

3.2.4 財務分析

1) 前提条件

(1) プロジェクトケース

前述した技術的検討に基づき、河川放流するケース (Case 1) と下水放流するケース (Case 2) について財務分析を行う。

(2) 廃水処理能力

廃水処理能力：72,656 m³/年

操業日数：304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 は半年とする。

所要資金の内訳

(単位：DEM, 1,000)

項目	Case 1	Case 2
プラント建設費	1,084	280
－設備・機器	733	189
－土木・建築	351	91
建設中金利	27	4
合計	1,111	284

(4) 資金調達

Marlesについては、所要資金の50%は自己資本金で調達し、残りは長期借入金により融資されるものとする。金利は10%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、Table 3. 2. 22とTable 3. 2. 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TableはTable 3. 2. 23とTable 3. 3. 26 に示し、資金繰り表はTable 3. 2. 24とTable 3. 2. 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
変動費	0.25	0.14
直接固定費	1.38	2.45
償却・金利を除く処理費	(1.63)	(2.59)
償却及び金利	1.20	0.31
償却・金利を含む処理費 (総費用)	2.83	2.90

上表から、下水放流するケース (Case 2) における償却及び金利を含む廃水処理費用 (総費用) は2.9 DEM/m³となり、直接河川放流するケース (Case 1) の費用と比べてわずかに高くなるが、その差はないことがわかる。

Case 2 では、直接固定費のうち下水道料金が総費用に対して61%を占める一方、Case 1 では、償却及び金利に修繕費を加えた費用が総費用に対して60%となる。これは、Case 1 の投資額に付随する固定費が、Case 2 の下水道料金に見合ったことを示している。

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) 現金、DEM 1,000	87.19	22.26
(B) 債務、DEM 1,000	83.32	21.30
(C) DSR、(A)/(B)	1.05	1.04

(注) (A)：1.4.5項に示した公式の分子、(B)：同じ公式の分母

両ケースとも1.00をわずかに上廻っており、債務の返済に対して現金を有している状況にある。

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	7.95%(1.42)	4.37%(1.07)
10%ダウン	5.85%(1.21)	4.23%(1.06)
0% (基本ケース)	4.08%(1.05)	4.08%(1.05)
10%アップ	2.58%(0.97)	3.94%(1.03)
20%アップ	1.28%(0.80)	3.79%(1.02)
Case 2		
20%ダウン	7.80%(1.42)	4.79%(1.12)
10%ダウン	5.71%(1.21)	4.38%(1.08)
0% (基本ケース)	3.96%(1.04)	3.96%(1.04)
10%アップ	2.46%(0.91)	3.53%(1.01)
20%アップ	1.17%(0.80)	3.10%(0.97)

両ケースとも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、低利の資金が将来利用できる想定した場合のケーススタディを行う。

ここでは、金利は10%から5%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) 現金、DEM 1,000	87.19	22.26
(B) 債務、DEM 1,000	68.62	17.62
(C) DSR、(A)/(B)	1.27	1.26

(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、両ケースとも1.15の健全性を示す水準を超えるとともに、プラント建設費が10%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、当工場はモデル工場のうち唯一河川放流するケースと下水放流するケースとの廃水処理費用が同じ結果になった。

他の工場と同様に下水放流は選択の一つである。一方、河川放流の利点は、資金余剰が生じればWWTPの操業にかかわらず投資機会があること、これに伴い現行の下水道料金は支払わなくてよくなること、更に低利融資が利用できれば、下水放流より資金負担の軽減が図られること等が考えられる。

河川放流か下水放流かの選択は、今後の経済動向を勘案した上で決定すべきである。

Table 3.2.22 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Marles Pohistvo d.o.o. (M-2)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 1: Discharge to River
Annual Production	:	Furniture: 96,552 pieces/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 126.25) \times 100\% = 239.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	239.00 DPY \times 304 m ³ /d = $72,656$ 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 : 50.00 %	555.50
Plant Construction Cost*	1,084.00	Long Term Loan : 50.00 %	555.50
- Equipment & Machinery	733.00	- Interest : 10.00 %	
- Civil & Building	351.00	Short Term Loan :	-
Interest during Construction	27.00		
Fixed Capital Cost	1,111.00		
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	1,111.00	Total Project Financing Cost	1,111.00

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.2.22 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			-	0.153	-	11.121
- Al ₂ (SO ₄) ₃	kg	0.436	0.17467	0.076	12.6910	5.533
- NaOH	kg	0.926	0.06316	0.058	4.5890	4.249
- A Polymer (powder)	kg	11.013	0.00095	0.010	0.0690	0.760
- K Polymer (powder)	kg	22.249	0.00036	0.008	0.0260	0.578
Utility Cost			-	0.100	-	7.263
- Electricity	kWH	0.059	0.72039	0.043	52.3410	3.088
- Sludge Disposal	m ³	15.830	0.00055	0.009	0.0400	0.633
- Fuel	Ltr.	0.667	0.07308	0.049	5.3100	3.542
Variable Cost	-	-	-	0.253	72.6560	18.384
Personnel	Man-Year	13,350		0.367	2.0000	26.700
Maintenance	Equipment & Machinery	x 5.0%		0.504	-	36.650
Government Charge	m ³	0.053	1.0000	0.053	72.6560	3.851
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.0000	0.453	72.6560	32.913
Direct Fixed Cost	-	-	-	1.378	-	100.114
Cash Treatment Cost	-	-	-	1.631	72.6560	118.498

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	2.831	1.0000	2.831	72.6560	205.715

Table 3.2.22 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	10.00
- 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	2.83 - 2005	2.83 - 2010	2.83 - 2014
Treatment Cost including D&I			
- Base Case, DEM/m ³ -year	3.21 - 2005	2.83 - 2010	2.53 - 2014
Sensitivity Analysis using FIRR	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, %	7.95	4.08	1.28
- Chemical Cost, %	4.37	4.08	3.79
Sensitivity Analysis using DSR as of 2010	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, times	1.42	1.05	0.80
- Chemical Cost, times	1.07	1.05	1.02
Debt Service Ratio (DSR), times-year			
- Base Case, @10% interest	0.78 - 2005	1.05 - 2010	1.43 - 2014
- Alt. Case, @5% interest	1.60 - 2005	1.27 - 2010	1.51 - 2014

Table 3.2.23 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN HARLES (K-2) ***
WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
- CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M³/Y)	0.0	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66
CHEMICAL COST	0.0	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
AL2(SO4)3	0.0	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
NAOH	0.0	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
A POLYMER	0.0	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
K POLYMER	0.0	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
UTILITIES COST	0.0	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
ELECTRICITY	0.0	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
SLUDGE DISPOSAL	0.0	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
FUEL	0.0	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54
VARIABLE COST	0.0	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39
EMPLOYMENT COST	0.0	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70
MAINTENANCE COST	0.0	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65
GOVERNMENT CHARGE	0.0	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91
DIRECT FIXED COST	0.0	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11
CASH TREATMENT COST	0.0	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50
EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87
CIVIL & BUILDING	0.0	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44
TOTAL TREATMENT COST	0.0	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	55.55	48.99	44.44	38.88	33.33	27.77	22.22	16.66	11.11
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	233.49	227.94	222.38	216.83	211.27	205.72	200.18	194.61	189.05
UNIT TREATMENT COST	0.0	3.2137	3.1372	3.0601	2.9843	2.9078	2.8314	2.7549	2.6785	2.6020

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M³/Y)	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66
CHEMICAL COST	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12	11.12
AL2(SO4)3	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53	5.53
NAOH	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
A POLYMER	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
K POLYMER	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
UTILITIES COST	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
ELECTRICITY	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09	3.09
SLUDGE DISPOSAL	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
FUEL	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54
VARIABLE COST	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39	18.39
EMPLOYMENT COST	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70	26.70
MAINTENANCE COST	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65	36.65
GOVERNMENT CHARGE	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
LOCAL POLLUTION TAX	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91
DIRECT FIXED COST	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11	100.11
CASH TREATMENT COST	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50
EQUIPMENT & MACHINERY	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87	48.87
CIVIL & BUILDING	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77	8.77
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44
TOTAL TREATMENT COST	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94
UNIT TREATMENT COST	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491
INTEREST ON LONG TERM DEBT	5.55	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	183.50	177.94	177.94	177.94	177.94	177.94
UNIT TREATMENT COST	2.5256	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491	2.4491

Table 3.2.24 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN HARLES (N-2) ***
 FUNDS FLOW STATEMENTS
 - CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SOURCE OF FUNDS	1181.00	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75
FINANCIAL RESOURCES	1181.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SHARE CAPITAL	555.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LONG TERM LOAN	555.50	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	1181.00	118.10	105.54	99.99	94.43	88.88	83.32	77.77	72.21	66.66
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	1181.00	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	1084.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	27.00	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	118.10	105.54	99.99	94.43	88.88	83.32	77.77	72.21	66.66
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0.0	55.55	55.55	55.55	55.55	55.55	55.55	55.55	55.55	55.55
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	55.55	49.99	44.44	38.88	33.33	27.77	22.22	16.66	11.11
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	-23.91	-18.36	-12.80	-7.25	-1.69	3.86	9.42	14.97	20.53
BEGINNING CASH BALANCE	0.0	0.0	-23.91	-42.27	-55.07	-62.32	-64.01	-60.14	-59.73	-35.75
ENDING CASH BALANCE	0.0	-23.91	-42.27	-55.07	-62.32	-64.01	-60.14	-50.73	-35.75	-15.22

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
CASH GENERATED FROM OPERATION	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
PROFIT AFT. TAX, BFR INT. DEPRECIATION AND AMORTIZATION	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75
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	61.10	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	61.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	55.55	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	5.55	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)	26.08	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
BEGINNING CASH BALANCE	-15.22	10.86	98.05	185.24	272.42	359.61
ENDING CASH BALANCE	10.86	98.05	185.24	272.42	359.61	446.80

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN HARLES (N-2) ***
 RETURN ON INVESTMENT (IN 1996 FIXED PRICE)
 - CASE 1: DISCHARGE TO RIVER - (DEM. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	1084.00	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	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
OPERATING PROFIT	0.0	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75
DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-1084.00	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-219.37				
(2) GROSS CASH IN-FLOW	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19				
OPERATING PROFIT	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75	27.75				
DEPRECIATION & AMORTIZATION	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44	59.44				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	87.19	87.19	87.19	87.19	87.19	306.56				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 4.00 PER CENT - 173 -

Table 3.2.25 Project Profile and Assumptions for Financial Projection (1/3)

1 Project

Title	:	Wastewater Treatment Project
Factory	:	Marles Pohistvo d.o.o. (M-2)
Location	:	Maribor, Slovenia
Project Case	:	Base Case 2: Discharge to WWTP
Annual Production	:	Furniture: 96,552 pieces/y
Maximum Operable Days	:	$(365.25 - 126.25) \times 100\% = 239.00$ DPY
Treatment Capacity (100%)	:	239.00 DPY \times 304 m ³ /d = $72,656$ 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	: 50.00 % 142.00
Plant Construction Cost*	280.00	Long Term Loan	: 50.00 % 142.00
- Equipment & Machinery	189.00	- Interest	: 10.00 %
- Civil & Building	91.00	Short Term Loan	:
Interest during Construction	4.00		
Fixed Capital Cost	284.00	Total Project Financing Cost	284.00
Initial Working Capital	0.00		
Total Capital Requirement	284.00		

* Including Sales Tax of 5%.

Table 3.2.25 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
Chemicals				0.115		8.343
- Al ₂ (SO ₄) ₃	kg	0.436	0.14013	0.061	10.1810	4.439
- NaOH	kg	0.926	0.05066	0.047	3.6810	3.409
- A Polymer (powder)	kg	11.013	0.00062	0.007	0.0450	0.496
Utility Cost				0.027		1.966
- Electricity	kWH	0.059	0.19079	0.011	13.8620	0.818
- Sludge Disposal	m ³	15.830	0.00037	0.006	0.0270	0.427
- Fuel	Ltr.	0.667	0.01486	0.010	1.0800	0.720
Variable Cost				0.142	72.6560	10.309
Personnel	Man-Year	13,350		0.037	0.2000	2.670
Maintenance	Equipment & Machinery x 5.0%			0.130		9.450
Government Charge	m ³	0.053	1.0000	0.053	72.6560	3.851
Local Pollution Tax	m ³	0.453	1.0000	0.453	72.6560	32.913
Sewage Charge	m ³	1.780	1.0000	1.780	72.6560	129.328
Direct Fixed Cost				2.453		178.212
Cash Treatment Cost				2.595	72.6560	188.520

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	2.901	1.0000	2.901	72.6560	210.775

Table 3.2.25 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	10.00
- 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	2.90 - 2005	2.90 - 2010	2.90 - 2014
Treatment Cost including D&I			
- Base Case, DEM/m ³ -year	3.00 - 2005	2.90 - 2010	2.80 - 2014
Sensitivity Analysis using FIRR	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, %	7.80	3.96	1.17
- Chemical Cost, %	4.79	3.96	3.10
Sensitivity Analysis using DSR as of 2010	(-20%)	(0%)	(+20%)
- Investment Cost, times	1.42	1.04	0.80
- Chemical Cost, times	1.12	1.04	0.97
Debt Service Ratio (DSR), times-year			
- Base Case, @10% interest	0.78 - 2005	1.04 - 2010	1.42 - 2014
- Alt. Case, @5% interest	1.05 - 2005	1.26 - 2010	1.50 - 2014

Table 3.2.26 Wastewater Treatment Cost Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN WARLES (K-2) ***
 WASTEWATER TREATMENT COST STATEMENTS
 - CASE 2: DISCHARGE TO WAPP - (DEN. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
WASTEWATER TREATMENT (1000M3/Y)	0.0	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66
CHEMICAL COST	0.0	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34
AL2(SO4)3	0.0	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44
NAOH	0.0	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41
A POLYMER	0.0	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
UTILITIES COST	0.0	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
ELECTRICITY	0.0	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
SLUDGE DISPOSAL	0.0	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
FUEL	0.0	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
VARIABLE COST	0.0	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31
EMPLOYMENT COST	0.0	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67
MAINTENANCE COST	0.0	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45
GOVERNMENT CHARGE	0.0	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
LOCAL POLLUTION TAX	0.0	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91
SEWAGE CHARGE	0.0	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33
DIRECT FIXED COST	0.0	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21
CASH TREATMENT COST	0.0	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52
EQUIPMENT & MACHINERY	0.0	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
CIVIL & BUILDING	0.0	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.0	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0.0	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14
TOTAL TREATMENT COST	0.0	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031
INTEREST ON LONG TERM DEBT	0.0	14.20	12.78	11.38	9.94	8.52	7.10	5.68	4.26	2.84
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	213.86	216.44	215.02	213.60	212.18	210.76	209.34	207.92	206.50
UNIT TREATMENT COST	0.0	2.9585	2.9790	2.9594	2.9399	2.9203	2.9008	2.8813	2.8617	2.8422

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WASTEWATER TREATMENT (1000M3/Y)	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66	72.66
CHEMICAL COST	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34	8.34
AL2(SO4)3	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44
NAOH	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41
A POLYMER	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
UTILITIES COST	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
ELECTRICITY	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
SLUDGE DISPOSAL	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
FUEL	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
VARIABLE COST	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31
EMPLOYMENT COST	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67
MAINTENANCE COST	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45	9.45
GOVERNMENT CHARGE	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
LOCAL POLLUTION TAX	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91	32.91
SEWAGE CHARGE	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33	129.33
DIRECT FIXED COST	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21	178.21
CASH TREATMENT COST	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52	188.52
EQUIPMENT & MACHINERY	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60	12.60
CIVIL & BUILDING	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
INTEREST DRG. CONSTRUCTION	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14
TOTAL TREATMENT COST	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66
UNIT TREATMENT COST	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031
INTEREST ON LONG TERM DEBT	1.42	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	205.08	203.66	203.66	203.66	203.66	203.66
UNIT TREATMENT COST	2.8226	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031	2.8031

Table 3.2.27 Funds Flow Statements

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN MARLES (W-2) ***
 FUNDS FLOW STATEMENTS
 - CASE 2: DISCHARGE TO WTP - (DEM. 1000)

YEAR	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SOURCE OF FUNDS	284.00	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
CASH GENERATED FROM OPERATION	0.0	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION FINANCIAL RESOURCES	0.0 0.0 284.00	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0
SHARE CAPITAL LONG TERM LOAN SHORT TERM DEBT	142.00 142.00 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
USES OF FUNDS	284.00	28.40	26.98	25.56	24.14	22.72	21.30	19.88	18.46	17.04
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	284.00	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	0.0 280.00 4.00	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
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	28.40	26.98	25.56	24.14	22.72	21.30	19.88	18.46	17.04
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	14.20 0.0 14.20 0.0	14.20 0.0 12.78 0.0	14.20 0.0 11.36 0.0	14.20 0.0 9.94 0.0	14.20 0.0 8.52 0.0	14.20 0.0 7.10 0.0	14.20 0.0 5.68 0.0	14.20 0.0 4.26 0.0	14.20 0.0 2.84 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	-6.14	-4.72	-3.30	-1.88	-0.46	0.96	2.38	3.80	5.22
BEGINNING CASH BALANCE ENDING CASH BALANCE	0.0 0.0	0.0 -6.14	-6.14 -10.87	-10.87 -14.17	-14.17 -16.05	-16.05 -16.52	-16.52 -15.56	-15.56 -13.18	-13.18 -9.38	-9.38 -4.17

YEAR	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SOURCE OF FUNDS	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
CASH GENERATED FROM OPERATION	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
PROFIT AFT. TAX, BFR INT, DEPRECIATION AND AMORTIZATION FINANCIAL RESOURCES	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0	7.11 15.14 0.0
SHARE CAPITAL LONG TERM LOAN SHORT TERM DEBT	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
USES OF FUNDS	15.62	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	15.62	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	14.20 0.0 1.42 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)	6.64	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
BEGINNING CASH BALANCE ENDING CASH BALANCE	-4.17 2.46	2.46 24.72	24.72 46.98	46.98 69.23	69.23 91.49	91.49 113.75

*** WASTEWATER TREATMENT PROJECT IN MARLES (W-2) ***
 RETURN ON INVESTMENT (IN 1986 FIXED PRICE)
 - CASE 2: DISCHARGE TO WTP - (DEM. 1000)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	280.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2) GROSS CASH IN-FLOW OPERATING PROFIT DEPRECIATION & AMORTIZATION	0.0 0.0 0.0	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	-280.00	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26
	2014	2015	2016	2017	2018	2019				
(1) GROSS CAPITAL EXPENDITURE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-54.81				
(2) GROSS CASH IN-FLOW OPERATING PROFIT DEPRECIATION & AMORTIZATION	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14	22.26 7.11 15.14				
(4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1)	22.26	22.26	22.26	22.26	22.26	78.13				

INTERNAL RATE OF RETURN

ON (4) BFR-TAX NET IN-FLOW (2)-(1) 3.98 PER CENT

3.2.5 汚濁負荷量削減のための予備処理

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

1) 予備処理システムの選定

家具製造業におけるの予備処理対象廃水は、塗装の水洗ブース廃水と接着機洗浄廃水である。この廃水は、発生量が少ないがCODが高く、難生分解性の有機物を含有しているのが特徴である。

この廃水の予備処理には、一般に凝集処理法が採用されている。そして、生成汚泥の固液分離に沈殿法か、または廃水が含有する油分濃度が高い場合には加圧浮上法が採用される。本廃水は水量が極めて少ないことから、回分式の凝集沈殿法が採用された。本処理システムは、WWTPの放流基準を満足する予備処理装置として3.2.3節に示したとおりである。これをケース-1とする。

WWTPの放流基準を満足する予備処理装置の処理水には有機物が残存する。これを処理するために、一般に好気性生物処理が行われている。このため、この凝集処理水と、N及びPを含有する生活排水とを混合して接触曝気法による処理を行う。また、軟化設備の再生廃水はpHが低いため、この中和処理を併せて行う。これをケース-2とする。

2) 予備処理装置の概要

a. ケース-1

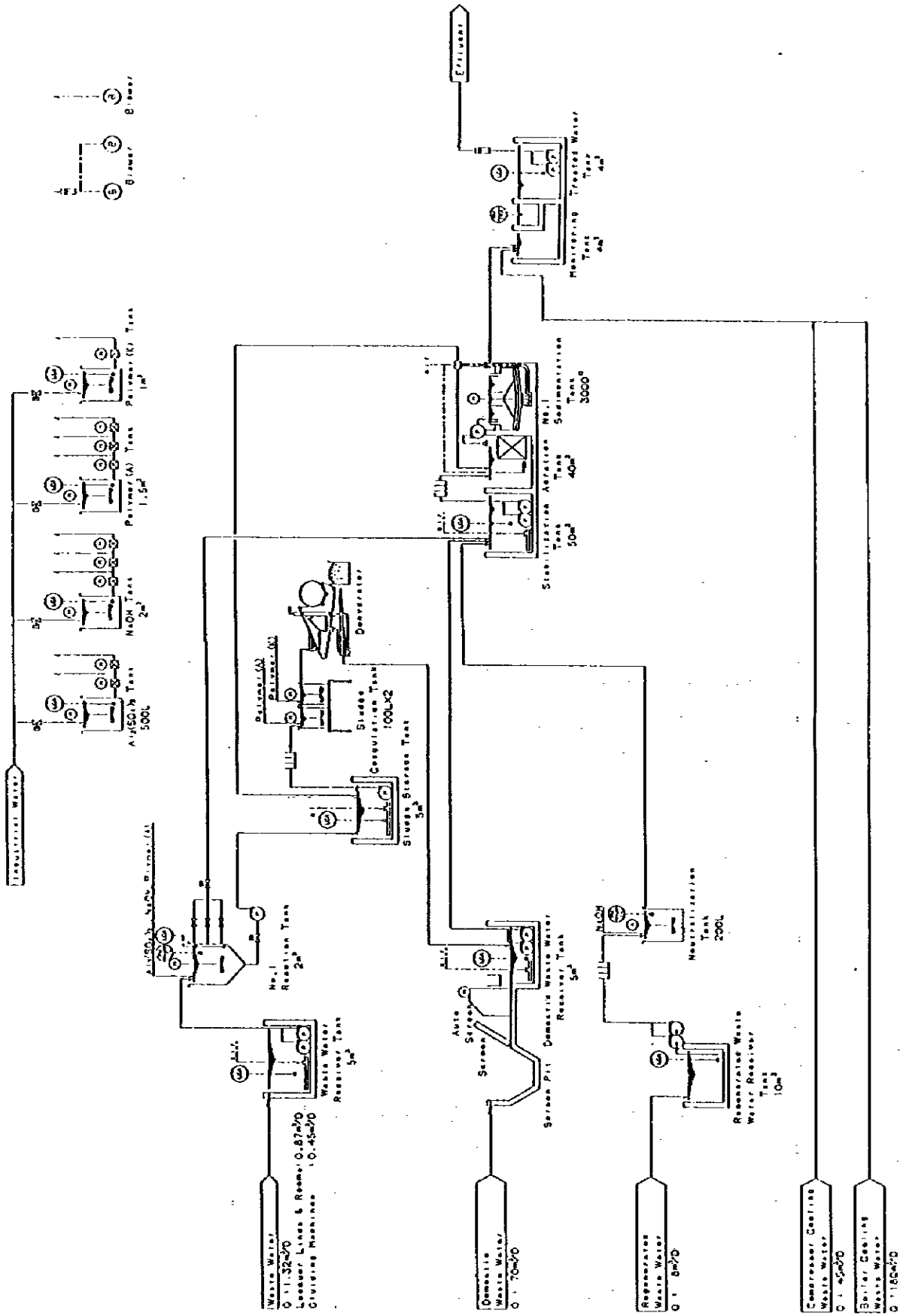
3.2.3に示すとおりである。

b. ケース-2

予備処理装置（ケース-2）のフローシートをFig. 3.2.14に示す。

WWTPの放流基準を満足する予備処理装置の処理水と生活排水とを調整槽で受け、水質を均質化させる。この混合廃水の定量を揚水ポンプで接触曝気槽に導き、ここで有機物の処理とアンモニアの硝化が行われる。この処理水とその他の廃水が水質監視槽に導かれる。水質監視槽では、pHが自動記録、監視されて、処理水はWWTPへ放流される。

Fig. 3. 2.14 予備処理装置 (ケース 2) のフローシート



3) 検討結果

(1) 技術的検討

廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量をTable 3. 2. 28に示す。

WWTPの放流基準を満足する予後処理装置では、WWTPの処理に阻害を及ぼす有機質が除去される。汚濁負荷量を削減する方法として、この後に生物処理を付加した汚濁負荷量を削減予備処理装置では、残存する有機物に起因したCOD、BODの処理が行われる。しかし、N及びPの除去が十分でないことから、この処理水の河川放流は困難である。

Table 3. 2. 28 廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Case	Quantity	pH	COD _{cr}	BOD	SS	T-N	T-P
		m ³ /d		mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)
Booth & Gluing	Raw Waste Water	1.32	7	10,600 (14.0)	2,880 (3.80)	5,150 (6.80)	735 (0.97)	2.7 (0.004)
	Case-1			5,300 (7.00)	2,010 (2.65)	30 (0.04)	735 (0.97)	2.0 (0.003)
	Case-2			120 (0.16)	25 (0.03)	30 (0.04)	10 (0.01)	6.2 (0.008)
Domestic	Raw Waste Water	70	7	400 (28.0)	200 (14.0)	50 (3.5)	40 (2.8)	7 (0.49)
	Case-2			120 (8.4)	25 (1.75)	30 (2.1)	10 (0.7)	6.2 (0.43)
Compressor	Raw Water	45		— ()	— ()	— ()	— ()	— ()
Boiler	Raw Water	182		— ()	— ()	— ()	— ()	— ()
Total Waste Water	Raw Waste Water	298	7	141 (42.0)	60 (17.8)	35 (10.3)	13 (3.8)	1.5 (0.46)
	Case-1			117 (35.0)	56 (16.7)	22 (6.7)	12 (3.7)	1.5 (0.43)
	Case-2			28 (8.51)	1 (0.30)	6 (1.82)	2 (0.61)	1.0 (0.30)
	Discharge to River			28 (8.51)	1 (0.30)	6 (1.82)	2 (0.61)	1.0 (0.30)

