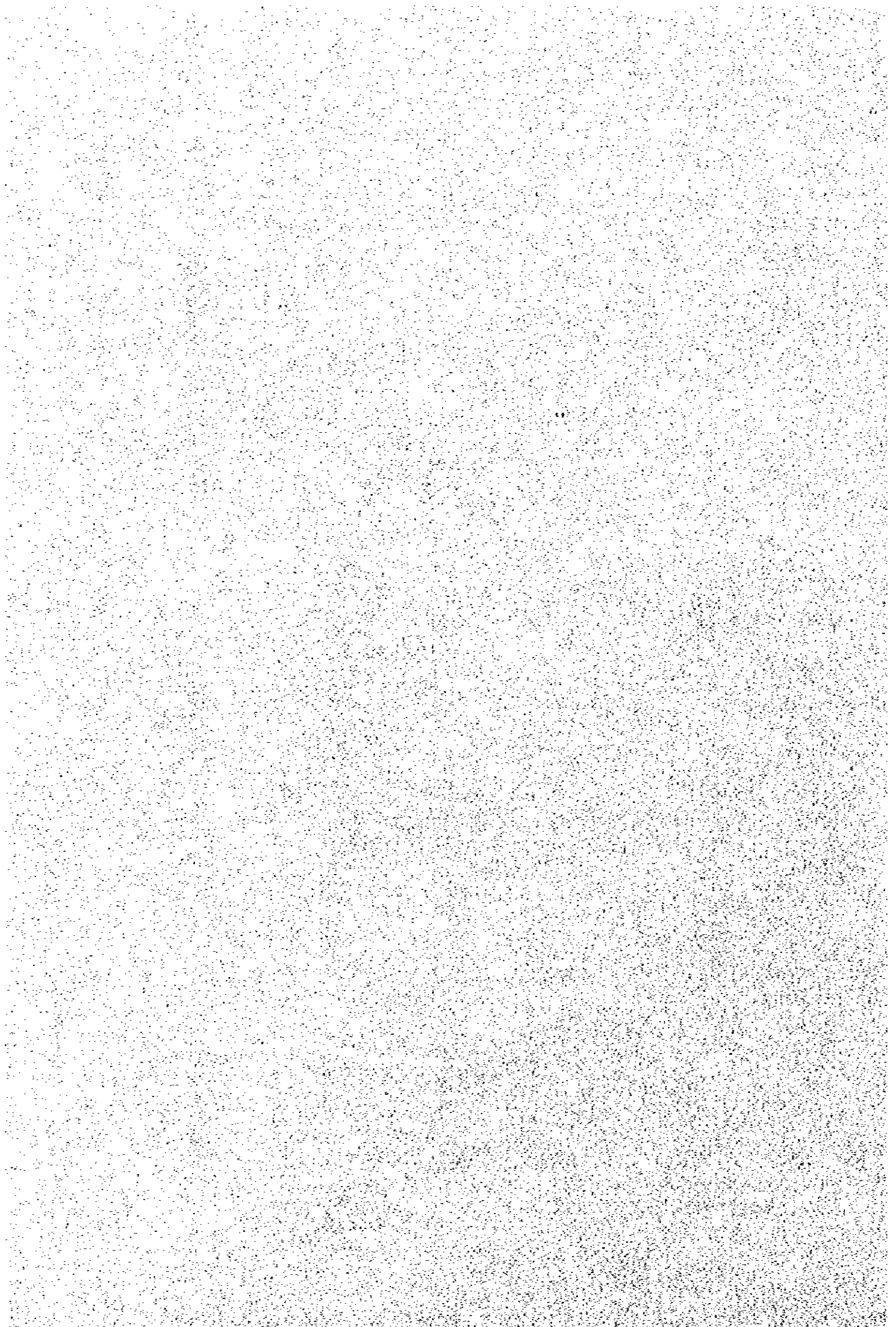


3. モデル工場



3. モデル工場

3.1 M-1 SVILA TEKSTILNA TOVARNA, d.d. (Textile Knitting)

3.1.1 工場概要

1) 概要

SVILAは、ビスコースレイヨン織物を主体に、合成繊維および混紡織物を、織布から染色仕上げ、ロール巻まで一貫生産している。原糸・染色材料などは全量輸入、製品の70%以上が輸出である。染色は、丸染めとプリント染色を実施している。

資本金:	2,142,875 千SIT (1995)
工場敷地面積:	15,611 m ²
従業員数:	490人
操業条件:	7.7 hr/日 (paying 8 hr), 252 日/年
生産品目:	レイヨン織物、ポリエステル、ポリアミド、混紡織物
年間生産量:	6,686,805 m 329,578 m 481,236 m 119,411
年間売上高:	2,404,476 Thousand SIT

工場は、ドラバ運河に接して立地している。工場の配置図を、Fig.3.3.1に示す。用水は全量自家井戸2本を使用しており、廃水は、染色廃水を集水ピットからポンプで運河へ、生活排水・冷却水と軟水装置再生排水を水頭でドラバ河本流へ、いずれも無処理で放流している。

2) 水源・用途別の水使用量

Table 3.1.1に一覧を示す。

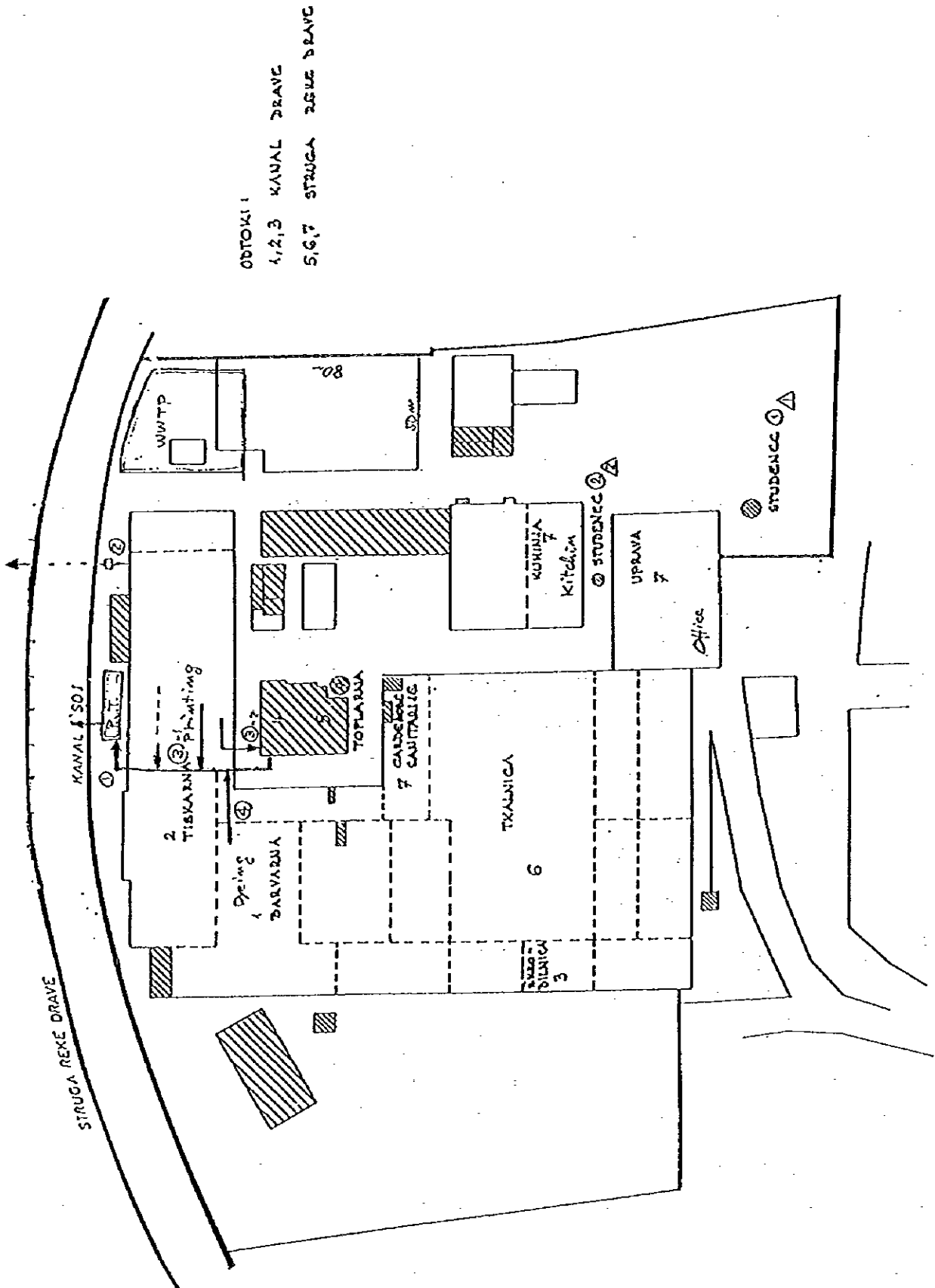
用水は全量自家井戸2本から供給しており、染色工場の染色・洗浄用途が全体の80%近くを占めている。

3) 水供給および廃水排出フローダイヤグラム

概要を、Table 3.1.2 と Fig.3.1.3 に示す。

丸染工場の廃水が全体の約30%であるが、これに捺染工場の排水1がボイラー給水との熱交換で冷やされたものと、排水2が合流して屋外の集水ピットに導かれる。

Fig. 3.1.1 FACTORY LAYOUT of SVILA



ODTOKI 1
1, 2, 3 KANAL DRAVE
5, 6, 7 STRUGA REXE DRAVE

Fig. 3.1.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

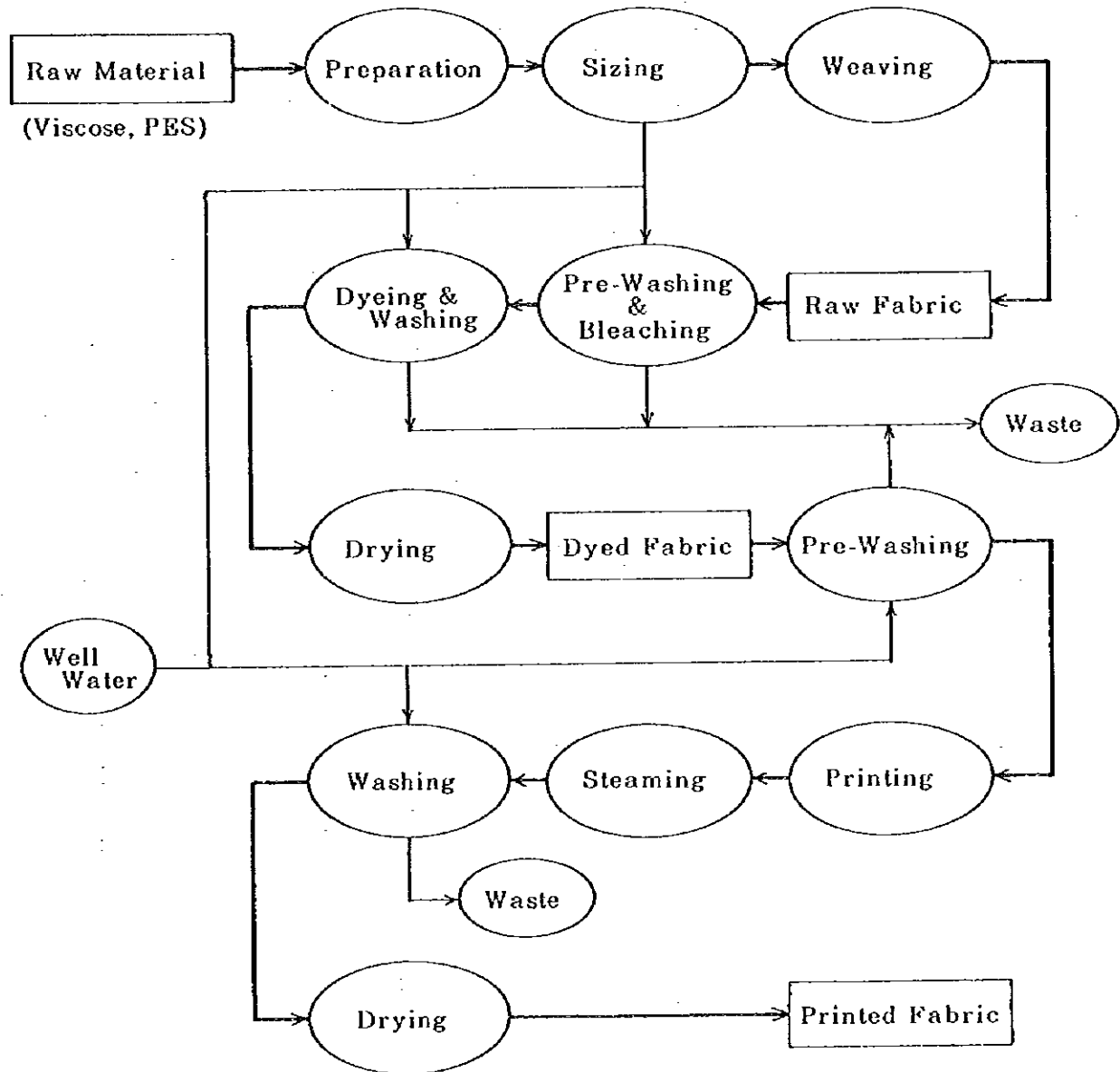
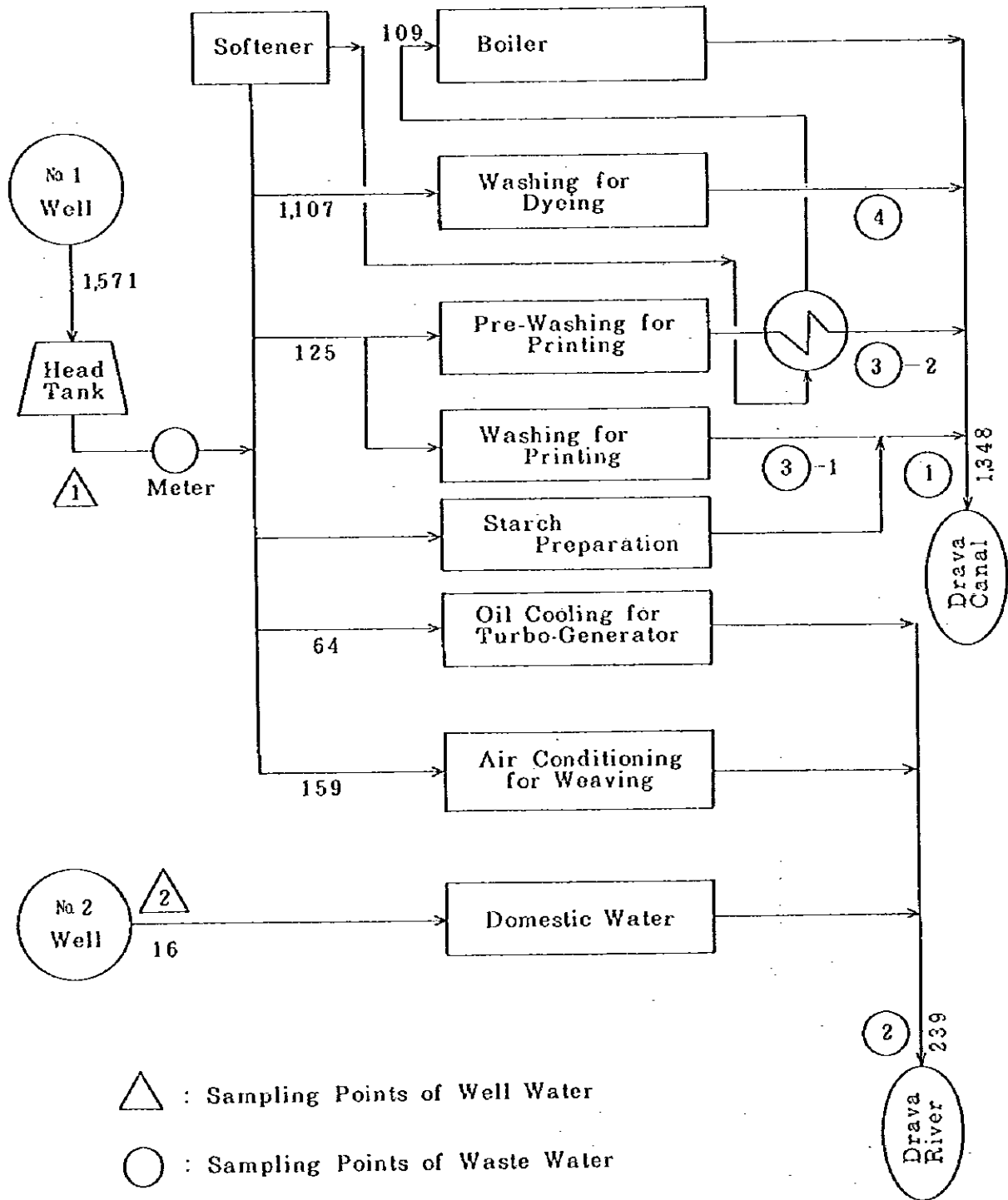


Fig 3.1.3 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



4) 補給水および廃水の水質

現地調査中に採取したデータを示す。

Table 3.1.2に補給水即ち2本の井戸水の水質を示す。硬度が高いが鉄分は少ない。Table 3.1.3 - 3.1.10 および Fig. 3.1.4 - 3.1.9 は廃水の水質・水量を示す。

採水点No.1は染色工場の総合排水である。水量・水温・pHは10分おきに24時間連続で測定しグラフで表示している。SS、COD、BODは、2時間毎のコンジットサンプルで測定し(Table 3.1.3)、その他の主要項目は、4時間毎のコンジットサンプルで測定した(Table 3.1.4)。汚濁負荷の日間変動が理解できる。また、念のためその他の非重要項目をスポットサンプルで測定したが、殆どの項目が検出限界以下であり問題でない(Table.3.1.5)。

採水点No.2は、染色工場以外の生活排水・冷却排水・軟水装置再生排水である。Table.3.1.6はスポットデータであるが、河川直接放流に問題ない数値である。便所などの生活廃水だけを分離するなどの配慮が必要であろう。

採水点No.3は、染色工場の捺染工程の排水である。排水系統が3本あるが、1本は装置が使用されていないので排水がない。1本は捺染機からの排水であり、汚濁負荷が高い。Table.3.1.6は8時間毎のコンジットサンプルで測定したデータである。他の1本は高温の洗浄排水が主体であり、熱回収と排水の冷却を目的として原動所の給水と熱交換している。Table.3.1.10は8時間毎のコンジットサンプルで測定したデータであるが、汚濁負荷は比較的低い。

採水点No.4は、染色工場の丸染工程の排水である。排水は各染色機から間歇的に排出される。水質の変動が大きいですが、水量は捺染工程に比較すると少ない。

Table 3.1.1 Svila Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Industry: Textile(Dyeing)

Unit: m³/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed		109			109		109
Raw Material							
Washing		1,239			1,239		1,239
Cooling		64			64		64
Air Conditioning		159			159		159
Miscellaneous		16			16		16
Total		1,587			1,587		1,587
					Recoverd Water/Total		%

Table 3.1.2 Quality of Make-up Water

Parameter	Expr. as	Unit	Lab. No.	Well No. 1	Well No. 2
				5391	5392
Temperature		°C		11,8	12,2
pH:				8,2	8,0
Iron	Fe	mg/l		< 0,05	< 0,05
Manganese	Mn	mg/l		< 0,05	< 0,05
Total hardness		°dH		9,1	11,4
Alkalinity		mmol/l		2,7	3,1
Chloride	Cl	mg/l		8,0	7,1
Evaporated residue		mg/l		200	260
Electric conductivity		µS/cm		330	400

Table 3.1.3

No.1 Total Process Wastewater (2 hours samples)

Lab. No.			5400	5401	5402	5403	5404	5405	5406	5407	5408	5409	5410	5411
Date of sampl.			5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.
Hour of sampl.			12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	00-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12
Parameter	Expr. as	Unit												
pH			10.0	7.8	9.0	7.9	7.9	8.1	8.0	10.2	9.7	9.0	7.9	7.8
Suspended solids		mg/l	840	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	40	< 30
COD	O ₂	mg/l	1800	140	140	110	85	90	190	220	140	160	230	100
BOD	O ₂	mg/l	300	45	50	30	10	50	45	50	35		< 5	< 5

Table 3.1.4

No.1 Total Process Wastewater (6 hours samples)

Lab. No.			5396	5397	5398	5399
Date of sampling			5.6.	5.6.	6.6.	6.6.
Time of sampling			12-18	18-24	0-6	6-12
Parameter	Expr. as	Unit				
Colour:						
α (436 nm)		m ⁻¹	42	14	17	25
α (525 nm)		m ⁻¹	33	15	14	22
α (620 nm)		m ⁻¹	25	18	19	26
Zinc	Zn	mg/l	0.09	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Chromium (VI)	Cr	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Total nitrogen:	N	mg/l	13.5	7.3	16.2	15.2
- ammonium nitrogen	N	mg/l	2.1	1.2	3.7	8.0
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	11	4.4	10.2	10.2
- nitrite nitrogen	N	mg/l	< 0.1	0.3	2.1	1.3
- nitrate nitrogen	N	mg/l	2.5	2.6	3.9	3.7
Total phosphorus	P	mg/l	0.3	8.7	4.4	9.4
Sulfate	SO ₄	mg/l	100	27	41	47
Total fat		mg/l	< 5	5	10	5
Anionic surfactants	DBS	mg/l	< 0.05	0.7	6.7	2.4

Table 3.1.5

No.1 Total Process Wastewater (Additional Analysis)

Lab. No.	6664		
Date of sampling	03.07.		
Time of sampling	11:00		
Type of the sample	spot		
Parameter	Expr. as	Unit	
Settable solids		ml/l	< 0,1
Aluminium	Al	mg/l	0,50
Copper	Cu	mg/l	< 0,05
Cadmium	Cd	mg/l	0,02
Cobalt	Co	mg/l	< 0,05
Tin	Sn	mg/l	< 0,1
Chromium-total	Cr	mg/l	< 0,05
Lead	Pb	mg/l	< 0,05
Free chlorine	Cl ₂	mg/l	< 0,05
Total chlorine	Cl ₂	mg/l	< 0,05
Total cyanide	CN	mg/l	< 0,01
Easily liberatable cyanide	CN	mg/l	< 0,01
Fluoride	F	mg/l	< 0,5
Chloride	Cl	mg/l	65
Sulfide	S	mg/l	< 0,05
Sulfite	SO ₃	mg/l	< 0,1
TOC	C	mg/l	70
Total hydrocarbons (mineral oils)		mg/l	
AOX	Cl	mg/l	0,09
Organic solvents:			
- chloroform	Cl	mg/l	< 0,01
- dichloromethane	Cl	mg/l	< 0,01
- tetrachloromethane	Cl	mg/l	< 0,01
1,1,2,2-tetrachloroethene	Cl	mg/l	< 0,01
- 1,1,2-trichloroethene	Cl	mg/l	< 0,01
- 1,1,1-trichloroethane	Cl	mg/l	< 0,01
- benzene		mg/l	< 0,05
- toluene		mg/l	< 0,05
- xylene		mg/l	< 0,05
Phenole index	Phenole	mg/l	0,045

Fig. 3.1.4 No.1 Temperature of Total Process Wastewater(10min average)

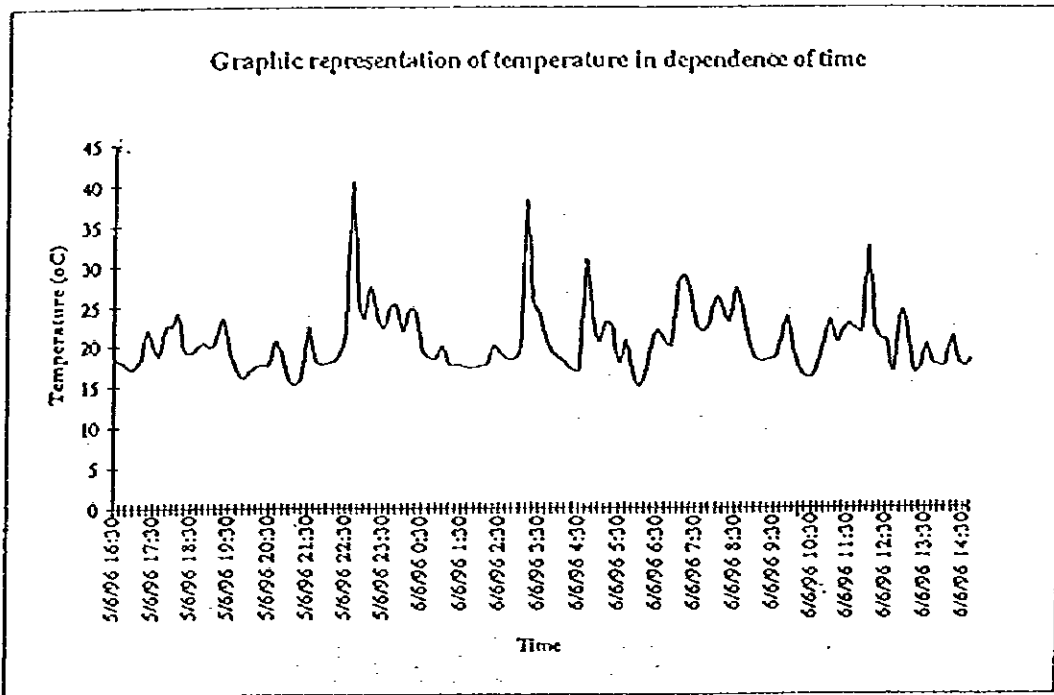


Fig. 3.1.5 No.1 pH of Total Process Wastewater(10min average)

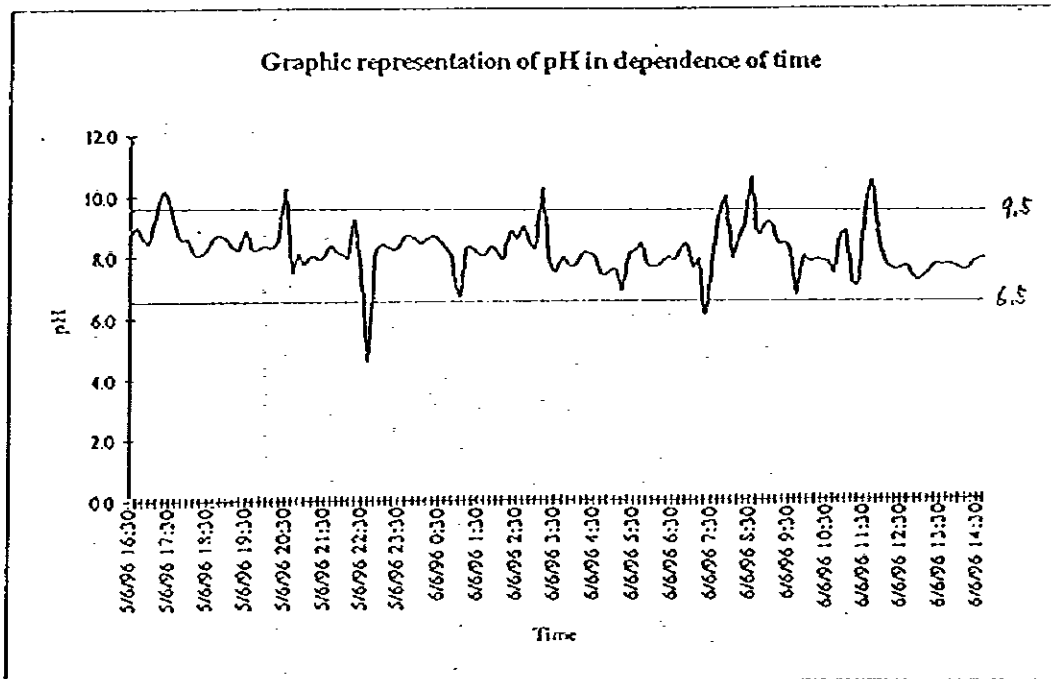


Fig. 3.1.6

No.1 Flow of Total Process Wastewater(10min average)

