

3. 5. 4 汚濁負荷量削減のための予備処理

1) 予備処理システムの選定

本工場は、WWTP放流前に既に中和処理がなされており、これ以上予備処理装置を設置する場所が、工場内には見当たらないが、一応、参考のため検討を行った。

予備処理システムとしては、好気性処理と嫌気性処理が考えられるが、嫌気性処理を選定するには、COD、BOD濃度が共に比較的低いので、Biogasの発生量が少ない。そのため、原廃水を加温(20℃→35℃)するための熱源が必要であるので、むしろ処理コストは嫌気性処理システムの方が高くなる。

したがって、好気性処理システムを選定した。処理対象廃水は中和後の総合廃水とすする。なお、設計水量については、1996年6月の調査時点では71m³/dであったが生産量の多い季節を考慮に入れ90m³/dとした。

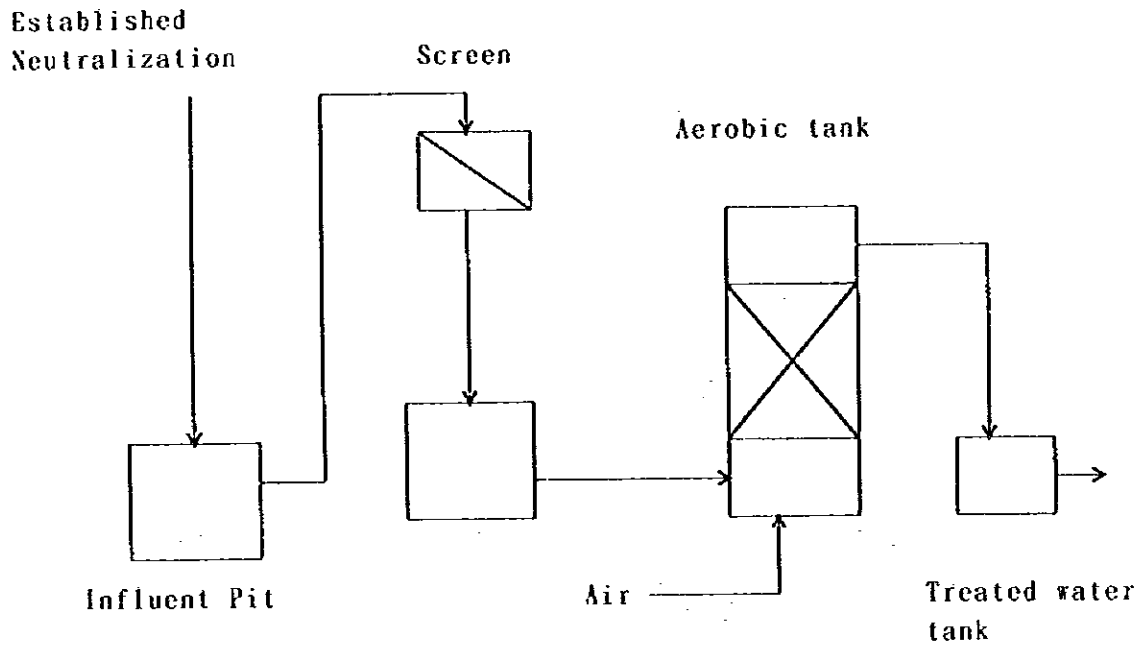
2) 予備処理システムの概要 (Fig 3.5.7)

あらかじめ、比較的粒径の大きい浮遊物をスクリーンにより除去し、好気性処理システムにて処理する。

Aerobicシステムは標準活性汚泥、回転円盤方式、生物膜ろ過方式(Biofilm Filter)などがあるが、その中でも、高負荷をかけることが可能で、バルキングが生じない、予備処理として適切な、且つ価格面で有利な生物膜ろ過方式を選定した。

生物膜ろ過にて発生した余剰汚泥(Excess Sludge)は量的にも少ないので、極力設備費を安くするために、汚泥処理設備は設けず、処理水中に混合させ、WWTPに放流することとする(その分だけ処理水中のSSは増加する)。

Fig 3. 5. 7 Flow Diagram of Pretreatment



3) 検討結果

(1) 技術的検討

廃水及び処理水の水質ならびに汚濁負荷量を Table 3.5.6に示す。

BOD除去率を80%、COD除去率を70%に各々設定した。T-Pの処理後の値については、推定したものである。処理後のSS値が原廃水より多くなっているが、好気性処理で発生した余剰汚泥は量も少ないので、そのまま処理水と一緒にWWTPに放流することとしたためである。

Table 3.5.6 廃水及び処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of waste water	Quantity m ³ /d (kg/d)	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	PH	SS mg/L (kg/d)	T-P mg/L (kg/d)
Total Raw waste water (After neutralization)	90	750 (68)	510 (46)	Ave 7.8	90 (8)	17 (1.5)
Pretreated water (Discharge to WWTP)	90	220 (20)	100 (9)	7	172 (15)	10 (0.9)
Treated water (Discharge to River)	90	120 (11)	25 (2.3)	7	80 (7)	2 (0.2)

(2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 3.5.7に示す。河川放流の場合についても比較するために付記した。

Table 3.5.7 処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m ³ ①	Running cost SIT/m ³ ②	Total Treatment cost SIT/m ³ ①+②
Pretreatment	24,630,000	112	114	226
Discharge to River	81,214,000	358	353	711

4) まとめ

河川放流の場合と比較して、大幅に処理コストが安くなったが、これは、T-P処理のための凝集沈殿装置がないこと、また、薬品を使用する必要がないこと及び予備処理の考え方から、BOD、COD_{cr}の除去率を低く押さえて、極力設備費を安くしたことが要因である。

3.6 M-6 KOSAKI TOVARNA MESNIH IZDELKOV (Slaughter House)

3.6.1 工場概要

1) 概要

Kosaki は、Maribor 地区唯一の屠場であり、ほぼ毎日牛豚の生鮮食肉を出荷している。作業は昼間だけで、牛豚の切替えは、時間を区切って行っている。立地は Drava 河に近いが、工場敷地と河の間に公道が通っている。なお、ソーセージなどの加工品は別立地の工場で生産している。

工場敷地面積:	22,534 m ²	
従業員数:	100人	
操業条件:	5 hr/day,	250 days/year
生産品目:	牛	豚
年間生産量(1995):	11,500頭	43,000頭
年間売上高:		

2) 水源・用途別の水使用量

Table 3.6.1に一覧を示す。用水は全量市水を使用している。

3) 水供給および廃水排出フローダイアグラム

概要を fig.3.6.2 と Fig.3.6.3 に示す。

4) 補給水および廃水の水質

Table 3.6.2 に補給水即ち市水の水質を示す。

Table 3.6.3に製品の洗浄排水、Table 3.6.4 に器具などの洗浄排水と自動車の洗車排水の水質を示す。グラフは排水量の時間変化を示す。

製品の洗浄排水が排水全体の大半を占めており作業中随時排出される。使用器具などの洗浄排水は作業終了後に排出されるが、その水量は少ない。この2つの排水の汚濁負荷が大きい。既設の油水分離装置の出口における水質は、今回測定しなかったが、従来のデータによれば下水放流に問題ない水質である。

なお、洗車排水については、そのまま下水放流に問題ない水質である。

Fig. 3.6.1 Factory Layout of KOSAKI

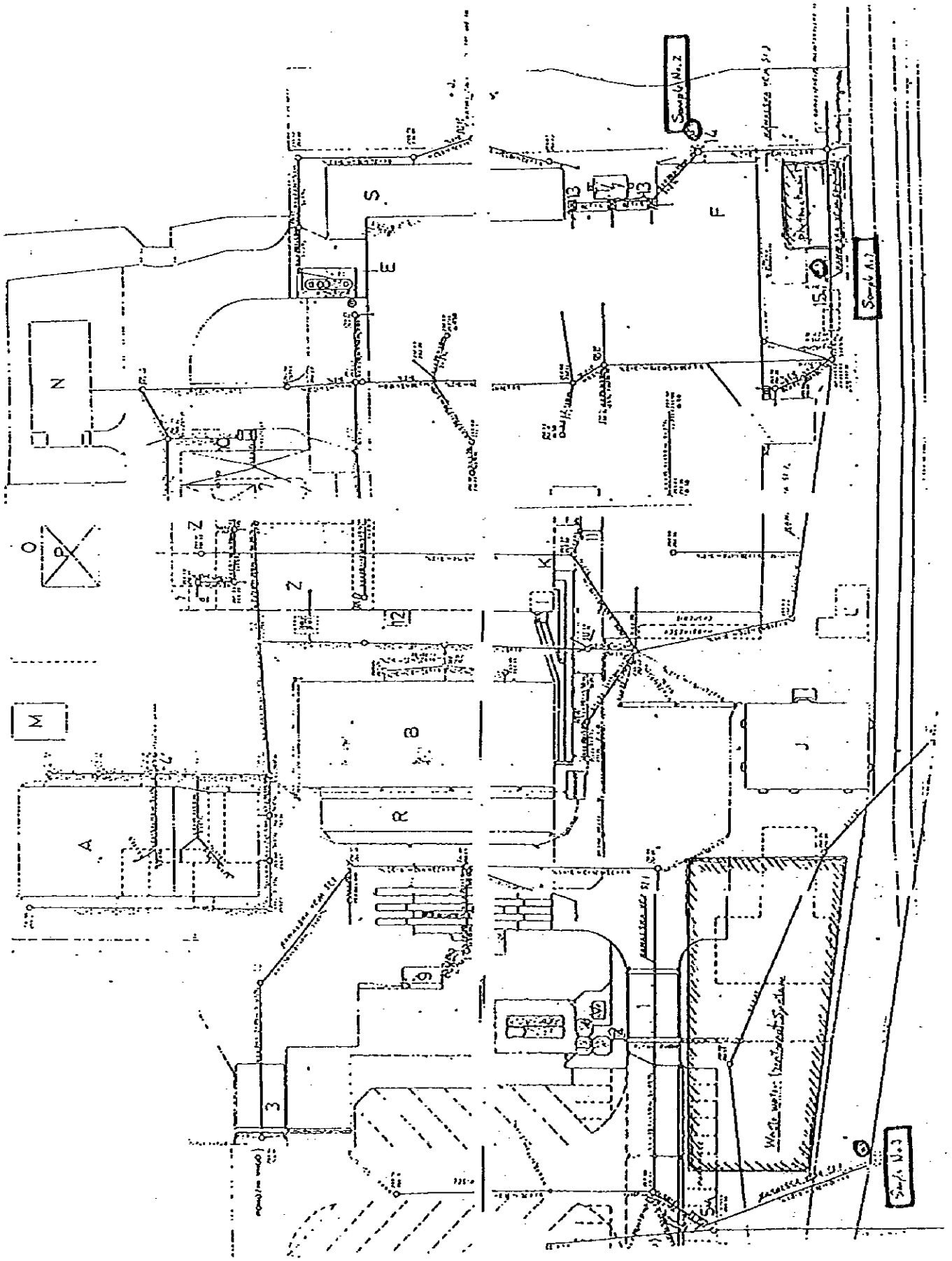


Fig. 3.6.2 Process Diagram of Production Line

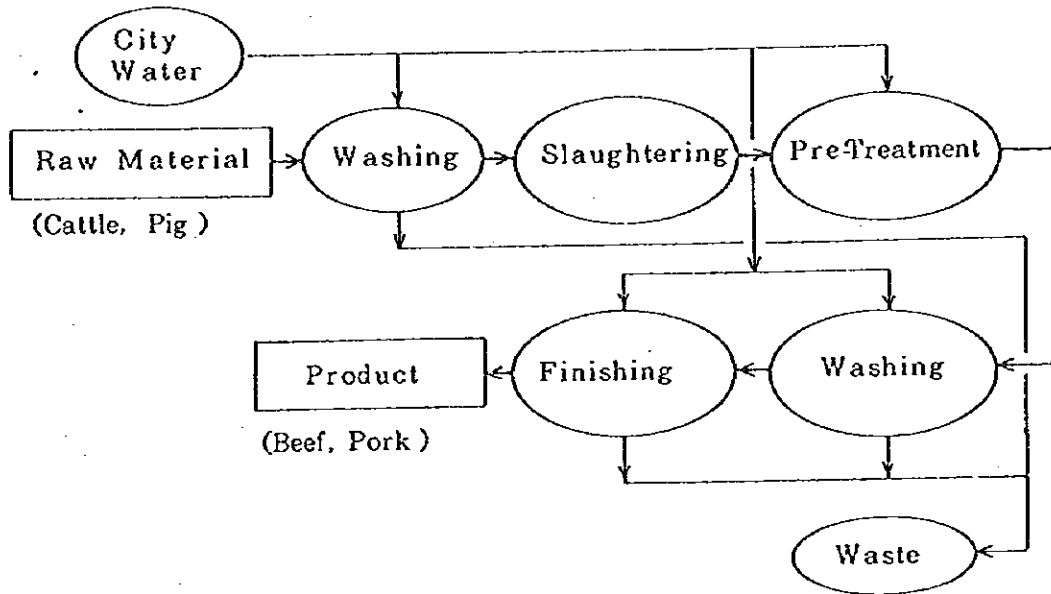
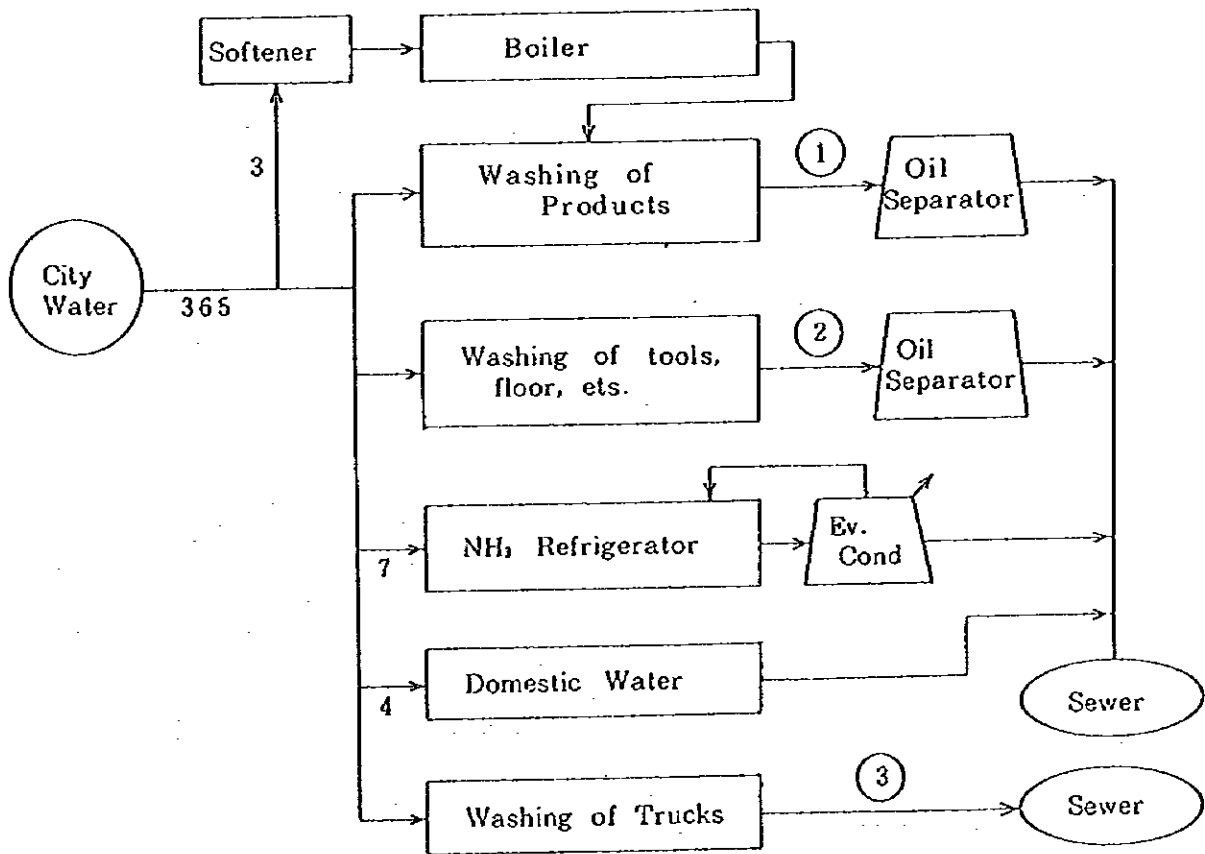


Fig. 3.6.3 Water Balance Diagram (m³/day)



○ : Sampling points of waste water.

Table 3.6.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Industry: Food(Slaughter)

Unit: m³/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed			3		3		3
Raw Material							
Washing			351		351		351
Cooling			7		7	(60)	(67)
Air Conditioning							
Miscellaneous			4		4		4
Total			365		365	(60)	(425)
					Recoverd Water/Total (14.1)%		

Note: A value in () shows estimated one

Table 3.6.2

city water

Characterization of the sample			City water
Lab. No.			5721
Parameter	expr.as	Unit	
Temperature		°C	20
pH			7,4
Iron	Fe	mg/l	< 0,05
Manganese	Mn	mg/l	< 0,05
Total hardness		°dH	15,4
Alkalinity		mmol/l	4,4
Chloride	Cl	mg/l	12
Evaporated residue		mg/l	310
Electric conductivity		µS/cm	460

Table 3.6.3

No. 1, slaughtery water

			Lab. No.	5867	5868	5869	5870	5871	5872
Date of sampling				12.06.	12.06.	12.06.	12.06.	12.06.	12.-13.06.
Hour of sampling				09-11	11-12	12-14	14-16	16-18	18-10
Parameter	expr.as	Unit							
pH				6,8	6,3	6,1	6,7	6,9	7,2
Suspended solids		mg/l		570	1000	2000	430	240	150
Colour									
α (436 nm)		m ⁻¹		48	82	36	16	27	6,8
α (525 nm)		m ⁻¹		32	59	25	9,8	25	4,5
α (620 nm)		m ⁻¹		23	41	22	7,2	25	3,7
Total nitrogen	N	mg/l		131	348	221	75	47	32
- ammonium nitrogen:	N	mg/l		72	150	180	47	35	19
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l		115	290	190	66	39	27
- nitrite nitrogen	N	mg/l		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l		16	58	31	9,4	7,7	5,2
Total phosphorus	P	mg/l		7,8	42	5,8	30	26	13
COD	O ₂	mg/l		900	3100	3100	790	640	390
BOD ₅	O ₂	mg/l		< 5	640	< 5	150	180	100
Total fat		mg/l		17	100	130	30	28	15
Anionic surfactants	DBS	mg/l		1,5	0,9	2,1	1,9	7,5	3,9

Lab. No.			6718
Date of sampling			03.07.1996
Time of sampling			09:00
Type of the sampling			spot
Parameter	expr.as	Unit	
Settable solids		ml/l	0,1
Free chlorine	Cl ₂	mg/l	< 0,05
Total chlorine	Cl ₂	mg/l	< 0,05
AOX	Cl	mg/l	0,48

Table 3.6.4

washing waste water

		Sample	2	3
			washing room	car-washing
		Lab. No.	5973	5720
Parameter	expr.as	Unit		
Temperature		'C	-	13
pH			8,0	7,5
Suspended solids		mg/l	290	< 30
Colour				
α (436 nm)		m ⁻¹	42	0,1
α (525 nm)		m ⁻¹	30	< 0,1
α (620 nm)		m ⁻¹	22	< 0,1
Total nitrogen	N	mg/l	102	5,2
- ammonium nitrogen:	N	mg/l	68	0,4
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	78	2,4
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0,1	< 0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l	24	2,8
Total phosphorus	P	mg/l	56	6,4
COD	O ₂	mg/l	1000	< 15
BOD ₅	O ₂	mg/l	540	< 5
Total fat		mg/l	50	< 5
Anionic surfactants	DBS	mg/l	< 0,05	< 0,05

Fig. 3.6.4 Graphic Representation of Temperature Measurements of the Slaughtery Waste Water (10 min average values)

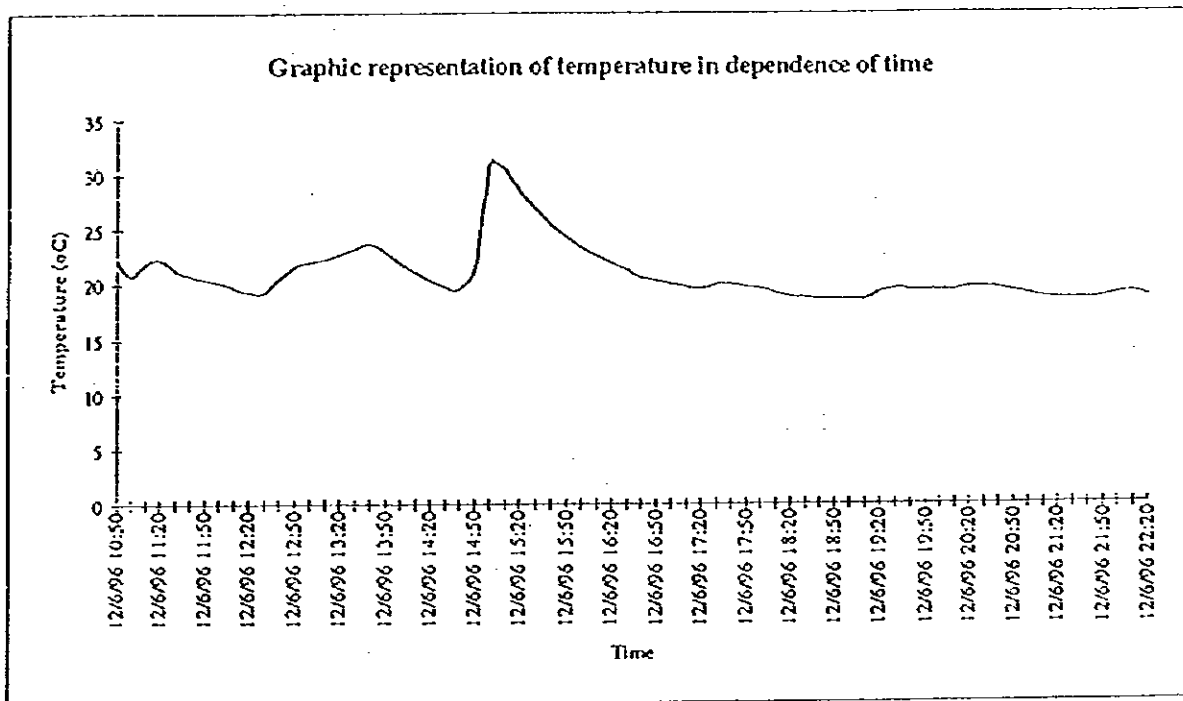


Fig. 3.6.5 Graphic Representation of pH Measurements of the Slaughtery Waste Water (10 min average values)

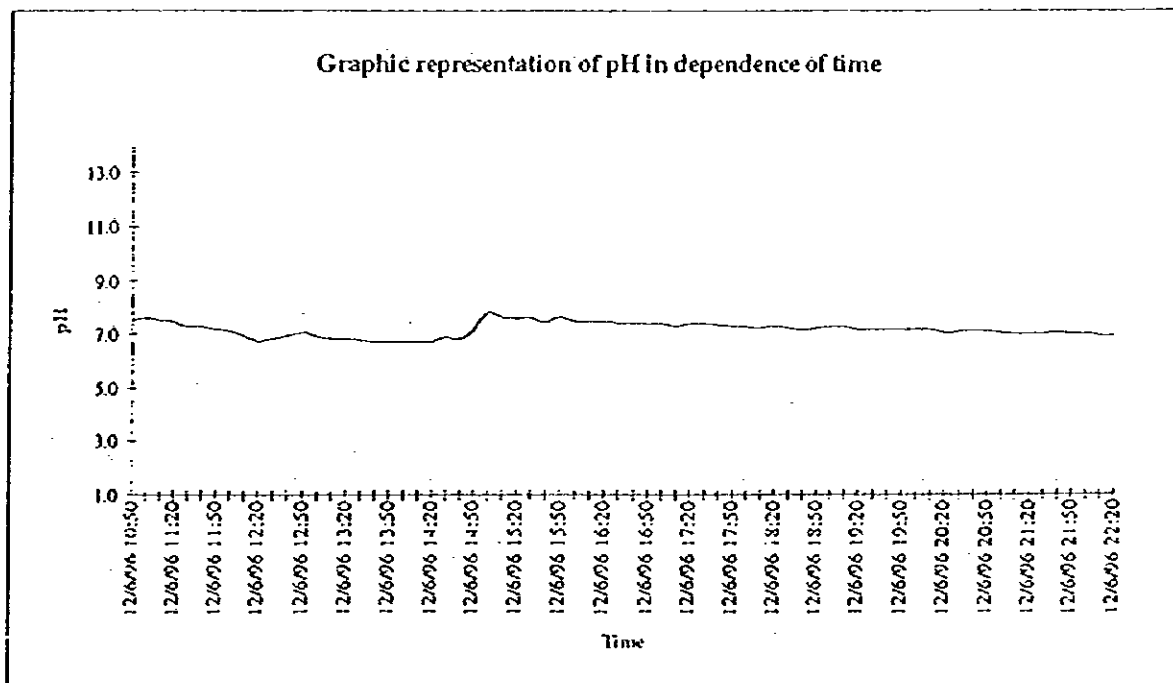


Fig. 3.6.6 Graphic Representation of Flow Measurement of the Waste Water from Slaughtery in Kosaki (10 min average flow)

