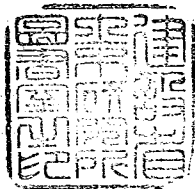


土 木 研 究 所 資 料

第 105 号

和歌山市塩屋下水処理場の機能設
計について



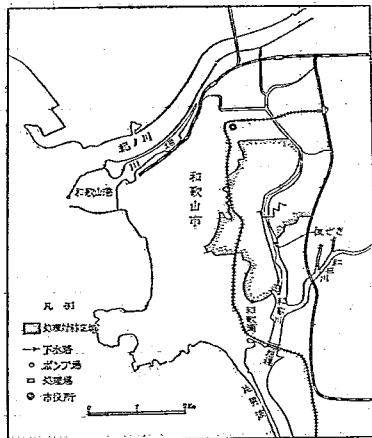
昭和 40 年 10 月

建 設 省 土 木 研 究 所

はしがき

和歌山市を貫流している和歌川は、図-1に示すように、水源として大門川、和田川が流入し、一方市内は大門川、市堀川、和歌川および水軒川に分れて貫流し、和歌山港、和歌浦湾、と三つに分かれて海に注いでいる。この水域、特に和歌川沿岸には大小130の工場が存在し昭和23年頃より水質汚濁による種々の被害が発生していた。業種として皮革、および化学、主として染料中間体、のものが大半であって、その他鉄加工、染色、織物なども含まれている。

図-1 和歌山市一般平面図



昭和29年12月に、和歌浦にある、ミのリクが一夜にして潰滅したことから、水質汚濁問題が尖鋭化し、県のあつせんもあって、和歌川の小笠原橋上流に仮堰を設け、和歌川と和歌浦への流入を遮断して一応解決した。

建設省および和歌山市は、本地域の工場廃水に対して抜本的な解決をはかるため、昭和32年特別都市下水道事業として、上記工場廃水および家庭下水を対象として管渠および処理場の建設に着手した。本下水の処理に関しては、計画実施後、二、三検討が行なわれて来たが、工場廃水の量・質ともに、個々の廃水の混合試料にもとず

く処理計画は種々の不確定な要素を含み、適格な処理が期待できないおそれが考えられたので、昭和38年度本地区の幹線下水および最初沈殿池が完成し、ほぼ実際の下水の蒐集が可能となった時点において、二次処理に関する機能設計のため調査を実施することとなった。

本報告は、昭和38年度予備調査、昭和39年度現地処理実験および機能設計を行なった結果の報告である。

1. 計画概要

本処理場の処理区域は、図-1に示すように、和歌川流域384.29haであって、集水方式は合流式である。処理区域に存在する工場は130に達し、対象人口62,000人計画処理水量は58,280m³/日である。

雨水排除のため葦原にポンプ場1ヶ所を設け、処理場は和歌川塩屋地先、敷地面積40,233m²において、中和、薬品沈殿および生物処理を行うものである。

2. 計画水量

計画水量は、工場廃水、家庭污水および地下水から次のように算定した。

1 工場廃水量

工場廃水量は昭和37年10月より昭和38年9月に至る1年間各月別上水および工業用水の使用量から求めた日平均使用水量に井戸水を加えたものである。井戸水は、各工場毎にポンプ馬力から推定した。

各業種別使用量を表-1に示し、工場廃水全量の日別変化を示すと図-2のようになる。この結果1日平均工場廃水量は43,170t/日となり、当初計画と大差がないので、計画工場廃水量は43,229t/日とした。

2 家庭汚水量

処理対象人口62,000人とし、1ha当り160人、使用水量は和歌山市真砂浄水場における給水実績より求めた。真砂浄水場における時間別給水量を表-2、および図-3に示す。なお、使用水量は市の調査によれば漏水などの損失があるので浄水場配水量の50%である。汚水量の算定にはこの値を用いると、1日1人当り水道使用量は夏期約200l、冬期約180lとなる。したがって家庭汚水量は62,000×0.2=12,400m³/日である。

3 地下水

地下水は家庭汚水の約20%、2,600m³/日を見込んだ。

4 計画水量

表-1 業種別使用水量

	種別	化 学 (t)						染 色 (t)		鉄 工 (t)		織 物 (t)		皮 革 (t)		その他 (t)		計 (全体) (t)
	年月																	
37 年 10 月		697,279		91,624		45,259		61,336		151,470		12,047		1,059,015				
		126,579		69,474		20,909		336		79,270		3,297		299,865				
11		698,484		93,962		46,458		62,121		150,517		10,488		1,062,030				
		127,784		71,812		22,108		1,121		78,317		1,738		302,880				
12		701,695		91,161		44,816		62,141		156,968		13,967		1,071,634				
		130,995		69,011		21,352		1,141		84,768		5,217		312,484				
38 年 1 月		697,678		73,639		44,816		62,332		160,579		9,831		1,048,925				
		126,978		51,489		20,446		1,382		88,379		1,081		289,775				
2		692,334		83,218		45,592		62,290		161,527		9,610		1,054,571				
		121,634		61,068		21,242		1,290		89,327		860		295,421				
3		687,142		83,768		46,426		62,104		165,148		9,456		1,054,044				
		116,442		61,618		22,076		1,104		92,948		706		294,894				
4		691,445		85,845		46,801		62,886		177,709		8,757		1,073,443				
		120,745		63,695		22,451		1,886		105,509		7		314,293				
5		693,065		90,768		48,817		62,808		175,012		8,753		1,079,223				
		122,365		68,618		24,467		1,808		102,812		3		320,073				
6		709,908		85,296		53,420		63,012		172,984		8,774		1,093,394				
		139,208		63,146		29,070		2,012		100,784		24		334,244				
7		749,314		89,868		57,528		63,232		161,915		8,766		1,130,623				
		178,614		67,718		33,178		2,232		89,715		15		371,473				
8		744,873		92,307		56,802		63,315		150,916		8,776		1,116,989				
		174,173		70,157		32,452		2,315		78,716		26		357,839				
9		722,358		99,768		53,531		63,274		158,588		8,767		1,106,286				
		151,658		77,618		29,181		2,274		86,388		17		347,136				
計		8,485,575		1,061,224		591,152		750,901		1,943,333		117,992		12,950,177				
		1,637,175		795,424		298,952		18,901		1,076,933		12,992		3,840,377				
井戸水	通年 1日使用量	t/D 22,828		t/D 886		t/D 974		t/D 2,440		t/D 2,888		t/D 350		t/D 30,366				
	通年 1月使用量	(1日×25) t/M 570,700		t/M 22,150		t/M 24,350		t/M 61,000		t/M 72,200		t/M 8,750		t/M 759,150				

但し、上段の値は上水、工業用水、井水の1月合計を、下段は上水および工業用水を示す。

上水、工業用水 3,841,377 t/y

3,841,377+759,150(井戸水)×12=12,950,177 t(年間全排水量)

12,950,177×7/300=43,167 t 1日平均排水量

図-2 工業使用水量

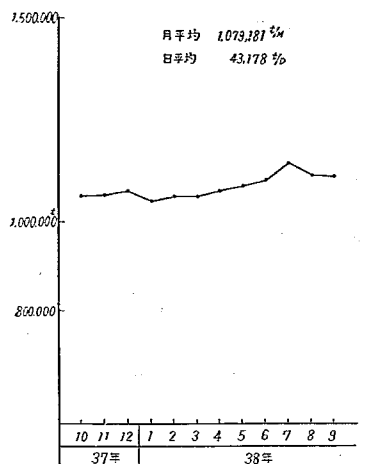
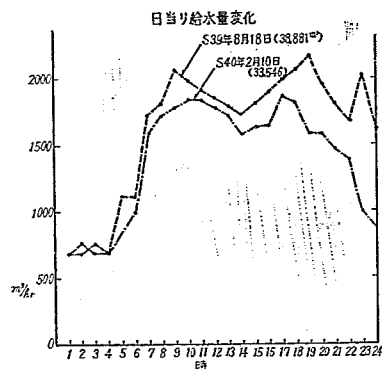


図-3 真砂浄水場給水量



計画水量は上記3者の合計 58,280m³/日とすることにした。

この値は後述の現地試験の場合の実測値ともよく合致している。

処理計画水量は、本計画のように工場廃水を多量に含む場合には、操業状態を考慮する必要が認められる。本地区の工場 130工場のうち昼夜連続操業を行なうものは本州化学、菅井化学および南海化学の3工場である。し

