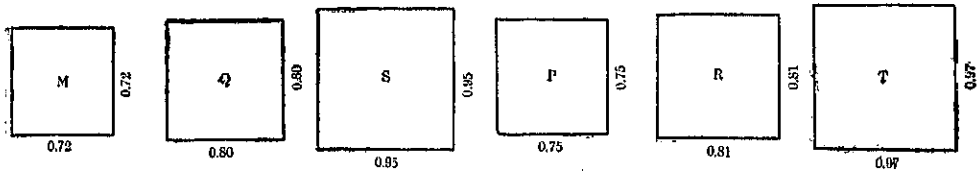
$$96.4 + 284.2 + 850.0 = 128.1 + 182.4 + 927.6$$

$$1230.6 \doteq 1238.1$$

となり兩邊の差は僅かに 1.5/1238.1 であるから s は假定通りに決定す。

斯くて第二章及び第四章に於ける計算の結果を摘出して附表を得。

表中	$\left\{ \begin{array}{l} q \text{ (normal)} \\ q \text{ (max.)} \end{array} \right.$	は濾過水量にして各單位共濾速 8 呎毎日			
		"	"	"	16 "



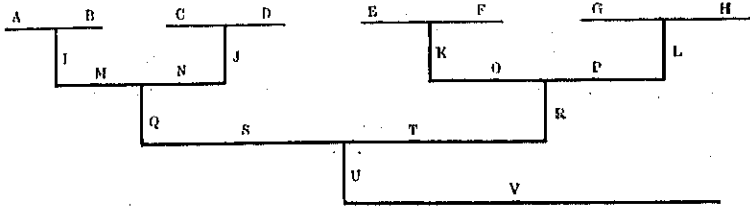
として計算せるものである。v も亦同様の考案より出たものである。

斯様にして各集水渠の大きさが決定したので、次に相隣れる2つの集水渠に於ける摩擦水頭を計算して第二表を得。但し之れ等集水渠の入口に近いものは濾層に接近して居るから流線 (stream line) を攪亂させない様に $v < 20$ 呎毎分とし、之れ以下の部分では $v > 20$ 呎毎分とせることは上述の通りである。

第 二 表

摩擦水頭 渠 符 號	$h = K(Ql/a_1^2 + 2Q_2l_2/a_2^2) = K(Ql_1/s_1^4 + 2Ql_2/s_2^4)$ $= K(Ql_1/s_1^4 + 2l_2/s_2^4)$
A+I	$K(5 \times 8.8/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 12.4/\overline{0.49^2})$ $= 5K \times (8.8/0.0625 + 24.8/0.2401) = 5K(244.0)$
E+K	$K(5 \times 12/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 9.0/\overline{0.5625^2})$ $= 5K(12/0.0625 + 18/0.3164) = 5K(248.8)$
B+I	$K(5 \times 9.2/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 12.4/\overline{0.49^2})$ $= 5K(9.2/0.0625 + 24.8/0.2401) = 5K(250.5)$
F+K	$K(5 \times 12.7/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 9.0/\overline{0.5625^2})$ $= 5K(12.7/0.0625 + 18/0.3164) = 5K(260.0)$
C+J	$K(5 \times 10.1/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 1.09/\overline{0.5184^2})$ $= 5K(10.1/0.0625 + 21.8/0.2687) = 5K(245.8)$
G+L	$K(5 \times 15.8/\overline{0.2809^2} + 2 \times 5 \times 6.7/\overline{0.5625^2})$ $= 5K(15.8/0.0789 + 13.4/0.2164) = 5K(242.3)$
D+J	$K(5 \times 10.5/\overline{0.25^2} + 2 \times 5 \times 10.9/\overline{0.5184^2})$ $= 5K(10.5/0.0625 + 21.8/0.2687) = 5K(252.2)$
H+L	$K(5 \times 17.5/\overline{0.2809^2} + 2 \times 5 \times 6.7/\overline{0.5625^2})$ $= 5K(17.5/0.0789 + 13.4/0.2164) = 5K(264.1)$

上表を「通覽するに摩擦水頭は、(A+I) と (H+L) との差が最大であるが是でも僅かに $20.1/264.1 \div 7.6\%$ に過ぎないから一般に大なる問題でもあるまい。計算はやり直さず此の儘で進む。