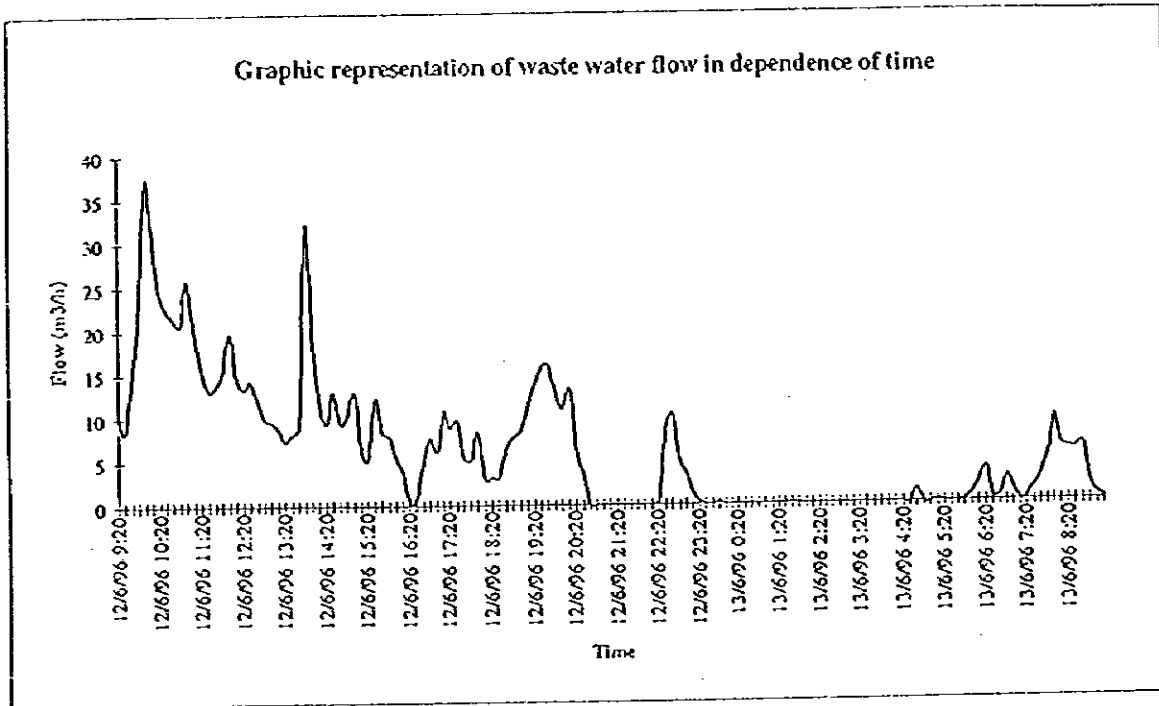
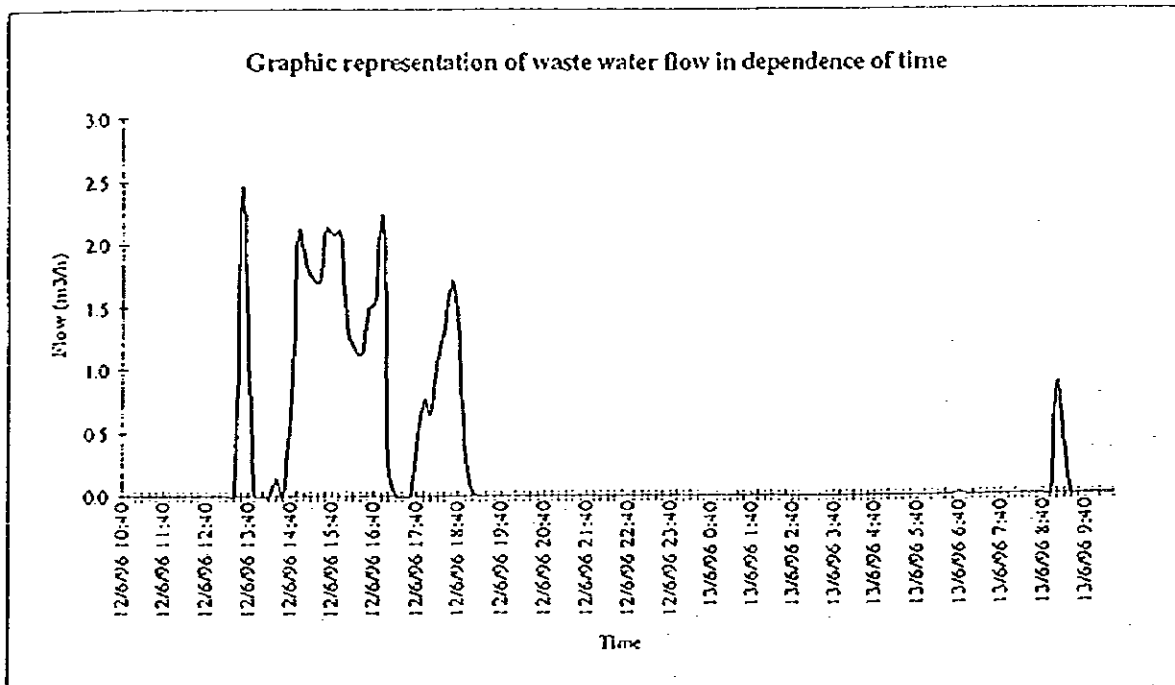


Fig. 3.6.7 Graphic Representation of Flow Measurement of the Waste Water from Washing Room in Kosaki (10 min average flow)



3.6.2 水使用合理化

1) 水使用および合理化の現状

(1) 水使用の特徴

- ①水源は市水のみであり、流量計で計量されている。
- ②用水使用量の殆ど（約 96%）は洗浄・製品処理用水であり、残りは冷却水、ボイラ用水、雑用水である。
- ③洗浄・製品処理用水の用途は、屠殺・解体時の洗浄及び床・解体用器具等の洗浄用である。

(2) 合理化の現状

- ①アンモニア冷凍機（3台）の冷却水は蒸発凝縮器（3台）の採用により節水されている。
- ②ボイラ用水は蒸気の直接吹込みによる温水の製造に使用されている。
- ③放血後の製品は温水槽（1槽）を移動する間に洗浄される。
- ④床・解体用器具等は水による洗浄で高圧噴射式洗浄機および手元制御弁付きのホースが使用されている。然し、手元制御弁のついていないホースも散見された。

2) 検討および評価

(1) 技術的検討

- ①用水使用量の約 96%を占める洗浄・製品処理用水量について、日本における平均的な洗浄・製品処理用水量と比べてみると約 2 倍となっている。ただし、日本とは製品処理方法が異なるので単純に断定することは出来ない。
- ②洗浄・製品処理水を再生利用することは衛生上の観点を考慮すれば、不可能と言えよう。また、再生水を冷却水や雑用水等に使用することも考えられるが、使用量が少ないので経済的に成り立たないことは明白である。
- ③洗浄・製品処理作業は殆ど手作業であるので、作業者の節水意識の向上によって使用水量の削減が可能と考えられる。

(2) 経済的評価

- ①管理者及び作業者の節水意識の向上によって使用水量の削減を図ることが肝要であるので、特に経済的評価はできない。

3.6.3 WWT P 放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

1) 現状

全排水が3ヶ所の排水ピットから下水へ放流されている。
食肉工場の排水は2ヶ所の油水分離装置を通して放流している。

2) WWT P 放流基準を満足する予備処理

下水放流の場合の前処理としては、何もしなければ油分が規制を超過する恐れがあるが、既存の油水分離装置が好適に機能しており、追加する必要はない。

3) 廃水処理

河川直接放流の場合は、Pの規制が厳しいので注意を要する。
なお、廃水処理設備の設置スペースは、十分にある。

(1) システムの設計条件

排水量:	400 m ³ /day
排水流入時間	10 hr/day
排水処理時間	24 hr/day 脱水機は 8 hr/day

水質		流入	放流	排水基準
Temp	℃	15	20	30
pH		6 - 8	6.5 - 8	6.5 - 9
COD	mg/l	1,500	26	120
BOD	mg/l	1,000	5	25
Fat	mg/l	100	4	20
SS	mg/l	1,000	14	80
NH ₄ -N	mg/l	100	5	10
Total N	mg/l	200	7.5	-
Total P	mg/l	40	0.5	2

(2) システムの概略フロー

(waste water)

- Collecting pit → Screen → Stabilization tank(anaerobic)
- Oil separator → Mixing Tank → 1st. Aeration tank
- 2nd. Aeration tank → 1st. Sedimentation tank
- Contact Aeration tank → Contact Anaerobic tank
- Coagulation tanks → 2nd. Sedimentation tank
- Treated water tank → Discharge to the river

(coagulated sludge)

- Sludge storage tank → Sludge dehydrator → Cake hopper
- Truck

4) 廃水処理システム選定の理由

- ①屠場は、排水基準では一般に属する。屠場の排水の汚濁物質は基本的に生物系なので、処理システムとしては公共中央処理場で採用される活性汚泥処理法が適している。
- ②河川へ直接放流する場合は、NとPの規制値が厳しく、これをクリアするように排水処理システムを設計すれば、BOD、COD、SS、油分などは自ずと規制をクリアする。
- ③NH₄-Nは活性汚泥処理で容易に低下する。NH₄-NがNO₃-Nに変換している。これを除去するためには、嫌気性の脱窒処理が必要となる。
- ④Pの除去は凝集沈殿法で行う。
- ⑤SS、CODの規制値から見て、砂ろ過、活性炭吸着は必要ない。
- ⑥屠場の排水は、時間変動・濃度変動が大きいので、処理を安定に行うために1日分に相当する容量の調整槽を設ける。集水ピットに既存の油水分離装置は、活用すれば油分負荷の軽減に貢献するが、スカムの除去作業を軽減するためにこれを短縮して直接調整槽に送液してもよい。それに対応するために、加圧浮上設備を設ける

5) 機器仕様および図面

以下の表と図面にまとめる。

Table 3.6.5	機器リスト
Fig. 3.6.8	マテリアルバランスシート
Fig. 3.6.9	フローシート
Fig. 3.6.10	レイアウト
Fig. 3.6.11	主要機器構造図

6) 設備コスト

(1) 機器類		T-SIT
(a) ポンプ・ブロワ、攪拌機、減速機、脱水機		43,575
(b) 計測機器類		4,775
(c) その他機器類		74,275
(2) 現地工事類		
(e) 機器据付・配管工事		25,793
(f) 電気工事		20,431
(g) 塗装工事		1,437
(h) 土木工事		61,031
(i) 建築工事		50,359
(j) 現場管理費		6,188
(k) 試運転費		3,150
(3) 設計費		5,062
合計		296,076
(4) 年間当たり償却・金利コスト		
(a) 土木建築関連 40年償却		$111,390/40 = 2,785$ T-SIT/y
(b) 土木建築以外 15年償却		$184,686/15 = 12,312$
(c) 設備金利 10% 平均 5%		$296,076 \times 0.05 = 14,804$
合計		29,901
(5) 水量当たり償却・金利コスト		
年間処理水量 100,000 m ³ で割ると		299 SIT/m ³

7) 運転コスト

(1)薬品代

(a) P A C (11%)	: 160kg/day x 74.7SIT/kg x 250d=	2,988	T-SIT/y
(b) MeO H (%)	: 16kg/day x 70. x 250 =	280	
(c) NaO H (100%)	: 32kg/day x 83.2 x 250 =	665.6	
(d) A ポリマー (powder)	: 2.8kg/day x 990 x 250 =	693	
(e) K ポリマー (powder)	: 2kg/day x 2,000 x 250 =	1,000	

小計 5,626.6

(2)電気代 0.8 x 2,179 kWh/day x 15 SIT/kWh x 250 = 6,537

(3)汚泥処分費 2.7m³/day x 1,423SIT/m³ x 250 = 960.5

(4)用水代 10m³/day x 200 SIT/m³ x 250 = 500

(5)灯油代 164 L/day x 60 SIT/L x 90 = 885.6

(6)維持費 (土木建築以外の5%) 198,303T-SIT x 0.05 = 9,234.3

(7)人件費 2人 x 16,280 DM/y x 87.5 SIT/DM = 2,849

合計 26,592

(8)水量当たり運転コスト

年間処理水量 100,000m³ で割ると 265.9 SIT/m³

8) 経済性評価 正規の経済性評価は3.6.4に述べられる。

ここでは、正規の経済性評価がなされない他のモデル工場との対比のために、他と同様の簡易経済性評価を行う。

(a) 条件

- ①原価償却年数： 機器類 15年
土木・建築 40年
- ②金利： 10%/年
- ③償却方法： 均等償却
- ④WWTP放流料金：160SIT/m³
- ⑤河川放流： 0
- ⑥年間廃水処理量： 100,000 m³/年

(b) 廃水1m³当りの処理費

項目	内 容		SIT/年	金額 SIT/m ³
原価償却	機械類	184,004,000 ÷ 15 = 12,312,000		123
	土木・建築	111,390,000 ÷ 40 = 2,785,000		28
金利	506,117,000 × 0.06 = 30,367,000			148
ランニングコスト			26,592,000	266
合計				565

9) まとめ

河川放流の場合のは放流基準が厳しいため、設備コスト・ランニングコスト共に高いものになる。自社の廃水処理設備を設置するよりも、料金を払って下水放流する方が有利である。

Table 3.6.5 Equipment List of Waste Water Treatment System

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Influent pit	1	RC	Capacity 30 m ³	Existing
	Pump (submersion)	1+1	FC		
	level switch	1	PVC		
2	Stabilization tank	1	RC	Capacity 400 m ³ (1 day) 9.6m×11m×4.5m(4.0m)D	
	pumps (submersion)	1+1	FC	80A×0.5m ³ /min×8m×2.2kw	
	blower (roots)	1	FC	125A×8.8m ³ /min×0.5kg/cm ² ×15kw	
	air difuser pipe	1	SUS		
	level switch	1	PVC	Float type	
	flow meter	1	PVC	V-notch Box type 5 - 30m ³ /hr	
3	Pressure floation tank	1	SS	Capacity 16.7 m ³ (30 min) Surface load 3m/h, circulation 100% 5m×2.5m×2.5m(actual 2m)D	
	skimmer	1	SS	chain drive 0.4kw	
	compressor	1	SS	200NI/min, 7kg/cm ² , 1.5kw	
	pressure tank	1	SS	2m ³ , 1.2mφ×2.4mH	
	slurry pump	1	FC	80/50A×0.3m ³ /min×40m 1.5kw	
	water flowmeter	1	FC	80A area type	
	air flowmeter	1	FC	40A orifice type	
4	Mixing tank	1	RC	78m ³ (4hr) 7.5m×2.6m×4.5m(actual 4m)D	
	circulator	1	FC	8 direct 50A 2.2kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
5	#1 Aeration tank	1	RC	Capacity 249 m ³ (14hr) 8.3m×7.5m×4.5m(4.0m)D	
	air difuser	1	SUS		
	air flow meter	1	FC	100A	
	blower				
6	#1 Thickner tank	1	RC	Capacity 30m ³ Surface 20 m ² 4.5m×4.5m×4.5m(1.5m)D	
	return sludge pump	1	FC	airlift type 80A	
	sludge meter	1	PVC	V notch type	
7	#2 aeration tank	1	RC	Capacity 77 m ³ (4.5hr) 4.5m×4.5m×4.5m(3.8m)D	
	air difuser	1	SUS		
	air flow meter	1	FC		
8	#2 Thickner tank	1	RC	Capacity 30 m ³ Surface 10 m ² 4.5m×4.5m×4.5m(1.5m)D	
	return sludge pump	1	FC	airlift type	
	sludge meter	1	PVC	V notch type	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
9	#1 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 84m ³ (4.5hr)	
				7.5m×7.5m×4.5m(1.5m)D	
	sludge collector	1	SS	rake type torque 120kgm 0.4kw	
	return sludge pump	1	FC	airlift type 80A	
	sludge meter	1	PVC	V notch type	
10	Contact aeration tank	1	RC	Capacity 129m ³ (7.5hr)	
				2.7m×14.1m×4.5m(3.4m)D	
	contact bed	1	PE	40m ³	
	air flow meter	1	FC	orifice 80A	
	pH meter/controler	1			
11	#2 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 84 m ³ Surface 56 m ²	
				7.5m×7.5m×4.5m(1.5m)D	
	sludge collector	1	SS	rake type torque 120kgm 0.4kw	
	return sludge pump	1	FC	airlift type	
	sludge meter	1	PVC	V notch type	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
12	De-N pump tank	1	RC	Capacity 19 m ³ (1hr)	
				3.3m×1.8m×4.5m(3.2m)D	
	pump	1	FC	80A×0.5m ³ /min×8m×2.2kw	
	level switch	1	PVC	float type	
13	De-N tank	1	RC	Capacity 130 m ³ (7.5hr)	
				3.3m×9.9m×4.5m(4m)D	
	contact media	1	PE	12m ³	
14	Oxidation tank	1	RC	Capacity 36 m ³ (3 hr)	
				1.8m×5.7m×4.5m(3.8m)D	
	blower	1	FC	150A×6.1Nm ³ /min×0.5kg/cm ² ×15kw	
	air flow meter	1	FC		
	difuser	1	SS		
15	Reaction tank	1	RC	Capacity 5.8 m ³ (20min)	
			acid coating	1.8m×1.8m×2.5m(1.8m)D	
	Agitator	1	SS SUS	Vertical 295rpm 2.2 kw	
16	pH control tank	1	RC	Capacity 5.8 m ³ (20min)	
			acid coating	1.8m×1.8m×2.5m(1.8m)D	
	Agitator	1	SS SUS	Vertical 295rpm 2.2 kw	
	pH meter	1		Dip type pH 0~14	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
17	Coagulation tank	1	RC	Capacity 5.8 m ³ (20min)	
				1.8m×1.8m×2.5m(1.8m)D	
	agitator	1	SUS	Vertical puddle 88rpm 3.7 kw	
18	#3 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 54 m ³ Surface 36 m ²	
				6m×6m×4.5m(1.5m)D	
	sludge collector	1	SS	rake type 0.4 kw	
	sludge pump	1	FC	airlift type 80A	
	sludge meter	1	PVC	V notch type	
19	Treated water tank	1	RC	Capacity 40 m ³	
				1.8m×7.5m×4.5m(3m)D	
	pump (submersion)	1+1	FC	80A×0.5m ³ /min×8m×2.2kw	
	level switch	2	PVC	float type	
	water flow meter	1	FC	tefron coated	
	pH meter	1			
20	Sludge storage tank	1	RC	Capacity 40 m ³	
				5.7m×3.9m×4.5m(3.6m)D	
	sludge pump	1	FC	80A×0.5m ³ /min×8m×2.2kw	
	blower (roots)	1	FC	80A×1.8Nm ³ /min×5m×5.5kw	
	level switch	1	SUS	float type	
	air flow meter	1	SS		

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
21	Dehydrator	1	SS	Belt press type, 55kg/hr, 6.7kw	
				0.4t/day(99%) cake(85%)	
	sludge coagulation tank	1	SS	0.64m ³ with agitator 88rpm	
	belt convayer	1	SS NBR	0.4m width 8m length	
	cake hopper	1	SS	10m ³ 0.2kw	
22	Methanol tank	1	PE/FRP	1m ³ 1.065m ϕ \times 1.4mH	
	feed pump	1	SUS	diaphragm 6 - 60cc/min 0.1kw	
	level switch	1	PVC	float type	
23	PAC tank	1	PE FRP	Capacity 10 m ³	
				2.35m ϕ \times 2.9mH	
	pump (diaphragm)	1	PVC	100 - 1,000cc/min \times 3kg/cm ² \times 0.4kw	
	level switch	1	PVC	float type	
24	NaOH tank	1	PE FRP	Capacity 4 m ³	
				1.86m ϕ \times 2.065mH	
	Pump (diaphragm)	1	PVC	14 140cc/min \times 13kg/cm ² \times 0.1kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
25	Polymer(A) solving tank	1	PE FRP	Capacity 10 m ³	
				2.35m ϕ \times 2.9mH	
	powder solver	1	PVC	3 - 9 kg/hr 0.06kw	
	Agitator	1	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
	Pump (roots)	1	FC	65/50A \times 0.31m ³ /min \times 10m \times 2.2kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
26	Polymer(A) solving tank	1	PE FRP	Capacity 10 m ³	
				2.35m ϕ × 2.9mH	
	powder solver	1	PVC	3 - 9 kg/hr 0.06kw	
	Agitator	1	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
	Pump (diaphragm)	2	PVC	500 - 5,000cc/min × 3kg/cm ² × 0.4kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
27	Polymer(K) solving tank	1	PE FRP	Capacity 10 m ³	
				2.35m ϕ × 2.9mH	
	powder solver	1	PVC	3 - 9 kg/hr 0.06kw	
	Agitator	1	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
	Pump (roots)	1	FC	65/50A × 0.3l ³ /min × 10m × 2.2kw	
28	Control panel	1		Indoor Self-standing enclosed type	
				1.6m × 0.6m × 2mH	
				AC 400V × 50Hz	
				Push button switches	
				Alarm lamps	
				pH indicators	
				Do indicator	