(2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 3.2.29に示す。

Table 3.2.29 処理装置の設備費と処理費

	Equipment Cost	Depreciation &	Running Cost	Total Treatment Cost
	SIT	Interest SIT/㎡ ^①	SIT/㎡ ^②	SIT/㎡ ^{①+②}
Case-1	23,955,000	34	29	63
Case-2	44,000,000	96	78	174
Discharge to River (Design Base)	92,779,000	132	106	238

4) まとめ

WWTPに放流する場合は、Table 3.2.26に示す廃水処理費に176.56 SIT/㎡を加えた費用が必要となるため、河川に放流する方法が最も安価となる。

しかし、河川放流の場合の廃水処理は、ボイラブロー水とコンプレッサ冷却水によって処理水が希釈されて、基準が満足されているものである。将来、製造技術の発展、時代の変化、顧客の要望等により、使用される設備、原材料等が変化することが予想される。また、水使用の合理化が進むと、これらの希釈水は減少するであろう。これらのことから、河川に放流する場合の廃水処理装置は、将来に改善の必要が生じるであろう。

以上のことから、凝集処理法による前処理を行ってWWTPに放流する方法が現状では得策であると考ええる。また、将来にWWTPの放流基準の見直しか、または汚濁負荷量に応じた料金体系が採用されれば、次のレベルの予備処理装置の検討を、また、より基準が厳しくなったときにはじめて河川放流を検討すればよいと考える。

3. 3 M-3 LIVARNA Maribor ARMAL

3. 3. 1 工場概要

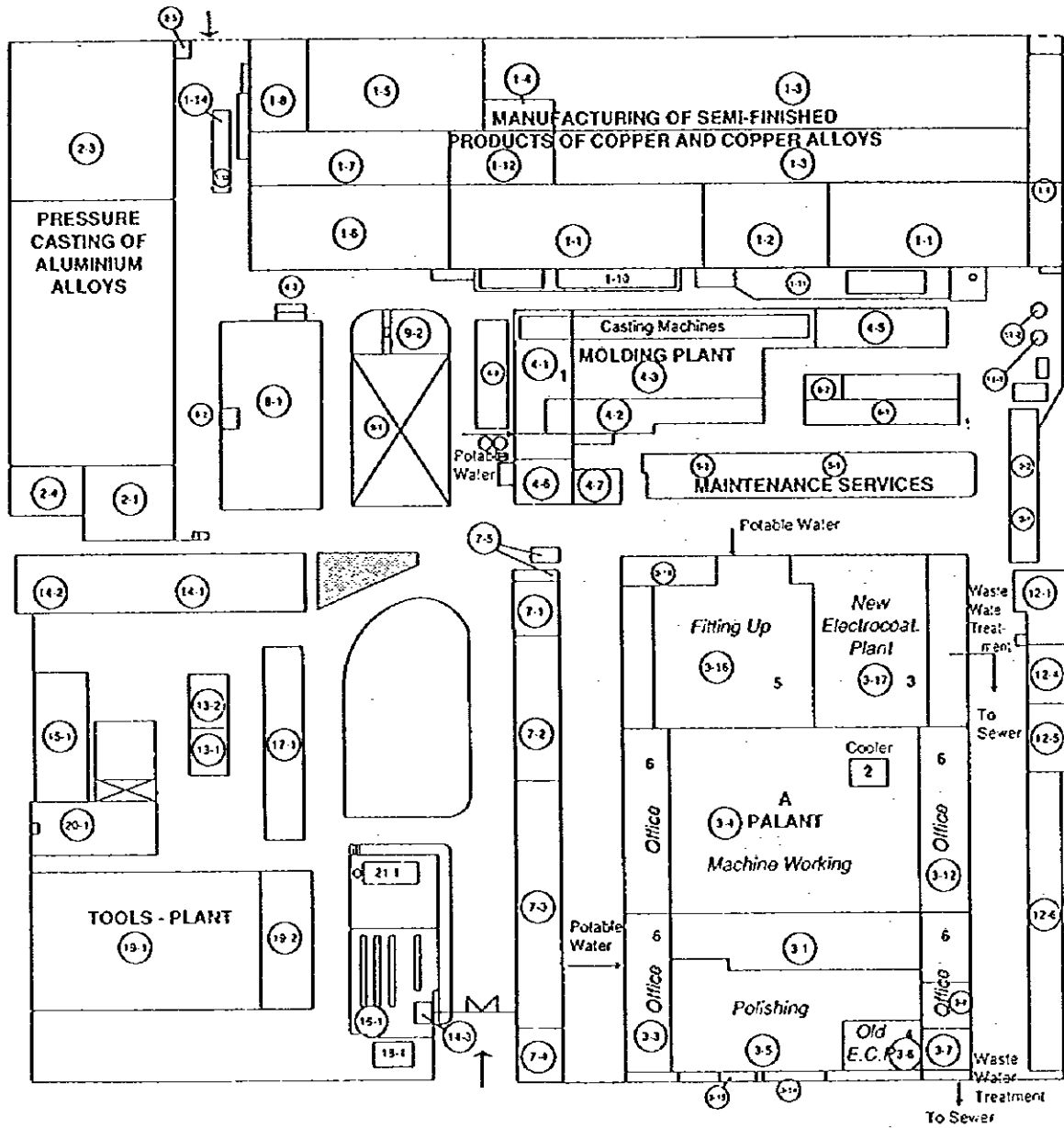
1) 概要

MARIBORSKA LIVARNA MARIBOR, p. o. は1925年にキリスト教会の鐘の鑄造を起業とし、その後は各種銅加工製品の製造へと発展する。第二次世界大戦で工場のほとんどが破壊されるが、再び、銅の溶接棒、水道管蛇口、シャワー等の生産を開始する。1974年、法の改正に伴って以下の5社への分割が行われ、現在に至っている。

- ① AKLIMAT (アルミニウム製ラジエータの製造)
- ② PREDELAVA BAKRA (銅合金の製造)
- ③ ARMAL (水道管蛇口、水洗トイレ取付け口、暖房及び冷房用鑄物等の製造)
- ④ VZDRZEVANJE (グループ会社のユーティリティ供給及びメンテナンス)
- ⑤ MLM (グループ会社製品のマーケティング及び輸入業務)

5社はMARIBORSKA LIVARNA MARIBORグループとして協力体制で運営されているが、電気めっき工場を有するARMAL d. o. o.からは有害物質を含有する廃水が発生し、廃水量の大半を占めていることから、本調査の対象を当会社に限定した。MARIBORSKA LIVARNA MARIBOR, p. o.に占めるARMAL d. o. o.の工場の配置をFig. 3. 3. 1に示す。

Fig. 3.3.1 工場の配置図



2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 3.3.1に示す。

Table 3.3.1 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						
Raw Material						
Washing		130		130	120	250
Cooling		196		196		196
Air Conditioning						
Miscellaneous		46		46		46
Total		372		372	120	492
Recovered Water/Total						24.4 %

3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の水バランスをFig. 3.3.2に示す。

(1) 用水供給設備

① 前処理設備

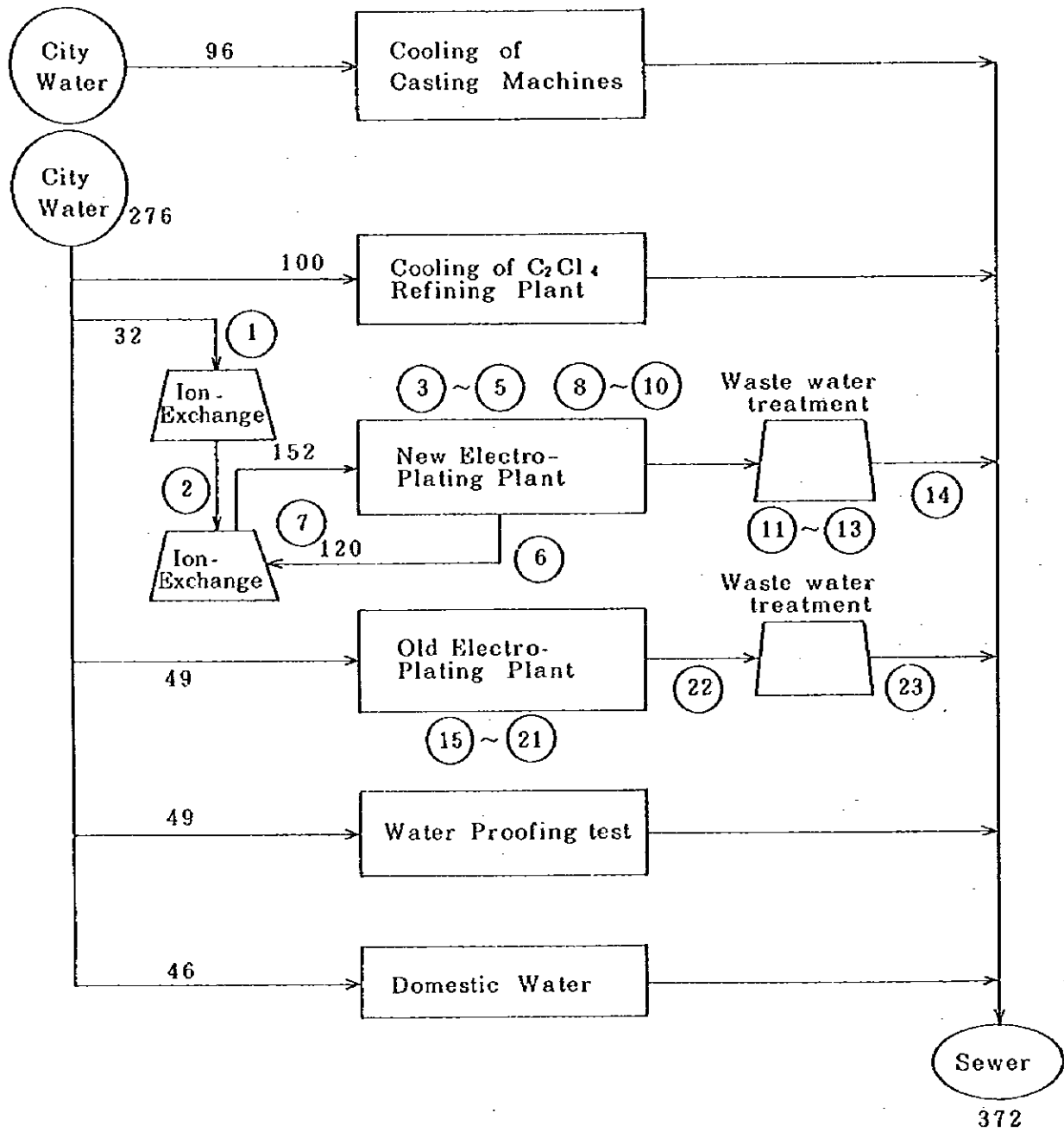
新工場のめっき設備に使用する補給水の一部は、市水を原水としてイオン交換樹脂法の純水製造設備を用いて前処理を行い、処理水の純水を使用している。純水製造設備は、カチオン交換樹脂塔とアニオン交換樹脂塔から構成されている。

② 再生利用設備

再生利用を行っているのは新工場のめっき設備である。各水洗工程から排出される水洗廃水のうち、水洗の最終工程から排出される水洗廃水を対象にして再生利用が行われている。再生利用設備はろ過塔、カチオン交換樹脂塔及びアニオン交換樹脂から構成されている。

再生利用の対象となる廃水は、脱脂水洗廃水、ホウフッ酸水洗廃水、銅めっき水洗廃水、硫酸水洗廃水、ニッケルめっき水洗廃水及びクロムめっき水

Fig 3.3.2 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



○ : Sampling points of the process and waste water.

洗廃水で、これらの水洗廃水は水洗廃水貯留槽に排出された後、ポンプによって、再生利用設備に圧送される。

(2) 製造工程と廃水の発生源

製造工程図をFig. 3.3.3に示す。製造は次の5工程からなる。

a. 鋳造

溶融させた銅亜鉛合金を鋳型に流し込み、鋳物を製造する工程である。ここでは、微粉炭素を含有する冷却廃水が発生する。

この微粉炭素は水槽の中で単純沈殿により分離されており、この上澄水が排出される。

b. 機械加工

鋳物のバリを削り取り、ネジ穴を切り、表面の研磨を行って、素材の形を整える工程である。機械加工工程からは、廃切削油が発生する。

廃切削油は回収され、産業廃棄物として外部に委託処分されているので、廃水の排出はない。

c. 電気めっき

素材にめっきを施して、耐食性、耐熱性、装飾性を付加する工程である。

めっきは旧工場と新工場の2箇所で行われている。両工場で行われている基本的なめっき工程は次のとおりである。

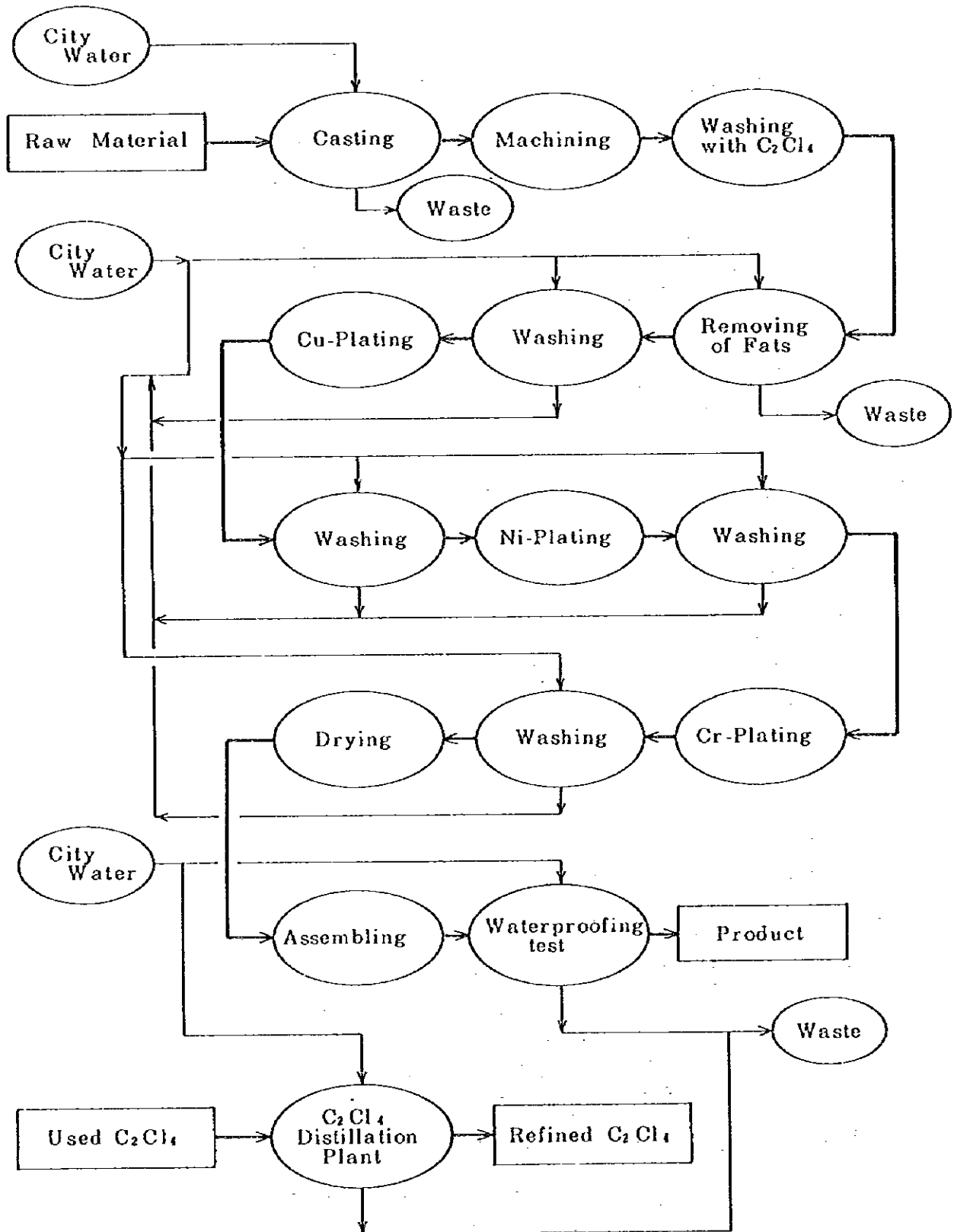
素材→(脱脂)→(水洗)→(酸洗)→(水洗)→(銅めっき)→(水洗)
→(ニッケルめっき)→(水洗)→(クロムめっき)→(水洗)→(湯洗)
→製品

めっき工程からは、各水洗廃水が発生する。めっき浴の更新は行われていないため、高濃度なめっき液の更新廃水の発生はない。

めっきは、旧工場においては手動で行われているが、新工場ではコンピュータによる自動制御で行われている。新工場のめっき設備は合理的に構成されているもので、管理が行き届き、作業環境も良い。また、新工場にはバレルめっき設備及び金めっき設備があり、金めっき設備には金回収を目的としたイオン交換樹脂が設置されていて、水洗廃水から金が回収されている。

当事業場には新・旧の2工場があるため、めっきの基本工程を、銅めっき、ニッケルめっき及びクロムめっきと定め、そこで使用される薬剤として両工

Fig 3.3.3 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE



場で現在使用しているものを選定し、めっき工場のモデルケースとして一般性を持たせた。以下に主な工程の概要を述べる。

① 脱脂

鋳物の表面に付着している油分を除去する工程である。電解脱脂、テトラクロロエチレン（P E C）による溶剤脱脂及びアルカリ脱脂が用いられている。ここでは、廃P C Eが発生する。

廃P C Eは回収され、工場に設置されている溶剤再生装置で不純物を取り除かれて、再び使用されている。分離された不純物は産業廃棄物として外部に委託処分されている。

② 脱脂水洗

素材表面に付着した電解液またはアルカリ脱脂液を水洗する工程である。ここでは、電解液またはアルカリ脱脂液が希釈された状態の各水洗廃水が発生する。

③ 酸洗・活性化

素材を酸に浸けて金属表面の薄い酸化皮膜を除去し、めっきの付きを良くするために行う工程である。

④ 酸水洗

素材表面に付着した硫酸またはホウフッ酸を水洗する工程である。ここでは、硫酸またはホウフッ酸液が希釈された状態の各水洗廃水が発生する。

⑤ 銅めっき

素材の下地めっきとして銅めっきを行う。銅めっき液にシアン化銅が採用されている。ここでは、めっき液の更新は行われていないため、廃水の発生はない。

⑥ 銅めっき水洗

素材表面に付着した銅めっき液を水洗する工程である。ここでは、銅めっき液が希釈された状態の水洗廃水が発生する。

⑦ ニッケルめっき

銅めっきの上にニッケルめっきを施す工程である。ここでは、めっき液の更新は行われていないため、廃水の発生はない。

⑧ ニッケルめっき水洗

素材表面に付着したニッケルめっき液を水洗する工程である。ここでは、ニッケルめっき液が希釈された状態の水洗廃水が発生する。

⑨ クロムめっき

ニッケルめっきの上にクロムめっきを施す工程である。ここでは、めっき液の更新は行われていないため、廃水の発生はない。

クロムめっき槽上には排気フードが取り付けられ、めっき槽で発生するガスやミストを排風機で排除している。排気ガスを導く排気ダクトは排気洗浄装置に接続され、排気ガスをクロムめっき液に吸収させてめっき液として回収されている。

また、劣化したクロムめっき液中の不純物を除去するイオン交換設備が設置されている。このイオン交換樹脂の再生廃液が廃水として排出される。

⑩ クロムめっき水洗

素材表面に付着したクロムめっき液を水洗する工程である。ここでは、クロムめっき液が希釈された状態の水洗廃水が発生する。

⑪ 湯洗

めっきの最後の水洗工程である。付着水を蒸発除去するために、素材を湯に浸漬して加温する工程である。廃水の発生はほとんどない。

⑫ その他

クロムめっきの剥離槽がある。剥離は、めっき状態が不良になった素材から、不良金属を除去する工程である。剥離液はNaOH水溶液で、剥離後に水洗する。

d. 組立て

構成部品を組み合わせて、製品にする工程である。ここでは、水の使用がないため、廃水の発生はない。

e. 漏水試験

完成した製品の漏水試験をする工程である。ここでは、漏水試験に使用した廃水が発生するが、廃水は汚染されていない。

(3) 廃水処理装置

a. 新工場

新工場の廃水処理装置はめっき設備と一体化され、廃水の排出特性に合わ

せた合理的な処理が可能になっている。廃水処理装置はめっき工場の階下に当たる地下1階に設置されている。

新工場の廃水処理装置のフローシートをFig. 3.3.4に示す。めっき設備から排出される廃水は、アルカリ系廃水と酸系廃水に分別される。前者にはアルカリ脱脂水洗廃水と銅めっき水洗廃水があり、CN/OH系廃水受槽に排出される。後者にはホウフッ酸水洗廃水、硫酸水洗廃水、ニッケルめっき水洗廃水及びクロムめっき水洗廃水があり、H/Cr系廃水受槽に排出される。両廃水受槽に貯留された廃水は、ポンプによって次の酸化還元・pH調整槽に移送され、酸化、還元及びpH調整の各操作が行われる。すなわち、CN/OH系廃水は、HCl及びNaOHの添加によるpH調整とともに、NaClOの添加によるCNの酸化分解が行われる。また、H/Cr系廃水は、同様なpH調整とともに、NaHSO₃の添加によるCr⁶⁺の還元が行われる。それぞれの廃水は、酸化または還元処理後、再びpHの調整が行われて重金属の水酸化物が生成される。一連の反応が完了した後、両廃水はポンプによって次の貯留槽に移送される。貯留された両廃水は脱水助剤が添加され、次のフィルタープレスに圧送されて、生成汚泥の脱水が行われる。脱離水は次のpH調整槽に貯留され、脱水ケーキは廃棄物処分場に搬出される。pH調整槽では、pHが放流基準に調整される。この処理水はポンプによって次の沈殿槽に移送される。ここで、残存する微細なSSが沈殿分離される。しかし、通常は処理水は沈殿槽に移送されず、ポンプによって次のポンプピットに直接、移送されている。この処理水はポンプによって放流される。

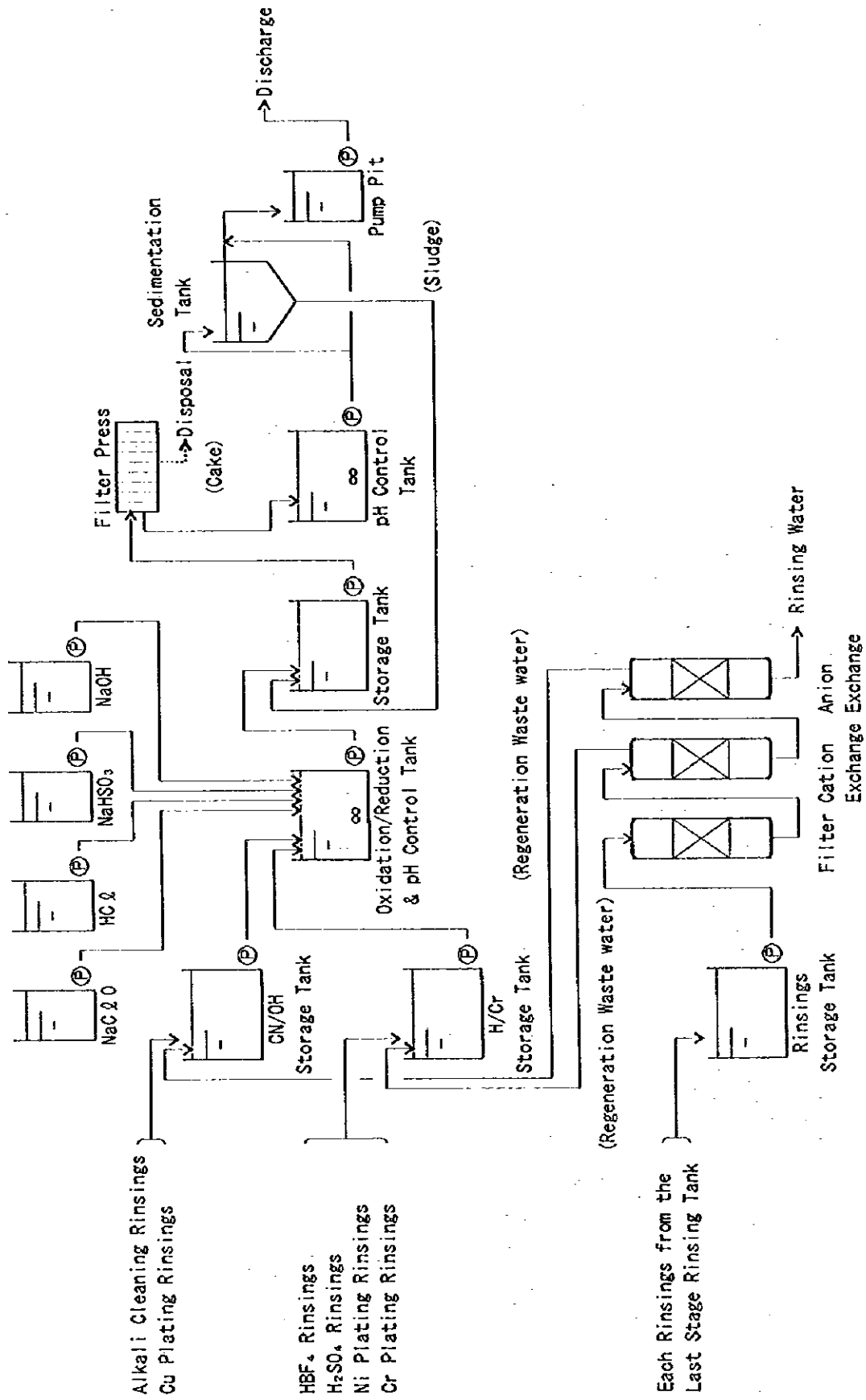
薬品貯留槽、貯留槽及び反応槽の各槽は防液堤内に設置され、また、排気設備が設置されており、安全管理及び作業環境への配慮が施されている。