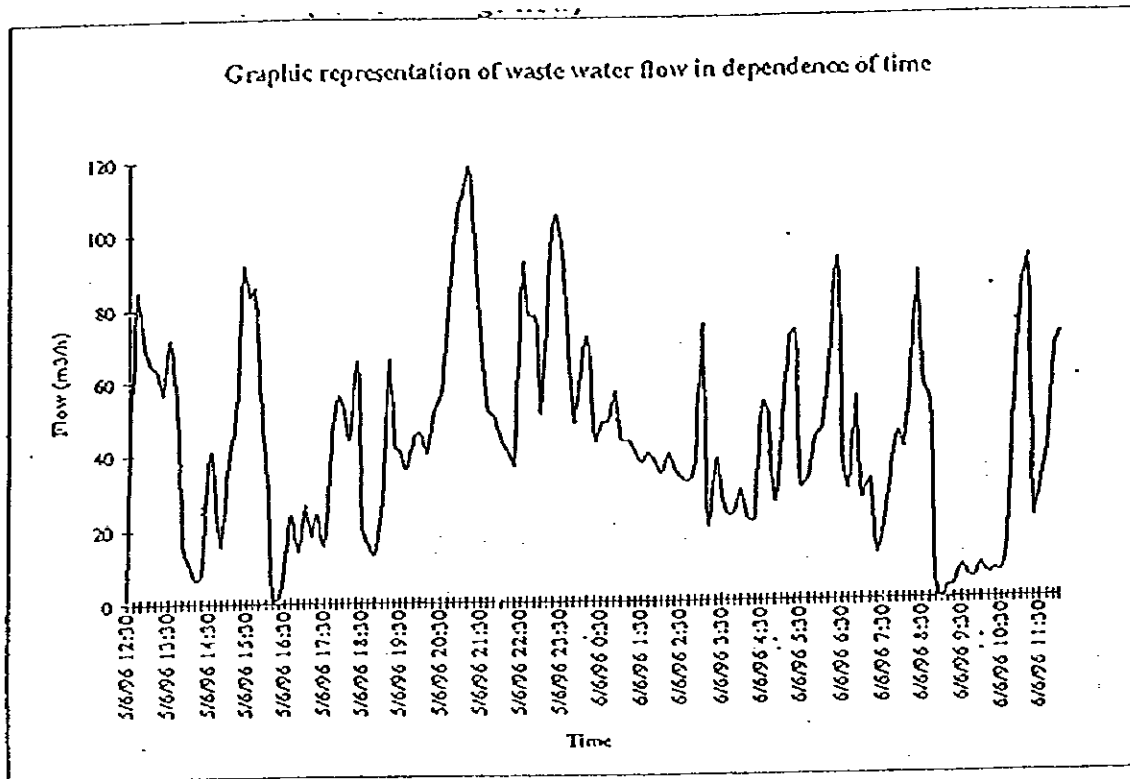


Table 3.1.6

No.2 Other Wastewater (Cooling water and Household)

		Lab. No.	5393
Date of sampling			6.6.
Hour of sampling			7:45
Parameter	Expr. as	Unit	
Temperature		°C	14,9
pH			8,7
Suspended solids		mg/l	<30
COD	O ₂	mg/l	110
BOD ₅	O ₂	mg/l	10

Table 3.1.7

No.3-1 Printing Wastewater

		Lab. Nr.	6614	6615	6616
Date of sampling			1.7.	1.7.	2.7.
Time of sampling			8 - 16	16 - 24	00 - 8
Parameter	Expr. as	Unit			
pH			8.4	8.7	8.6
Suspended solids		mg/l	40	30	< 30
Colour:					
α (436 nm)		m ¹	14	16	20
α (525 nm)		m ¹	11	11	16
α (620 nm)		m ¹	9,8	9,5	13
Total nitrogen:	N	mg/l	29,9	36	42,6
- ammonium nitrogen	N	mg/l	5,6	2,8	1,4
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	20	22	34
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0,2	< 0,1	< 0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l	9,7	14	8,6
Total phosphorus	P	mg/l	5,5	1,2	8,9
COD	O ₂	mg/l	370	390	330
BOD ₅	O ₂	mg/l	120	100	60
Anionic surfactants	DBS	mg/l	11,5	8,0	1,1

Fig. 3.1.7 No.3-1 Flow of Printing Wastewater(10min average)

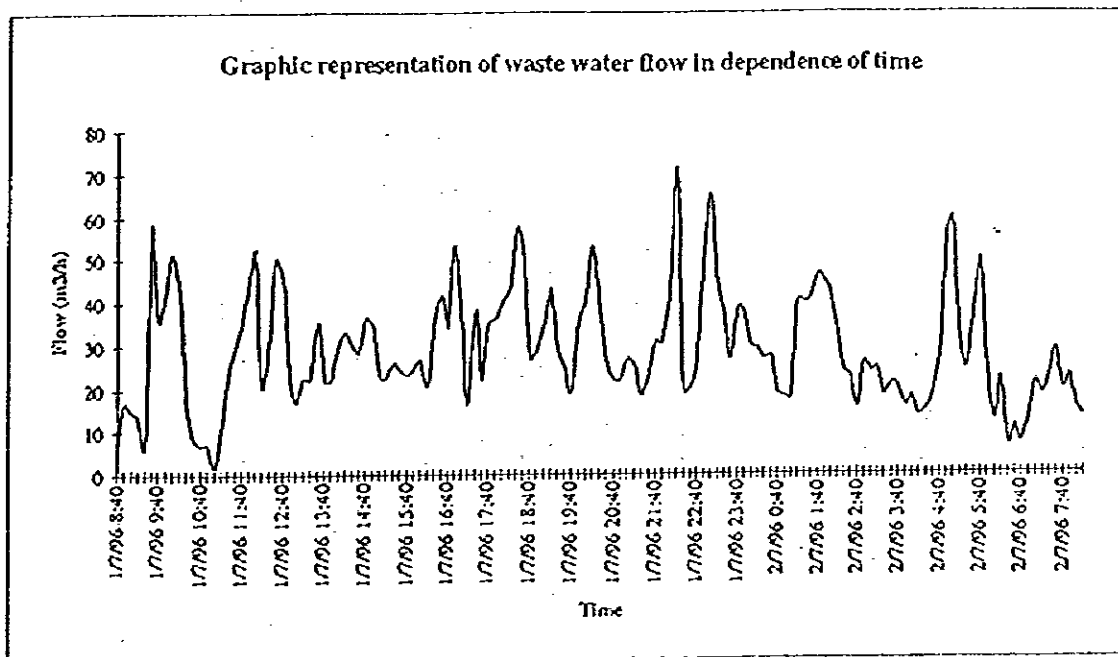


Fig. 3.1.8

No.3-2 Flow of Heat-exchanger Outlet(10min average)

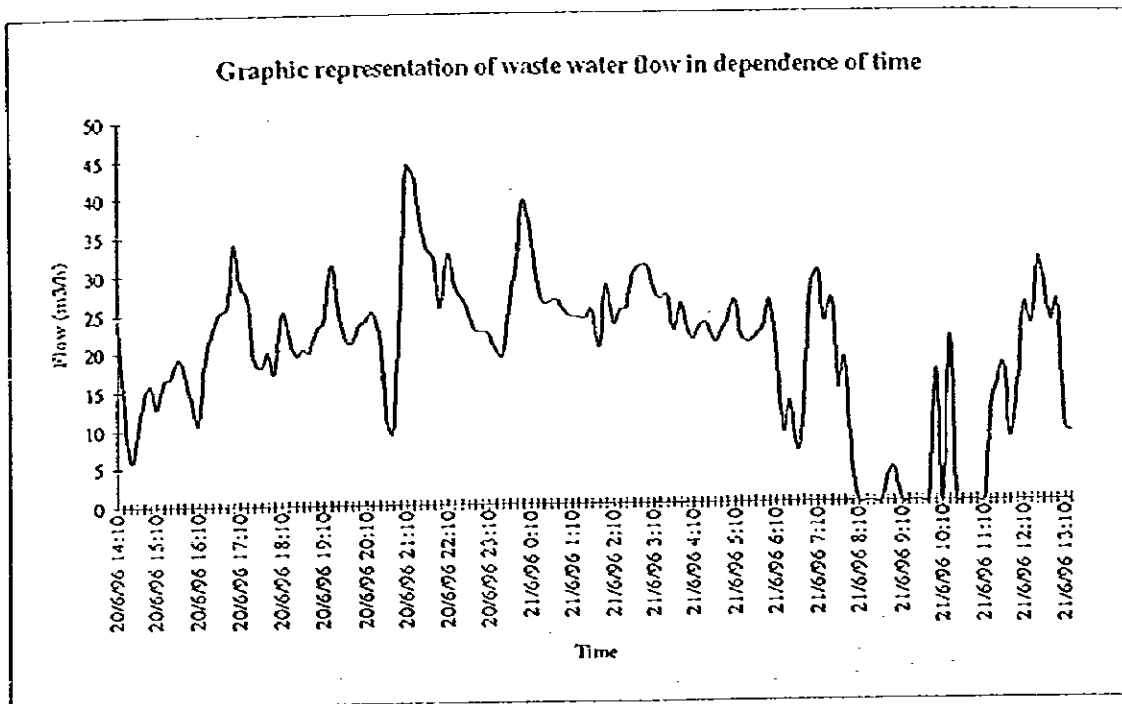


Table 3.1.8

No.3-2 Outlet of Heat-exchanger Coming from Pre-washing

		Lab. Nr.	6510	6511	6512
Date of sampling			20.6.	20/21.6.	21.6.
Time of sampling			14 - 22	22 - 6	6 - 14
Parameter	Expr. as	Unit			
pH			7,1	7,3	7,7
Suspended solids		mg/l	< 30	< 30	< 30
Colour:					
α (436 nm)		m ⁻¹	11	3,1	3,3
α (525 nm)		m ⁻¹	6,8	1,9	2,2
α (620 nm)		m ⁻¹	5,9	1,2	1,6
Total nitrogen:	N	mg/l	8,0	6,0	6,7
- ammonium nitrogen	N	mg/l	< 0,05	0,27	1,0
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	3,0	3,4	4,2
- nitrite nitrogen	N	mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l	5,0	2,6	2,5
Total phosphorus	P	mg/l	7,8	4,2	2,7
COD	O ₂	mg/l	160	80	110
BOD ₅	O ₂	mg/l	50	25	25
Anionic surfactants	DBS	mg/l	0,5	< 0,05	0,4

Table 3.1.9

No.4 Dyeing Wastewater (2 hours samples)

		Lab. No.	5415	5416	5417	5419	5421	5422	5423	5424	5425	5426
Date of sampling			5.6.	5.6.	5.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.	6.6.
Hour of sampling			15-17	17-19	19-21	21-3	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15
Parameter	Expr. as	Unit										
pH			8.9	7.6	7.6	8.9	10.3	9.5	9.5	8.1	9.6	7.9
Suspended solids		mg/l	< 30	< 30	< 30	40	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
COD	O ₂	mg/l	100	70	100	380	230	90	340	70	100	80
BOD ₅	O ₂	mg/l	50	15	50	150	75	< 5	130	15	60	< 5

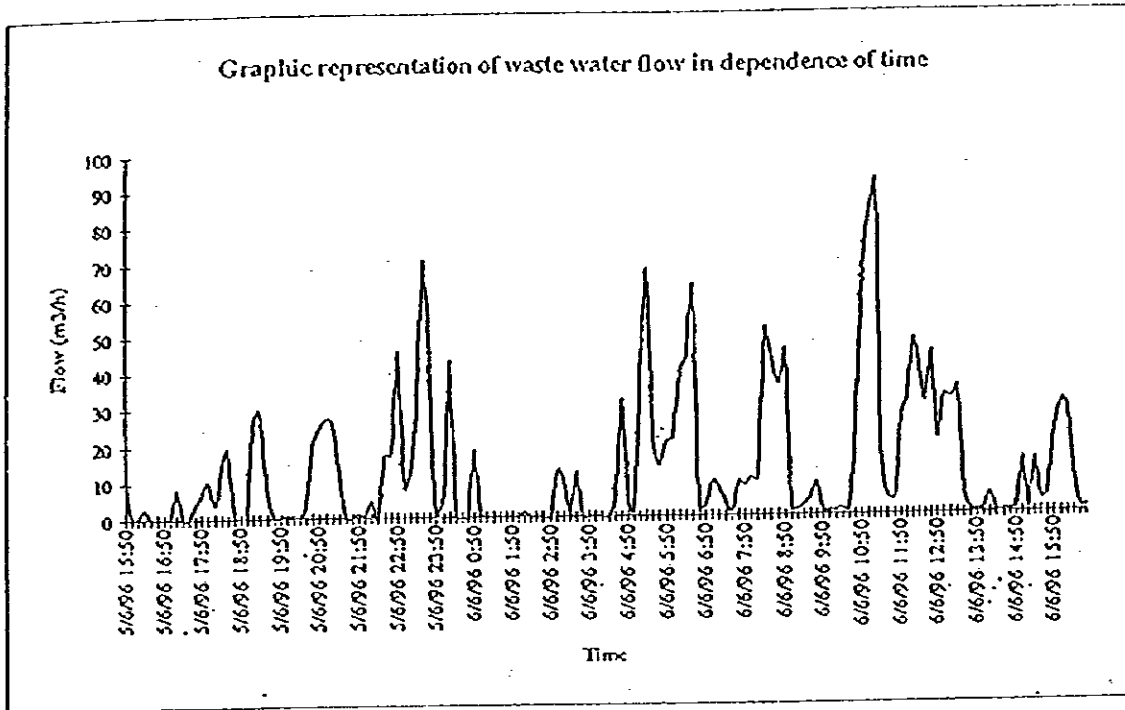
Table 3.1.10

No.4 Dyeing Wastewater (6 hours samples)

		Lab. No.	5427	5419	5428	5429
Date of sampling			5.6.	6.6.	6.6.	6.6.
Hour of sampling			12-21	21-3	3-9	9-15
Parameter	Expr. as	Unit				
Colour:						
α (436 nm)		m ⁻¹	9.7	74	12	11
α (525 nm)		m ⁻¹	7.1	80	16	13
α (620 nm)		m ⁻¹	6.0	69	31	13
Zinc	Zn	mg/l	0.20	0.15	0.10	< 0.05
Chromium (VI)	Cr	mg/l	0.04	1.8	< 0.05	0.19
Total nitrogen:	N	mg/l	7.1	38.3	11.8	7.2
- ammonium nitrogen	N	mg/l	1.7	18	1.7	3.3
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	4.8	21	6.0	4.1
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0.4	0.3	< 0.1	1.3
- nitrate nitrogen	N	mg/l	1.9	17	5.8	1.8
Total phosphorus	P	mg/l	9.7	14	4.9	6.7
Sulfate	SO ₄	mg/l	39	90	50	70
Total fat		mg/l	< 5	25	25	15
Anionic surfactants	DBS	mg/l	< 0.05	1.2	5.4	< 0.05

Fig. 3.1.9

No.4 Flow of Dyeing Wastewater(10min average)



3.1.2 水使用合理化

1) 水使用及び合理化の現状

(1) 水使用の特徴

- ① 水源は井戸水のみである。井戸は2本あり、No.1井戸の水は一旦高架水槽に揚水され、そこから全工場に生産用の水として供給されている。No.2井戸の水は生活用専用であり、使用箇所まで井戸から直接給水されている。
2本の井戸の水には水質の差はなく、この使い分けはただ井戸の位置と配管の都合に基づく。
- ② 回収水は使用されておらず、全て一過式に使用されている。
- ③ 用水の大部分は染色工程の洗浄用に使用されており、その量は全用水量の78%になる。
- ④ 冷却用水は、タービン発電機用油冷却器の冷却用に使用されている。
- ⑤ 紡績・織物工程には温度及び湿度調整用（空気清浄も兼ねる）の用水が使用されているが、水量は僅かである。これは、室内に設置された機器（紡績機、織機等）の台数が少なく、また一台当たりの発熱量が少ないと思われる。

(2) 合理化の現状

- ① 井戸には水量計が設置されており、一応の用水量管理は行われている。
高架水槽が設置されているので、井戸水の無駄な揚水は行われていない。
- ② 染色工程のみの使用水量原単位は約30 m³/千m²（織物幅1.5mとして）で、日本の染色工場に比べやや少ない。しかし、原単位は製品の種類・品質等で大幅に変わるので、この値のみでこの工場は合理化が進んでいるとは言えない。
- ③ 温調用水は紡績・織物工場の空気調節機において空気の洗浄を兼ねて使用されている。用水の一部はポンプにより循環使用されているが、補給水量の調節はされていない。
- ④ 染色機はJet Type 1、加圧Jigger Type 4、加圧Roll Type 2、常圧Roll Type 2、が使用されている。Jigger Type 以外は浴比の低い節水型であり、染色機については合理化が行われている。
- ⑤ 予備水洗用及び漂白用に連続水洗機が2台使用されている。いずれも向流洗浄方式が採用されており、節水型の設備となっている。

⑥一部の染色機に使用されている間接冷却水には軟水が使用され、温度が高くなつた使用後の排水は、染色用の洗浄用水にカスケード使用されている。ただし水量は不明である。

⑦床・装置等の洗浄に使用されているホースの先端には、概ね手元制御弁が装着されているが、一部のホースには未だ装着されていない。

2)水使用合理化の計画

(1) タービン発電機用油冷却器の間接冷却水の循環使用

(a) 計画の概要

油冷却器の間接冷却水は現在一過式に使用されており、出口の温度はおおむね20℃程度である。この排水を冷却塔を使用して循環使用する。

(b) 基本条件

	水量 m ³ /d	操業時間 h/d	水量 m ³ /h	水温℃		回収率 %	節水量 m ³ /d	所要熱量 Kcal/h
				入口	出口			
現状	64	24	2.53	12	20			20,270
計画	64	12	5.0	25	35	95	60.8	50,000

年間操業日 208

(c) 機器の概略仕様

項目	基数	仕様
冷却塔	1	50,000 Kcal/h, 777動力 0.4 kw
循環ポンプ	2 (内1は予備)	口径 40φ, 動力1.5 kw
計器・制御器	1式	導電率指示計
配管	1式	循環配管40φ、放流配管20φ、 給水配管15φ、

(d) 概略フローシート及び配置図

Fig. 3.1.14 及び Fig. 3.1.15 参照。

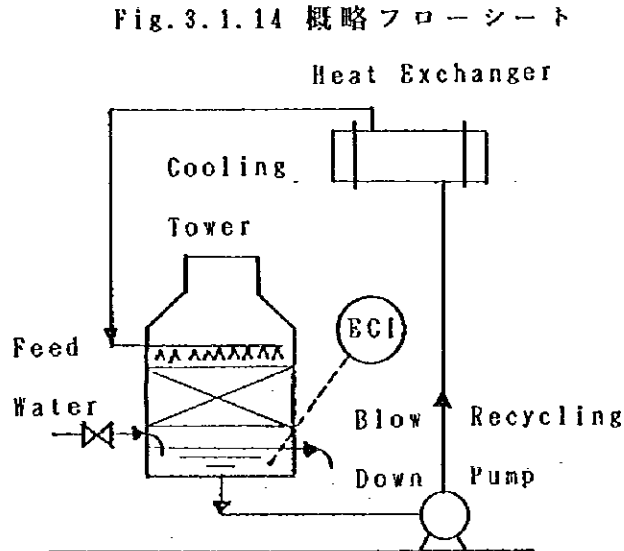
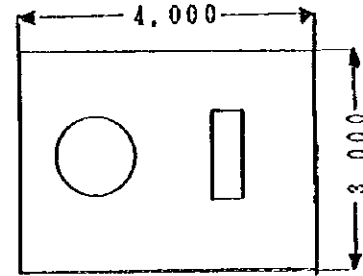


Fig. 3.1.15 配置図



(e) 所要費用の概算

・設備費

項目	単価 (千 SIT)	基数	金額 (千 SIT)
冷却塔	370	1	370
循環ポンプ	180	2	360
計器・制御器		1 式	100
配管及び配管工事		1 式	670
機器据付及び		1 式	250
その他の現場工事費			
合計			1,750

・運転費

項目	必要量	単価 SIT/KW・h	所要費用		回収水当り SIT/m ³
			SIT/d	千SIT/y	
電力費	1.9kwX12h/dX0.8	4.19	76.8	15.9	1.3
人件費	他の業務と兼任				
薬品費			243	50.5	4.0
合計			319.8	66.4	5.3

・所要費用

項目	費用細目	年額 千SIT/y	回収水当り SIT/m ³	備考
固定費	設備償却費	117.3		15年均等償却
	金利	105.0		12%
	設備補修費	87.5		年額設備費の5%
	小計	309.8	24.5	
運転費		66.4	5.3	
合計		376.2	29.8	

(f) 技術的検討

① 現在使用されている冷却水の温度は約12℃。冷却塔により得られる水温は、夏期の最も暑い時期において約25℃。従って、夏期の短い期間において、油の冷却が不十分になる恐れがある。また条件によれば、油冷却器の伝熱面積を増大させる必要が生じる。

この場合は、一時的に井戸水の補給量をふやすか、全面的に井戸水使用に切り替える必要がある。しかし、その期間は長くても2ヶ月程度と想定されるので、節水の効果は十分あるものと考えられる。

② 水源となる井戸水は、かなり溶解塩類が多く（導電率 300-400 μ S/cm）、また硬度が高い（約10° dH）。従って、冷却塔による循環の程度（通常濃縮倍率で表される）を高くすると、スケールが析出したり腐食が発生したりする恐れがある。井戸水の水質からみて、問題なく運転可能な濃縮倍率は2程度と考えられる。この前提に基づき冷却塔の運転条件を、下記のように想定した。

- ・ 冷却温度差は10℃、それに対応する蒸発率は約2%。
- ・ 濃縮倍率2に対応するブローダウン率（排出率）は約2%。
- ・ 飛散損失等を考慮した全体の水の損失率は約5%、従って補給水の率は約5%となる。
- ・ 上記の想定から、回収率（節水率に等しい）95%が導き出される。

(g) 経済性評価

このシステムにおける回収水当りの費用は約30 SIT/㎥である。この値を以下の条件において検討してみる。

- ①現状では用排水に関して支払われている費用は 3.2 SIT/㎥だけなので、回収使用は明らかに不利である。
- ②将来排水が下水道に放流される場合には、下水道料金として100 SIT/㎥以上が徴収される見込みなので、回収使用は経済的に成り立つ。
- ③将来共河川への放流を続ける場合は、廃水処理の費用は不要であるが、水の使用に付随する税金約41 SIT/㎥は支払う必要があると考えられるので、回収使用は経済的に成り立つものと思われる。

(2) 空気調節機用温調用水の節水

(a) 計画の概要

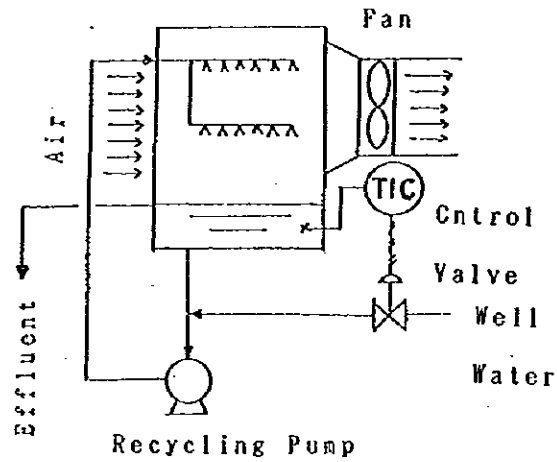
空気調節機に使用されている温調用水の補給水量は、特に調節はされていないので、必要以上に使用されている可能性がある。流量制御器を設置することにより、必要な限度以内に用水量を制御する。

(b) 具体的な方法

- ①空気調節機の補給水の配管に自動流量制御弁を設置する。
- ②空気調節機底部の水槽の水温を検出し、その水温が一定温度以下にならない様に、補給水の水量を自動流量制御弁により制御する。

概要をFig. 3.1.16に示す。

Fig. 3.1.16 空気調節機の自動流量制御弁



(c) 節水可能量の推定

節水可能量は、現在の空気調節機の運転状況、工場の稼働状況、外部の気象の状況等により変わるので、理論的に算出することは出来ない。しかし、これまでの経験等から見て、現状より20%程度の節水は可能であろうと考えられる。

- ・ 現在の用水量 ; 159 m³ / d、 ・ 年間操業日 ; 315、
- ・ 節水可能量 ; 用水量の20%、約32 m³ / d、約10,000 m³ / y

(d) 所要費用の概算

・ 設備費

項目	基数	仕様	概算価格(千SIT)
温度指示調節計	1式	液体膨張直接作動式 (調節弁を含む)	500

・ 所要費用

項目	費用細目	年 額 千SIT/y	回収水当り SIT/m ³	備 考
固定費	設備償却費	50.0	5.0	10年均等償却 10% 計上せず
	金 利	25.0	2.5	
	設備補修費			
	小計	75.0	7.5	
運転費		0	0	
合計		75.0	7.5	

(e) 技術的検討

この温調用水は、冷却水と同様温度が低いことが要求される。従って冷却用の設備が使用されない限り、あまり回収率を上げることが出来ない。

さらに回収率を上げるための冷却設備としては、冷却塔が考えられるが、それには以下の問題点がある。

- ①前記(2)で述べたように、夏期には冷却が不十分となる恐れがある。
- ②循環水中に繊維の屑等の固形のゴミが混入してくる為、循環系にろ過器を設置する必要がある。

本工場の場合は、節水の対象となる水量が少ないこと及び冷却塔が使用される方法では所要費用が高くなることを考慮して、実用的な節水の方法とし上記の方法(補給水量の制御)を提案するに止めた。

(f) 経済性評価

この方法の回収水当たりの費用は安く、仮定した通りの節水が可能であれば、経済的に十分成り立つものと考えられる。

(3) 廃水の再生使用

(a) 基本的考え方

廃水の再生使用は、費用の問題を無視すれば本工場においても十分可能である。しかしながら、染色に使用される用水の水質は良質であることが要求されるので、特別な場合でないと経済的には成り立たない。従って、ここでは考え方の概略を述べるに止める。

廃水の再生使用を実施する場合の基本的な方針は、下記の通り。

- ①出来るだけ良質（汚れの少ない）の廃水を分離・収集して、再生使用の原料水とする。
- ②再生水の用途を、製品の品質に対する影響の少ない箇所に限定する。
- ③再生水の水質は必要な最低限度に止め、過剰な水質にすることを避ける。

(b) 再生使用計画

i. 原料水の選択

上記①の考え方に従えば、除去のむずかしい色を含む廃水は避ける方が良い。従って選択は下記のようになる。

- ①冷却用水及び温調用水の排水。
- ②色を含まない予備洗浄工程及び漂白工程の排水。
- ③回分式染色工程の排水の内、汚れの少ない部分（洗浄工程の後半等）を分離した排水。

この内、①は同一工程内で回収使用されるのが経済的であり、②は水量が少なくて再生使用の効果が薄いと推察されるので、②③を合わせたものを原料水と考える。

ii. 原料水と処理水の水質

原料水の水質は、実際に発生する排水の水質・水量とその時間的変動に基づき、処理水の目標水質を考慮しながら定める。

処理水の目標水質は、使用目的（例えば染色工程の洗浄用）に依って決まるが、実際には使用目的別の使用可能な水質は不明なことが多い。その場合には実験によって確認する必要がある。

本工場については両者共十分なデータが得られていないので、原料水の水質は廃水の分析値を、処理水の目標水質は日本における再生使用の実験データを参考にして、以下のように想定した。

水質項目	原料水	処理水
SS	mg/l < 30	< 1
BOD	mg/l < 100	< 1
COD(Mn)	mg/l < 100	< 10

iii. 処理容量と再生処理プロセス

・ 処理容量

再生使用が可能な廃水量は不明であるが、染色工程の排水量の半分程度と考え、500 m³/日と仮定する。

年間操業日；315、年間再生水量；157,500 m³

・ 再生処理プロセス

日本における再生使用の実験データに依れば、おおむね以下のようになる。

原料水－pH調整－2段生物処理－凝集・砂ろ過－活性炭吸着－処理水
 (散水ろ床・
 浸漬ろ床)

(c) 所要費用の概算

・ 設備費

再生処理施設の概略設備費は、日本における試算から推定すれば、約160,000千SIT程度となる。

・ 運転費

項目	必要量	単価 SIT/KW・h	所要費用		回収水当り SIT/m ³
			SIT/d	千SIT/y	
電力費	1.2kw.h/m ³	4.2	2,520	794	5.0
人件費	他の業務と兼任				
薬品費			25,000	7,875	50.0
合計			27,520	8,669	55.0