Fig. 3.6.8 Material Balance Sheet of Waste Water Treatment

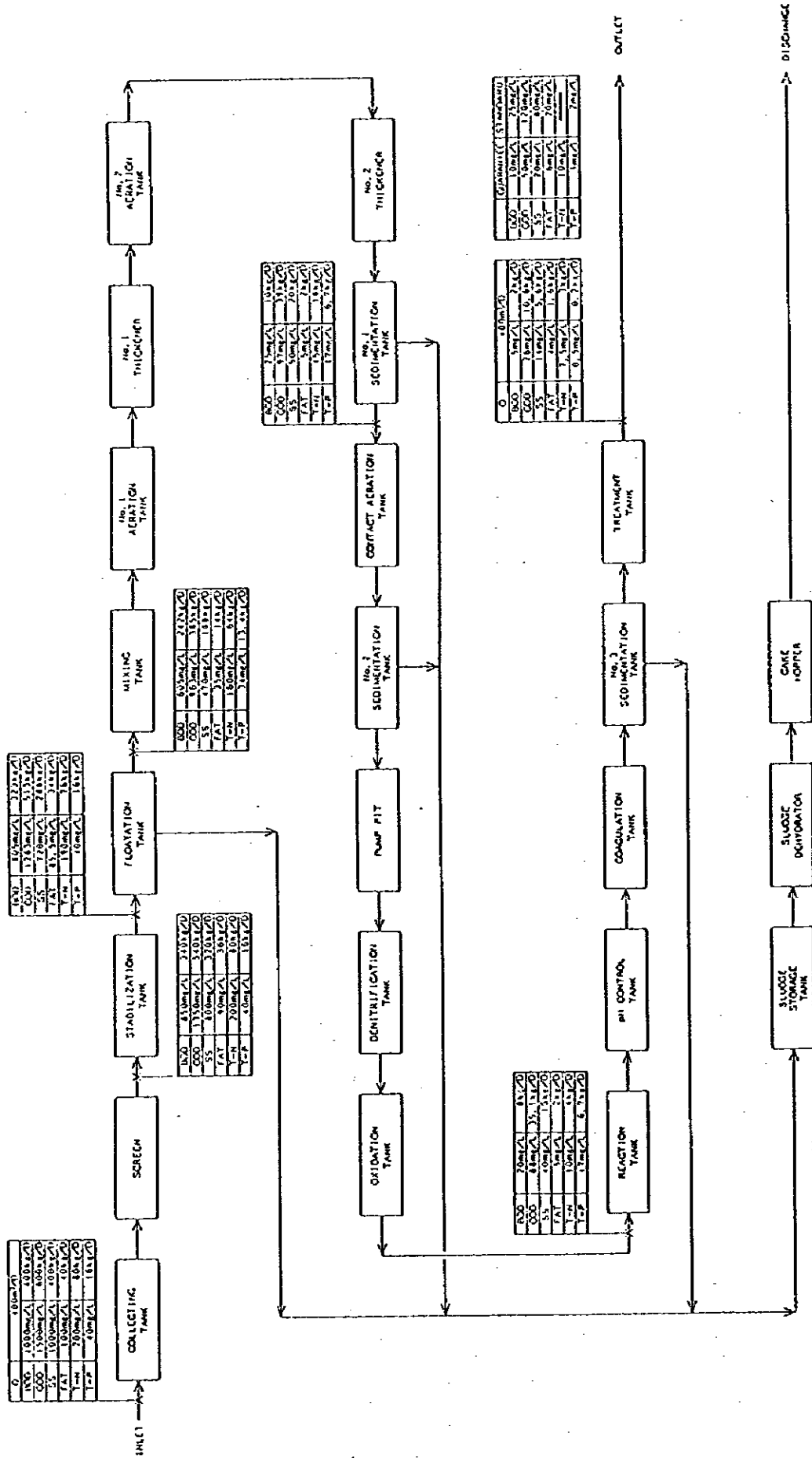


Fig. 3.6.9 Flow Sheet of Waste Water Treatment System

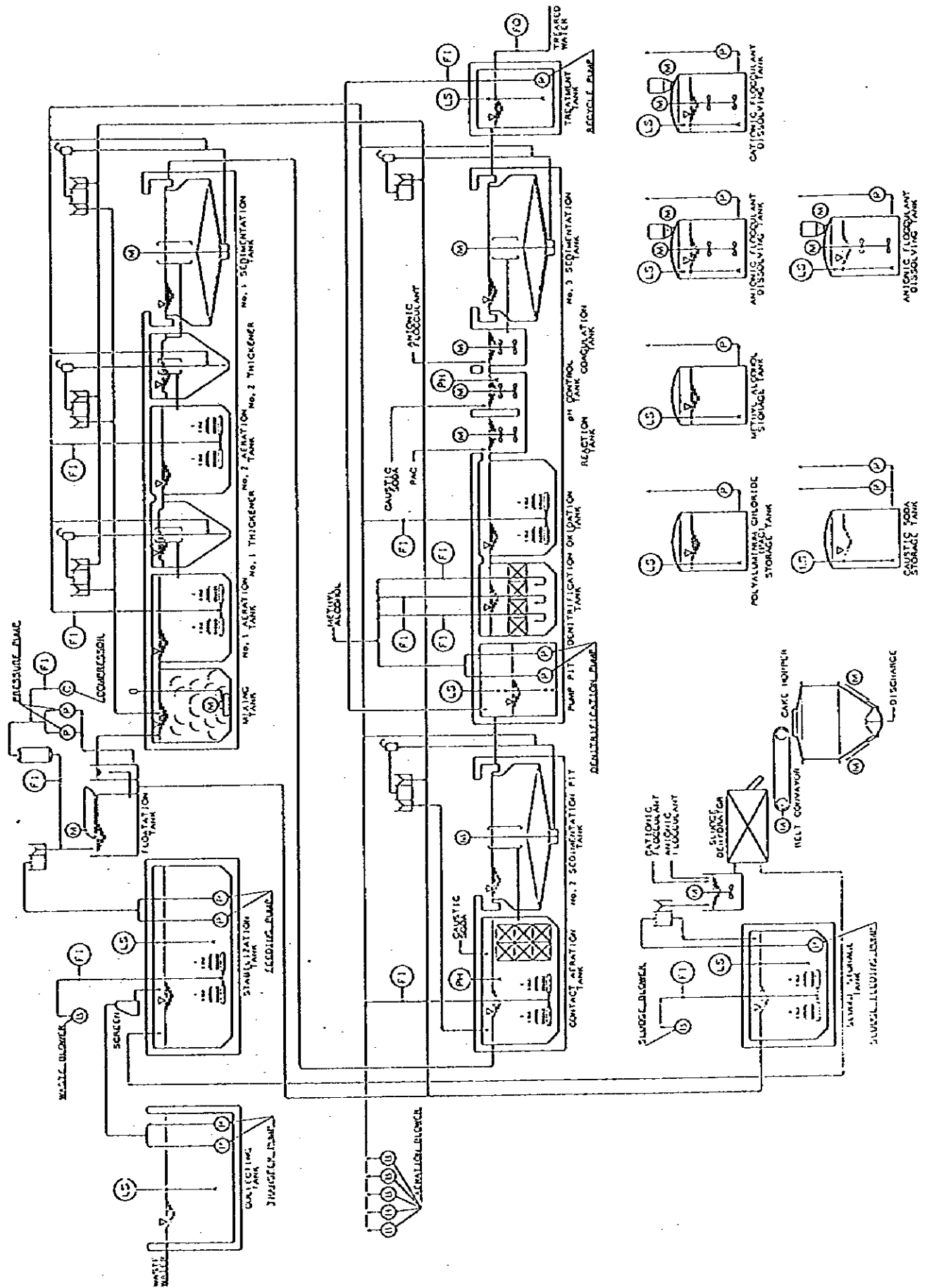


Fig. 3.6.10 Layout of Waste Water Treatment System

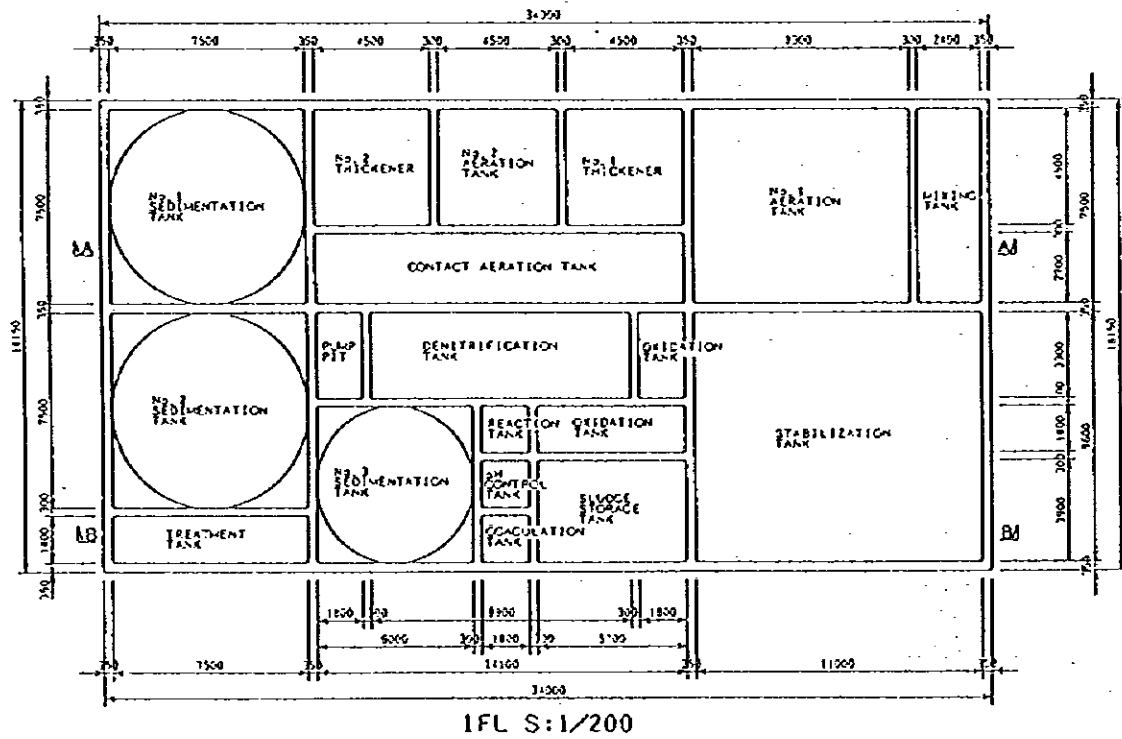
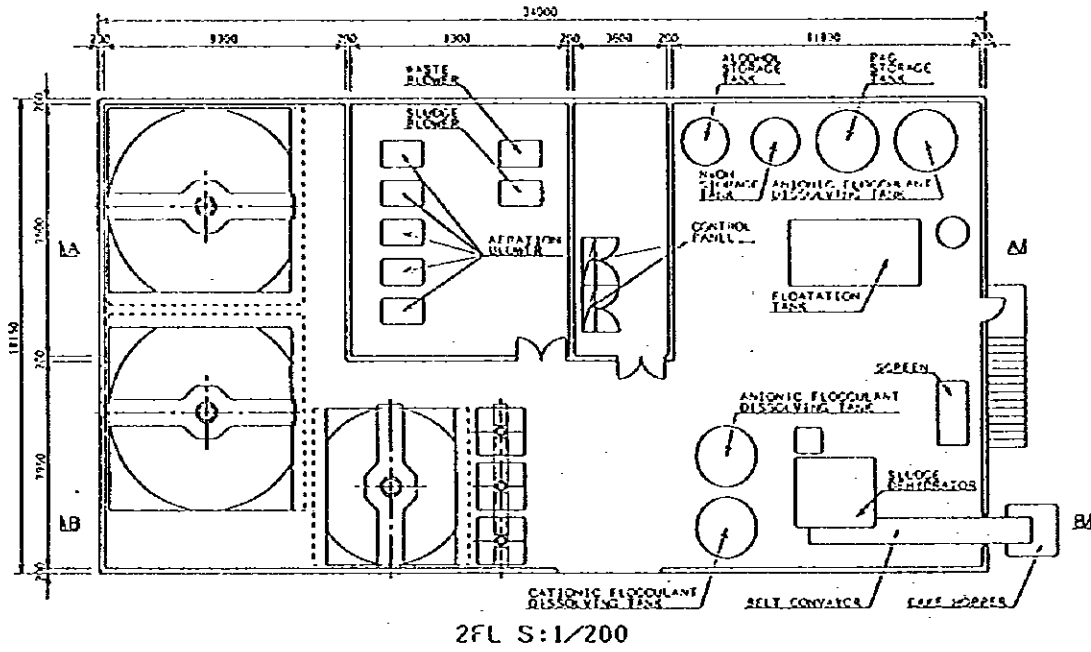
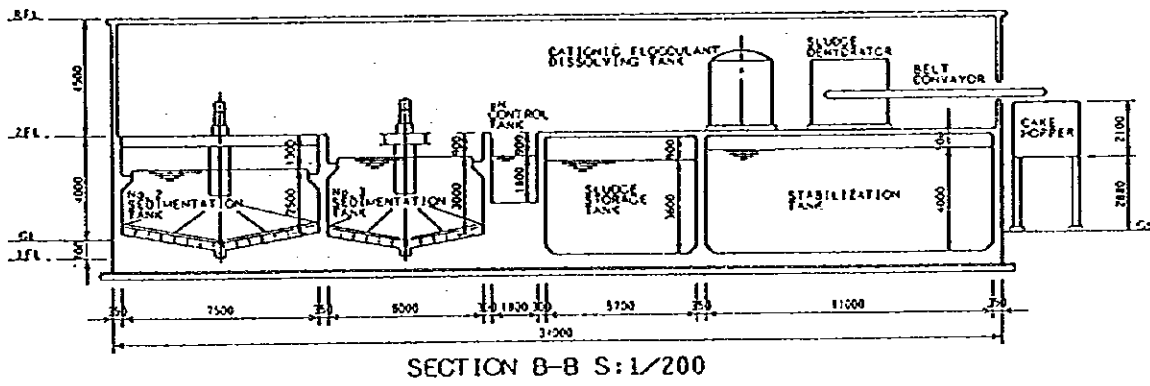
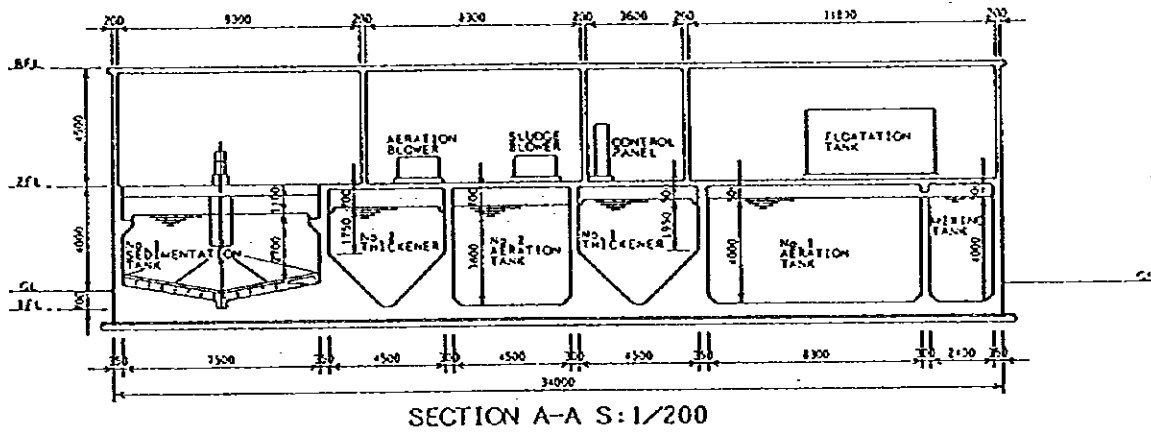


Fig. 3.6.11 Section of Waste Water Treatment System



3.6.4 財務分析

1) 前提条件

(1) プロジェクトケース

前述した技術的検討の結果から、下水放流するケース（Case 2）については既存の油水分離装置が機能し、前処理なしで放流できるので、廃水処理のための追加費用が生じないことがわかった。したがって、河川放流するケース（Case 1）について主として財務分析を行う。

(2) 廃水処理能力

廃水処理能力：100,000 m³/年

操業日数：250日/年

(3) 所要資金

前項で見積られたプラント建設費に加えて、1.4.1項で述べた前提条件に基づく所要資金は次の通りである。建設中金利計算のため、Case 1の建設期間は1年とする。

所要資金の内訳

(単位：DEM, 1,000)

項 目	Case 1	Case 2
プラント建設費	3,458	0
－設備・機器	2,157	0
－土木・建築	1,301	0
建設中金利	207	0
合 計	3,665	0

(4) 資金調達

Kosakiについては、所要資金の全額は長期借入金により融資されるものとし、金利は12%とする。

以上の項目を含むCase 1の基本ケースにおける前提条件は表3.6.6に示す。

2) 財務分析

上述した前提条件に基づき、Case 1における廃水処理費用明細表は表3.6.7に、資金繰り表は表3.6.8に示す。

財務分析の結果について以下に概要する。

2010年における廃水処理費用の内訳は、次の通りである。

廃水処理費用の内訳

(単位：DEM/m³)

項 目	Case 1	Case 2
変動費	1.62	0.00
直接固定費	1.91	2.29*
償却・金利を除く処理費	(3.53)	(2.29)
償却及び金利	4.10	0.00
償却・金利を含む処理費	7.63	2.29
(総費用)		

(注) * 下水道料金 (1.780 DEM/m³) + 市の汚染税 (0.453 DEM/m³)
+ 水利用税 (0.053 DEM/m³)

下水放流するケース (Case 2) は廃水処理のための追加費用は生じないが、しかしながら、下水道料金及び汚染税として、2.29 DEM/m³を支払うことになる。

一方、河川放流するケース (Case 1) における償却・金利を含む廃水処理費用

(総費用)は7.63 DEM/m³となり、Case 2の費用と比べて、5.34 DEM/m³高くなる
ことがわかる。

Case 1の最大費用要素として、償却及び金利の項目が総費用の54%を占めてい
る。これは、高価な投資額が費用増加の要因になることを意味する。

Case 1の資金繰りに関して、2010年における長期借入金返済能力(DSR)は、
次の通りである。

長期借入金返済能力

ケース	(A) 現金 DEM 1,000	(B) 債務 DEM 1,000	(C) DSR (A)/(B)
Case 1	410.0	586.4	0.70

(注) (A) : 1.4.5項に示した公式の分子、(B) : 同じ公式の分母

上表の通り、DSRは0.70となり、債務の返済に対して現金が不足している状況を
示している。

以上の基本ケースの結果から、プラント建設費及び薬品のような主要要素が変
動した場合の感度分析を、FIRR及びDSRを用いて行うこととする。

感度分析表

(単位：FIRR, %(DSR, 割合))

項 目	プラント建設費	薬 品
Case 1		
20%ダウン	13.83%(0.92)	9.77%(0.72)
0% (基本ケース)	9.32%(0.70)	9.32%(0.70)
20%アップ	6.10%(0.55)	8.86%(0.68)

上表から薬品よりプラント建設費が感度が高いことを示している。

更に、低利の融資が利用できると想定した場合のケーススタディを行う。ここでは、金利は12%から6%になると仮定した。

2010年における長期借入金返済能力 (DSR) は、次表の通りとなる。

長期借入金返済能力

ケース	(A) 現金 DEM 1,000	(B) 債 務 DEM 1,000	(C) DSR (A)/(B)
Case 1	410.0	463.1	0.89

(注) (A)：1.4.5項に示した公式の分子、(B)：同じ公式の分母

DSRの結果は、低利の資金が利用できるとすれば、プラント建設費が20%削減した場合と同じ効果が期待できることを意味する。

以上述べてきた分析から、当工場にとっては前処理を必要としない下水放流するケースが、直接河川放流するケースより経済的に有利であることが示された。

Table 3.6.6 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Kosaki Tovarna Mesnih Izdelkov p.o. (M-6)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 1: Discharge to River
Annual Production	:	Food/Butchery: 54,500 heads/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 115.25) \times 100\% = 250.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	250.00 DPY $\times 400$ m ³ /d = 100,000 m ³ /y
Operation Start Year	:	2005
Monetary Unit	:	DEM in Terms of Fixed Price in 1996
Exchange Rates	:	1.0 DEM = 89.89 SIT as of June, 1996

2 Schedule

Start of Project Implementation	:	January 01, 2004
Project Completion	:	December 31, 2004
Commercial Operation	:	January 01, 2005
Project Phase Out	:	December 31, 2019
Project Life	:	15.0 Years from Start of Commercial Operation
Project Year	:	From January 01 to December 31
Construction and Commissioning	:	1.0 Year from Start of Project Implementation

3 Financing Required and Financing Plan - 1996

Financing Required	DEM, '000	Financing Plan	DEM, '000
Land/Site Development	-	Equity	: 0.00 % 0.00
Plant Construction Cost*	3,458.00	Long Term Loan	: 100.00 % 3,665.00
- Equipment & Machinery	2,157.00	- Interest	: 12.00 %
- Civil & Building	1,301.00	Short Term Loan	:
Interest during Construction	207.00		
		Total Project Financing Cost	3,665.00
Fixed Capital Cost	3,665.00		
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	3,665.00		

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.6.6 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (2/3)

4 Inputs and Costing

(CIF at the Plant with Full Capacity Utilization in 1996)

Inputs	Unit		Per Sewage		Annual	
	Unit	Price (DEM/Unit)	Consumption (Unit/m ³)	Cost (DEM/m ³)	Consumption ('000, Unit)	Cost DEM, '000
Chemicals			-	0.626	-	62.598
- PAC (11%)	kg	0.831	0.4000	0.332	40.0000	33.240
- MeOH	kg	0.779	0.0400	0.031	4.0000	3.116
- NaOH (100%)	kg	0.926	0.0800	0.074	8.0000	7.408
- A Polymer (powder)	kg	11.013	0.0070	0.077	0.7000	7.709
- K Polymer (powder)	kg	22.249	0.0050	0.111	0.5000	11.125
Utility Cost			-	0.989	-	98.871
- Electricity	kWH	0.167	4.3580	0.728	435.8000	72.779
- Sludge Disposal	m ³	15.830	0.0068	0.107	0.6750	10.685
- Water	m ³	2.225	0.0250	0.056	2.5000	5.563
- Fuel	Ltr.	0.667	0.1476	0.098	14.7600	9.845
Variable Cost	-	-	-	1.615	100.0000	161.469
Personnel	Man-Year	16,280		0.326	2.0000	32.560
Maintenance	Equipment & Machinery x 5.0%			1.079	-	107.850
Government Charge	m ³	0.053	1.000	0.053	100.0000	5.300
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.000	0.453	100.0000	45.300
Direct Fixed Cost	-	-	-	1.910	-	191.010
Cash Treatment Cost	-	-	-	3.525	100.0000	352.479

5 Outputs and Pricing

(FOB at the Plant with Full Capacity Utilization in 1996)

Outputs	Unit		Per Sewage		Annual	
	Unit	Price (DEM/Unit)	Treatment (Unit/m ³)	Price (DEM/m ³)	Treatment ('000, Unit)	Sales DEM, '000
Treatment Fee	m ³	7.625	1.0000	7.625	100.0000	762.504

Table 3.6.6 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (3/3)

6 Operation Schedule

Items	Project Year						Total/ Average
	(-)1	1	2	3	415	
	04	05	06	07	08	2019	
Financing Disbursement	100						100
Sewage Treatment							
- Rated Capacity Utilization		100	100	100	100	100	1,500
Depreciation (Plant & Machinery)	15 Years Straight Line Method						
Depreciation (Civil & Building)	40 Years Straight Line Method						
Amortization (Interest during Const.)	15 Years Straight Line Method						

Debt Service

Loan Type	Maximum Grace + Maturity	Annual Interest Rate, %
- Bank Loan/Local	(1 + 10) Years	12.00
- Short Term Loan/Local	Not considered.	
Corporate Income Tax	Zero	
Sales Tax	5.00%	

7 Financial Performance

Treatment Fee

- Base Case, DEM/m³-year 7.63 - 2005 7.63 - 2010 7.63 - 2014

Treatment Cost including D&I

- Base Case, DEM/m³-year 9.82 - 2005 7.63 - 2010 5.87 - 2014

Sensitivity Analysis using FIRR

- Investment Cost, % (-20%) (0%) (+20%)

- Chemical Cost, % 13.83 9.32 6.10

- Chemical Cost, % 9.77 9.32 8.86

Sensitivity Analysis using DSR as of 2010

- Investment Cost, times (-20%) (0%) (+20%)

- Chemical Cost, times 0.92 0.7 0.55

- Chemical Cost, times 0.72 0.7 0.68

Debt Service Ratio (DSR), times-year

- Base Case, @12% interest 0.51 - 2005 0.70 - 2010 1.00 - 2014

- Alt. Case, @6% interest 0.72 - 2005 0.89 - 2010 1.09 - 2014

Table 3.6.7 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN KOSAKI (N-6) ***
WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
- CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM, 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
CHEMICAL COST	0.0	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60
PAC	0.0	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24
NEON	0.0	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
NAOH	0.0	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41
A POLYMER	0.0	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
K POLYMER	0.0	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
UTILITIES COST	0.0	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87
ELECTRICITY	0.0	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78
SLUDGE DISPOSAL	0.0	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69
WATER	0.0	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56
FUEL	0.0	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84
VARIABLE COST	0.0	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47
EMPLOYMENT COST	0.0	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56
MAINTENANCE COST	0.0	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85
GOVERNMENT CHARGE	0.0	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30
DIRECT FIXED COST	0.0	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01
CASH TREATMENT COST	0.0	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48
EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80
CIVIL & BUILDING	0.0	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12
TOTAL TREATMENT COST	0.0	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60
UNIT TREATMENT COST	0.0	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	438.80	395.82	351.84	307.86	263.88	219.90	175.92	131.94	87.96
INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL TREATMENT COST	0.0	982.40	938.42	894.44	850.46	806.48	762.50	718.52	674.54	630.56
UNIT TREATMENT COST	0.0	9.8240	9.3842	8.9444	8.5046	8.0648	7.6250	7.1852	6.7454	6.3056