表-2 真砂浄水場給水量

時 間	昭和 39. 8. 18	昭和 40. 2. 10	摘 要
	1 時間当り給水量	1 時間当り給水量	
0 ~ 1	m³ 688	m³ 688	給水人口 10万人
1 ~ 2	688	755	
2 ~ 3	755	688	
3 ~ 4	688	688	
4 ~ 5	1,120	848	
5 ~ 6	1,115	1,000	
6 ~ 7	1,726	1,593	
7 ~ 8	1,823	1,716	
8 ~ 9	2,060	1,975	
9 ~ 10	1,993	1,843	
10 ~ 11	1,923	1,843	
11 ~ 12	1,856	1,773	
12 ~ 13	1,800	1,716	
13 ~ 14	1,733	1,583	
14 ~ 15	1,000	1,630	
15 ~ 16	1,900	1,643	
16 ~ 17	1,996	1,863	
17 ~ 18	2,063	1,823	
18 ~ 19	2,165	1,596	
19 ~ 20	1,958	1,576	
20 ~ 21	1,703	1,460	
21 ~ 22	1,683	1,393	
22 ~ 23	2,025	985	
23 ~ 24	1,622	868	
計	38,881	33,546	

たがって、処理計画水量は次のようにして時間計画流量を算定した。

(1) 工場廃水量

昭和37年10月～38年9月の工場廃水調査結果にもとずき、次の仮定を用いて昼夜間流量を求めた。

- 1) 連続操業の3工場の夜間流量は昼間のその60%とする。
- 2) 工業廃水量は計画水量 43,229m³/日とする。
- 3) 昼間は13時間、夜間は11時間とする。

調査結果から、工場廃水量は 43,167m³/日で、連続操業3社の廃水量は 23,236m³/日であつた。

上記仮定より計算すると、昼間廃水量は 2,718m³/h、夜間流量は 711m³/hとなる。

したがって工場廃水の昼間流量は、平均時間流量の約 1.51倍となり、計画工場廃水量に対しては、

$$43,229 \times \frac{1}{24} \times 1.51 = 2,719.8 \approx 2,720 \text{ m}^3/\text{h} \text{ となる。}$$

(2) 都市下水

真砂浄水場における実績から、午前7時より午後8時の13時間平均流量と全24時間平均流量の比を8月および2月についてとると、8月は1.15、2月は1.25であった。他都市の実績および本計画に用いた1人1日使用水量から、昼間時間流量と平均時間流量との比を1.15とすると次のようになる。

$$\text{昼間流量} = \frac{12,400}{24} \times 1.15 = 595 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{夜間流量} = 424 \text{ m}^3/\text{h}$$

(3) 地下水

地下水は24時間平均して流入するものとした。

$$\text{すなわち } 2,600 + 24 = 103 \text{ m}^3/\text{h}$$

(4) 処理施設計画時間流量

上記 (1), (2), (3) の流量を合計すると

$$2,720 + 595 + 103 = 3,418 \text{ (m}^3/\text{h) となる。}$$

したがって、本処理施設の計画流量として3,450 m³/hを採用することとした。これは、計画水量の時間平均の1.42倍である。

3. 流入水質および放流水質

昭和39年8月総合水質を調査できるまでは、各工場排水口より採水を行い、混合試料を用いて水質および処理試験を行った。

1 工場廃水

2において述べる現地試験に入る前に、本処理場に流入すると予想される工場廃水について、混合試料および各工場排水口における水質調査を実施した。

水質調査は、39年4月24日から7月16日の13回にわたり、採水分析を行い、あわせて薬品沈殿に関する処理試験を行った。

(1) 混合下水の混合比

本処理場に流入する130工場のうち、表-3に示すよう11業種に分け、それぞれ業種を代表する工場を昭和38年市の廃水調査から定めた。流量は2において述べた流量調査結果を用い、次の仮定により計算して求めた。

1) 本州化学、菅井化学、南海化学の3社は24時間操業を行ない、夜間時間流量は、昼間平均時間流量の60%である。

2) 化学工場廃水は、実測量より2割多い。

3) 芦原ポンプ場には、芦原地区の家庭汚水と昭和化学の工場廃水が流入する。

がようにして求めた混合比を表-3にあわせて示す。

採水は、昼間は午前10時前後、夜間は午後8時以降午前7時の間採水した。前後13回の混合下水、および代表工場の水質の1例を表-4に示す。

この結果を要約すると次のようになるが、この水質は

表-3-1 工場廃水の昼間流量および混合比

代表業種	代表工場	推定流量 m ³ /h	100分比	採取量 cc
皮革工業	1. 芦原ポンプ場	831.6	25.3	5,060
鉄工業	2. 三菱電気	241.0	7.3	1,460
染色業	3. 三光染業	278.0	8.5	1,700
織物業	4. 日本松織	278.0	8.5	1,700
有機化学 中間体	5. 本州化学	976.3	29.7	5,940
ターペ ンチ	6. 大同油化	10.6	0.3	60
食用色素	7. 協和化学	42.6	1.3	260
珪化染料	8. 南海染料	17.4	0.5	100
染料中間体	9. 菅井化学	190.8	5.8	1,160
無機化学	10. 南海化学	392.0	11.9	2,380
その他	11. キング除虫剤	29.9	0.9	180
計		3,288.2	100%	20,000

表-3-2 夜間水量

代表工場	推定流量 m ³ /h	100分比	採取量 cc
本州化学	578.4	68.2	13,640
菅井化学	34.8	4.1	820
南海化学	235.2	27.7	5,540
計	848.4	100%	20,000

39年夏行なった現地試験の水質とかなりことなる項目もでて来た。これは、流量測定の影響、工場廃水の時間的変化などによるものと思われる。

(2) 混合下水の水質

1) 昼間混合廃水

濁度；最小400°、最大4,000°で平均1,040°

色度；最小750°、最大1,600°で平均970°

pH；最小3.4、最大8.9で6.0~6.8が多い

蒸発残留物；11,000~12,000ppm

浮遊物；700~1,000ppmで平均930ppm

強熱残留物；6,000~8,000ppmで平均6,370ppm

過マンガン酸カリ消費量；最小999ppm、最大4,100ppm、平均1,910ppm

BOD；170~270ppmで平均220ppm

シアンイオン、6価のクロームは検出されない。

2) 夜間混合廃水

pH；最小2.5、最大8.9であって酸性側が多い。

浮遊物；非常に少なく、最大730ppm平均232ppm

過マンガン酸カリ消費量；350~550ppmが多いが、特に8,000ppmに上ったときが1回あったため平均は1,250ppm

BOD；特に夜間は少なく40~56ppm平均45ppmであった。

表-4-1 混合廃水水质分析表(経)

試料(条件)	4~21 (水) 第1回	5~2 (水) 第2回	5~7 (水) 第3回	5~14 (水) 第4回	5~21 (水) 第5回	5~27 (水) 第6回	6~4 (水) 第7回	6~11 (水) 第8回	6~18 (水) 第9回	6~25 (水) 第10回	7~3 (水) 第11回	7~9 (水) 第12回	7~16 (水) 第13回	平均
水 温 °C		18	17.5	20	21.5	23	15.7	22.8	22	23.0	25.5	25.0	26	
外 観	黒灰色、 不透明	灰色、 透明	赤褐色、 不透明	赤褐色、 不透明	黒灰色、 不透明	黒灰色、 不透明	黒灰色、 不透明	黒灰色、 不透明	黒灰色、 不透明	赤褐色、 不透明	赤褐色、 不透明	赤褐色、 不透明	赤褐色、 不透明	
濁 度 asSiO ₂	900	750	750	900	1,000	620	400	1,200	600	800	4,000	400	1,250	1,040
色 度 (Pt/20)	(140)	(170)	(200)	(150)	(600)	750	850 (250)	800 (400)	800 (280)	1,600 (300)	800	1,500	970	
pH	5.52	5.13	3.4	6.8	6.05	6.75	4.15	6.88	6.20	6.38	8.9	6.38	6.48	6.20
Pアルカリ度 asCaCO ₃							P-acid 58.5							
Mアルカリ度 asCaCO ₃	227	52.4	0	150.8	52	145.6	M-acid 32.1	217	84.8	116.2	1,201	119	152.9	150
蒸気残留物	10,932	8,106	11,772	12,098	12,050	11,870	12,830	11,060	11,540	10,968	11,744	10,470	11,992	11,340
浮遊物	1,150	956	750	990	858	794	720	838	774	550	2,097	432	1,148	930
強熱残留物	8,514	5,846	7,416	4,564	7,158	3,700	7,428	2,472	7,470	6,328	8,016	6,084	7,430	6,370
総硬度 asCaCO ₃			3,646	3,586	3,676	3,656	4,260	3,360	3,670	3,410	2,920	3,420	3,150	3,530
Ca硬度 asCaCO ₃				2,020	1,919	1,909	2,185	1,700	1,861	1,765	1,185	1,840	1,435	1,790
Mg硬度 asCaCO ₃				1,626	1,667	1,747	2,075	1,660	1,809	1,645	1,735	1,580	1,755	1,740
総鉄分 asFe			8.41	0.68	21.6	7.26	10.0	6.54	4.65		5.22		4,270	4,690
塩素イオン Cl ⁻		2,145	5,150	6,150	4,465	5,750	5,725	4,510	5,210	4,700	4,440	4,740		
硫酸イオン SO ₄ ²⁻														
可溶性珪酸 asSiO ₂														
過マンガン酸カリ消費量	0.16× 10 ³ /17.5	0.1× 10 ³ /18.5	1.704	2.400	2.560	1.050	986	1,474	1,453	1,190	4,106	1,270	1,419	1,910
電気比抵抗 Ω/cent°C					0.68× 10 ³ /20.5	0.52× 10 ³ /23.4	0.46× 10 ³ /17.2		0.46× 10 ³ /22.5				0.66× 10 ³ /26	
硝酸性窒素														
亜硝酸性窒素														
アンモニア性窒素														
アルブミノイド性窒素														
CN ⁻			2.4											
Cr ⁺⁺			0	0	0				0					
BOD			232	266	250	168	239	170						220