新工場の廃水処理装置では、旧工場の銅めっき水洗廃水及びクロムめっき水洗廃水が搬入され、また、新工場のバレルメッキ水洗廃水及び金めっき水洗廃水が、同様に処理されている。

新工場のめっき設備で発生する最終段階の各水洗廃水は、イオン交換樹脂による再生利用が行われている。このイオン交換樹脂の再生廃水の処理も、当廃水処理装置で処理が行われている。

b. 旧工場

Fig. 3.3.4 新工場の廃水処理装置及び再生利用設備のプロフローシート



旧工場では、めっきの手直し、自動めっきで行われている素材と異なる素材へのめっき等が行われている。工場内には、アルカリ脱脂槽及びその水洗槽、ホウフッ酸槽及びその水洗槽、銅めっき槽及びその水洗槽、ニッケルめっき槽及びその水洗槽が設置されている。そのほか、新工場にはないPCE槽、電解脱脂槽及び剥離槽が設置され、操作は手作業で行われている。

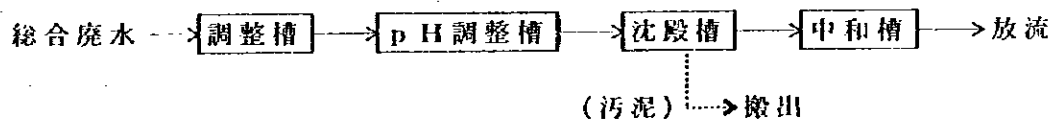
水洗槽からは水が常にオーバーフローしているが、銅めっき水洗廃水及びクロムめっき水洗廃水は、工場の地下に設置されている貯留槽にそれぞれ流入し、貯留されている。そのため、この廃水の排出はない。

また、PCE槽の上部壁面に冷却管が取り付けられ、PCEの気散防止が図られている。廃PCEは回収され、工場に設置されている溶剤再生装置で不純物を取り除かれ、再び使用されている。分離された不純物は産業廃棄物として外部に委託処分されている。したがって、PCEの排出はない。

シアンを含有する銅めっき水洗廃水及びCr⁶⁺を含有するクロムめっき水洗廃水を除く、その他の水洗廃水が総合廃水として排出されている。したがって、旧工場の廃水処理装置は、重金属の除去を目的として設置されているものである。現在（1996年6月）、廃水処理装置は、処理効率の向上を図るための改善工事が進められている。

廃水処理装置のフローシートを、Fig. 3.3.5に示す。

Fig. 3.3.5 旧工場のめっき廃水処理装置のフローシート



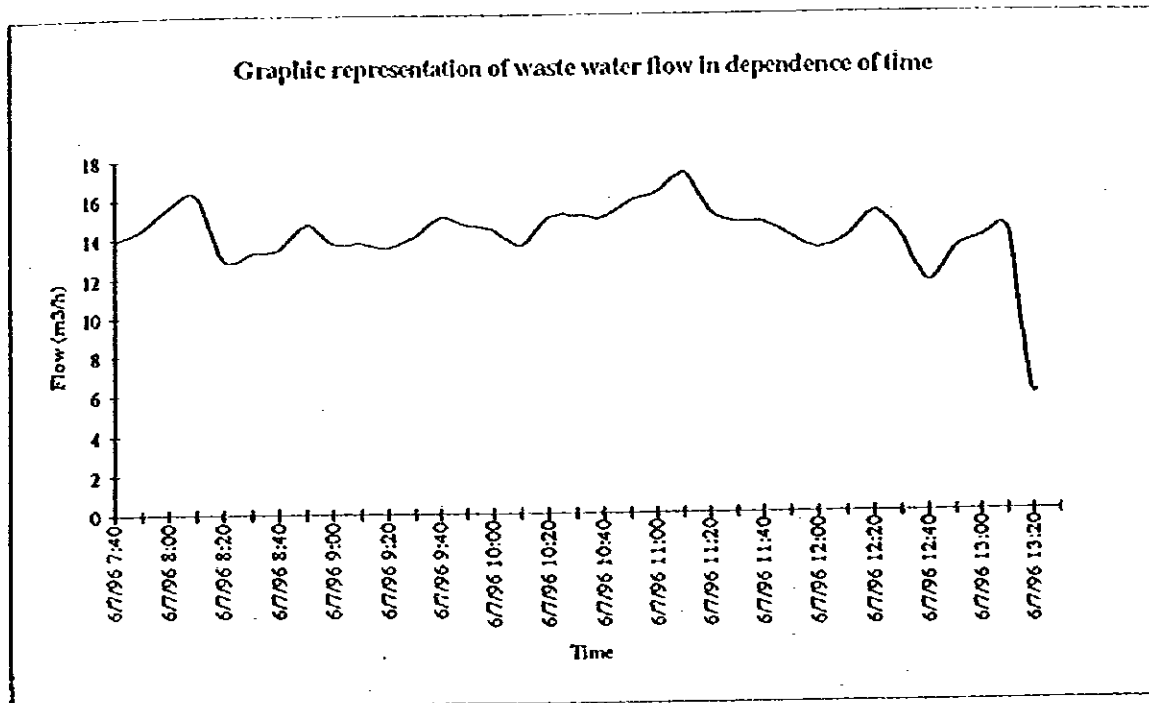
廃水は7~10 m³/hで排出され、平均49 m³/日である。

サンプリングを行った6月7日の廃水量測定結果をFig. 3.3.6に示す。当日、廃水は15 m³/hにほぼ一定して排出されている。

(4) 廃水処理及び用水管理体制

新及び旧工場の廃水処理及び用水の管理は、1人のエンジニアと2人の技術員によって行われている。用廃水処理施設の運転時間は12時間である。

Fig. 3.3.6 旧工場廃水処理装置の廃水排出量の測定結果



(5) その他関連する状況

新工場のめっき設備には、排気設備の安全対策及び資源回収設備が整っている。

a. 有機溶剤再生設備

旧工場では脱脂を目的とした有機溶剤、PCEを使用している。この廃PCEは回収され、工場に設置されている溶剤再生装置で再生処理を行って、再び使用されている。

b. クロムめっき大気蒸発濃縮設備

クロムめっき槽上の排気フードは大気蒸発濃縮設備に接続され、排気ガスは除害されて排出されている。この洗浄装置の吸収液にクロムめっき液が使用され、飛散したガスやミストをめっき液として回収し、再び使用される。

c. クロムめっき液再生設備

めっき液に用いられている薬剤の電解による酸化、空気による酸化、還元剤の自己酸化、また、他の槽からの持ち込み、めっき素材の付着物、素材からの溶出、排気ダクトからの混合逆流入、槽・配管・付属機器からの溶出混

入などによって、めっき液は劣化する。

クロムめっき液の主な劣化原因に Cr^{6+} の生成がある。この Cr^{6+} を除去するためにイオン交換樹脂塔が設置されている。再生されたクロムめっき液は再び使用される。

(6) 現在のシステムの評価

現在のシステムは適切なものである。その理由として、以下の事項が挙げられる。

- ① 廃水を分別して排出している。
- ② 有害物質を除去する単位操作が廃水処理装置に合理的に組み込まれている。
- ③ 十分な安全対策が施されている。
- ④ 資源回収設備が完備している。

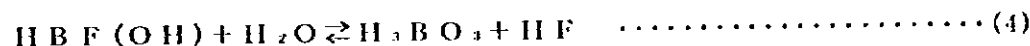
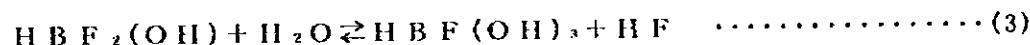
したがって、廃水処理装置の適切な運転と十分な維持を実施していることにより、問題はないと言える。

なお、廃水処理装置並びに再生利用設備は、次の事項を改善することにより、より良い処理システムが構成される。

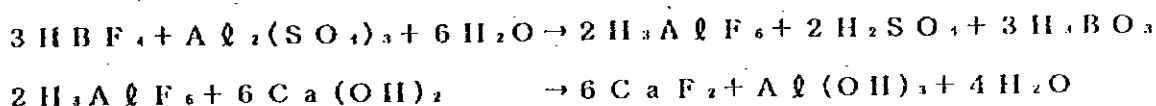
- ① ホウフッ酸水洗廃水は別途に処理をする。

ホウフッ酸はカルシウムイオンを添加するだけでは処理ができないため、別途に処理をする。

ホウフッ酸は安定した錯イオンであるが、水中では加水分解してフッ素イオンも解離し、次の(1)～(4)のように平衡状態で存在している。



カルシウムイオンを加えてHFを CaF_2 として除去すれば、反応は右に進行して BF_4^- は分解できるが、(1)式の反応は、常温下では極めて緩慢である。この反応を促進するために、触媒としてアルミニウム塩を添加し、更に加温する方法がとられている。



② 最終中和処理（放流の前）の前に、ろ過装置を設置する。

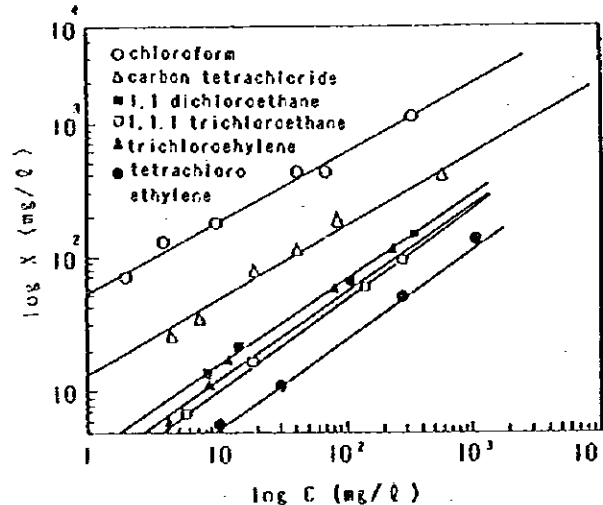
処理水の水質分析結果には、基準以下であるがSSが測定されている。このSSは重金属の水酸化物である可能性が強い。この微細なSSを除去する目的にろ過装置を設ける。

③ ろ過装置の後に活性炭吸着装置を設置する。

有機溶剤が素材に付着して槽から持ち出され、廃水に混入する恐れがある。また、廃水が含有する有機物がTOCの排水基準を上回る恐れがある。これらの恐れを防止する目的にろ過装置の後段に活性炭吸着装置を設置する。

水中に溶解した低沸点有機塩素化合物は活性炭により吸着される。粒状活性炭による低沸点有機塩素化合物の吸着等温線、すなわち水中の濃度とその濃度に対する平衡吸着量の関係をFig. 3.3.7に示す。

Fig. 3.3.7 水中有機塩素化合物の活性炭に対する吸着等温線の例(25℃)



出典) 公害防止の技術と法規編集委員会編：公害防止の技術と法規（水質編），
（社）産業環境管理協会（1993）

④ 活性炭吸着装置の後段にキレート樹脂装置を設置する。

アルカリ脱脂剤にはキレート剤が添加されている場合がある。アルカリ脱脂剤が素材に付着して槽から持ち出され、廃水中の重金属とキレート剤が結合し、それが廃水に混入して排出される恐れがある。この錯体の処理は本処理システムでは困難であることから、この錯体の処理を目的としたキレート樹脂装置を活性炭吸着装置の後段に設置する。

⑤ めっき水洗廃水の再生利用装置の最終段に活性炭吸着装置を設ける。

再生利用を行っているとき、めっき液に添加されている有機物が循環水内に蓄積する。添加されている有機物はめっき液ごとに異なることから、再生利用による蓄積有機物によるめっき障害の発生を防止する目的に再生利用装置の最終段に活性炭吸着装置を設置する。

⑥ 再生利用装置は、めっき水洗廃水の廃水種別に設置する。

ニッケルめっき水洗廃水がシアンを含有する銅めっき水洗廃水と混合すると、処理の困難なニッケルのシアン錯体が生成する恐れがある。この恐れと、⑤のめっき障害発生の防止を目的に廃水種別に再生利用装置を設置する。

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 3.3.2に示す。サンプルNoとサンプリング場所は次のとおりである。

(No 1) : 補給水である市水

(No 2) : 市水を予備処理設備である純水製造設備で処理を行った水

Table 3.3.2 補給水の水質

Items	No	
	1	2
Name of Sample	City Water	Outlet of I.E. Plant
Fe (mg/ℓ)	< 0.05	< 0.05
Mg (mg/ℓ)	< 0.05	< 0.05
T-Hardness* (°dH)	15.6	< 0.5
M-Alkalinity (mmol/ℓ)	4.3	0.07
Cl (mg/ℓ)	12	< 1
TDS (mg/ℓ)	360	< 30

(NOTE) * : mmol/ℓ as CaCO

(2) 廃水の水質

再生利用設備で処理を行う水洗廃水及びその処理水並びに廃水処理装置で処理を行う各廃水及びその処理水の水質をTable 3.3.3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. 3～5) : 新工場の再生利用設備で処理を行う水洗廃水例

(No. 6) : 新工場の再生利用設備の水洗廃水貯留槽

(No. 7) : 新工場の再生利用設備の処理水

(No. 8～10) : 新工場のめっき設備の水洗廃水例

(No. 11) : 新工場の廃水処理装置のCN/OH系水洗廃水貯留槽

(No. 12) : 新工場の廃水処理装置のH/Cr系水洗廃水貯留槽

(No. 13) : 新工場の廃水処理装置の酸化・還元及びpH調整槽

(No. 14) : 新工場の廃水処理装置の放流水 (コンボジットサンプル)

(No. 15～21) : 旧工場のめっき設備のめっき槽及び水洗廃水例

(No. 22) : 旧工場のめっき設備の総合廃水 (コンボジットサンプル)

(No. 23) : 旧工場の廃水処理装置の放流水 (コンボジットサンプル)

Table 3. 3. 3 廃水及び処理水の水

(1/5)

No	3	4	5	6	7	
Items	Name of Sample Rinsing (1. 12)	Rinsing (1. 13)	Rinsing (1. 21)	Storage Tank (B 1)	Outlet of IE (A 1)	
Temp.	($^{\circ}$ C)	25	20	23	—	
pH	(—)	6.0	4.5	8.1	7.8	5.4
SS	(mg/l)	—	—	—	—	—
B	(mg/l)	—	—	—	<0.05	0.4
Cu	(mg/l)	4.7	1.3	0.06	1.8	<0.05
Zn	(mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
T-Cr	(mg/l)	0.11	0.70	0.11	0.25	0.085
Cr ⁶⁺	(mg/l)	<0.05	0.33	<0.05	<0.05	<0.05
Ni	(mg/l)	<0.05	0.35	46	1.3	0.31
N-NH ₃	(mg/l)	—	—	—	—	—
T-CN	(mg/l)	14	8.0	0.04	4.6	7.0
T-F	(mg/l)	<0.01	<0.01	0.17	0.58	<0.01
T-P	(mg/l)	—	—	—	—	—
COD _{Cr}	(mg/l)	—	—	—	—	15
T-fat	(mg/l)	—	—	—	—	—
CHCl ₃ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
CH ₂ Cl ₂ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
CCl ₄ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCHCl ₂ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCH ₂ Cl*	(mg/l)	—	—	—	—	—
CH ₃ CCl ₃ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₆ H ₆	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₇ H ₈	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	(mg/l)	—	—	—	—	—
Anionic surfactants	(mg/l)	—	—	—	—	—

(Note) * : Expression as CCl

Table 3. 3. 3 廃水及び処理水の水

(2/5)

Items	No Name of Sample	8	9	10	11	12
		Rinsing (1.7)	Rinsing (1.16)	Rinsing (1.22)	CN/OH Storage Tank (B 11)	H/Cr Storage Tank (B 12)
Temp.	(°C)	16	22	23	—	—
pH	(—)	8.2	<1	7.8	11.4	2.0
SS	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
B	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
Cu	(mg/ℓ)	0.17	730	0.05	27	—
Zn	(mg/ℓ)	<0.05	290	<0.05	1.3	—
T-Cr	(mg/ℓ)	0.14	—	0.08	—	140
Cr ⁶⁺	(mg/ℓ)	0.09	—	0.05	—	110
Ni	(mg/ℓ)	0.07	320	560	—	—
N-NH ₃	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
T-CN	(mg/ℓ)	0.03	<0.01	400	44	0.26
T-F	(mg/ℓ)	0.10	23	1.0	—	—
T-P	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
COD _{Cr}	(mg/ℓ)	—	—	—	890	170
T-fat	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
CHCl ₃ *	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
CH ₂ Cl ₂ *	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
CCl ₄ *	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCHCl ₂ *	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCH ₂ Cl*	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
CH ₃ CCl ₃ *	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
C ₆ H ₆	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
C ₇ H ₈	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
C ₈ H ₁₈ (CH ₃) ₂	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—
Anionic surfactants	(mg/ℓ)	—	—	—	—	—

(Note) * : Expression as Cℓ

Table 3. 3. 3 廃水及び処理水の水質 (3/5)

Items	No. Name of Sample	1 3	1 4
		ORP Reactor (B 13)	Effluent (B 17)
Temp.	(°C)	—	—
pH	(—)	7.2	9.1
SS	(mg/ℓ)	—	50
B	(mg/ℓ)	—	0.5
Cu	(mg/ℓ)	—	1.4
Zn	(mg/ℓ)	—	0.54
T-Cr	(mg/ℓ)	1.1	0.20
Cr ⁶⁺	(mg/ℓ)	<0.05	<0.05
Ni	(mg/ℓ)	—	1.1
N-NH ₃	(mg/ℓ)	—	0.45
T-CN	(mg/ℓ)	<0.01	<0.01
T-F	(mg/ℓ)	—	4.2
T-P	(mg/ℓ)	—	0.94
COD _{Cr}	(mg/ℓ)	490	20
T-fat	(mg/ℓ)	—	<5
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)	—	<0.01
C ₇ H ₈	(mg/ℓ)	—	<0.01
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	(mg/ℓ)	—	<0.01
Anionic surfactants	(mg/ℓ)	—	<0.05

(Note) * : Expression as Cℓ

Table 3. 3. 3 廃水及び処理水の水

(4/5)

Items	No.	15	16	17	18	19
	Name of Sample	Alkali De- ffatig Bath	Acid Bath	Cu Plating Bath	Rinsing of Cu Plating	Ni Plating Bath
Temp.	(°C)	18	20	25	25	18
pH	(-)	11.6	1.3	10.5	10.4	5.4
SS	(mg/l)	—	—	—	550	—
B	(mg/l)	—	—	—	1,300	—
Cu	(mg/l)	—	3.6	45,000	17,000	—
Zn	(mg/l)	4.3	72	710	130	—
T-Cr	(mg/l)	—	—	—	110	0.70
Cr ⁶⁺	(mg/l)	—	—	—	<0.05	—
Ni	(mg/l)	—	—	—	970	88,000
N-NH ₃	(mg/l)	—	—	—	18	—
T-CN	(mg/l)	30	—	—	3,400	—
T-F	(mg/l)	—	3,400	—	23	—
T-P	(mg/l)	—	—	—	1.1	—
COD _{Cr}	(mg/l)	1,200	30	54,000	19,000	53,000
T-fat	(mg/l)	<5	—	—	<5	—
CHCl ₃ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
CH ₂ Cl ₂ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
CCl ₄ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCHCl ₂ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
Cl ₂ CHCH ₂ Cl*	(mg/l)	—	—	—	—	—
CH ₃ CCl ₃ *	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₆ H ₆	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₇ H ₈	(mg/l)	—	—	—	—	—
C ₆ H ₅ (CH ₃) ₂	(mg/l)	—	—	—	—	—
Anionic surfactants	(mg/l)	2.6	—	—	3.4	—

(Note) * : Expression as Cl

Table 3. 3. 3 廃水及び処理水の水

(5/5)

Items	No.	20	21	22	23
	Name of Sample	Cr Plating Bath	Rinsing of Cr Plating	Influent of W.W. Plant	Effluent of W.W. Plant
Temp.	(°C)	25	25	18	20
pH	(-)	1.0	3.0	7.4	8.9
SS	(mg/l)	-	210	<30	120
B	(mg/l)	-	3,000	0.1	0.08
Cu	(mg/l)	-	330	0.36	0.43
Zn	(mg/l)	-	260	0.17	0.21
T-Cr	(mg/l)	280,000	5,700	0.75	0.98
Cr ⁶⁺	(mg/l)	220,000	5,200	0.31	0.27
Ni	(mg/l)	-	300	0.72	0.85
N-NH ₃	(mg/l)	-	76	0.17	0.05
T-CN	(mg/l)	-	<0.01	0.24	0.13
T-F	(mg/l)	-	0.40	0.26	0.21
T-P	(mg/l)	-	43	1.6	0.7
COD _c	(mg/l)	-	-	<15	20
T-fat	(mg/l)	-	<5	<5	<5
CHCl ₃ *	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
CH ₂ Cl ₂ *	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
CCl ₄ *	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
Cl ₂ CHCHCl ₂ *	(mg/l)	-	-	0.02	0.01
Cl ₂ CHCH ₂ Cl*	(mg/l)	-	-	0.13	0.10
CH ₃ CCl ₃ *	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
C ₆ H ₆	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
C ₇ H ₈	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	(mg/l)	-	-	<0.01	<0.01
Anionic surfactants	(mg/l)	-	3.9	<0.05	<0.05

(Note) * : Expression as CCl₄

3. 3. 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 水源は上水のみであり、鑄造工場及び(A)工場に供給されている。
- ② 回収水は新めっき工場にて 120 (m³/D)使用されている。
- ③ 用水使用量の53%は冷却用水、35%は洗浄・製品処理用水で残りが雑用水である。
- ④ 冷却水のうち約50%は直接冷却用、約50%は間接冷却用でいずれも一過式に使用されている。
- ⑤ 洗浄・製品処理用水のうち約62%はめっき工程用、約38%は製品の漏水試験用として使用されている。

(2) 合理化の現状

- ① 新めっき工場では、めっき設備とともに水使用の合理化も実施されている。
- ② 旧めっき工場は、めっき操作が手作業のため、水使用については管理が十分ではない。
- ③ 鑄造工場で使用されている直接冷却用水は汚染されているため、再利用は困難である。
- ④ PEC再生設備に使用されている間接冷却水は一過式であるが、再利用が可能である。水温は若干高い(上水温+10℃程度)が水質の問題はない。

2) 水使用合理化の計画

(1) PEC再生設備の間接冷却水を製品漏水試験用として再利用

(ケース1)

(a) 計画の概要

PEC再生設備の間接冷却水は現在一過式に使用されており、出口の温度は約25℃であり、水質の変化はない。この廃水を同じ建屋内の組立工場にて実施される製品の漏水試験用に再利用する。

(b) 基本条件

基本条件をTable 3.3.4に示す。

Table 3.3.4 基本条件

	水 量 (m ³ /D)	操業時間 (h/D)	水 量 (m ³ /h)	操業日数 (d/Y)	節水量 (m ³ /D)
現状 P E C 再生設備	100	16	6.25	229	
現状漏水試験設備	49	8	6.13	235	
再利用水量と期間	(49)	(8)	(6.25)	(229)	(48)

(c) 所要費用の概算

・設備費

配管及び配管工事 1式 750 (千SIT)

・運転費

現状と変化なし 0

・所要費用

所要費用をTable 3.3.5に示す。

Table 3.3.5 所要費用

項目		年 額 (千SIT/Y)	回収水当たり (SIT/m ³)	備 考
固定費	設備償却費	50.3	4.58	15年均等償却
	金 利	37.5	3.41	10%
	小 計	87.8	7.99	
運転費		0	0	
合 計		87.8	7.99	

(2) P E C 再生設備の間接冷却水を鋳造工場直接冷却水として再利用

(ケース2)

(a) 計画の概要

P E C再生設備の間接冷却水は現在一過式に使用されており、出口の温度は約25℃であり、水質の変化はない。この廃水を別の建屋内の鋳造工場にて使用されている直接冷却水として再利用する。

(b) 基本条件

基本条件をTable 3.3.6に示す。

Table 3.3.6 基本条件

	水 量 (m ³ /D)	操 業 時 間 (h/D)	水 量 (m ³ /h)	操 業 日 数 (d/Y)	節 水 量 (m ³ /D)
現状 P E C 再生設備	100	16	6.25	229	
現状 鋳造用冷却水	96	21.6	4.44	202	
再利用水量と期間	(71)	(16)	(4.44)	(202)	(71)

(c) 所要費用の概算

・設備費

配管及び配管工事	1式	1,500 (千SIT)
冷却水槽	1槽 (1.5m ³)	200
計器・制御器	1式	100
ポンプ (1台予備)	2台 (口径40, 1.5kw)	360
据付工事費等	1式	140
合 計		2,300

・運転費

電力費 $1.5\text{kW} \times 0.8 \times 16\text{h/D} \times 15\text{SIT/kWh} \times 202\text{D/Y} = 58.2$ (千SIT/Y)

人件費 他の業務と兼任 0

・所要費用

所要費用をTable 3.3.7に示す。

Table 3.3.7 所要費用

項目		年 額 (千SIT/y)	回収水当たり (SIT/m ³)	備 考
固定費	設備償却費	153.3		15年均等償却
	金 利	115.0		10%
	設備補修費	115.0		年額設備費の5%
	小 計	383.3	26.73	
運転費		58.2	4.06	
合 計		441.5	30.79	

(3) ケース1、2についての検討及び考察

(a) 技術的検討

- ① PEC再生装置に使用されている間接冷却水は一過式であるため、出口の温度は約25℃で、水質の変化はない。
- ② この廃水を再利用する計画（ケース1、2）は、いずれも水量、操業時間、操業日数に若干の差異はあるが、技術的に対応出来る問題であり節水の効果は十分あると考えられる。

(b) 経済性評価

この再利用計画における回収水当たりの費用は、約8SIT/m³（ケース1）、約32SIT/m³（ケース2）である。この値を以下の条件において検討してみる。

- ① 現状でも用排水に関して支払われている費用は約200SIT/m³であるので、ケース1、2ともに経済的に成り立つ。
- ② 将来は下水道料金として100SIT/m³以上が徴収される見込みであるのでケース1、2ともに経済的に成り立つ。
- ③ ケース2の設備費用でも年間出荷額の約0.1%程度であり事業所において詳細に検討されるようリコメンドしたい。