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
CHEMICAL COST	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60	62.60
PAC	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24
NEON	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
NAOH	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41
A POLYMER	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71	7.71
K POLYMER	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
UTILITIES COST	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87	98.87
ELECTRICITY	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78	72.78
SLUDGE DISPOSAL	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69	10.69
WATER	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56
FUEL	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84
VARIABLE COST	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47	161.47
EMPLOYMENT COST	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56	32.56
MAINTENANCE COST	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85	107.85
GOVERNMENT CHARGE	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
LOCAL POLLUTION TAX	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30
DIRECT FIXED COST	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01	191.01
CASH TREATMENT COST	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48	352.48
EQUIPMENT & MACHINERY	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80	143.80
CIVIL & BUILDING	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52	32.52
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12
TOTAL TREATMENT COST	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60
UNIT TREATMENT COST	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260
INTEREST ON LONG TERM DEBT	43.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL TREATMENT COST	586.58	542.60	542.60	542.60	542.60	542.60
UNIT TREATMENT COST	5.8658	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260	5.4260

Table 3.6.8 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN KOSAKI (N-6) ***
FUNDS FLOW STATEMENTS
- CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SOURCE OF FUNDS	3665.00	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90
FINANCIAL RESOURCES	3665.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SHARE CAPITAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LONG TERM LOAN	3665.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
USES OF FUNDS	3665.00	806.30	762.32	718.34	674.36	630.38	586.40	542.42	498.44	454.46
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	3665.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NON-DEPRECIABLE ASSETS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	3458.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	207.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CHANGE IN WORKING CAPITAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEBT SERVICES	0.0	106.30	762.32	718.34	674.36	630.38	586.40	542.42	498.44	454.46
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0.0	366.50	366.50	366.50	366.50	366.50	366.50	366.50	366.50	366.50
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	439.80	395.82	351.84	307.86	263.88	219.90	175.92	131.94	87.96
INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DIVIDENDS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CASH INCREASE OR (DECREASE)	0.0	-396.28	-352.30	-308.32	-264.34	-220.36	-176.38	-132.40	-88.42	-44.44
BEGINNING CASH BALANCE	0.0	0.0	-396.28	-748.58	-1056.90	-1321.23	-1541.59	-1717.97	-1850.37	-1938.79
ENDING CASH BALANCE	0.0	-396.28	-748.58	-1056.90	-1321.23	-1541.59	-1717.97	-1850.37	-1938.79	-1983.23

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
CASH GENERATED FROM OPERATION	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90
FINANCIAL RESOURCES	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12
SHARE CAPITAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LONG TERM LOAN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
USES OF FUNDS	410.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NON-DEPRECIABLE ASSETS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CHANGE IN WORKING CAPITAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DEBT SERVICES	410.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	366.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST ON LONG TERM DEBT	43.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DIVIDENDS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CASH INCREASE OR (DECREASE)	-0.46	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
BEGINNING CASH BALANCE	-1983.23	-1983.69	-1573.67	-1163.65	-753.62	-343.60
ENDING CASH BALANCE	-1983.69	-1573.67	-1163.65	-753.62	-343.60	66.42

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN KOSAKI (N-6) ***
RETURN ON INVESTMENT (IN 1986 FIXED PRICE)
- CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	3458.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2) GROSS CASH IN-FLOW	0.0	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
OPERATING PROFIT	0.0	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90
DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-3458.00	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-813.12				
(2) GROSS CASH IN-FLOW	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02				
OPERATING PROFIT	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90	219.90				
DEPRECIATION & AMORTIZATION	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12	190.12				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	410.02	410.02	410.02	410.02	410.02	1223.15				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 9.32 PER CENT

3.6.5 汚濁負荷量削減のための予備処理

1) 経緯

前節までの報告は、1996年6月時点の調査に基づき、河川直接放流の場合を重点に設備は全面新設を想定したため、水質分析も既設の油水分離設備を通す前についてなされた。今回は下水放流の前処理設備の検討が主題であるので、既設の油水分離設備を活用する前提で、油水分離設備の後の水質分析を追加した。

既設の油水分離設備の後の水質は、従来の水質分析データによれば、油分の放流基準 100 mg/l を満足していたが、今回の分析によっても確認された。即ち、下水放流の場合の排出基準は、既設の油水分離設備で充分である。

2) 予備処理システムの選定

更に負荷削減を図ることが要請される場合には、凝集加圧浮上を導入する。生物処理法が適用される下水処理場に対して、過大な負荷が掛からないようにするための前処理設備であるから、生物処理ではなく物理的な処理方法を適用する。凝集沈殿でなく凝集加圧浮上を適用する理由は、元々浮上性向のある油分の除去を配慮するからである。

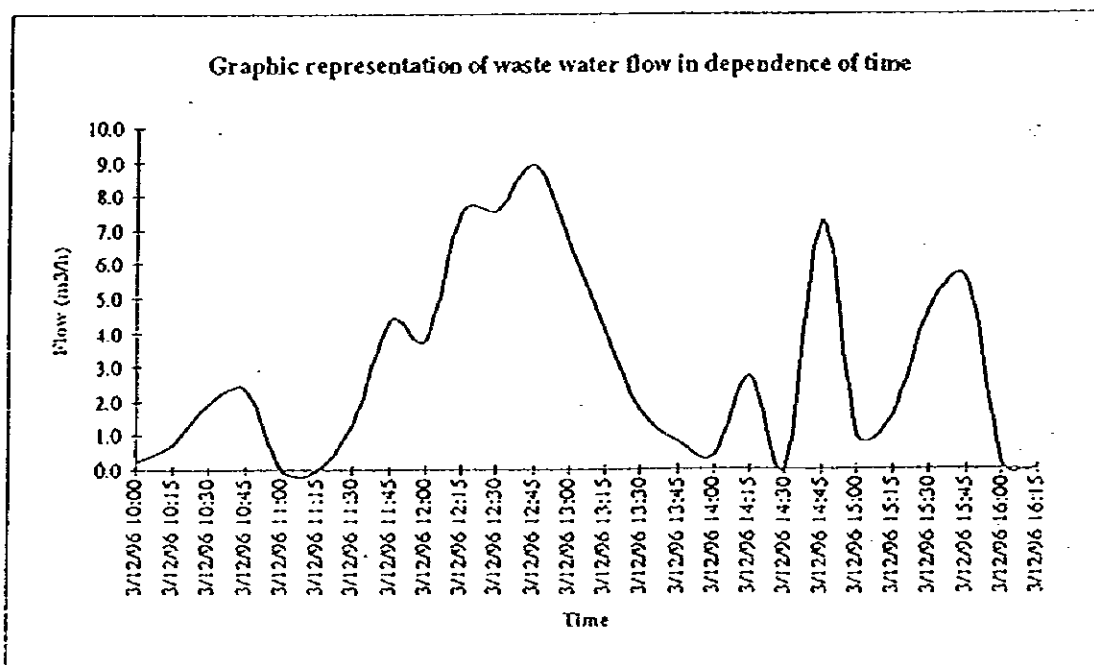
3) 凝集処理テスト

凝集処理がどの程度効果があるかを確認するため、実廃水サンプルで実験した。結果を Table 3.6.11 に示す。実験は理想的なバッチ処理に相当するが、COD が約 1/3 に、油分が約 1/4 にと、負荷の低減が大きなものであることが判る。実際の廃水処理は連続処理でなされるので、水質はやや悪くなると見込まれる。

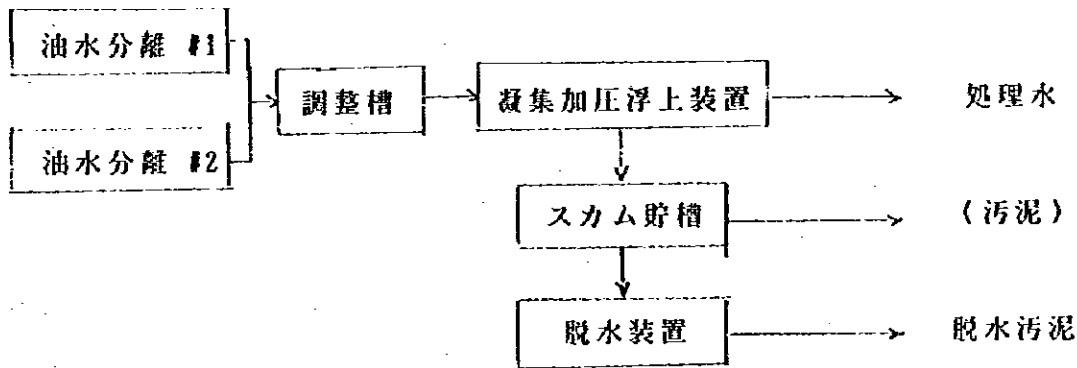
Table 3.6.9 Result of Coagulation Test

Effluent of the Slaughter Factory	Sampling	Coagulation Test
Note	03.12.1996 11:00 - 16:15 Flow-proportional	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 0
		Floc size Large Settling time 30sec
Parameter		
pH	7.7	6.6
SS mg/l	520	< 30
Color	red	light red
α (436nm) l/m	82	26
α (525nm)	72	12
α (620nm)	60	5
t - N mg/l		69
t - P mg/l	11	< 0.5
COD _{Cr} mg/l	2,400	930
COD _{Mn} mg/l	770	250
BOD ₅ mg/l	1,200	
t - Fat mg/l	80	22

Fig. 3.6.12 Flow of Waste Water



4) 予備処理システムの概要



Case 1 油水分離装置のみ

油水分離については、既設の設備を活用することでよい。浮上油の処理については、現在専門業者が毎週1回程度回収し、石鹼工場へ原料として納入している。現状の処理コスト（或いは収入）としてはゼロである。

Case 2/3 凝集加圧浮上装置を追加

運転時間を12時間以下になるようにし、夜間の人件費負担をなくする。次のチョイスは、脱水機を使用するか・しないかである。脱水機がなければ、その分設備費が安くなり、運転の手間も、脱水用の凝集剤のコストも不要となる。

なお、脱水されたスラッジの処理については、6月の調査に際してSNAGAによって安価に処分できることが判明していた。脱水機の設備費・運転の手間を掛けずにスカムをそのまま処分する場合については、それが可能か、その料金は、などNIGRADがどのように判断するかにかかっている。現時点ではまだ確定していない。

Case 3 固定床接触酸化生物処理を追加

更にCOD、BODを削減しなければならぬ場合は、生物処理を行う。汚濁負荷が高い場合に、よく嫌気性生物処理が採用されるが、油分が多いとうまくいかない。凝集加圧浮上処理をした後では、負荷が下がっているため、好気性生物処理の方が有利になる。SSが少なくなっているため、固定床接触酸化生物処理が好適に適用できる。

Table 3.6.12 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m ³ /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	Fat mg/L ()	SS mg/L (kg/d)	T-N mg/L (kg/d)	T-P mg/L (kg/d)
*1 Case-1 Oil separator	400	1,500 (600)	800 (320)	60 (24)	600 (240)		20 (8)
*2 CASE-2/3 + Coagulation & floatation	400	800 (320)	400 (160)	20 (8)	< 30 (12)		< 2
*3 CASE-4 + Contact Oxidation	400	250 (80)	100 (40)	10 (4)	< 30 (12)		< 2

注) *1 CASE-1: 油水分離の予備処理をした場合

*2 CASE-2: 更に凝集加圧浮上処理をした場合 脱水機あり

CASE-3: 脱水機なし

*3 CASE-4: CASE-2 に接触酸化処理を追加した場合

Table 3.6.13 処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m ³	Running Cost SIT/m ³	Total treat- ment cost SIT/m ³
CASE-1	exsited	0	0	0
CASE-2	50,000,000	55	85	140
CASE-3	43,000,000	48	72	120
CASE-4	80,000,000	88	100	188
to River	296,076,000	299	266	565

5) 負荷削減を目的とする予備処理の経済性

Table 3.6.12 に、予備処理で得られる水質とそのコストの推定値をまとめた。参考として、河川に直接放流する場合の排水処理設備の場合も併記した。河川へ直接放流する場合は、排出基準が厳しいため廃水処理のコストが非常に高くなり、下水に放流する場合の料金と比較すると、全く勝負にならない程である。

凝集加圧浮上処理によって、汚濁負荷が大幅に低減するが、処理コストがほぼ標準の下水料金と同程度になる。汚濁負荷による累進料金が標準の2倍程度高い、という事態にでもならないと、負荷削減を目的とする予備処理の経済性はない。言い換えると、少々の追加料金ならば、高い下水料金を支払う方が経済的である。

3.1.5 汚濁負荷量削減のための予備処理

1) 経緯

前節までの報告は、1996年 6月時点の調査に基づき、河川直接放流の場合を重点に検討したものである。今回は下水放流の予備処理設備の検討が主題である。

2) 予備検討

総論で述べた通り、河川へ放流する場合の排出基準には色の項目があり、将来WWTPが河川への排出基準を満足させるために、着色排水を放流する繊維工場に対して、然るべき予備処理設備の設置を要請してくる可能性がありうる。もし予備処理設備を設置しない場合は、割増料金が課せられるかも知れない。

3. 7 M-7 MARIBORSKA MLEKARNA, d.o.o.

MM MARIBORSKA MLEKARNA, d.o.o. (Dairy Products)

3. 7. 1 工場概要

1) 概要

MARIBORSKA MLEKARNA p.o. は、紙容器詰め市乳、紙容器詰め発酵乳及び各種チーズ等を一貫して製造している会社である。使用する原乳量は毎年、約 3.5% の増加がみられ、近代的、衛生的な生産設備によって少量多品種の製品が生産されており、その一部はクロアチア等に輸出されている。

MARIBORSKA MLEKARNA p.o. の工場の配置を Fig. 3. 7. 1 に示す。

2) 水源、用途別の水使用量

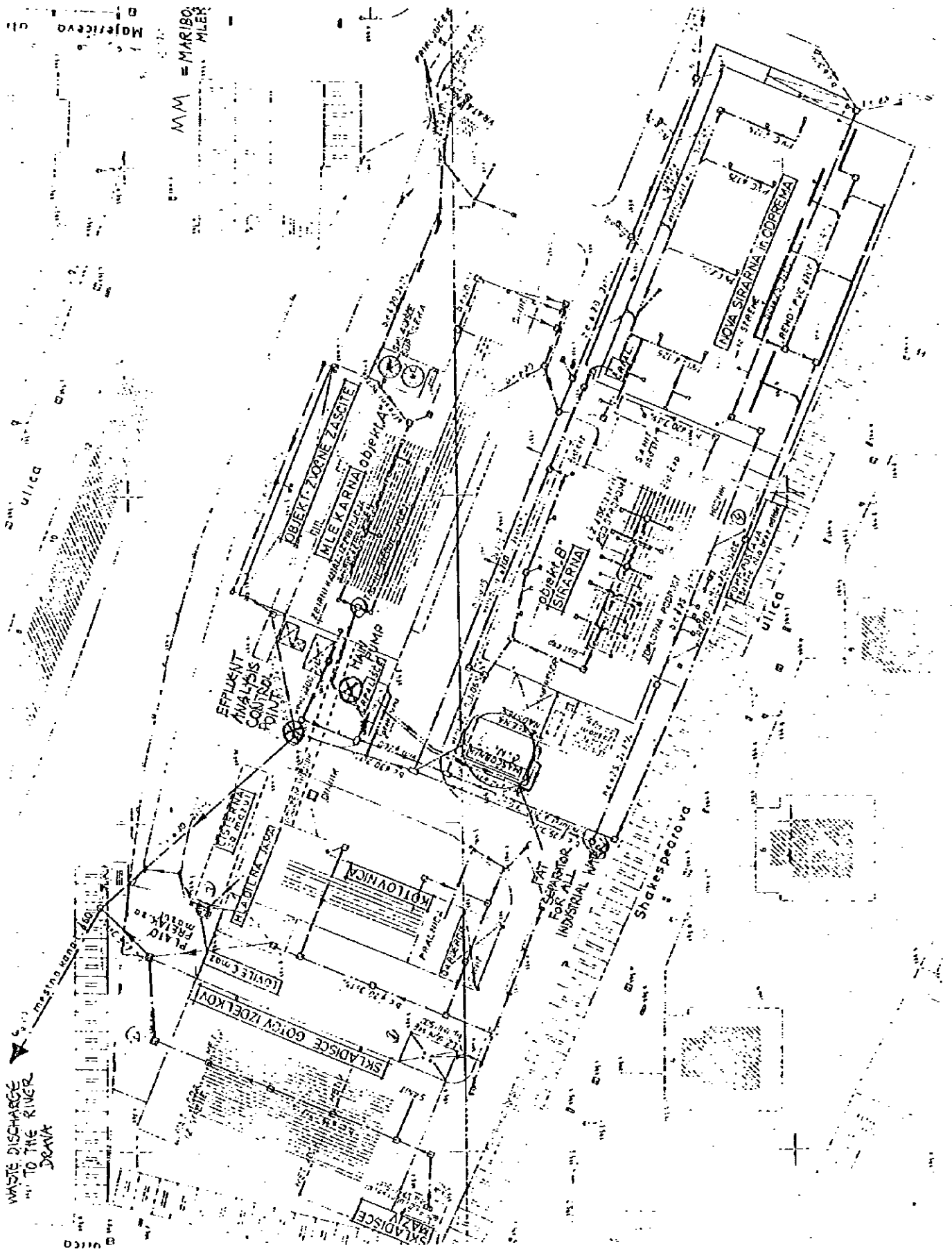
水源、用途別水使用量を Table 3. 7. 1 に示す。

Table 3. 7. 1 水源、用途別水使用量 (m³/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed		20		20	30	50
Raw Material						
Washing		210		210		
Cooling		15		15	(250)	(265)
Air Conditioning						
Miscellaneous		231		231		231
Total		476		476	(280)	(756)
				Recovered Water/Total (37.0)%		

注) () の数値は推測値である。

Fig. 3.7.1 工場の配置図



3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の水バランスをFig. 3.7.2に示す。

(1) 用水供給設備

生産用水のうち、ボイラ供給水には軟化設備で処理された水が使用されている。軟化設備の再生には、薬剤として4% HCl + 12% NaClが用いられ、週2回の再生が行われている。

(2) 製造工程と廃水の発生源

主要な製造工程をFig. 3.7.3に示す。

乳製品製造の主要な設備は、原乳の貯乳タンク、製造装置及び貯蔵タンクである。製造装置には、ホモゲナイザー、発酵タンク、調合タンク、プレート殺菌器、充填器、ミルクポンプ等がある。

これらの主要設備と各設備をつなぐ配管は、CIP (Cleaning In Place) と呼ばれる自動制御の洗浄設備によって洗浄される。CIPの洗浄サイクルは次のとおりである。

(水洗) → (アルカリ洗浄) → (湯洗) → (酸洗) → (水洗) → (H₂O₂殺菌)

各水洗水、湯洗水、アルカリ洗浄液の約1/4量及び酸洗浄液の約1/4量がCIP廃水として発生する。

これらの設備の冷却は冷水による間接冷却方式である。冷水製造用冷凍機の冷却水が排出されるが、少量で廃水の汚染はない。

製造時には製造装置からの漏洩原乳が、また、チーズ製造時にはホエーの一部が廃水として排出される。

作業終了時には、タンク類、コンベア、機械器具等の各洗浄廃水及び床洗浄廃水が発生する。

a. 原乳受入れ工程

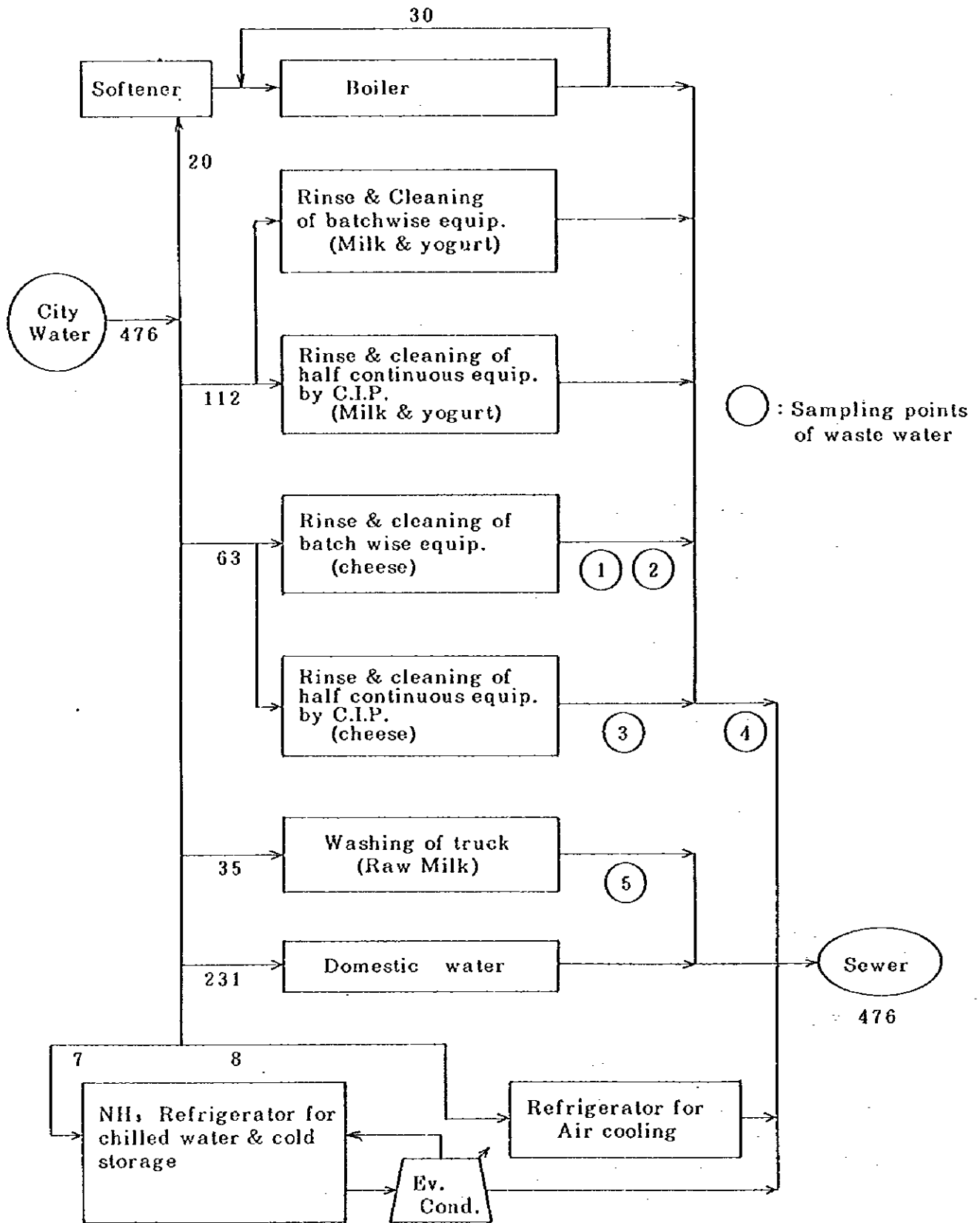
原乳はタンクローリーで工場に搬入されると、いったん貯乳タンクで原料乳として保冷される。原料乳の受け入れは次のとおりである。