注:単位は特に注記あるもの以外はppmとする。

3) 各工場廃水

各工場廃水の水質は表-4-1-3に示すようであるが、特にpHについてのべると、芦原ポンプ場の廃水は9前後で常にアルカリ性を示している。前後3回の調査結果から、キング除虫菊、菅井・南海化学、日本鑛化学は常に酸性でpH1.0から2.5程度の廃水を排出している。協和化学、本州化学、三菱電機は、ときにpHが3以下の廃水を排出している。これらの結果pHコントロールは処理場入口のみならず、下水管路の保護のため上流部において行なう必要があることが明らかとなった。

2 現地試験における水量および水質

昭和39年8月、処理場の一部が完成し、大部分の廃水

をあつめることができるようになったので、同年9月、二次処理に関する処理実験をかねて水質、水量の調査を行った。38年9月14~15, 17, 18, 21~22, 24日、前後4回にわたる水量および水質調査の要約を次のべる。

(1) 水量

処理場の実験期間中、流入した廃水量は表-5のようであった。

実験開始まで、工事の都合等から皮革工場廃水の約75と二、三の工場廃水を受入れることができなかった。その量を推定より求めると9月18日までのについては、皮革工場廃水5,400m³/日、化学工場三光染業より2,000m³/日

表-4-2 混合廃水水质分析表(夜)

試料(条件)	4~24 (火) 第1回	5~2 (水) 第2回	5~7 (木) 第3回	5~14 (火) 第4回	5~21 (火) 第5回	5~27 (月) 第6回	6~4 (火) 第7回	6~11 (火) 第8回	6~18 (火) 第9回	6~25 (火) 第10回	7~3 (水) 第11回	7~9 (火) 第12回	7~16 (火) 第13回	平均
水 温 °C					22	23	18	22.8	23	23.0	25.5	25.0	26	
外 観	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	赤褐色 不透明	
濁 度 asSiO ₂	115	48	150	75	25	100	250	120	50	90	400	40	60	117
色 度	(210)	(220)	(250)	(250)	1,750 (1,250)	1,250 (450)	600 (300)	550 (300)	1,250 (500)	4,000 (800)	2,000 (800)	600	500	1,400
pH	6.59	3.05	5.6	5.25	3.3	6.20	2.57	7.25	4.36	4.80	8.9	2.83	2.53	4.86
Pアルカリ度 asCaCO ₃														
Mアルカリ度 asCaCO ₃	157.3	0	36.4	8.3	0	116.4	128.2	140.5						
蒸発残留物	17,224	9,534	19,228	17,884	17,680	19,790	12,760	18,132		17,860	16,670	16,384	16,420	16,630
浮遊物	460	618	198	—	—	208	584	354		—	732	35	3.8	232
強熱残留物	13,672	7,064	12,922	5,472	11,286	6,800	6,844	3,300		11,182	12,206	9,184	11,218	9,260
総 硬 度 asCaCO ₃			6,494	6,292	5,808	6,454	4,505	5,500	6,300	5,980	8,060	5,260	4,480	5,920
Ca 硬 度 asCaCO ₃			3,939	3,282	2,859	3,232	2,390	3,230	3,060	3,600	3,260	2,610	2,130	3,054
Mg 硬 度 asCaCO ₃			2,555	3,010	2,859	3,222	2,115	2,270	3,240	2,380	4,800	2,650	2,350	2,866
総 鉄 分 asFe			5.15	0.76	9.65	62.5	22.2	9.8	8.75			12.5		
塩素イオン Cl ⁻		4,327	9,070	9,070	8,880	9,730	5,890	8,000	9,355	8,500	7,040	6,890	6,250	7,750
硫酸イオン SO ₄ ²⁻														
可溶性珪酸 asSiO ₂														
過マンガン酸カリ消費量	1,267	345.8	408	408	2,136	433	332	465	529	626	8,030	543	730	1,250
電気比抵抗 Ω/cm ² °C		0.85× 10 ³ /13.5			0.51× 10 ³ /20.0	0.43 /23.5	0.53/19		0.40× 10 ³ /22.6					
硝酸性窒素														
亜硝酸性窒素														
アンモニア性窒素														
アルミノイド性窒素														
CN ⁻		0												
Cr ⁶⁺		0												
BOD														
備 考														45

注：単位は特に注記あるもの以外はppmとする。

表-5

日 時	運 転 時 間	総 流 量 m ³	平均時間流量 m ³ /h
9月14~15日	14日10時~15日 9時30分	35,310	1,503
9 月 17 日	9時30分~16時	11,370	1,749
9 月 18 日	14時 ~ 21時	13,440	1,920
9月21~22日	21日, 15時~22日 9時	28,300	1,572
9 月 24 日	9時 ~ 18時	17,540	1,949

* 電磁流量計による。

菅井化学より635m³/日、合計8,035m³/日、9月21日以降については、皮革廃水5,400m³/日、三光染業2,000m³/日計7,400m³/日であり、その他多少の芦原地区の家庭下水

も流入しなかったと思われる。実験時の通水量の変化の例を図-4に示す。

したがって、一応計画時流量との比較を9月14~15日の値で行なうと、日流量として35,300m³/日+8,035m³/日=43,345m³/日となり、本流量は計画流量にほぼ等しいといえる。

実験流量についてみると、9月14~15日および9月21~22日の平均時間流量1,500m³/h~1,600m³/hに比し短時間の平均時間流量が1,700~1,900m³/hとなっている。これは、ポンプ運転時までの管内貯留分が大きく影響しているものと思われる。

表-4-3 工業廃水水質分析表

採水日時	33-6-18(火) A.M. 9:00~10:30, No.5~No.7 (6月25日) No.8~No.10 (7月3日)										
分析月日	33-6-20										
試料(条件)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10	
項目	戸原ポンプ場	三菱電気	三光染業	日本紙産	本州化学	日 本 化 学	協和化学	井 野 井 薬 料	南 洋 化 学	キング除虫菊	
水 温 °C	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	24.5	24.5	24.5	
外 観	黄褐色、沈 殿多量	無色、やや 濁り、水あ か少し有	緑黄色、不 透明	白濁、モン イ少盛	赤黄色、 やや濁り 有	無色、 やや濁り 有	淡黄色、 やや濁り 有	透明色、不 透明	淡黄色、 やや不 透明	赤褐色、不 透明	
濁 度 asSiO ₂	4,000	25	500	130	35	15	15	88	44	65	
色 度	8,000 (125)	80 (30)	850 (280)	20	3,200	40	8,000	1,920	64	470	
pH	9.18	6.47	9.76	5.87	3.05	2.02	1.09	1.40	7.46	1.25	
P 酸 度 asCaCO ₃					133	804	13,990	4,880		4,040	
M 酸 度 asCaCO ₃	214	33.2	166.4	33.2	124.4	804	13,890	453	103	397	
蒸発残留物	11,618	146	1,676	280	15,856	1,358	19,142	14,000	22,000	26,000	
浮 遊 物	4,480	—	72	38				23.5	6.8	64.5	
強熱残留物	4,950	110	428	158	7,414	280	2,940	9,700	15,000	14,000	
総 硬 度 asCaCO ₃	2,385	52.4	341	73.4	5,760	105.5	1,073	391	6,280	11,130	
Ca 硬 度 asCaCO ₃	1,067	41.9	108	39.4	2,330	53.7	342	195.4	2,860	9,860	
Mg 硬 度 asCaCO ₃	1,318	10.5	233	34.0	2,830	51.8	731	195.6	3,420	1,270	
総 鉄 分 asFe	0.47	1.08	0	0.38				192	0.66	38.9	
塩素イオン Cl ⁻	3,290	37.4	453	48.1	7,740	56.6		1,490	9,530	10,600	
硫酸イオン SO ₄ ²⁻											
可溶性珪酸 asSiO ₂											
過マンガン酸カリ消費量	6,960	63.6	1,050	370	370	307	1,056	1,880	32.2	10,200	
電気比抵抗 Ω/cm ² C	0.42×10 ⁴ / 22.5	0.42×10 ⁴ / 22.5	0.58×10 ⁴ /23	0.32×10 ⁴ /23				28.5/24.5	37/24.5	26/24.5	
硝酸性窒素											
亜硝酸性窒素											
アンモニア性窒素											
アルブミノイド性窒素											
備 考	* はMアルカリ度										