3. 3. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

当事業場は鋳造工場、機械加工工場及びめっき工場から構成されている。めっきは新・旧の2工場で行われており、それぞれに廃水処理装置が設置されている。事業場全体を通じ、廃水の排出特性に合わせた合理的な廃水処理システムが構成されており、新たな予備処理または廃水処理装置の必要はない。そのため、ここではめっき廃水を対象にした処理システムを検討することとする。めっきの基本工程を銅めっき、ニッケルめっき及びクロムめっきと定め、そこで使用される薬剤に同種のものを選定することにより、めっき工場としての一般性を持たせ、めっき工場廃水処理装置の概念設計をモデルケースとして行う。

1) 設計条件

(1) 廃水の排出特性

廃水の排出を次のとおりに定める。

① 浴液の更新は行わない。

浴液の更新がある場合は、一般的に、次のように処理が行われる。すなわち、浴液更新廃水の貯留槽を設ける。そして、浴液が次に更新されるまでの期間に貯留槽に貯留されている浴液が空になるように、貯留されている浴液の処理水量を定めて、同系の水洗廃水に混入して処理を行う。

② 銅めっき液はシアン浴、ニッケルめっき液はホウ酸を含有するものとし、また、ホウフッ酸浴は使用しない。

ホウフッ酸の廃水がある場合は、先に述べたホウフッ酸の処理方法を用いて別途に処理を行う。

③ 水洗槽の第1段を回分方式とし、以降を多段交流水洗方式とする。

第1段の水洗廃水を廃水処理装置に排出する。第2段以降の水洗廃水は再生処理する。

④ 廃水の発生源は、第1段の各水洗廃水、多段交流水洗槽からの各水洗廃水、再生利用設備の再生廃水及び排気ガス洗浄塔の循環廃水とする。

以上の前提に基づく工程別廃水の排出特性をまとめると、Table 3.3.8のとおりである。

(2) 廃水の水質及び水量

廃水の水質及び水量をTable 3.3.9のとおりに定める。

Table 3.3.8 工程別廃水の排出特性

廃水名	工程別廃水	排出状況	排出先
酸・アルカリ系水洗廃水	酸水洗廃水, アルカリ脱脂水洗廃水, クロムめっき水洗廃水, ニッケルめっき水洗廃水, その他の水洗廃水	常時	再生利用設備
シアン系水洗廃水	銅めっき水洗廃水	常時	再生利用設備
シアン系廃水	銅めっき第1水洗廃水, 循環水	1回/日	廃水処理装置
クロム系廃水	クロムめっき第1水洗廃水	1回/日	廃水処理装置
酸・アルカリ系廃水	酸第1水洗廃水, アルカリ脱脂第1水洗廃水, その他の第1水洗廃水	1回/日	廃水処理装置
ニッケル系廃水	ニッケルめっき第1水洗廃水	1回/日	廃水処理装置

Table 3.3.9 廃水の水質及び水量

	H-OH Rinse	CN Rinse	CN W.W.	Cr W.W.	H-OH W.W.	Ni W.W.
pH	3~4	9~10	11	2~3	3~4	4~5
COD (mg/ℓ)					150	
B (mg/ℓ)	0.3					50
Cu (mg/ℓ)		15	450		10	
Cr ⁶⁺ (mg/ℓ)	5			1,000		
Ni (mg/ℓ)	5					1,000
T-CN (mg/ℓ)		25	650			
Zn (mg/ℓ)					10	
m ³ /day	90	30	4	4	18	4

(3) 処理量

新めっき工場の処理量を採用する。

廃水処理量 30 m³/日

再生処理量 120 m³/日

(4) 放流水の水質

放流水の水質基準をTable 3.3.10に示す。

(5) 運転時間

操業時間とし、新めっき工場の時間を採用する。

廃水処理 12 h/日

再生処理 12 h/日

脱水機 8 h/日

2) システム選定理由

(1) 廃水処理

めっき廃水の化学的処理は、イニシャルコスト及びランニングコストが最も安価で、安定した処理水質が得られることから、本法を採用する。

すなわち、 NaClO によるCNの酸化分解、 NaHSO_3 による Cr^{6+} の還元及びpH調整による重金属の析出除去とする。更に、重金属の錯体が含有されていることを恐れ、化学処理の後にキレート樹脂塔を設置してその除去を行う。また、ニッケルめっき液が含有するホウ素(B)を処理するために、当該廃水を別途に処理し、その後にB吸着樹脂による処理を施す。

(2) 再生処理

イオン交換樹脂による水洗廃水の処理は、運転操作が容易で、安定した処理水質が得られることから、本法を採用する。また、浴液が含有する有機物の除去を目的として活性炭吸着処理を行い、得られた処理水は紫外線(UV)殺菌を施して、貯留槽に貯留する。

(3) 排ガス処理

各設備から発生するガスの処理は、洗浄塔を設置する。

Table 3.3.10 放流水の水質基準

項目	単位	河川	下水
1 温度	℃	30	40
2 pH	-	6.5~9.0	6.5~9.5
3 SS	mg/l	80	(a)
4 SV ₃₀	ml/l	0.5	10 (b)
5 SAK (色度)			
436 nm	m ⁻¹	7.0	
525 nm	m ⁻¹	5.0	(b)
620 nm	m ⁻¹	3.0	
6 毒性試験 (SD)	mg/l	6	-
7 生分解性	%	-	(c)
8 B	mg/l	1.0	10.0
9 Al	mg/l	3.0	(c)
10 As	mg/l	0.1	0.1
11 Cu	mg/l	0.5	0.5
12 Ba	mg/l	-	-
13 Zn	mg/l	2.0	2.0
14 Cd	mg/l	0.2	0.2
	kg/t	0.3 (d)	0.3 (d)
15 Co	mg/l	-	-
16 Sn	mg/l	2.0	2.0
17 T-Cr	mg/l	0.5	0.5
18 Cr ⁶⁺	mg/l	0.1	0.1
19 Ni	mg/l	0.5	0.5
20 Ag	mg/l	0.1	0.1
21 Pb	mg/l	0.5	0.5
22 Fe	mg/l	3.0	(c)
23 Hg	mg/l	0.01	0.01
24 Cl ₂ (遊離塩素)	mg/l	0.5	0.5
25 Cl ₂ (全有効塩素)	mg/l	0.5	1.0
26 N-NH ₃	mg/l	80	(e)
27 N-NO ₂	mg/l	-	-
28 N-NO ₃	mg/l	(f)	-
29 T-CN	mg/l	0.5	10
30 遊離CN	mg/l	0.2	0.2
31 F	mg/l	50	50
32 Cl ⁻	mg/l	(g)	-
33 T-P	mg/l	2.0	-
34 SO ₄	mg/l	(f)	600 (g)
35 S	mg/l	1.0	1.0
36 SO ₃	mg/l	1.0	10
37 TOC	mg/l	30	-
38 COD _{Cr}	mg/l	400	-
39 BOD ₅	mg/l	25	-
40 全油分	mg/l	20	100
41 THC	mg/l	10 (h)	10 (h)
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	1.0 (i)	1.0 (i)
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	10
47 界面活性剤	mg/l	1.0	-

注) (a)~(l); 本工場の適用はない。

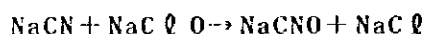
3) 処理システムの概要

(1) 廃水処理システム

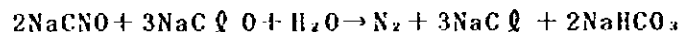
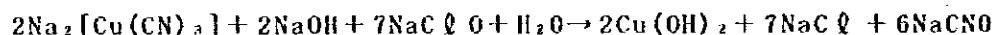
各工程から排出される廃水は、Table 3.3.8に示す廃水名の各廃水貯留槽に排出される。

№1シアン系廃水貯留槽に排出されたシアン系廃水は、槽に設置されている水位計と連動する揚水ポンプによって第1次分解槽に導かれ、続いて第2次分解槽、№1反応槽へと自然流下により導かれ、廃水中の遊離CN及び銅シアンが分解される。第1分解槽及び第2分解槽には、pH計及びORP計が設置されていて、廃水のpH及びORPが設定された値に保たれるよう、各計器と連動して、NaCℓO、Ca(OH)₂及びHCℓが注入される。№1反応槽を経て分解反応が完了すると、廃水はクロム還元槽に導かれる。

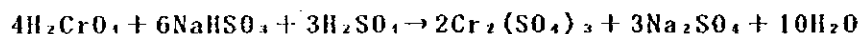
第1分解：pH=10.5以上，ORP=300 mV以上



第2分解：pH=8.0，ORP=600 mV

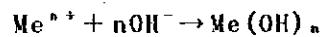


№1クロム系廃水貯留槽に排出されたクロム系廃水は、槽に設置されている水位計と連動する揚水ポンプによってクロム還元槽に導かれて、廃水中のCr⁶⁺が還元されCr³⁺となる。還元槽にはpH計及びORP計が設置されていて、廃水のpH及びORPが設定された値に保たれるよう、各計器と連動して、NaHSO₃及びHCℓが注入される。還元反応が完了すると、廃水は№3反応槽に導かれる。



№1酸・アルカリ系廃水貯留槽に排出された酸・アルカリ系廃水は、槽に設置されている水位計と連動する揚水ポンプによって№3反応槽に導かれる。№3反応槽にはpH計が設置されていて、無機凝集剤としてFeCℓ₃が定量注入されるとともに、廃水のpHが設定された値に保たれるよう、pH計と連動してCa(OH)₂が注入されて、pHの第1段調整が行われる。続いて№2pH調整槽に導かれて、同様に最終のpH値に調整されて重金属の水酸化物が生成されると、廃水は凝集槽に導かれる。ここで高分子凝集剤が添

加され、フロックが形成される。フロックが形成された廃水は次の沈殿槽に導かれて、生成フロックが沈殿分離される。上澄水はNo 1ピットに導かれ、沈殿汚泥は汚泥貯留槽に導かれる。汚泥貯留槽の汚泥は遠心分離設備で脱水され、脱水ケーキは埋立て処分場へ搬出され、ろ液はNo 1酸・アルカリ系廃水貯留槽に送られる。



ニッケル系廃水貯留槽に排出されたニッケル系廃水は、No 3反応槽に導かれて、ニッケルは水酸化ニッケルとして析出、凝集される。No 3反応槽は回分式である。まず、無機凝集剤としてFeCl₃が添加された後、設置されているpH計の設定値までNaOHが添加されてNi(OH)₂が析出される。続いて、高分子凝集剤が添加されフロックが形成されると、放置されることによりフロックの沈殿分離が行われる。上澄水は中和槽に導かれる。中和槽に設置されているpH計の設定値までHClが注入されて、廃水は中和される。続いて、ポンプで次のB吸着樹脂塔へ圧送され、Bの除去が行われて、処理水はNo 1ピットに送られる。B吸着樹脂塔の再生はNaOH及びHClによって行われる。再生廃水はNo 2pH調整槽に送られると、ポンプにてNo 2pH調整槽に導かれてpH調整が行われる。この処理水はドラムドライヤーによって蒸発されるとともに、析出した塩は廃棄物処分場に搬出される。

No 1ピットに送られた全廃水の処理水は、ポンプによって、砂ろ過塔、活性炭吸着塔及びキレート樹脂塔に圧送されて、SS、有機物及び重金属の錯体が除去される。処理水は最終中和槽で中和処理された後、水質監視槽を経て放流される。キレート樹脂の再生は、NaOH及びHClにより行われ、再生廃水は、No 2酸・アルカリ系廃水貯留槽に送られる。

(2) 再生利用システム

酸・アルカリ水洗廃水貯留槽に排出された酸・アルカリ水洗廃水は、ポンプによって、砂ろ過塔、強カチオン交換樹脂塔、強アニオン交換樹脂塔及び活性炭吸着塔に圧送されて、廃水中のカチオン、アニオン及び有機物が除去される。処理水は酸・アルカリ貯留槽に貯留され、ポンプでめっき工程に送られる。イオン交換樹脂の再生は、NaOH及びHClによって行われる。カチオン交換樹脂の再生廃水はNo 2酸・アルカリ系廃水貯留槽へ、また、ア

ニオン交換樹脂の再生廃水はNa₂クロム系廃水貯留槽へ送られる。

シアン系水洗水洗廃水貯留槽に排出されたシアン系水洗廃水は、ポンプによって、砂ろ過塔、活性炭吸着塔、強カチオン交換樹脂塔、弱アニオン交換樹脂塔及び強アニオン交換樹脂塔に圧送されて、廃水中のカチオン、アニオン及び有機物が除去される。処理水は貯留槽に貯留され、ポンプでめっき工程に送られる。イオン交換樹脂の再生は、NaOH及びHClによって行われる。カチオン交換樹脂の再生廃水はNa₂酸・アルカリ系廃水の貯留槽へ、また、アニオン交換樹脂の再生廃水はNa₂シアン系廃水の貯留槽へ送られる。

(3) 排ガス処理設備

各設備から発生するガスは、排風機によって洗浄塔に送られて処理される。洗浄塔の循環水は、pH計制御によりNaOHが添加されるアルカリ吸収液である。循環水はNa₂シアン系廃水の貯留槽の送られる。

4) 機器仕様

(1) 機器リスト

廃水処理・再生利用装置の機器リストをTable 3.3.11に示す。

Table 3. 3. 11 機器リスト

(1/11)

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remarks
1	H・OH Rinse storage tank	1	RC	5m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.5mD	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	SUS	32A×80ℓ/min×36m×1.5kW	
	Flow meter	1		Area type	
2	SF Tower	1	SS+R/L	500φ × 1,520H	
3	CIE Tower	2	SS+R/L	500φ × 1,520H, 200	
4	AIE Tower	4	SS+R/L	500φ × 1,520H, 200	
5	AC Tower	1	SS+R/L	700φ × 1,520H	
6	H・OH Treated water tank	1	FRP	10m ³ 2.2mφ × 2.7mH	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	SUS	32A×80ℓ/min×30m×0.75kW	
	Back wash pump	1	SUS	32A×100ℓ/min×26m×0.75kW	
	Flow meter	2		Area type	
	Disinfector	1		UV type 4m ³ /Hr	
	Filter	1	SUS	Cartridges type 4m ³ /Hr, 1μ	
7	CN Rinse storage tank	1	RC	3m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.0mD	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	SUS	32A×30ℓ/min×55m×1.5kW	

Table 3. 3.11 機器リスト

(2/11)

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remarks
	Flow meter	1		Area type	
8	SF Tower	1	SS+R/L	400φ × 1,520H	
9	AC Tower	1	SS+R/L	400φ × 1,520H	
10	CIE Tower	2	SS+R/L	400φ × 1,520H, 125φ	
11	AIE Tower	4	SS+R/L	400φ × 1,520H, 125φ	
12	CN Treated water tank	1	FRP	5m ³	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	SUS	32A×30φ/min×30m×0.75kW	
	Back wash pump	1	SUS	32×80φ/min×30m×0.75kW	
	Flow meter	2		Area type	
	Disinfecter	1		UV type 1.5m ³ /H	
	Filter	1	SUS	Cartridges type 1.5m ³ /H, 1μ	
13	No1 CN Waste water storage tank	1	RC	5m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.5mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	SCS13	20A×20φ/min×10m×0.4kW	
	Flow meter	1		Area type	
14	No2 CN Waste water storage tank	1	RC	3m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.0mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	

Table 3. 3. 11 機器リスト

(3/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Transfer pump	1	SCS13	20A×20ℓ/min×10m×0.4kW	
	Flow meter	1		Area type	
15	Primary decomposition tank	1	FRP	0.3m ³ 0.65 mW ×0.65mL ×0.93mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kW Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	ORP Meter	1		Dip type, -700~700mV, 4~20mA	
16	Secondary decomposition tank	1	FRP	0.3m ³ 0.65 mW ×0.65mL ×0.93mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kW Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	ORP Meter	1		Dip type, -700~700mV, 4~20mV	
17	No. 1 Reaction tank	1	FRP	0.3m ³ 0.65 mW ×0.65mL ×0.93mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kW Vertical propeller type	
18	No. 1 Cr Waste water storage tank	1	RC	5m ³ 1.2 mW ×2mL ×2.5mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	PVC	25A×45ℓ/min×8.5m×0.75kW	
	Flow meter	1		Area type	
19	No. 2 Cr Waste water storage tank	1	RC	3m ³ 1.2 mW ×2mL ×2.0mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	

Table 3. 3.11 機器リスト

(4/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Transfer pump	1	PVC	25A×45ℓ/min×8.5m×0.75kW	
	Flow meter	1		Area type	
20	Reduction tank	1	FRP	0.3m ³ 0.65 mW ×0.65mL ×0.93mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kw Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	ORP Meter	1		Dip type, -700~700mV, 4~20mA	
21	No.1 H・OH Waste water storage tank	1	RC	20m ³ 2.8 mW ×3.8mL ×2.5mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1+1	PVC	25A×45ℓ/min×8.5m×0.75kW	
	Flow meter	1		Area type	
22	No.2 H・OH Waste water storage tank	1	RC	10m ³ 1.6 mW ×3.3mL ×2.5mD with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1	PVC	25A×45ℓ/min×8.5m×0.75kW	
	Flow meter	1		Area type	
23	No.2 Reaction tank	1	FRP	0.5m ³ 0.73 mW ×0.73mL ×1.24mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.2kw Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
24	No.2 pH Control tank	1	FRP	0.5m ³ 0.73 mW ×0.73mL ×1.24mH	

Table 3. 3. 11 機器リスト

(5/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Agitator	1	SS+R/L	0.2kw Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
25	Coaguratuion tank	1	FRP	0.3m ³ 0.65 mW × 0.65mL × 0.93mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kw Vertical propeller type	
26	Sedimentation tank	1	SS	2m φ × 3mH Coan type	
	Auto valve	1		Ball type	
	Discharge pump	1	FC+R/L	25/20A × 50 ℓ /min × 10m × 0.75kW	
27	Ni Waste water storage tank	1	RC	10m ³ 1.6 mW × 3.3mL × 2.5mD	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1	PVC	25A × 45 ℓ /min × 8.5m × 0.75kW	
28	No.3 Reaction tank	1	FRP	4m ³ 1.6m φ × 2.0mH	
	Agitator	1	SS+R/L	1.5kw Yetical propeller type	
	Level switch	1		Lead switch type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	Transfer pump	1	PVC	25/20A × 50 ℓ /min × 10m × 0.75kW	
	Auto valve	2		Ball type	
29	No.1 Neutrarrization Tank	1	RC	5m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.5mH	
	Agitator	1	SS+R/L	2.2kw Vertical propeller type	

Table 3. 3. 11 機器リスト

(6/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Level switch	1		Lead switch type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	Transfer pump	1	FC	32A×40ℓ/min×24m×0.75kW	
	Filter	1	SUS	Cartridges type 2m ³ /hr, 25μ	
30	B Ion absorber	1	SS+R/L	500φ×1,520H	
31	No.1 Pit	1	FRP	2m ³ 1.3mφ×1.55mH with air diffuser	
	Level switch	1		Lead switch type	
	Transfer pump	2	PVC	32A×70ℓ/min×35m×1.5kW	
	Flow meter	1		Area type	
32	SF Tower	1	SS+R/L	800φ×1,520H	
33	AC Tower	1	SS+R/L	800φ×1,520H	
34	Me Chelate	1	SS+R/L	700φ×1,520H	
	pH Control unit	1		Inline type	
35	Final neutralization tank	1	FRP	0.75m ³ 0.9mW×0.9mL×1.24mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.4kw Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
36	Monitoring tank	1	RC	5m ³ 1.2mW×2.0mL×2.5mH	

Table 3. 3.11 機器リスト

(7/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Level switch	1		Float type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	Transfer pump	1+1	FC	32A×70ℓ/min×16m×0.4kW	
	Back wash pump	1	FC	50A×260ℓ/min×26m×2.2kW	
	Auto valve	2		Ball type	
37	Emergency tank	1	RC	20m ³ 2.8 mW × 3.8mL × 2.5mH	
	Level switch	1		Float type	
38	No. 2 Pit	1	RC	3m ³ 1.2 mW × 2.0mL × 2.0mH with air diffuser	
	Level switch	1		Float type	
	Transfer pump	1	SUS	25A×40ℓ/min×13m×0.75kW	
39	No. 2 pH Control tank	1	FRP	1m ³ 0.9 mW × 0.9mL × 1.55mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.4kw Vertical propeller type	
	pH Meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	Level switch	1		Lead switch type	
	Feed pump	1	SUS	25A×40ℓ/min×7.5kw×0.2kW	
40	Drier	1	SUS	2 m ² Dram type 1.5kW	
	Exhaust blower	1	FRP	20m ³ /min×80mmAq×0.75kW	
41	Slurry tank	1	FRP	3m ³ 1.4mφ × 2.0 mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.75kw Vertical propeller type	

Table 3. 3.11 機器リスト

(8/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	Slurry feed pump	1	FC4R/L	65A×400 ℓ/min×10m×1.5kW	
	Level switch	1		Electrode type	
42	Dehydrator	1	SS	Semi automatic filterpress 16.2m ² , 5.2kw	
43	NaOH Tank	1	FRP	2m ³ 1.3 mφ×1.55mH	
	Agitator	1	SUS	0.4kw Vertical propeller type	
	Level switch	1		Electrode type	
	Auto valve	1		Ball type	
	A/E Feed pump	2	PVC	25A×6 ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
	Me Chelate feed pump	1	PVC	25A×6 ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
	B Adsirber feed pump	1	PVC	25A×6 ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
	Final Neutralization tank feed pump	1	PVC	15A×0.05 ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	No.3 Reaction tank feed pump	1	PVC	15A×1.7 ℓ/min×8kg/cm ² ×0.2kW	
	No.2 pH control tank feed pump	1	PVC	15A×0.02 ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	Scrubber feed pump	1	PVC	15A×0.5 ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
44	30% HCl Tank	1	FRP	3m ³ 1.4 mφ×2.0mH	
	Level switch	1		Float type	
	C/E Feed pump	2	PVC	25A×6 ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
	Me Chelate feed pump	1	PVC	40A×9 ℓ/min×3kg/cm ² ×0.4kw	

Table 3. 3.11 機器リスト

(9/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	B Adsorber feed pump	1	PVC	25A×6ℓ/min×3kg/cm ² ×0.2kW	
	Transfer pump	1	PP	40A×50ℓ/min×10m×0.4kW	
45	10% HCl Tank	1	FRP	0.5m ³ 0.73 mW × 0.73mL × 1.24mH	
	Agitator	1	SS+R/L	0.1kw Vertical propeller type	
	Level switch	1		Lead switch type	
	Auto valve	1		Ball type	
	Primary decomposition tank feed pump	1	PVC	15A×0.05ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	Secondary decomposition tank feed pump	1	PVC	15A×0.85ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	Reduction feed pump	1	PVC	15A×0.85ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	pH control unit feed pump	1	PVC	15A×0.02ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	Final neutralization tank feed pump	1	PVC	15A×0.05ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
	Neutralization feed pump	1	PVC	15A×0.05ℓ/min×10kg/cm ² ×0.2kW	
46	Ca(OH) ₂ Tank	1	SS	5m ³ 1.60 mW × 1.60mL × 2.46mH	
	Agitator	1	SUS	1.5kw Vertical propeller type	
	Level switch	1		Electrode type	
	Auto valve	4		Ball type	
	Feed pump	2	FC	40A×80ℓ/min×2m×0.4kW	

Table 3. 3. 11 機器リスト

(10/11)

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remarks
47	FeCl ₃ Tank	1	FRP	3m ³ 1.4mφ × 2.0mH	
	Level switch	1		Float type	
	No. 2 Reaction tank	1	PVC	15A × 0.1ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
	feed pump				
	No. 3 Reaction tank	1	PVC	15A × 0.1ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
	feed pump				
48	NaOCl Tank	1	FRP	3m ³ 1.4 mφ × 2.0mH	
	Level switch	1		Float type	
	Primary decomposition	1	PVC	15A × 0.85ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
	tank feed pump				
	Secondary decomposition	1	PVC	15A × 0.85ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
	tank feed pump				
49	NaHSO ₃ Tank	1	FRP	3m ³ 1.4 mφ × 2.0mH	
	Level switch	1		Float type	
	Feed pump	1	PVC	15A × 0.5ℓ /min × 10kg/cm ² × 0.2kW	
50	Polymer Tank	1	FRP	0.5m ³ 0.73 mW × 0.73mL × 1.24mH	
	Agitator	1	SUS	0.4kw Vertical propeller type	
	Level switch	1		Electrode type	
	Auto valve	1		Ball type	
	Coagulation tank feed	1	PVC	25A × 2.8ℓ /min × 5kg/cm ² × 0.2kW	
	pump				

Table 3. 3. 11 機器リスト

(11/11)

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remarks
	No. 3 Reaction tank feed pump	1	PVC	15A×1.7ℓ/min×8kg/cm ² ×0.2kW	
	Hopper	1	SS	30L	
51	Blower	1	FC	50A×0.95kg/cm ² ×3000mmAq×2.2kW	
52	Compressor	1	SS	70ℓ/min×7kg/cm ² ×0.75kW	
53	Scrubber unit	1	PVC	15m ³ /min 1.15kW	
54	Control panel	1		Indoor self-standing enclosed type 4.8m × 0.6m × 2mll AC 400V × 50Hz Push button switch Alarm lamp pH indicator ORP indicator	
55	Pipe				
	Raw waste water line		VP		
	Treated water line		VP		
	Chemical dosing line		VP		
	Air line		SGP		
56	Bilding		steel frame & slate roof	365m ² X 7mll	

(2) 設計計算

- ・ H・OH水洗水受槽

工場稼働時間24h/日より、再利用系は24H/日稼働とする。

滞留時間を1H以上とする。

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 1\text{h} = 3.8\text{m}^3$$

決定値 5m³

- ・ 砂ろ過塔

平均処理水量に対してLV20とする。

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 20\text{m}/\text{h} = 0.19\text{m}^2$$

決定値 500φ

- ・ イオン交換塔 (CIE)

平均処理水量に対してSV20とする。

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 20\text{m}/\text{h} = 0.19\text{m}^2$$

決定値 500φ

- ・ イオン交換塔 (AIE)

CIEと同様とする。

決定値 500φ

- ・ 活性炭塔

平均処理水量に対してSV20とする。

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 10\text{m}/\text{h} = 0.38\text{m}^2$$