・ 所要費用

項目	費用細目	年額 千 SIT/y	回収水当り SIT/㎡	備 考
固定費	設備償却費	10,720		15年均等償却
	金 利	9,600		12%
	設備補修費	8,000		年額設備費の 5%
	小 計	28,320	179.8	
運転費		8,669	55.0	
合 計		36,989	234.8	

(d) 技術的検討

- ① 再生使用における最も困難な問題は、使用目的に合致した最低限度の水質を見いだすことにある。これが不可能であれば、現在使用されている水源（この工場では井戸水）と同じ水質まで、廃水が処理されなければならなくなる。これには非常に高価な費用を要する。
- ② 最低限度の所要水質は、用水の使用者にも知られていないことが多く、これを知るためには膨大な実験が必要とされる。
- ③ ここに示した処理水質の目標値は、日本における大規模な再生使用の実験結果から得られたものである。しかし、この値は原料となる廃水の性質、再生水が使用される生産工程の状況等により大幅に変わる可能性があるため、一つの例と考えるべきである。

(e) 経済性評価

- ① ここに示した費用は、再生処理を行うに必要な費用の概略値で、原料水や処理水の水質が変われば、もちろん費用も変わる。
- ② 再生処理以外に必要な費用としては、原料となる廃水を収集する為の設備、原料廃水及び再生水を一時溜めておく貯水槽、再生水を供給する為の設備（配管・ポンプ等）等に要する費用がある。

特に廃水収集の設備の内、回分式染色工程の排水から汚れの少ない部分を分離する設備は、分岐管に電磁弁・タイマー等を組み合わせたかなり複雑なシステムとなるので、設備費用が高価となる可能性が高い。

これらの費用を考慮すれば、再生使用の費用はさらに高価となることが予想される。

- ③ 将来排水が下水道に放流される場合には、下水道料金として160 SIT/㎡程度が徴収される見込みなので、再生使用は経済的ではない。
- ④ 将来共河川への放流を続ける場合は、再生使用の水量に相当する水使用の税金約41 SIT/㎡が節約される外に、放流の為の廃水処理の費用が節約されることになる。廃水処理の費用はかなり高いものとなると想定されるので、再生使用が経済的に成り立つ場合も有り得るものと考えられる。

(f) まとめ

再生使用は技術的には問題点が多く、現在得られているデータだけでは非常に大まかな検討しか出来ない。一方、経済的に成り立つ可能性は無くはないが、その条件は極めて限られている。

もし本当に実施しようとするならば、再生利用のみを目的とした徹底した実用化調査（必要なら実験を含む）が実施されねばならない。しかし、それには相当の費用と期間が必要となる。

本工場の実状（用排水、生産、経営等）から判断して、その必要があるか否かははなはだ疑問である。

(4) その他の方法

考えられる節水の方法としては、①床・装置等の洗浄に使用されているホースの先端に、手元制御弁の装着、②ボイラーの凝縮水（スチーム・ドレン）の回収、③生活用水の節約・再生使用、等がある。

①は1個あたり約10,000 SITにて装着可能なので、ぜひ実行すべきである。

②については、凝縮水はほとんど温水として使用されるので、実行不可能である。また、③は水量が少ないので、節水の効果は薄い。

(5)水使用合理化計画のまとめ

No.	合理化計画の内容	節水量 m ³ / 日	回収水当りの費用 SIT / m ³
1	油冷却器用間接冷却水の冷却塔による循環使用	60.8	29.8
2	空気調節機用温調用水の流量制御器による節水	32	7.5
3	染色排水の高度処理による再生使用	500	234.8
	合計	593	201.4

	現状	合理化後
用水量 m ³ / 日	1,587	994
用水量原単位 m ³ / 千m	52.5	32.9

備考；染色布生産量 30,230m/d

節水率 37.4%

3.1.3 WWT P 放流基準を満足する予備処理および廃水処理

1) 現状

染色排水が集水ピットからポンプでDrava運河へ、その他の排水が自然水頭でDrava河の本流へ放流されている。水量、水質などは 3.1.1 の 3)を参照

2) 予備処理

下水放流の場合、染色排水のpHが時に規制値を超えることがあるので、予備処理設備が必要である。その他の排水についてはそのまま放流しても問題無い。

(1) システムの設計条件

染色排水について、次の2ケースを比較検討する。

Case A

既存の集水ピットに pH検出、薬剤注入、攪拌など中和処理装置を設置する。設備費が安いという利点がある。薬品代、薬品補充作業などが必要である。

Case B

1/3 日相当の容量の調整槽を設ける。
中和用の薬品が不要という利点がある。

(2) Case A

システムの仕様を以下の表と図にまとめる。

Table 3.1.16 機器リスト

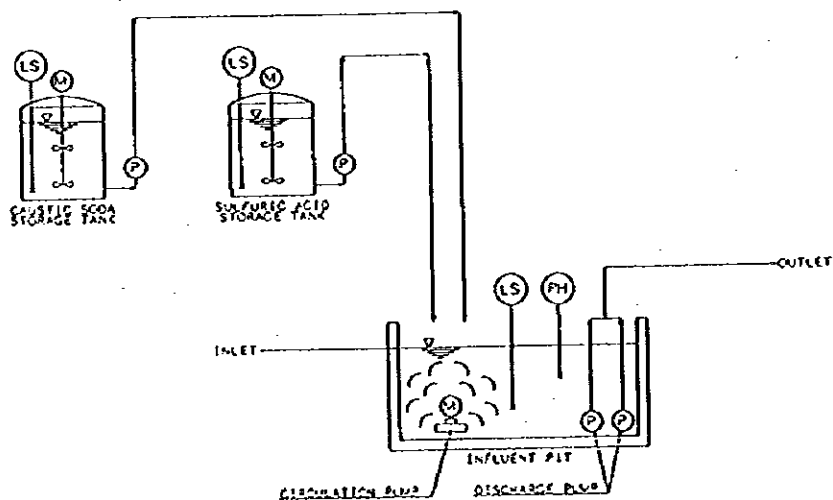
Fig.3.1.13 フローシート

設備コストは、	日本定価	T-SIT
機器類	6,750 千円	8,438
機械電気工事	2,000	1,750
土木工事	2,000	1,250
試運転費	1,000	1,125
設計費	1,250	1,406
合計	13,000	13,969
年間当たり償却・金利コスト		
土木建築関連 40年償却	1,250/40 =	31.3 T-SIT/y

Table 3.1.16 Equipment List of Pre-treatment System(Case A)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Influent pit	1	RC	Capacity 25 m ³	Existing
	Discharge Pump	1+1	RC		
	Level switch	1			
2	Neutralization system	1			
	Pump (for mixing)	1	FC	100A×1.8m ³ /min×8m×5.5kw	
	pH meter/controler	1		pH 0 - 14	
	Chemical pump	2	PVC	Diaphragm 50 - 500cc/min 0.2kw	
3	Chemical Tank	2	PE FRP	Capacity 4m ³ 1.85m×2.055mH	
	Level Switch	2	SUS	Electrode type	
	Agitator	2	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
4	Control Box	1		Outdoor selfstanding push buttens, alarm lamps pH indicator	

Fig. 3.1.13 FLOWSHEET of PRETREATMENT (Case A)



土木建築以外	15年償却	$12,719/15 = 847.9$
設備金利	12% 平均 6%	$13,969 \times 0.06 = 698.5$
合計		1,577.7

水量当たり償却・金利コスト

(年間処理水量 378,000 m³ で割ると) 4.2 SIT/m³

運転コスト

H ₂ SO ₄ (98%)	: 23kg/day x 70.2	x 252 =	406.9
NaOH (100%)	: 30kg/day x 83.2	x 252 =	314.5
電気代	0.8 x 16.9 kWh/day x 4.19 SIT/kWh	x 252 =	14.3
用水代	1m ³ /day x 200 SIT/m ³	x 252 =	50
維持費 (土木建築以外の5%)	340,648T-SIT x 0.05 =		700
人件費	0.5人 x 19,200 DM/y x 87.5 SIT/DM =		840
合計			2,327.2

水量当たり運転コスト

(年間処理水量 378,000m³ で割ると) 6.2 SIT/m³

(3) Case B

システムの仕様を以下の表と図にまとめる。

Table 3.1.17 機器リスト

Fig. 3.1.14 フローシート

Fig. 3.1.15 レイアウト

設備コストは、

	日本定価	T-SIT
機器類	2,000 千円	2,500
機械電気工事	1,000	875
土木工事	45,000	28,125
試運転費	1,500	1,688
設計費	1,000	1,125
合計	50,500	34,313

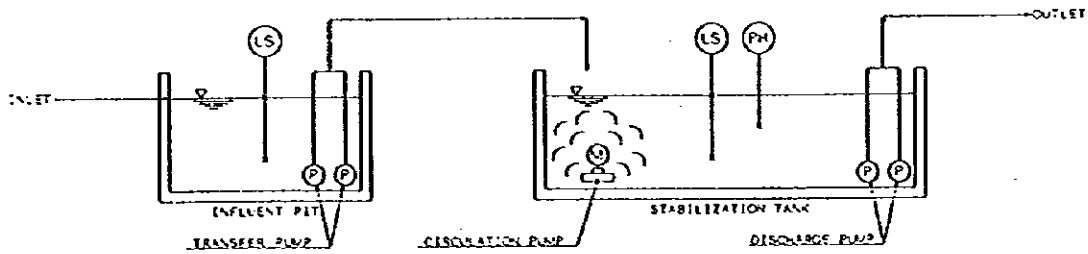
年間当たり償却・金利コスト

土木建築関連 40年償却 $28,125/40 = 703.1$ T-SIT/y

Table 3.1.17 Equipment List of Pretreatment System(Case B)

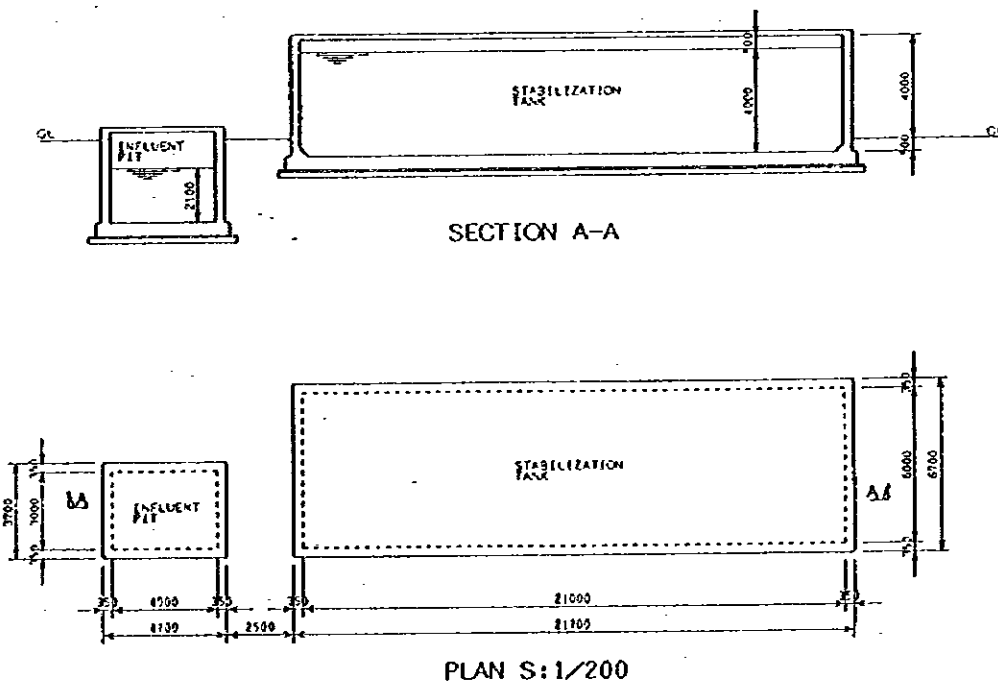
No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Influent pit	1	RC	Capacity 25 m ³	Existing
	Pump	1+1	RC		
	Level switch	1			
2	Stabilization tank	1	RC	Capacity 500 m ³ (1/3 day)	
				6m×21m×4.5mD	
	Pumps (circulation)	1	FC	100A×1.8m ³ /min×8m×5.5kw	
	Level switch	1	PVC	Floating	
	pH meter	1			
3	Discharge pump	1+1	FC	100A×1.8m ³ /min×8m×5.5kw	
4	Control Box	1		Outdoor selfstanding	
				push buttens, alarm lamps	
				pH indicator	

Fig. 3.1.14 FLOWSHEET of PRETREATMENT (Case B)



Flow Sheet of Pre-treatment System (Case B)

Fig. 3.1.15 LAYOUT of PRETREATMENT (Case B)



Layout of Pre-treatment System (Case B)

土木建築以外 15年償却	$6,188/15 = 412.5$
設備金利 12% 平均 6%	$34,313 \times 0.06 = 2,058.8$
合計	3,174.4

水量当たり償却・金利コスト

(年間処理水量 378,000 m³ で割ると) 8.4 SIT/m³

運転コスト

電気代 $0.8 \times 11 \text{ kWh/day} \times 4.19 \text{ SIT/kWh} \times 252 = 9.3$

維持費 (土木建築以外の5%) $5,500 \text{ T-SIT} \times 0.05 = 275$

人件費 $0.2 \text{ 人} \times 19,200 \text{ DM/y} \times 87.5 \text{ SIT/DM} = 336$

合計 620.3

水量当たり運転コスト

(年間処理水量 378,000m³ で割ると) 1.6 SIT/m³

3) 廃水処理

河川直接放流の場合は、NH₄-N、P、色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:	1,500 m ³ /day
排水流入時間	24 hr/day
排水処理時間	24 hr/day 24 hr/day, 脱水機は 8 hr/day

水質	流入	放流	排水基準
pH	7 - 10	7 - 8	6.5 - 9
COD mg/l	500	90	200
BOD mg/l	300	10	30
SS mg/l	40	10	80
NH ₄ -N mg/l	30	4	5
Total N mg/l	50	20	-

Total P mg/l	10	1	1
Color (436) l/m	30	7	7
(525)	30	5	5
(620)	30	3	3

水量は、操業率の回復と季節変動を勘案して、現地調査時点の50%増しにする。
 廃水の水質は、COD, BODを現地調査時点の分析値よりやや高めにした。

(2) システムの概略フロー

(waste water) → Collecting pit (present) → Stabilization tank
 → Neutralization tank → Aeration tank → 1st. Sedimentation tank
 → Aeration tank → 2nd. Sedimentation tank → Anaerobic tank
 → Aeration tank → Coagulation tank → 3rd. Sedimentation tank
 → Sand filter → Ozonizing tube → Activated carbon adsorber
 → 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 繊維工場については、排水基準が別途に決められている。
- ② 河川へ直接放流する場合は、繊維工業に別途決められた排水基準では、色、Pの規制が特別に厳しい。色対策として、オゾン処理、活性炭吸着を適用する必要がある。これにより、BOD, COD, SS, 油分などは自ずと規制値をクリアする。
- ③ 第一次の処理方法として化学的凝集分離も考えられるが、BOD規制が30 mg/lであるから、生物処理が妥当である。NH₄-Nは標準活性汚泥処理で容易に低下する。界面活性剤の影響で泡が発生するので消泡設備が必要となる。
- ④ Pの除去は凝集沈殿法で行う。後工程のためにも砂ろ過が必須である。
- ⑤ 脱色の完全さでは、オゾン処理よりも活性炭の方が優れている。活性炭の吸着負荷を軽減する目的で、オゾン処理を前にする。色が濃い段階ではオゾン

処理が有効である。オゾン処理だけでも色の規制をクリアする可能性もあるが、活性炭吸着で脱色の仕上げを行う。活性炭吸着は、CODの低下のためではなく、脱色の念押しが目的で設置するので、最小限の規模とする。オゾン処理で色が規制値をクリアすれば活性炭吸着をショートパスしても良く、逆に活性炭の後でも色が規制値をクリアできない時は、通水速度を下げて活性炭との接触時間を長くするなどの工夫をする。

5) 機器仕様

(1) 機器リストおよび参考図

以下の表と図面にまとめる。

Table 3.1.18	機器リスト
Fig.3.1.16	マテリアルバランスシート
Fig.3.1.17	フローシート
Fig.3.1.18	レイアウト
Fig.3.1.19	主要機器構造図

(2) 設計計算

(a) 水量・水質については、システムの設計条件通り

(b) 主要な容量計算

i. 流入ピット	時間平均排水量の20分相当、 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 1/3 = 21.6$ 既存の 25m^3 を適用する
ii 調整槽	滞留時間 1日、曝気強度 $9\text{m} \times 42.85\text{m} \times 4\text{m}$ (有効) $1,540\text{m}^3$
iii 中和槽	滞留時間 20分相当 $2.6\text{m} \times 2.6\text{m} \times 3.2\text{m}$ (有効) 21.6m^3
iv 曝気槽	BOD容積負荷 0.5kg-BOD/day 強 $1,500\text{m}^3/\text{day} \times 300\text{mg/l} = 450\text{kg-BOD/day}$

$$450\text{kg-BOD/day} \div 0.5\text{kg-BOD/day} = 900\text{m}^3$$

滞留時間の約 14hrに相当

$$\text{曝気強度 } 2.0\text{Nm}^3/\text{hr}/\text{m}^3 \quad 1,800\text{Nm}^3/\text{hr} = 30\text{Nm}^3/\text{min}$$

$$3\text{槽} \times 3.9\text{m} \times 18.7\text{m} \times 4\text{m(有効)} \quad 876\text{m}^3$$

v 援曝気槽

$$\text{滞留時間 } 14\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 14 = 875\text{m}^3$$

$$\text{曝気強度 } 1.0\text{Nm}^3/\text{hr}/\text{m}^3 \quad 875\text{Nm}^3/\text{hr} = 15\text{Nm}^3/\text{min}$$

$$12.3\text{m} \times 18.1\text{m} \times 4\text{m(有効)} \quad 890\text{m}^3$$

vi 第1沈殿槽

$$\text{表面積負荷 } 12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$$

$$\text{必要表面積 } 1,500\text{m}^3/\text{day} \div 12\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day} = 125\text{m}^2$$

$$\text{滞留時間 } 4\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 4\text{hr} = 250\text{m}^3$$

$$12\text{m} \times 12\text{m} \times 1.8\text{m(有効)} \quad \text{表面積 } 144\text{m}^2 \quad \text{容積 } 259\text{m}^3$$

vii 接触酸化槽

$$\text{滞留時間 } 4\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 4\text{hr} = 250\text{m}^3$$

$$\text{曝気強度 } 2.0\text{Nm}^3/\text{hr}/\text{m}^3 \quad 500\text{Nm}^3/\text{hr} = 8.3\text{Nm}^3/\text{min}$$

$$12\text{m} \times 5.8\text{m} \times 3.6\text{m(有効)} \quad 251\text{m}^3$$

viii 第2沈殿槽

$$\text{表面積負荷 } 15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$$

$$\text{必要表面積 } 1,500\text{m}^3/\text{day} \div 15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day} = 100\text{m}^2$$

$$\text{滞留時間 } 3\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 3\text{hr} = 188\text{m}^3$$

$$10\text{m} \times 10\text{m} \times 2.0\text{m(有効)} \quad \text{表面積 } 100\text{m}^2 \quad \text{容積 } 200\text{m}^3$$

ix 脱N槽

$$\text{滞留時間 } 4\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 4\text{hr} = 250\text{m}^3$$

$$10\text{m} \times 8.4\text{m} \times 3.2\text{m(有効)} \quad 269\text{m}^3$$

ix 酸化槽

$$\text{滞留時間 } 1\text{hr相当、} 62.5\text{m}^3$$

$$\text{曝気強度 } 2.0\text{Nm}^3/\text{hr}/\text{m}^3 \quad 62.5\text{Nm}^3/\text{hr} = 1\text{Nm}^3/\text{min}$$

$$8.4\text{m} \times 3.4\text{m} \times 3.2\text{m(有効)} \quad 91\text{m}^3$$

- x 反応槽・pH調整槽・凝集槽 滞留時間 各 20分相当
 $2.6\text{m} \times 2.6\text{m} \times 3.2\text{m}$ (有効) 21.6m^3
- xi 第3沈殿槽 表面積負荷 $15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$
 必要表面積 $1,500\text{m}^3/\text{day} \div 15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day} = 100\text{m}^2$
 滞留時間 2.5hr相当、 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 2.5\text{hr} = 156\text{m}^3$
 $10\text{m} \times 10\text{m} \times 1.6\text{m}$ (有効) 表面積 100m^2 容積 160m^3
- xii 第1中間槽 滞留時間 2hr相当、 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 2\text{hr} = 125\text{m}^3$
 $9.5\text{m} \times 5.7\text{m} \times 2.8\text{m}$ (有効) 152m^3
- xiii 砂濾過装置 濾過LV $8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$
 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \div 8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day} = 7.8\text{m}^2$
 $2 \times 2,400\text{D} \times 2,250\text{H}$ (直胴 1,800)
- xiv オゾン処理装置 オゾン注入量 $1.0\text{mg}/\text{l}$
 オゾン発生量 $62.5\text{g}/\text{hr}$
 反応塔 $680\text{D} \times 2,010\text{H}$
- xv 第2中間槽 滞留時間 2hr相当、 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \times 2\text{hr} = 125\text{m}^3$
 $9.5\text{m} \times 5.7\text{m} \times 2.8\text{m}$ (有効) 152m^3
- xvi 活性炭吸着塔 通水LV $8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$
 空塔SV $5.0\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr}$
 必要断面積 $62.5\text{m}^3/\text{hr} \div 8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day} = 7.8\text{m}^2$
 活性炭高さ $8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr} \div 5.0\text{m}^3/\text{m}^3/\text{hr} = 1.6\text{m}$
 2 塔(予備1塔) $\times 2,400\text{D} \times 3,500\text{H}$
- xvii 処理水槽 滞留時間 1hr相当

xviii 汚泥貯留槽 汚泥発生量 0.8t/day
 含水率 99%
 滞留時間 2day

xix 脱水機 汚泥発生量 0.8t/day
 含水率 99%
 脱水ケーキ含水率 85%
 運転時間 8hr
 脱水速度 100kg/hr
 脱水ケーキ量 $0.8 \div (1-0.85) = 5.3\text{m}^3/\text{day}$

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		65,706
(b) 計測機器類		7,254
(c) その他機器類		103,182
(2) 現地工事類		
(e) 機器据付・配管工事		46,427
(f) 電気工事		37,316
(g) 塗装工事		2,469
(h) 土木工事		157,188
(i) 建築工事		69,925
(j) 現場管理費		7,875
(k) 試運転費		3,150
(3) 設計費		5,625
合計		506,117
(4) 年間当たり償却・金利コスト		
(a) 土木建築関連 40年償却	$227,113/40 =$	5,678 T-SIT/y
(b) 土木建築以外 15年償却	$279,004/15 =$	18,600
(c) 設備金利 12% 平均 6%	$506,117 \times 0.06 =$	30,367

合計

54,645

(5) 水量当たり償却・金利コスト

年間処理水量 378,000 m³ で割ると

144.6 SIT/m³

7) 運転コスト

(1) 薬品代

(a) P A C (11%) : 600kg/day x 74.7SIT/kg x 252d= 11,294.6 T-SIT/y

(b) H 2 S O 4 (98%) : 46kg/day x 70.2 x 252 = 813.8

(c) N a O H (100%) : 30kg/day x 83.2 x 252 = 629

(d) A ポリマー (powder) : 7kg/day x 990 x 252 = 1,746,4

(e) K ポリマー (powder) : 4kg/day x 2,000 x 252 = 2,016

(f) 栄養剤 (Urea 100%) : 2kg/day x 52 x 252 = 26.2

(g) 活性炭 : 450kg/day x 930 x 252 = 105,462

小計

121,988

(2) 電気代 0.8 x 7,878 kWh/day x 4.19SIT/kWh x 252 = 6,654.6

(3) 汚泥処分費 5.3m³/day x 1,423SIT/m³ x 252 = 1,900.6

(4) 用水代 40m³/day x 200 SIT/m³ x 252 = 2,016.0

(5) 灯油代 500 L/day x 60 SIT/L x 90 = 2,700.0

(6) 維持費 (土木建築以外の5%) 278,937T-SIT x 0.05 = 13,946.8

(7) 人件費 2人 x 19,200 DM/y x 89.89 SIT/DM = 3,451.8

合計

152,658

(8) 水量当たり運転コスト

年間処理水量 378,000m³ で割ると

404 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：160 SIT/ m³
- ⑤河川放流： 0
- ⑥年間廃水処理量： 100,000 m³/年

(b) 廃水1 m³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			266
合計			565

9) まとめ

河川放流の場合はの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の方が有利である。

Table 3.1.18 Equipment List of Waste Water Treatment System .