次に第三渠以下の3つの相隣れる集水渠の摩擦水頭を計算すれば第三表の如くなる。但し $v > 20$ 呎毎分とす。

第三表

渠符號	摩擦水頭	計算式
		$h' = K(q^2 l_1/s_1^5 + 2q^2 l_2/s_2^5 + 4q^2 l_3/s_3^5)$ $= K q^2(l_1/s_1^5 + 4l_2/s_2^5 + 16l_3/s_3^5)$
M+Q+S		$K(20^2 \times 18.6/0.72^5 + 40^2 \times 23.3/0.8^5 + 80^2 \times 41.4/0.95^5)$ $= 20^2 K(96.4 + 284.4 + 856) = 20^2 K(1236.6)$
O+R+T		$K(20^2 \times 23.3/0.75^5 + 40^2 \times 15.9/0.80^5 + 80^2 \times 49.8/0.97^5)$ $= 20^2 K(110.8 + 195.3 + 927.6) = 20^2 K(1233.7)$
N+Q+S		$K(20^2 \times 19.9/0.72^5 + 40^2 \times 23.3/0.8^5 + 80^2 \times 41.4/0.95^5)$ $= 20^2 K(103.1 + 284.4 + 856.0) = 20^2 K(1243.5)$
P+R+T		$K(20^2 \times 30.4/0.75^5 + 40^2 \times 15.9/0.8^5 + 80^2 \times 49.8/0.97^5)$ $= 20^2 K(128.1 + 195.3 + 927.6) = 20^2 K(1251.0)$

上表に依て見るに (O+R+T) と (P+R+T) との差は僅かに $17.3/1251 \div 1.4\%$ 。處で斷面を餘りまちまちにしない爲に R を 0.8 sq とする。斯うして尙其の差は僅少である。同様に又差は幾分増加するけれども H も 0.54 のものを 0.53 sq とする。

斯うして集水渠の斷面を決定したのである。集水渠は濾過池底壁の上に直にコンクリートの渠を作り上部を密閉し、水は各渠の終端即ち吸込口より流入しそれ以外の處よりは侵入出來ない構造である。是等の集水渠は漸次に合流して附圖に示す様に最後には中心線の1渠となり濾過池の内周近くに設けられた調整池内の淨水井に至る。淨水井は8個の濾過池の淨水井が併列して圓形を成し設けられ上屋で覆れてゐる。此の中には濾床の損失水頭計、濾池の水位計等も設置してあるから全部の濾池の狀況を観察することが出来る。

濾過装置は4層より成り砂層3尺、砂利層1.5尺で此の砂利層は最上層其の徑2分以上4分以下、次層4分以上8分以下、第三層1寸以上2寸以下(以上各層厚3寸宛)、第四層2寸以上5寸以下、其の厚さは第一、第二、第三層は各々3寸最下層は其の厚さ