図-4-1

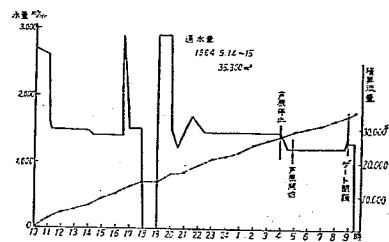
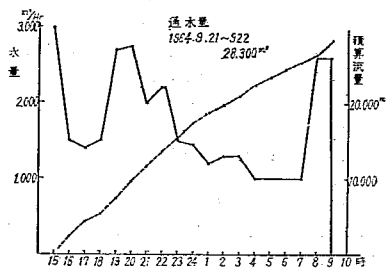


図-4-2



(2) 水 質

前記実験期間における水質試験結果の一例を図-5～

図-7に示した。

1) 混合下水の水温

期間中大体23°C前後で、気温によって多少変化することが認められる。

2) pHおよびMアルカリ度

pHは図-5に示すように4~6の間にあるが、最小2.2から最大8.5とかなり大きく変化する。pHとMアルカリ度には高い相関がある。

3) CODおよびBOD

CODは200~400, BODは600~800ppm前後である。その大部分は溶存性の物質によるものと考えられる。図-6に示すように本廃水ではBODとCODの間に相関がない。

4) 塩素および硫酸イオン濃度

塩素イオン濃度は5,000~8,000, 硫酸イオン濃度は1,000~2,000ppmの範囲にあり、pHとの相関はないので、殆んどNaCl, Na₂SO₄のような塩に基因するものと考えられる。

5) 固型物濃度

全国型物濃度は図-7に示すように13,00~15,000ppmで、このうち約9,000ppmは灰分である。したがって残り4,000~5,000ppmは揮発性物質である。

3 計画流入水質

本処理計画における計画流入水質はほぼ上記現地試験時のものを採用することとした。しかしBODについては下記のような検討を加え、計画流入BODは800ppmとした。

すなわち、昭和33年9月14~15日における、流入BODの総量は27,457kg流入水量総量34,318m³であって、この平均は800ppmであった。当時芦原地区の皮革廃水5,400m³/日、BOD1,400ppmが流入させることができなかったのも、この量を加えると、工場廃水の平均BODは約900ppmとなる。将来の工場廃水43,223m³/日のBOD濃度が増加することも考えられるので、工場廃水のBODを1,000ppmと仮定し、一般都市下水1,240m³/日は他都市下水の実績からBOD濃度200ppmと仮定すれば、本処理場流入BOD濃度は約800ppmとなるので上記の値を採用することとした。

4 放流水質

和歌川には、前述のように「のり」および貝などが栽培されているので、放流水はできるだけこれらの生物に障害とならない水質でなければならない。

「のり」栽培用水として水産側の要望のあった水質は次のようであった。

(1) BODおよびCOD

「のり」に対するBODおよびCODの処理限度は、パルプ廃水等ではすでに研究されているが、本廃水の水質

図-5-1 最初沈殿池前後に於ける混合下水のpH変化

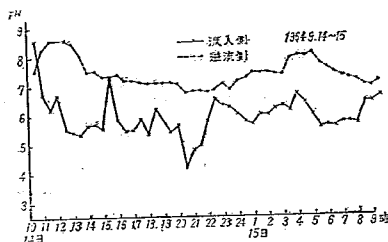


図-5-2 最初沈殿池前後に於ける混合下水のpH変化

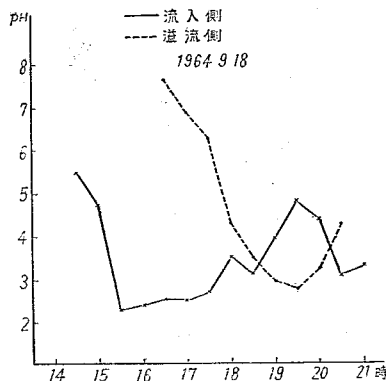


図-5-3 最初沈殿池前後に於ける混合下水のM-アルカリ度変化

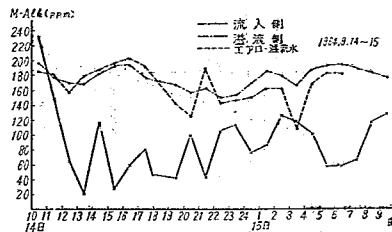


図-5-4 混合下水のpHとアルカリ度

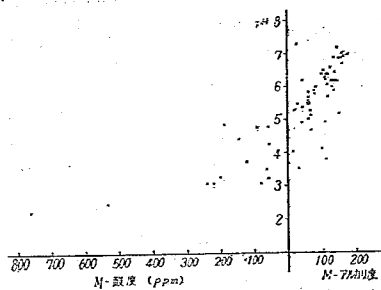


図-6-1 最初沈殿池前後に於ける混合下水のBOD・COD変化

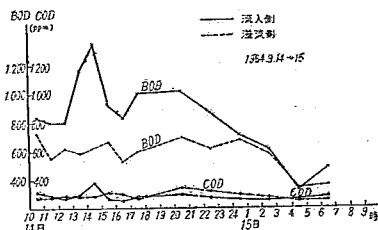
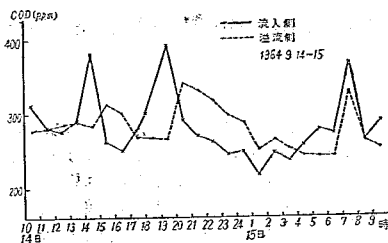


図-6-2 最初沈殿池前後に於ける混合下水のCOD変化



に対しては未だ調査例がないので、一般水産用水としての基準、5 ppmを採用することとした。

(2) 比重

※のり^①の生育状態は、次式で計算した指数によって影響され、表-6に示すようになる。

$$S_{11} = -0.814 + 1.8923CI - 0.001177CI^2 + 0.000371CI^3$$

(CI: %)

図-6-3 混合下水のBODの変化

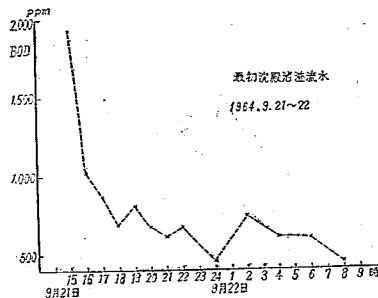


図-6-4 最初沈殿池溢流水のBODとCODの関係

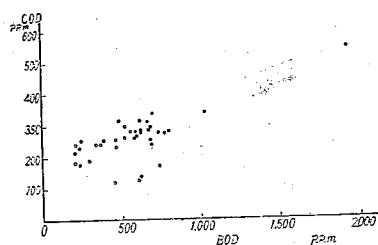


図-6-5 沈砂池流入水のBODとCODの関係

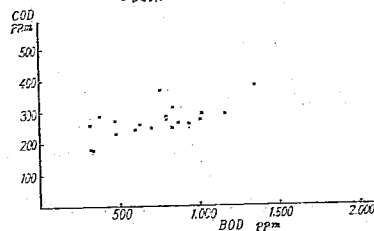
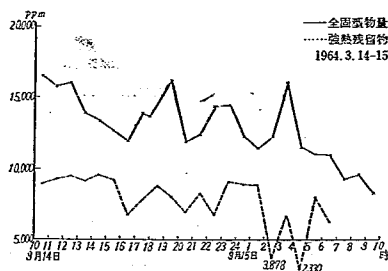


表-6 のりに対するS₁₁の影響

指数 (S ₁₁)	のりに対する影響
22 ~ 23	良好
16 以下	約 3 日で枯死
12 以下	約 6 日で枯死

したがって、水産側としては指数18以上が望ましい。

図-7 混合下水の固着物濃度



(3) 透明度

ミノリクには太陽光線がある程度必要で、一応水産用水¹⁾基準によれば、1mの水深において表面光度の50%以上が望ましいとされている。透明度、直径30cmの白色板が見えなくなる水深、約1mが必要とされている。

(4) 和歌川の水質

昭和38年10月20日における和歌川旭橋における水質は次のようであった。pH; 6.7~8.9, 透視度; 10~20, COD; 2.3~7.2, BOD; 3.3~6.0, SS; 0~248

和歌川における希釈率は、感潮河川であるためかなり調査が困難であるが、一応固有流量等を次のように見積った。

すなわち、固有流量は和歌川流域面積10.13km²で、潟水時比流量を紀の川の値0.045m³/sec/km²を使えば、固有流量は約0.45m³/secとなる。潟水平均希釈率を流入海水のみによって希釈されるとすれば、潮差×水面積×1/2が1潮時における流入海水量の近似となるので、これで潟水量を割れば大体の希釈率がでる。現在和歌川に設けられた仮堰から河口までの水面積は、918,000m²であって10月より3月までの潮差は、最高150cm, 最小6cmであるが、和歌山は1日2回潮で、最小6cmの場合他の潮差は98cmである。