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Influent pit	1	RC	Capacity 25 m ³	Existing
	Pump	1+1	RC		
	Level switch	1			
2	Stabilization tank	1	RC	Capacity 1,500 m ³ (1 day) 9.0m×42.8m×4.5mD	
	Pumps (submersion)	1+1	FC	100A×1.8m ³ /min×8m×5.5kw	
	Blower (roots)	1	FC	150A×15.4m ³ /min×0.5kg/cm ² ×30kw	
	Screen	1	SUS	edgewire type 140m ³ /hr 1mm slit	
	Level switch	1	PVC	Float type	
	Flow meter	1	PVC	V-notch Box type 20 - 100m ³ /hr	
3	Neutralization tank	1	RC	Capacity 21.6 m ³ (20 min) 2.6m×2.6m×4.5m(actual 3.2m)D	
	Agitator	1	FC SUS	Vertical 295rpm 3.7 kw	
	pH meter/controler	1		Dip type pH 0~14	
4	Aeration tank	3	RC	Capacity 292 m ³ (14hr) 3.9m×18.7m×4.5m(4.0m)	
	air difuser	6	SUS		
	circulation pump	6	FC	100/80A×2.5m ³ /min×12m×7.5kw	
	water flow meter	6	FC		
	air flow meter	6	FC		

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
5	Mild aeration tank	1	RC	Capacity 890 m ³ (14hr) 12.3m×18.1m×4.5m(4.0m)D	
	air difuser	1	SUS		
	#1 defoaming pump	1	FC	100A×1.1m ³ /min×15m×5.5kw	
	air flow meter	1	FC		
6	#1 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 259m ³ Surface 144 m ² 12m×12m×4.5mD	
	Sludge collector	1	SS	rake type 0.4 kw	
	Pump	1	FC	100/80A×1.1m ³ /min×15m×18.5kw	
7	Contact aeration tank	1	RC	Capacity 251 m ³ (4hr) 12m×5.8m×4.5m(3.6m)D	
	contact media	1	PE	200m ³	
	#2 defoaming pump	1	FC	80A×0.8m ³ /min×15m×3.7kw	
	air flow meter	1	FC		
8	#2 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 160 m ³ Surface 100 m ² 10m×10m×4.5m(2.0m)D	
	Sludge collector	1	SS	rake type 0.4 kw	
	Sludge pump	1	FC	100/80A×1.1m ³ /min×15m×18.5kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
9	De-N tank	1	RC	Capacity 269 m ³ (4hr) 10m×8.4m×4.5m(3.2m)D	
	contact media	1	PE	40m ³	
	circulation blower	1	FC	50A×30Nm ³ /min×3.5m×2.2kw	
10	Oxidation tank	1	RC	Capacity 91.4 m ³ (1 hr) 8.4m×3.4m×4.5m(3.2m)D	
	blower	1	FC	150A×18.6Nm ³ /min×0.5kg/cm ² ×37kw	
	air flow meter	1	FC		
	difuser	1	SS		
11	Reaction tank	1	RC	Capacity 21.6 m ³ acid coating 2.6m×2.6m×4.5m(3.2m)D	
	Agitator	1	SS SUS	Vertical 295rpm 3.7 kw	
12	pH control tank	1	RC	Capacity 21.6 m ³ (20min) acid coating 2.6m×2.6m×4.5m(3.2m)D	
	Agitator	1	SS SUS	Vertical 295rpm 3.7 kw	
	pH meter	1		Dip type pH 0~14	
13	Coagulation tank	1	RC	Capacity 21.6 m ³ (20min) 1.6m×1m×2mD	
	Agitator	1	SUS	Vertical puddle 88rpm 3.7 kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
14	#3 Sedimentation tank	1	RC	Capacity 160 m ³ Surface 100 m ²	
				10m×10m×4.5m(2.0m)D	
	Sludge collector	1	SS	rake type 0.4 kw	
	Sludge pump	1	FC	100/80A×1.1m ³ /min×15m×18.5kw	
15	#1 intermidiate tank	1	RC	Capacity 152 m ³	
				9.5m×5.7m×4.5m(2.8m)D	
	sandfilter feed pump	1+1	FC	80/65A×1.2m ³ /min×18m×5.5kw	
	level switch	3	PVC	float type	
16	Sand filter	1	SS	LV=8m/hr automatic back washing	
				2.4mφ×2.25mH (straght zone 1.8H)	
17	Ozonizing tower	1	SUS	0.6mφ×2H (straght zone 1.8H)	
	ozon generator	1	SUS	10 - 70g-ozon/hr×100g/Nm ³ 0.6kW	
	excess ozon absorber	1	SUS		
18	#2 intermidiate tank	1	RC	Capacity 152 m ³	
				9.5m×5.7m×4.5m(2.8m)D	
	ACB feed pump	1+1	FC	80/65A×1.2m ³ /min×18m×5.5kw	
	level switch	3	PVC	floating type	
19	A-carbon adsorber	2	SS	LV=8m/hr manual back washing	
				2.4mφ×3.5mH (straght zone 3mH)	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
20	Treated water tank	1	RC	Capacity 151 m ³ 8.4m×4.5m×4.5m(4.0m)D	
	Level switch	1	PVC	Float type	
	pH meter	1		Dip type 10~14	
	Pumps	1+1	FC	100/80A×1.8m ³ /min×18m×7.5kw	
21	Sludge storage tank	1	RC	Capacity 21 8.4m×8.4m×4.5mD	
	sludge pump	1	FC	80A×0.2m ³ /min×12m×3.7kw	
	blower (roots)	1	FC	100A×3.2m ³ /min×5m×7.5kw	
	level switch	1	SUS	float type	
	air flow meter	1	SS		
22	Dehydrator	2	SS	Belt press type, 6.7 kw 0.8t/day(99%) cake(85%)	
	sludge coagulation tank	2	SS	0.64m ³ with agitator 88rpm	
	belt convayer	2	SS NBR	0.4m width 8m length	
	cake hopper	1	SS	12.5m ³ 0.2kW	
23	PAC tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³ 2.85mφ×3.46mH	
	Pump (diaphragm)	1	PVC	500 - 5,000cc/min×3kg/cm ² ×0.4kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
24	H ₂ SO ₄ tank	1	PE FRP	Capacity 4 m ³ 1.85m × 2.055mH	
	Pump (diaphragm)	2	PVC	6 - 60cc/min × 13kg/cm ² × 0.1kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
25	NaOH tank	1	PE FRP	Capacity 4 m ³ 1.85mφ × 2.055mH	
	Pump (diaphragm)	1	PVC	14 140cc/min × 13kg/cm ² × 0.1kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
26	Polymer(A) solving tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³ 2.85mφ × 3.46mH	
	powder solver	1	PVC	3 - 9 kg/hr 0.06kw	
	Agitator	1	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
	Pump (roots)	1	FC	65/50A × 0.31m ³ /min × 10m × 2.2kw	
27	Polymer(A) storage tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³ 2.85mφ × 3.46mH	
	Pump (diaphragm)	2	PVC	500 - 5,000cc/min × 3kg/cm ² × 0.4kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
28	Polymer(K) solving tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³ 2.85mφ × 3.46mH	
	powder solver	1	PVC	3 - 9 kg/hr 0.06kw	
	Agitator	1	SUS	Vertical 88rpm 5.5kw	
	Pump (roots)	1	FC	65/50A × 0.31m ³ /min × 10m × 2.2kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
29	Polymer(A) storage tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³	
				2.85m ϕ \times 3.46mH	
	Pump (diaphragm)	2	PVC	210 - 2,100cc/min \times 5kg/cm ² \times 0.4kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
30	Nutrients solving tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³	
				2.85m ϕ \times 3.46mH	
	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	
31	Nutrients storage tank	1	PE FRP	Capacity 20 m ³	
				2.85m ϕ \times 3.46mH	
	Pump (diaphragm)	2	PVC	210 - 2,100cc/min \times 5kg/cm ² \times 0.4kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
32	Compressor	1	FC	36 /min \times 9.9kg/cm ² \times 0.4kw	
33	Control panel	1		Indoor Self-standing enclosed type	
				1.6m \times 0.6m \times 2mH	
				AC 400V \times 50Hz	
				Push button switches	
				Alarm lamps	
				pH indicators	
				Do indicator	

Fig. 3.1.17 Flowsheet of Waste Water Treatment

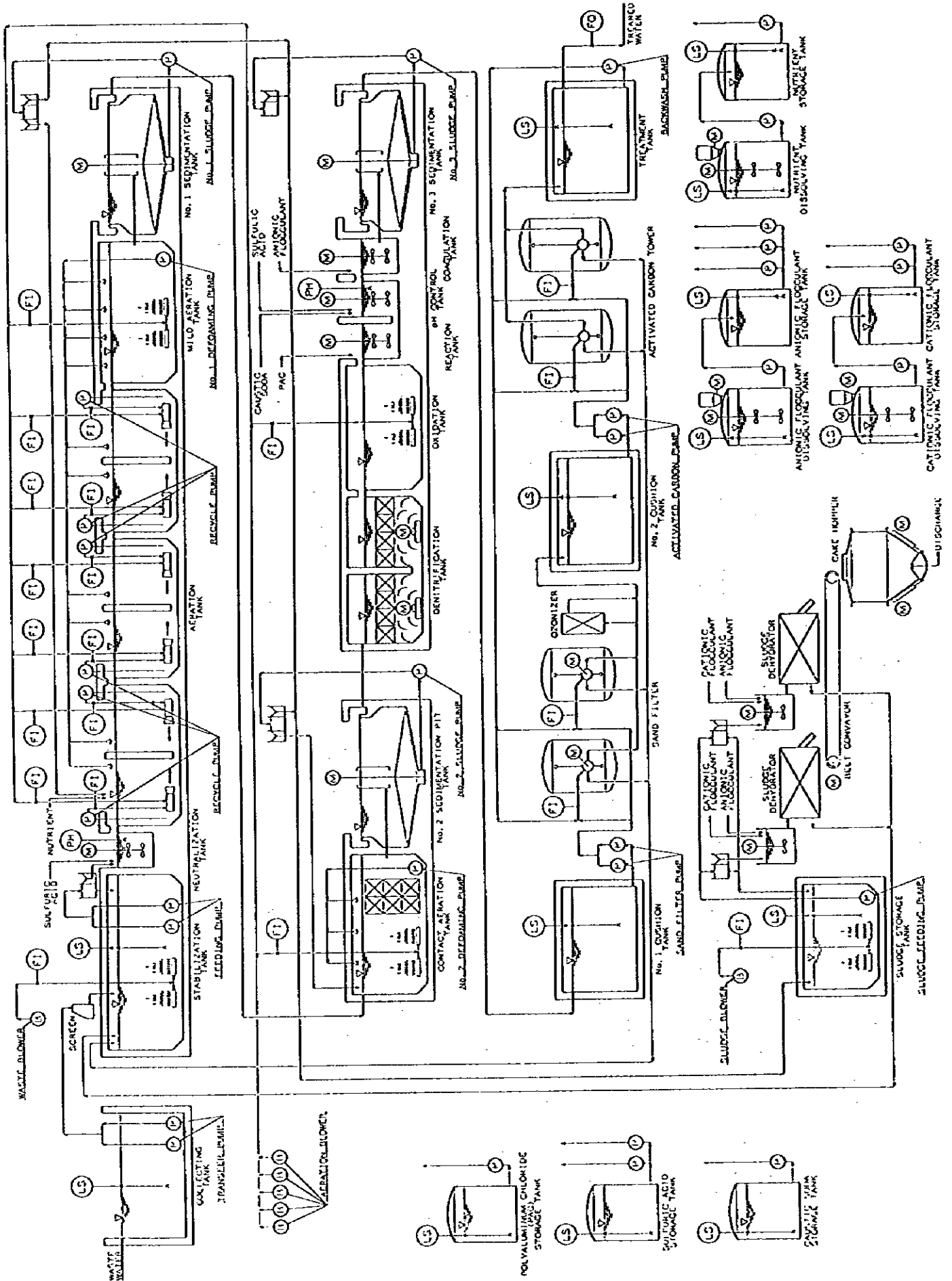
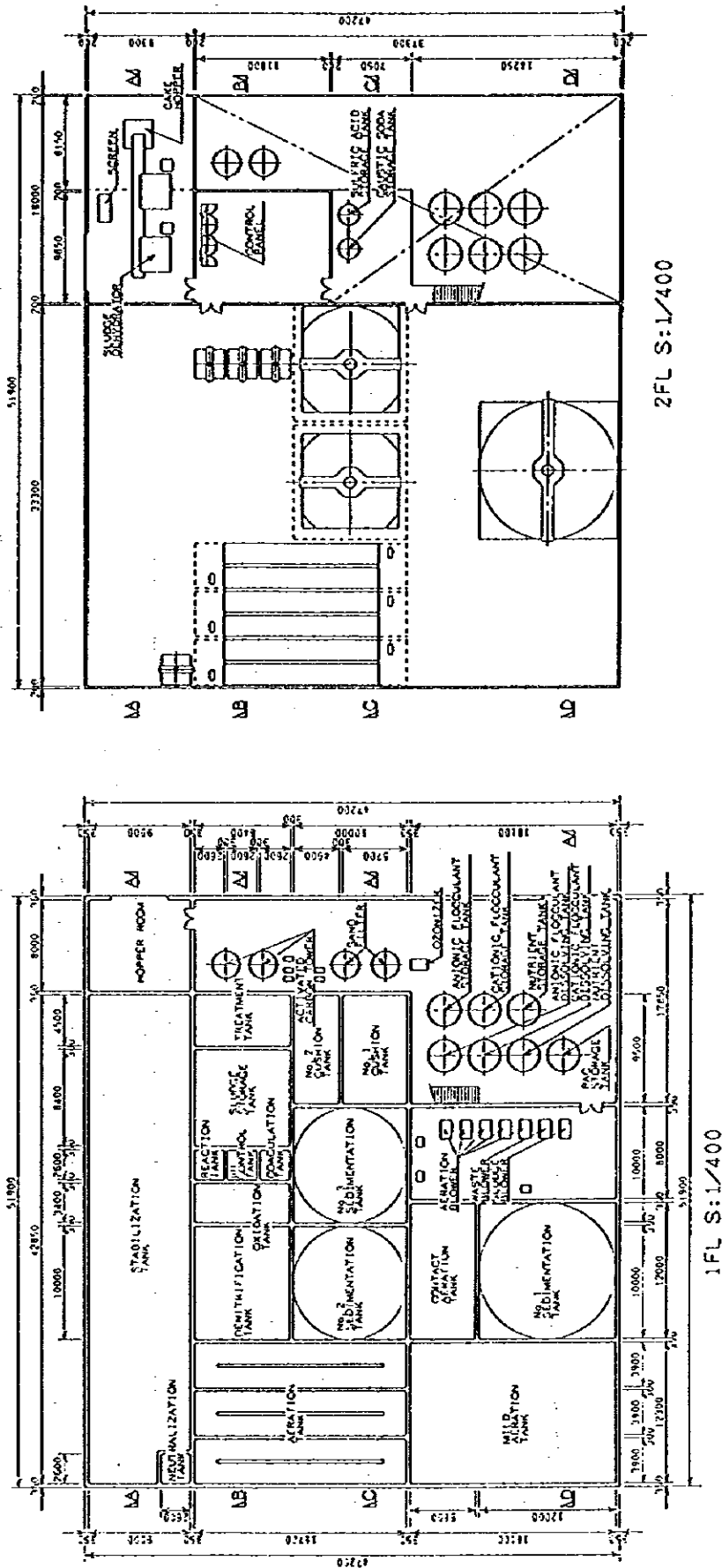


Fig. 3.1.18 Layout of Waste Water Treatment



3.1.4 財務分析

1) 前提条件

(1) プロジェクトケース

河川放流するケース (Case 1) に加えて、下水放流については、次の2ケースの技術的検討がなされた。この検討結果をふまえて財務分析を行う。

Case 2-A : 染色排水について既存の集水ピットに中和処理装置を設置する案

Case 2-B : 1/3日相当の容量の調整槽を設置する案。

(2) 廃水処理能力

廃水処理能力 : 378,000 m³/年

操業日数 : 252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各ケースの所要資金は次の通りである。建設中金利計算のために、Case 1の建設期間は1年とし、Case 2-A、2-Bは半年とする。

所要資金の内訳

(単位 : DEM, 1,000)

項 目	Case 1	Case 2-A	Case 2-B
プラント建設費	5,912	163	401
- 設備・機器	3,259	148	72
- 土木・建築	2,653	15	329
建設中金利	355	5	12
合 計	6,267	168	413

(4) 資金調達

Svila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。

以上の項目を含むプロジェクトケースごとの基本ケースにおける前提条件は表3.1.19、表3.1.22、表3.1.25に示す。

2) 財務分析

上述した前提条件に基づく、廃水処理費用明細表は、表3.1.20、表3.1.23、表3.1.26に示し、資金繰り表は、表3.1.21、表3.1.24、表3.1.27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-A	Case 2-B
変動費	3.98	0.03	0.00
直接固定費	1.02	2.32	2.29
償却・金利を除く処理費	(5.00)	(2.35)	(2.29)
償却及び金利	1.81	0.05	0.10
償却・金利を含む処理費	6.81	2.40	2.39
(総費用)			

上表から、下水放流するケース（Case 2-A、2-B）における償却及び金利を含む廃水処理費用（総費用）は、ほぼ同じ結果（2.4 DEM/m³）となり、直接河川放流するケース（Case 1）の費用と比べて、4.4 DEM/m³安くなることがわかる。

各ケースの最大費用要素として、Case 2-A、2-Bでは、直接固定費のうち下水道

料金が総費用の74%を占めているのに対して、Case 1では変動費のうち活性炭が総費用の46%を占めている。

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

項 目	Case 1	Case 2-A	Case 2-B
(A) 現金、DEM 1,000	683	20.6	38.6
(B) 債務、DEM 1,000	1,003	26.9	66.1
(C) DSR、(A)/(B)	0.68	0.76	0.58

(注) (A)：1.4.5項に示した公式の分子、(B)：同じ公式の分母

いずれのケースも1.00を下廻っており、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	13.41%(0.89)	14.58%(0.95)
0% (基本ケース)	9.13%(0.68)	9.13%(0.68)
20%アップ	6.10%(0.54)	3.13%(0.41)
Case 2-A		
20%ダウン	14.90%(1.02)	11.36%(0.85)
0% (基本ケース)	9.53%(0.76)	9.53%(0.76)
20%アップ	5.56%(0.59)	7.62%(0.68)

(注) Case 2-Bは薬品を使用しないので除外した。

Case 1では、プラント建設費より薬品が感度が高い一方、Case 2-Aでは、逆に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、低利の融資が将来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

項 目	Case 1	Case 2-A	Case 2-B
(A) 現金、DEM 1,000	683	20.6	38.6
(B) 債務、DEM 1,000	792	21.6	52.9
(C) DSR、(A)/(B)	0.86	0.95	0.73

(注) (A)：1.4.5項に示した公式の分子、(B)：同じ公式の分母

上表から、低利の資金が利用できるとすれば、いずれのケースもプラント建設費が20%削減した場合と同じ効果が期待できることがわかる。

以上述べてきた分析から、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。

下水放流については、技術面から2ケースの提案がなされた。これらの廃水処理費用が同じ結果になったことから、この選択は当工場の経営上の判断に委ねることとする。

近年、繊維の輸出不振が続き、当工場は厳しい経営状況にあり、将来低利の融資の利用は当工場にとって、資金負担の軽減に寄与すると考える。

Table 3.1.19 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Svila, Tekstilna Tovarna d.d. (M-1)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 1: Discharge to River
Annual Production	:	Textile: 7,617,030 m/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 113.25) \times 100\% = 252.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	252.00 DPY \times $1,500$ m ³ /d = $378,000$ 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*	5,912.00	Long Term Loan	: 100.00 % 6,267.00
- Equipment & Machinery	3,259.00	- Interest	: 12.00 %
- Civil & Building	2,653.00	Short Term Loan	: -
Interest during Construction	355.00		
Fixed Capital Cost	6,267.00	Total Project Financing Cost	6,267.00
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	6,267.00		

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.1.19 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				3.590		1,357.083
- PAC	kg	0.831	0.4000	0.332	151.2000	125.647
- H ₂ SO ₄ (98%)	kg	0.781	0.0307	0.024	11.5920	9.053
- NaOH (100%)	kg	0.926	0.0200	0.019	7.5600	7.001
- A Polymer (powder)	kg	11.013	0.0047	0.051	1.7640	19.427
- K Polymer (powder)	kg	22.249	0.0027	0.059	1.0080	22.427
- Urea (100%)	kg	0.578	0.0013	0.001	0.5040	0.291
- Activated Carbon	kg	10.346	0.3000	3.104	113.4000	1,173.236
Utility Cost				0.390		147.602
- Electricity	kWH	0.047	4.2016	0.196	1,588.2050	74.010
- Sludge Disposal	m ³	15.830	0.0035	0.056	1.3360	21.149
- Water	m ³	2.225	0.0267	0.059	10.0800	22.428
- Fuel	Ltr.	0.667	0.1190	0.079	45.0000	30.015
Variable Cost				3.981	378.0000	1,504.685
Personnel	Man-Year	19,200		0.102	2.0000	38.400
Maintenance	Equipment & Machinery x 5.0%			0.431		162.950
Government Charge	m ³	0.036	1.0000	0.036	378.0000	13.608
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.0000	0.453	378.0000	171.234
Direct Fixed Cost				1.022		386.192
Cash Treatment Cost				5.002	378.0000	1,890.877

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	6.810	1.0000	6.810	378.0000	2,574.155

Table 3.1.19 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (3/3)

6 Operation Schedule

(Unit: %)

Items	Project Year						Total/ Average
	(-)	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/m ³ -year	6.81 - 2005	6.81 - 2010	6.81 - 2014
Treatment Cost including D&I			
- Base Case, DEM/m ³ -year	7.81 - 2005	6.81 - 2010	6.01 - 2014
Sensitivity Analysis using FIRR	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, %	13.41	9.13	6.10
- Chemical Cost, %	14.58	9.13	3.13
Sensitivity Analysis using DSR as of 2010	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, times	0.89	0.68	0.54
- Chemical Cost, times	0.95	0.68	0.41
Debt Service Ratio (DSR), times-year			
- Base Case, @12% interest	0.50 - 2005	0.68 - 2010	0.97 - 2014
- Alt. Case, @6% interest	0.70 - 2005	0.86 - 2010	1.06 - 2014

Table 3.1.20 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (N-1) ***
 WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
 - CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEN. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	0.0	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	0.0	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13
PAC	0.0	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65
H2SO4	0.0	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06
NAOH	0.0	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
A POLYMER	0.0	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44
K POLYMER	0.0	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46
UREA	0.0	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
ACTIVATED CARBON	0.0	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24
UTILITIES COST	0.0	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57
ELECTRICITY	0.0	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01
SLUDGE DISPOSAL	0.0	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12
WATER	0.0	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43
FUEL	0.0	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
VARIABLE COST	0.0	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69
EMPLOYMENT COST	0.0	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40
MAINTENANCE COST	0.0	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95
GOVERNMENT CHARGE	0.0	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
DIRECT FIXED COST	0.0	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19
CASH TREATMENT COST	0.0	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89
EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27
CIVIL & BUILDING	0.0	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26
TOTAL TREATMENT COST	0.0	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14
UNIT TREATMENT COST	0.0	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	752.04	676.84	601.63	526.43	451.22	376.02	300.81	225.61	150.41
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	2950.18	2674.98	2799.78	2724.57	2649.37	2574.16	2498.96	2423.76	2348.55
UNIT TREATMENT COST	0.0	7.8047	7.0551	7.4056	7.2079	7.0089	6.8103	6.6110	6.4123	6.2131

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13	1357.13
PAC	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65	125.65
H2SO4	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06
NAOH	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
A POLYMER	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44	19.44
K POLYMER	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46	22.46
UREA	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
ACTIVATED CARBON	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24	1173.24
UTILITIES COST	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57	147.57
ELECTRICITY	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01	74.01
SLUDGE DISPOSAL	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12	21.12
WATER	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43	22.43
FUEL	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
VARIABLE COST	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69	1504.69
EMPLOYMENT COST	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40
MAINTENANCE COST	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95	162.95
GOVERNMENT CHARGE	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
DIRECT FIXED COST	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19	386.19
CASH TREATMENT COST	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89	1890.89
EQUIPMENT & MACHINERY	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27	217.27
CIVIL & BUILDING	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32	66.32
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67	23.67
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26
TOTAL TREATMENT COST	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14
UNIT TREATMENT COST	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152
INTEREST ON LONG TERM DEBT	75.20	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	2273.35	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14	2198.14
UNIT TREATMENT COST	6.0141	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152	5.8152

Table 3.1.21 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (M-1) ***
 FUNDS FLOW STATEMENTS
 - CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEN. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SOURCE OF FUNDS	6267.00	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04
FINANCIAL RESOURCES	6267.00	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	6267.00	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	6267.00	1378.74	1303.54	1228.33	1153.13	1077.92	1002.72	927.51	852.31	777.11
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	6267.00	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	5912.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	355.00	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	1378.74	1303.54	1228.33	1153.13	1077.92	1002.72	927.51	852.31	777.11
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0.0	626.70	626.70	626.70	626.70	626.70	626.70	626.70	626.70	626.70
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	752.04	676.84	601.63	526.43	451.22	376.02	300.81	225.61	150.41
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	-695.45	-620.24	-545.04	-469.83	-394.63	-319.42	-244.22	-169.02	-93.81
BEGINNING CASH BALANCE	0.0	0.0	-695.45	-1315.69	-1860.72	-2330.56	-2725.18	-3044.61	-3288.83	-3457.85
ENDING CASH BALANCE	0.0	-695.45	-1315.69	-1860.72	-2330.56	-2725.18	-3044.61	-3288.83	-3457.85	-3551.66

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
CASH GENERATED FROM OPERATION	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04
FINANCIAL RESOURCES	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
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	701.90	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	701.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	626.70	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	75.20	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)	-18.61	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
BEGINNING CASH BALANCE	-3551.66	-3570.27	-2886.97	-2203.68	-1520.39	-837.09
ENDING CASH BALANCE	-3570.27	-2886.97	-2203.68	-1520.39	-837.09	-153.80

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (M-1) ***
 RETURN ON INVESTMENT (IN 1996 FIXED PRICE)
 - CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEN. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	5912.00	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	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
OPERATING PROFIT	0.0	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04
DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-5912.00	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1658.12				
(2) GROSS CASH IN-FLOW	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29				
OPERATING PROFIT	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04	376.04				
DEPRECIATION & AMORTIZATION	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26	307.26				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	683.29	683.29	683.29	683.29	683.29	2341.42				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 9.13 PER CENT

Table 3.1.22 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Svila, Tekstilna Tovarna d.d. (M-1)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 2-A: Discharge to WWTP
Annual Production	:	Textile: 7,617,030 m/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 113.25) \times 100\% = 252.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	252.00 DPY \times $1,500$ m ³ /d = $378,000$ 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	:	July 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	:	0.5 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*	163.00	Long Term Loan	: 100.00 % 168.00
- Equipment & Machinery	148.00	- Interest	: 12.00 %
- Civil & Building	15.00	Short Term Loan	: -
Interest during Construction	5.00		
		Total Project Financing Cost	168.00
Fixed Capital Cost	168.00		
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	168.00		

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.1.22 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			-	0.030	-	11.527
- H ₂ SO ₄ (98%)	kg	0.781	0.01533	0.012	5.7960	4.527
- NaOH (100%)	kg	0.926	0.02000	0.019	7.5600	7.001
Utility Cost			-	0.001	-	0.440
- Electricity	kWH	0.047	0.00901	0.000	3.4070	0.160
- Water	m ³	1.112	0.00067	0.001	0.2520	0.280
Variable Cost	-	-	-	0.032	378.0000	11.968
Personnel	Man-Year	19,200		0.025	0.5000	9,600
Maintenance	Equipment & Machinery x 5.0%			0.020	-	7,400
Government Charge	m ³	0.036	1.0000	0.036	378.0000	13,608
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.0000	0.453	378.0000	171,234
Sewage Charge	m ³	1.780	1.0000	1.780	378.0000	672,840
Direct Fixed Cost	-	-	-	2.314	-	874,682
Cash Treatment Cost	-	-	-	2.346	378.0000	886,650

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	2.400	1.0000	2.400	378.0000	907,200

Table 3.1.22 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (3/3)

6 Operation Schedule

(Unit: %)

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/m ³ -year	2.40- 2005	2.40 - 2010	2.40 - 2014
Treatment Cost including D&I			
- Base Case, DEM/m ³ -year	2.43 - 2005	2.40 - 2010	2.38 - 2014
Sensitivity Analysis using FIRR	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, %	14.90	9.53	5.56
- Chemical Cost, %	11.36	9.53	7.62
Sensitivity Analysis using DSR as of 2010	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, times	1.02	0.76	0.59
- Chemical Cost, times	0.85	0.76	0.68
Debt Service Ratio (DSR), times-year			
- Base Case, @12% interest	0.56 - 2005	0.76 - 2010	1.09 - 2014
- Alt. Case, @6% interest	0.77 - 2005	0.95 - 2010	1.17 - 2014

Table 3.1.23 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (N-15) ***
 WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
 - CASE 2-A: DISCHARGE TO WWTP - - (OEM, 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M3/Y)	0.0	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	0.0	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53
H2SO4	0.0	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53
NAOH	0.0	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
UTILITIES COST	0.0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
ELECTRICITY	0.0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
WATER	0.0	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
VARIABLE COST	0.0	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97

EMPLOYMENT COST	0.0	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60
MAINTENANCE COST	0.0	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
GOVERNMENT CHARGE	0.0	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
SEWAGE CHARGE	0.0	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84
DIRECT FIXED COST	0.0	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68
CASH TREATMENT COST	0.0	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65

EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87
CIVIL & BUILDING	0.0	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57
TOTAL TREATMENT COST	0.0	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736

INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	20.16	18.14	16.13	14.11	12.10	10.08	8.06	6.05	4.03
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	917.38	815.37	913.35	911.34	909.32	907.30	905.29	903.27	901.26
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.4269	2.1600	2.4163	2.4109	2.4056	2.4003	2.3949	2.3896	2.3843

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M3/Y)	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53
H2SO4	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53
NAOH	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
UTILITIES COST	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
ELECTRICITY	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
WATER	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
VARIABLE COST	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97

EMPLOYMENT COST	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60
MAINTENANCE COST	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
GOVERNMENT CHARGE	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
SEWAGE CHARGE	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84
DIRECT FIXED COST	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68	874.68
CASH TREATMENT COST	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65	886.65

EQUIPMENT & MACHINERY	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87	9.87
CIVIL & BUILDING	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57
TOTAL TREATMENT COST	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22
UNIT TREATMENT COST	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736

INTEREST ON LONG TERM DEBT	2.02	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	899.24	897.22	897.22	897.22	897.22	897.22
UNIT TREATMENT COST	2.3789	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736	2.3736

Table 3.1.24 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (W-1) ***
 FUNDS FLOW STATEMENTS
 - CASE 2-A: DISCHARGE TO WWTP - - (DEN. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SOURCE OF FUNDS	168.00	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98
FINANCIAL RESOURCES	168.00	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	168.00	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	168.00	36.86	34.84	32.93	30.91	28.90	26.88	24.86	22.85	20.83
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	168.00	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	168.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	5.00	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	36.86	34.84	32.93	30.91	28.90	26.88	24.86	22.85	20.83
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0.0	16.80	16.80	16.80	16.80	16.80	16.80	16.80	16.80	16.80
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	20.16	18.14	16.13	14.11	12.10	10.08	8.06	6.05	4.03
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	-16.41	-14.39	-12.38	-10.36	-8.34	-6.33	-4.31	-2.30	-0.28
BEGINNING CASH BALANCE	0.0	0.0	-16.41	-30.80	-43.18	-53.54	-61.88	-68.21	-72.52	-74.82
ENDING CASH BALANCE	0.0	-16.41	-30.80	-43.18	-53.54	-61.88	-68.21	-72.52	-74.82	-75.10

