

講 演

第25巻第12號 昭和14年12月

浄化下水を利用したる一給水計畫に就て

(昭和14年10月20日土木學會創立25周年記念講演會に於て)

會員 板 倉 誠*

要旨: 水源に乏しい都市に於ては折角の上水を1回限りの使用を以て廢棄して仕舞ふのは實に惜しいと云ふ感じが多い。更に之を廢棄するに際して相當莫大なる費用を掛け浄化處理を必要とする様な場合に於ては一層此の感を深うするのである。

浄化下水の利用としては灌溉、撒水、洗滌、防火、工場、河川浄化等色々其の利用途もあらうと考へられるが、本編は其の具體的の例として東京市下水道芝浦汚水處分場を中心としたる特定區域に對し調査研究したる一給水計畫の概要である。

但し本計畫はほんの一私案に過ぎぬものである事をお断りする。

1. 給水區域

給水區域は圖-1に示す如く芝浦汚水處分場を中心としたる埋立開發地凡そ120萬坪(現在)の區域を以て其の對照とした。

本區域は所謂工場地帯であつて工場、倉庫、停車場、着船場、屠場其の他港灣關係のものが多く普通住宅は極めて僅かである。未だ空地も多く將來の繁榮が豫想されるが、現在でも已に241の工場敷を算して居る。

圖-1.

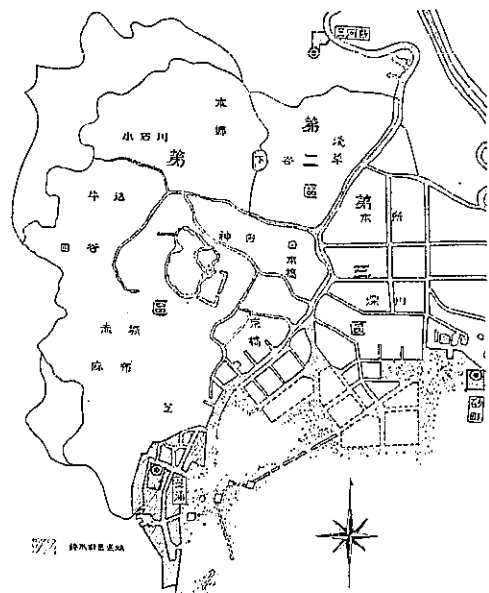


表-1.

區 域	工 場 敷
海 岸 通	8
芝 浦	32
西 芝 浦	62
高 濱 町	15
東 品 川	111
大 井 鮫 洲	13
計	241

以上諸工場の内主なるものに就き使用水其の他の狀況を調査したる結果は表-2に示す如きものであつた。

尙本區域は一帶に鑿泉の湧出量少く、且つ水質不良なる爲、地下水への期待は將來共餘り期待出來ないのである。

本計畫は上記の區域に於ける工場雑用水、高壓防火用水

* 工學士 東京市技師 芝浦汚水處分場長

表-2.