したがって、平均希釈率を求めると、最高潮差の場合、1潮時の平均は、

$$\frac{5.8 \times 10^4 \times \frac{12.5}{24}}{1.5 \times 91.8 \times 10^4 \times \frac{1}{2}} = \frac{1}{23}$$

最低の場合2潮時の平均を考えると

$$\frac{5.8 \times 10^4 \times \frac{25}{24}}{1.0 \times 91.8 \times 10^4 \times \frac{1}{2}} = \frac{1}{7.6}$$

となる。

固有流量による希釈を考慮すれば、最大希釈率は $\frac{1}{38}$ 、

最小では $\frac{1}{12.6}$ 程度となる。したがって平均 $\frac{1}{20}$ に希釈されるとすればBOD, CODについては略処理水質50ppm程度とする必要があろう。

Clイオン濃度について放流水は、5,000~8,000ppmであるから、海水の塩素イオン濃度を20,000ppmとしても全体について潟水と海水が十分に混合すれば、約17,000ppmとなると予想される。これを指数で表わすと24となり、ミノリク栽培には適当な水質といえる。しかし、これは全体についてであって、放流口附近についてはこの程度の希釈は期待できない。さらに本処理場完成後より仮堰の撤去が予定され、感潮域の拡大による流入海水の増加も見込まれるので、水理条件もかわり現況から類推はかなり危険であるので、2次処理完成後放流口より下流について充分水理水質調査行ない、ミノリク栽培に支障のないよう考慮すべきである。

上述の理由、および流入潟水の高BODから、本処理はいわゆる高級処理に準ずる処理を行なうこととした。

4. 処理に関する調査および機能設計

1. 過去の研究

昭和32年12月、京都大学岩井、合田、神山、筒井らは和歌山市の委託を受け、本地区の潟水処理に関し研究を行なった。²⁾

彼らは、工場潟水8排水口、皮革および家庭下水3排水口および家庭下水4排水口より採取した資料を水量に応じ混合し、10時間の平均試料を用いて実験を行った。その水質の大凡の範囲は次のようであった。

pH; 3.6~5.9, COD; 600~830ppm, 浮遊物; 250~800ppm, Cl⁻; 1,600~1,900, 溶解物質; 4,000~6,000

えられた結果は次のようである。

(1) 先ず、潟水を京都市鳥羽の下水処理場からの活性汚泥を用いて処理をした結果、色度およびCODは30%除去できるが、その後曝気を行なっても除去率は向上しないので、直接活性汚泥処理は不適当である。

(2) 予備処理として、消石灰あるいは消石灰と硫酸バンドを用いて薬品沈殿を行えば、BOD除去率50%が期待できる。

さらに、予備処理後活性汚泥処理を行なえば、表-7のように150ppmから50ppmとなり、放流可能の水質となる。

(3) 各工場において、流入下水に著しい水質変化を与えないよう、平均化するための施設を設けることが望ましい。

表-7 京都大学における活性汚泥処理結果

実験 番号	薬品名	使用濃度 (%)	曝気 時間 (hr)	pH	色調	透視度 cm	COD ppm	BOD ppm
0				3.9	褐色	3.4	765	260
0'		20	1	4.8	●	2.1		196
0''		20	2	4.7	●	2.8	632	210
1'	Ca(OH) ₂	1,800	20	1	6.6	淡黄	8.3	49
1''	Ca(OH) ₂	1,800	20	2	6.5	●	7.2	534

本調査がはじまるまで、市より委託をうけ荏原インフイルコ(株)において水質および処理について検討を行なった。その結果を要約すると次のようである。

- (1) 総合廃水のpHは約5.0であって、生物処理を行なうには、pH調整が必要であること。
- (2) 消石灰による中和において、多少の凝集効果が期待できる。
- (3) 芝浦下水処理場の活性汚泥による処理試験結果はそのままでは良好な結果が期待できない。
- (4) 生物処理に必要な磷がほとんど含まれていないので、生物処理には磷の添加が不可欠である。

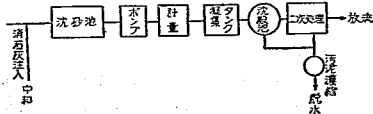
などであつた。

2. 処理実験および機能設計

2次処理に関する現地試験を行なう前、処理場における中和および沈殿池の施設は、各工場廃水から作った混合廃水によって一応機能設計を行ない、次いで現地試験によって多少の修正を行なった。

本処理場のフローシートは次のようである。

図-8 フローシート

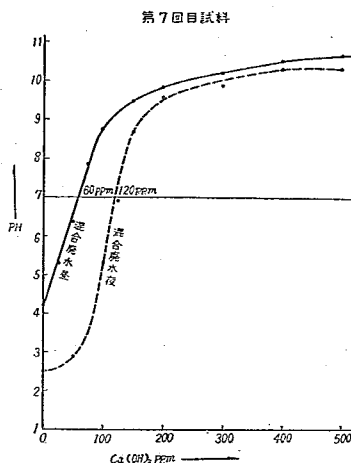


以下各々について述べる。

(1) 中 和

本処理場に入る廃水のpHは、混合廃水について調べると昼間3.5~8.9、夜間2.6~8.9概して酸性側にある。従って、2次処理のみならず、コンクリート構造物を腐食から守るため中和を行なう必要がある。本廃水について、中和曲線をもとめると図-9のようになり、pH 7には、昼間60ppm、夜間120ppmの消石灰が必要となることがわかった。さらに、沈降助剤として、後述するよう

図-9 和歌山市下水混合廃水中和曲線



とから、一応中和と沈殿の補助として消石灰を当初平均流量に対し、100ppm注入しうる設備を設けることとし、管渠の保護のため、50ppmを上流で注入し、処理場入口で50ppmを注入することにした。中和曲線から、上流において50ppmを注入すれば、コンクリートの安全限界pH 5以上になる。従って、現地試験開始前には、処理場において常時50、最大80ppm注入しうる設備2基(予備1基)が完成していた。

39年9月行なった現地試験におけるpHの試験結果は図-5に示す。試験時における消石灰注入量は、平均約80ppmである。

試験において、流入側のpHが4以上の場合、消石灰100ppm注入することにより、pH 7~8にすることができたが、pH 3以下の場合300~400ppmの消石灰の注入を要する。

現地試験5回のうち2回は、pH 3以下となり、とくに9月18日はpH 3以下が2時間も続いたので、当初計画を変更して、薬品注入設備は、処理場における2基を併列運転可能に改造し、常時100ppm、最大160まで注入出来るようにし、さらに特に酸性廃水を排出する工場においては、廃水を平均化するためのタンクを設けるよう市から各工場に要請することにした。石灰は、沈殿池における平均化が期待されるので、上流では一定量を注入し、処理場で流量に比例して注入することにした。

表-8 混合廃水凝集試験(昼)

薬品注入量 ppm			処理結果			処理後上澄液					原 水			
	Ca (OH) ₂	苛性化 デンプン	フロック 状態	沈降速度 mm/min	スラッジ量 (%)	pH	色 度	濁 度	M7ル カリ度	BOD	色 度	濁 度	pH	BOD
第 1 回	100		C	15	5	6.5	200	18			600	900	6.52	
2	●	5	B	30	—	7.5	140	10			500	750	5.13	
3	●	10	A	70	8	7.42	200	8			600	750	3.4	232
4	●	10	A~B	20	2~3	8.35	170	60		77.2	600	900	6.8	266
5	●	10	A	50	10~12	8.15	500	20		85	800	1,000	6.05	250
6	●	5	A	60	4	8.3	300	25		86	750	620	6.75	163
7	●	5	A	50	5	7.25	400	12		69.2	850	400	4.15	239
8	●	5	A			8.38				100	400	120	7.16	170
9	●	5	A	100	1	8.9	300	12			800	600	6.2	
10	●													
11	●	5	C		少量	8.7	900	300			1,000	400	6.33	
12	●		C		1 >	8.2	300	60			700	80	6.33	

* フロック状態の表示は下記に依る： A—非常に悪い、B—良好、C—やや良、D—軽く細かい、E—不良

表-9 混合廃水凝集試験(夜)

薬品注入量 ppm			処理結果			処理後上澄液					原 水			
	Ca (OH) ₂	苛性化 デンプン	フロック 状態	沈降速度 mm/min	スラッジ量 (%)	pH	色 度	濁 度	M7ル カリ度	BOD	色 度 (浮液)	濁 度	pH	BOD
第 1 回											(210)	115	6.59	
2											(220)	43	3.05	
3	100	5	A	100以上	少量	8.4	400	8			800 (250)	150	5.6	55.8
4											800 (250)	75	5.25	38.9
5	100	5	B	25	1	5.95	1,000	6			1,750	25	3.3	40
6	100	5	A	100	2~3	8.85	900	6			1,250	100	6.2	