原乳 → (検査) → (ろ過) → (秤量) → (貯乳) → 原料乳

① 原乳の搬入

原乳がタンクローリーで搬入されると、工場内の検査室で各種の検査が行われる。検査に合格した原乳は、ろ過され、秤量されて、貯乳タンクに貯蔵

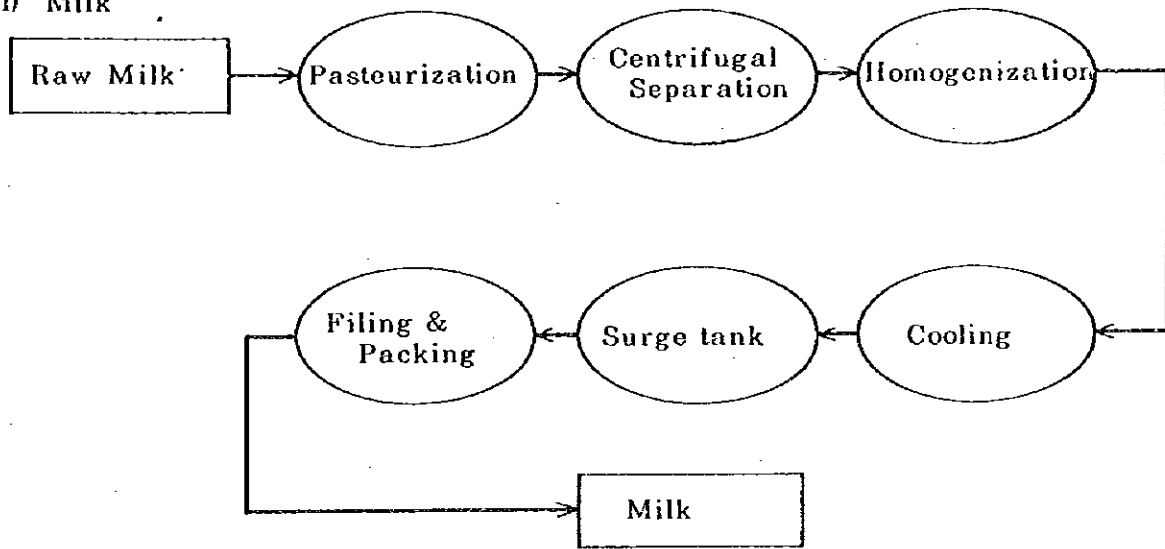
Fig. 3.7.2 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



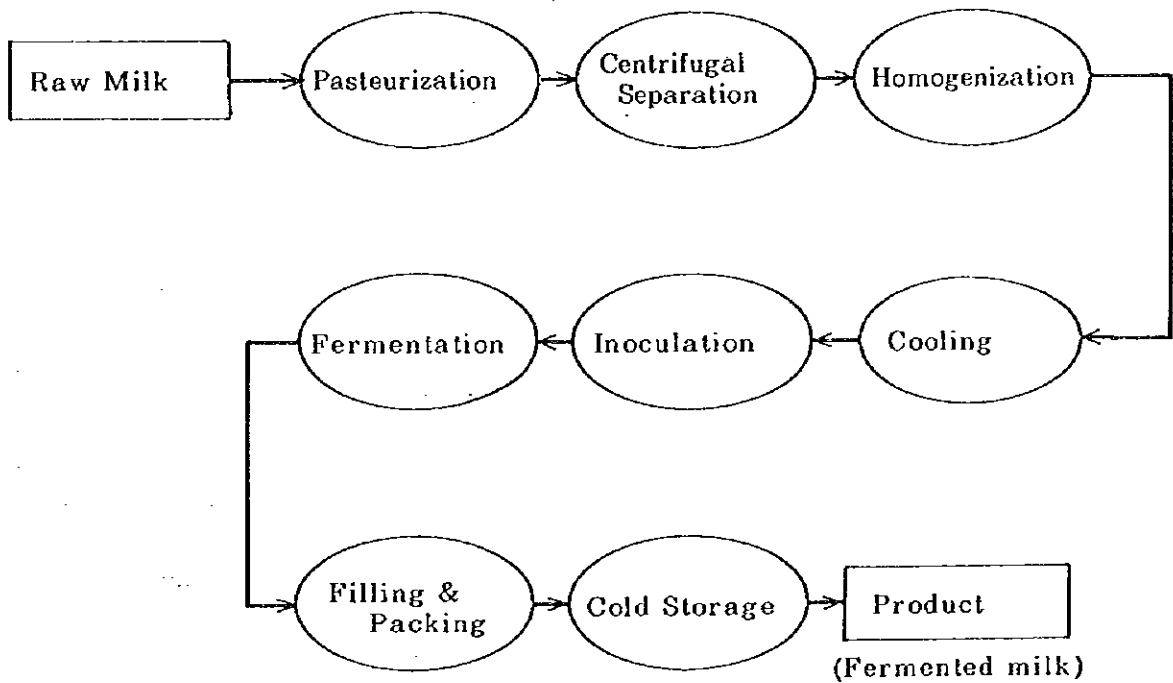
Note : a) Ev. Cond. is Evaporated Condenser.

Fig. 3.7.3 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTON LINE (½)

(1) Milk



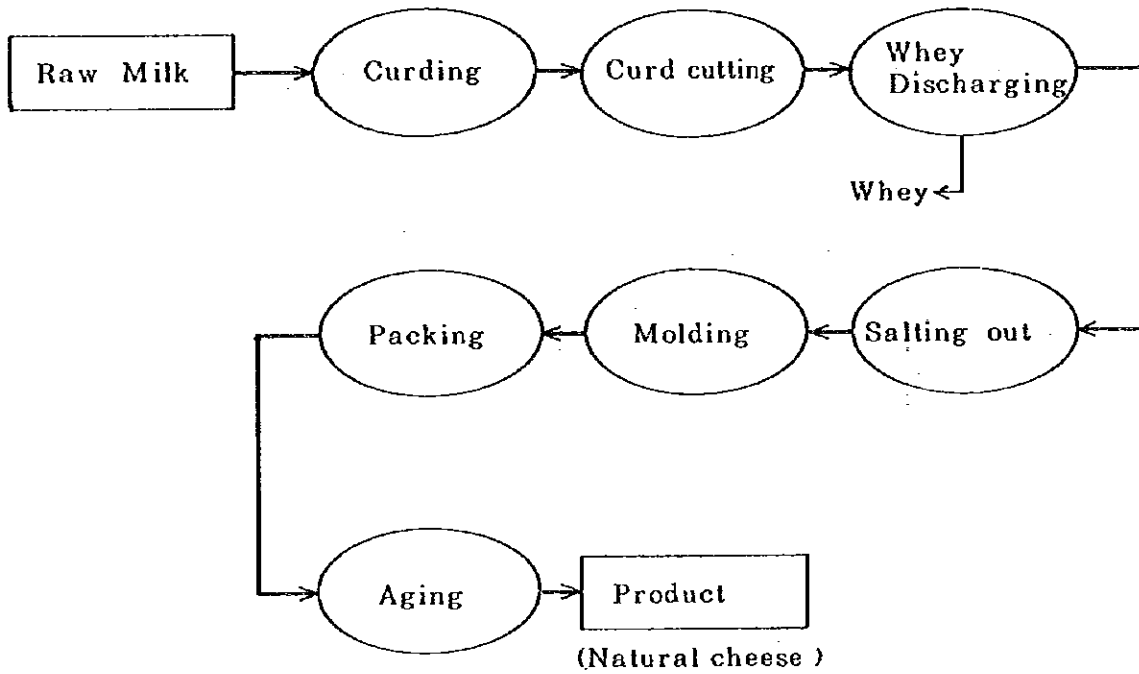
(2) Fermented Milk



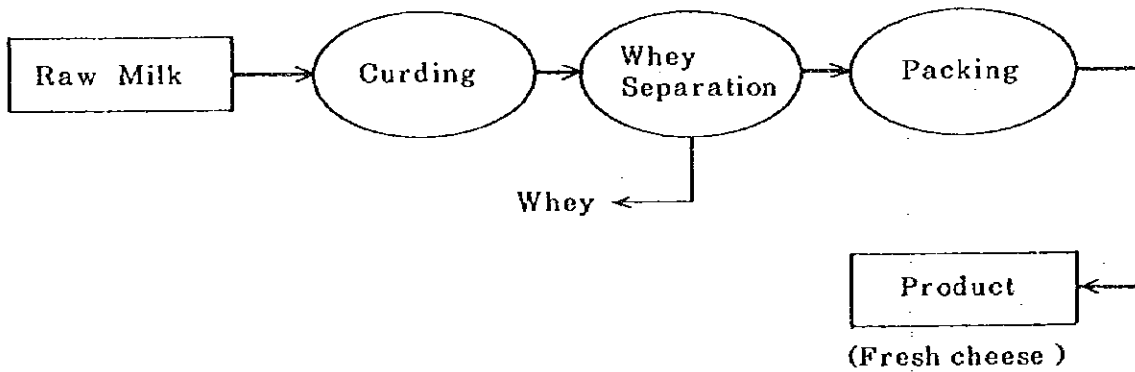
Note : a) Chilled water system is applied for the cooling process.

Fig. 3.7.3 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE (2/2)

(3) Natural cheese



(4) Fresh cheese



Note : a) The whey is sold for making food of livestock.

される。ここでは、空になったタンクローリーのタンク部のC I P廃水と、洗車廃水が発生する。

② ろ過及び貯乳タンク

ろ過は原乳に混入している夾雑物を除去するものである。このろ過設備と貯乳タンクのC I P廃水が発生する。

b. 市乳の製造工程

市乳の基本的な製造工程は次のとおりである。

原料乳→(低温殺菌)→(遠心分離)→(均質化)→(冷却)→(一時貯留)→(充填)
→市乳

① 低温殺菌

原料乳を約60℃で短時間加熱冷却して、殺菌する工程である。ここでは、低温殺菌設備のC I P廃水が発生する。

② 遠心分離

原料乳を遠心分離器によって、微細な夾雑物を分離する工程である。ここでは、遠心分離設備のC I P廃水が発生する。

③ 均質化

脱脂乳を調整して、成分の均質化を図る工程である。ここでは、ホモゲナイザーのC I P廃水が発生する。

④ 冷却

調整が完了した市乳を冷却する工程である。ここでは、冷却設備のC I P廃水が発生する。

⑤ 一時貯留

冷却された市乳を紙容器に充填するために、タンクに一時貯留する工程である。ここでは、貯留タンクのC I P廃水が発生する。

⑥ 充填

市乳を紙容器に充填する工程である。ここでは、充填設備のC I P廃水が発生する。

c. 発酵乳の製造工程

発酵乳の基本的な製造工程は次のとおりである。

原料乳→(低温殺菌)→(遠心分離)→(均質化)→(冷却)→(植菌)→(発酵)→

(充填)→発酵乳

①～④ 市乳の製造工程と同様に廃水が発生する。

⑤ 植菌

乳酸菌を植菌する工程である。

⑥ 発酵

原乳を乳酸菌により発酵させる。ここでは、発酵タンクの水洗廃水が発生する。

⑦ 充填

発酵乳を紙容器に充填する工程である。ここでは、充填設備のCIP廃水が発生する。

d. ナチュラルチーズの製造工程

ナチュラルチーズの基本的な製造工程は次のとおりである。

原料乳→(発酵)→(脱水)→(切断)→(加圧成型)→(梱包)→(熟成)→チーズ

① 発酵

殺菌後の原乳にレンネットを添加して発酵させ、凝固させる工程である。ここでは、発酵タンクの水洗廃水が発生する。

② 切断

凝固物を型に入れてホエーをろ過し、一定の大きさに切断する工程である。脱水工程でホエーの漏洩があり、チーズの破片を含む廃水が発生する。

③ 加圧成型

一定の大きさに切断されたチーズを食塩水に浸漬した後、圧力をかけて成型する工程である。食塩水は1回/年に更新される。このとき、浸漬廃水が発生する。

④ 梱包

形の整ったチーズをラップする工程である。水を使用しないので、廃水の発生はない。

⑤ 熟成

ラップされたチーズを長時間かけて熟成する工程である。水を使用しないので、廃水の発生はない。

d. フレッシュチーズの製造工程

フレッシュチーズの基本的な製造工程は次のとおりである。

原料乳→(発酵)→(脱水)→(梱包)→チーズ

ナチュラルチーズの製造工程の①～④と同様である。

(3) 廃水処理装置

浮上分離装置が設置されたが、現在では使用されていない。

4) 補給水及び廃水の水質

(1) 補給水の水質

補給水は市水及び軟化設備の処理水である。

補給水の水質をTable 3.7.2に示す。

Table 3.7.2 補給水の水質

Items	Name of Sample	Na	①	②
			City Water	Outlet of Softener
Fe	(mg/ℓ)		15	15
Mg	(mg/ℓ)		7.5	7.5
T-Hardness*	(°dH)		12.4	0.02
M-Alkalinity	(mmol/ℓ)			
Cl	(mg/ℓ)		8	—
TDS	(mg/ℓ)		< 0.05	0

(NOTE) * : mmol/ℓ as CaO

(2) 廃水の水質

a. 廃水の排出特性

① 原乳搬入廃水 (35 m³/H)

原乳を貯乳タンクに原料乳として貯蔵する工程の廃水で、原乳を搬入したタンクローリーのタンク部のCIP廃水、漏洩原乳廃水、ろ過設備及び貯乳タンクのCIP廃水がある。

② 市乳製造廃水 (58 m³/日)

貯乳タンクの原料乳から市乳を製造する工程で発生する廃水で、C I P 廃水及び床洗浄廃水がある。

③ 発酵乳製造廃水 (54 m³/日)

貯乳タンクの原料乳から発酵乳を製造する工程で発生する廃水で、C I P 廃水、洗浄廃水及び床洗浄廃水がある。

④ ナチュラルチーズ製造廃水 (40 m³/日)

貯乳タンクの原料乳からナチュラルチーズを製造する工程で発生する廃水で、C I P 廃水、洗浄廃水及び床洗浄廃水がある。

⑤ フレッシュチーズ製造廃水 (23 m³/日)

貯乳タンクの原料乳からフレッシュチーズを製造する工程で発生する廃水で、C I P 廃水、洗浄廃水及び床洗浄廃水がある。

⑥ 生活排水等 (231 m³/日)

従業員数286人の生活排水が発生する。軟化設備の再生廃水及び洗車廃水等が含まれる。

⑦ ボイラーブロー水 (20 m³/日)

廃水はほとんど汚染されていない。

b. 総合廃水の排出水量

① サンプルリングを行った当時の総合廃水のうち、洗車系廃水（補給水の軟化設備の再生廃水を含む。）の水量測定結果をFig. 3.7.4に示す。

② 資料の提供を受けた、製造工程別、月別廃水量(1995)をFig. 3.7.5に示す。

c. 廃水の水質

各廃水及び総合廃水の水質をTable 3.7.3に示す。サンプルNoとサンプルリング場所は以下のとおりである。

(No 1) : 市乳製造廃水

(No 2) : プロセスチーズ製造廃水

(No 3) : フレッシュチーズ製造廃水

(No 4) : 製造系の廃水 (コンポジットサンプル)

(No 5) : 洗車系廃水 (コンポジットサンプル)

また、提供資料による総合廃水水質例(27~28.3.1996)をTable 3.7.4に示す。

Fig. 3.7.4 洗車廃水系の水量測定結果

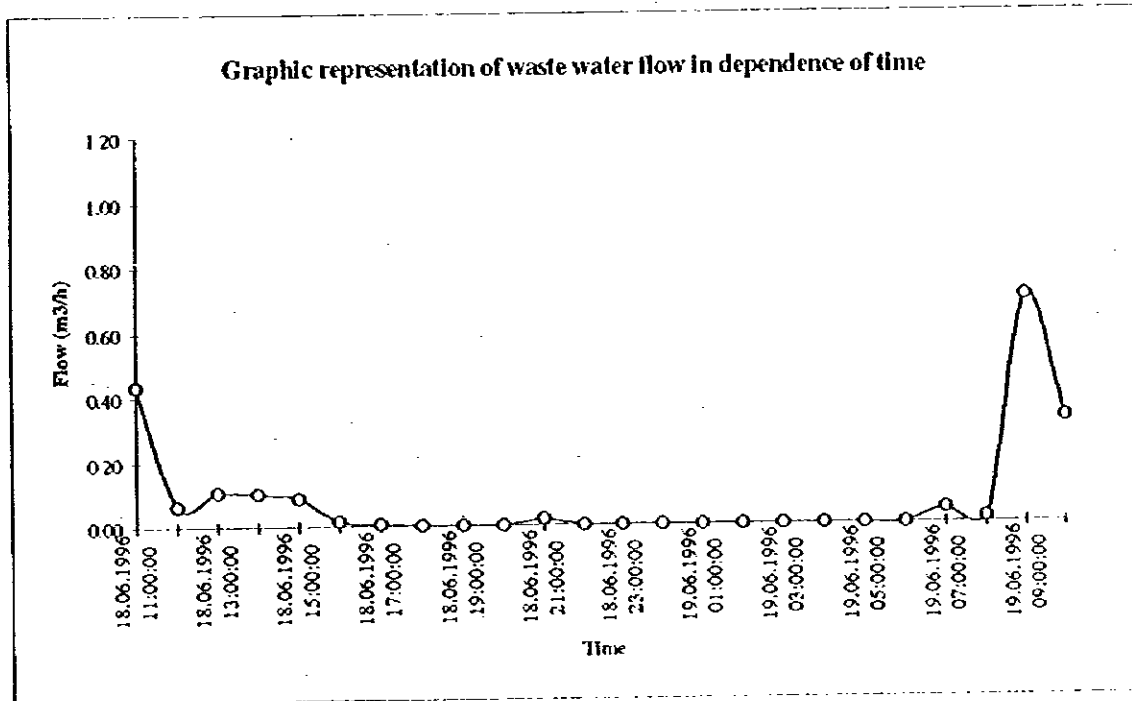


Fig. 3.7.5 製造工程別、月別廃水量 (1995)

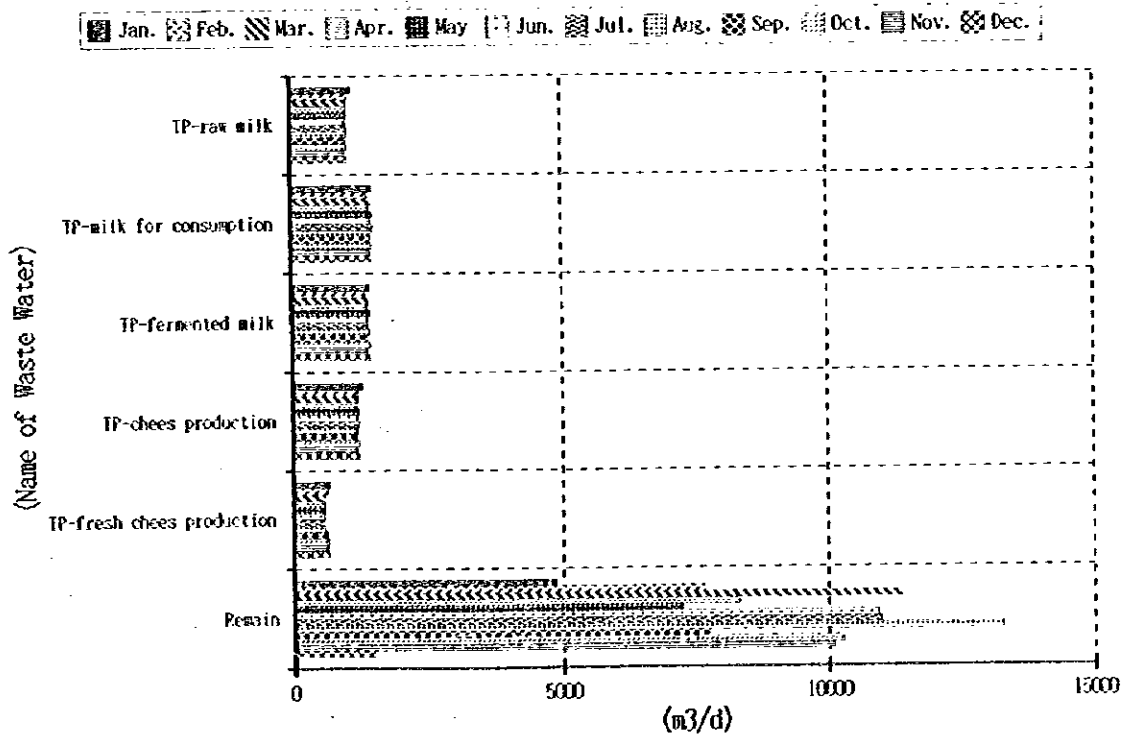


Table 3. 7. 3 各廃水及び総合廃水の水質

No	1	2	3	4	5
Name of Sample	TP-milk for consumption	TP-chees production	TP-fresh chees production	Effluent from production	Effluent from car washing
Items					
Temp. (°C)	29	29	27	22*	22*
pH (-)	9.5	7.1	8.1	4.2	8.6
SS (mg/ℓ)	<30	2,000	70	930	630
Settable solids (mg/ℓ)	—	—	—	<0.1	—
TOC* (mg/ℓ)	—	—	—	500	—
Cl ₂ * (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	1.4	<0.05
T-N (mg/ℓ)	14.3	165	23.5	255	46
N-NH ₃ (mg/ℓ)	0.06	2.3	1.9	3.6	4.4
N-Kjeldahl (mg/ℓ)	7.8	150	14	230	28
N-NO ₂ (mg/ℓ)	<0.1	4.2	0.1	15	1.4
N-NO ₃ (mg/ℓ)	6.5	11	9.4	10	17
T-P (mg/ℓ)	20	48	10	11	130
COD _{Cr} (mg/ℓ)	50	14,000	200	5,700	2,100
BOD (mg/ℓ)	20	3,500	100	2,000	450
T-fat (mg/ℓ)	<5	<5	<5	300	500
Anionic surfactants (mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	1.2	<0.05

(Note) * : Measured in spot sample

Table 3. 7. 4 提供資料による総合廃水の水質(27~28. 2. 1995)

No.	①	②	③	④	⑤
Name of Sample	composite 24 h	spot	composite 6:30~14:30	composite 15:30~22:30	composite 22:30~ 5:30
Temp. (°C)	4 ~ 22	--	--	--	--
pH (-)	--	--	5.1	9.3	9.3
SS (mg/ℓ)	--	--	1,158	528	34
Settable solids (mg/ℓ)	--	--	30	8	<1
TDS (mg/ℓ)	--	--	--	2,691	353
N-NH ₃ (mg/ℓ)	160	--	10	2	17
N-NO ₂ (mg/ℓ)	4	--	4.4	1	5.1
N-NO ₃ (mg/ℓ)	4	--	--	--	--
COD _c (mg/ℓ)	8,624	5,500	14,520	3,256	261
BOD (mg/ℓ)	4,650	3,350	5,140	2,760	63
TOC (mg/ℓ)	3,700	--	17	--	<5

3. 7. 2 水使用の合理化

1) 水使用及び合理化の現状

(1) 水使用の特徴

- ① 水源は上水のみであり、計量されている。
- ② 用途別の水使用量についての信頼性は低いですが、洗浄・製品処理用水が約44%、雑用水が約49%を占めていて、残りはボイラ用水と冷却用水である。
- ③ 特に雑用水の占める割合及び雑用水量そのものが大きいことが特徴であるが、これは従業員数(286人)から判断しても大きすぎる。
- ④ 洗浄・製品処理用水は、主に各種製造設備と原料輸送車の洗浄用として使用されており、全自動のC I P設備も採用されている。ボイラ用水は約60%が回収使用されている。
- ⑤ 最近の水使用原単位はTable 3. 7. 5のとおりである。

Table 3. 7. 5 水使用原単位 (水使用量/原料牛乳)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995
原単位 (ℓ/ℓ)	4.6	4.0	3.6	4.4	4.1	3.5

原単位変化の主要因は、生産品目の変化によるものであろうとのことである。

(2) 合理化の現状

- ① ボイラ用水の回収使用、冷凍機用エバコンの採用、全自動C I Pの採用等部分的な節水は実施されている。
- ② しかし用水管理は十分とはいえず、例えば、床・装置等の洗浄用ホースの殆どに手元制御弁が付いていない、細かな水漏れ、水の流し放しなどが目についた。
- ③ 雑用水の使用量は 231(m³/D)、約 800 (ℓ/人・日) と多いが、このことは用水管理が十分ではなく節水努力によって使用水量の削減が可能であることを示している。
- ④ 全使用水量と各設備の水使用量の差を雑用水量としているので、各設備の水使用量があまり正確に把握されていないためではないかとも考えられる。