工場名	所在地	従業員	作業時間	使用水				14年 6月	5月	
				用途	現在 水源	使用時間	所要水質			
芝浦汚水 處分場	芝 區 高 濱 町 2	72	1 晝 夜	濁水防止 用及洗滌 用水 同	鑿泉 上水	1 晝 夜 1 晝 夜		8 296	9 768	
市清掃部 芝浦車庫	芝區海岸通 3 丁目 1	24	7.5~16.5	自動車洗 水	上水	15 ~17		201	201	
日米水産 株式會社	芝 區 芝 浦 2 丁目 2	水産物冷凍 (5~9月) 100 (10~4月) 180	1 晝 夜	冷凍用水	鑿泉 河水	1 晝 夜	低溫 17.8°C 鹽分不可		鑿泉	
中央製氷 株式會社	芝 區 芝 浦 2 丁目 1	製 氷	1 晝 夜	冷凍用水	鑿泉	1 晝 夜	低溫 17.8°C 鹽分不可		鑿泉	
日本電氣 株式會社 芝浦工場	芝 區 芝 浦 2 丁目 1	電氣機械器 具製作	800	7.5~19.5	汽罐用水 冷却用水 水洗便所 用水	鑿泉 上水 上水	7.5~19.5 7.5~19.5 7.5~19.5	鹽分, 壓分 不可	31 372	34 368
豐玉香料	芝區西芝浦 4 丁目 1	一般化學合 成香料製造	32	8 ~17	冷却用水	上水	8 ~17	132	132	
沖電氣株 式會社芝 浦工場	芝區西芝浦 4 丁目	電氣機械器 具製作		7.5~19.5	汽罐用水 水壓機用 水 鍍金用水 同 水洗便所 用水 ダストコレク ター用水	上水 上水 上水 鑿泉 鑿泉 鑿泉	1 晝 夜 5.5~19.5 7 ~1.95 7 ~1.95 7 ~1.95 7 ~1.95	化鐵變化を 起す如きも の	471 888 7 192	387 828 10 924
日本エタ ニットパ イプ	芝區西芝浦 4 丁目	セメントア スベスト管 製作	88	9 ~17	セメント 混和及 養生水	鑿泉	1 晝 夜	7 739	8 555	
横河橋梁 製作所	芝區西芝浦 2 丁目	鋼橋及鉄骨 製作	700	7.5~19.5	冷却水及 濁水試験 水	上水	7.5~19.5	2 156	2 941	
東光電氣	芝區西芝浦 4 丁目	電氣機械器 具製作	450	7.5~19.5	變圧機試 験用水 キリンス 用水 自動車洗 水 油再生用 水	上水 上水 上水 上水	年 數 回 月 數 回	鹽分不可 鹽分不可	130	86
東京自動 車ホテル 芝浦ガレ ーデ	芝區西芝浦 4 丁目 3	自動車々庫 及アパート 者)	70 (アパート居住 者)		自動車洗 水 同 水洗便所 用水	上水 鑿泉 上水	17 ~20 22 ~24 17 ~20 22 ~24 1 晝 夜	鹽分不可 鹽分不可	293	500 上水
東京鐵骨 橋梁株式 會社	芝區西芝浦 4 丁目 4	建築用鉄骨 及鋼橋製作	300	7.5~19.5	コンプレ ッサー冷 却水 船 洗 水	上水 上水	7.5~19.5	水質を論ぜ ず	30 6	30 4

表-2. (続き)

過去1ケ年使用水量 (m³)											平均1日 使用水量	最大1日 使用水量	最大 1時間 使用水量	備 考	
4月	3月	2月	1月	13年 12月	11月	10月	9月	8月	7月	6月					
8031	9076	7558	9112	90	90	1740	1340	130	70	1280	690	12.5	37.5	23.0	第1第2沈澱池曝氣槽の洗滌用水として1.5倍の使用量を要す
			9112	9112	8738	6381	9406	8509	11319	11950		288.5	865.5	54.1	
311	248	247	235	116	103	166	166	171	156	143		6.9	13.7	6.9	
15000石/日=2705.8 m³/日, 河水汲揚設備 10000石/日=1804 m³/日												2705.8	112.8		
湧出量 3800石/日=685.5 m³/日												685.5	28.6		
82	100	104										2.3	4.6	0.6	
435	358	404	470	326	230	231	412	438	702	317		13.0	26.0	3.3	
													16.0	2.0	
299	299	314	365	237	143	143	158	276	243	27		7.5	15.0	3.5	
415	23	721	477	230	292	454	454	565	340	424		13.2	26.4	1.7	
233	90	33	46									28.5	57.0	7.8	
7326	7326	9245	9065	9874	7531	12639	12639	14374	9990	9136		323.6	647.2	78.4	
湧出量 10000石/日											216.4	432.8	54.1		
て現在はその2,3割を使用, 屋上の水槽に一旦貯水の上使用する											270.5	541.0	67.6		
												54.1	108.2	13.5	
8556	6846	9190	6953									264.3	528.6	33.0	
895	1576	1436	1487	1270	895	1299	1299	1371	651	424		48.5	97.0	12.1	
													6.0	6.0	
													1.0	1.0	
78	86	161	77	45	99	130	130	540	181	225		4.9	9.8	1.4	昭和14年8月より操業の豫定
												3.0	6.0	0.8	
500	427	438	575	320	258	539	576	532	558	591		15.3	30.6	9.2	
使用量の約1.5倍											23.0	46.0	13.2		
													2.8	0.2	
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30		0.2	0.4	0.4	
6	6	10	1									1.0	2.0	0.3	