決定値 700φ

- ・ 再利用水槽

平均処理水量に対して2時間以上の滞留とする。

$$90\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 2\text{h} = 7.5\text{m}^3$$

決定値 10m³

- ・ CN系水洗水受槽

平均処理水量に対して1時間以上の滞留とする。

$$30\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{H}/\text{日} \times 1\text{h} = 1.3\text{m}^3$$

決定値 3m³

- ・ 砂ろ過塔

平均処理水量に対してLV20とする。

$$30\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 20\text{m}/\text{h} = 0.06\text{m}^2$$

決定値 400φ

・ 活性炭塔

平均処理水量に対してSV10とする。

$$30\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 10\text{m}/\text{日} = 0.13\text{m}^2$$

決定値 400φ

・ イオン交換塔 (CIE)

平均処理水量に対してSV20とする。

$$30\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \div 20\text{m}/\text{日} = 0.06\text{m}^2$$

決定値 400φ

・ イオン交換塔 (AIE)

CIEと同様とする。

決定値 400φ × 2基

・ 再利用水槽

平均処理水量に対して2時間以上の滞留とする。

$$30\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 2\text{h} = 2.5\text{m}^3$$

決定値 5m³

・ CN系常時廃水受槽

工場稼働時間24h/日、装置稼働時間12h/日より、1日の排水量の12時間及びCN水洗水系砂ろ過塔の逆洗水を1回分受けられる容量とする。

$$4\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 12\text{h} + 0.5\text{m}^3 = 2.5\text{m}^3$$

決定値 5m³

・ CN系再生受槽

CN水洗水系AIEの再生廃水を1回分受けられる容量とする。

$$1.5\text{m}^3/2\text{日}$$

決定値 3m³

・ 1次分解槽

平均処理水量に対して20分以上の滞留とする。

$$5\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{h} \times 20\text{min} = 140\text{φ}$$

決定値 300ℓ

・ 2次分解槽

1次分解槽と同様とする。

決定値 300ℓ

・ 滞留槽

1次分解槽と同様とする。

決定値 300ℓ

・ Cr系常時廃水受槽

1日の排水量の12時間及びH・OH水洗水系砂ろ過塔の逆洗水1回分を受けられる容量とする。

$$4\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 12\text{h} + 1\text{m}^3 = 3\text{m}^3$$

決定値 5m³

・ Cr系再生廃水受槽

H・OH水洗水系AIEの再生廃水1回分を受けられる容量とする。

$$1.4\text{m}^3/2\text{日}$$

決定値 3m³

・ 還元槽

平均処理水量に対して10分以上の滞留とする。

$$10\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{日} \times 10\text{min} = 140\ell$$

決定値 300ℓ

・ H・OH系常時廃水受槽

1日の排水量の12時間及びH・OH系砂ろ過塔の逆洗水1回分を受けられる容量とする。

$$18\text{m}^3/\text{日} \div 24\text{h}/\text{日} \times 12\text{h} + 4\text{m}^3 = 13\text{m}^3$$

決定値 400ℓ

・ H・OH系再生廃水受槽

CIEの再生廃水1回分とMcキレート再生廃水1回分を受けられる容量とする。

$$1\text{m}^3/2\text{日} + 0.65\text{m}^3/2\text{日} + 4.5\text{m}^3/25\text{日} = 6\text{m}^3$$

決定値 10m³

・ 反応槽

平均処理水量に対して10分以上の滞留とする。

$$35\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{h} \times 10\text{min} = 500\text{ℓ}$$

決定値 500ℓ

・ pH調整槽

反応槽と同様とする。

決定値 500ℓ

・ 凝集槽

平均処理水量に対して5分以上の滞留とする。

$$35\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \times 60\text{min}/\text{h} \times 5\text{min} = 250$$

決定値 300ℓ

・ 沈殿槽

沈降速度1m/h以下とする。

$$35\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 1\text{m}/\text{h} = 2.9\text{m}^2$$

決定値 3,000ℓ

・ 中継ピット

平均処理水量に対して30分以上の滞留とする。

$$40\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{h} \times 30\text{min} = 1.7\text{m}^3$$

決定値 2m³

・ 砂ろ過塔

平均処理水量に対してLV7とする。

$$40\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 7\text{m}/\text{h} = 0.5\text{m}^2$$

決定値 800mmφ

・ 活性炭塔

平均処理水量に対してSV7とする。

$$40\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 7\text{m}/\text{h} = 0.5\text{m}^2$$

決定値 800mmφ

・ Mcキレート塔

平均処理水量に対してSV10とする。

$$40\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 10\text{m}/\text{h} = 0.3\text{m}^2$$

決定値 700mmφ

・ 最終中和槽

平均処理水量に対して10分以上の滞留とする。

$$40\text{m}^3/\text{日} \div 12\text{h}/\text{日} \div 60\text{min}/\text{h} \times 10\text{min} = 560\text{ℓ}$$

決定値 750mmφ

・ 監視槽

砂ろ過塔逆洗水が1回分以上貯留できる容量とする。

決定値 5m³

・ 非常時槽

半日分貯留できる容量とする。

$$40\text{m}^3 \div 2 = 20\text{m}^3$$

決定値 20m³

・ Ni系常時廃水受槽

1日分以上(4m³/日)の滞留とする。

決定値 10m³

・ 反応槽

1日バッチ処理(4m³/日)できる容量とする。

決定値 4m³

・ 中和槽

1日バッチ処理(4m³/日)できる容量とする。

決定値 5m³

・ B吸着塔

$$1\text{日}のB量 : 50\text{g}/\text{m}^3 \times 4\text{m}^3/\text{日} = 200\text{g}/\text{日}$$

B吸着樹脂の吸着量を1g/ℓ-Rとして1日1回再生とする。

$$200\text{g} \div 1\text{g}/\text{ℓ}-R = 200\text{ℓ}$$

決定値 500mmφ

・ 再生ピット

1日の再生廃水量に対して5日程度の滞留とする。

$$0.5\text{m}^3/\text{日} \times 5\text{日} = 2.5\text{m}^3$$

決定値 3m³

・ pH調整槽

1日バッチ処理 (0.5m³/日) できる容量とする。

決定値 1m³

・ ドライヤー

1時間当たりの処理量を30kg/m²・hとする。

$$500\text{kg/日} \div 12\text{h/日} \div 30\text{kg/m}^2\cdot\text{h} = 1.4\text{m}^2$$

決定値 2m²

・ 汚泥貯槽

1日の汚泥発生量

$$\text{Cu(OH)}_2 : 2.43\text{kg/日} \times 97.5/63.5 = 3.73\text{kg/日}$$

$$\text{Ni(OH)}_2 : 4.45\text{kg/日} \times 92.7/58.7 = 7.03\text{kg/日}$$

$$\text{Cr(OH)}_3 : 4.45\text{kg/日} \times 103/52 = 8.81\text{kg/日}$$

$$\text{Zn(OH)}_2 : 0.18\text{kg/日} \times 99.4/65.4 = 0.27\text{kg/日}$$

$$\text{Fe(OH)}_3 : \text{FeCl}_3 \text{ 3.8kg/日} \times 106.9/162.4 = 2.50\text{kg/日}$$

合計 22.34kg/日 as Dry

2%スラリーとして1日分貯留できる容量とする。

$$22.34\text{kg/日} \div 0.02 \times 1\text{日} = 1.1\text{m}^3$$

決定値 3m³

・ 脱水機

1日1バッチ処理とし、脱水ケーキ含水率を75%とする。

$$22.34\text{kg/日} \div 0.25 = 89.4\text{kg/日 (75\% wet)}$$

脱水機ろ過能力 1kg/m²・バッチとすると

$$89.4\text{kg/日} \div 8\text{kg/m}^2\cdot\text{バッチ} \div 1\text{バッチ/日} = 11.2\text{m}^2$$

決定値 16.2m²

・ プロウ

攪拌の必要な全槽容量に対し15ℓ/m³・min以上とする。

$$51\text{m}^3 \times 15\ell / \text{m}^3\cdot\text{min} = 0.765\text{m}^3 / \text{min}$$

決定値 0.95m³/min

・ スクラバー

攪拌空気量の3倍及び各槽より1m³/minを引くことができる容量とする。

$$0.95\text{m}^3/\text{min} \times 3 + 1\text{m}^3/\text{min} \times 7 = 10\text{m}^3/\text{min}$$

決定値 15m³/min

・ NaOH槽

1日の使用量：350kg/日 (as 10%)

1日の使用量に対して5日程度貯留できる容量とする。

$$350\text{kg}/\text{日} \times 5\text{日} = 1,750\text{kg}$$

決定値 2m³

・ 30%HCℓ槽

1日の使用量：135kg/日 (as 30%)

ローリー受けできる容量とする。

決定値 3m³

・ 10%HCℓ槽

1日の使用量：170kg/日 (as 10%)

決定値 500ℓ

・ Ca(OH)₂槽

1日の使用量：800kg/日 (as 5%)

1日の使用量に対して5日程度貯留できる容量とする。

$$800\text{kg}/\text{日} \times 5\text{日} = 4,000\text{kg}/\text{日}$$

決定値 5m³

・ FeCl₃槽

1日の使用量：10kg/日 (38%)

ローリー受けできる容量とする。

決定値 3m³

・ NaClO槽

1日の使用量：250kg/日D (as 12%)

ローリー受けできる容量とする。

決定値 3m³

・ NaHSO₃槽

1日の使用量：45kg/日 (as 34%)

ローリー受けできる容量とする。

決定値 3m³

・ 高分子凝集剤槽

1日の使用量：1,000kg/日（as 0.1%）

1日の使用量に対して3時間以上の滞留とする。

$$1,000\text{kg/日} \div 12\text{h/日} \times 3\text{h} = 250\text{kg/日}$$

決定値 500ℓ

(3) フローシート

廃水処理・再生利用装置のフローシートをFig. 3.3.8に示す。

(4) マテリアルバランス

廃水処理・再生利用装置のマテリアルバランスシートをFig. 3.3.9に示す。

(5) レイアウト

廃水処理・再生利用装置のレイアウトをFig. 3.3.10に示す。

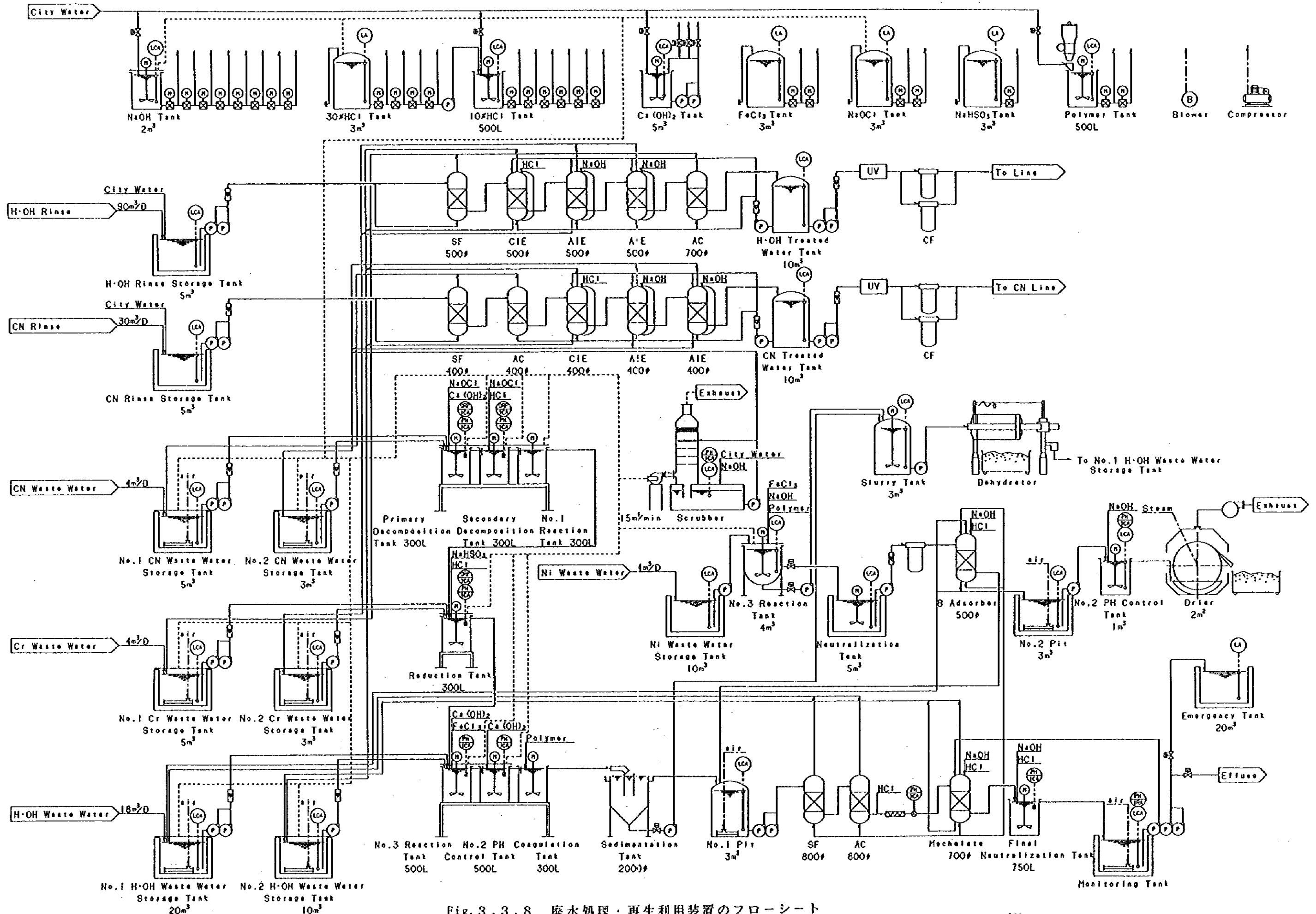


Fig. 3.3.8 廃水処理・再生利用装置のフローシート

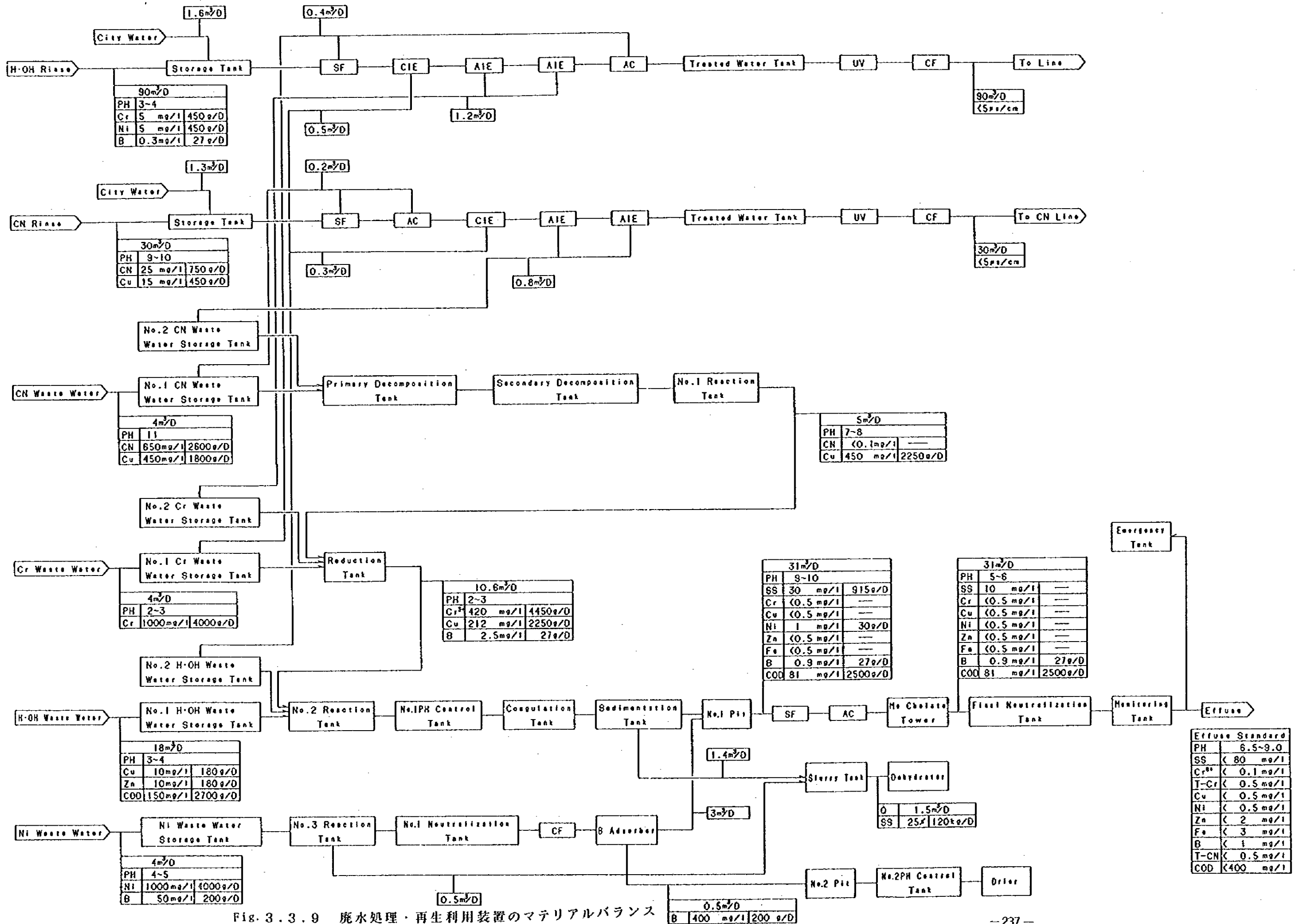
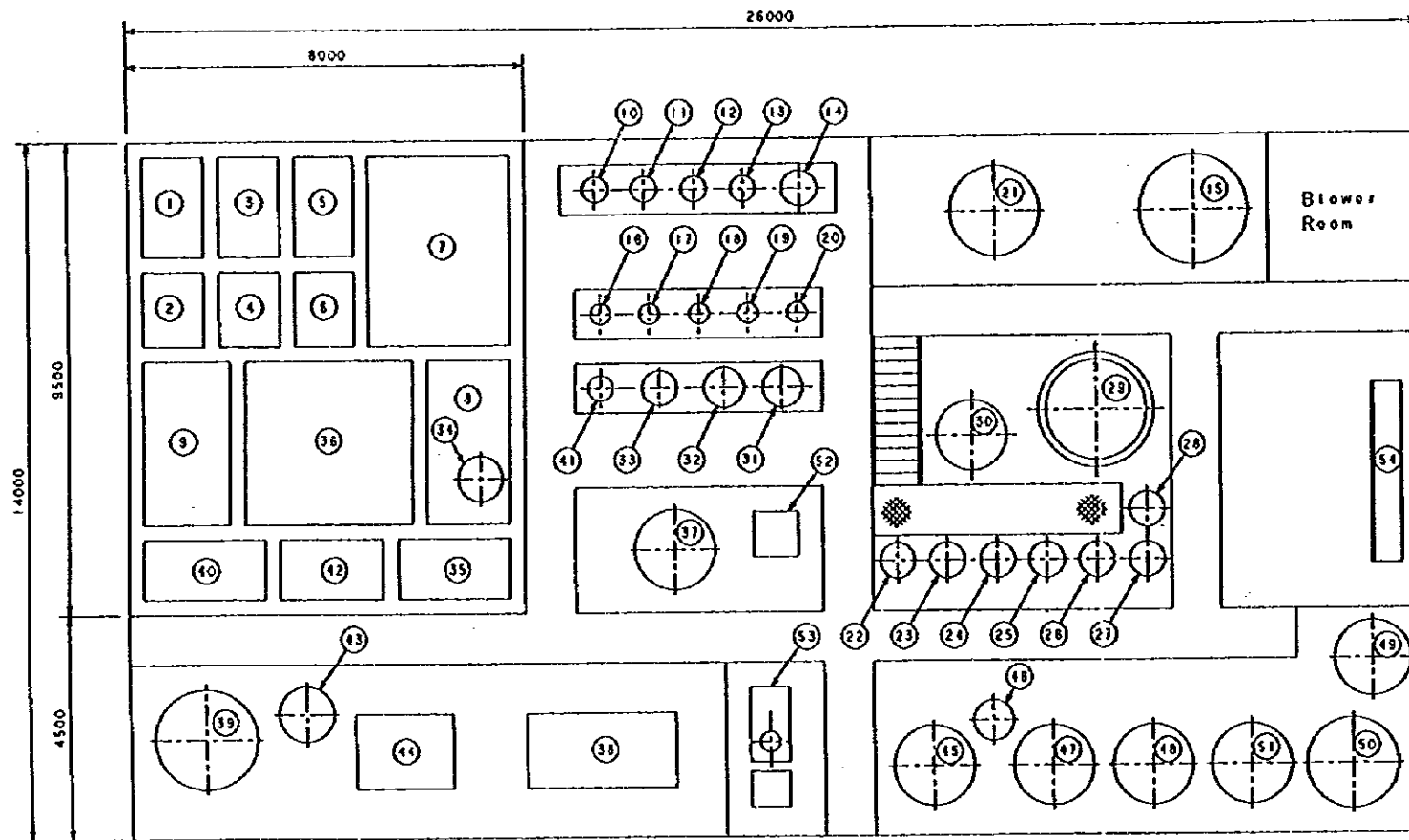
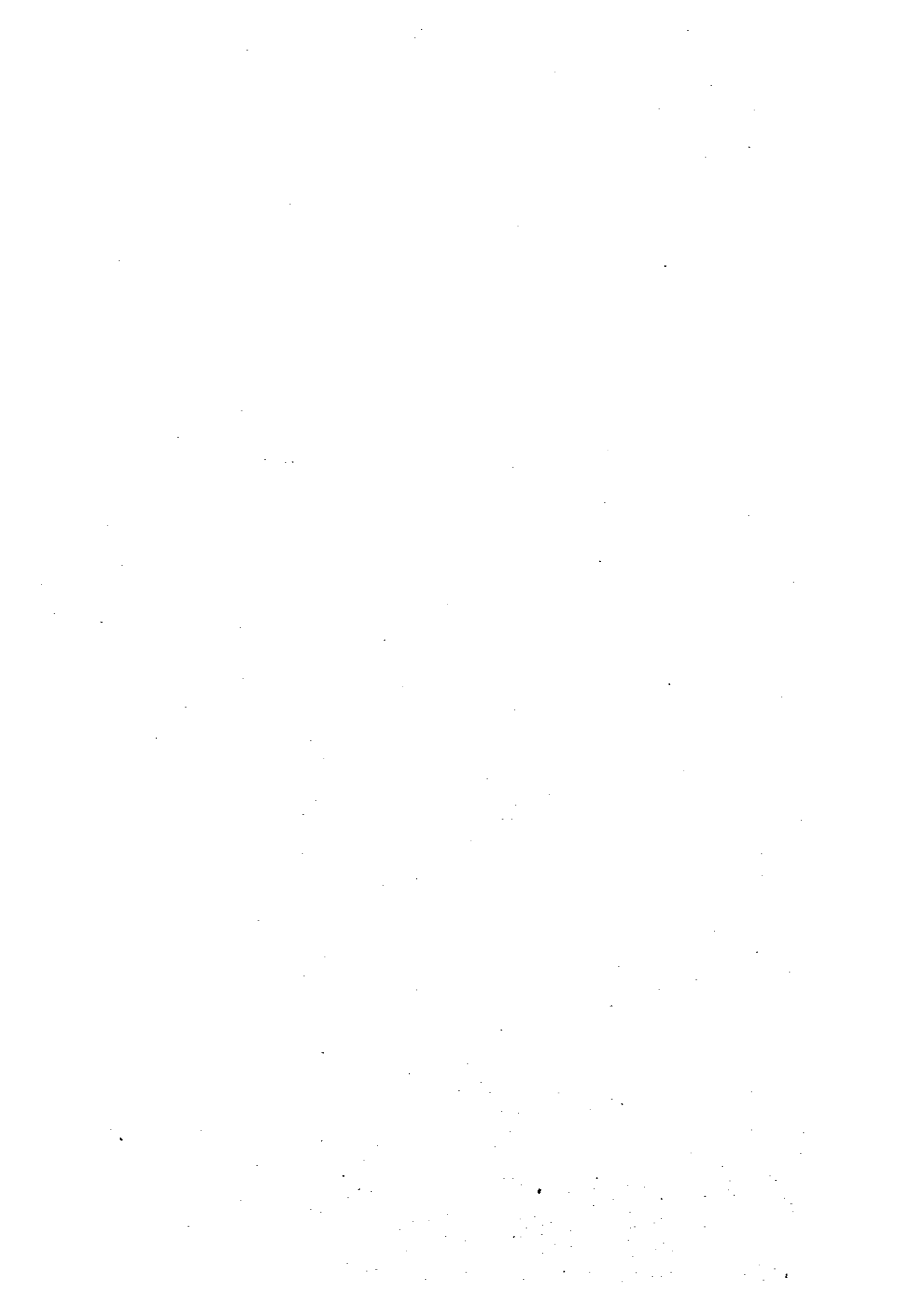


Fig. 3.3.9 廃水処理・再生利用装置のマテリアルバランス



No	Descriptions	Remarks	No	Descriptions	Remarks	No	Descriptions	Remarks	No	Descriptions	Remarks
1	H-OH Rinse Storage Tank		15	H-OH Treated Water Tank		28	Coagulation Tank		41	Bolon Adsorber	
2	CN Rinse Storage Tank		16	Sand Filter		29	Sedimentation Tank		42	No.2 Pit	
3	No.1 CN Waste Water Storage Tank		17	Activated Carbon Adsorber		30	No.1 Pit		43	No.2 PH Control Tank	
4	No.2 CN Waste Water Storage Tank		18	Cation Exchanger		31	Sand Filter		44	Drier	
5	No.1 Cr Waste Water Storage Tank		19	Anion Exchanger		32	Activated Carbon Adsorber		45	30% HCl Tank	
6	No.2 Cr Waste Water Storage Tank		20	Anion Exchanger		33	Metal Chelate Tower		46	10% HCl Tank	
7	No.1 H-OH Waste Water Storage Tank		21	CN Treated Water Tank		34	Final Neutralization Tank		47	FeCl ₃ Tank	
8	No.2 H-OH Waste Water Storage Tank		22	Primary Decomposition Tank		35	Monitoring Tank		48	NaHSO ₃ Tank	
9	Ni Waste Water Storage Tank		23	Secondary Decomposition Tank		36	Emergency Tank		49	NaOH Tank	
10	Sand Filter		24	No.1 Reaction Tank		37	Slurry Tank		50	Ca(OH) ₂ Tank	
11	Cation Exchanger		25	Reduction Tank		38	Dehydrator		51	NaOCl Tank	
12	Anion Exchanger		26	No.2 Reaction Tank		39	No.3 Reaction Tank		52	Polymer Tank	
13	Anion Exchanger		27	No.1 PH Control Tank		40	Neutralization Tank		53	Scrubber	
14	Activated Carbon Adsorber								54	Control Panel	