従って、各設備の水バランスを出来るだけ詳細に把握することが節水の重要な第一ステップであろう。

2) 検討及び評価

(1) 技術的検討

① 上記の合理化現状を考慮すれば、各設備の水使用量を出来るだけ正確に把握し、それらの使用量が適正であるか否かを調べる必要がある。

この調査結果を基に現状の設備に若干の費用を投じて、各設備の使用水量の適正化を図ることにより、約 10~15% (約 50 m³/D 程度) の節水は可能であろう。

② 水使用合理化のために投ずる人員、設備費及び予想される効果を次のように想定する。

技術者：2人

期間：1年（現在の業務と兼任し、従事率を50%とする）

設備費：1,000 千SIT（手元制御弁、配管部品、計器類等）

節水効果：50 (m³/D)

③ なお、投入する技術者（2人）と期間（1年）は限定し、任務終了後は運転マニュアル等により日常業務に移管して節水を実施するものとする。

(2) 経済性評価

① 上記の条件を基に経済試算をする。

(a) 1年間の投資額

人件費 3,000,000 SIT x 2人 x 50% = 3,000 (千SIT/Y)

設備費 1,000

合計 4,000 (千SIT/Y)

(b) 予想される節水効果

50 m³/D x 200 SIT/m³ x 365 D/Y = 3,650 (千SIT/Y)

以上のように約1年で回収できる結果となり、経済的に十分成り立つことが予想される。

3. 7. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

1) 廃水の現状

現状の廃水の排出特性から、廃水を次のように分類する。

a. 廃水処理を必要とする廃水

① 製造工程廃水

製造工程から排出される廃水は有機性廃水で、製造装置の洗浄廃水と床洗浄廃水に大別される。製造装置の洗浄はC I P廃水と手作業による洗浄廃水に分けられる。タンクローリーのC I P廃水とこれらの廃水をまとめて、製造工程廃水とする。

なお、廃水処理装置への汚濁負荷量を削減して装置の規模を小さくするために、製造工程内でチーズ破片及びホエー等の廃水への混入は、出来るだけ控えるようにすることが必要である。

② 軟化設備の再生廃水

H C Qによる再生により、酸性の廃水が発生する。

③ 洗車廃水

C I P洗浄を終えたタンクローリーの洗車廃水である。洗車廃水を含めたその他の廃水量を削減することは、①で述べた同じ理由から、合理化を図ることが必要である。

④ 生活排水

従業員数286人の生活排水が発生する。

b. 廃水処理を必要としない廃水

① 冷却水

ボイラブロー水であり、ほとんど汚染されていない。

2) 予備処理装置

(1) システム選定理由

廃水処理を必要とする廃水は、製造工程廃水、軟化設備の再生廃水、洗車廃水及び生活排水である。これらの廃水はWWT Pにおける処理に阻害性を持つ物質を含有していないが、廃水の排出状況によってはp H値が基準から逸脱する場合がある。すなわち、製造工程廃水のなかのC I P廃水及び軟化

設備の再生廃水には、酸またはアルカリが含まれている。また、主原料の牛乳を含む廃水が腐敗すると有機酸を生成してpHを低下させる。したがって、これらの廃水は中和処理を行ってWWTPに放流する必要がある。

(2) 予備処理システムの概要

① 製造工程廃水

廃水がスクリーンに導かれて廃水中の夾雑物質が除去された後に、廃水貯留槽に貯留される。貯留槽から揚水ポンプで廃水の定量が中和槽に導かれる。中和槽では、中和槽に設置されているpH計と連動してNaOHが添加され、中和が行われる。中和が完了すると廃水はWWTPに放流される。

② 軟化設備の再生廃水

再生廃水は、いったん廃水貯留槽に貯留される。貯留槽から揚水ポンプで廃水の定量が中和槽に導かれ、①の廃水とともに中和処理が行われて、WWTPに放流される。

③ その他の廃水

その他の廃水は、直接WWTPに放流される。

(3) 設計条件

a. 廃水の水質

各廃水の水質をTable 3.7.6に示す。

Table 3.7.6 廃水の水質

項目 \ 廃水名	製造廃水	再生廃水	生活排水	洗車廃水	冷却水
pH	7~9	2~3	6~8	6~8	6~8
COD (mg/l)	5,700	—	400	2,100	—
BOD (mg/l)	2,000	—	200	450	—
T-P (mg/l)	11	—	—	130	—
T-fat (mg/l)	300	—	—	500	—
SS (mg/l)	930	—	50	650	—

b. 処理水量

総合廃水量：474 m³/日

① 廃水処理を必要とする廃水

製造廃水：175 m³/日

再生廃水：13 m³/日 (32 m³/回 ÷ 2.5 日/回 = 12.8 m³/日)

② 廃水処理を必要としない廃水

生活排水：231 m³/日

洗車廃水：35 m³/日

冷却水：20 m³/日

c. 廃水流入時間

8 時間/日

d. 運転時間

8 時間/日

e. 処理水の水質

WWTP放流の場合の水質基準をTable 3.7.7に示す。

(3) 機器仕様

a. フローシート

予備処理装置のフローシートをFig. 3.7.6に示す。

b. レイアウト

予備処理装置のレイアウトをFig. 3.7.7に示す。

c. 機器リスト

廃水予備処理装置の機器リストをTable 3.7.8に示す。

Table 3.7.7 放流水の水質基準

項 目	単 位	河 川	下 水
1 温度	℃	30	40
2 pH	-	6.5~9.0	6.5~9.5
3 SS	mg/ℓ	80	(a)
4 SV ₃₀	mℓ/ℓ	0.5	10
5 SAK (色度)			
436 nm	m ⁻¹	7.0	
525 nm	m ⁻¹	5.0	(b)
620 nm	m ⁻¹	3.0	
6 毒性試験 (SD)	mg/ℓ	3	---
7 生分解性	%	--	(c)
8 B	mg/ℓ	1.0	10.0
9 Al	mg/ℓ	3.0	(d)
10 As	mg/ℓ	0.1	0.1
11 Cu	mg/ℓ	0.5	0.5
12 Ba	mg/ℓ	5.0	5.0
13 Zn	mg/ℓ	2.0	2.0
14 Cd	mg/ℓ	0.1	0.1
15 Co	mg/ℓ	1.0	1.0
16 Sn	mg/ℓ	2.0	2.0
17 Cr ³⁺	mg/ℓ	0.5	0.5
18 Cr ⁶⁺	mg/ℓ	0.1	0.1
19 Ni	mg/ℓ	0.5	0.5
20 Ag	mg/ℓ	0.1	0.1
21 Pb	mg/ℓ	0.5	0.5
22 Fe	mg/ℓ	2.0	(d)
23 Hg	mg/ℓ	0.01	0.01
24 Cl ₂ (遊離塩素)	mg/ℓ	0.2	0.5
25 Cl ₂ (全有効塩素)	mg/ℓ	0.5	1.0
26 N-NH ₃	mg/ℓ	1.0	(e)
27 N-NO ₂	mg/ℓ	1.0	1.0
28 N-NO ₃	mg/ℓ	(f)	-
29 T-CN	mg/ℓ	0.5	1.0
30 遊離CN	mg/ℓ	0.1	0.1
31 F	mg/ℓ	1.0	2.0
32 Cl ⁻	mg/ℓ	(g)	-
33 T-P	mg/ℓ	2.0 (1.0 (h))	-
34 SO ₄	mg/ℓ	(i)	300
35 S	mg/ℓ	0.1	1.0
36 SO ₃	mg/ℓ	1.0	1.0
37 TOC	mg/ℓ	30	-
38 COD _{Cr}	mg/ℓ	120	-
39 BOD ₅	mg/ℓ	25	-
40 全油分	mg/ℓ	20	100
41 THC	mg/ℓ	10	20
42 芳香族系有機塩素	mg/ℓ	0.1	1.0
43 吸着性有機塩素	mg/ℓ	0.5	0.5
44 揮発性有機塩素	mg/ℓ	0.1	0.1
45 水溶性有機塩素	mg/ℓ	(k)	(l)
46 フェノール	mg/ℓ	0.1	1.0
47 界面活性剤	mg/ℓ	1.0	-

注) (a)~(l); 本工場の適用はない。

Fig. 3.7.6 予備処理装置のフローシート

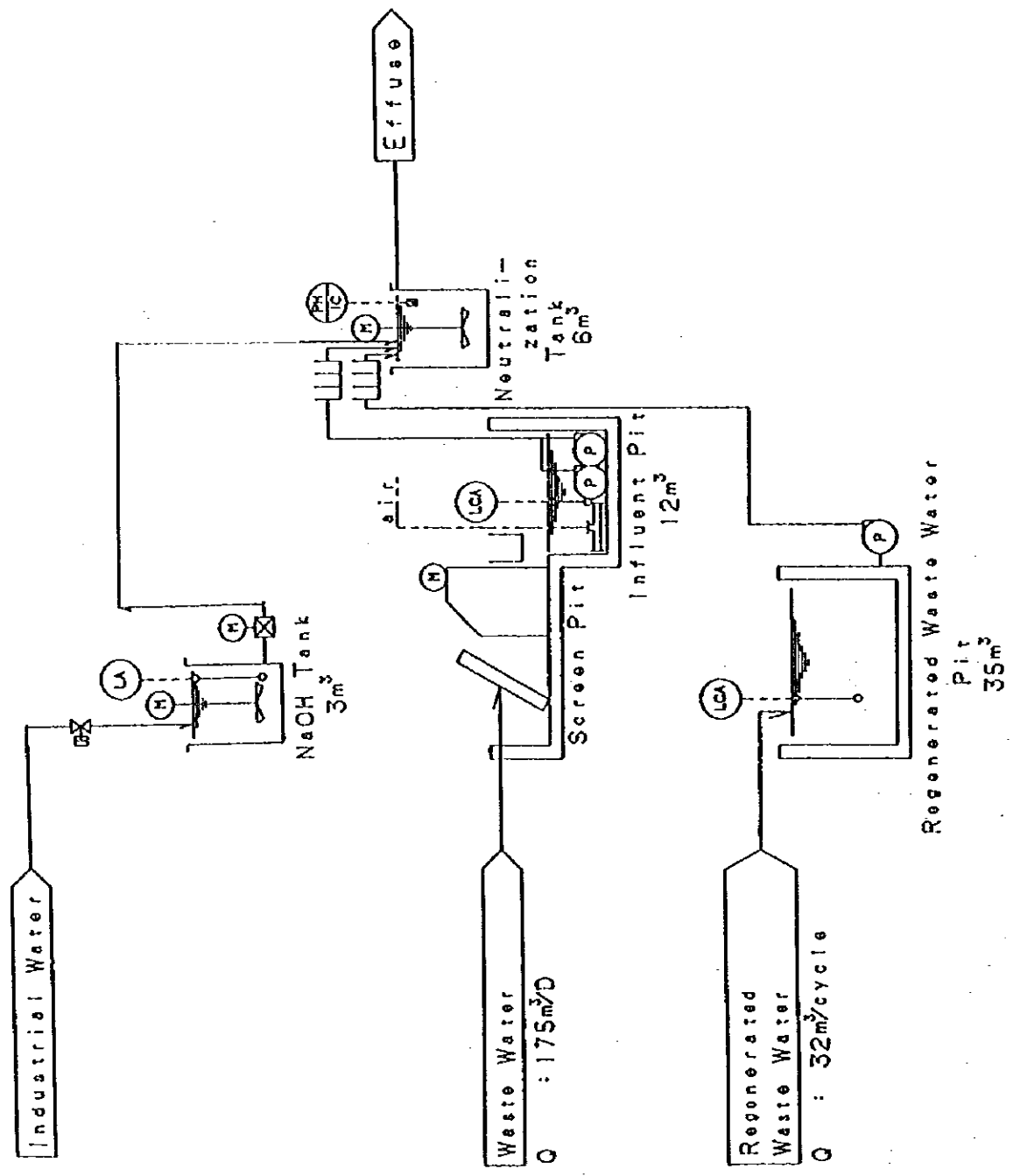


Fig. 3.7.7 予備処理装置のレイアウト

No	Descriptions	Remarks
1	Influent Pit	
2	Regenerated Waste Water Pit	
3	Neutralization Tank	
4	NaOH Tank	

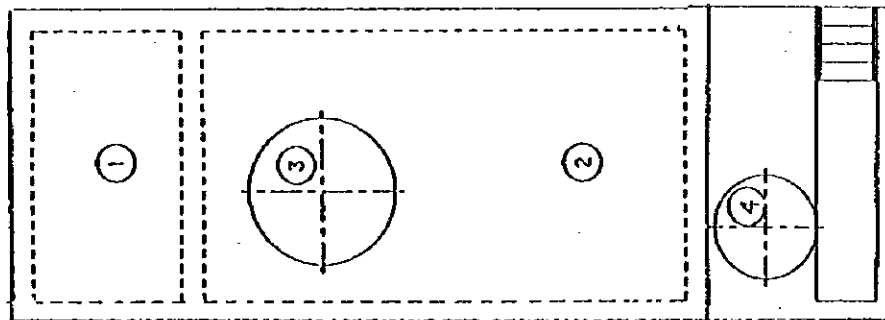


Table 3.7.8 機器リスト

(1/2)

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
1	Screen Pit	1	RC		
	Bar Screen	1	SUS	Slit 20 mm	
	Auto Scree	1	SUS	Slit 1.5mm×0.1kW	
2	Influent Pit	1	RC	Capacity : 12 m ³	
				Shape : 3.7mW×2.0mL×2.5mD	
				with air diffuser	
	Pump	2	FC	100φ×1m ³ /min×10m×3.7kW	
				Submersion type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
3	Regenerated Waste Water Pit	1	RC+FRP	Capacity : 35 m ³	
				Shape : 3.7mW×6.5mL×2.5mD	
	Pump	1	PVC	40φ×100ℓ/min×10m×1.5kW	
				Centrifugal type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
Level Switch	1	PVC	Float type		
4	Neutralization Tank	1	FRP	Capacity : 6 m ³	
				Shape : 2.0mφ×2.4mH	
	Agitator	1	CS+RL	Vertical type 2.2 kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
5	NaOH Tank	1	FRP	Capacity : 3 m ³	
				Shape : 1.6mφ×2.0mH	

Table 3. 7. 8 機器リスト

(2/2)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75 kW	
	Pump	1	PVC	25φ × 3ℓ /min × 5kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	

d. 設計計算書

・製造工程廃水用スクリーン

粗目スクリーン、微細スクリーンの各1基をつけるものとする。

決定値：20mmバースクリーン1基

1.5m/m自動スクリーン1基

・製造工程廃水貯留槽

時間最大廃水量に対し、10分滞留とする。

$$25\text{m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 10\text{min}/60\text{min} = 10.4\text{m}^3$$

決定値：12m³

・再生廃水受槽

再生1回分を貯留出来るものとする。

$$32\text{m}^3/\text{回} \times 1\text{回} = 32\text{m}^3$$

決定値：35m³

・中和槽

時間最大廃水量に対し、5分滞留とする。

$$28.5\text{m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 5\text{min}/60\text{min} = 5.9\text{m}^3$$

決定値：6m³

・NaOH槽（10%濃度）

日間使用量に対し、7日貯留程度とする。

使用量：PAC相当分 18.9kg/日 as DRY

中和用 28 kg/日 as DRY

（合計） 46.9kg/日 as DRY

$$46.9\text{kg}/\text{日} \div 10\% = 469\text{kg}/\text{日}$$

$$\text{容 量}：469\text{kg}/\text{日} \times 7\text{日} = 3,283\text{kg}$$

決定値：3m³

(4) 設備コスト

設備コストは13,605,000 SITである。

設備コストをTable 3.7.9に示す。

Table 3.7.9 設備コスト

項目	内 容	金 額 (SIT)
機 器 類	スクリーン, ポンプ, 攪拌機等	5,341,000
	計測機器類	429,000
	その他の機器類 (タンク)	2,163,000
	(小 計)	7,933,000
現地工事	機器据付・配管工事	1,521,000
	電気工事	889,000
	塗装工事	7,000
	土木工事	1,616,000
	建築工事	1,031,000
	現場管理	134,000
	試運転	68,000
	(小 計)	5,266,000
設 計		406,000
	(合 計)	13,605,000

(5) 処理コスト

処理コストは3,394,000 SIT/年である。

処理コストをTable 3.7.10に示す。

Table 3.7.10 処理コスト

項 目	内 容	金 額 (SIT/Y)
薬 品	NaOH 41.1 kg/D X 83.2 SIT/kg X 365 D/Y	1,248,125
電 気	128 kWh/D X 15 SIT/kWh X 365 D/Y	700,800
維 持	13,605,000 X 0.05	680,250
灯 油	36 〇/D X 60 SIT/〇 X 90 D	194,400
人 件 費	1,425,000 SIT/Y・Person X 2 Person/Y X 0.2	570,000
	(合 計)	3,393,575

(6) 経済性評価

a. 条件

- ① 原価償却年数：機器類 15年
建屋、土木 40年
- ② 金利：10%/年
- ③ 償却方法：均等償却
- ④ WWT P放流料金：176.56 SIT/㎡
- ⑤ 河川放流：0 SIT/㎡
- ⑥ 年間廃水処理量：188 ㎡/日 × 365 日/年 = 68,620 ㎡/年

b. 廃水 1 ㎡当たりの処理費

1 ㎡当たりの廃水処理費は71 SIT/㎡である。

1 ㎡当たりの廃水処理費の内訳をTable 3.7.11に示す。

したがって、総合廃水 1 ㎡当たりの処理費は次の値になる。

$$\begin{aligned}
 & (\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \div (474 \text{ ㎡/日} \times 365 \text{ 日/年}) + 176.56 \text{ SIT/㎡} \\
 & = 205 \text{ SIT/㎡}
 \end{aligned}$$

Table 3.7.11 1 ㎡当たりの廃水処理費の内訳

項目	内 容		金 額
原価償却年数	機器類	10,958,000 SIT ÷ 15年	① 730,533 SIT/年
	建屋、土木	2,647,000 SIT ÷ 40年	② 66,175 SIT/年
金 利	13,605,000 × 0.05		③ 680,250 SIT/年
ランニングコスト			④ 3,394,000 SIT/年
$(\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \div 68,620$			71 SIT/㎡

3) 廃水処理装置

(1) 最適システムの選定理由

廃水処理を必要とする廃水はいずれも有機性廃水である。有機性廃水処理の中心となるユニットプロセスは生物処理である。生物処理の対象廃水は中性であることがひとつの条件となることから、先の予備処理装置をそのまま必要とする。

生物処理には嫌気性処理と好気性処理があり、一般に、前者は中及び高濃度の有機性廃水の予備処理として、後者は中及び低濃度の有機性廃水の処理に用いられる。牛乳を含有する本廃水は、好気性処理の代表的な活性汚泥法で処理を行っているが、糸状性細菌が異常に発生するバルキング現象が起り易い性質を持つことが知られている。バルキング現象は、活性汚泥中の糸状性細菌に沈降性がないことから、曝気処理後に活性汚泥の沈殿分離が困難となり、その結果処理が不可能になることである。したがって、バルキングの発生が起りにくいユニットプロセスを選定する必要がある。これには、①嫌気/好気法、②回分式活性汚泥法及び③濃度勾配法がある。更に、脱窒及び脱りんを期待できるユニットプロセスは①及び②である。しかし、廃水量の測定結果では、廃水の排出は比較的長時間にわたり見られたことから、廃水処理装置の運転の観点から、回分式活性汚泥法の選定は困難である。以上のことから、嫌気/好気法を採用する。また、処理槽は牛乳に含まれるラクトースを処理する十分なBOD容積負荷を採用する必要がある。

(2) 処理システムの概要

① 製造工程廃水

予備処理装置の中和が完了すると、廃水は調整槽に導かれる。調整槽から、廃水の定量がポンプで嫌気/好気槽に導かれる。両槽で有機物が処理されるとともに、嫌気槽では脱窒が、好気槽では脱りんが同時に行われる。処理された廃水は次の沈殿槽に導かれ、汚泥が沈殿分離される。上澄水は残存するりんを除去する目的で凝集沈殿を行う。すなわち、反応槽では定量のPACと、設置されているpH計と連動してNaOHがそれぞれ注入される。ここで、廃水中に残存しているりん酸がりん酸アルミニウム ($Al_2(PO_4)_3$) として生成される。次の凝集槽で高分子凝集剤が添加され、フロックが形成

される。フロックが形成された廃水は、次の沈殿槽で固液分離が行われる。上澄水は滅菌槽に導かれて滅菌処理が施された後、自然流下により水質監視槽に導かれ、pH値が自動記録、監視されてドラバ川に放流される。水質監視槽で異常pH値が測定された場合は、警報が発せられる。また、沈殿槽で分離された汚泥は、汚泥貯留槽に送られる。

② 軟化設備の再生廃水

廃水貯留槽に貯留されるた廃水は、揚水ポンプで廃水の定量が中和槽に導かれ、①の廃水とともに処理が行われる。

③ 生活排水

生活排水はスクリーンで夾雑物が除去されると、廃水貯留槽に導かれる。廃水貯留槽から、廃水の定量がポンプで調整槽に送られ、①の廃水とともに処理が行われる。

④ 洗車廃水

洗車廃水は、直接調整槽に排出され、①の廃水とともに処理が行われる。

⑤ その他の廃水

ボイラブロー水及び冷却水廃水は、直接、滅菌槽に排出される。

(3) 設計条件

a. 廃水の水質

Table 3.7.6 に示す。

b. 処理水量

総合廃水量：474 m³/日

① 廃水処理を必要とする廃水

製造廃水：175 m³/日

再生廃水：13 m³/日 (32 m³/回 ÷ 2.5 日/回 = 13 m³/日)