表-2. (續き)

工場名	所在地	製 業 員	作業時間	使 用 水				14年			
				用 途	現在 水源	使用時間	所要水質	6 月	5 月		
鹽水港製糖株式會社	芝區西芝浦 4丁目3	製 糖	1晝夜	汽罐用水	上水	1晝夜	水質を論ぜず	20	49		
				洗滌用水	上水	1晝夜				685	6362
				冷却用水	河水	1晝夜					
				水洗便所用水	上水	1晝夜				最大	
朝日製氷株式會社	芝區西芝浦 4丁目4	製氷及冷凍		冷凍用水 水洗便所用水	鑿泉 上水	1晝夜	低 温		最大		
市發電所	芝區芝浦 3丁目1	發 電	35	蒸氣用水	上水	12 ~ 21	水質を不擇		河水 鑿泉		
				冷却用水	河水	12 ~ 21					
				洗滌用水	鑿泉	8 ~ 16					
品川操車場				蒸氣機關車給水	上水			10000	10455		
				電車洗水	上水	8 ~ 16		668	668		
				客車洗水	上水	8 ~ 16		2555	1979		
市産業局芝浦屠場	芝區高濱町			汽罐用水	上水	1晝夜		136	198		
				冷凍用水 洗滌用水 水洗便所用水	鑿泉 上水	1晝夜				最大	
沖電氣高濱工場	芝區高濱町	電氣機械器具製作							一部		
品川燃料株式會社品川工場	品川區東品川 4丁目4	豆炭製造	150	1晝夜	原料混和	上水	1晝夜	鹽分, 石灰 不可 鹽分, 石灰 不可	409	193	
					糖密溶解水	上水	1晝夜		409	193	
小糸製作所	品川區東品川 4丁目16	鍍金及金屬加工	500	7.5~17 (金屬加工)	鍍金用水	上水	7.5~17	鹽分, 鐵分 不可 鹽分, 鐵分 不可 鹽分不可	582	670	
				7.5~19	硝子研磨用	上水	7.5~17		500	482	
					自動車洗水	上水			19	19	
東京特殊鋼株式會社	品川區東品川 4丁目16, 24	鍛鋼及機械加工	130	5 ~ 23	汽罐用水	上水	5 ~ 23	水質を論ぜず	668	802	
					作業消火水	上水	5 ~ 23		100	146	
三陽工業所	品川區東品川 4丁目38	絶緣物製造	15	7 ~ 19	汽罐用水	上水	7 ~ 19	鹽分不可	53	47	
					冷却用水	上水	8 ~ 17		177	267	
小糸製作所第二工場	品川區東品川 4丁目39	鍍金及金屬加工	60	7.5~17	鍍金用水	上水	7.5~17	鹽分不可	270		
					硝子加工用水	上水	7.5~17		270		

表-2. (續き)