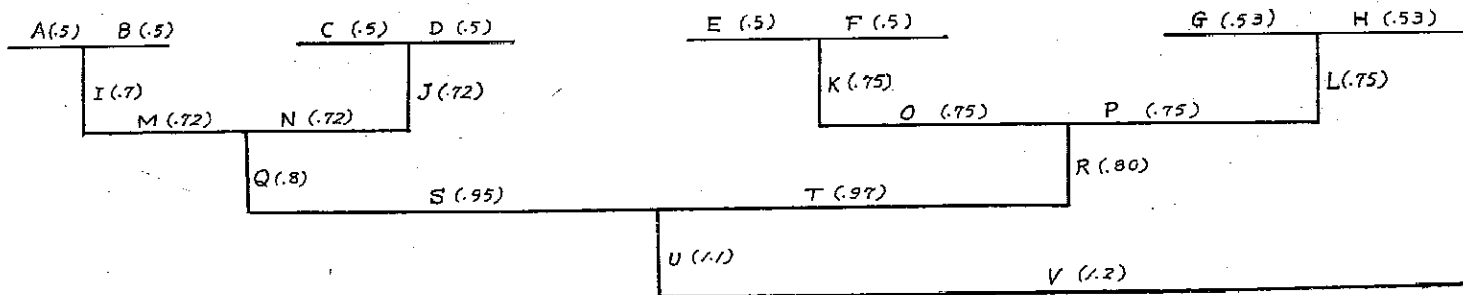
6 寸とす。砂利及び砂は何れも附近を流るる武庫川産のものである。

逆水用の水は最後の集水渠即ち調整池浄水井に向ふ管が互に連絡されてあるから是に依て隣池の浄水を用ふることが出来る。放水は最後の集水渠から放水管を出してある。

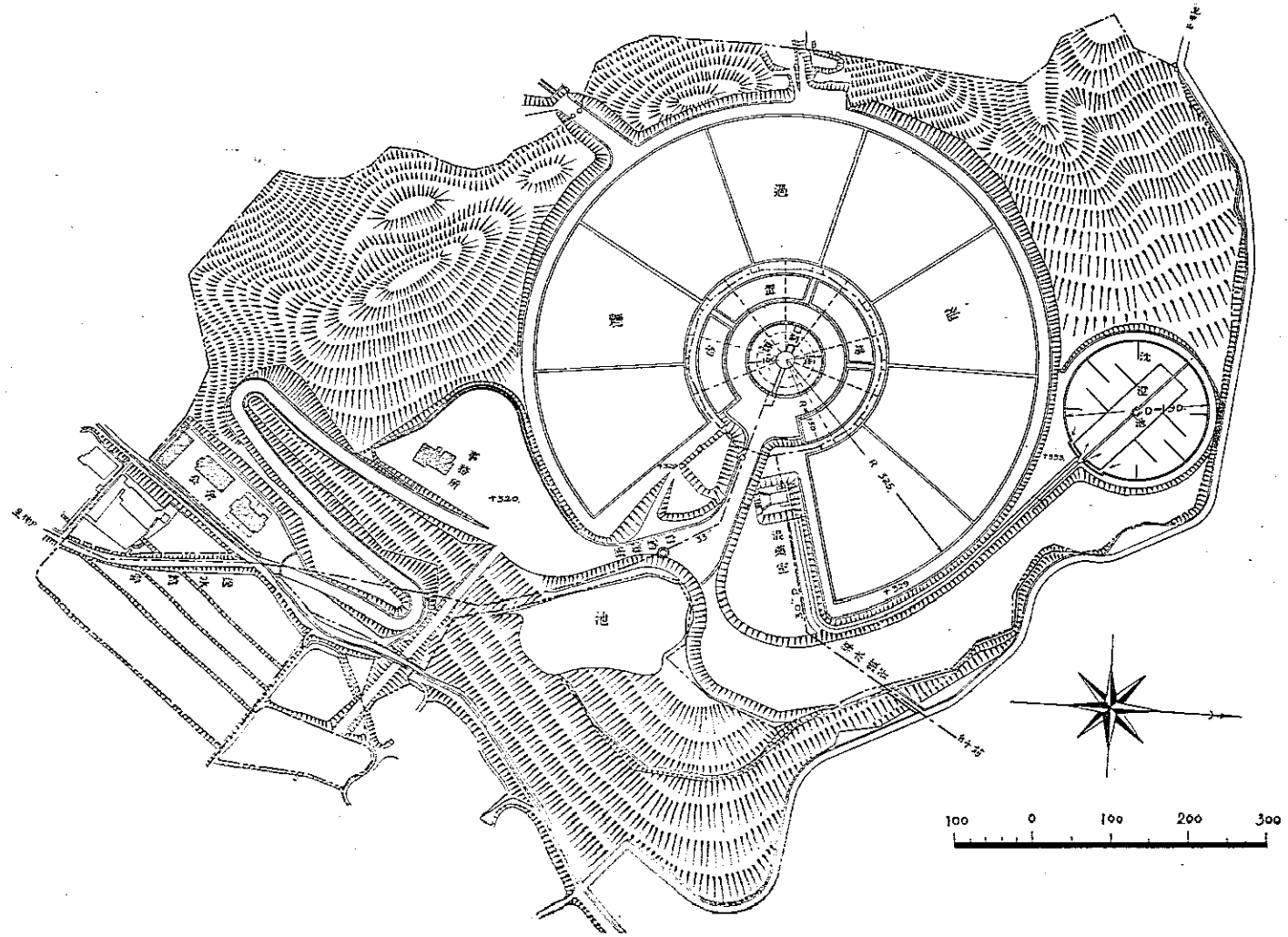
(完)