生活排水：231 m³/日

洗車廃水：35 m³/日

② 廃水処理を必要としない廃水

冷却水：20 m³/日

c. 廃水流入時間

8 時間/日

d. 運転時間

24時間/日（ただし、脱水機は8時間/日）

e. 処理水の水質

河川放流の場合の水質基準をTable 3.7.7に示す。

(3) 機器仕様

a. フローシート

廃水処理装置のフローシートをFig. 3.7.8に示す。

b. レイアウト

廃水処理装置のレイアウトをFig. 3.7.9に示す。

c. マテリアルバランス

廃水処理装置のマテリアルバランスをFig. 3.7.10に示す。

d. 機器リスト

廃水予備処理装置の機器リストをTable 3.7.12に示す。



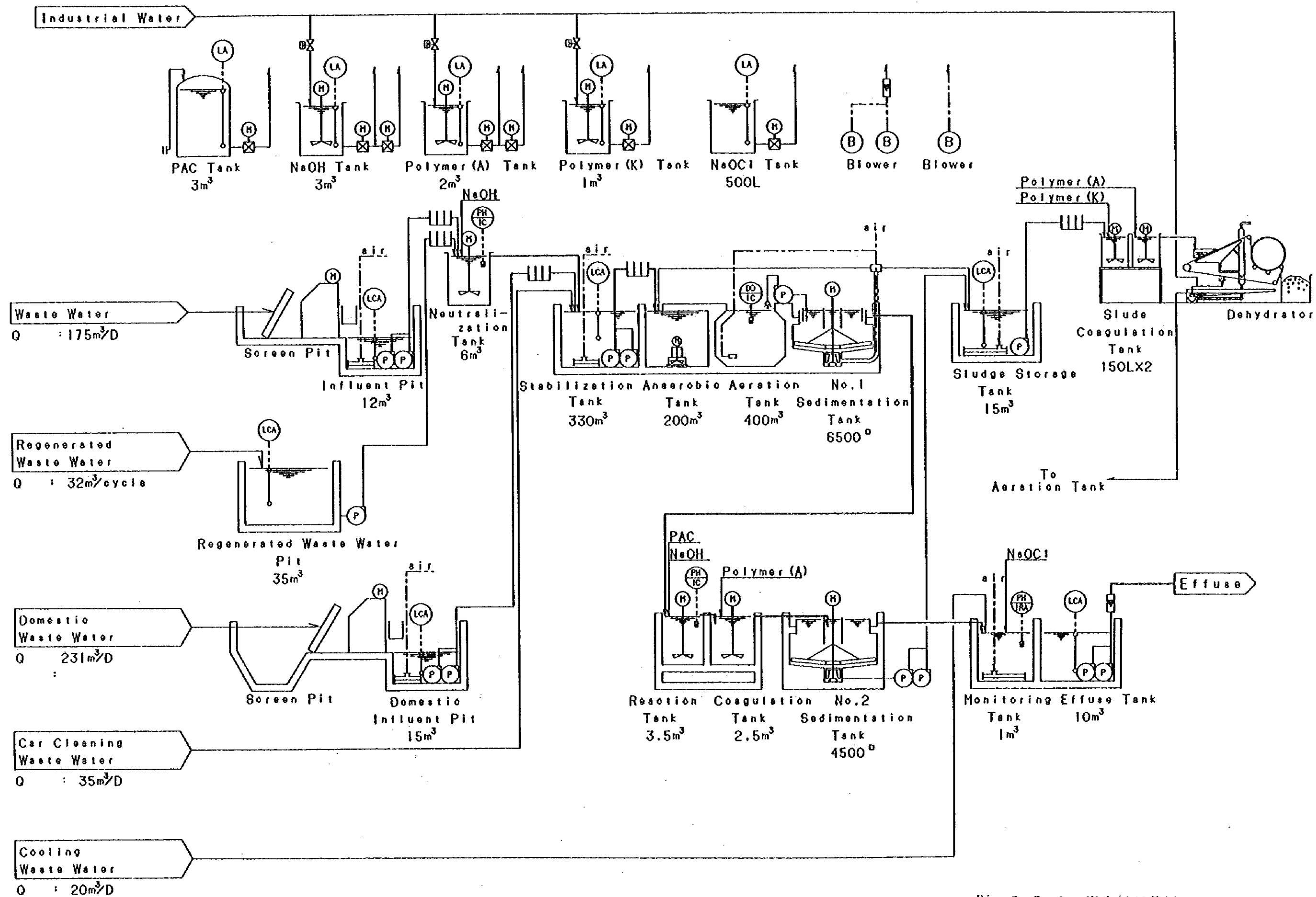
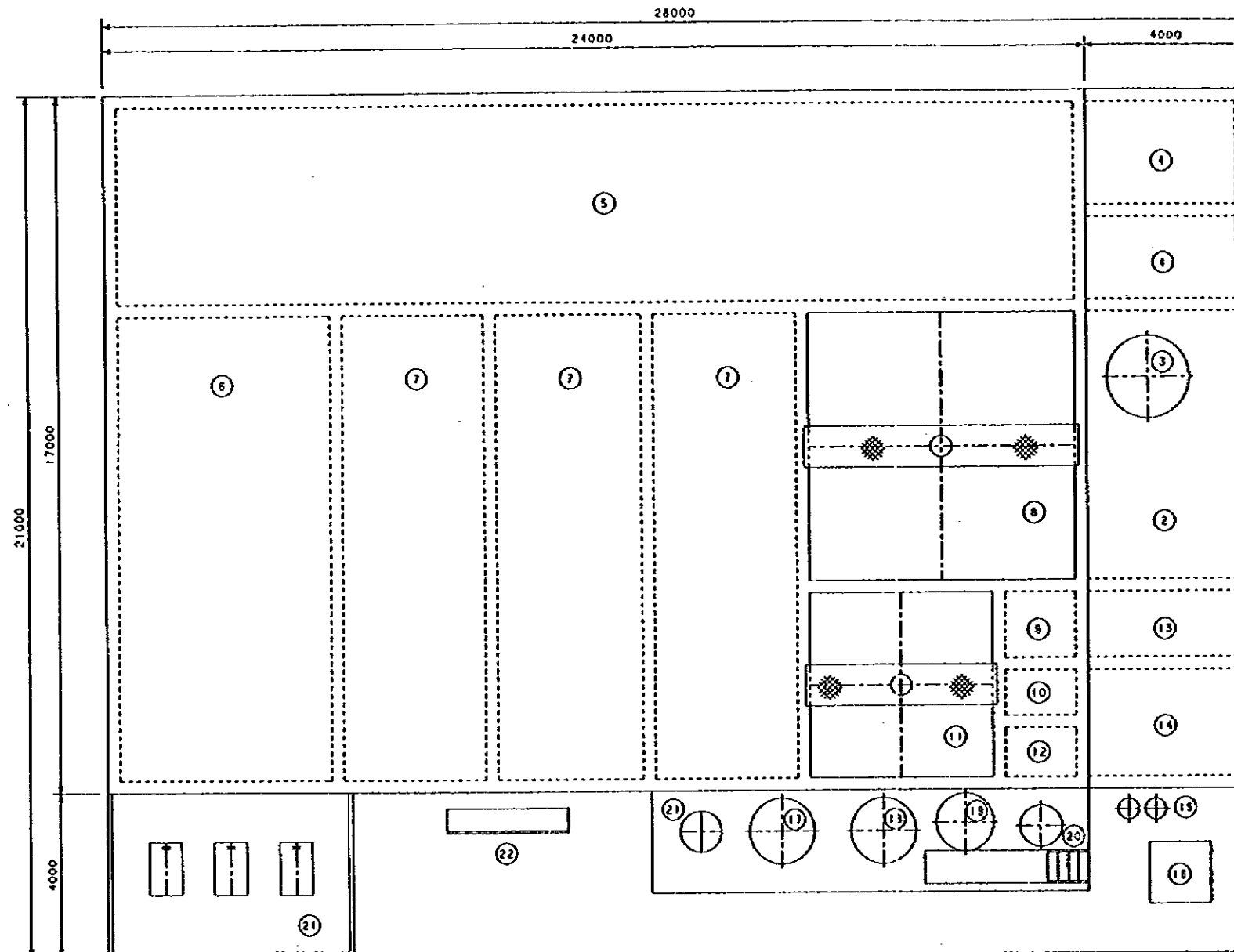


Fig. 3.7.8 廃水処理装置のフローシート



No	Descriptions	Remarks
1	Influent Pit	
2	Regenerated Waste Water Pit	
3	Neutralization Tank	
4	Domestic Influent Pit	
5	Stabilization Tank	
6	Anaerobic Tank	
7	Aeration Tank	
8	No.1 Sedimentation Tank	
9	Reaction Tank	
10	Coagulation Tank	
11	No.2 Sedimentation Tank	
12	Monitoring Tank	
13	Effluent Tank	
14	Sludge Storage Tank	
15	Sludge Coagulation Tank	
16	Dehydrator	
17	PAC Tank	
18	NaOH Tank	
19	Polymer (A) Tank	
20	Polymer (K) Tank	
21	NaOCl Tank	
22	Blower Room	
23	Control Panel	

Fig. 3.7.9 廃水処理装置のレイアウト

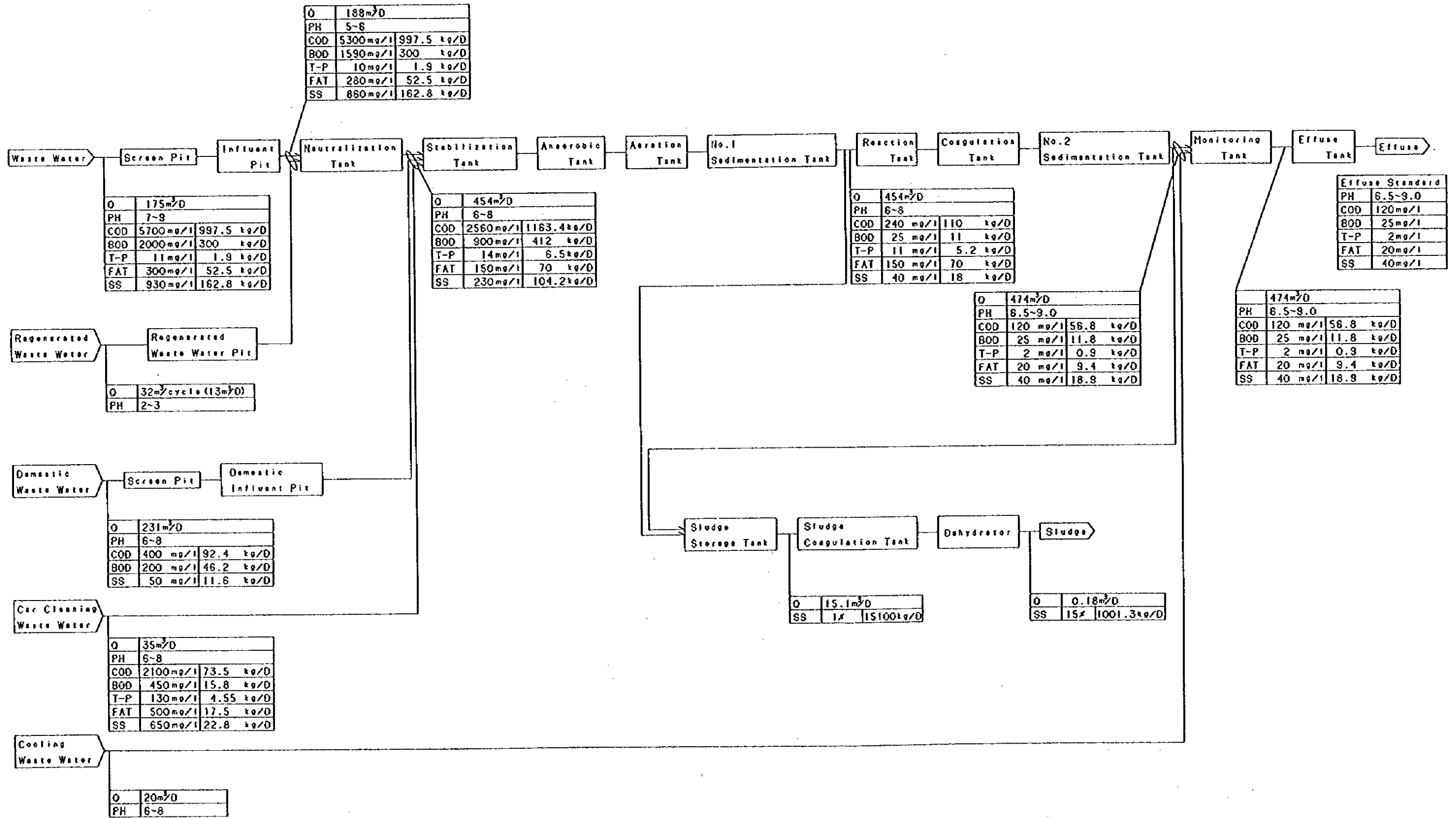


Fig. 3.7.10 廃水処理装置のマテリアルバランス

Table 3. 7. 12 機器リスト

(1/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Screen Pit	1	RC		
	Bar Screen	1	SUS	Slit 20 mm	
	Auto Scree	1	SUS	Slit 1.5mm×0.1kW	
2	Influent Pit	1	RC	Capacity : 12 m ³	
				Shape : 3.7mW×2.0mL×2.5mD	
				with air diffuser	
	Pump	2	FC	100φ×1m ³ /min×10m×3.7kW	
				Submersion type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
3	Regenerated Waste Water Pit	1	RC+FRP	Capacity : 35 m ³	
				Shape : 3.7mW×6.5mL×2.5mD	
	Pump	1	PVC	40φ×100ℓ/min×10m×1.5kW	
				Centrifugal type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
4	Neutralization Tank	1	FRP	Capacity : 6 m ³	
				Shape : 2.0mφ×2.4mH	
	Agitator	1	CS+RL	Vertical type 2.2 kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
5	Screen Pit	1	RC		
	Bar Screen	1	SUS	Slit 20 m/m	

Table 3. 7. 12 機器リスト

(2/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Auto Screen	1	SUS	Slit 1.5m/m×0.1kW	
6	Domestic Influent Pit	1	RC	Capacity 15 m ³ Shape : 3.7mW×2.5mL×2.5mD with air diffuser	
	Pump	2	RC	100φ×1.4m ³ /min×10m×5.5kW Submersion type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
7	Stabilization Tank	1	RC	Capacity : 330 m ³ Shape : 23.4mW×4.8mL×4.0mD with air diffuser	
	Pump	2	FC	80φ×400ℓ/min×10m×2.2kW Submersion type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
8	Anaerobic Tank	1	RC	Capacity : 200 m ³ Shape : 5.2mW×11.3mL×4.0mD	
	Agitator	2	SUS	Submersion type 3.7 kW	
9	Aeration Tank	1	RC	Capacity : 400 m ³ Shape:3.5mW×11.3mL×4.0mD×3lines with air diffuser	
	DO Meter	1		Dip type, 0~20mg/ℓ, 4~20mA	

Table 3. 7. 12 機器リスト

(3/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1 0	No. 1 Sedimentation Tank	1	RC	Surface area : 42 m ²	
				Shape: 6.5m×6.5m×3mD	
	Sludge Collector	1	CS	Rake type 0.4 kW	
	Pump	1	CS	Airlift type Max 38m ³ /h	
	Pump	1	FC	50φ×250ℓ/min×15m×2.2kW	
				Centrifugal type	
1 1	Reaction Tank	1	RC+FRP	Capacity : 3.5 m ³	
				Shape : 1.7mW×1.6mL×2.0mD	
	Agitator	1	CS+RL	Vertical type 1.5 kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
1 2	Coagulation Tank	1	RC	Capacity : 2.5 m ³	
				Shape : 1.7mW×1.1mL×2.0mD	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4 kW	
1 3	No. 2 Sedimentation Tank	1	RC	Surface area 20 m ²	
				Shape : 4.5m×4.5m×3mD	
	Sludge Collector	1	CS	Rake type 0.2 kW	
	Pump	2	FC	25/20φ×30ℓ/min×10m×0.75kW	
					Centrifugal type for slurry
1 4	Monitoring Tank	1	RC	Capacity : 1 m ³	
				Shape : 1.7mW×1.2mL×4.0mD	
				with air diffuser	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	

Table 3. 7. 12 機器リスト

(4/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
15	Effuse Tank	1	RC	Capacity 10 m ³	
				Shape : 3.7mW×1.6mL×2.5mD	
	Pump	2	FC	80φ×420ℓ/min×12m×2.2kW	
				Submersion type	
	Flow Meter	1	CS	Area type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
16	Sludge Storage Tank	1	RC	Capacity : 15 m ³	
				Shape : 3.7mW×2.6mL×2.5mD	
				with air diffuser	
	Pump	1	FC	50φ×50ℓ/min×12m×0.75kW	
				Submersion type	
	Flow Meter	1	PVC	Box type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
17	Sludge Coagulation Tank	2	CS	Capacity : 200	
				Shape : 0.6mφ×0.9mH	
	Agitator	2	SUS	Portable type 0.1 kW	
18	Dehydrator	1		Belt press type	
				Filter wide 500 m/m	
				Sludge box 1 m ³	
19	PAC Tank	1	FRP	Capacity : 3 m ³	
				Shape : 1.6mφ×2.0mH	

Table 3. 7. 12 機器リスト

(5/7)

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
	Pump	1	PVC	20φ×0.2ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
				Diaphragm type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
2 0	NaOH Tank	1	FRP	Capacity : 3 m ³	
				Shape : 1.6mφ×2.0mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75 kW	
	Pump	1	PVC	25φ×3ℓ/min×5kg/cm ² ×0.2kW	
				Diaphragm type	
	Pump	1	PVC	20φ×0.5ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
				Diaphragm type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 1	Polymer(A) Tank	1	FRP	Capacity : 2 m ³	
				Shape : 1.5mφ×1.6mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75 kW	
	Pump	1	PVC	20φ×2ℓ/min×8kg/cm ² ×0.2kW	
				Diaphragm type	
	Pump	1	PVC	25φ×7ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
				Diaphragm type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 2	Polymer(K) Tank	1	FRP	Capacity : 1 m ³	
				Shape : 1.2mφ×1.3mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4 kW	

Table 3. 7. 12 機器リスト

(6/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Pump	1	PVC	25φ × 7ℓ/min × 3kg/cm ² × 0.2kW Diaphragm type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 3	NaOCl Tank	1	FRP	Capacity : 500 Shape : 1.0mφ × 0.8mH	
	Pump	1	PVC	20φ × 0.2ℓ/min × 10kg/cm ² × 0.2kW Diaphragm type	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 4	Blower				
	for Aeration	2	FC	150φ × 17m ³ /min × 0.45kg/cm ² × 30kW	
	Flow Meter	1	CS	Area type	
	for Agitation	1	FC	125φ × 12m ³ /min × 0.45kg/cm ² × 15kW	
2 5	Control Panel	1		Indoor self-standing enclosed type 2.4m × 0.6m × 2mH Push button switch Alarm lamp pH indicator Do indicator	
2 6	Pipe				
	Raw waste water line		VP		
	Treated water line		VP		
	Chemical dosing line		VP		

Table 3. 7. 12 機器リスト

(7/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Air line		SGP		
27	Bilding		steel frame &	588 m ² X 7H	
			slate roof		

e. 設計計算書

・製造工程廃水用スクリーン

粗目スクリーン，微細スクリーンの各1基をつけるものとする。

決定値：20mmバースクリーン1基

1.5mm自動スクリーン1基

・製造工程廃水貯留槽

時間最大廃水量に対し、10分滞留とする。

$$25\text{m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 10\text{min}/60\text{min} = 10.4\text{m}^3$$

決定値：12m³

・再生廃水受槽

再生1回分を貯留出来るものとする。

$$32\text{m}^3/\text{回} \times 1\text{回} = 32\text{m}^3$$

決定値：35m³

・中和槽

時間最大廃水量に対し、5分滞留とする。

$$28.5\text{m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 5\text{min}/60\text{min} = 5.9\text{m}^3$$

決定値：6m³

・生活排水用スクリーン

粗目スクリーン，微細スクリーンの各1基をつけるものとする。

決定値：20mmバースクリーン1基

1.5m/m自動スクリーン1基

・生活排水貯留槽

時間最大廃水量に対し、10分滞留とする。

$$33\text{m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 10\text{min}/60\text{min} = 13.75\text{m}^3$$

決定値：15m³

・調整槽

廃水流入時間と廃水処理時間差を貯留出来るものとする。

$$(175\text{m}^3/\text{日} \div 32\text{m}^3/\text{回} / 2.5\text{日} + 231\text{m}^3/\text{日} + 35\text{m}^3/\text{日}) \div 24\text{h}/\text{日} \times (24\text{h} - 7\text{h}) \\ = 321.6\text{m}^3$$

決定値：330m³

・嫌気槽・曝気槽

流入BOD量に対し、処理BOD容積負荷 $0.8\text{kg-BOD}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ 程度とし、嫌気槽1/3、曝気槽2/3容量比とする。

$$412\text{kg-BOD}/\text{日} \div 0.8\text{kg-BOD}/\text{m}^3\cdot\text{日} = 512\text{m}^3$$

$$512\text{m}^3 \times 1/3 = 171.6\text{m}^3$$

$$512\text{m}^3 \times 2/3 = 343.3\text{m}^3$$

決定値：嫌気槽 200m³

曝気槽 400m³

(BOD容積負荷 0.687kg-BOD/m³・日)

・第1沈降槽

表面積負荷 $12\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ とする。

$$\text{表面積 } 454\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日} = 37.8\text{m}^2$$

決定値：6.5m × 6.5m (42.2m²)

・反応槽

時間平均処理水量に対し、10分滞留とする。

$$18.9\text{m}^3/\text{h} \times 10\text{min}/60\text{min} = 3.2\text{m}^3$$

決定値：3.5m³

・凝集槽

時間平均処理水量に対し、5分滞留とする。

$$18.9\text{m}^3/\text{h} \times 5\text{min}/60\text{min} = 1.6\text{m}^3$$

決定値：2.5m³

・第2沈降槽

表面積負荷 $24\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ とする。

$$\text{表面積 } 454\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日} = 18.9\text{m}^2$$

決定値：4.5m × 4.5m (20.2m²)

・監視槽

時間平均処理水量に対し、2分滞留とする。

$$21.8\text{m}^3/\text{h} \times 2\text{min}/60\text{min} = 0.73\text{m}^3$$

決定値：1m³

・放流槽

時間平均処理水量に対し20分滞留とする。

$$21.8\text{m}^3/\text{h} \times 20\text{min}/60\text{min} = 7.3\text{m}^3$$

決定値：10m³

・汚泥貯槽

1日の汚泥量

余剰汚泥：BOD総量の30%とする。

$$412\text{kg}/\text{日} \times 0.3 = 123.6\text{kg}/\text{日}$$

凝沈汚泥（PAC添加量137kg/日，P = 6.5kg/日）

$$137\text{kg}/\text{日} \times 0.153 = 21.0\text{kg}/\text{日} \text{（PAC全量がAl(OH)}_3\text{になった時）}$$

$$6.5\text{kg}/\text{日} \times 122/31 = 25.6\text{kg}/\text{日} \text{（P全量がAlPO}_4\text{になった時）}$$

$$21.0\text{kg}/\text{日} \times 27/78 = 25.6\text{kg}/\text{日} \times 27/22 = 1.6\text{kg}/\text{日} \text{（過剰のAl量）}$$

$$1.6\text{kg}/\text{日} \times 78/27 = 4.6\text{kg}/\text{日} \text{（Al(OH)}_3\text{として生成するSS量）}$$

$$\text{合計 } 123.6\text{kg}/\text{日} + 25.6\text{kg}/\text{日} + 4.6\text{kg}/\text{日} = 153.8\text{kg}/\text{日} \text{（Dry）}$$

滞留を1日程度とする。

$$\text{余剰汚泥量 } 12.4\text{m}^3/\text{日}$$

$$\text{凝集汚泥量 } 3\text{m}^3/\text{日}$$

$$\text{汚泥濃度 } 1\%$$

$$(12.4\text{m}^3/\text{日} + 3\text{m}^3/\text{日}) \times 1\text{日} = 15.4\text{m}^3$$

決定値：15m³

・脱水設備

汚泥凝集槽

処理量に対し5分滞留程度とする。

$$15.4\text{m}^3/\text{日} \div 8\text{h}/\text{日} \times 5\text{min}/60\text{min} = 0.16\text{m}^3$$

決定値：0.2m³

脱水機

汚泥処理量：153.8kg/日 as DRY

脱水スラッジ：85%（含水率）

$$\text{処理能力：} 150.2\text{kg}/\text{日} \div 8\text{h}/\text{日} = 19.2\text{kg}/\text{h as DRY}$$

決定値：ベルトプレス型 20kg-Dry/h・日

$$\text{脱水スラッジ量：} 153.8\text{kg}/\text{日} \div 0.15 = 1,025\text{kg}/\text{日}$$

・ P A C 槽

日間使用量に対し、7日貯留程度とする。

使用量：137kg/日 (300mg/ℓ 添加)

容 量：137kg/日 ÷ 1.2kg/ℓ × 7日 = 800

決定値：3m³

・ N a O H 槽 (10%濃度)

日間使用量に対し、7日貯留程度とする。

使用量：P A C 相当分 18.9kg/日 as DRY

中 和 用 28 kg/日 as DRY

(合 計) 46.9kg/日 as DRY

46.9kg/日 ÷ 10% = 469ℓ/日

容 量：469ℓ/日 × 7日 = 3,283ℓ

決定値：3m³

・ ポリマー(A)槽 (0.1%濃度)

日間使用量に対し、1日貯留以上とする。

使用量：廃水用 0.91kg/日 as Dry (2mg/ℓ 添加)

脱水用 0.77kg/日 as Dry (S S 量の0.5% 添加)

(合計) 1.68kg/日 as Dry

1.68kg/日 ÷ 0.1% = 1,680ℓ/日

容 量：1,680ℓ/日 × 1日 = 1,680ℓ

決定値：2m³

・ ポリマー(K)槽 (0.1%濃度)

日間使用量に対し、1日貯留以上とする。

使用量：0.77kg/日 as Dry (S S 量の0.5% 添加)