過去 1 ケ 年 使 用 水 量 (m ³)											平均 1 日 使用水量	最大 1 日 使用水量	最 大 1 時 間 使用水量	備 考
4 月	3 月	2 月	1 月	13年 12月	11月	10月	9 月	8 月	7 月	6 月				
37	79	68	89	72	212	49	49	17	26	38	5.5	11.0	0.7	1 年間の作業日 数 132日 13年は 月10日 14年は 月12日 の割合
6280	5450	154	2935	4855	4703	4292	4292	4387	11554	2807	423.8	847.6	53.0	
揚水量 9.05 m ³ /min												13032.0	543.0	
												4.3	0.3	
湧出量 20000 石/日 = 3607.8 m ³ /日												3607.8	150.3	
												12.3	2.3	
684	1055	813	911	768	762	199					24.9	49.8	8.2	
汲揚最大能力 14350 gal/min = 65 m ³ /min												3510.0	390.0	
湧出量 5500 m ³ /日												1833.6	229.2	
10455	10455	10455	11390	10295	11390	10279	11402	11604	11034	11034	354.2	708.4	44.3	現在東京驛にあ るものなるも近 き将来移轉さ べきもの
668	668	668	668	668	668	668	668	683	688	544	22.1	44.2	8.3	
2824	3077	2859	4298	4748	6236	4935	5716	5904	2278	2750	129.9	259.8	48.7	
208	258	347	207								7.4	14.8	0.9	
湧出量 400 石/時, 現在使用量 112 石/時 = 20.2 m ³ /時												1732.8	72.2	
												10.9	0.7	
上水 大部分鑿泉 (浄化装置を有す) を使用, 芝浦工場と同等												1800.0	225.0	
153	146	137	156	160	214	162	172	344	174	166	6.6	13.2	0.8	
153	146	137	156	160	214	162	172	344	174	166	6.6	13.2	0.8	
468	500	444	427	662	351	384	412	134	300	472	14.6	29.2	4.6	
416	544	493	570	455	354	459	415	768	775	421	14.8	29.6	4.7	
18	11	12	15	20	11	20	18	24	30	47	0.6	1.2	1.2	
846	1068	1106	1320	653	674	934	771	686	613	705	27.8	55.6	5.6	
133	134	132	94	137	108	167	152	143	143	143	4.4	8.8	0.7	
40	40	35	37	48	48	42	27	13	13	4	1.2	3.2	0.4	13 年 11 月以降 のものを以て計 盤をなす
209	175	427	433	361	314	130	70	22	68	68	6.7	20.4	3.4	
											9.0	18.0	2.9	操業後日淺きた め記録なし
											9.0	18.0	2.9	

表-2. (續き)

工場名	所在地	従業員	作業時間	使用水				14年 6月	5月			
				用途	現在 水源	使用時間	所要水質					
壽工業株式會社	品川區東品川4丁目35	ゴム製品加工	40	7.5~20	汽罐用水	上水	7.5~20	鹽分不可	71	74 湧出		
					冷却用水	鑿泉	7.5~20					
近藤製作所	品川區東品川4丁目160	航空機部分品製作	500	7.5~17.5	製品洗滌水	上水	7.5~17.5	鹽分不可	299	310		
					焼入冷却水	上水	7.5~17.5				鹽分不可	168
北海道製酪販賣株式會社	品川區東品川4丁目	アイスクリーム製造	55	1晝夜	冷凍用水	鑿泉	1晝夜	低温18.5°C 軟水 鹽分不可		湧出		
東京自動車工業株式會社	品川區東品川5丁目61	自動車修理	384	8~17	自動車洗水	上水		鹽分不可 水質を論ぜず	75	84		
					撒水用水	上水					12	16
					水洗便所用水	上水						
東京ラヂエーター株式會社品川工場	品川區東品川5丁目15	冷却用ラヂエーター製作	220	7~19	水壓器試驗水	上水	7~19		664	776		
					フェチレン生用水	上水	7~19					
					水洗便所用水	上水						
專賣局品川工場	品川區東品川5丁目	兩切煙草製造	1200	7.5~16.5	汽罐用水	上水	7.5~16.5	低温	258	250		
					空氣洗滌水	上水					111	月約
					雜用水	鑿泉	7.5~16.5				6300	6300
					冷凍用水	鑿泉	7.5~16.5				低温18.9°	
岡田乾電池株式會社	品川區東品川5丁目24	乾電池製造	137	7.5~16.5	汽罐用水	上水	7.5~16.5	鹽分,鐵分,酸, アルカリ不可	22	23		
					作業用水	上水	7.5~16.5				48	52
加藤製作所	品川區大井町234	内燃機關整備機關車製作	140	8~19	電氣熔接冷却水	上水	8~19	鹽分,鐵分不可 水質を論ぜず 鹽分不可	28	28		
					撒水用水	上水					57	57
					自動車洗水	上水					57	57
					水洗便所用水	上水						
藤倉工業株式會社品川工場	品川區大井町46	ゴム製品加工	1300	7.5~16	汽罐用水	上水	7.5~16	水質を論ぜず 水質を論ぜず	442	734		
					撒水用水	上水					67	110
					冷却用水	鑿泉	7.5~16					
					水洗便所用水	上水	7.5~16					貯水

表-3.