* フロック状態の表示は下記に依る： A—非常に悪い、B—良好、C—やや良、D—軽く細かい、E—不良

(2) 沈殿地

昭和38年4月より6月採集した混合廃水について、凝集沈殿試験を行なった結果を表-8、9に示す。

この結果、本廃水に消石灰 100ppmを加えるとやや良好のフロックを形成するが、凝集性はあまりよくない。さらに、消石灰を増やすと 500ppm以上となると水酸化マグネシウムが析出し、フロック量が非常に増加し pH が10を越える。凝集補助として、硫酸ペン土、硫酸第1鉄を加えても良くならない。実験結果によれば、消石灰 100ppmのほか、苛性化脱粉 5~10ppm 加えると沈降性が改善され、沈降速度も 80~100mm/min に増加することがわかった。これらの結果から、苛性化脱粉を 5~10ppm 注入することとして計画した。

39年9月行なった現地試験の結果、廃水を pH 7~8

に中和後、苛性化脱粉 5ppm を加えると、沈殿分離することが立証されたが、沈降速度が室内試験時 80~100mm/min であったものが 20mm/min とかなり遅くなった。これは混合廃水の混合比等に若干のあやまりがあったことによるものと思われる。

従って、計画時における設計沈降速度は 20mm/min、1.2m/H として計画することにした。

最初沈殿池の流入、流出の BOD の分析結果を図-6 に示す。凝集沈殿の流入、流出水の水質調査結果を要約すると次頁の表に示すようになる。

よって BOD は沈殿池によって 30% 程度除去されるが COD は除去されないことがわかった。

沈殿池は、昼間流量 1.42Q=82,800m³/日に対し計画するものとし、沈降速度 1.2m/H、表面負荷 28.8m³/m²/日

	流 入 水	流 出 水
透視度	5	10 ~ 20
pH	3 ~ 6	7 ~ 8
C O D	200 ~ 400	200 ~ 400
B O D	600 ~ 800	400 ~ 600

として設計すれば、直径 36m×水深3.0m の円形放射型沈殿池 3 池が必要となる。

(3) 2 次処理

現地試験の結果、廃水の BOD が 800ppm 前後とかなり高いこと、さらに岩井らの研究結果から、2 次処理は活性汚泥処理が可能であることから、2 次処理は活性汚泥法によることとし、33 年 9 月現地において実験を行なった。

1) 処理実験

実験は、室内において 21 メスリンダー 5 本を用い、また、屋外において模型エアロクセレーター（曝気部容量 3.16m³、沈殿部 1.77m³）を用いて行なった。

原水には、窒素がやや不足していることもあったが、特に補給しなかった。猶ほ、試験時までの水質調査結果では、すべて皆無であったので、磷酸溶液を BOD 100 ppm 当たり 1 ppm の割合で注入した。

汚泥は、大阪市中央下水処理場の最後沈殿池から、約 3.6m³ を搬入し、本処理場で直ちに通水、曝気を行ない、馴致を行なった。

馴致期間は、ほぼ 10 日前後である。試験は各 1 時間毎に通水、通風量の確認、溢流水の pH、COD、透視度、2 時間毎に MLSS、SVI を測定した。

回分試験は、21 のメスリンダーを用い、10 日間にわたり曝気時間を種々変えて実験を行なった。各メスリンダーの取替水量および実験開始時および終了時の浮遊物濃度は表-10 のようであった。処理結果は表-11 に示すようである。

表-10 取替水量と各浮遊物濃度結果（バッチ試験）

メスリンダーの No.	取替水量	試 験 中 の 浮 遊 物 濃 度			
		実験開始時	実験終了時	増加量	増加率
1	1.7	mg 4,616	mg 6,421	mg 1,805	% 39.0
2	1.6	6,154	8,787	2,633	42.7
3	1.5	7,693	10,200	2,507	32.5
4	1.4	9,232	11,715	2,483	27.0
5	1.9	2,187	2,625	448	21.2

(注) 実験日数 10 日 取替回数 23 回
エアレーション時間 2~25 時間

この回分試験結果から、BOD 負荷 0.5kg/MLSS(kg) 日

表-11 原水の水質および処理結果（バッチ試験）

原 水				処 理				水				B O D 負 荷 B O D (kg) /MLSS(kg)・日
pH	透視度	C O D	B O D	メスシリン ダー No.	pH	透 視 度	C O D	B O D	C O D 除去率	B O D 除去率		
	cm	ppm	ppm			cm	ppm	ppm	%	%		
7.8	18.2	500	771	1	8.5	15.0	85	70	83.0	90.9	0.57	
				2	8.7	11.0	87	71	82.5	90.8	0.43	
				3	8.4	13.9	87	53	82.5	92.4	0.34	
				4	8.6	9.1	80	62	84.0	91.8	0.29	
				5	8.0	8.6	80	105	84.0	88.4	1.20	
エアレーション時間 7時間												
7.2	18.0	151	448	1	8.2	17.8	47	40	68.9	91.2	0.59	
				2	8.1	16.9	47	—	68.9	—	0.44	
				3	8.0	21.0	49	—	67.5	—	0.35	
				4	8.1	18.0	48	30	68.2	93.5	0.29	
				5	7.7	14.5	58	—	61.6	—	1.20	
エアレーション時間 4時間												
7.7	8.0	160	235	1	7.5	17.0	62	32	61.3	86.4	0.29	
				2	7.5	18.0	64	30	60.0	87.3	0.21	
				3	7.9	11.8	60	30	62.5	87.3	0.18	
				4	7.7	15.5	58	22	63.8	90.5	0.16	
				5	7.7	16.5	72	35	55.0	85.1	0.72	
エアレーション時間 3時間												
7.5	10.0	160	235	1	8.1	10.0	58	10	63.8	95.7	0.057	
				2	8.1	11.8	58	11	63.8	95.3	0.042	
				3	8.3	7.0	58	11	63.8	95.3	0.036	
				4	8.1	11.4	52	8	67.5	96.5	0.031	
				5	8.4	8.0	65	11	59.4	95.3	0.139	
エアレーション時間 15.5時間												

表一12 原水の水質および処理結果（エアロクセレーターによる）

調査日	原水 流入量 (m ³ /hr)	原 水				処 理 水								MLSS mg/l	BOD負荷 BOD(kg) /MLSS (kg)・日
		pH	透視度	COD	BOD	pH	透視度	COD	BOD	COD 除去率	BOD 除去率	COD 除去率	BOD 除去率		
9/22	0.5	6.6	8.3	ppm 298	ppm 679	6.8	7.3	ppm 70	ppm 135	76.5	80.1	76.5	80.1	4,503	0.56
9/23	0.5	7.0	30<	144	448	7.4	8.3	62	36	57.0	91.9	57.0	91.9	5,082	0.33
9/24	0.5	7.0	9.0	189	298	7.6	11.0	58	22	69.4	92.6	69.4	92.6	4,699	0.23
9/26	0.75	7.2	9.8	197	235	7.3	7.3	92	—	53.3	—	53.3	—	4,068	0.28
9/27	0.75	—	—	—	—	7.1	13.8	74	—	62.5	—	62.5	—	4,600	0.25
9/28	1.0	—	—	—	—	7.1	14.0	61	—	69.0	—	69.0	—	—	—
9/29	1.2	—	—	—	—	7.2	11.7	68	16	65.5	93.2	65.5	93.2	4,502	0.47
9/30	1.5	—	—	—	—	6.9	8.5	84	18	57.4	92.5	57.4	92.5	4,942	0.53
10/1	1.5	—	—	—	—	—	7.1	82	—	58.4	—	58.4	—	4,850	0.54

(注) 9日26日以後は沈殿池に貯留した原水を使用した。これについては以後水質試験を行なっていないが静止沈殿によってBOD、CODなど9月26日の数値よりかなり良好なものとなっていたことが予想される。それゆえ原水水質、BOD除去率、COD除去率、BOD負荷などは参考的なものと考えるはいい。

前後で良好な除去率をえた。

エアロクセレーターによる処理試験結果の一部を表一12に示す。これは、試験時のある時間の原水と滞流時間後の処理水の水質を表わしたものである。さらに、試験時の平均の値を計算すると表一13のごとくなる。

表一13 平均BOD負荷および除去率

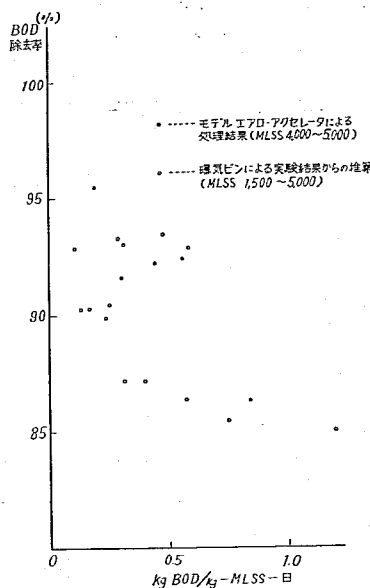
日 時	原 水 平均水質 BOD	処 理 水 平均水質 BOD	除去率 (%)	BOD負荷 kg/MLSS・日
9月22日	987	135	86.3	0.84
9月23日	448	36	91.6	0.3
9月24日	256	10.8	95.8	0.189
9月26日	135	18	87	0.44
9月27日	235	17	92.3	0.555