0.77kg/日 ÷ 0.1% = 770ℓ

容 量：770ℓ/日 × 1日 = 770ℓ

決定値：1m³

・ N a C ℓ O 槽

日間使用量に対し、7日貯留以上とする。

使用量：48kg/日 (100mg/ℓ 添加)

$$\text{容 量} : 48\text{kg}/\text{H} \times 7\text{H} = 336\text{Q}$$

決定値 : 500 Q

・曝気用ブロワ

$$\text{BOD分解用酸素量} : 484\text{kg}/\text{H} \times 1\text{kg-O}_2/\text{kg} = 484\text{kg-O}_2/\text{H}$$

$$\begin{aligned} \text{MLSS分解用酸素量} &: 600\text{m}^3 \times 5.38\text{kg}/\text{m}^3 \times 0.12\text{kg-O}_2/\text{kg}\cdot\text{H} \\ &= 387.4\text{kg-O}_2/\text{H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{N酸化用酸素量} &: 42\text{kg}/\text{H} \times 64/14 \times 5 \times 10 \times 22.4 \div 32 \\ &= 6,720\text{m}^3/\text{H} \end{aligned}$$

$$\text{エアーリフト用} : 465\text{m}^3/\text{H} \times 2 \times 3 = 2,790\text{m}^3/\text{H}$$

$$(484\text{kg}/\text{H} + 387.4\text{kg}/\text{H}) \div 32 \times 22.4 \div 0.21 \div 0.1 = 13,397\text{m}^3/\text{H}$$

$$(13,397\text{m}^3/\text{H} + 6,720\text{m}^3/\text{H} + 2,790\text{m}^3/\text{H}) \div 24\text{h}/\text{H} \div 60\text{min}/\text{h} = 15.9\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値} : 17\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg}/\text{cm}^2 \times 30\text{kW}$$

・曝気用ブロワ

搅拌に必要な全槽容量に対し、 $20\text{Q}/\text{m}^3 \cdot \text{min}$ 以上とする。

$$373\text{m}^3 \times 20\text{Q}/\text{m}^3 \cdot \text{min} = 7,460\text{Q}/\text{min} = 7.4\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値} : 8\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg}/\text{cm}^2 \times 15\text{kW}$$

(4) 設備コスト

設備コストは148,120,000 SITである。

設備コストをTable 3.7.13に示す。

(5) 処理コスト

処理コストは20,719,000 SIT/年である。

処理コストをTable 3.7.14に示す。

Table 3.7.13 設備コスト

項目	内 容	金 額 (SIT)
機 器 類	ポンプ, プロワ, 攪拌機, 減速機, 脱水機等	26,808,000
	計測機器類	4,050,000
	その他の機器類 (タンク, 塔類, レーキ等)	29,275,000
	(小 計)	60,133,000
現地工事	機器据付・配管工事	19,749,000
	電気工事	11,550,000
	塗装工事	125,000
	土木工事	29,375,000
	建築工事	18,750,000
	現場管理	1,350,000
	試運転	2,475,000
	(小 計)	83,374,000
設 計		4,613,000
	(合 計)	148,120,000

Table 3.7.14 処理コスト

項目	内 容	金 額 (SIT/Y)
薬 品	PAC(11%) 91 kg/D X 74.7 SIT/kg X 365 D/Y	2,481,161
	NaOH 41.4 kg/D X 83.2 SIT/kg X 365 D/Y	1,257,235
	Polymer(A) 1.681 kg/D X 990 SIT/kg X 365 D/Y	654,044
	Polymer(K) 0.77 kg/D X 2000 SIT/kg X 365 D/Y	562,100
	NaClO(12%) 48 kg/D X 54 SIT/kg X 365 D/Y	946,080
	(小 計)	5,900,620
電 気	998 kWh/D X 15 SIT/kWh X 365 D/Y	5,464,050
汚泥処分	1.025 m ³ /D X 1,423 SIT/m ³ X 365 D/Y	532,380
灯 油	180 ℓ/D X 60 SIT/ℓ X 90 D	972,000
維 持	99,995,000 X 0.05	4,999,750
人 件 費	1,425,000 SIT/Y・Person X 2 Person/Y	2,850,000
	(合 計)	20,718,800

(6) 経済性評価

a. 条件

① 原価償却年数：機器類 15年

建屋、土木 40年

② 金利：10%/年

③ 償却方法：均等償却

④ WWT P放流料金：176.56 SIT/㎡

⑤ 河川放流：0 SIT/㎡

⑥ 年間廃水処理量：454 ㎡/日 × 365 日/年 = 165,710 ㎡/年

b. 廃水1㎡当たりの処理費

1㎡当たりの廃水処理費は217 SIT/㎡である。

1㎡当たりの廃水処理費の内訳をTable 3.7.15に示す。

したがって、総合廃水1㎡当たりの処理費は次の値になる。

$$(\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \div (474 \text{ ㎡/日} \times 365 \text{ 日/年}) = 208 \text{ SIT/㎡}$$

Table 3.7.15 1㎡当たりの廃水処理費の内訳

項目	内 容		金 額
原 価 償 却	機 器 類	99,995,000 SIT ÷ 15年	① 6,666,333 SIT/年
	建屋、土木	48,125,000 SIT ÷ 40年	② 1,203,125 SIT/年
金 利	148,120,000 × 0.05		③ 7,406,000 SIT/年
ランニングコスト			④ 20,718,800 SIT/年
(① + ② + ③ + ④) ÷ 165,710			217 SIT/㎡

3.7.4 汚濁負荷量削減のための予備処理

ここでは、WWTP放流における汚濁負荷量を削減するための予備処理装置を示す。

1) 予備処理システムの選定

市乳及びチーズ製造廃水は、製造設備の洗浄廃水と床洗浄廃水に大別され、いずれの廃水にも原料乳、チーズ破片及びホエー等が含有されることから、比較的高い濃度のCODとBODを持つ有機性廃水であることが特徴である。また、CIPによる製造設備の洗浄には、酸、アルカリ及び界面活性剤が使用されることから、この廃水が排出されるときにはpHが変動する。しかし、廃水は、pHを除いてWWTPの処理に阻害性を持つ物質は含有していない。そのため、3.7.3に示す中和処理を予備処理として紹介したもので、これをケース-1とする。

次に、製造工程廃水を対象に、有機性物質による汚濁負荷量を削減する予備処理システムを検討する。

WWTPの処理に生物処理法が採用されることが予想されるが、廃水が油分を多く含有していると、この生物処理の運転を困難にする。このため、油分を除去する予備処理装置が必要で、一般に加圧浮上法が用いられる。この加圧浮上法をケース-2として採用し、以下に検討する生物処理の前処理とする。

高濃度の有機性廃水の前処理に嫌気性生物処理が採用されることが多い。この理由として、①嫌気性細菌は高濃度の有機性廃水処理に適していること、②高濃度廃水を好気性処理のみで処理を行うと、建設費、ランニングコストともに高価になること、③嫌気性生物処理はコンパクトな装置でエネルギーが回収できること、④嫌気性生物処理のみでは河川の放流基準を満たす水質が得られず、好気性生物処理の前処理として用いられること等が挙げられる。従って、嫌気性生物処理のUASB法を予備処理装置のケース-3として採用することにする。

また、好気性生物処理の生物膜ろ過法には閉塞のない各種の充填剤が開発されている。本法を予備処理として用いると、①後段の活性汚泥処理でバルキングが生じないこと、②適切な充填剤を選定することにより、運転に支障を起こ

さず予備処理が容易に行われること等の利点が挙げられる。従って、生物膜ろ過処理を予備処理装置のケース－4として採用することにする。

また、りんを含有する界面活性剤の使用はWWTPへの負荷を配慮して他のものに変更することが望ましい。このため、予備処理としてP除去の検討は行わないこととする。

2) 予備処理装置の概要

a. ケース－1

3.7.3に示すとおりである。

b. ケース－2

予備処理装置（ケース－2）のフローシートをFig. 3.7.11に示す。

廃水が含有するたん白質、油分及びそれらの成分からなるSSを除去し、併せて廃水のpHを中和するものである。

廃水のpHを調整し、凝集処理を行って、生成する汚泥を次の加圧浮上槽で浮上分離する。この処理によって、SSと一部の溶解性汚濁物質が除去されて、処理水は水質監視槽に導かれてWWTPに放流される。水質監視槽で異常pHが測定された場合は、警報が発せられる。また、浮上分離された汚泥は、汚泥貯留槽に送られ、脱水機に導かれて脱水処理をさ、脱水ケーキは埋立て処分場に搬出される。

c. ケース－3

予備処理装置（ケース－3）のフローシートをFig. 3.7.12に示す。

ケース－2の処理水を更に嫌気性生物処理のUASB法による処理を行って、処理水のBOD及びCODを削減するもので、除去率を80%とした。

d. ケース－4

予備処理装置（ケース－4）のフローシートをFig. 3.7.13に示す。

ケース－2の処理水を更に好気性生物処理の生物膜ろ過法による処理を行って、処理水のBOD及びCODを削減するもので、除去率を67%とした。

Fig. 3. 7. 11 予備処理装置 (ケース-2) のフローシート

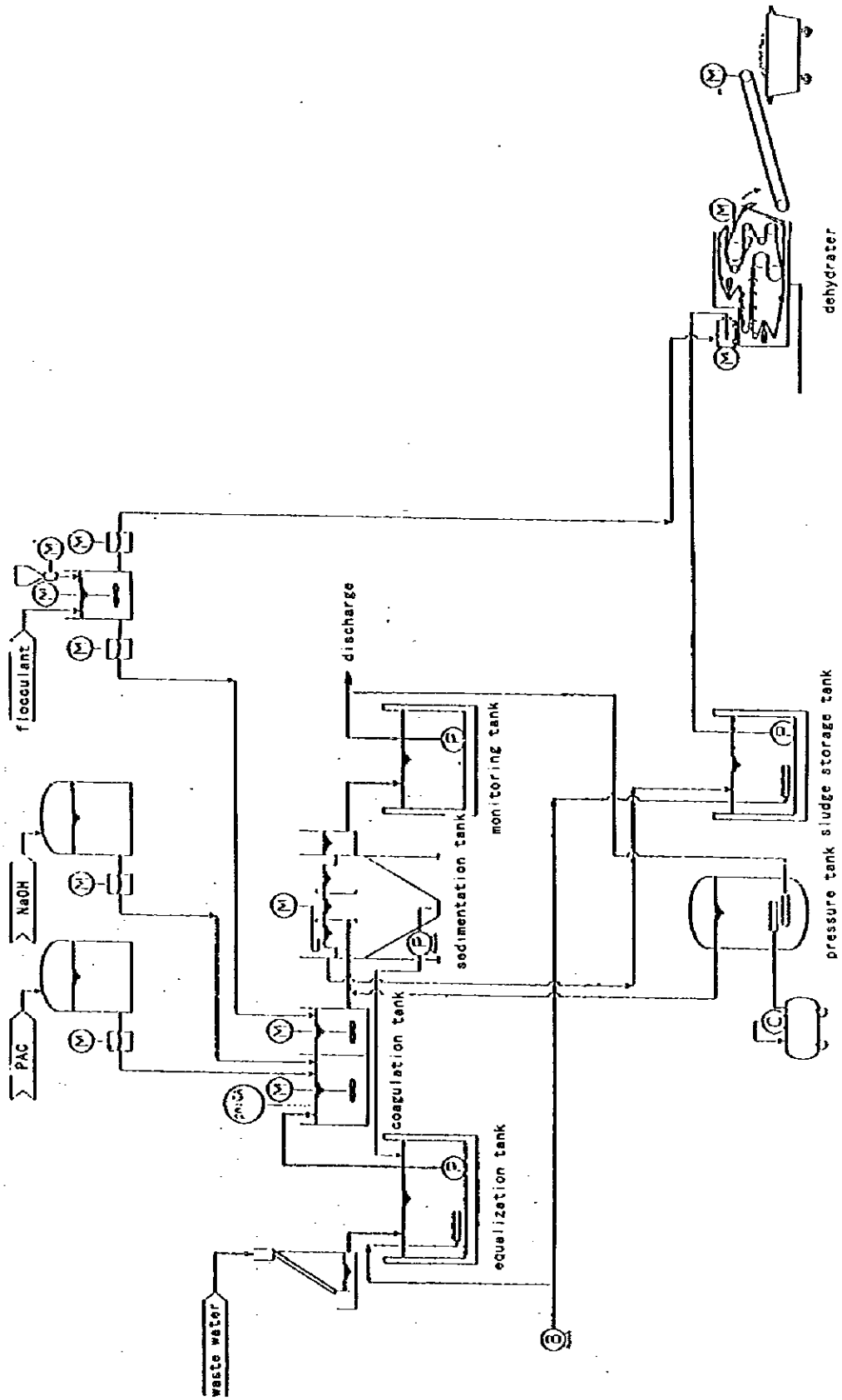


FIG. 3.7.12 予備処理装置 (ケース-3) のフローシート

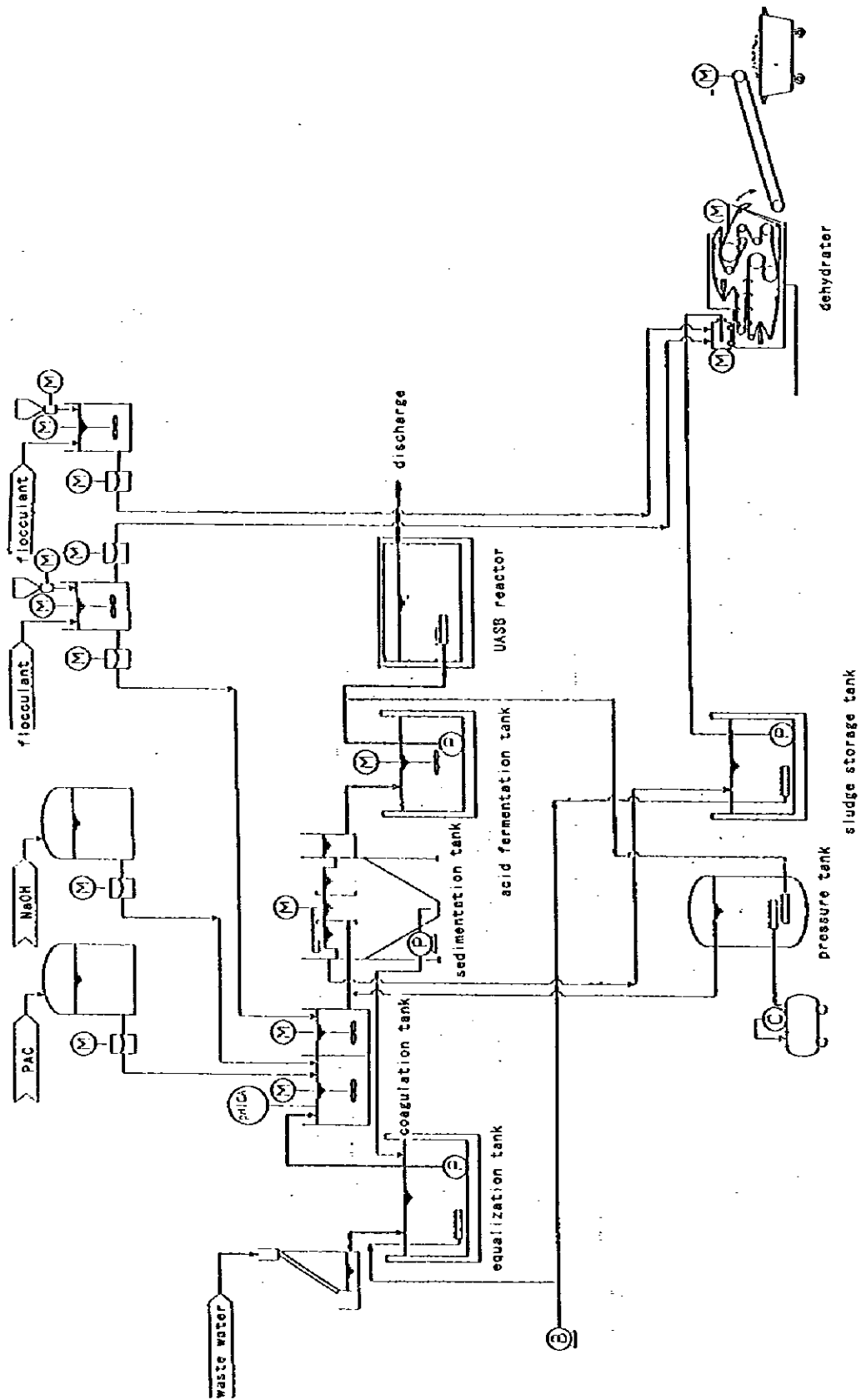
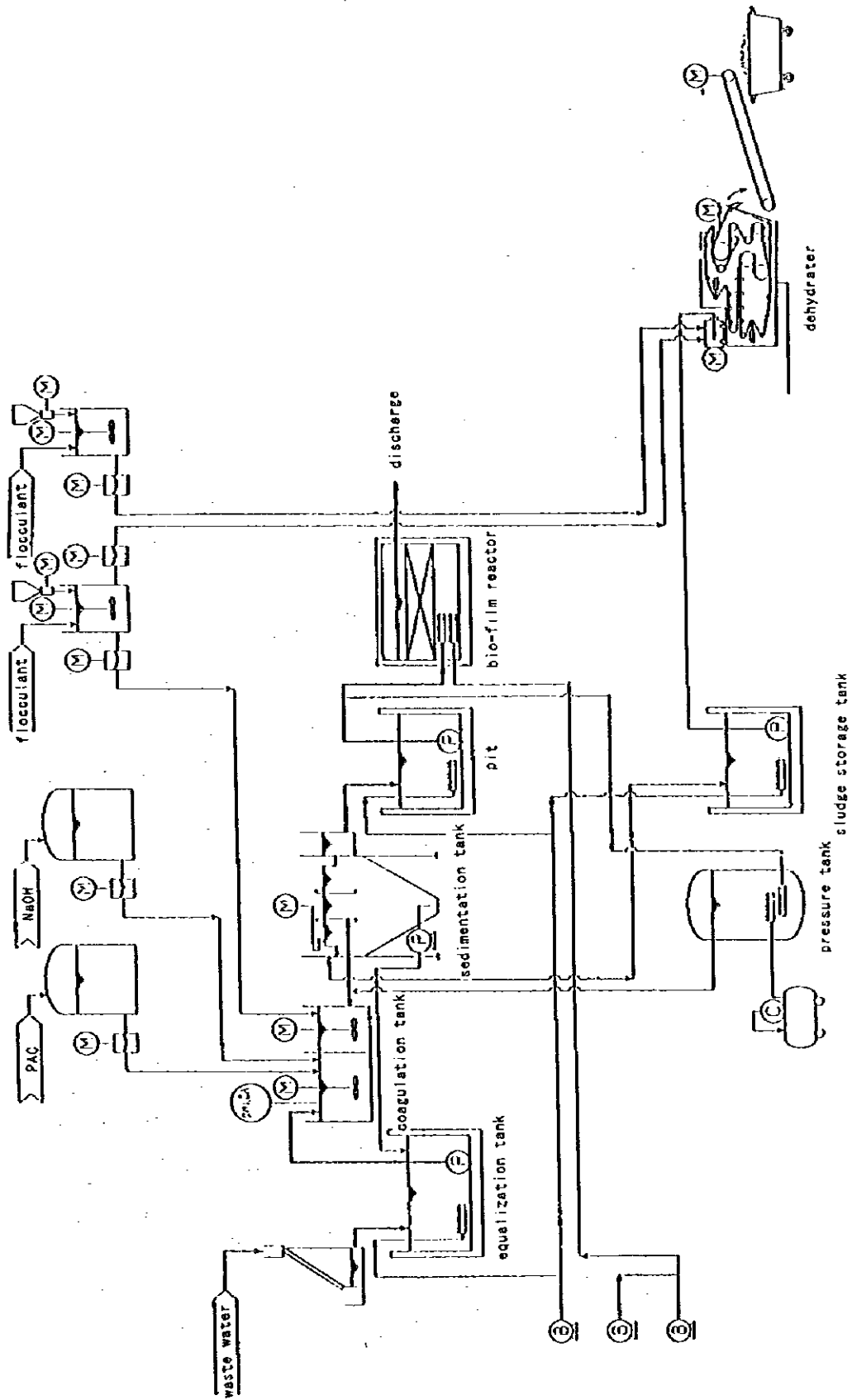


Fig. 3.7.13 予備処理装置 (ケース-4) のフローシート



3) 検討結果

(1) 技術的検討

廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量をTable 3.7.16に示す。

Table 3.7.16 廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water		Quantity m ³ /d	pH	COD _{Cr} mg/ℓ (kg/d)	BOD mg/ℓ (kg/d)	SS mg/ℓ (kg/d)	FAT mg/ℓ (kg/d)	T-P mg/ℓ (kg/d)
Waste water from manufactur- ing process	Raw Waste Water	175	7	5,700 (998)	2,000 (300)	930 (163)	300 (52.5)	11 (1.9)
	Case-1			5,700 (998)	2,000 (300)	930 (163)	300 (53.5)	11 (1.9)
	Case-2			2,850 (499)	1,000 (175)	30 (5.25)	10 (1.75)	11 (1.93)
	Case-3			570 (100)	100 (17.5)	30 (5.25)	10 (1.75)	10 (1.75)
	Case-4			1,900 (333)	100 (17.5)	30 (5.25)	10 (1.75)	10 (1.75)
Car Washing	Raw Waste Water	35	7	2,100 (73.5)	450 (15.8)	650 (22.8)	500 (17.5)	130 (4.55)
	Case-3			570 (20)	100 (3.50)	30 (1.05)	10 (0.35)	10 (0.35)
	Case-4			1,900 (66.5)	100 (3.50)	30 (1.05)	10 (0.35)	10 (0.35)
Domestic	Raw Waste Water	231	7	400 (92.4)	200 (46.2)	50 (11.6)	— ()	— ()
Total Waste Water	Raw Waste Water	476	5	2,443 (1163)	866 (412)	414 (197)	147 (70)	14 (6.45)
	Case-1		7	2,443 (1163)	866 (412)	414 (197)	147 (70)	13 (6.45)
	Case-2		7	1,397 (665)	464 (221)	13 (6.41)	6 (2.96)	10 (4.93)
	Case-3		7	446 (212)	141 (67.1)	38 (17.9)	4.4 (2.1)	4.4 (2.1)
	Case-4		7	1,032 (491)	473 (225)	38 (17.9)	4.4 (2.1)	4.4 (2.1)
	Discharge to River		7	119 (56.8)	25 (11.8)	40 (18.9)	4.4 (2.1)	2.0 (0.95)

高濃度有機性廃水の子備処理として、嫌気性生物処理のUASB法と好気性生物処理の生物膜ろ過法を提案した。廃水の最適水温はいずれも36~38℃の中温にある。好気性生物処理の場合では、ブローによる曝気が行われるため水温の低下は防止されるが、嫌気性生物処理の場合では、適温より低いと加温が施され、そのためのコストが割高かとなる。当工場のように、廃水の温度がそれほど高くない場合には、生物膜ろ過法の採用が望ましいと考える。

(2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 3.7.17に示す。

嫌気性生物処理は好気性生物処理より設備費及び処理費ともに安価である。これは、廃水を加温する熱源費の比率が高くなるためである。

Table 3.7.17 処理装置の設備費と処理費

		Equipment Cost	Depreciation & Interest	Running Cost	Total Treatment Cost
		SIT	SIT/㎡ ^①	SIT/㎡ ^②	SIT/㎡ ^{①+②}
Pretreatment	Case-1	13,605,000	8	20	28
	Case-2	19,000,000	34	31	65
	Case-3	40,000,000	50	102	158
	Case-4	36,000,000	47	49	106
Discharge to River (Design Base)		148,120,000	88	120	208

4) まとめ

廃水の河川放流を目指すと、全廃水を対象に処理を行うこととP除去に凝集沈殿装置を設置する必要がある。そのため廃水処理装置は設備費及び処理費ともに高価となる。WWTP放流では、廃水が有害物質を含有していないことから、有機物の汚濁負荷量を削減する予備処理装置を検討することになる。

WWTP放流基準の規制動向に応じて、油分除去の凝集浮上処理装置、汚濁負荷量（特にCOD）削減のための生物処理装置の検討を段階的に進めることになる。そのときを想定して、運転方法を変更することによって除去効率を高めることが可能な生物処理法を採用しておくことが望ましいと考える。