Fig. 3.3.10 廃水処理・再生利用装置のレイアウト



5) 設備コスト

設備コストは243,317,000 SITである。

設備コストの内訳をTable 3.3.12に示す。

Table 3.3.12 設備コストの内訳

項目	内 容	金 額 (SIT)
機 器 類	ポンプ, フロワ, 攪拌機, 減速機, 脱水機等	57,558,000
	計測機器類	28,045,000
	その他の機器類 (タンク, 塔類, レーキ等)	39,363,000
	(小 計)	124,966,000
現 地 工 事	機器据付・配管工事	23,100,000
	電気工事	33,250,000
	塗装工事	375,000
	土木工事	18,750,000
	建築工事	29,375,000
	現場管理	4,050,000
	試運転	1,463,000
	(小 計)	110,363,000
設 計		7,988,000
	(合 計)	243,317,000

6) 処理コスト

処理コストは23,185,000 SIT/年である。

処理コストの内訳をTable 3.3.13に示す。

Table 3.3.13 処理コストの内訳

項目	内 容	金額 (SIT/Y)	
薬 品	HCℓ (30%)	115 kg/D X 22 SIT/kg X 256 D/Y	647,680
	NaOH	35 kg/D X 83.2 SIT/kg X 256 D/Y	745,472
	NaCℓ 0(12%)	250 kg/D X 54 SIT/kg X 256 D/Y	3,456,000
	NaHSO ₃ (34%)	45 kg/D X 113.6 SIT/kg X 256 D/Y	1,308,672
	FeCℓ ₃ (38%)	10 kg/D X 64 SIT/kg X 256 D/Y	163,840
	Ca(OH) ₂	40 kg/D X 40 SIT/kg X 256 D/Y	409,600
	Polymer (A)	1 kg/D X 990 SIT/kg X 256 D/Y	253,440
		(小 計)	6,984,704
電 気	359 kWh/D X 15 SIT/kWh X 256 D/Y	1,378,560	
汚泥処分	0.0894 m ³ /D X 49,683 SIT/m ³ X 256 D/Y	1,137,065	
灯 油	200 ℓ/D X 60 SIT/ℓ X 90 D/Y	1,080,000	
維 持	195,192,000 X 0.05	9,759,600	
人 件 費	1,422,300 SIT/Y・Person X 2 Person/Y	2,844,600	
	(合 計)	23,184,529	

7) 経済性評価

(1) 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/m³
- ⑤ 河川放流：0 SIT/m³
- ⑥ 年間廃水処理及び再生処理量：150 m³/日 × 256 日/年 = 38,400 m³/年

(2) 廃水及び再生水 1 m³ 当たりの処理費

1 m³ 当たりの処理費は1,291 SIT/m³である。

1 m³ 当たりの処理費の内訳をTable 3.3.14に示す。

Table 3.3.14 1㎡当たりの処理費の内訳

項 目	内 容		金 額
原 価 償 却	機 器 類	195,192,000 SIT ÷ 15年	① 13,012,800 SIT/年
	建屋、土木	48,125,000 SIT ÷ 40年	② 1,203,125 SIT/年
金 利	243,317,000 × 0.05		③ 12,165,850 SIT/年
ランニングコスト			④ 23,185,000 SIT/年
(① + ② + ③ + ④) ÷ 38,400			1,291 SIT/㎡

3.3.4 汚濁負荷量削減のための予備処理

当事業場には汚濁負荷量削減のための予備処理装置の設置の必要はない。ここでは、めっき工場の一般的な廃水処理装置を示すこととする。

1) 一般的な廃水処理装置

ここでは、めっき廃水が含有する重金属、 Cr^{6+} 及びCNの一般的な予備処理装置を紹介する。

一般的なめっき廃水処理装置のフローシートをFig. 3.3.11に示す。廃水の処理システムは先に述べたとおりである。すなわち、廃水をクロム系、シアン系及び酸・アルカリ系に分別して排出し、 Cr^{6+} は還元処理、CNは酸化処理及び重金属は凝集沈殿処理を行うものである。

ARMAL d.o.o.は、廃水量30 m^3 /日、年間操業日数256日であるので、この場合における一般的な予備処理装置を設置するときの設備費と処理費をTable 3.3.15に示す。

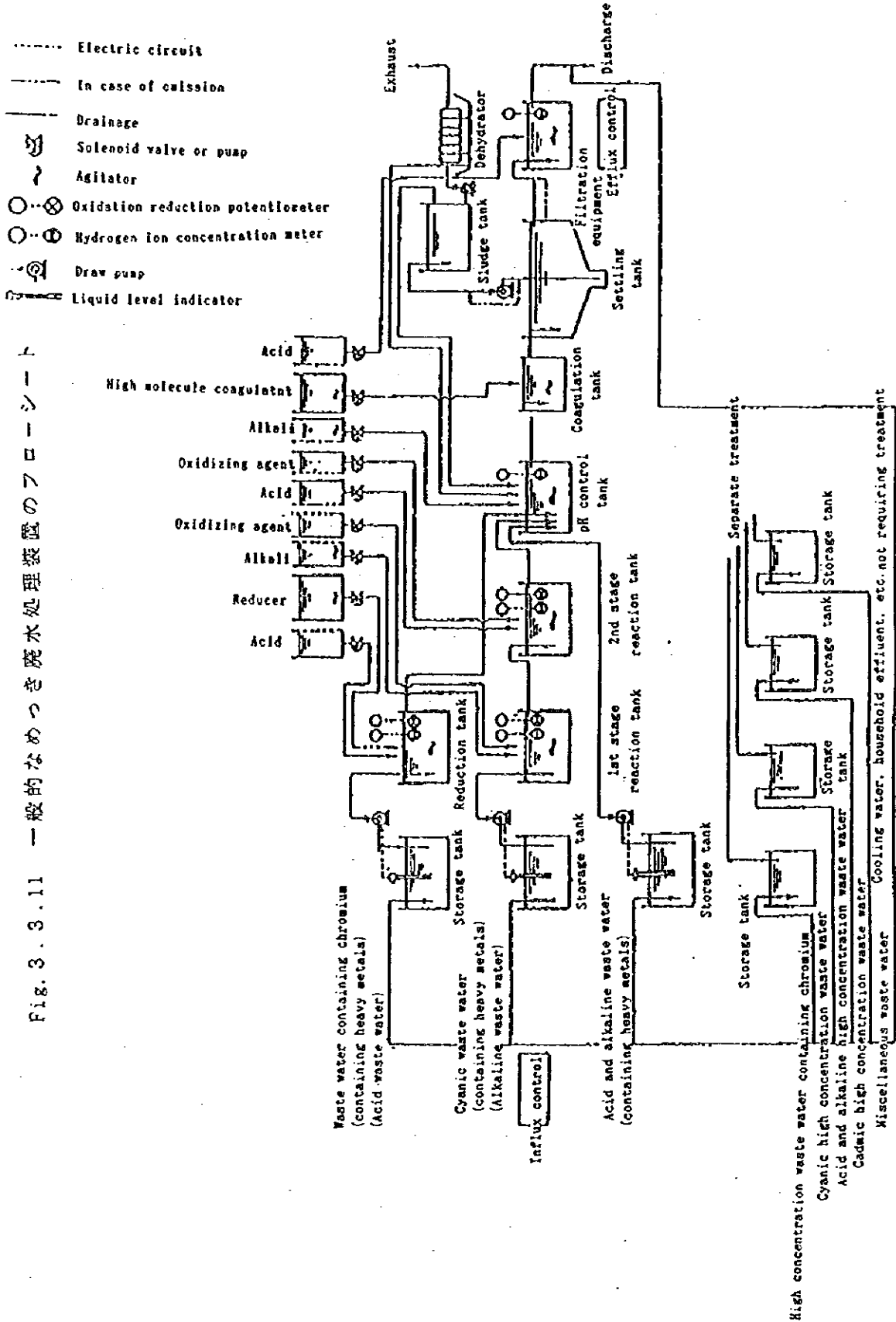
Table 3.3.15 処理装置の設備費と処理費

	Equipment Cost SII	Depreciation & Interest SII/ m^3 ①	Running Cost SII/ m^3 ②	Total Treatment Cost SII/ m^3 ①+②
Pretreatment	35,000,000	480	350	830

2) 現状の汚濁負荷量

LIVARNAグループの総合廃水に関する追加調査は、測定技術の点で実行が不可能であった。そのため、NIGRADより提供を受けた資料と先の調査で得たデータから総合廃水量を求め、水質及び汚濁負荷量は推定することにした。その結果をTable 5.3.16に示す。

Fig. 3.3.11 一般的なめっき廃水処理装置のプロシード



出典) 電気めっき排水処理指導書：通商産業省基礎産業局電気めっき排水処理研
究委員会(1987)

Table 3.3.16 廃水の水量・水質ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Quantity m ³ /d	pH	COD _{Cr} mg/ℓ (kg/d)	BOD mg/ℓ (kg/d)	SS mg/ℓ (kg/d)	T-N mg/ℓ (kg/d)	T-P mg/ℓ (kg/d)
Total Waste Water (Livarna Group)	1,193		20 (23.9)	8 (9.5)	— (—)	— (—)	— (—)
Total Waste Water (Armal d.o.o.)	372		20 (7.44)	8 (2.98)	— (—)	— (—)	— (—)

3.4 M-4 STAJERSKA PIVOVARNA, d.d (Brewery)

3.4.1 工場概要

(1) 概要

資本金 ;	130,000	Thousand SIT	
工場敷地面積 ;	40,000	m ²	
従業員数 ;	170	人	
生産品目 ;	ビール	清涼飲料	ジュース
年間生産量 hQ ;	60,000	50,000	80,000
操業条件 ;	216	日 / 年、	8時間 / 日

(2) 水源別・用途別の水使用量

Table 3.4.1 参照

(3) 水供給及び廃水排出フローダイアグラム

Fig. 3.4.1 及び Fig. 3.4.2 参照

(4) 補給水及び廃水の水質

Table 3.4.2 及び Table 3.4.5 参照

3.4.2 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2本の井戸のみであり、井戸水は圧力水槽に一旦貯留されてから、全工場に供給されている。
- ② アンモニア冷凍機の冷却用水は、蒸発凝縮器により循環使用されているが、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、洗びん用水が主体を占める洗浄用水（全体の約74%）と原料用水（約21%）である。冷却用水と生活用水の量は少ない。
- ④ 排水は全て下水道に放流されている。
- ⑤ 使用合理化の対象となるのは洗浄用水のみであるが、ここに示されている用

Table 3.4.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

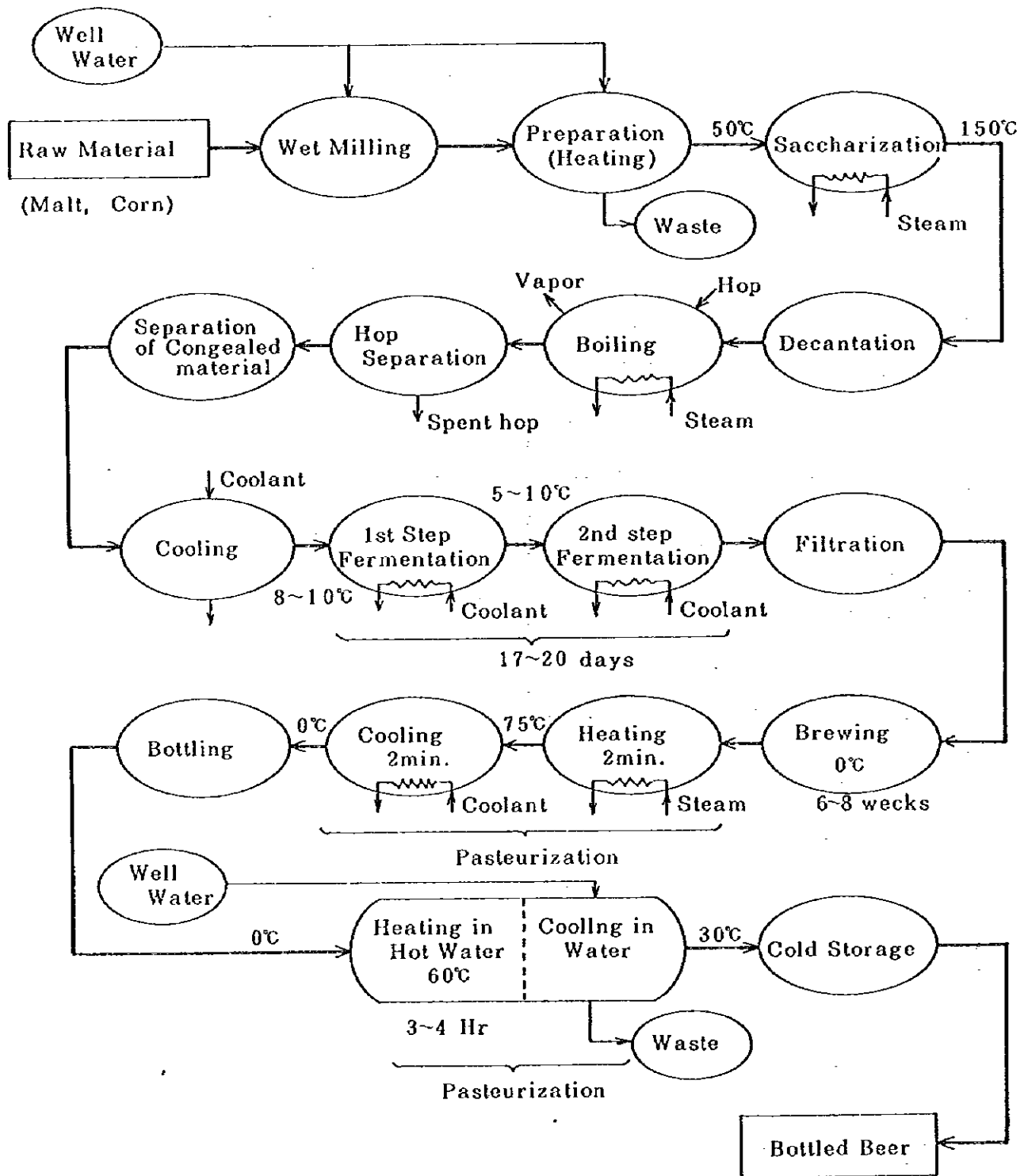
Unit: m³/day

Use	Source Well Water	City Water	River Water	Sub- Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed						
Raw Material	88			88		88
Washing	305			305		305
Cooling	15			15		15
Air Conditioning						
Miscellaneous	3			3		3
Total	411			411		426
				Recoverd Water/Total		%

Table 3.4.2 Quality of Make-up Water

Water Source		Well Water	City Water
Parameter	Unit	No. 1	
Temperature	°C	13	
pH		7.5	
COD	mg/l		
BOD	mg/l		
Iron	mg/l	< 0.05	
Manganese	mg/l	< 0.05	
Total Hardness	° dH	19.3	
Alkalinity	mmo/l	5.2	
Chloride	mg/l	22	
Total Iron	mg/l		
Evaporated Residue	mg/l	490	
Electric Conductivity	μ S/cm	680	

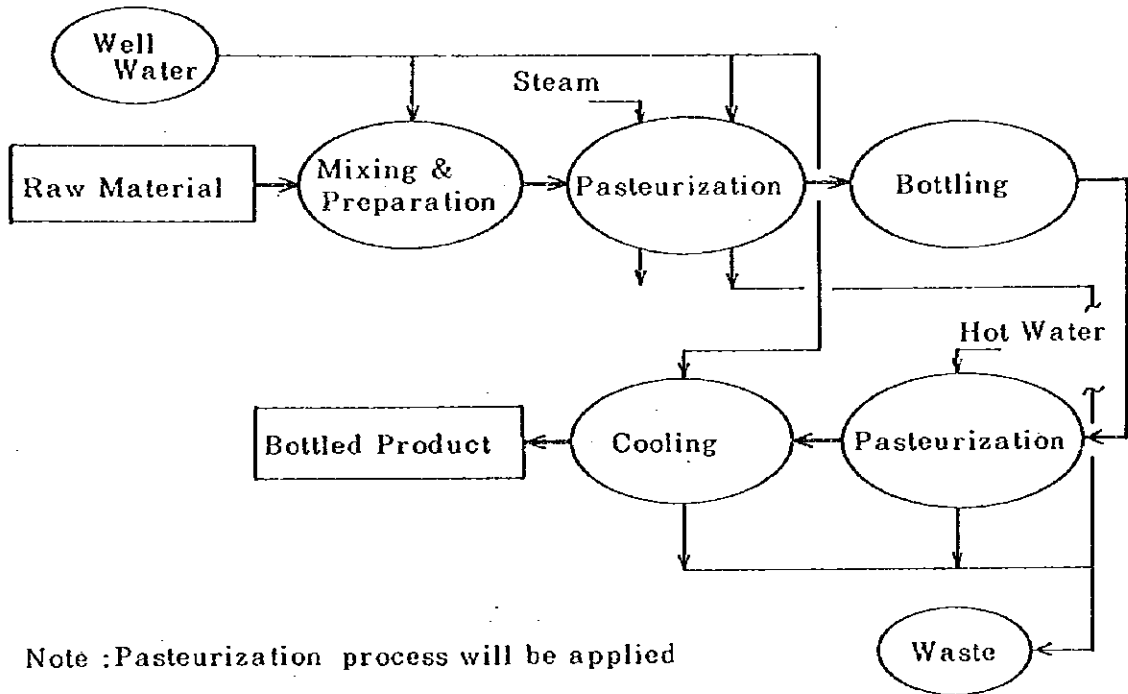
Fig. 3.4.1 (1) PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE
(1) Beer



Note : a) Maribor City supplies steam for the brewery.
b) The coolant is 40% ethanol.

Fig. 3.4.1 (2) PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

(2) Juice and Soft Drinks



Note : Pasteurization process will be applied before bottling or after bottling depending on the product.

(3) Bottle Washing machine

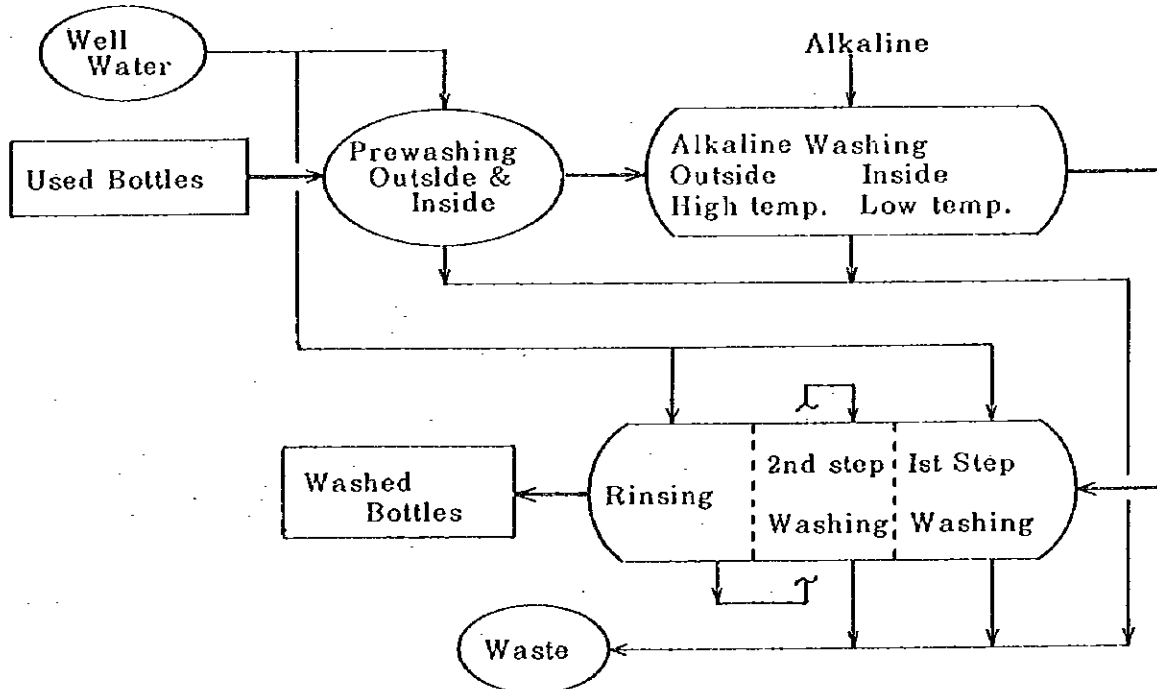
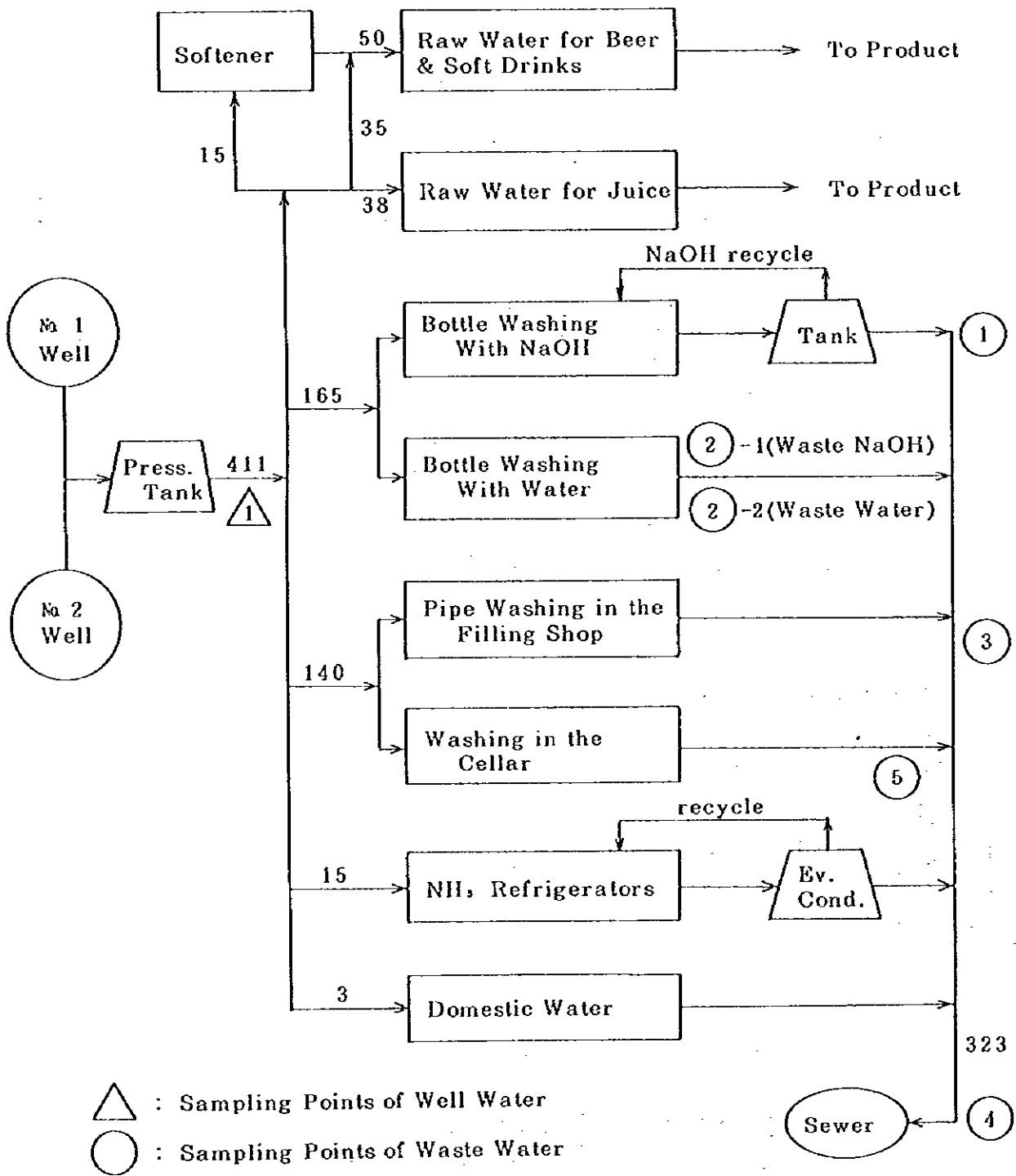


Fig. 3.4.2 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



Note : a) No flow meter for the well water is applied.
 These flow rate are estimated value.
 b) Ev. Cond. is Evaporated Condenser.