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
CASH GENERATED FROM OPERATION	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98
FINANCIAL RESOURCES	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
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	18.82	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	18.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	16.80	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	2.02	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)	1.74	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
BEGINNING CASH BALANCE	-75.10	-73.37	-52.81	-32.26	-11.71	8.84
ENDING CASH BALANCE	-73.37	-52.81	-32.26	-11.71	8.84	29.39

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (W-1) ***
 RETURN ON INVESTMENT (IN 1998 FIXED PRICE)
 - CASE 2-A: DISCHARGE TO WWTP - - (DEN. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	163.00	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	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
OPERATING PROFIT	0.0	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98
DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-163.00	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.38				
(2) GROSS CASH IN-FLOW	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55				
OPERATING PROFIT	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98	9.98				
DEPRECIATION & AMORTIZATION	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57	10.57				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	20.55	20.55	20.55	20.55	20.55	28.93				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 9.53 PER CENT

Table 3.1.25 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Svila, Tekstilna Tovarna d.d. (M-1)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 2-B: Discharge to WWTP
Annual Production	:	Textile: 7,617,030 m/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 113.25) \times 100\% = 252.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	252.00 DPY $\times 1,500$ m ³ /d = 378,000 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	:	July 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	:	0.5 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
Plant Construction Cost*	401.00	Long Term Loan	413.00
- Equipment & Machinery	72.00	- Interest	12.00 %
- Civil & Building	329.00	Short Term Loan	-
Interest during Construction	12.00		
Fixed Capital Cost	413.00	Total Project Financing Cost	413.00
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	413.00		

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.1.25 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
Utility Cost			-			
- Electricity	kWH	0.047	0.00587	0.000	2.2180	0.103
Variable Cost	-	-	-	0.000	378.0000	0.103
Personnel	Man-Year	19,200		0.010	0.2000	3.840
Maintenance	Equipment & Machinery x 5.0%			0.010	-	3.600
Government Charge	m ³	0.036	1.0000	0.036	378.0000	13.608
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.0000	0.453	378.0000	171.234
Sewage Charge	m ³	1.780	1.0000	1.780	378.0000	672.840
Direct Fixed Cost	-	-	-	2.289	-	865.122
Cash Treatment Cost	-	-	-	2.289	378.0000	865.225

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	2.391	1.0000	2.391	378.0000	903.798

Table 3.1.25 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/m ³ -year	2.39 - 2005	2.39 - 2010	2.39 - 2014
Treatment Cost including D&I			
- Base Case, DEM/m ³ -year	2.46 - 2005	2.39 - 2010	2.34 - 2014
Sensitivity Analysis using FIRR	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, %	10.81	7.80	5.73
Sensitivity Analysis using DSR as of 2010	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, times	0.74	0.58	0.48
Debt Service Ratio (DSR), times-year			
- Base Case, @12% interest	0.42 - 2005	0.58 - 2010	0.83 - 2014
- Alt. Case, @6% interest	0.59 - 2005	0.73 - 2010	0.89 - 2014

Table 3.1.26 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SYILA (N-1) ***
 WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
 - CASE 2-B: DISCHARGE TO WWTP - - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	0.0	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UTILITIES COST	0.0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
ELECTRICITY	0.0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
VARIABLE COST	0.0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
EMPLOYMENT COST	0.0	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
MAINTENANCE COST	0.0	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
GOVERNMENT CHARGE	0.0	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
SEWAGE CHARGE	0.0	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84
DIRECT FIXED COST	0.0	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12
CASH TREATMENT COST	0.0	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23
EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
CIVIL & BUILDING	0.0	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82
TOTAL TREATMENT COST	0.0	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	48.58	44.60	39.65	34.69	29.74	24.78	19.82	14.87	9.91
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	928.61	923.65	918.70	913.74	908.79	903.83	898.87	893.92	888.96
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.4588	2.4435	2.4304	2.4173	2.4042	2.3911	2.3780	2.3649	2.3518

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M ³ /Y)	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00	378.00
CHEMICAL COST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
UTILITIES COST	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
ELECTRICITY	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
VARIABLE COST	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
EMPLOYMENT COST	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
MAINTENANCE COST	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
GOVERNMENT CHARGE	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61
LOCAL POLLUTION TAX	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23	171.23
SEWAGE CHARGE	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84	672.84
DIRECT FIXED COST	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12	865.12
CASH TREATMENT COST	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23	865.23
EQUIPMENT & MACHINERY	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
CIVIL & BUILDING	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82
TOTAL TREATMENT COST	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05
UNIT TREATMENT COST	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255
INTEREST ON LONG TERM DEBT	4.96	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	884.01	879.05	879.05	879.05	879.05	879.05
UNIT TREATMENT COST	2.3388	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255	2.3255

Table 3.1.27 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (4-1) ***
FUNDS FLOW STATEMENTS
- CASE 2-B: DISCHARGE TO WTP - - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2008	2010	2011	2012	2013	
SOURCE OF FUNDS	413.00	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	
FINANCIAL RESOURCES	413.00	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	413.00	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	413.00	90.66	85.90	80.95	75.99	71.04	66.08	61.12	56.17	51.21	
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	413.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
NON-DEPRECIABLE ASSETS DEPRECIABLE FIXED ASSETS INTEREST DURING CONSTRUCTION	0.0 401.09 12.00	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	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	90.66	85.90	80.95	75.99	71.04	66.08	61.12	56.17	51.21	
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT INTEREST ON LONG TERM DEBT INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0.0 0.0 0.0 0.0	41.30 0.0 49.66 0.0	41.30 0.0 44.60 0.0	41.30 0.0 39.65 0.0	41.30 0.0 34.69 0.0	41.30 0.0 29.74 0.0	41.30 0.0 24.78 0.0	41.30 0.0 19.82 0.0	41.30 0.0 14.87 0.0	41.30 0.0 9.91 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	-52.29	-47.33	-42.38	-37.42	-32.46	-27.51	-22.55	-17.60	-12.64	
BEGINNING CASH BALANCE	0.0	0.0	-52.29	-99.62	-141.99	-179.41	-211.88	-239.38	-261.94	-279.53	
ENDING CASH BALANCE	0.0	-52.29	-99.62	-141.99	-179.41	-211.88	-239.38	-261.94	-279.53	-292.17	

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57
CASH GENERATED FROM OPERATION	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75
FINANCIAL RESOURCES	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82
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	46.28	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 DEPRECIABLE FIXED ASSETS INTEREST DURING CONSTRUCTION	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0	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
DEBT SERVICES	46.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT INTEREST ON LONG TERM DEBT INTEREST ON SHORT TERM DEBT	41.30 0.0 4.96 0.0	0.0 0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 0.0 0.0	0.0 0.0 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
CASH INCREASE OR (DECREASE)	-3.68	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57
BEGINNING CASH BALANCE	-292.17	-299.65	-261.28	-222.71	-184.14	-145.56
ENDING CASH BALANCE	-299.65	-261.28	-222.71	-184.14	-145.56	-106.99

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN SVILA (4-5) ***
RETURN ON INVESTMENT (IN 1998 FIXED PRICE)
- CASE 2-B: DISCHARGE TO WTP - - (DEM. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2008	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	401.00	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	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57
OPERATING PROFIT	0.0	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75
DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-401.00	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
(2) GROSS CASH IN-FLOW	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	-205.62			
OPERATING PROFIT	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75				
DEPRECIATION & AMORTIZATION	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82	13.82				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	38.57	38.57	38.57	38.57	38.57	244.20				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 7.90 PER CENT

3.1.5 汚濁負荷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 W W T P 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。

Table 3.1.31 M-1 SVILA Color Data of the Wastewater

Sample	α (436 nm)	α (525 nm)	α (620 nm)
No. 1 Total Wastewater			
12 - 18 5. 6, 1996	42	33	25
18 - 24	14	15	18
0 - 6 6. 6, 1996	17	14	19
6 - 12	25	22	26
No. 3-1 Printing Wastewater			
8 - 16 1. 7, 1996	14	11	10
16 - 24	16	11	10
0 - 8	20	16	13
No. 3-2 Pre-washing Wastewater			
14 - 22 20. 6, 1996	11	6.8	5.9
22 - 6	3.1	1.9	1.2
6 - 14 21. 6, 1996	3.3	2.2	1.6
No.4 Dyeing Wastewater			
15 - 21 5. 6, 1996	9.7	7.1	6
21 - 3	74	80	69
3 - 9 6. 6, 1996	12	16	31
9 - 15	11	13	13
Design Base for Model System	30	30	30
Emission Standard	7	5	3

排水の色の状況を、3.1.1 のデータから抜出して Table 3.1.31.に示す。
排水処理モデルシステムの設計値としては、便宜的に3波長とも30としたが、
實際上平均値がこの値を超すことはないであろう、という安全側の高い値である。

一般に、染色工場排水の最も経済的な予備処理方法は、凝集沈殿処理である。
染色後の濃厚排水だけを分離して処理すれば、更に経済的になる可能性がある。

その観点から、濃厚染色排水のサンプルについて凝集沈殿分離のテストを実施
した。サンプリングはプリント工場の排水を代表として選定し、循環ピットから
スポットサンプルを採取した。ジャーテストの結果を Table 3.1.32 に示す。

Table 3.1.32 M-1 SVILA Result of Coagulation Test

Circulation Tank in Dyeing Factory	Sampling	Coagulation Test
Note	02.12.1996 11:30 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 0
		Floc size Large Settling time 30sec
Parameter		
pH	8.7	6.6
SS mg/l	70	< 30
Color	black	no color
α (436nm) l/m	53	3
α (525nm)	41	2
α (620nm)	40	1
t - N mg/l	11.2	
t - P mg/l	0.9	< 0.5
COD _{Cr} mg/l	270	
COD _{Mn} mg/l	240	
BOD ₅ mg/l	90	

これによると、凝集処理の効果は非常に大きい。しかも、脱色用のカチオンポリマーを使用せず無機凝集剤だけで非常に良好な脱色ができる。テストは理想的なバッチ処理のケースに相当するので、実際に連続処理をする場合は少し水質が悪い結果になるかもしれないが、この工場の場合は凝集法が好適に適用できる。

3) 予備処理設備の選定

次の3ケースについて検討した。

- ① 全排水をまとめてpH調整・凝集沈殿処理する 汚泥は脱水し外部処分
- ② 色の濃い排水だけを集めて凝集沈殿処理する 汚泥は脱水し外部処分
- ③ 色の濃い排水だけを集めて凝集処理し、そのまま放流する

① Case-1 全排水をまとめてpH調整・凝集沈殿処理する

汚泥は脱水し外部処分する

この場合は、集水管から集水ピットまで既設の設備がそのまま適用できる。全排水を処理するので、設備規模が大きく薬品コストも高く付く。色については非常に良好なレベルまで低下する。汚濁負荷削減による下水料金節減の効果は、COD_{Mn}はかなり下がるもののCOD_{Cr}の低下が小さい上、元々BOD、CODの値がそれ程高くないので、汚濁負荷による追加料金も余り高くないと見込まれ、予備処理コストを埋合わせることは難しい。

② Case-2 色の濃い排水だけを集めて凝集沈殿処理する

汚泥は脱水し外部処分する

この場合は、集水管から集水ピットまで、濃厚排水用のものを、既設の設備とは別に新設しなければならない。実際上は非常に難しい工事になるであろう。但し、その工事さえ完了すれば、処理すべき水量が少なくてすむので、処理設備、運転コストとも、大幅に安くなる。

色についても効率良く除去でき、他の水による希釈効果により、河川への排出基準を満足する程まで低下すると見込まれる。

Table 3.1.33 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)	SS mg/L ()	color (1/m)	T-N mg/L (kg/d)	T-P mg/L (kg/d)
*1(for design) Raw total wastewater	1,500	500 (750)	300 (450)	40 (60)	30	20 (30)	10 (15)
*2 Case-1 Treated total wastewater	1,500	300 (450)	200 (300)	30 (45)	3	20 (30)	1 (1.5)
*3 Thick wastewater (Raw water)	400	800 (320)	400 (160)	100 (40)	60	20 (8)	10 (4)
*4 CASE-2 Treated thick wastewater	400	400 (160)	200 (80)	30 (12)	3	20 (8)	1 (<1)
*5 CASE-3 Treated thick wastewater	400	400 (288)	200 (80)	300 (120)	3	20 (8)	1 (<1)
*6 Case-3' Mixed total discharge	1,500 Design base	200 (300)	100 (150)	100 (150)	2	20 (30)	1 (2)

注) *1: 総合排水の水質(モデルシステムの設計値)

*2 CASE-1: 総合排水を予備処理した場合

*3: 染色工程の着色排水だけを分離した場合の水質

*4 CASE-2: 着色排水だけをを予備処理した場合

*5 CASE-3: 着色排水だけをを予備処理した場合 フロックの分離なし

*6: 処理した着色排水をその他の廃水と混合した場合の総合廃水

③ Case-3 色の濃い排水だけを集めて凝集処理し、そのまま放流する

この場合は、② Case-2 で色成分を吸着したフロックを分離除去することなく、そのまま排水として放流するのである。SSの増加をもたらすものの、色の排出基準を満足し、最も経済的である。

Table 5.1.4 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	154,400,000	40	107	147
CASE-2	55,000,000	15	88	103
CASE-3	43,200,000	12	70	82
Discharge to River	506,117,000	144	404	548

CASE-1：総合排水を予備処理した場合

CASE-2：着色排水だけをを予備処理した場合

CASE-3：着色排水だけをを予備処理した場合 フロックの分離なし

4) まとめ

排水全量を処理するよりも、濃厚排水だけを集めて凝集処理する方が経済的である。色成分を吸着したフロックを分離除去することなく、そのまま放流することが許されれば、更に経済的になる。

3. 2 M-2

MARLES HOLDING, d.d. MARLES POHISTVO, d.o.o.
(Furniture)

3. 2. 1 工場概要

1) 概要

MARLES HOLDING MARIBOR d.d.o. は、一般製材業から、合板製造業、木製家具製造業及び木造建築業に至る住宅産業を一環して営むグループ会社である。その中で、MARLES ZAGA d.o.o は木材製造業を、MARLES HISE d.o.o は木造建築業を、MARLES POHISTVO d.o.o は家具製造業を営み、そして事業全体のサービスをMARLES STORITVE d.o.o が行っている。

MARLES POHISTVO d.o.o. で生産されているテーブル、椅子、食器棚及び調理台等の塗装家具は、生産量の30%がオーストリア等の諸外国に輸出されている。

MARLES HOLDING MARIBOR d.d. の工場の配置をFig. 3. 2. 1に示す。

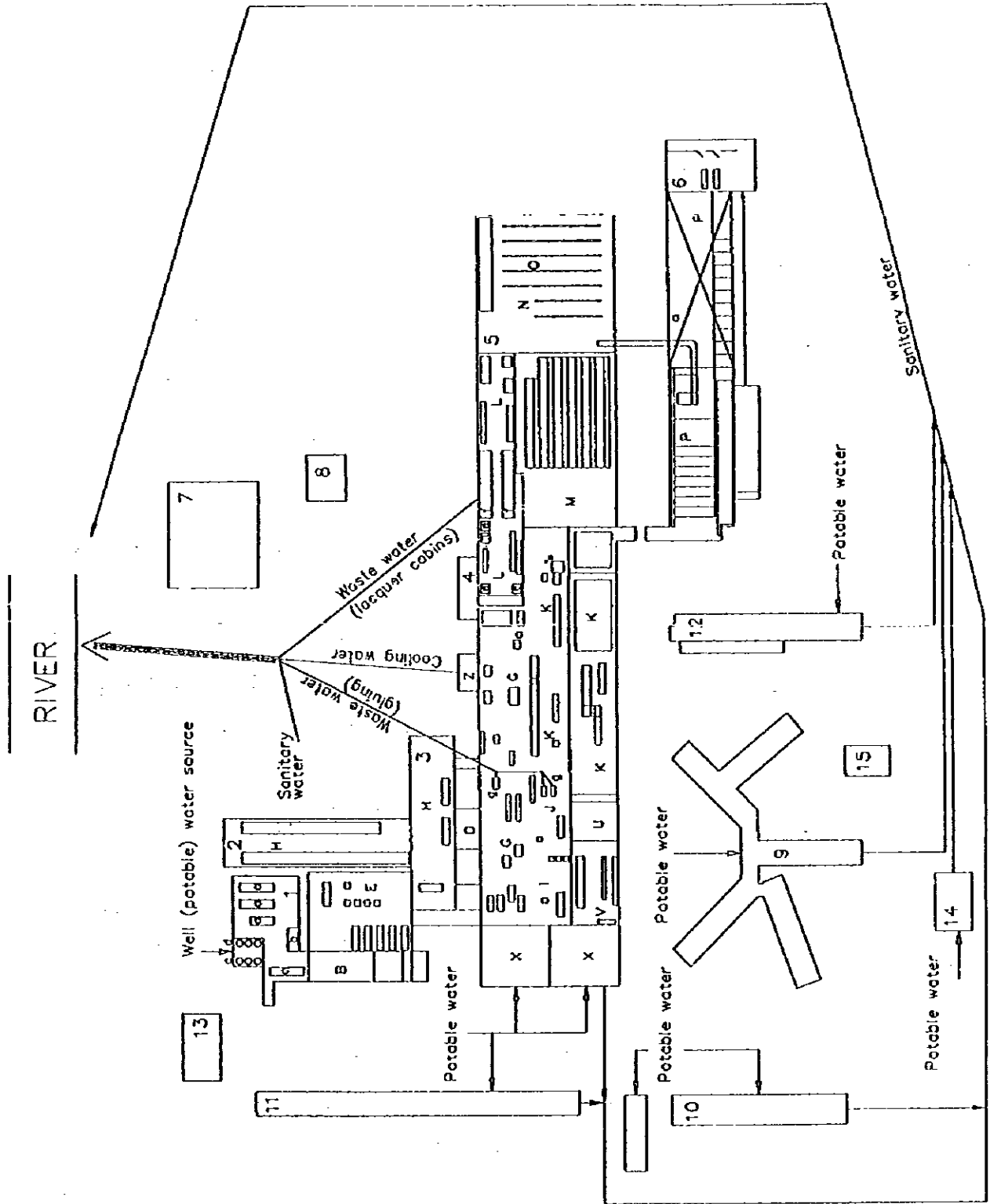
2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 3. 2. 1に示す。

Table 3. 2. 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	181.6			181.6	222.0	403.6
Raw Material						
Washing	1.3			1.3		1.3
Cooling	44.7			44.7		44.7
Air Conditioning						
Miscellaneous	70.1			70.1		70.1
Total	297.7			372	222.0	519.7
				Recovered Water/Total		42.7 %

Fig. 3.2.1 工場の配置図



3) 水供給及び廃水排出フローダイアグラム

工場の水バランスをFig. 3.2.2に示す。

(1) 用水供給設備

① 給水塔

工場の敷地内に水深28mの井戸を有している。40ℓ/secの揚水ポンプで、容量150 m³の給水塔に井水を汲み上げ、工場の生産用水、生活用水及び防火用水に供している。

② 軟化装置

生産用水のうち、ボイラ供給水には軟化装置で処理された水が使用されている。軟化装置の再生は、薬剤としてNaClを用いて、約115 m³の井水が処理された後に行われている。

(2) 製造工程と廃水の発生源

主要な製造工程図をFig. 3.2.3に示す。

当工場は木製家具製造業であるが、木材・木製品製造業としてのモデル化を図る目的で、製造工程を一般製材の製造、合板製造及び家具製造に分けて、その概要を以下に述べることとする。

a. 一般製材の製造工程

一般製材製造業は、木材繊維の強靱性、安定性を活用する各種産業用素材を供給するものである。一般製材の基本的な製造工程は次のとおりである。

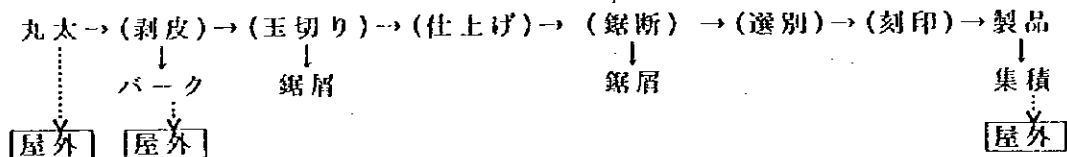
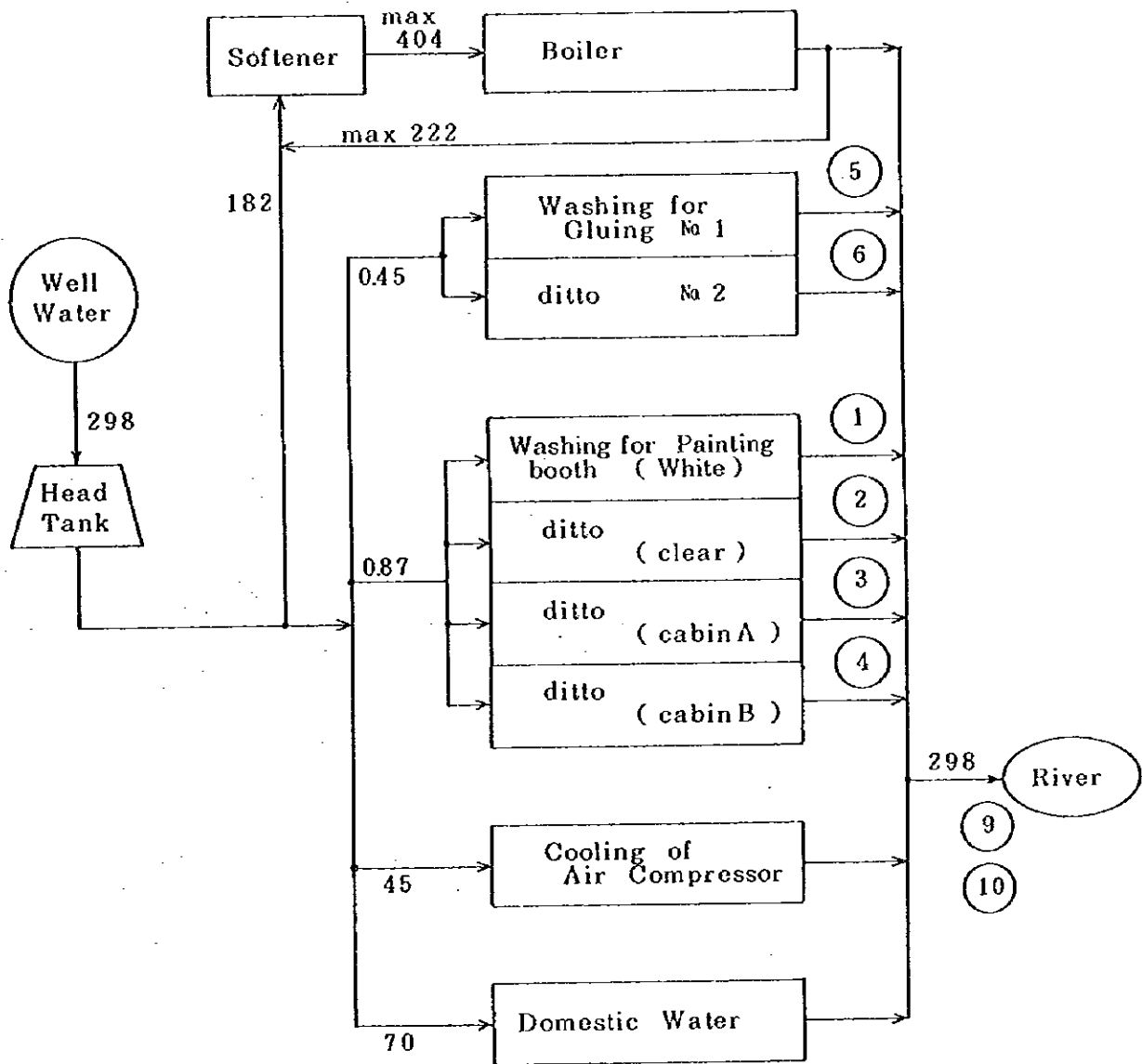


Fig 3.2.2 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



○ : Sampling points of Waste Water

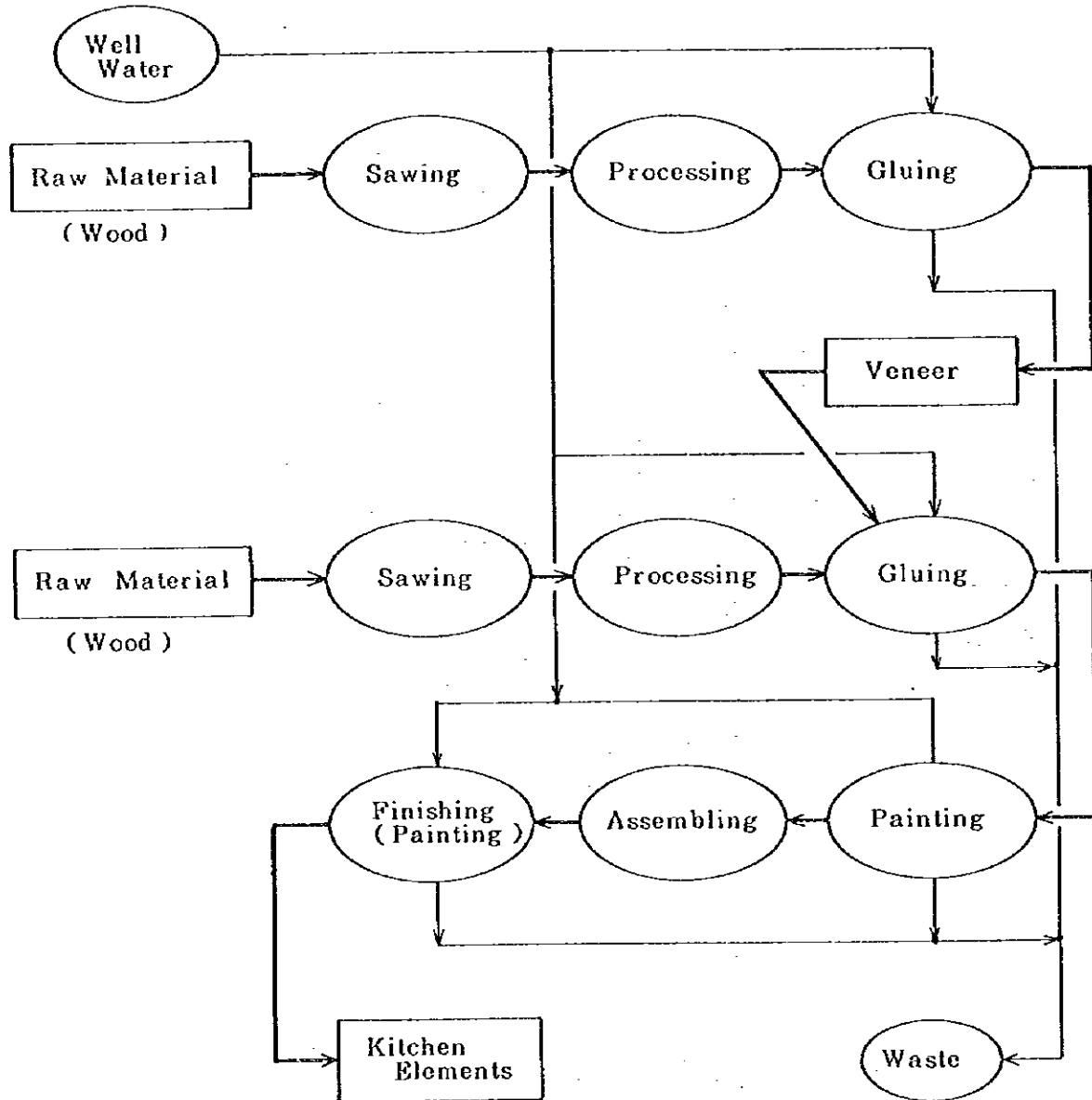
In Table 2.9

⑦ Composite Samples of 1 ~ 4

⑧ : Treated Samples of 7 with coagulation

Note : a) No flow meter is applied for the well water.