		最大1日使用量(m ³)	最大1時間使用量(m ³)
上水		4840.4	478.3
鑿泉	冷	10192.7	501.2
	凍の他	6021.5	744.7
河水		16542.0	933.0
計		37596.6	2657.0

表-2. (續き)

過去 1 ケ 年 使 用 水 量 (m ³)												平均1日 使用水量	最大1日 使用水量	最 大 1 時 間 使用水量	備 考
4 月	3 月	2 月	1 月	13年 12月	11月	10月	9 月	8 月	7 月	6 月					
54	84	77	17	27	25	27	32	31	54	73	1.6	3.2	0.4		
量 1 m ³ /分=60 m ³ /時													750.0	60.0	
244	296	302	312	361	309	323	282	227	376	218	10.0	20.0	2.5		
151	168	156	137	177	274	167	86	97	80	152	5.0	10.0	1.3		
量 2000 石/日=360.8 m ³ /日													360.8	15.1	
												2.2	0.1		
115	67	42	36	30	16	47	29	29	29	29	1.6	3.2	3.2		
15	2	2	2	2	8	18	8	17	36	19	0.4	0.8	0.8		
												7.7	1.3		
673	722	629	763	581	718	844	413	413	602	675	21.4	42.8	5.4		
												48.0	6.0		
												4.4	0.6		
289	351	307	373	284	586	500	361	271	252	315	11.2	22.4	3.7		
3 回 毎回 37 m ³ の水を要す													37.0	6.2	6,7,8,9 月は冷凍機の水を使用す
6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	6300	207.1	414.2	69.0		
							20400	29700	29900	6700		1100.0	122.2	6月中旬より9月中旬まで使用	
28	40	47	43	45	27	23	7	27	20	19	1.0	2.0	0.3		
42	37	32	24	39	27	29	33	29	39	36	1.2	2.4	0.4		
28	28	28	45	16	32	31	46	39	33	30	1.0	2.0	0.3		
57	57	57	90	33	65	63	91	77	66	60	2.1	4.2	4.2		
57	57	57	90	33	65	63	91	77	66	60	2.1	4.2	4.2		
												2.8	0.4		
407	1066	706	701	84	598	403	393	1060			23.5	70.5	12.3		
53	67	58	84	1157	713	1157	1147	1166	404	63	1.1	3.3	0.6	13年度の工事の爲に除外	
槽の容量 350 尺 ³ =9.7 m ³												19.4	58.2	10.2	現在工事中、近日中に 1.5 倍に擴張
												26.0	4.6		

其他洗滌, 撒水, 用水等に其の給水を行はんとするものである。

2. 水 源 並 に 水 量

水源は芝浦汚水處分場に於て日々處理されたる浄化下水であつて、其の生産量は將來に於ては 1 日 54 萬噸にも達する豫定であるが現在既設部分のみを以てしても 1 日 10 萬噸位迄は浄化し得る事になつて居る。

之に對して現在供給せんとする水量は表-2 末段中冷凍用水並に河水を使用するものゝ内その半量を除き、別に消火用水として(常時は撒水並に道路洗滌用)1時間最大 360 m³, 1日分として 1800 m³を加へ、總計 1 日の給水