水量には、後述するように疑問が多い。

(2) 合理化の現状

- ① 井戸には水量計が設置されておらず、ポンプの稼働時間も記録されていない。
- ② 調査表に示された用水量 ($96,000 \text{ m}^3/\text{y}$) は、ビールの生産量にドイツ・オーストリアの標準的な用水量原単位を乗じ、さらに清涼飲料・ジュースの生産量やびんの洗浄本数を加味して算出した値である。従って、この値が正しいか否かについては、全く検証されていない。
- ③ 圧力水槽が設置されているので、井戸水が無駄に放流されていることはない。
- ④ 洗びん機は2台あるが、何れも洗浄方法が完全な節水型には成っていない様に思われる。これについては、後に詳述する。
- ⑤ 用水量が正確でないと推定される理由は下記の通り。
 - ・ 訪問調査時における井戸ポンプの稼働率はかなり高い。
 - ・ 訪問調査時において、アンモニア冷凍機用蒸発凝縮器からの冷用却水の放流量が、かなり多い。
 - ・ 最終排水口で測定された廃水のBOD値 ($100\text{-}400 \text{ mg/l}$) は、日本における同様な廃水の値 ($1,000\text{-}2,000 \text{ mg/l}$) に比べて著しく低い。
- ⑥ 訪問調査時に測定された排水量は下記の通り。
 - ・ 洗びん機がある Filling house からの排水量は、約 $455 \text{ m}^3/\text{d}$ 。
 - ・ Cellerからの排水量は、約 $268 \text{ m}^3/\text{d}$ 。
 - ・ 最終排水口における排水量は、約 $600 \text{ m}^3/\text{d}$ 。しかし、この値は Filling house からの排水量と Celler からの排水量に、さらに冷用却水及び生活用水の排水量を加えた値となるはずがあるので、上記の値とは矛盾する。
- ⑦ 上記の測定値に従えば、冷用却水及び生活用水の排水量は僅少となるはずであるが、訪問調査時には相当の水量が放流されていたことが観察されている。
- ⑧ 調査表記載の用水量は $411 \text{ m}^3/\text{d}$ であるが、種々観点から見て実際の用水量はこの値よりもかなり多くなる可能性が高い。

2) 水使用合理化の計画

(1) 用水量管理の実施

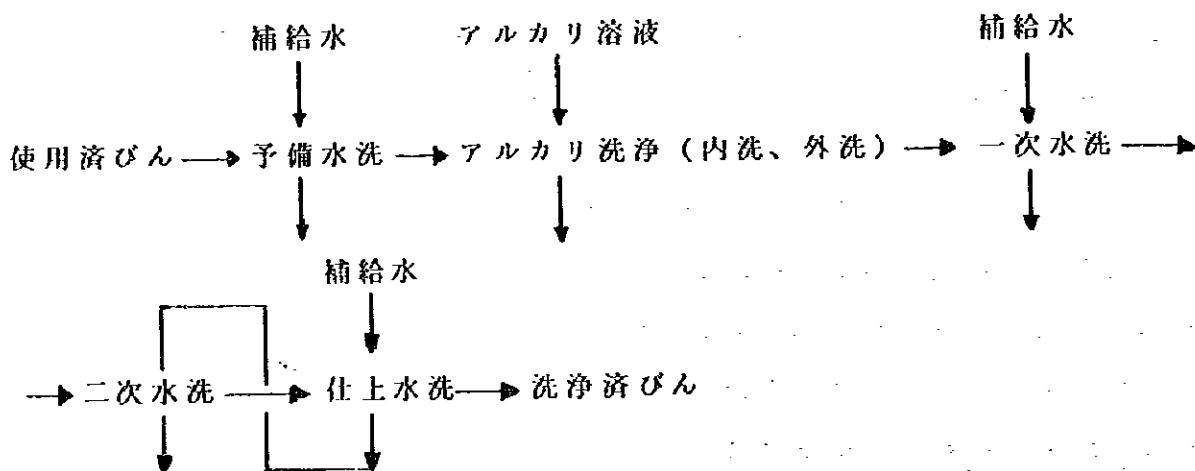
現状では正確な井戸水の揚水量が計測されていないので、用水量の管理は行われていないに等しい。まず井戸水の水量計を設置して、工場全体の用水量の管理が実施されなければならない。これが水使用合理化の基本である。

前述の様に、現在示されている用水量自体がはなはだ不正確な状態では、個々の合理化方法を検討してもあまり意味がない。

(2) 洗びん機の節水型への交換

(a) 洗びん機の現状

洗びん機は2台あり、大型は Double End 型、小型は Single End 型になっているが、洗浄のシステムは同一である。洗浄のシステム概略は以下の通り。



ここに示されているように、補給水（新水）は予備洗浄、一次水洗及び仕上水洗の各部分に供給され、二次水洗には仕上水洗の排水がカスケード使用されている。なお、アルカリ洗浄用の溶液は循環使用されている。

洗びん機に使用されている洗浄用水量の量は不明であるが、前述の測定値が正しいとすれば2台稼働時において350 m³/d程度と推定される。

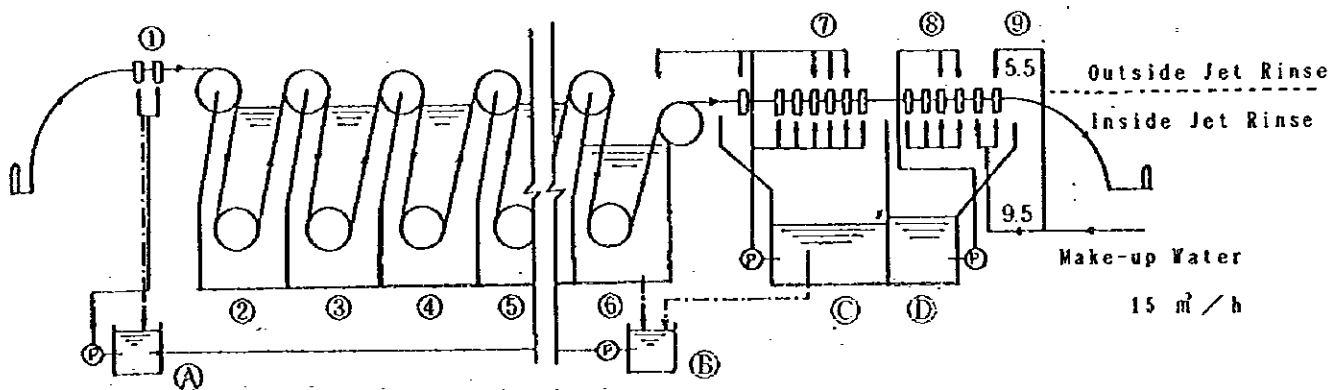
一方洗浄されるびんの数、ビールの生産量を28kl/d、清涼飲料の生産量を60kl/dと仮定し（いずれも年間生産量と稼働日数から計算）、びんの容量を0.5ℓ（清涼飲料の半分は0.25ℓ）とすれば、約236,000本/日となる。

この仮定に基づいて、びん一本当りの洗浄用水量の量を求めると、約 1.5ℓ となる。この値は最近の洗びん機の使用水量に比べると、かなり大きい。

(b) 計画の概要

洗びん機を、使用水量の少ない機種（節水型）に交換する。ただし、洗びん機は極めて高価（数千万SIT位）なので、直ちに実行されるのは無理と思われる。現在使用中の機械が将来廃棄される場合には、節水型と交換されることが好ましい。節水型洗びん機の一例を Fig.3.4.3 に示す。

Fig.3.4.3 節水型洗びん機の一例（能力；36,000本/h）



- ① Pre-Washing, ② 1st Detergent Soak, ③ 2nd Detergent Soak,
- ④ 3rd Detergent Soak, ⑤ 4th Detergent Soak, ⑥ Final Soak,
- ⑦ 1st Water Rinse, ⑧ 2nd Water Rinse, ⑨ Final Water Rinse,
- Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ Recovery Water Tanks

この機械の用水面から見た特徴は下記の通り。

① 補給水（新水）は仕上水洗の部分にのみ供給され、他の水洗は全て回収水が使用されている。

② 水の流れは、仕上水洗から始まって二次水洗、一次水洗、最終浸漬槽、予備水洗の順になっている。これは、びんの流れ方向に対し向流（Counter Current）であり、多段向流洗浄方式が採用されている。

Fig.3.4.3 に記された数値に基づくと、びん一本当りの洗浄用水量の量は約 0.4ℓ となり、現在の洗びん機に対する推定値（約 1.5ℓ/本）に比べてはる

かに少ない。ただし、これはかなり大容量の機械についての数値であり、小容量の場合は 1.0ℓ /本程度であろうと推定される。しかし、いずれにしても大幅な節水となることは間違いない。

(c) 技術的検討

節水型洗びん機は単に節水となるだけではなく、びんの洗浄効果が高い、はがされたラベルの処理が容易となる、等の優れた効果を有する。

現在の洗びん機では、洗びん作業が終了した後、はがされたラベルの処理に多大の労力と水が使用されているように見受けられるので、節水型洗びん機の採用は、さらに多くの節水や労力の低減につながるものと考えられる。

(d) 経済性評価

節水型洗びん機の価格や節水量の正確な値を求めることが困難なので、この方法について経済性評価を行うのは難しい。しかし、以下のような仮定を置いて検討してみる。

- ・節水量；120 ℓ /日（洗びん機用水量の約 1/3）
- ・将来の下水道料金及び用水に係わる費用；217 SIT / ℓ
- ・年間稼働日；216 日、

この仮定よれば、節水により得られる利益は年間約 5,625 千SITに達する。

一方洗びん機の運転費用は、現在の機械よりも増えるとは考えられないので、この利益は機械の償却費に当てられると想定される。償却の条件を以下のように仮定する。

- ・償却方法；15年間均等償却、
- ・金利；年率10%、
- ・設備補修費；年額設備費の 5%

この仮定より、得られる利益（5,625 千SIT / 年）に相当する機械の設備費を計算すると、約 33.7 百万SIT となる。

この外に、前述の様に節水型の採用には、さらに多くの節水や労力低減の効果があるので、これらを含めて総合的に考えれば、経済的効果が得られる場合もあるのではないかと考えられる。

(3) 廃水の再生使用

食料品の製造工場であるため、用水は全て飲用に適する水であることが要求される。従って、廃水の再生使用は全く不適當である。

(4) 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	洗びん機の節水型への交換	120	*

* 機械の設備費が約34 百万SIT以下であれば、経済的に成り立つ。

	*現状	合理化後
用水量 m ³ /日	411	291
用水量原単位 m ³ /hℓ	1.5	1.0
びん洗浄原単位 ℓ/本	1.5	1.0

備考；*現状の用水量は、調査表に記載された値。

ビール生産量 60,000h1/y, 280h1/d

節水率 29.2%

3. 4. 3 WWT P放流規準を満足する予備処理及び廃水処理

1) 製造工程と廃水発生源

主要な製造工程をFig 3.4.1 に示す。

製造工程毎に設備類は、次の5個の建屋内に配置されている。主な廃水の発生源は①と②で、その中でも②が最も多い。各工程より発生した廃水は各々ピットを経て、工場出口において一緒となり下水道に放流されている。

① Brewery house、Cellar

Brewery houseには原料の選別 (Selection) より麦汁の冷却工程迄の設備があり、Cellarには、No1発酵工程より瓶詰前の殺菌工程迄の設備が各々配置されている。Cellarからの廃水は主として、タンクの洗浄廃水、床洗浄廃水が発生する。正確な排出頻度は不明であるが、数日置きに排出される。

② Filling house

殺菌後の瓶詰工程を経て、製品になる迄の設備が設置されている。廃水の発生源は瓶洗浄機械 (Bottling washing machine) が主で、その他CIP洗浄廃水、CIP以外のタンク・パイプの洗浄廃水、ポンプ・ホースなどの水廻り洗浄廃水及び床洗浄廃水が発生する。

瓶洗浄機械は、水洗 → アルカリ洗浄 (苛性ソーダ) → 水洗の3段階より構成され、連続的に行われる。アルカリ水は循環使用され、アルカリは減少した分のみ補給される。

CIPシステムは全工場で5セットあり、洗剤による洗浄 → 酸またはアルカリ洗浄 → 温水洗浄の順で行われる。洗剤と酸またはアルカリ水は循環使用され、バクテリアの発生状況をチェックして排出するかどうか決めているので、毎日排出されるのではなく、ある一定期間毎に排出される。洗剤は消毒の機能も有しているため、塩素を含んでいると思われる。

③ Soft drinks production house

瓶詰は Filling houseで行われるので、ここで発生する廃水はCIP廃水、床洗浄廃水が主で、量的には少ない。

④ Engine house

ここから廃水は発生しない。

⑤ 生活排水

従業員のトイレ、その他生活排水が発生する。

2) 水質及び廃水量

① Cellerからの廃水量は $268\text{m}^3/\text{日}$ 、排出状況をFig 3.4.4 に示す。排出時間24時間の内、約50%が昼間の約8時間で排出される。

水質は Table 3.4.3 に示す。

② Filling houseからの廃水量は $455\text{m}^3/\text{日}$ 、排出状況はFig 3.4.5 に示す。排出状況は早朝より約10時間でほぼ全量排出される。

水質はTable 3.4.4 に示す。アルカリ洗浄を行っているので、pHが高いことが特徴である。

3) WWT P放流基準を満足する予備処理装置

分析結果から判断すると、最終廃水の水質はTable 3.4.5 に示すようにWWT Pに放流するための規制値以内に入っており、予備処理設備の設置の必要はない。

4) 河川放流のための廃水処理

(1) 設計条件

(a) 水質 Table 3.4.5 参照

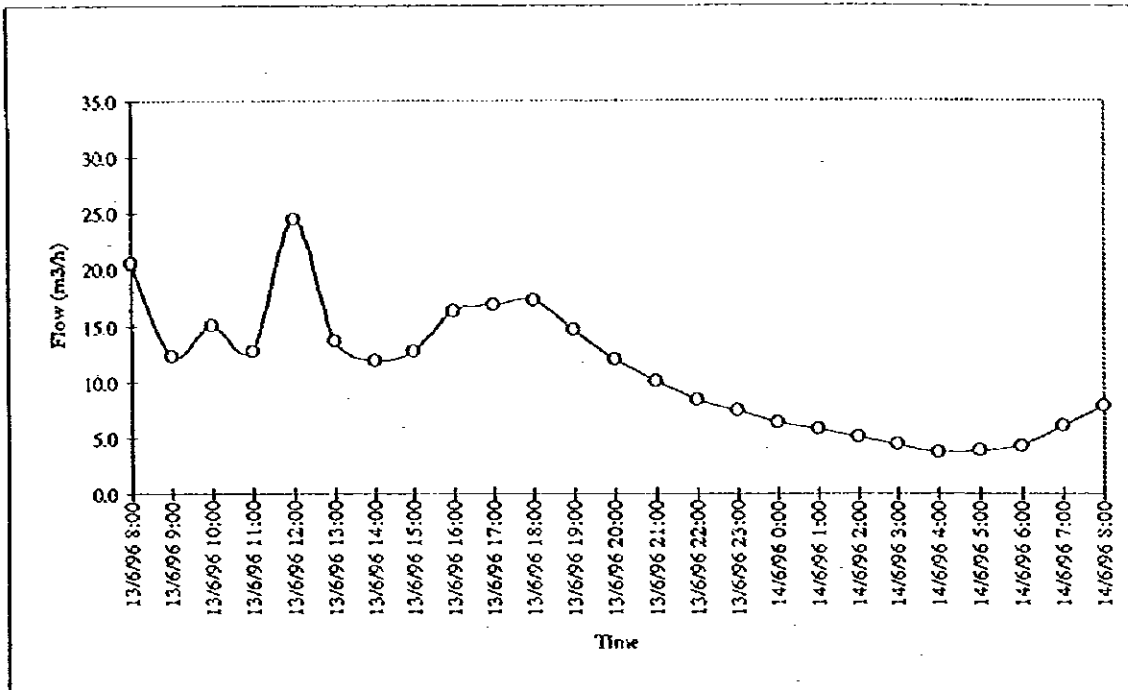


Fig. 3.4.4

Table 3.4.3

Parameter	expr.as	Unit	
pH			7,6
Suspended solids		mg/l	70
Total nitrogen:	N	mg/l	20,4
- ammonium nitrogen	N	mg/l	9,0
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	13
- nitrite nitrogen	N	mg/l	< 0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l	7,4
Total phosphorus	P	mg/l	13
COD	O ₂	mg/l	150
BOD ₅	O ₂	mg/l	30
Anionic surfactants	DBS	mg/l	1,2

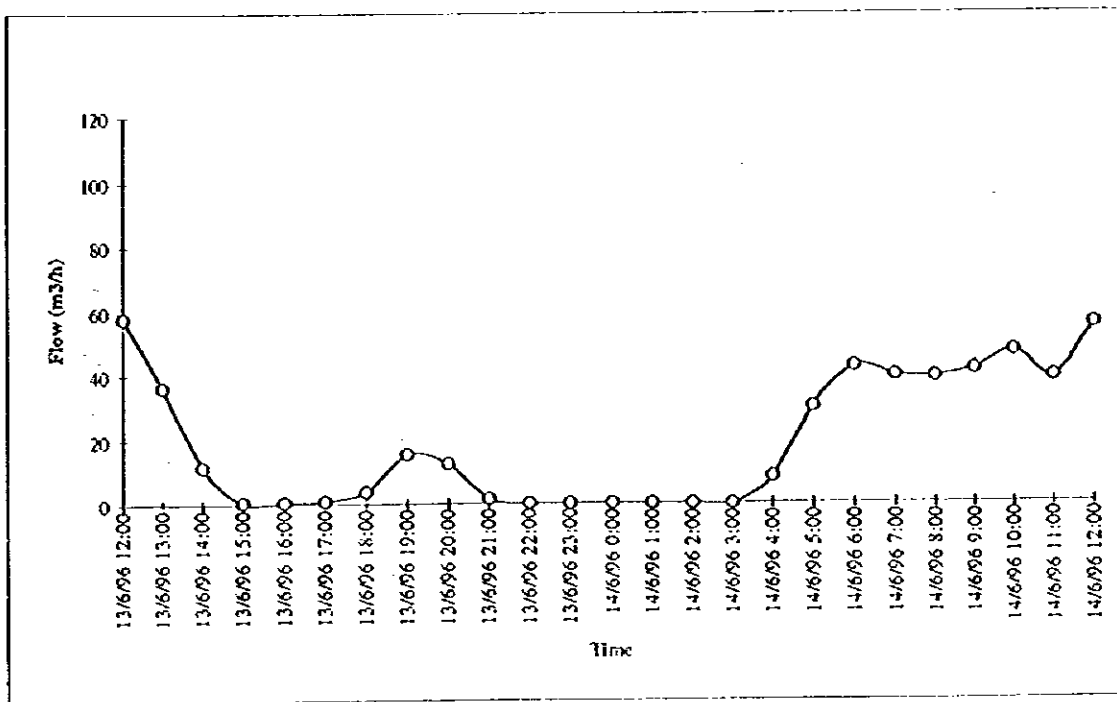


Fig. 3.4.5

Table 3.4.4

Parameter	expr.as	Unit	
pH			10,8
Suspended solids		mg/l	390
Total nitrogen:	N	mg/l	20
- ammonium nitrogen	N	mg/l	0,17
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	9,0
- nitrite nitrogen	N	mg/l	<0,1
- nitrate nitrogen	N	mg/l	11
Total phosphorus	P	mg/l	23
COD	O ₂	mg/l	540
BOD ₅	O ₂	mg/l	140
Anionic surfactants	DBS	mg/l	0,9

Table 3.4.5

	原水水質 (最終廃水)	処理水水質 河川放流規制値	WWTP放流 規制値
Temp. °C	20	30以下	40
pH	6.1~8.7	6.5~9.0	6.5~9.5
SS mg/L	76	80	-
T-N mg/L	12	-	-
NH ₃ -N mg/L	0.35	10	-
Kjeldahl法-N mg/L	7.3	-	-
NO ₂ -N mg/L	0.13	1.0	10
NO ₃ -N mg/L	3.7	-	-
T-P mg/L	6.0	2.0	-
CODcr mg/L	890	120	-
BOD mg/L	260	25	-

(b) 処理量 720m³/d

(c) 処理時間 24 hrs./d

(2) 最適システム選定理由

(a) ビール工場の廃水としては、BOD、COD_{cr}共に濃度が低い。これは洗瓶機における水使用量が多いことが原因である。

したがって、嫌気性生物処理を採用しても経済的にメリットがないので、好気性生物処理法で有機性成分を除去し、凝集沈殿方式を採用することにより、リンを規制値まで除去することが可能である。

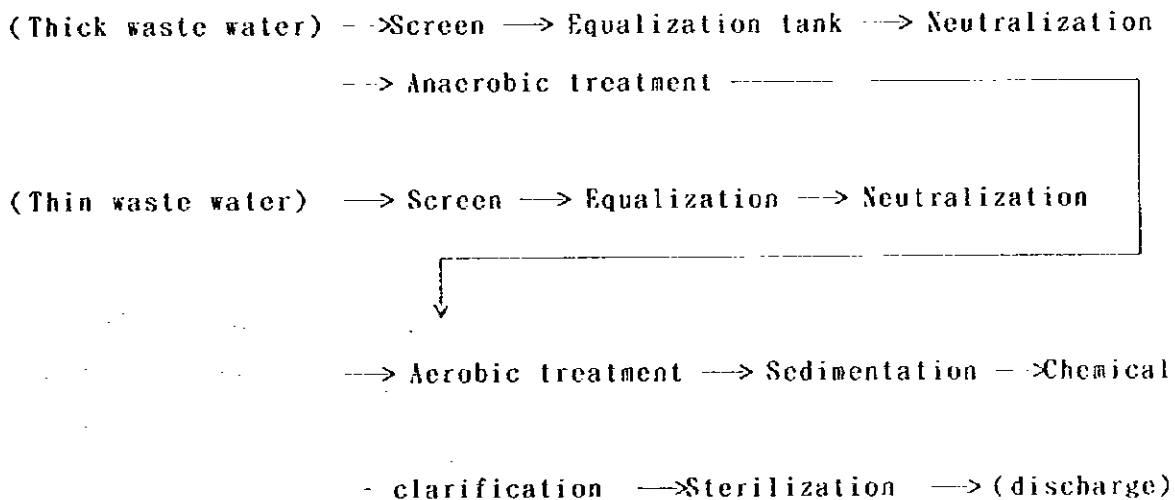
COD_{cr}/BODの比が若干高いが、好気性生物処理を行う上で特に支障はない。

したがって、好気性処理と凝集沈殿を組み合わせたシステムを選定した。

(b) 将来、節水型の洗瓶機に交換した場合、洗浄廃水の濃度が高くなるので嫌気性生物処理方式を採用する方がランニングコスト的に有利となる。

処理方式としては次の二方法があり、高濃度廃水を分別処理可能なら、A方式の方がB方式より経済的である。

A方式



B方式

(Raw waste water) → Screen → Equalization tank → Neutralization

→ Anaerobic treatment → Aerobic treatment →

Sedimentation → Chemical clarification →

Sterilization → (discharge)

(c) 最終廃水量は実測の結果、 $546\text{ m}^3/\text{d}$ であったが、Cellarからの廃水量は $268\text{ m}^3/\text{日}$ 、Filling houseからの廃水量が $455\text{ m}^3/\text{日}$ であり、合計すると $723\text{ m}^3/\text{日}$ となる。差が生じた原因は不明であるが設計値としては $720\text{ m}^3/\text{日}$ とした。

(d) 調整槽の容量について、廃水の排出時間が昼間だけであるが、廃水処理を24時間連続で設計したことと、極力水質を均一化させ、設備の安定運転を図るために一日分の容量とした。

(3) その他コメント

(a) 最終廃水中にT-Pが 6.0 mg/L 含まれている。原因はタンク類の洗浄の際使用する洗剤から発生したものと、廃酵母から発生したものと推定される。廃酵母からのリンがどの位か不明であるので、断定できないが、無リンの洗剤に変えることにより、凝集沈殿装置は不要になる可能性もあるので実施設計の際には検討する必要がある。

(b) 最終廃水中の Cl_2 は 0.05 mg/L と少ないので問題はないが、一般的に Cl_2 が 5 mg/L を超えて連続的に好気性生物処理を行うと、活性汚泥の活性度が低下すると言われる。

したがって、一時的に消毒作業を実施する場合、消毒剤の使用量

から予め $C I_2$ 量を計算し、上記数値を超える場合、その廃水のみ一旦貯槽に溜め、少量ずつ総合廃水に混合させ処理することが望ましい。

(4) 機器仕様

機器リスト Table 3.4.6 参照

(5) 設計計算書

(a) 基本計算

①. 廃水量 $720m^3/d$

②. 水質

BOD $260mg/L (720m^3/d \times 0.26kg/m^3 = 187.2kg/d)$

COD・Cr $890mg/L (720m^3/d \times 0.69kg/m^3 = 640.8kg/d)$

SS $76mg/L (720m^3/d \times 0.076kg/m^3 = 5.8kg/d)$

T-P $6mg/L (720m^3/d \times 0.006kg/m^3 = 4.3kg/d)$

温度 $20^\circ C$

③. 廃水流入時間 $24h/d$

※排水量の大部分は $12h/d$ で排出される。

④. 廃水処理時間 $24h/d$ (脱水機は $8h/d$)

⑤. 処理基準

pH $6.5 \sim 9.0$

BOD $25mg/L$ 以下

COD・Cr $120mg/L$ 以下

SS $80mg/L$ 以下

T - P 2mg/L 以下

温度 30℃以下

⑥. 時間平均処理水量

$$720\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} = 30\text{m}^3/\text{h}$$

(b) 容量計算

①. 原水流入ピット

実質の廃水流入時間を12h/dとし、時間平均廃水量の2.5倍を時間最大排水量とする。

$$\text{時間最大排水量} \quad 720\text{m}^3/\text{d} \div 12\text{h}/\text{d} \times 2.5 = 150\text{m}^3/\text{h}$$

容量は時間最大廃水量に対して滞留10分とする。

$$150\text{m}^3/\text{h} \times 10/60 = 25\text{m}^3$$

決定値 25m³

②. 調整槽

滞留時間：1日

$$720\text{m}^3/\text{d} \times 1\text{d} = 720\text{m}^3$$

決定値 720m³

③. 曝気槽

BOD容積負荷：0.5kg-BOD/m³・d

$$\text{容量} : 187.2\text{kg-BOD}/\text{d} \div 0.5\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d} = 374\text{m}^3$$