Fig 3.2.3 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE



① 貯木

原木丸太を貯木場に貯木する工程である。貯木方法に陸上貯木と水面貯木がある。陸上貯木では原木丸太の乾燥割れ防止のために散水を行う。この散水が散水廃水として発生する。水面貯木では貯木水が貯木廃水として発生する。これらの廃水には、樹皮（バーク）に付着している土砂や樹皮中の可溶性物質等が汚濁源として含まれている。汚濁の水準は散水廃水や貯木水の滞留時間によって異なる。

② 剥皮

原木丸太の表皮を剥離する工程である。剥皮作業は手作業と機械剥とがあり、機械剥では水圧バーガー、リングバーガーが用いられる。

剥皮されたバークを屋外に堆積すると、雨水などによりバーク中の可溶性物質が溶出し、雨水溝を汚染することがある。

③ 鋸断

剥皮された原木を鋸切りで裁断し、板を製造する工程である。ここでは、水を使用しないので、廃水の発生はない。

④ 製材の収材

製材された板を蓄材する工程である。製材が屋外に蓄材される場合は、運搬車や製材に付着している鋸屑が屋外に持ち出され、これが雨水によって雨水溝に流入することがある。

b. 合板の製造工程

合板製造業は、木材を薄くむいた板（単板）を繊維方向がほぼ直交するように接着剤で接着し、積層木板を製造するものである。合板の基本的な製造工程は次のとおりである。

「単板製造工程」 原木→(横切)→(剥皮)→(煮沸)→(スライス)→(乾燥)→単板

「合板製造工程」 単板→(補修)→(糊付)→(裁断)→(研磨)→製品

① 煮沸

原木を目標寸法に横切り、剥皮後に、スライスが可能になるよう原木を煮沸する工程である。ここでは、木質部の組成であるリグニン及び可溶性糖類が溶出するため、褐色の廃水が発生する。

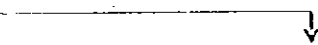
② 接着

原木の種類や単板の良否によって、表単板、裏単板または芯板に分け、これらを所定の合板の厚みに仕上げるために3枚、5枚を糊付けし、接着機で接着する工程である。ここでは、接着機の洗浄廃水が発生する。

原木の種類や耐水強度等の要求に応じて、使用接着剤を変える必要があるため、ミキサー、スプレッター、ロール及びこれらをつなぐポンプ、配管類に対して切替洗浄が行われる。通常、この洗浄廃水はスプレッターからの洗浄廃水に含まれて排出される。

c. 木材家具の製造工程

木材家具はテーブル・椅子・机等の脚物、タンス・食器棚等の箱物及び調理台等の小物に大別され、当該工場ではそれらの全てを製造している。木材家具の基本的な製造工程は次のとおりである。

合板・パーティクルボード 
板材→(乾燥)→(木取加工)→(部材加工)→(接着加工)→(塗装)→(組立)→
(仕上塗装)→製品

① 板材の調整

板材を厚さ、寸法に合わせた製材を長時間天然乾燥及び人工乾燥を行い、含水分を調整する工程である。

② 木取り・部材加工

板材から表面材、枠材、縁材等、目的に合わせて寸法取り、鋸断、鉋及びサンダー研磨仕上げを行う工程である。

③ 表面材としての合板接着工程

芯材の上に合板を接着させる工程、合板につき板を接着させて目的デザインに合った木目と高級イメージを作り出す工程、または合板に木目印刷を施した化粧合板を接着させる等の接着工程である。ここでは、合板の接着工程と同様な接着機洗浄廃水が発生する。合板のように同一素材を量産するのと異なり、目的に合った多種の素材を使用するため糊剤を変えることも多い。

④ 組立のための接着

表面材の接着加工とは異なり、部材の組立加工のための接着工程であるため、部分糊付けが多く、目的に応じた様々の糊材が使用されている。ほとんどが手加工であるために廃水の発生量は少ない。ここでは、接着機の洗浄廃

水が発生する。

⑤ 塗装

表面材に、(下塗り)→(サンダー研磨)→(中塗り)→(上塗り)の仕上げ塗装が行われる工程である。製品に曲面や複雑平面があるため、ガンズプレーによる塗装が行われている。このため、多くの塗料が加工物に付着することなく周囲に飛散し、溶剤の気化とともに塗料ミスト、塗膜研磨粉じんが発生する。これを捕獲する方法として水洗ブースを使用している。この水洗ブースが廃水として排出される。

(3) 廃水処理装置

廃水処理装置はろ過装置が設置されているが、現在では使用されていない。

(4) 廃水処理及び用水管理体制

用廃水の管理は、化学研究員のもとに1名の用水管理者により行われている。また、使用する原材料、副材料に関する資料の収集等も進められている。

4) 補給水及び廃水の各水質

(1) 補給水の水質

補給水の水質をTable 3.2.2に示す。

Table 3.2.2 補給水の水質

Items	Name of Sample	No	1	2
			Well Water	Outlet of Softener
Temp.	(°C)		15	15
pH	(-)		7.5	7.5
COD _{cr}	(mg/l)		1.5	-
T-Hardness*	(°dH)		12.4	0.02
Cl	(mg/l)		8	-
T-Fe	(mg/l)		< 0.05	0

No 1 : 補給水である井水

No 2 : 井水を軟化設備で処理を行った用水

(2) 廃水の水質

a. 廃水の排出特性

① 水洗ブース廃水 (0.87 m³/日)

塗装ブースは、2.4 m³槽×2基、3.7 m³槽×2基及び3.4 m³槽×4基を有している。そのうち、3.4 m³槽の1基 (Sample No.3) では常時、白色ポリウレタンラッカーが、また、3.7 m³の1基 (Sample No.4) では透明ポリウレタンラッカーが使用されている。その他のブースでは注文に応じた塗装が行われており、調査日の1996年6月10日は、2.4 m³槽のCabin A (Sample No.5) 及び2.4 m³槽のCabin B (Sample No.6) が使用されていた。

廃水の排出は、約2槽/月の頻度であるが、不定期である。

水洗ブース廃水には、各種の高分子化合物、顔料、界面活性剤、溶剤、可塑剤等で構成される塗料が含有されているが、工場ではこれらの含有成分には細心の注意を払っており、提示を受けた資料をまとめると以下のとおりである。

・ラッカー

キシレン、シクロヘキサン、トルエン等

・染料系塗料

メチルグリコール、エチルグリコール、ブチルグリコール、ブタノール、芳香族化合物、キシレン、トルエン、アセトン、クロム、コバル等

・硬化剤

ブチルアルコール、メチルエチルケトン、トルエンジイソシアネイト等

・溶剤

ブチルアルコール、キシレン、トルエン、メチルエチルケトン、エチルグリコールアセテート等

② 接着機洗浄廃水 (0.45 m³/日)

2基の接着機を有している。接着機は、毎日、作業終了時に洗浄され、その洗浄廃水 (Sample No.6 & 7) が排出される。

③ 生活排水 (70 m³/日)

従業員数482人の生活排水が排出されている。

④ ボイラブロー水 (182 m³/日)

廃水はほとんど汚染されていない。

⑤ コンプレッサ冷却水 (45㎥/日)

廃水はほとんど汚染されていない。

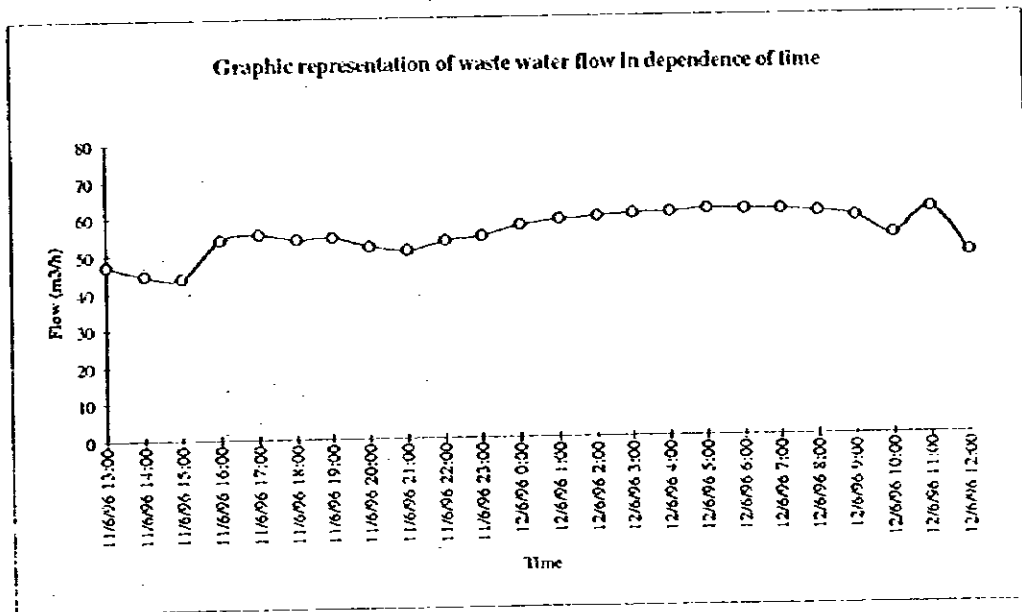
⑥ その他

軟化装置の再生廃水、貯木場の貯木水が排出される。

b. 総合廃水の排出水量

サンプリングを行った当時の総合廃水の水量測定結果をFig. 3.2.4に示す。

Fig. 3.2.4 総合廃水の水量測定結果



c. 廃水の水質

各廃水及び総合廃水の水質をTable 3.2.3に示す。サンプルNoとサンプリング場所は以下のとおりである。

(No. 3 ~ 6) : 塗装ブース廃水

(No. 7 ~ 8) : 接着機洗浄廃水

(No. 9) : 工場稼働時間中の総合廃水 (コンポジットサンプル)

(No. 10) : 工場停止時間中の総合廃水 (コンポジットサンプル)

Table 3. 2. 3 各废水及び総合废水の水質

(1/2)

No.	3	4	5	6	7
Name of Sample Items	Lacquer line (white)	Lacquer line (clear)	Lacquer Room (Cabine A)	Lacquer Room (Cabine B)	Gluing Machine A
Temp. (°C)	24	25	22	22	—
pH (—)	6.7	6.9	7.5	6.7	7.1
SS (mg/l)	160	700	880	250	27,000
T-N (mg/l)	56	59	55	54	4,000
N-NH ₃ (mg/l)	0.18	0.25	0.4	4.7	17
N-Kjeldahl (mg/l)	22	34	22	24	4,000
N-NO ₂ (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
N-NO ₃ (mg/l)	34	25	33	30	7
T-P (mg/l)	1.2	2.2	1.7	1.7	6.1
COD _{Cr} (mg/l)	4,000	7,000	11,500	10,000	19,500
BOD (mg/l)	<5	600	610	630	<5
T-fat (mg/l)	8	19	17	48	<5
CHCl ₃ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CH ₂ Cl ₂ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CCl ₄ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cl ₂ CHCHCl ₂ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cl ₂ CHCH ₂ Cl* (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
CH ₃ CCl ₃ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C ₆ H ₆ (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
C ₇ H ₈ (mg/l)	7.1	0.3	0.3	0.06	<0.05
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ (mg/l)	19	3.0	3.2	0.47	<0.05
Anionic surfactants (mg/l)	<0.05	3.2	8.4	6.2	0.6

(Note) * : Expression as CCl₄

Table 3. 2. 3 各廃水及び総合廃水の水

(2/2)

No.	8	9	10
Name of Sample	Gluing Machine B	Effluent working time	Effluent out of working
Temp. (°C)	—	16	17
pH (—)	7.4	7.1	6.9
SS (mg/l)	1,500	35	30
T-N (mg/l)	76	18.5	19.1
N-NH ₃ (mg/l)	0.11	0.72	1.0
N-Kjeldahl (mg/l)	13	16	17
N-NO ₂ (mg/l)	<0.1	0.1	0.1
N-NO ₃ (mg/l)	63	2.4	2.0
T-P (mg/l)	3.3	8.5	2.1
COD _{Cr} (mg/l)	11,000	20	27
BOD (mg/l)	100	<5	<5
T-fat (mg/l)	130	<5	<5
CHCl ₃ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
CH ₂ Cl ₂ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
CCl ₄ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
Cl ₂ CHCHCl ₂ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
Cl ₂ CHCH ₂ Cl* (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
CH ₃ CCl ₃ * (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
C ₆ H ₆ (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.01
C ₇ H ₈ (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.01
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.01
Anionic surfactants (mg/l)	2.7	<0.05	<0.01

(Note) * : Expression as CCl₄

(3) 塗装工程の水洗ブース廃水の凝集処理試験

a. 試験の目的

水洗ブース廃水は少量で、総合廃水に占める水量の割合は極めて小さいが、汚濁濃度が高く、また有機溶剤を含んでいることから、河川の水質保全上、予備処理を行う必要がある。水洗ブース廃水の予備処理として、凝集浮上法が一般に採用されている。以上のことから、水洗ブース廃水を対象に凝集処理試験を行い、その処理性を確認することを目的とする。

b. 試験の方法

№3～6の水洗ブース廃水を廃水量（容量）比に混合したものを処理対象水とし、無機凝集剤として $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ を処理対象水に添加後、pHを7に調整して凝集処理を行う。その上澄水を処理水として採取し、その水質測定を行って処理性を確認する。

c. 試験の結果

① 処理対象水の水質

処理対象水として作成した混合水のその他の水質をTable 3.2.4に示す。

② $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ の添加量

添加量は、 Al として150 mg/lである。

③ 処理水の水質

処理水の水質をTable 3.2.5に示す。

④ 毒性試験 (S_1)

処理対象水は2、凝集処理水は2以下であった。

⑤ 生分解性特性試験 (DOC)

処理対象水の結果をFig. 3.2.5に、凝集処理水の結果をFig. 3.2.6に示す。

d. 結果の考察

① 凝集処理水のSSが高いことから、無機凝集剤の最適添加量を引き続き検討することにより、上澄水のSSを0にすることは可能と考える。そのとき得られる処理水の水質は、CODをはじめいずれの項目も低い値が得られることが予想される。

② 凝集処理水はCODが減少し、BOD/COD比が高くなった。凝集処理

を行うことにより生分解性が得られる。

③ 凝集処理によって有機溶剤の除去が認められるが、少量が残存する。

e. 結論

塗装ブース廃水は凝集処理水を行うことにより、生物処理が可能な水質が得られる。

Table 3. 2. 4 処理対象水の水質

Items	No. 11	
	Name of Sample	Lacquer Waste Water
Setable Solids	(mg/l)	0.5
As	(mg/l)	<0.05
Cu	(mg/l)	<0.05
Zn	(mg/l)	<0.05
Co	(mg/l)	0.61
T-Cr	(mg/l)	0.11
Fe	(mg/l)	27
Hg	(mg/l)	0.005
TOC	(mg/l)	2,600
C ₆ H ₆	(mg/l)	0.57

Table 3. 2. 5 処理水の水質

Items	No. 12	
	Name of Sample	Treated Waste Water
pH	(-)	7.8
SS	(mg/l)	220
T-N	(mg/l)	61
N-NH ₃	(mg/l)	3.6
N-Kjeldahl	(mg/l)	32
N-NO ₂	(mg/l)	<0.1
N-NO ₃	(mg/l)	29
T-P		1.8
COD _{Cr}	(mg/l)	5,300
BOD	(mg/l)	650
T-fat	(mg/l)	9
CHCl ₃ *	(mg/l)	<0.01
CH ₂ Cl ₂ *	(mg/l)	<0.01
CCl ₄ *	(mg/l)	<0.01
Cl ₂ CHCHCl ₂ *	(mg/l)	<0.01
Cl ₂ CHCH ₂ Cl*	(mg/l)	<0.01
CH ₃ CCl ₃ *	(mg/l)	<0.01
C ₆ H ₆	(mg/l)	<0.05
C ₇ H ₈	(mg/l)	0.4
C ₆ H ₅ (CH ₃) ₂	(mg/l)	1.2
Anionic surfactants	(mg/l)	1.4
Zn	(mg/l)	0.71

(Note) * : Expression as CCl₄

Fig. 3.2.5 塗装ブース廃水の生分解特性

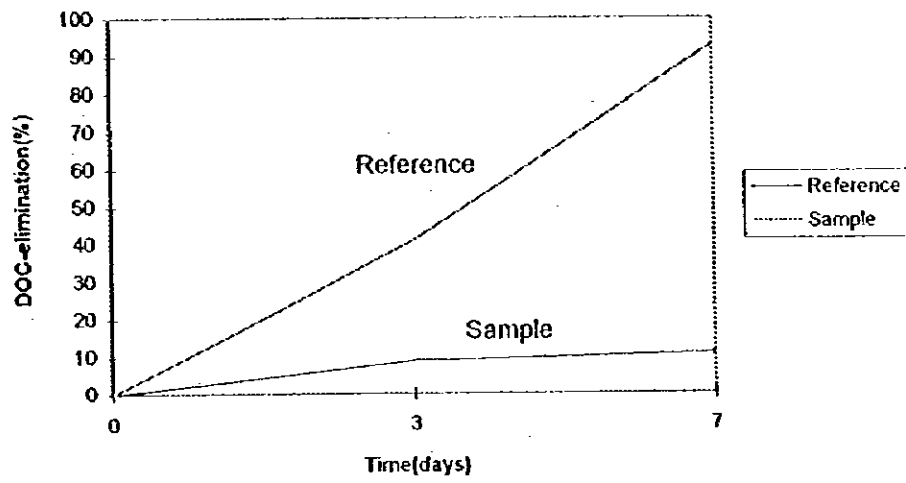
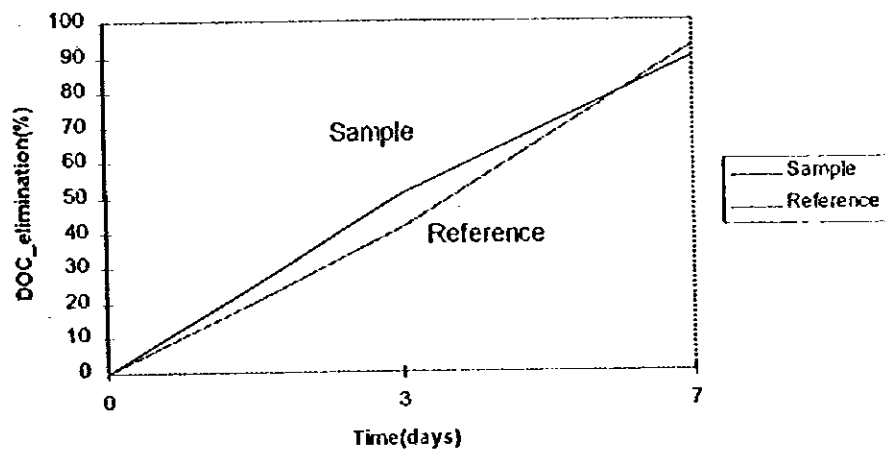


Fig. 3.2.6 塗装ブース廃水の凝集処理後の生分解特性



3. 2. 2 水使用合理化 (Water Conservation)

1) 水使用及び合理化の現状

(1) 水使用の特徴

- ① 水源は1本の井戸のみであり、井戸水は一旦高架水槽に揚水され、そこから全工場に供給されている。
- ② ボイラーの凝縮水は回収使用されているが、それ以外の用水は一過式に使用されている。
- ③ 用水量の大部分を占めるのはボイラー用水であり（全体の約61%）、次いで生活用水（約23%）、冷却用水（約15%）の順となっている。
ただし、ボイラー用水の使用量には、後述するように疑問がある。
- ④ 生産工程に直接使用されている用水は、塗装ブースの洗浄水等ごく少量（1.3㎥/日）である。
- ⑤ 冷却用水は、空気圧縮機の冷却用に一過式に使用されている。
- ⑥ 生活用水量（70㎥/日）が従業員数（482）に比べて多いが、これは全体の水バランスを計算する際に、余剰となった水量を全てこの項目に含めたため、実態とは異なるものと思われる。

(2) 合理化の現状

- ① 井戸には流量計が設置されておらず、用水量はポンプの稼働時間から推定されている。
- ② 高架水槽が設置されているので、井戸水の無駄な揚水は行われていない。
- ③ ボイラーの凝縮水は、約55%が回収使用されている。しかし、ここに示されている水量及び回収率は、全ボイラー（3台、蒸発能力 16.9t/h）が 24 h/D 稼働した場合の計画値であり、実態とはかなり異なっている。
- ④ 現在のボイラの稼働状況は、以下の通り。
 - ・夏期（4月～10月）は 2.0～2.5t/h X 5d/Week X 24h/D
 - ・冬季（10月～4月）は 8t/h X 2台 X 50%稼働 X 24h/D
- ⑤ 排水口で測定された水量は約60㎥/hで、日量では千㎥を超える。この値は用水量として示されている値（298 ㎥/日）より非常に多い。
これは、木材運搬用の水路の水が排水路に混入しているものと推定される。
- ⑥ 調査表記載の用水量には種々の疑問点があり、実際の用水量はこの値より

少ない可能性もある。

2) 水使用合理化の計画

(1) 用水量管理の実施

現状では正確な井戸水の揚水量が計測されていないので、用水量の管理は行われていないに等しい。まず井戸水の流量計を設置して、工場全体の用水量の管理が実施されなければならない。これが水使用合理化の基本である。前述の様に、調査表記載の用水量自体がはなはだ不正確な状態では、この値に基づいて個々の合理化方法を検討してもあまり意味がない。

(2) 空気圧縮機の間接冷却用水の循環使用

(a) 計画の概要

空気圧縮機の間接冷却用水は現在一過式に使用されており、この廃水を冷却塔を使用して循環使用する。ただし出口の水温は不明なので、20℃と仮定する。

なおここでは、調査表記載の用水量が正しいものとして、計画した。

(b) 基本条件

基本条件をTable 3.2.6に示す。

Table 3.2.6 基本条件

	水量 m ³ /D	作業時間 h/D	水量 m ³ /h	水温 (℃)		回収率 %	節水量 m ³ /D	所要熱量 Kcal/h	年間作業日数 d/Y
				入口	出口				
現状	45	8	5.6	15	25			56,000	239
計画	45	8	5.6	25	35	95	42.8	56,000	239

(c) 機器の概略仕様

機器の概略仕様をTable 3.2.7に示す。

Table 3.2.7 機器の概略仕様

項目	基数	仕様
冷却塔	1	78,000 Kcal/h, ファン動力 0.6 kW
循環ポンプ	2, 内1 は予備	口径 40φ, 動力1.5 kW
計器・制御器	1 式	導電率指示計
配管	1 式	循環配管65φ, 放流配管25φ, 給水配管15φ

(d) 概略フローシート及び配置図

概略フローシートをFig. 3.2.7に、また配置をFig. 3.2.8に示す。

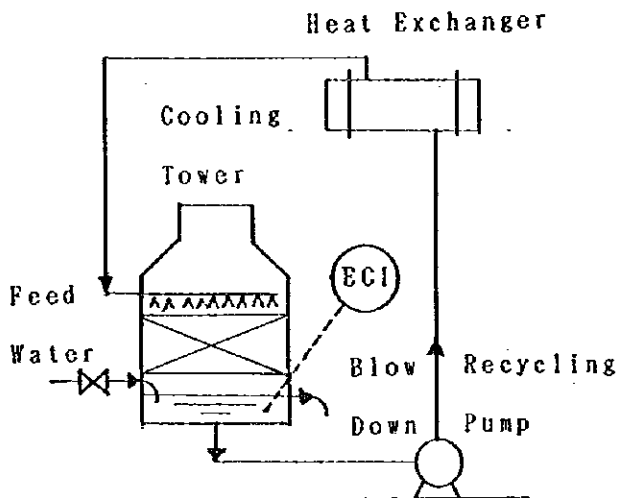


Fig. 3.2.7 概略フローシート

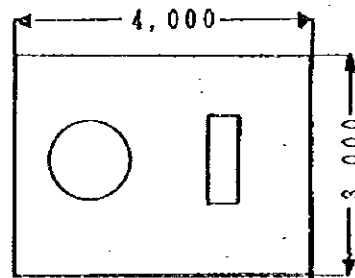


Fig. 3.2.8 配置図

(e) 所要費用の概算

・設備費

設備費をTable 3.2.8に示す。

Table 3.2.8 設備費

項目	単価 (千SIT)	基数	金額 (千SIT)
冷却塔	460	1	460
循環ポンプ	180	2	360
計器・制御器		1 式	100
配管及び配管工事		1 式	687
機器据付及び その他の現場工事費		1 式	276
合計			1,883

・ 運転費

運転費を Table 3.2.9 に示す。

Table 3.2.9 運転費

項目	必要量	単価	所要費用		回収水当り (SIT/㎡)
			(SIT/D)	(千SIT/Y)	
電力費	2.1kW×0.8×8h/D	15SIT/KW・h	202	48.2	4.7
人件費	他の業務と兼任				
薬品費			171	40.9	4.0
合計			373	89.1	8.7

・ 所要費用

所要費用を Table 3.2.10 に示す。

Table 3.2.10 所要費用

項 目		年 額 (千SIT/Y)	回 収 水 当 り (SIT/㎡)	備 考
固定費	設備償却費	126.2		15年均等償却
	金 利	94.2		10%
	設備補修費	94.2		年額設備費の5%
	(小 計)	314.6	30.8	
運 転 費		89.1	8.7	
(合 計)		403.7	39.5	

(f) 技術的検討 (Technical Comment)

① 現在使用されている冷却水の温度は約15℃。冷却塔により得られる水温は、夏期の最も暑い時期において約25℃。従って、夏期の短い期間において、油の冷却が不十分になる恐れがある。

この場合は、一時的に井戸水の補給量をふやすか、全面的に井戸水使用に切り替える必要がある。しかし、その期間は長くても2ヶ月程度と想定されるので、節水の効果は十分あるものと考えられる。

② 水源となる井戸水は、かなり硬度が高い(約12° dH)。従って、冷却塔による循環の程度(通常濃縮倍率で表される)を高くすると、スケールが析出したり腐食が発生したりする恐れがある。井戸水の水質からみて、問題ない運転可能な濃縮倍率は2程度と考えられる。この前提に基づき冷却塔の運転条件を、下記のように想定した。

- ・ 冷却温度差は10℃、それに対応する蒸発率は約2%。
- ・ 濃縮倍率2に対応するブローダウン率(排出率)は約2%。
- ・ 飛散損失等を考慮した全体の水の損失率は約5%、従って補給水の率は約5%となる。
- ・ 上記の想定から、回収率(節水率に等しい)95%が導き出される。

(g) 経済性評価 (Economic Evaluation)

このシステムにおける回収水当りの費用は約40SIT/㎡である。この値を以下の条件において検討してみる。

- ① 現状では用廃水に関して支払われている費用は 62.9 SIT/㎡ なので、回収使用は明らかに有利である。なおこの費用は、国及び市の規定によれば、約 57SIT/㎡ になるはずである。
- ② 将来廃水が下水道に放流される場合には、下水道料金として前記の費用以外に 160 SIT/㎡ 以上が徴収される見込みなので、回収使用はさらに有利となる。
- ③ 将来共河川への放流を続ける場合は、使用に付随する税金約 57SIT/㎡ は支払う必要があると考えられるので、回収使用は経済的に成り立つ。

(h) その他の問題点

本工場より発生する廃水量は僅少 (1.3㎡/日) なので、廃水が放流される場合には冷却用水によって大幅に希釈されている。循環使用によって冷却水の使用量が減ると、希釈の効果が無くなり、廃水処理のシステムに影響を及ぼす可能性がある。

(2) 廃水の再生使用

- ① 塗装ブース洗浄水の廃水は、水量が僅少でしかも汚れの程度が非常に高いので、再生使用には全く不適當である。
- ② 生活排水の再生使用は、下水道料金が安いので、経済的に成り立つ可能性はほとんどない。