この表から、BOD負荷0.84kg～0.189kg/MLSS・日の間で、除去率96%から86%が期待できる。(図10参照、活性汚泥の試験結果から次のことが云える。

- イ) BOD負荷0.5～1kg/kg、MLSS・日とすれば、85%以上の除去率が期待できる。
- ロ) 被除去BOD1kg当り0.25kg以上の余剰汚泥が発生する。
- ハ) 処理水の透視度は20以上は困難である。
- ニ) 沈殿池の水量負荷は1.8m³/m²・hr以下が望ましい。
- ホ) 礫の補強が必要である。
- ヘ) 放流水質は次表のようである。

pH	6 ～ 7
透 視 度	10 ～ 20 ppm
C O D	40 ～ 80 ppm
B O D	60 ～ 80 ppm
浮 遊 物	20 ppm

図一10 BOD負荷 (applied) とBOD除去率の関係



2) 活性汚泥処理施設

処理場の敷地不足から、エアロクセレーターを用いることとし、設計は処理実験結果から、次の値を採用することとした。

計画流量 昼間流量 3,450m³/h
 1日当り処理水量 82,800m³/日
 流入BOD 82,000m³/日 × 800ppm × (1-0.3)
 × 10³ = 46,368kg/日
 MLSS 4,500ppm
 BOD負荷 1kg/kg MLSS・日以下
 池数 4池
 空気量 除去BODkg当り30m³
 沈殿池表面負荷 1.8m/hr 43m³/m²/日以下
 曝気加量 BOD当り0.3%

上記中、空気量については、実験時正確にもとめられなかったため、従来の標準値を用いた。さらに、曝気加量は実験時BOD当り1%を行なったが、他の研究結果さらに実際に家庭汚水中にも期待されることから0.3%とした。

沈殿曝気槽は、1池あたり56m × 15mとし、曝気槽容量2,780m³、沈殿池容量730m³、沈殿池表面積560m²である。したがって、BOD負荷は

$$\frac{46,368\text{kg/日}}{2,280\text{m}^3 \times 4 \times 4.5\text{kg}} = 0.9\text{kgBOD/MLSS, kg-日}$$

または、

$$\frac{46,368\text{kg/日}}{2,780\text{m}^3 \times 4} = 4\text{kgBOD/m}^3\text{-日}$$

曝気部滞留時間

$$\frac{2,780\text{m}^3 \times 4 \times 24\text{hr}}{82,800\text{m}^3/\text{日}} = 3.2\text{時間}$$

沈殿池面積負荷

$$\frac{82,800\text{m}^3/\text{日}}{560\text{m}^2 \times 4} = 37\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$$

沈殿部滞留時間

$$\frac{730\text{m}^3 \times 4 \times 24}{82,000\text{m}^3/\text{日}} = 0.9\text{時間}$$

となる。

(4) 汚泥処理

1) 汚泥量

最初沈殿池汚泥量

流入下水の溶解塩類濃度が高く、かつ浮游物濃度が低いので、水質調査結果から汚泥量の推定は誤差が多い。しかし、現地試験時、排泥管の故障から汚泥の引抜き不可能となり結果的に、9月18日以降沈殿汚泥はすべて沈殿池内に堆積した。

実験終了後、堆積沈殿汚泥は次のようであった。

	乾燥固型物量
濃度 7.1%の汚泥	300kg
6.3%	277kg
3.4%	283kg

0.3% 50kg

0.1% 3kg

計 913kg

堆積期間中に通水した廃水量は、59,280m³であった。この際50%の汚泥が沈殿し、50%が流出したと仮定すれば、最初沈殿池での汚泥は、

$$913 \times \frac{58,230}{59,280} \times \frac{100}{50} = 1,800\text{kg}$$

となる。

活性汚泥処理における余剰汚泥量

余剰汚泥量は、除去BODが汚泥に変る割合で変化するが、実験によって確かめることができなかったため、一応除去BODの50%が汚泥に変るものと考えた。

したがって、処理水量58,280m³/日、流入BOD46,544kg/日で除去率90%とすれば、余剰汚泥量は、乾燥重量として、

$$46,544 \times 0.9 \times 0.5 = 20,945\text{kg/日}$$

となる。

以上のことから、汚泥量は16,800kg/日で、沈殿池汚泥と余剰活性汚泥との比は約1:10である。

2) 濃縮槽

発生汚泥量は前述のごとく16.8t/日で、沈殿池汚泥含水率98%、余剰活性汚泥99.2%とすれば、汚泥量は1,990m³/日となる。

この汚泥を固型物濃度2.5%まで濃縮することとし、このため直径10m、側深3.5mの濃縮槽2池を設けるととした。濃縮槽の表面積負荷は13m³/m²/日、滞留時間6.6時間である。

3) 機械脱水

濃縮汚泥は、直ちに機械脱水を行なうこととした。

脱水試験

39年9月に、次の試料により脱水試験を行なった。

イ) 最初沈殿池汚泥

9月12日より、9月25日の間沈殿池に堆積した汚泥を用いた。

①-Aでは、汚泥固型物濃度は2.2%

①-B " " 7.1%

試験結果は表-14-1に示した。

ロ) 最初沈殿池汚泥とエアロクセレーターの混合試料

前者と後者の乾燥固型物重量比を次のように調整した。

②-A, 最初沈殿池汚泥: 余剰活性汚泥 = 1:10

②-B, " " = 1:5

試験結果は表-14-2に示す。

表-14-1 脱水汚泥脱水分過試験結果
①-A 最初沈殿池汚泥脱水分過試験結果

条 件	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
布	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B
圧 力 mmHg	400	400	400	400	400	400
回 転 数 rpm	1½	1½	1½	1½	1½	1½
浸 透 比	1½	1½	1½	1½	1½	1½
ケ ー キ 厚 mm	2	7~8	6	4	3	2
ケ ー キ 重 量 g	18.44	73	53.7	41.5	31.2	27.5
汚 泥 量 cc	95	180	165	155	110	100
汚 過 速 度 Wet量 kg/m ² ・hr	18.4	73	53.7	41.5	31.2	27.5
汚 過 速 度 Dry量 kg/m ² ・hr	4.7	12.2	12.1	8.35	12.5	6.05
ケ ー キ 固 形 物 %	21.8	16.7	20.6	20.1	20.1	21.9
原 汚 泥 濃 度 %	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
薬 品 注 入 量 { Ca(OH) ₂ FeCl ₃	0	30 %	20 %	10 %	10 %	5 %

(薬品注入量は汚泥固形物当りの重量%)
この試験に使用した汚泥は 9月22日抽出した汚泥をドラム機で濃縮したものを使用した。試験期日 昭和39年 9月26日

①-B 最初沈殿池汚泥脱水分過試験結果

条 件	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
布	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B
圧 力 mmHg	400	400	400	400	400	400	400
回 転 数 rpm	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½
浸 透 比	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½
ケ ー キ 厚 mm	1.0	2.5	3.0	3.0	4.0	4.0	6.5
ケ ー キ 重 量 g	18.7	24.8	25.3	27.8	33.5	32.0	61.4
汚 泥 量 cc	60	85	85	90	95	90	130
汚 過 速 度 Wet量 kg/m ² ・hr	37.4	24.8	25.3	27.8	33.5	32.0	61.4
汚 過 速 度 Dry量 kg/m ² ・hr	10.4	6.7	6.76	7.2	8.1	8.6	15.5
ケ ー キ 固 形 物 %	27.8	27.0	26.5	25.9	24.2	26.9	25.3
原 汚 泥 濃 度 %	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
薬 品 注 入 量 { Ca(OH) ₂ FeCl ₃	0	0	5	10	20	30	50

(薬品注入量は汚泥固形物当りの重量%)
試験に使用した汚泥は 9月27日に最初沈殿池より抽出した汚泥を使用した。

以上の結果、発生汚泥に対して、次の条件を採用することとした。

汚過速度 8 kg/m²・hr
回転数 ½r.p.m
汚泥濃度 2.5 %
圧力 400mm Hg
Ca(OH)₂ 注入量 30 %
FeCl₃ 注入量 5 %
固型物量は、薬品を注入するので発生汚泥量にこれらを加える必要がある。すなわち、

$16.8 \times (1 + 0.3 + 0.05) = 22.3 \text{ t/日}$
必要汚過面積は、24時間操業するものとして
 $22,800 \text{ kg} / 8 \text{ kg} \times 24 = 119 \text{ m}^2$
したがって、直径2.44m、巾3.05m、汚過面積22.6m²
の回転円筒型汚過機6台設置することとした。
(5) 処理費
本処理場に流入する廃水は、かなりBODも高くかつpHが酸性であるので、かなりの処理経費が必要となる。薬品費、人件費および動力費について、処理費を積算すると表-15のようになる。したがって、資本費を除いた