量を 24 000 m³ として計畫の基準としたのである。

3. 水 質

原水は促進汚泥法に依つて処理されたる浄化下水で、その水質は上記の目的に對し大體使用に耐えるものと認むるのである。

表-2 に示すものは本年夏季試運轉時代の浄化下水を採酌し試験したもので、將來共大體之に近い水質のものを生産し得るものと豫想される。

表-4. 浄化下水々質試験

試験回数	1	2	3	4	5	6	7	平均
採酌月日	7. 21.	7. 26.	8. 1.	8. 7.	8. 14.	8. 21.	8. 28.	
pH	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.4	7.3	7.3
メチレン青脱色時間	5日間 脱色せず	同	同	同	同	同	同	5日間脱色せず
蒸發残渣總量	1 872	1 180	2 238	1 608	796	1 502	556	1 392
浮游物質質量	54	60	62	64	40	26	28	48
クロール	—	150	760	150	370	170	150	290
溶存酸素量	6.9	7.5	4.3	6.1	6.3	6.6	6.0	6.2
B. O. D.	7.5	6.8	7.4	6.5	6.5	3.3	7.8	7.3
窒素總量	6.2	7.2	8.3	9.4	9.6	8.8	5.6	7.9
アンモニア性窒素	1.0	0.8	1.0	0.4	0.6	0.4	0.4	0.7
亜硝酸性窒素	微量	微量	微量	0.7	痕跡	痕跡	痕跡	微量
硝酸性窒素	4.0	5.0	6.1	7.2	8.0	7.6	4.8	6.1
蛋白アンモニア性窒素	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	0.5
細菌集落數	37 000	12 000	77 000	22 000	13 000	81 000	89 000	47 000
遊蕩赤化菌數	1 200	1 000	—	1 000	400	1 800	1 400	1 100
硬度	3.9	2.7	3.1	3.4	3.3	2.8	3.8	3.3

上記水質表に於て注目すべきは、溶存酸素と硬度の低い事であつて、之等は工場用水等に用ひた場合却つて其合の良いものではないかと思はれるのである。俗に云ふ水がねれで居ると考へてよい譯である。

腐敗性の溶存物質や細菌數が上水規格に較べて多いが之も實用上には大した害がないと思料する。尙濾床、簡單なる濾過消毒等に依つて之等は充分に減滅せしめ得る見込である。

硝酸分の特に多いのは試運轉浄化の遣り方に原因したものであつて將來正規の運轉の場合に於ては高々痕跡位に止める可きものと考へて居る。

クロール分の多い事も目につくが之は下水として當然の事で之は已むを得ない。除去の方策も一寸困難の様である。但しその含有量は 300 ppm 程度であつて實害は少ないと考へられる。現に荒川王子附近の工場では何れもクロール分 500 ppm 位迄の水を使用して居る事實がある。然しこの事は水質として缺點には違ひないのであるから用途に依つては特に注意を必要とする場合があるかも知れない。

以上の外浄化下水は無色透明、臭氣なく其の外観は殆ど支障のないものである。

4. 浄水

何分原水が下水であり且つ使用用途を限定するのであるから之を上水道と全く同等迄浄化するといふ様な事は考へて居ない。唯水質をして完全に清澄たらしめ萬一の危険性のない様に一應の再處理をしてその安全性を保證する程度に之を行はんとするのである。

浄水設備としては碎石濾床、沈澱槽、簡易砂濾過、鹽素殺菌等を用ひ、必要があれば之に着色劑を混入する豫定である。

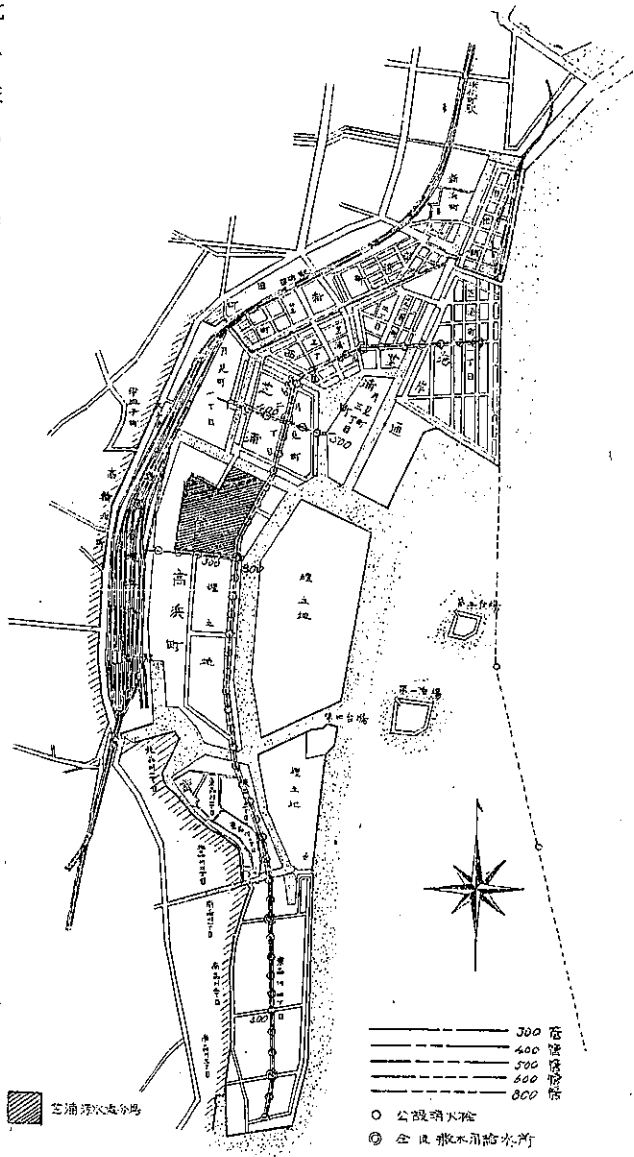
圖-2.