(3) その他の方法

生活用水の使用量が多いので、それを節約することが考えられる。その方法としては、

- ① 節水型便器の使用、
- ② 男子用小便器に自動洗浄器を設置、
- ③ 水栓・シャワーに節水型こまやオリフィスの設置

等がある。いずれも比較的容易に実施できる方法なので、新規にこれらの設備が設置される場合はもちろん、従来の設備についても順次改良されることが望ましい。

なお、生活用水の使用量が従業員数に比べて多いことは、すでに指摘した。

(4) 水使用合理化計画のまとめ

水使用合理化計画をまとめてTable 3.2.11に示す。

Table 3.2.11 水使用合理化計画のまとめ

No.	合理化計画の内容	節水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	回収水当たりの費用 (SIT/m^3)
1	空気圧縮機用間接冷却の 冷却塔による循環使用	42.8	39.5

	現 状	合理化後
用 水 量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	298	257
用水量原単位 (m^3/Set)	0.74	0.64

備考；台所セット生産量 96,552/Y, 404/D

節水率 13.7%

3. 2. 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

MARLES HOLDING MARIBOR d. d. は一般製材工場、合板製造工場、木製家具工場及び木造建築工場から構成されている。サンプリングを行った当時の総合廃水の水量測定結果は、家具製造工場から排出される廃水量をはるかに上回っており、一般製材工場から貯木水が排出されていたことが推測される。放流水の水質はWWT P及び河川の放流基準を十分に満足しており、現状では、廃水処理装置を設置する必要はないが、家具製造工場から排出される廃水の排出状況によっては基準を上回ることが起こる恐れもある。

家具製造工場から排出される廃水は、高濃度の有機性廃水で、その発生量は少量である。したがって、発生時点、すなわちその他の低濃度の廃水に希釈される前に処理を施すことが経済的である。

家具製造工場から排出される廃水は、次のとおりである。

a. 廃水処理を必要とする廃水

① 水洗ブース廃水

高濃度の有機性廃水である。極めて少量が、不定期に発生する。

② 接着機洗浄廃水

高濃度の有機性廃水である。極めて少量が、作業終了時に毎日発生する。

③ 生活排水

常時排出される。

b. 廃水処理を必要としない廃水

① ボイラブロー水

ほとんど汚染されていない。

② コンプレッサ冷却水

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

家具製造廃水処理の中心は、塗装の水洗ブース廃水と接着機洗浄廃水である。これらの廃水は有機性でCODが高く、廃水の発生量が少量である。

CODを処理する方法として、①凝集沈殿法等の物理的処理、②フェントン酸化法等の化学的処理、③燃焼処理、④湿式酸化法などがある。

凝集処理は試験の結果が示すとおり、処理水は生分解性を持つ。本法は予備処理として最も一般的に採用されており、イニシャル及びランニングコストが安価である。したがって、本法を採用する。

廃水量が少量であること、廃水処理の問題を残さないこと等を考慮すると、噴霧燃焼法が適していると言えるが、CODがそれほど高くないこと、微量ではあるが有機塩素化合物を含有していることから、燃焼生成物による二次公害の恐れがあること、運転が容易でないこと等の問題がある。湿式酸化法にも同様な問題がある。

フェントン酸化法等の化学処理は、完全酸化を目指すと、一般的に理論必要量以上の酸化剤が必要となること、しかも酸化の中間生成物による二次公害の恐れがあること等の問題はあがるが、活性炭吸着法などの単位操作を組み合わせることにより確実な処理が期待できる。しかしながら、凝集沈殿法と比較すると高価となる。

(2) 予備処理システムの概要

予備処理の対象となる廃水は水洗ブース廃水と接着機洗浄廃水で、この混合廃水を回分式に処理を行う。これらの廃水は廃水受槽に排出され、均質化されて、揚水ポンプで反応槽に導かれる。ここで、定量の $Al_2(SO_4)_3$ が添加され、更に反応槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加されて中和される。次に、アニオンタイプの高分子凝集剤が添加されてフロックが形成されると、凝集処理が完了する。凝集処理後はそのまま放置されて、フロックが沈殿分離される。上澄水はWWTPに放流される。沈殿した汚泥には、更にアニオンタイプの高分子凝集剤が添加された後、脱水機で脱水処理が行われ、脱水ケーキとして外部に搬出される。

調整槽の水質は、排出される水洗ブース廃水ごとに異なることが予想されるが、運転を通じて $Al_2(SO_4)_3$ の最適添加量を把握する必要がある。

(3) 設計条件

a. 廃水の水質

廃水の水質及び水量をTable 3.2.12に示す。

Table 3. 2. 12 廃水の水質

	Waste Water of Painting Booth	Waste Water of Gluing Machine
pH	6.7~7.5	6.9~7.1
COD (mg/ℓ)	4,000~11,500	11,000~19,500
BOD (mg/ℓ)	(600~630)	(100)
SS (mg/ℓ)	160~880	1,500~27,000
T-fat (mg/ℓ)	8~48	130
N-NH ₃ (mg/ℓ)	0.1~4.7	0.11~17
N-NO ₂ (mg/ℓ)	<0.1	<0.1
T-P (mg/ℓ)	1.2~2.2	3.3~6.1
m ³ /day	0.87	0.45

b. 処理水量

総合廃水量：304 m³/日

① 廃水処理を必要とする廃水

接着機洗浄廃水：0.45 m³/日

水洗ブース廃水：0.87 m³/日

軟化設備再生廃水：8 m³/日

② 廃水処理を必要としない廃水

生活排水：70 m³/日

ホイラブロー水：180 m³/日

コンプレッサ冷却水：45 m³/日

c. 廃水流入時間

12 h/日

d. 運転時間

12 h/日

e. 処理水の水質

WWTP放流の場合の水質基準をTable 3. 2. 13に示す。

Table 3.2.13 放流水の水質基準

項 目		単 位	河 川	下 水
1	温 度	℃	3 0	4 0
2	p H	-	6.5 ~ 9.0	6.5 ~ 9.5
3	S S	mg/ℓ	8 0	(a)
4	S V ₅₀	mℓ/ℓ	0.5	1 0
5	S A K (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	A s	mg/ℓ	0.1	0.1
11	C u	mg/ℓ	0.5	0.5
12	B a	mg/ℓ	5.0	5.0
13	Z n	mg/ℓ	2.0	2.0
14	C d	mg/ℓ	0.1	0.1
15	C o	mg/ℓ	1.0	1.0
16	S n	mg/ℓ	2.0	2.0
17	T-C r	mg/ℓ	0.5	0.5
18	C r ⁶⁺	mg/ℓ	0.1	0.1
19	N i	mg/ℓ	0.5	0.5
20	A g	mg/ℓ	0.1	0.1
21	P b	mg/ℓ	0.5	0.5
22	F e	mg/ℓ	2.0	(d)
23	H g	mg/ℓ	0.0 1	0.0 1
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	(f)	3 0 0
35	S	mg/ℓ	0.1	1.0
36	SO ₃	mg/ℓ	1.0	1 0
37	TOC	mg/ℓ	3 0	-
38	COD _c	mg/ℓ	1 2 0	-
39	BOD ₅	mg/ℓ	2 5	-
40	全油分	mg/ℓ	2 0	1 0 0
41	THC	mg/ℓ	1 0	2 0
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。

(4) 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. 3.2.9に示す。

b. レイアウト

予備処理装置のレイアウトをFig. 3.2.10に示す。

c. 機器リスト

予備処理装置の機器リストをTable 3.2.14に示す。

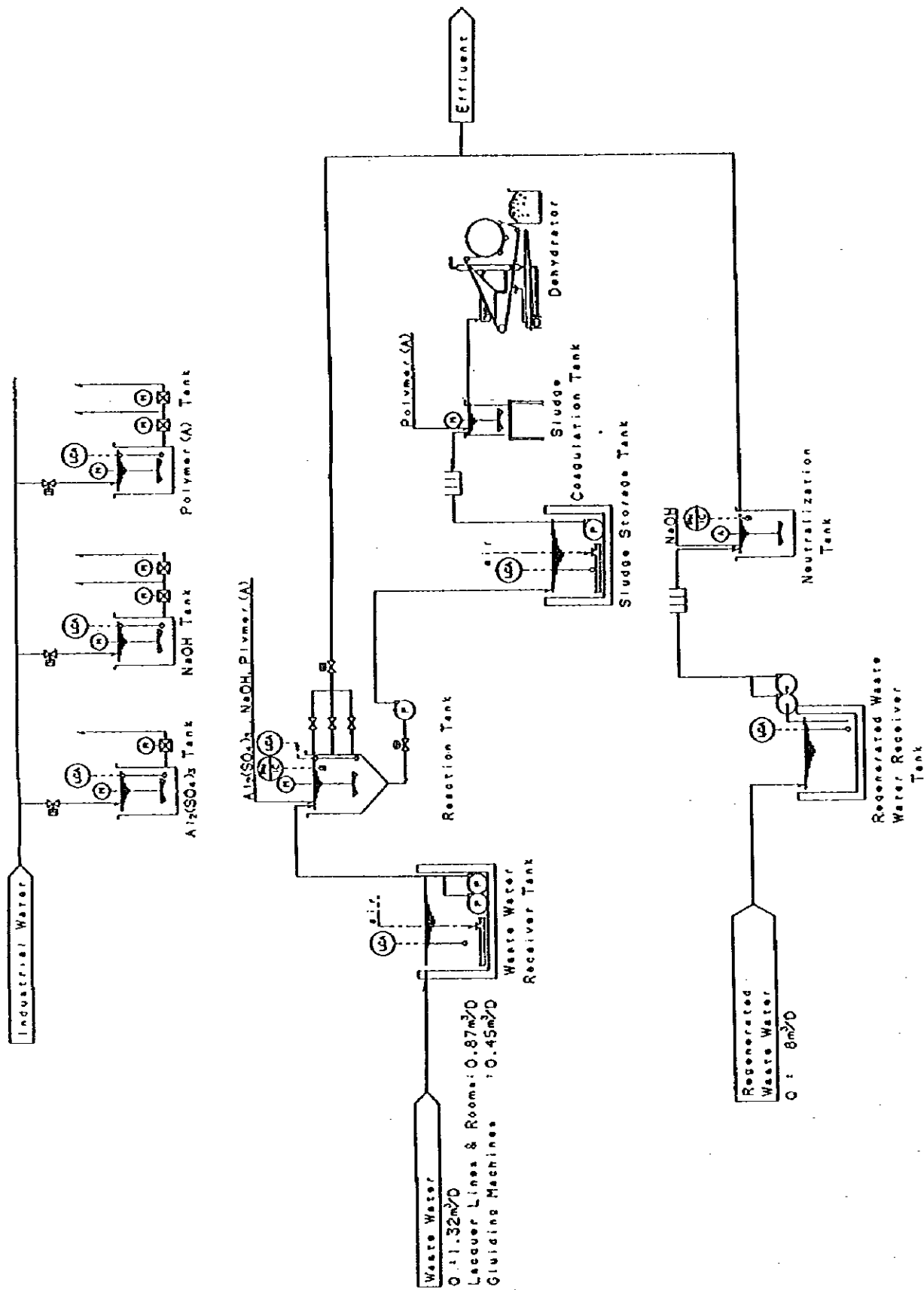


Fig. 3.2.9 前処理装置のプロシート

No.	Description	Remarks
1	W.W.Receiver Tank	
2	R.W.W.Receiver Tank	
3	No.1 Reaction Tank	
4	Neutralization Tank	
5	Coagulation Tank	
6	Sludge Storage Tank	
7	Dehydrator	
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ Tank	
9	NaOH Tank	
10	Polymer Tank A	

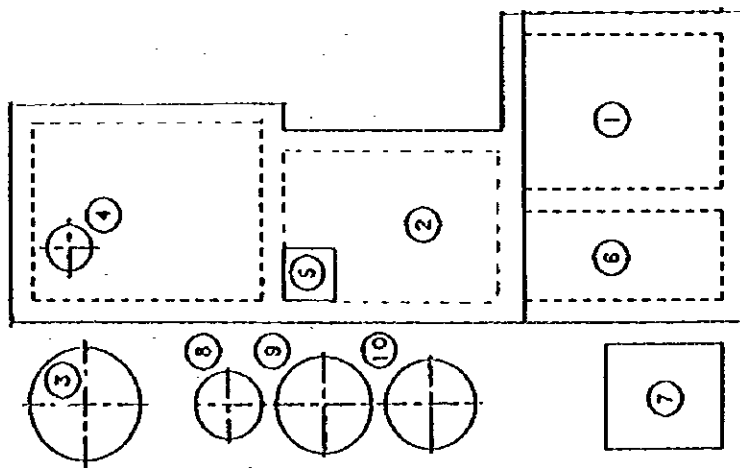


Fig. 3.2.10 前処理装置のレイアウト

Table 3. 2. 14 機器リスト

(1/4)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Waste Water				
	Receiver Tank	1	RC	Capacity : 5m ³ Shape : 2.7mW×1.8mL×2.0mD with air diffuser	
	Pump	2	FC	50φ×120ℓ/min×8m×1.5kw Submersion type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
2	NaI Reaction Tank	1	FRP	Capacity : 2m ³ Shape : 1.5φm×1.8mH Coan type	
	Pump	1	CS+R/L	40φ×100ℓ/min×8m×0.4kW Centrifugal type for slurry	
	Agitator	1	CS+R/L	Vertical type 0.75kw	
	pH Meter	1		Dip type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
3	Regenerated Waste Water	1	RC+FRP	Capacity : 10m ³	
	Tank			Shape : 3.1mW×2.4mL×3mD	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
	Pump	2	PVC	25φ×20ℓ/min×8m×0.75kW	
4	Neutralization Tank	1	FRP	Capacity : 200ℓ	
	Agitator	1	SS+R/L	Portable type 0.1kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	

Table 3. 2. 14 機器リスト

(2/4)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
5	Sludge Storage Tank	1	RC	Capacity : 5m ³ Shape : 2.7mLW×1.2mL×2.0mD with air diffuser	
	Pump	1	FC	50φ×60ℓ/min×10m×0.75kW Submersion type for slurry	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
	Flow Meter	1		Box type	
6	Sludge Coagulation Tank	2	CS	Capacity : 0.1m ³ Shape : 0.4m×0.4m×0.85mH	
	Agitator	2	SUS	Portable type 0.1kW	
7	Dehydrator	1		Belt Press type, 0.82kW Filter wide 360m/m Sludge box 1m ³	
8	Al ₂ (SO ₄) ₃ Tank	1	FRP	Capacity : 500ℓ Shape : 0.9mφ×1.6mH	
	NaI Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	15φ×0.25ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW Diaphragm type	
	Agitator	1	SS+R/L	Vertical type 0.1kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
9	NaOH Tank	1	FRP	Capacity : 2m ³	

Table 3. 2.14 機器リスト

(3/4)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
				Shape : 1.3m ϕ × 1.6mH	
	NaI Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	25 ϕ × 6 ℓ /min × 3kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Neutralization				
	Feed Pump	1	PVC	15 ϕ × 0.05 ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
10	Polymer (A) Tank	1	FRP	Capacity : 1.5m ³	
				Shape : 1.2 m ϕ × 1.3mH	
	NaI Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	15 ϕ × 0.25 ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Sludge Coagulation				
	Tank Feed Pump	1	PVC	15 ϕ × 0.25 ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
11	Blower				
	for Aeration	2		50 ϕ × 1.84m ³ /min × 4500mmAq × 3.7kW	
	Flow meter	1	CS	Area type	
	for Agitation	1		50 ϕ × 1.28m ³ /min × 4500mmAq × 3.7kW	

Tab3.2.14 機器リスト

(4/4)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1 2	Control Panel	1		Indoor self-standing enclosed type	
				Push button switch	
				Alarm lamp	
				pH indicator	
1 3	Pipe				
	Raw Waste Water Line		VP		
	Treated Water Line		VP		
	Chemical Dosing Line		VP		
	Air Line		SGP		
1 4	Bilding		Steel frame &	156 m ² X 7H	
			slate roof		

d. 設計計算書

・ 廃水受槽

合板機洗浄廃水は1日分 0.45m^3 、また塗装ブース廃水は不定期に 3.7m^3 /回(最大)が排出されるものを受ける。

$$0.45\text{m}^3 + 3.7\text{m}^3 = 4.15\text{m}^3$$

決定値 5m^3

・ 反応槽

1回/日のバッチ処理とする。1日当りの廃水量 1.32m^3 及び薬品添加による液量増加を考慮する。

決定値 2m^3

・ 再生廃水受槽

軟化装置再生廃水の1回分(1日) 8m^3 を貯留出来るものとする。

$$8\text{m}^3/\text{日} \times 1\text{日} = 8\text{m}^3$$

決定値 10m^3

・ 中和槽

平均流入水量 $8\text{m}^3/\text{日}$ に対して、滞留時間10分以上とする。

$$8\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{h} \times 10\text{min} = 60\text{ℓ}$$

攪拌機及びpH計を設置できる容量とする。

決定値 200ℓ

・ 汚泥貯槽

1日の汚泥発生量

凝沈汚泥 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 添加量 $42.6\text{kg}/\text{日}$)

$$21.9\text{kg}/\text{日} \times 0.456 = 10\text{kg}/\text{日} \text{ (as } \text{Al}(\text{OH})_3)$$

$$1.32\text{m}^3/\text{日} \times 5,150\text{g}/\text{m}^3 = 6.8\text{kg}/\text{日} \text{ (as SS)}$$

$$\text{計 } 16.8\text{kg}/\text{日} \text{ (as Dry)}$$

$$840\text{ kg}/\text{日} \text{ (as 2\%)}$$

脱水機稼動を8H/3Dとして3日分以上の貯留とする。

$$V = 0.84\text{m}^3/\text{日} \times 3\text{日} = 2.5\text{m}^3$$

決定値 3m^3

・ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 槽

使用量

102kg/日 as Al₂O₃ 8% (27.3kg/日 as Dry)

5日貯留とする。

$$V = 102\text{kg/日} \div 1.2 (\text{比重}) \times 5\text{日} = 425\text{ℓ}$$

決定値 500ℓ

・ NaOH槽

使用量

15.4kg/日 (as 100%) = 308kg/日 (as 5%)

5日貯留とする。

$$V = 308\text{kg/日} \div 1\text{kg/ℓ} \times 5\text{日} = 1,540\text{ℓ}$$

決定値 2m³

・ Polymer槽(A) (0.1%濃度)

使用量

廃水用 0.018kg/日 as Dry (SS量の0.5%添加)

脱水用 0.11 kg/日 as Dry (SS量の0.5%添加)

合計 0.128 kg/日 as Dry

$$0.128\text{kg/日} \div 0.1\% = 128\text{kg/日}$$

5日貯留とする。

$$V = 128\text{kg/日} \div 1\text{kg/ℓ} \times 5\text{日} = 640\text{ℓ/日}$$

決定値 1m³

・ 脱水機

汚泥凝集槽

5分程度の滞留とする。

$$V = 0.84\text{m}^3/\text{日} \div 8\text{h/日} \times 5/60 = 0.00875\text{m}^3$$

決定値 10ℓ × 2槽

脱水機

汚泥処理量：16.8kg/日 as Dry

脱水スラッジ含水率：85%

処理能力：50.4kg/3日 ÷ 8h/3日 = 2.1kg/h as Dry

決定値 ベルトプレス型 3kg-Dry/h用

$$\begin{aligned} \text{脱水スラッジ量} &: 50.4\text{kg}/3\text{日} \div 0.15 = 336\text{kg}/3\text{日} \\ &= 112\text{kg}/\text{日} \end{aligned}$$

・攪拌用ブロワ

曝気強度 $1\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h}$

槽容量合計 62m^3

$$\text{必要空気量} = 62\text{m}^3 \times 1\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h} = 62\text{m}^3/\text{日} = 1.03\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値} \quad \underline{1.28\text{m}^3/\text{min} \times 4,500\text{mmAq} \times 3.7\text{kW}}$$

(4) 設備コスト

設備コストは23,955,000 SITである。

設備コストの内訳をTable 3.2.15に示す。

Table 3.2.15 設備コスト

項目	内 容	金 額 (SIT)
機 器 類	ポンプ, 攪拌機	5,497,000
	計測機器類	813,000
	その他 (タンク)	3,250,000
	(小 計)	9,560,000
現 地 工 事	機器据付・配管工事	2,111,000
	電気工事	2,229,000
	塗装工事	81,000
	土木工事	3,575,000
	建築工事	4,225,000
	現場管理	877,000
	試運転	68,000
	(小 計)	13,166,000
設 計		1,229,000
	(合 計)	23,955,000

(5) 処理コスト

処理コストは2,108,000 SIT/年である。

処理コストの内訳をTable 3.2.16に示す。

Table 3.2.16 処理コストの内訳

項目	内 容	金 額 (SIT/Y)
薬 品	NaOH 15.4 kg/D X 83.2 SIT/kg X 239 D/Y	306,226
	Al ₂ (SO ₄) ₃ 42.6 kg/D X 39.15 SIT/kg X 239 D/Y	398,602
	Polymer(A) 0.19 kg/D X 990 SIT/kg X 239 D/Y	44,956
	(小 計)	749,784
電 気	58 kWh/D X 15 SIT/kWh X 239 D/Y	207,930
汚泥処分	0.112 m ³ /D X 1,423 SIT/m ³ X 239 D/Y	38,091
灯 油	12 ℓ/D X 60 SIT/ℓ X 90 D	61,800
維 持	16,155,000 X 0.05	807,750
人 件 費	1,200,000 SIT/Y・Person X 1 Person X 0.2	240,000
	(合 計)	2,108,355

(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 WWTP放流料金：176.56 SIT/m³

⑤ 河川放流：0 SIT/m³

⑥ 年間廃水処理量：9.32 m³/日 × 239 日/年 = 2,227.48 m³/年

b. 廃水 1 m³当たりの処理費

1 m³当たりの廃水処理費は2,055 SIT/m³である。

1 m³当たりの廃水処理費の内訳をTable 3.3.17に示す。

したがって、総合廃水 1 m³当たりの処理費は次の値になる。

$$\begin{aligned}
 & (\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \div (304 \text{ m}^3/\text{日} \times 239 \text{ 日/年}) + 176.56 \text{ SIT/m}^3 \\
 & = 240 \text{ SIT/m}^3
 \end{aligned}$$

Table 3.2.17 1 m³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	16,155,000 SIT ÷ 15年	① 1,077,000 SIT/年
	建屋、土木	7,800,000 SIT ÷ 40年	② 195,000 SIT/年
金 利	23,955,000 X 0.05		③ 1,197,750 SIT/年
ランニングコスト			④ 2,108,000 SIT/年
(① + ② + ③ + ④) ÷ 2,227.48			2,055 SIT/m ³

3) 廃水処理装置

(1) システム選定理由

廃水処理を必要とする廃水は、水洗ブース廃水、接着機水洗廃水及び生活排水であり、いずれも有機性廃水である。有機性廃水処理システムの中心となるユニットプロセスは生物処理である。生物処理には嫌気性処理と好気性処理があり、一般に、前者は高及び中濃度廃水の予備処理に、後者は放流を目的とした中及び低濃度廃水の処理に用いられる。

水洗ブース廃水及び接着機洗浄廃水は、高濃度の有機性廃水であるが、微量の合成有機化合物を含有している。これらの化合物は、多くの場合、生物処理において阻害性を呈し、物質そのものも難生分解性であることが多い。サンプリングされた試料には微量のトルエン、キシレン及びアンオン界面活性剤が存在する。しかし、それらの化学物質は凝集処理を施すことによって、その一部が除去され、更に、馴致された好気性微生物による処理により、ある程度の処理が可能である。

したがって、予備処理に凝集沈殿処理を行った後に、好気性生物処理を施す処理システムとする。好気性生物処理は窒素、りんを含有する生活排水との混合処理とし、残留する窒素の硝化反応を配慮して、接触曝気法を採用する。

(2) 廃水処理システムの概要

① 接着機水洗廃水及び塗装水洗ブース廃水

予備処理装置と同様に処理を行う。ただし、上澄水は調整槽に排出される。一方、沈殿した汚泥は汚泥貯留槽に送られる。

② 生活排水

生活排水はスクリーンで夾雑物が除去された後、廃水貯留槽に貯留される。廃水の定量が揚水ポンプで調整槽に導かれ、①の予備処理水と混合、均質化される。混合廃水の定量が揚水ポンプで接触曝気槽に導かれて、有機物が処理されるとともに硝化が行われる。処理水は沈殿槽に導かれて、汚泥の沈殿分離が行われる。上澄水は Na_2 反応槽に導かれ、りんの除去が行われる。

すなわち、定量の $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ が添加され、更に反応槽に設置されているpH計の制御で NaOH が添加されて中和される。次にアニオンタイプの高

分子凝集剤が添加されてフロックが形成されると、凝集処理が完了する。凝集処理水は次のNo.2沈殿槽に導かれて、りんは沈殿分離される。この上澄水は水質監視槽に導かれ、ボイラブロー水及びコンプレッサ冷却水と混合される。ここではpH値が自動記録、監視された後、処理水槽に導かれ、放流ポンプでドラバ川に放流される。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、沈殿分離された汚泥は、一部が曝気槽に返送され、余剰汚泥は汚泥貯留槽に送られる。

③ 軟化設備の再生廃水

軟化設備の再生廃水は廃水貯留槽に排出される。廃水貯留槽からポンプで廃水の定量が中和槽に送られると、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。この処理水は調整槽に送られる。

④ 余剰汚泥

沈殿槽で分離された余剰汚泥は汚泥貯留槽に送られ、①の汚泥と混合される。汚泥の定量がポンプで脱水機に導かれ、アニオンタイプの高分子凝集剤とカチオンタイプの高分子凝集剤が添加されて凝集が行われた後、脱水機で脱水される。脱水ケーキは埋立て処分場に搬出される。