表-14-2 脱水汙過試験結果
②-A最初沈殿池, エアロクセレーター混合汚泥の脱水汙過試験

件 条	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
汙 布	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B
圧 力 mmHg	400	400	400	400	400	400
回 転 数 rpm	1½	1½	1½	1½	1½	1½
浸 液 比	1½	1½	1½	1½	1½	1½
ケ ー キ 厚 mm	1.0	3.0	3.0~3.5	3.5	4.5	4.5
ケ ー キ 重 量 g	11.5	30.3	30.0	32.6	47.1	42.6
汙 液 量 cc	146	270	280	300	325	335
汙 過 速 度 Wet量 kg/m ² · hr	11.5	30.3	30.6	32.6	47.1	42.6
汙 過 速 度 Dry量 kg/m ² · hr	2.07	6.05	6.55	7.7	8.95	8.4
ケ ー キ 固 形 物 濃 度 %	18.3	19.7	21.4	23.7	19.3	19.7
原 液 汚 泥 濃 度 %	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
薬 品 注 入 量 { Ca(OH) ₂ Fe Cl ₃	0 0	30 0	50 0	20 0	50 5	30 5

(薬品注入量は汚泥固形物当りの量%)
試験に使用した汚泥は最初沈殿池汚泥:エアロクセレーター汚泥=1:10 (汚泥比は固形物量比)

②-B最初沈殿池, エアロクセレーター混合汚泥の脱水汙過試験

件 条	No.1	No.2	No.3	No.4		
汙 布	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B	ナイロン 9B		
圧 力 mmHg	400	400	400	400		
回 転 数 rpm	1½	1½	1½	1½		
浸 液 比	1½	1½	1½	1½		
ケ ー キ 厚 mm	0.5~1.0	4.5	4.0	3.0		
ケ ー キ 重 量 g	12.8	43.8	33.3	27.6		
汙 液 量 cc	140	310	275	225		
汙 過 速 度 Wet量 kg/m ² · hr	12.8	43.8	33.3	55.2		
汙 過 速 度 Dry量 kg/m ² · hr	2.3	8.64	7.28	11.5		
ケ ー キ 固 形 物 濃 度 %	18.0	19.7	21.9	21.0		
原 液 汚 泥 濃 度 %	2.13	2.13	2.13	2.13		
薬 品 注 入 量 { Ca(OH) ₂ Fe Cl ₃	0 0	30 5	30 0	50 5		

(薬品注入量は汚泥固形物当りの量%)
試験に使用した汚泥は最初沈殿池汚泥:エアロクセレーター汚泥=1:15 (汚泥比は固形物量比)

処理費は1 m³当り7~8円となる。

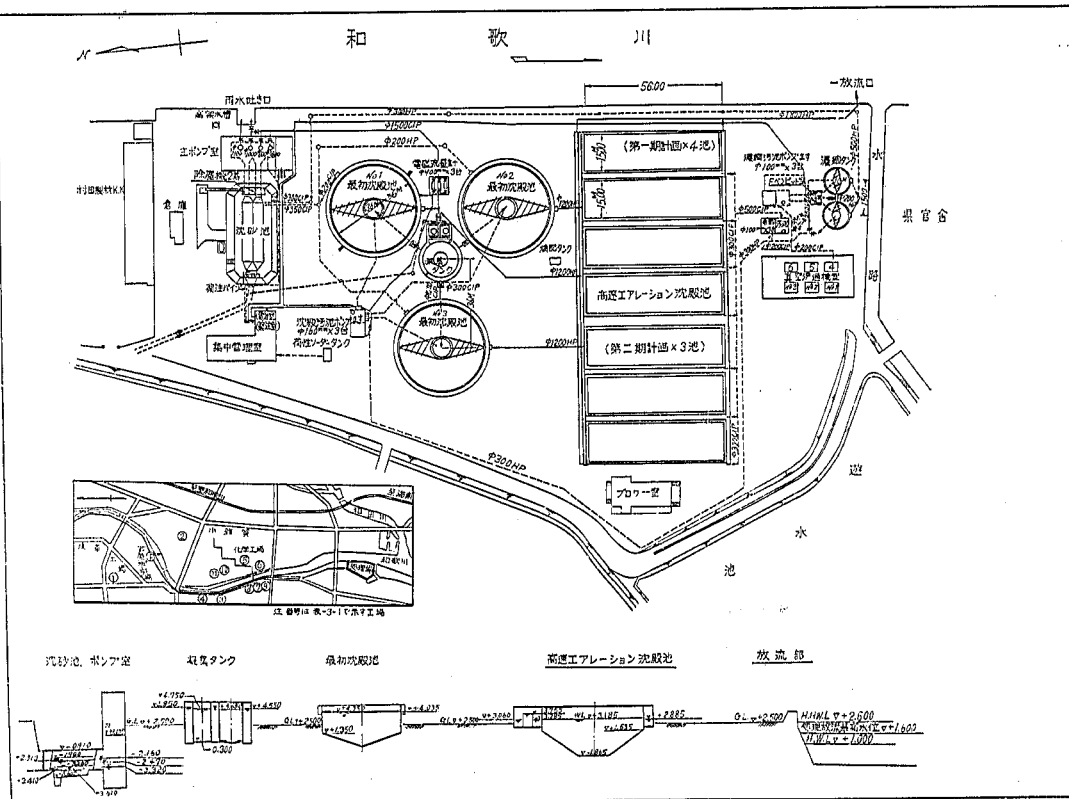
5. 雨天時処理計画

流入廃水のBODが高いことから、雨天時の処理は、晴天時汚水量をQとして、3Qまで高級処理を行ない、6Qまで沈殿放流を行なうこととした。

3Qまでの高級処理は、第1期計画では無理であるが、このため処理場敷地はできるだけ余裕をもたせるよう、配置することとした。各処理水量に対する放流水質を示すと右表のごとくなる。ただし、BOD除率は2Qまで90%、3Q以上の場合、最初沈殿池で20%、高級処理で

70%と仮定した。

処 理 量	流入BOD ppm	除 去 率 %	放 流 水 質 BODppm
Q	800	90	80
2Q	400	90	40
3Q	266	76	64
4Q	200	{ 20 76	{ 160 48
5Q	160	{ 20 76	{ 128 38
6Q	133	{ 20 76	{ 106 32



図一—1 和歌山塩屋処理場一般図

表—15 汚水処理に必要な維持費概算

(1ヵ月当り)

BOD	250	600	800	備 考
戸原ポンプ場	137,672	137,672	137,672	300m/m等全日
電 気 料	2,700	2,700	2,700	運転
水 道 料	30,000	30,000	30,000	600m/m2.0時間 運転後 1.0時間 天候による
汚 泥 処 理	170,372	170,372	170,372	
計	330,000	360,000	360,000	
塩 素 代 理 場	2,847,000	5,295,600	6,654,300	
入 替 費	512,300	741,900	850,700	
薬 品 費	1,155,000	2,446,000	3,077,000	
基本料電気料	216,000	216,000	216,000	30t/h×24h× 30日×10円 =216,000
使用料電気料	300,000	750,000	990,000	
水 道 料	5,330,000	9,749,500	12,108,500	
汚 泥 運 搬	5,500,000	9,920,000	12,280,000	
計	66,000,000	119,010,000	117,350,000	
合 計	3.14円	5.67円	7.03円	
1 ヵ 年				
汚 水				
処 理				
1m ² 当り				

6. 結 語

2年にわたる調査の結果、処理場は図—11に示すよう計画した。しかし、工場廃水を主として処理する本計画では、現地処理試験期間の不足などあって、実際の運転

時における水質は試験時とはかなりことなると予想される。

したがって、今後とも充分流入水質についての監視、さらに運転に際して、細心の注意が必要であると考えている。

本稿を終るに際し、調査全般にわたり協力された和歌山市下水課、水質分析、処理試験を担当した荏原インフイルコ(株)研究部の諸氏に厚く御礼申上げるとともに、終始御指導を戴いた建設省都市局久保下水道課長に謝意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 水産用水基準 日本水産資源保護協会、昭和40年3月
- 2) 岩井、合田、神山、筒井 “和歌山市下水処理に関する研究” 昭和32年11月
- 3) 青木、山田、堀内 “和歌川工場廃水について” 用水と廃水 Vol.3 No.4 1961
- 4) Simpson, J. R. "Some Aspects of the Biochemistry of Aerobic Organic Waste Treatment" Waste Treatment. Pergamon Press, 1960

追記

廃水中中和用としてカーバイトの使用は次の理由により不適当と考える。

1. 中和時において亜硫酸ガスが発生し、人体に危険である。
2. 生物処理におけるエアレーション効率に亜硫酸の存在下において低下が予想される。