碎石濾床は之に浄化下水を撒布濾過し、酸化作用を充分ならしめて促進泥法の缺陷を補ひ且つ浮游物を減少せしめる。沈澱槽はこの濾床に附隨して作り濾材其の他の殘渣を分離せしめ且つ貯溜池の作用をも兼ねしめる。

砂濾過は極めて粗い砂を用ひ緩速濾過とし浄化の萬全を期するのである。尙簡単な貯溜池をも設けポンプ井を兼ねしめ、且つ必要に應じて液化鹽素又は着色劑をこゝにて注入する豫定である。

1. 施設概要

- (1) 揚水唧筒： 電動機直結離心ポンプ 3 臺 (1 臺豫備) 揚水量 600 m³/時、揚程 5 m、口径 450 mm、モーター 15 HP。
- (2) 碎石濾床： 濾床の厚さ 2.0 m、濾過量は濾材 1 m³ に付 1 日平均 5.0 m³、濾床は長 60 m、幅 20 m 2 槽 (地上)。
- (3) 沈澱槽： 濾床下に設け沈砂池の如き構造とす。
槽の長さ 60 m、幅 4 m、有對水深 2 m のもの 10 槽、總容量 4800 m³ 2 時間分にして、中央に溝を設け、沈澱物は一端に極集め除去す。
- (4) 砂濾過池： 池の深さ 2 m、濾材厚さ 0.9 m (粗砂)、濾過速度 1 日 10 m、池の長さ 30 m、幅 20 m、5 池並列。
- (6) 貯溜池並に送水ポンプ室及作業場： 貯溜池長 40 m、幅 40 m、水深 3 m 以上所要總面積 net 7000 m² (2100坪強)



5. 配水給水

配水區域は一帶に +2.60 m の平坦地であり、配水は唧筒直送式とし、水壓は端末に於て 50 m とする。

(1) 加壓唧筒：電動機直結タービンポンプ 4 臺 (1 臺は豫備)

揚水量 1 200 m³/時, 揚程 75 m, 口径 600 mm, 350EP 3 臺

揚水量 600 m³/時, 揚程 75 m, 口径 450 mm, 180EP 1 臺

(2) 配水管：配水系統は圖-2 に示す如く、管は普通壓用高級鑄鐵管 800, 600, 500, 400, 300 mm の 5 種とし全延長約 6 000 m の見込である。

6. 結 語

浄化下水の利用に就ては、已に本會員高橋基也氏が種々關心せられ、河川浄化方面への利用法も考案せられたる處であり、尙同氏は上水道水源としての見聞も廣く、親しく筆者に對して Newjersey Tenafly の實例 Grand Canyon の話など御教授に與つた様な次第である。

本計畫は之等をヒントとして實際にあてはめたる些細の一例に過ぎない。然し實際に本地域は水を得るに苦しんで居るのであつて、かゝる計畫の實現される事は之を衷心より希望するものである。