⑤ ボイラブロー水及びコンプレッサ冷却水

直接、水質監視槽に排出される。

(3) 設計条件

a. 廃水の水質

廃水の水質及び水量をTable 3.2.13に示す。

b. 処理水量

総合廃水量：304 m³/日

① 廃水処理を必要とする廃水

接着機洗浄廃水：0.45 m³/日

水洗ブース廃水：0.87 m³/日

軟化設備再生廃水：8 m³/日

生活排水：70 m³/日

② 廃水処理を必要としない廃水

ボイラブロー水：180 m³/日

コンプレッサ冷却水：45 m³/日

c. 廃水流入時間

12 h/日

d. 運転時間

24 h/日

e. 処理水の水質

河川放流の水質基準をTable 3.2.13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. 3.2.11に示す。

b. レイアウト

廃水処理装置のレイアウトをFig. 3.2.12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. 3.2.13に示す。

d. 機器リスト

廃水処理装置の機器リストをTable 3.2.18に示す。



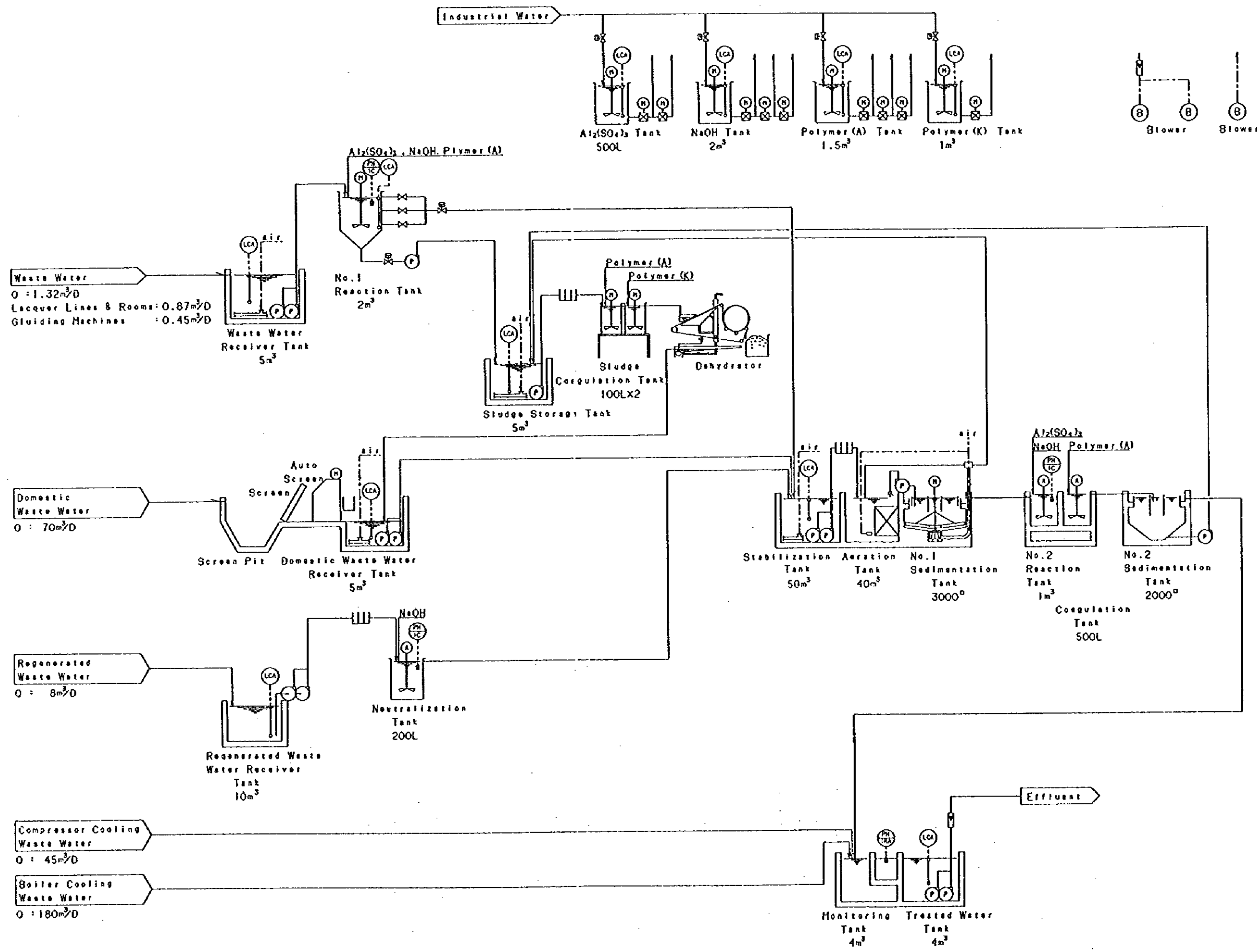
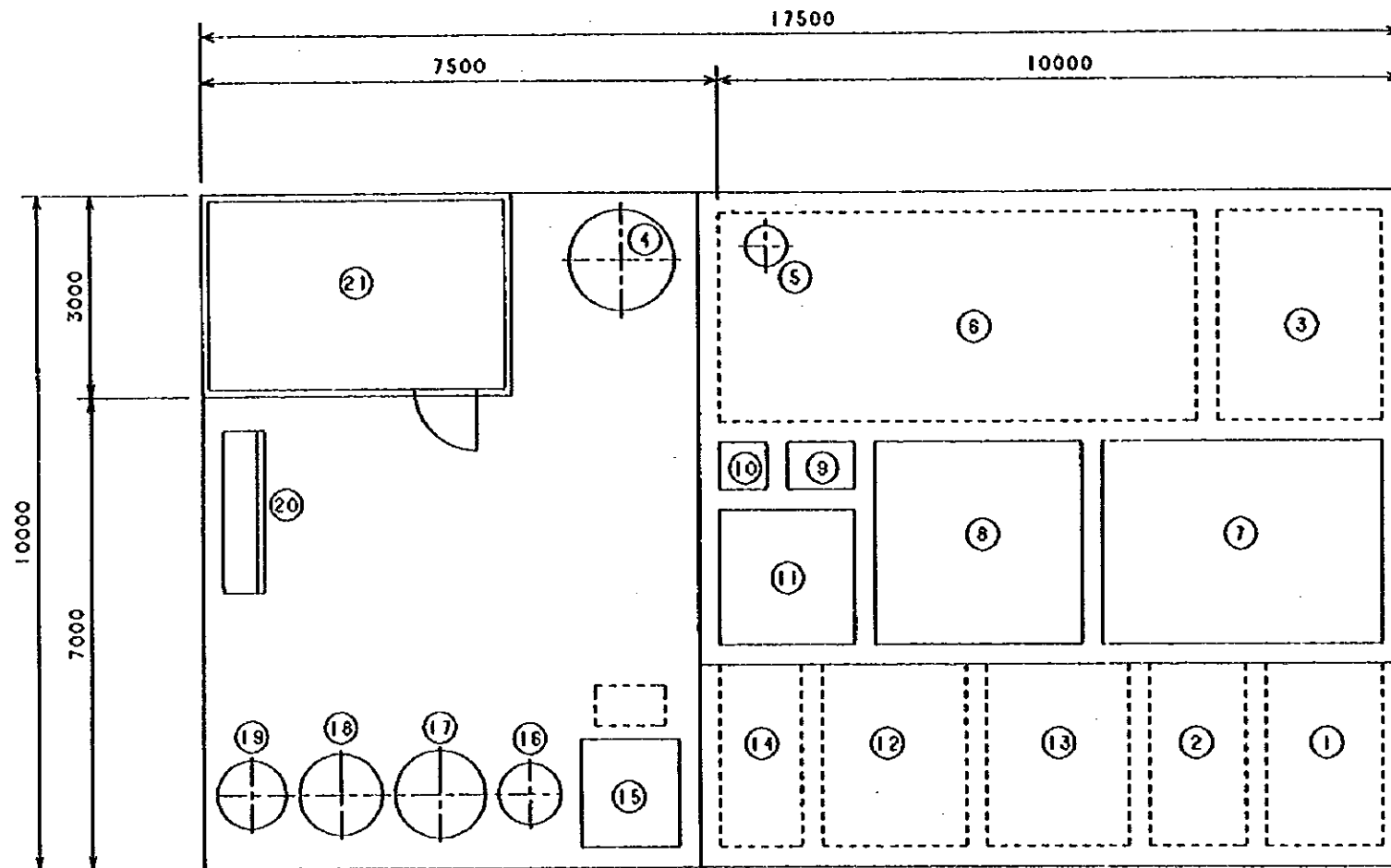


Fig. 3.2.11 廃水処理装置のフローシート



No.	Description	Remarks
1	W.W.Receiver Tank	
2	D.W.W.Receiver Tank	
3	R.W.W.Receiver Tank	
4	No.1 Reaction Tank	
5	Neutralization Tank	
6	Stabilization Tank	
7	Aeration Tank	
8	No.1 Sedimentation Tank	
9	No.2 Reaction Tank	
10	Coagulation Tank	
11	No.2 Sedimentation Tank	
12	Monitoring Tank	
13	Treated Water Tank	
14	Sludge Storage Tank	
15	Dehydrator	
16	Al ₂ (SO ₄) ₃ Tank	
17	NaOH Tank	
18	Polymer Tank A	
19	Polymer Tank K	
20	Control Panel	
21	Blower Room	

Fig. 3.2.12 廃水処理装置のレイアウト

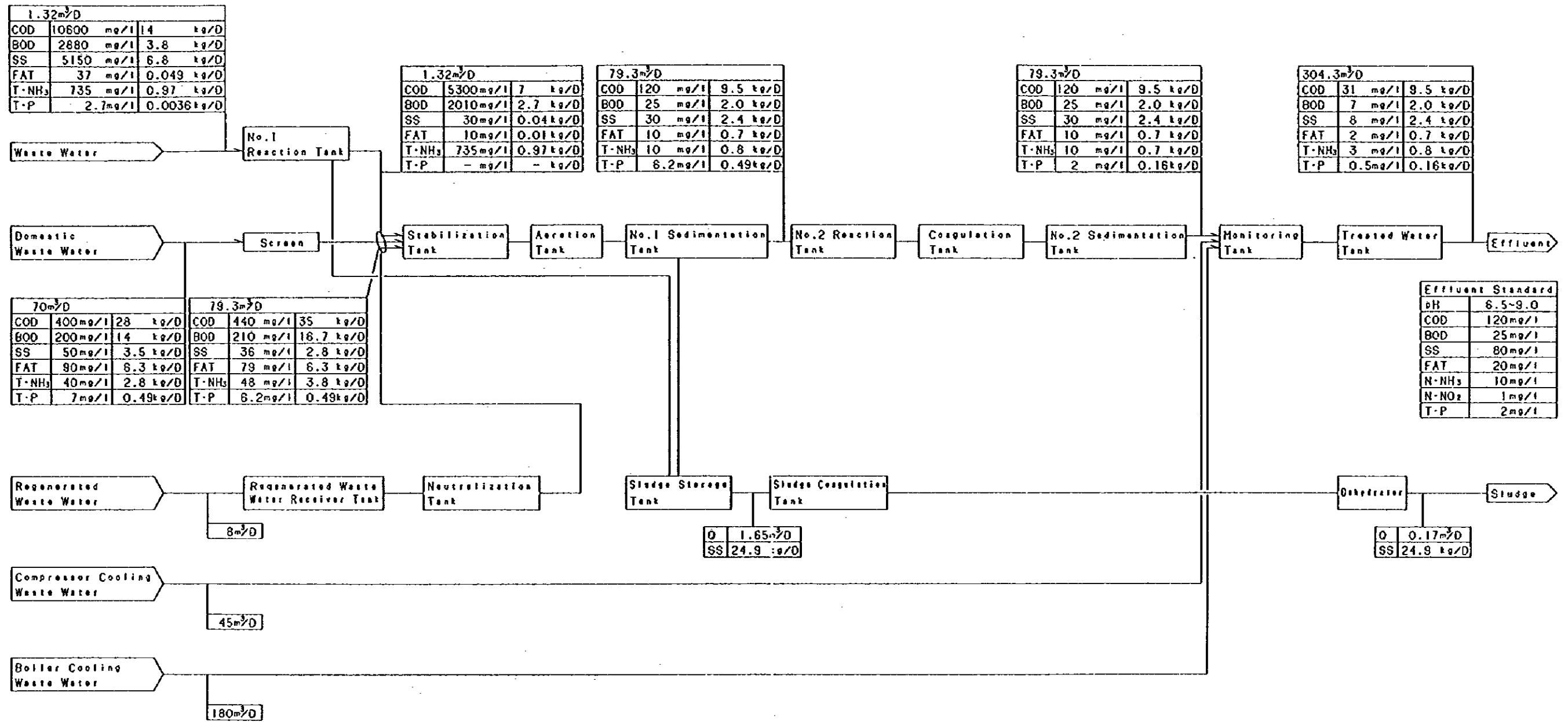


Fig. 3.2.13 廃水処理装置のマテリアルバランス



Table 3. 2.18 機器リスト

(1/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1	Waste Water				
	Receiver Tank	1	RC	Capacity : 5m ³ Shape : 2.7mW×1.8mL×2.0mD with air diffuser	
	Pump	2	FC	50φ×120ℓ/min×8m×1.5kW Submersion type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
2	NaI Reaction Tank	1	FRP	Capacity : 2m ³ Shape : 1.5φm×1.8mH Coan type	
	Pump	1	CS+R/L	40φ×100ℓ/min×8m×0.4kW Centrifugal type for slurry	
	Agitator	1	CS+R/L	Vertical type 0.75kW	
	pH Meter	1		Dip type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
3	Screen Pit	1	RC		
	Bar Screen	1	SUS	Slit 20m/m	
	Auto Screen	1	SUS	Sit 1.5m/m×0.1	
4	Domestic Waste Water				
	Receiver Tank	1	RC	Capacity : 5m ³ Shape : 2.7mW×1.4mL×2.0mD	
	Pump	2	FC	50φ×150ℓ/min×8m×0.75kW	

Table 3. 2. 18 機器リスト

(2/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
				Submersion type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
5	Regenerated Waste Water Tank	1	RC+FRP	Capacity : 10m ³ Shape : 3.1mW×2.4mL×3mD	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
	Pump	2	PVC	25φ×20ℓ/min×8m×0.75kW	
6	Neutralization Tank	1	FRP	Capacity : 200ℓ	
	Agitator	1	SS+R/L	Portable type 0.1kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
7	Atabilization Tank	1	RC	Capacity : 50m ³ Shape : 3.1mW×7.0mL×3.5mD with air diffuser	
	Pump	4	FC	40φ×100ℓ/min×8m×0.4kW Submersion type	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
	Flow Meter	1		Box type	
8	Aeration Tank	1	RC	Capacity : 40m ³ Shape : 3.0mW×4.1mL×3.5mD with air diffuser Contact media : 24m ³	

Table 3. 2. 18 機器リスト

(3/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
9	No1 Sedimentation Tank	1	RC	Surface area : 9m ²	
				Shape : 3.0m×3.0m×3mD	
				with air lift pump	
	Sludge Collector	1	CS	Rake type 0.4kW	
	Pump	1	FC	40φ×60ℓ/min×15m×1.5kW	
				Centrifugal type	
10	No2 Reaction Tank	1	RC+FRP	Capacity : 1m ³	
				Shape : 0.7mW×1mL×2mD	
	Agitator	1	SS+R/L	Vertical type 0.4kW	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
11	Coagulation tank	1	RC	Capacity : 500ℓ	
				Shape : 0.7mW×0.7mL×2mD	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.1kW	
12	No2 Sedimentation Tank	1	RC	Surface area : 4m ²	
				Shape : 2.0mW×2.0mL×3mD	
				Cone type	
	Sludge Collector	1	CS	Rake type 0.4kW	
	Pump	1	FC	40Aφ×50ℓ/min×10m×0.75kW	
13	Monitoring Tank	1	RC	Capacity : 4m ³	
				Shape : 2.7mW×2.1mL×2mD	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	

Table 3.2.18 機器リスト

(4/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
1 4	Treated Water Tank	1	RC	Capacity : 4m ³	
				Shape : 2.7mW×2.1mL×2mD	
	Pump	2	FC	80φ×500ℓ/min×15m×2.2kW	
	Level Switch	1	PVC	Float type	
1 5	Sludge Storage Tank	1	RC	Capacity : 5m ³	
				Shape : 2.7mW×1.2mL×2.0mD	
				with air diffuser	
	Pump	1	FC	50φ×60ℓ/min×10m×0.75kW	
				Submersion type for slurry	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
	Flow Meter	1		Box type	
1 6	Sludge Coagulation Tank	2	CS	Capacity : 0.1m ³	
				Shape : 0.4m×0.4m×0.85mH	
	Agitator	2	SUS	Portable type 0.1kW	
1 7	Dehydrator	1		Belt Press type, 0.82kW	
				Filter wide 360m/m	
				Sludge box 1m ³	
1 8	Al ₂ (SO ₄) ₃ Tank	1	FRP	Capacity : 500ℓ	
				Shape : 0.9mφ×1.6mH	
	NaI Reaction Tank				

Table 3. 2.18 機器リスト

(5/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.25 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Na2 Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.1 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SS+R/L	Vertical type 0.1kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
19	NaOH Tank	1	FRP	Capacity : 2m ³	
				Shape : 1.3mφ × 1.6mH	
	Na1 Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	25φ × 6 l/min × 3kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Neutralization				
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.05 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Na2 Reaction Tank				
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.5 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
20	Polymer(A) Tank	1	FRP	Capacity : 1.5m ³	
				Shape : 1.2 mφ × 1.3mH	
	Na1 Reaction Tank				

Tab 3. 2. 18 機器リスト

(6/7)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.25 l / min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Coagulation Tank				
	Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.5 l / min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Sludge Coagulation				
	Tank Feed Pump	1	PVC	15φ × 0.25 l / min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 1	Polymer(K) Tank	1	FRP	Capacity : 1m ³	
				Shape : 1.2mφ × 1.3mH	
	Pump	1	PVC	15φ × 0.25 l / min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
				Diaphragm type	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4kW	
	Level Switch	1	SUS	Electrode type	
2 2	Blower				
	for Aeration	2		50φ × 1.84m ³ /min × 4500mmAq × 3.7kW	
	Flow meter	1	CS	Area type	
	for Agitation	1		50φ × 1.28m ³ /min × 4500mmAq × 3.7kW	
2 3	Control Panel			Indoor self-standing enclosed type	
				2.4m × 0.6m × 2mH	

d. 設計計算書

・ 廃水受槽

合板機洗浄廃水は1日分 0.45m^3 、また水洗ブース廃水は不定期に 3.7m^3 /回(最大)が排出されるものを受ける。

$$0.45\text{ m}^3 + 3.7\text{ m}^3 = 4.15\text{ m}^3$$

決定値 5m^3

・ 生活排水受槽

平均流入水量 $5.8\text{m}^3/\text{h}$ に対して、最大流入水量($14.5\text{m}^3/\text{h}$)を平均の2.5倍とし、滞留時間を20分とする。

$$5.8\text{ m}^3/\text{h} \times 2.5 \times 0.33\text{ h} = 4.8\text{ m}^3$$

決定値 5m^3

・ 自動スクリーン

最大流入水量 $14.5\text{m}^3/\text{h}$ 用とする。

決定値 $15\text{m}^3/\text{h}$ 用

・ 反応槽 1

1回/日のバッチ処理とする。1日当りの廃水量 1.32m^3 及び薬品添加による液量増加を考慮する。

決定値 2m^3

・ 再生廃水受槽

軟化装置再生廃水の1回分(1日) 8m^3 を貯留出来るものとする。

$$8\text{ m}^3/\text{日} \times 1\text{日} = 8\text{ m}^3$$

決定値 10m^3

・ 中和槽

平均流入水量 $8\text{m}^3/\text{日}$ に対して、滞留時間10分以上とする。

$$8\text{ m}^3/\text{日} \div 24\text{ h}/\text{日} \div 60\text{ min}/\text{h} \times 10\text{ min} = 60\text{ L}$$

攪拌機及びpH計を設置できる容量とする。

決定値 200L

・ 調整槽

流入水(廃水及び生活排水)合計 $6.6\text{m}^3/\text{h}$ ($79.3\text{m}^3/\text{日}$)に対し、流出水が $3.3\text{m}^3/\text{h}$ であることから、必要容量は次のとおりとする。

$$V = (6.6 - 3.3) \text{ m}^3/\text{h} \times 12 \text{ h} = 40 \text{ m}^3$$

決定値 50m³

・曝気槽

流入BOD 16.7kg/日であるから、

BOD容積負荷 0.4 ~ 0.5 m³/m³/日

$$V = 16.7 \text{ kg/日} \div 0.4 \sim 0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日} = 33 \sim 42 \text{ m}^3$$

決定値 40m³

・沈降槽 1

流入水 : 3.3m³/h

水面積負荷 : 0.5m³/m²/h以下

$$A = 3.3 \text{ m}^3/\text{h} \div 0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 6.6 \text{ m}^2$$

決定値 3,000mm^φ

・反応槽 2

平均流入水量3.3m³/hに対して、滞留時間10分以上とする。

$$3.3 \text{ m}^3/\text{h} \div 60 \text{ min/h} \times 10 \text{ min} = 0.3 \text{ m}^3$$

決定値 500ℓ

・沈降槽 2

流入水 : 3.3m³/h

水面積負荷 : 1m³/m²/h以下

$$A = 3.3 \text{ m}^3/\text{h} \div 1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} = 3.3 \text{ m}^2$$

決定値 2,000mm^φ

・監視槽

微生物処理水5.2m³/h、コンプレッサ冷却水3.8m³/h(45m³/日)及びボイラ冷却水15m³/h(180m³/日)を混合するために滞留時間10分以上とする。

$$V = (3.3 + 3.8 + 15) \text{ m}^3/\text{h} \times 5/60 \text{ h} = 3.7 \text{ m}^3$$

決定値 4m³

・処理水槽

監視槽と同様に滞留時間10分とする。

決定値 4m³

・汚泥貯槽

1日の汚泥発生量

凝沈汚泥 (Al₂(SO₄)₃・18H₂O添加量42.6kg/日)

$$21.9 \text{ kg/日} \times 0.456 = 10 \text{ kg/日 (as Al(OH)}_3)$$

$$1.32 \text{ m}^3/\text{日} \times 5,150\text{g/m}^3 = 6.8 \text{ kg/日 (as SS)}$$

$$\text{計 } 16.8 \text{ kg/日 (as Dry)}$$

$$840 \text{ kg/日 (as 2\%)}$$

余剰汚泥

BOD総量の30%とする。

$$16.7 \text{ kg/日} \times 0.3 = 5 \text{ kg/日 (as Dry)}$$

$$= 500\text{kg/日 (as 1\%)}$$

脱りん汚泥 (Al₂(SO₄)₃添加量5.4kg/日, P=0.49kg/日)

$$5.4 \text{ kg/日} \times 0.456 \text{ kg/日} = 2.5 \text{ kg/日 (Al}_2\text{(SO}_4\text{)}_3\text{全量がAl(OH)}_3\text{になった時)}$$

$$0.49 \text{ kg/日} \times 122/31 = 1.9 \text{ kg/日 (PがAlPO}_4\text{になった時)}$$

$$2.5 \text{ kg/日} \times 27/78 - 1.9 \text{ kg/日} \times 27/122 = 0.4 \text{ kg/日}$$

(過剰のAl量)

$$0.4 \text{ kg/日} \times 78/27 = 1.2 \text{ kg/日 (Al(OH)}_3\text{として生成するSS量)}$$

$$1.9 \text{ kg/日} + 1.2\text{kg/日} = 3.1 \text{ kg/日 (as Dry)}$$

$$= 310 \text{ kg/日 (as 1\%)}$$

$$\text{合計 } 840 \text{ kg/日} + 500 \text{ kg/日} + 310 \text{ kg/日} = 1,650 \text{ kg/日}$$

脱水機稼動を8H/3Dとして3日分以上の貯留とする。

$$V = 1.34 \text{ m}^3/\text{日} \times 3\text{日} = 4.95 \text{ m}^3$$

決定値 5m³

・ Al₂(SO₄)₃槽

使用量

$$120\text{kg/日 as Al}_2\text{O}_3 \text{ 8\% (27.3kg/日 as Dry)}$$

5日貯留とする。

$$V = 102 \text{ kg/日} \div 1.2 \text{ (比重)} \times 7 \text{ 日} = 473 \text{ 日}$$

決定値 500日

・ NaOH槽

使用量

$$19.2 \text{ kg/日 (as 100\%)} = 384 \text{ kg/日 (as 5\%)}$$

5日貯留とする。

$$V = 384 \text{ kg/日} \div 1 \text{ kg/ℓ} \times 5 \text{ 日} = 1,920 \text{ ℓ}$$

決定値 2m³

・ Polymer 槽 (A) (0.1%濃度)

使用量

廃水用 0.018kg/日 as Dry (SS量の0.5%添加)

脱水用 0.11 kg/日 as Dry (SS量の0.5%添加)

脱P用 0.16 kg/日 as Dry (水量に対して2 mg/ℓ添加)

合計 0.29 kg/日 as Dry

$$0.29 \text{ kg/日} \div 0.1 \% = 290 \text{ kg/D}$$

5日貯留とする。

$$V = 290 \text{ kg/日} \div 1 \text{ kg/ℓ} \times 5 \text{ 日} = 1,450 \text{ ℓ/日}$$

決定値 1.5m³

・ Polymer 槽 (K) (0.1%濃度)

使用量 0.11kg/D as Dry

$$0.11\text{kg/日} \div 0.1\% = 110\text{kg/日}$$

5日貯留とする。

$$V = 110 \text{ kg/日} \div 1 \text{ kg/ℓ} \times 5 \text{ 日} = 550 \text{ ℓ}$$

決定値 1m³

・ 脱水機

汚泥凝集槽

5分程度の滞留とする。

$$V = 4.95 \text{ m}^3/\text{日} \div 8 \text{ h/日} \times 5/60 = 0.052 \text{ m}^3$$

決定値 100ℓ × 2槽

脱水機

汚泥処理量：74.7kg/日 as Dry

脱水スラッジ含水率：85%

処理能力：74.7 kg/3日 ÷ 8 h/3日 = 9.3 kg/h as Dry

決定値 ベルトプレス型 10kg-Dry/h用

$$\begin{aligned} \text{脱水スラッジ量} &: 74.7\text{kg}/3\text{日} \div 0.15 = 498\text{ kg}/3\text{日} \\ &= 166\text{ kg}/\text{日} \end{aligned}$$

・曝気用プロワ

$$\begin{aligned} \text{BOD用} &= \text{BOD } 16.7\text{kg}/\text{日} + 0.12\text{kg } \text{O}_2/\text{kg } \text{SS}/\text{日} \times 4\text{kg}/\text{m}^3 \times 40\text{m}^3 \\ &= 35.9\text{kg}/\text{日} \end{aligned}$$

酸素溶解効率10%とすると、

$$\begin{aligned} \text{必要空気量} &= 35.9\text{kg}/\text{日} \times 1/0.1 \div 0.277\text{m}^3/\text{kg} = 1,296\text{m}^3/\text{日} \\ &= 0.9\text{m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

NH₃用

$$3.8\text{kg}/\text{日} \times 64/14 = 17.4\text{kg}/\text{日}$$

$$\text{必要空気量} = 17.4\text{kg}/\text{日} \times 1/0.1 \div 0.277\text{m}^3/\text{kg} = 628\text{m}^3/\text{日}$$

エアリーフト返送量を200%のとき

$$\text{必要空気量} = 79.3\text{m}^3/\text{日} \times 2 \times 3 = 476\text{m}^3/\text{日}$$

$$\begin{aligned} \text{全必要空気量} &= (1,296\text{m}^3/\text{日} + 628\text{m}^3/\text{日} + 476\text{m}^3/\text{日}) \div 24\text{h}/\text{日} \div \\ &60\text{min}/\text{h} = 1.67\text{m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

決定値 1.84m³/min × 4,500mmAq × 3.7kW

・攪拌用プロワ

曝気強度 $1\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

槽容量合計 62m^3

$$\text{必要空気量} = 62\text{m}^3 \times 1\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h} = 62\text{m}^3/\text{日} = 1.03\text{m}^3/\text{min}$$

決定値 1.28m³/min × 4,500mmAq × 3.7kW

(4) 設備コスト

設備コストは92,779,000 SITである。

設備コストの内訳をTable 3.2.19に示す。

Table 3.2.19 設備コストの内訳

項目	内 容	金 額 (SIT)
機 器 類	ポンプ, プロア, 攪拌機, 減速機, 脱水機等	20,658,000
	計測機器類	3,385,000
	その他 (タンク, 塔類, レーキ塔)	11,738,000
	(小 計)	35,781,000
現 地 工 事	機器据付・配管工事	8,120,000
	電気工事	8,575,000
	塗装工事	313,000
	土木工事	13,750,000
	建築工事	16,250,000
	現場管理	3,375,000
	試運転	1,890,000
	(小 計)	52,273,000
設 計		4,725,000
	(合 計)	92,779,000

(5) 処理コスト

処理コストは7,699,000 SIT/年である。

処理コストの内訳をTable 3.2.20に示す。

Table 3. 2. 20 処理コストの内訳

項目	内 容	金 額 (SIT/Y)
薬 品	NaOH 19.2 kg/D X 83.2 SIT/kg X 239 D/Y	381,788
	$Al_2(SO_4)_3$ 53.1 kg/D X 39.15 SIT/kg X 239 D/Y	496,849
	Polymer(A) 0.29 kg/D X 990 SIT/kg X 239 D/Y	68,617
	Polymer(K) 0.11 kg/D X 2000 SIT/kg X 239 D/Y	52,580
	(小 計)	999,834
電 気	219 kWh/D X 15 SIT/kWh X 239 D/Y	785,115
汚泥処分	0.166 m ³ /D X 1,423 SIT/m ³ X 239 D/Y	56,456
灯 油	59 l/D X 60 SIT/l X 90 D	318,600
維 持	62,779,000 X 0.05	3,138,950
人 件 費	1,200,000 SIT/Y·Person X 2 Person/Y	2,400,000
	(合 計)	7,698,955

(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/m³⑤ 河川放流：0 SIT/m³⑥ 年間廃水処理量：79 m³/日 × 239 日/年 = 18,881 m³/年b. 廃水 1 m³ 当たりの処理費1 m³ 当たりの廃水処理費は915 SIT/m³である。1 m³ 当たりの廃水処理費の内訳をTable 3. 2. 21に示す。したがって、総合廃水 1 m³ 当たりの処理費は次の値になる。

$$(\text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}) \div (304 \text{ m}^3/\text{日} \times 239 \text{ 日/年}) = 238 \text{ SIT/m}^3$$

Table 3.2.21 1 m³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	62,779,000 SIT ÷ 15年	① 4,185,267 SIT/年
	建屋、土木	30,000,000 SIT ÷ 40年	② 750,000 SIT/年
金 利	92,779,000 × 0.05		③ 4,638,950 SIT/年
ランニングコスト			④ 7,699,000 SIT/年
(① + ② + ③ + ④) ÷ 18,881			915 SIT/m ³