表

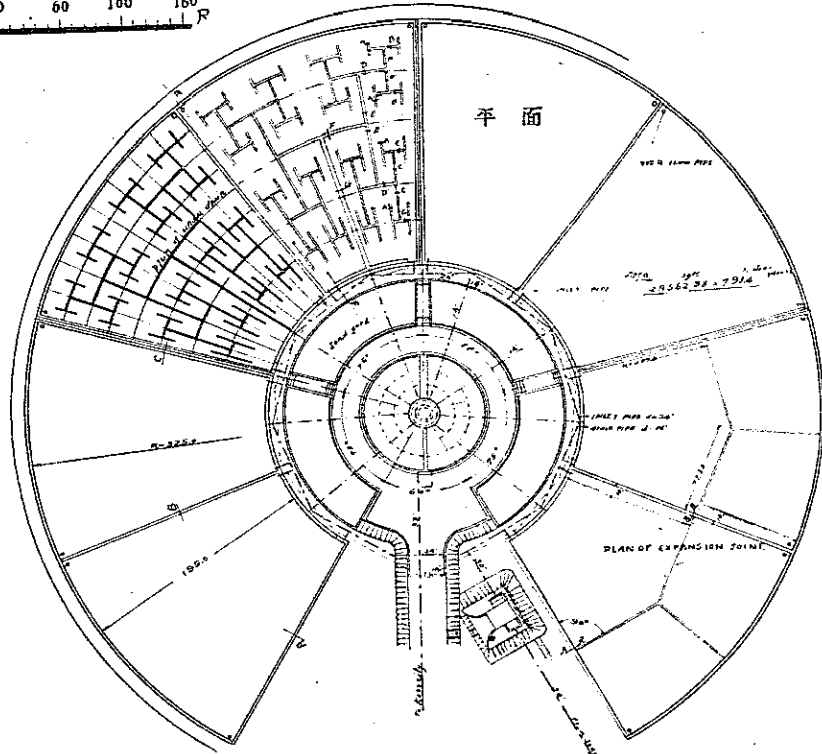
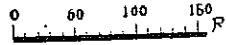
		Radial								Circumference				Radial				Circumf.		Radial		Cir.	Rad.
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Length.	l .	8.8	9.2	10.1	10.5	12.0	12.7	15.8	17.5	12.4	10.9	9.0	6.7	18.6	19.9	26.3	30.4	23.3	15.9	41.4	49.8	39.9	117.5
Size.	s	0.5	"	"	"	"	"	0.53	0.53	0.7	0.72	0.75	0.75	0.72	0.72	0.75	0.75	0.8	0.80	0.95	0.97	1.1	1.2
Area.	\bar{s}^2	0.25	"	"	"	"	"	.2809	.2809	0.49	.5184	.5625	"	.5184	"	.5625	"	0.64	"	.9025	.9409	1.21	1.44
Wetted perimeter.	$4s$	2.0	"	"	"	"	"	2.12	2.12	2.8	2.88	3.0	"	2.88	"	3.0	"	3.2	"	3.8	3.88	4.4	4.8
q	Normal. (per minute)	2.5	"	"	"	"	"	"	"	5.0	"	"	"	10.0	"	"	"	20.0	"	40.0	"	80.0	160.0
	Max.	"	"	"	"	"	"	"	"	10.0	"	"	"	20.0	"	"	"	40.0	"	80.0	"	160.0	320.0
v	Normal.	"	"	"	"	"	"	8.9	"	10.2	"	8.89	"	19.29	"	17.77	"	31.25	"	44.3	42.5	66.1	111.1
	Max.	"	"	"	"	"	"	17.8	"	20.4	"	17.77	"	38.58	"	35.54	"	62.5	"	88.6	85.0	132.2	222.2



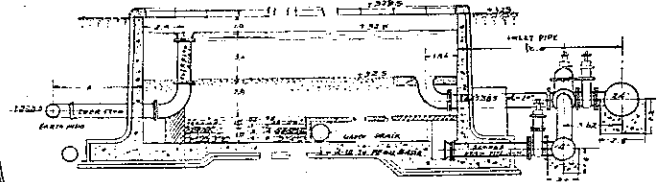
附圖第一 神戸市水道上下原海水橋場平面圖



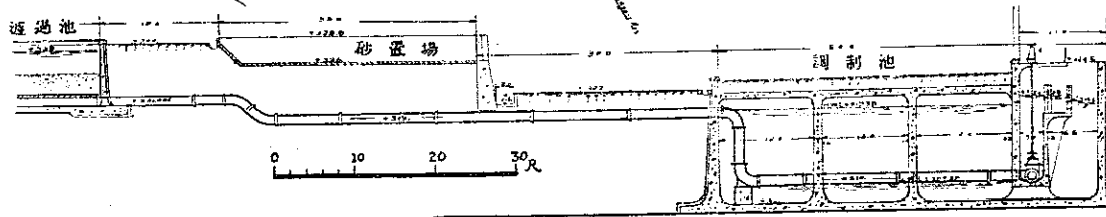
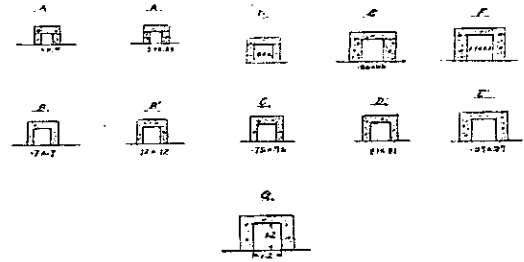
附圖第二 神戸市水道上下原海水構場濾過池圖



E.F. 断面



濾過装置底部暗渠断面



仕切壁

底壁