決定値 400m³

MLSS負荷：0.15kg-BOD/kg-MLSS・d

$$\text{MLSS濃度} : 187.2\text{kg-BOD}/\text{d} \div 0.15\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS} \cdot \text{d} \div 400\text{m}^3 = 3.1\text{kg}/\text{m}^3$$

$$3.1\text{kg}/\text{m}^3 \times 1,000 = 3,100\text{mg}/\text{L}$$

④. No.4 沈降槽

$$\text{表面積負荷} : 12\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

$$\text{必要表面積} \quad 720\text{m}^3/\text{d} \div 12\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} = 60\text{m}^2$$

$$\text{決定値} \quad 8\text{m} \times 8\text{m}(64\text{m}^2)$$

⑤. 反応槽

$$\text{滞留時間} : 10 \text{分}$$

$$\text{容量} : 720\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 10/60 = 5\text{m}^3$$

$$\text{決定値} \quad 5\text{m}^3$$

⑥. 凝集槽

$$\text{滞留時間} : 5 \text{分}$$

$$\text{容量} : 720\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 5/60 = 2.5\text{m}^3$$

$$\text{決定値} \quad 3\text{m}^3$$

⑦. No.7 沈降槽

$$\text{表面積負荷} : 24\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

$$\text{必要表面積} : 720\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} = 30\text{m}^2$$

$$\text{決定値} \quad 5.5\text{m} \times 5.5\text{m}(30.2\text{m}^2)$$

⑧. 処理水槽

$$\text{滞留時間} : 10 \text{分}$$

$$\text{容量} : 720\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 10/60 = 5\text{m}^3$$

$$\text{決定値} \quad 5\text{m}^3$$

⑨. 汚泥貯槽

1日の発生汚泥量の計算

・生物処理からの余剰汚泥量 BOD総量の30%とする。

$$187.2\text{kg/d} \times 0.3 = 56.2\text{kg/d} \text{ (原水中のSS成分も含む)}$$

- ・凝集沈殿からの発生汚泥量 (Pが4.3kg/dに対して、PAC添加量144kg/d)

$$4.3\text{kg/d} \times 122/31 = 16.9\text{kg/d} \text{ (P全量がAlPO}_4\text{に生成された場合)}$$

$$144\text{kg/d} \times 0.153 = 22.0\text{kg/d} \text{ (PAC全量がAl(OH)}_3\text{に生成された場合)}$$

$$22.0\text{kg/d} \times 27/78 - 16.9\text{kg/d} \times 27/122 = 3.9\text{kg/d} \text{ (過剰のAl量)}$$

$$3.9\text{kg/d} \times 78/27 = 11.3\text{kg/d} \text{ (Al(OH)}_3\text{として生成するSS量)}$$

$$\text{合計 } 56.2\text{kg/d} + 16.9\text{kg/d} + 11.3\text{kg/d} = 84.4\text{kg/d} \text{ (Drybase)}$$

滞留時間：1日

流入汚泥量：8.4m³/d

汚泥濃度：1%

$$\text{容量：} 8.4\text{m}^3/\text{d} \times 1\text{d} = 8.4\text{m}^3$$

決定値 10m³

⑩. 脱水設備

- ・汚泥凝集槽

滞留時間：5分

$$\text{容量：} 8.4\text{m}^3/\text{d} \div 8\text{h/d} \times 5/60 = 0.088\text{m}^3$$

決定値 0.1m³ × 2槽

- ・脱水機

汚泥処理量：84.4kg/d as DRY BASE

脱水スラッジ含水率：85%

処理能力：84.4kg/d ÷ 8h/d = 10.6kg/h as DRY BASE

決定値 ベルトプレス型 12kg-Dry solid/h

脱水スラッジ量：84.4kg/d ÷ 0.15 = 563kg/d

⑩. P A C 槽

滞留時間：7d以上

使用量：144kg/d (200mg/L添加)

容量：144kg/d ÷ 1.2kg/L × 7d = 840 L

決定値 3m³

⑪. N a O H 槽 (10%濃度)

滞留時間：7d以上

使用量：20.3kg/d as DRY BASE (P A C 相当分)

20.3kg/d ÷ 0.1 = 203 L/d as 10%

容量：203 L/d × 7d = 1,421 L

決定値 2m³

⑫. ポリマー(A)槽 (0.1%濃度)

滞留時間：2d以上

使用量：廃水処理用 1.44kg/d as DRY BASE (2PPm添加)

脱水機用 0.42kg/d as DRY BASE (S S 量の0.5%添加)

合計 1.86kg/d as DRY BASE

1.86kg/d ÷ 0.001 = 1,860 L as 0.1%

容量：1,860L/d × 2d = 3,720 L

決定値 4m³

⑬. ポリマー(K)槽 (0.1%濃度)

滞留時間：2d

使用量：0.42kg/d as DRY BASE (SS量の0.5%添加)

$$0.42\text{kg/d} \div 0.001 = 420 \text{ L/d as } 0.1\%$$

容量：420 L/d × 2d = 840 L

決定値 1m³

⑭. 攪拌用ブロー

曝気強度：1m³/m³・h

攪拌槽：原水流入ピット 25m³

調整槽 720m³

汚泥貯槽 10m³

合計 755m³

$$\text{曝気量} : 755\text{m}^3 \times 1\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h} \div 60 = 12.6\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値 } 12.9\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg}/\text{cm}^2 \times 18.5\text{kw}$$

⑮. 曝気用ブロー

$$\text{BOD分解用酸素量} : 187.2\text{kg/d} \times 1\text{kg-O}_2/\text{kg-BOD} = 187.2\text{kg/d}$$

$$\begin{aligned} \text{MLSS用酸素量} & : 400\text{m}^3 \times 3.1\text{kg}/\text{m}^3 \times 0.12\text{kg-O}_2/\text{kg MLSS} \cdot \text{d} \\ & = 148.8\text{kg/d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曝気用エア一量} & : (187.2 + 148.8)\text{kg/d} \div 32 \times 22.4 \div \\ & 0.21 \div 0.1 \div 24 = 467\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\text{エア一リフト用エア一量} : 720\text{m}^3/\text{d} \div 24 \times 2 \times 3 = 180\text{m}^3/\text{h}$$

$$\text{曝気量合計} : (467 + 180)\text{m}^3/\text{h} \div 60 = 10.8\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値 } 12.9\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg}/\text{cm}^2 \times 18.5\text{kW}$$

(6) フローシート Fig. 3.4.6 参照

(7) マテリアル バランスシート Fig. 3.4.7 参照

(8) レイアウト Fig. 3.4.8 参照

(9) 設備コスト	SIT
(a) 機器類	
①. ポンプ、ブロワ、攪拌機、減速機、脱水機	26,974,000
②. 計測器類	1,575,000
③. その他機器類	21,000,000
(b) 現地工事類	
①. 機器据え付け・配管工事	11,725,000
②. 電気工事	8,225,000
③. 塗装工事	188,000
④. 土木工事	53,500,000
⑤. 建築工事	56,250,000
⑥. 現場管理費	2,981,000
⑦. 試運転費	3,555,000
(c) 設計費	3,600,000
設備コスト合計	189,573,000

(10) ランニングコスト SIT/年

(a) 薬品代

- | | |
|--|--|
| ①. PAC (11% Al ₂ O ₃) | 144kg/d x 74.7 SIT/kg x 216d = 2,323,500 |
| ②. NaOH(100%) | 20.3kg/d x 83.2 SIT/kg x 216d = 364,820 |
| ③. ポリマー A (粉末) | 1.83kg/d x 990 SIT/kg x 216d = 391,330 |
| ④. ポリマー K (粉末) | 0.39kg/d x 2000 SIT/kg x 216d = 168,480 |

⑤. NaClO (11~13%) $180\text{kg/d} \times 54 \text{ SIT/kg} \times 216\text{d} = 2,099,520$
 小計 = 5,347,650 SIT/年

(b) 電気代

$1,100 \text{ kWh/d} \times 15 \text{ SIT/kwh} \times 216\text{d} = 3,564,000 \text{ SIT/年}$

(c) 汚泥処分費

$0.6\text{m}^3/\text{d} \times 1423 \text{ SIT/m}^3 \times 216\text{d} = 184,420 \text{ SIT/年}$

(d) 用水代

$18\text{m}^3/\text{d} \times 100 \text{ SIT/m}^3 \times 216\text{d} = 388,800 \text{ SIT/年}$

(e) 灯油代

$230 \text{ L/d} \times 60 \text{ SIT/L} \times 90\text{d} = 1,242,000 \text{ SIT/年}$

(f) 維持費

機械設備費の5%/年とする。

$79,823,000 \text{ SIT} \times 0.05 = 3,991,000 \text{ SIT/年}$

(g) 人件費

$2 \text{ 人/年} \times 1,500,300 \text{ SIT} = 3,000,600 \text{ SIT/年}$

ランニングコスト 合計 17,118,470 SIT/年

廃水 1 m^3 当たりのランニングコスト : $17,118,470 / 720\text{m}^3 \times 216\text{d}$
 $= 110 \text{ SIT/m}^3$

(11) 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

④WWTP放流料金 : 160 SIT / m³

⑤河川放流 : 0

⑥年間廃水処理量 : 720m³ / d x 216 d / 年 = 155,520m³ / 年

(b) 廃水 1 m³ 当たりの処理費

項目	内容		金額 SIT / m ³
原価償却	機械類	79,823,000 SIT ÷ 15年 ÷ 155,520 m ³ / 年	① 34
	建屋・土木	109,750,000SIT ÷ 40年 ÷ 155,520 m ³ / 年	② 18
金利	189,573,000 SIT x 0.05 ÷ 155,520 m ³ / 年		③ 61
ランニング コスト			④ 110
合計 処理コスト ① + ② + ③ + ④			223

5) まとめ

河川放流の場合は放流基準が厳しいため（特にT-Pが2.0mg/L）、設備コストおよびランニングコスト共に高くなった。

したがって、現時点では、自工場で廃水処理設備を設置する場合の方が、工場側にとって不利となる。

Table 3.4.6 Equipment list

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
1	Influent pit	1	RC	Capacity 25 m ³	
				2m×4.5m×3mD with air diffuser	
	Pump	1+1	FC	150A×2.5m ³ /min×8m×7.5kw	
				Submersion type	
	Level switch	1	PMC	Float type	
2	Stabilization tank	1	RC	Capacity 720 m ³	
				6.7m×32m×3.5mD with air diffuser	
	Pumps	1+1	FC	80A×0.6m ³ /min×10m×2.2kw	
	Level switch	1	PMC	Float type	
	Flow meter	1	SS	Box type	
3	Aeration tank	1	RC	Capacity 400 m ³	
				3.8m×15m×4mD×2 with air diffuser	
	DO meter	1		Di p type 0~20mg/l , 4~20mA	
4	Sedimentation tank	1	RC	Surface area 64 m ²	
				8m×8m×3mD	
	Sludge collector	1	SS	rake type 0.4 kw	
	Pump	1	FC	65A×0.35m ³ /min×15m×2.2kw	
5	Reaction tank	1	RC/Anti-	Capacity 5 m ³	
			acid coating	1.6m×1.6m×2mD	
	Agitator	1	SS+B.	Vertical type 2.2 kw	
	pH meter	1		Di p type 0~11, 4~20mA	
6	Coagulation tank	1	RC	Capacity 3 m ³	
				1.6m×1m×2mD	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.75 kw	

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
7	Sedimentation tank	1	RC	Surface area 30 m ² 5.5m×5.5m×3mD	
	Sludge collector	1	SS	Rake type 0.2 kw	
	Recycle pump	1	FC	40A×60 l/min×10m×0.75kw	
	Discharge pump	1	FC	40A×60 l/min×10m×0.75kw	
8	Treated water tank	1	RC	Capacity 5 m ³ 1.6m×2m×3mD	
	Level switch	1	PVC	Float type	
	pH meter	1		Up type 10~11, 4~20mA	
	Pumps	1+1	FC	80A×0.6m ³ /min×10m×0.75kw Submersion type	
	Disinfection box	1	PVC	Flow contact type	
9	Sludge storage tank	1	RC	Capacity 10 m ³ 2m×2.6m×3.5mD with air diffuser	
	Pump	1	FC	50A×60 l/min×10m×0.75kw Submersion type	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
	Flow meter	1	SS	Box type	
10	Sludge coagulation tanks	2	SS	Capacity 0.1 m ³ 0.4m×0.4m×0.85mH	
	Agitators	2	SS	Portable type 0.1 kw	
11	Dehydrator	1		Belt press type, 1.7 kw Filter wide 500 mm	

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
1 2	PVC tank	1	FRP	Capacity 3 m ³	
				1.1m ϕ × 2mH	
	Pump	1	PVC	20A × 0.5 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kw	
				Daphram type	
	Level switch	1	PVC	Float type	
1 3	NaOH tank	1	SS	Capacity 2 m ³	
				1.2m × 1.2m × 1.85mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4 kw	
	Pump	1	PVC	20A × 1.7 l/min × 8kg/cm ² × 0.2kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 4	Polymer(A) tank	1	FRP	Capacity 4 m ³	
				1.42m × 1.42m × 2.46mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 2.2 kw	
	Pump (For waste water)	1	PVC	25A × 2.8 l/min × 5kg/cm ² × 0.2kw	
				Daphram type	
	Pump (For Dehydrator)	1	PVC	25A × 6 l/min × 3kg/cm ² × 0.2kw	
				Daphram type	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 5	Polymer(B) tank	1	FRP	Capacity 1 m ³	
				0.91m × 0.91m × 1.55mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4 kw	
	Pump	1	PVC	25A × 6 l/min × 3kg/cm ² × 0.2kw	
				Daphram type	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 6	Mixing blower	1	FC	150A × 12.9m ³ /min × 0.45kg/cm ²	
				× 18.5kw	
				Roots type	

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
17	Aeration blower	1+1	FC	150A×12.9m ³ /min×0.45kg/cm ²	
				×18.5kw	
				Roots type	
	Flow meter	1	SS	Orifice type	
18	Compressor	1	FC	36 l/min×9.9kg/cm ² ×0.4kw	
19	Control panel	1		Indoor Self-standing enclosed type	
				1.6m×0.6m×2ml	
				AC 400V×50Hz	
				Push button switches	
				Alarm lamps	
				pl indicators	
				Do indicator	
20	Pipe				
	Raw waste water line		VP		
	Treated water line		VP		
	Chemical dosing line		VP		
	Air line		SCP		
21	Building	1	Steel frame	700m ² x 7 ml	
			and slate		
			roof/wall		

Fig. 3.4.6 Flow Sheet

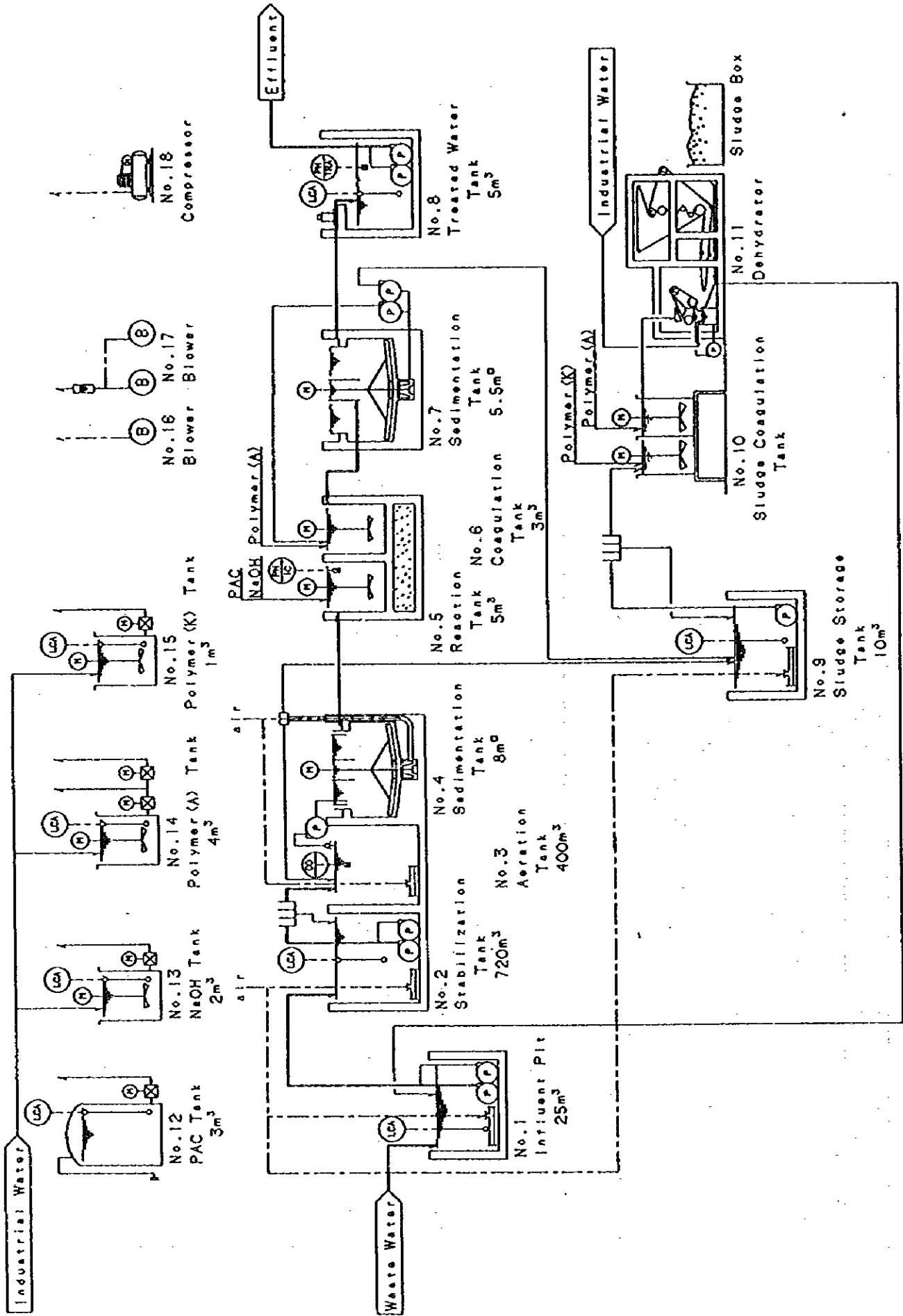


Fig. 3.4.7 Material Balance Sheet

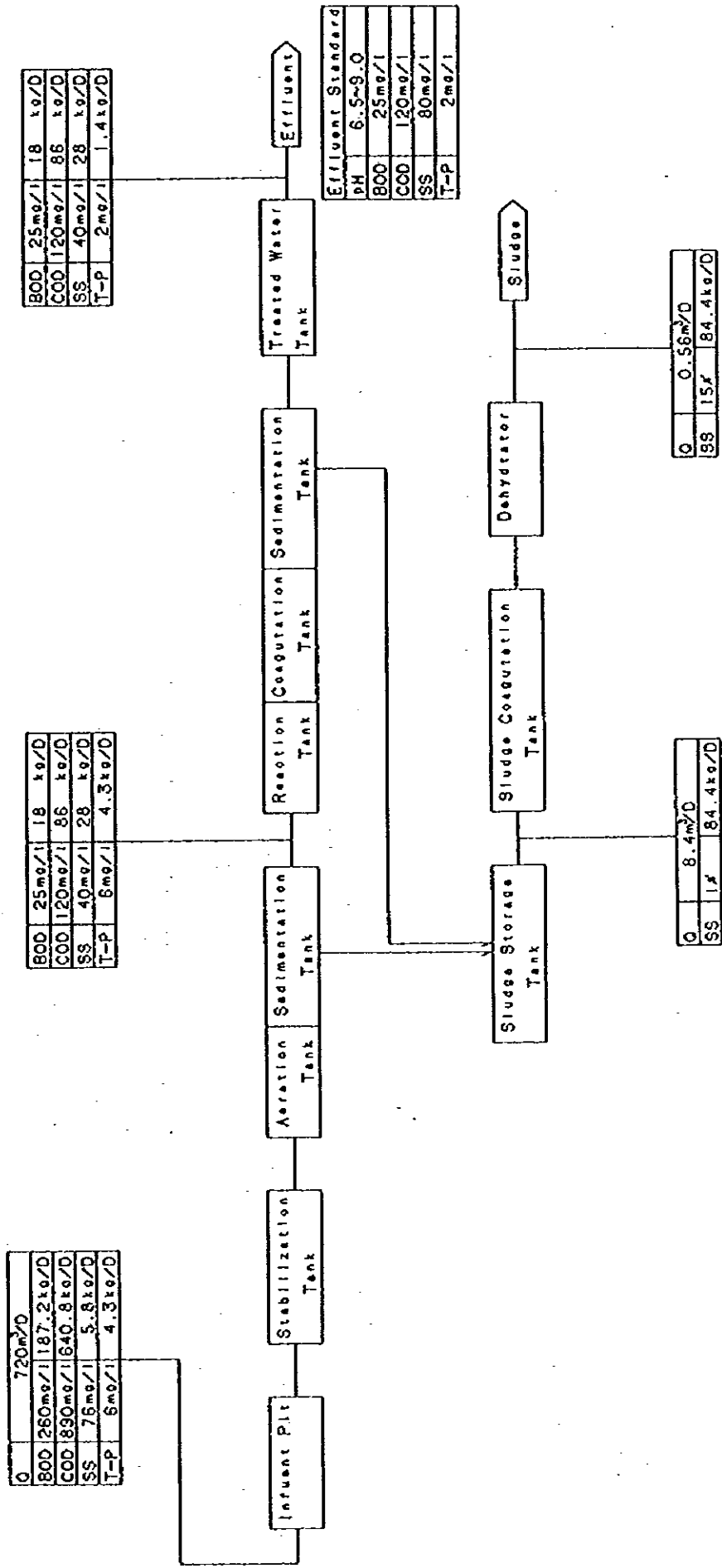
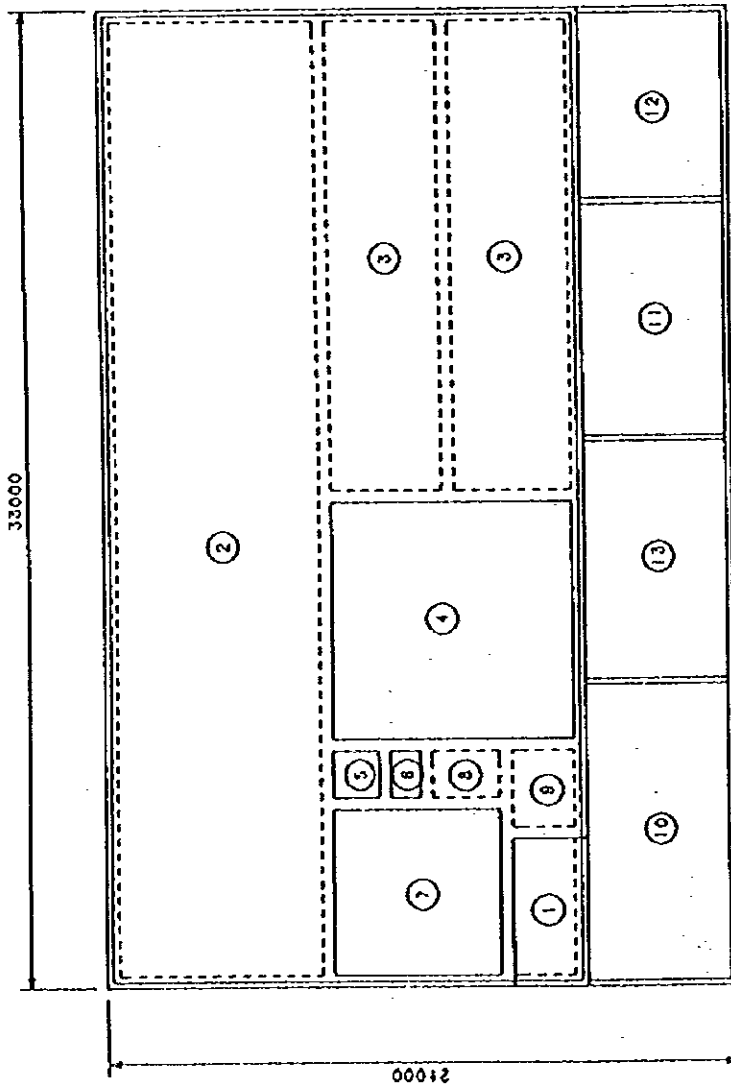


Fig. 3.4.8 Layout



No.	Description	Remarks
1	Influent Pit	
2	Stabilization Tank	
3	Aeration Tank	
4	Sedimentation Tank	
5	Reaction Tank	
6	Coagulation Tank	
7	Sedimentation Tank	
8	Treated Water Tank	
9	Sludge Storage Tank	
10	Dehydrator Room	
11	Chemical Tank Room	
12	Blower Room	
13	Control Room	

3. 4. 4 汚濁負荷量削減のための予備処理

1) 予備処理システムの選定

総合廃水の分析結果によると、一日の内AM 6時～12時迄の6時間で、廃水量は全体の約60%、BODならびにCODは約90%各々排出されていることが明らかになった (Table 3.4.7 のRaw Thick Waste Water)。

したがって、総合廃水を処理することにより汚濁負荷量を削減する方法よりも、極力廃水量が少なく汚濁濃度の高い廃水を分別処理することの方が経済的に有利であるので、前述の濃厚廃水を好気性および嫌気性処理する場合の両方の検討を行った。

合わせて、分別処理と比較するために、総合廃水を好気性処理した場合についても検討を行った。

なお、設計水量については1996年6月に測定した水量を採用した。この季節は比較的生産量が多いと思われ、年間平均水量はこれより少なくなるであろう。

2) 予備処理システムの概要

(1) Case-1 (Fig 3.4.9(1))

あらかじめ、比較的粒径の大きい浮遊物をスクリーンにより除去し、熱交換器により原廃水を約35℃迄加温しAnaerobic Reactorで処理する。Anaerobic Reactorの形式は代表的なものとしては、UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process) と固定床方式 (Fix Bed System) があるが、この場合は固定床方式を選定した。

原廃水のPHは分析結果によると、ほぼ中性付近にあるので特にPH調整は行わない。原廃水の加温用熱源を極力節減するために、処理水と原廃水を液-液交換させ、不足分の熱源としてスチームを使用する。

また、Anaerobic Reactorより発生したBio Gasはボイラーの熱源として回収する。

(2) Case-2 (Fig 3.4.9(2))

Case-1と同様に原廃水として濃厚廃水をAerobic システムで処理する場合である。

Aerobicシステムは標準活性汚泥、回転円盤方式、生物膜ろ過方式 (Bio

film Filter) など、種々な技術手段が開発されているが、その中でも高負荷が取れ、バルキングが生じない、予備処理として適切な、且つ価格面で有利な生物膜ろ過方式を選定し、Case-1との比較を行った。

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

(3) Case-3 (Fig 3.4.9(2))

総合廃水をCase-2と同様のシステムを用いて処理した場合で、生物膜ろ過方式を選定し、濃厚廃水を分別処理した場合と比較したものである。

Fig 3.4.9(1) Flow Diagram of Pretreatment

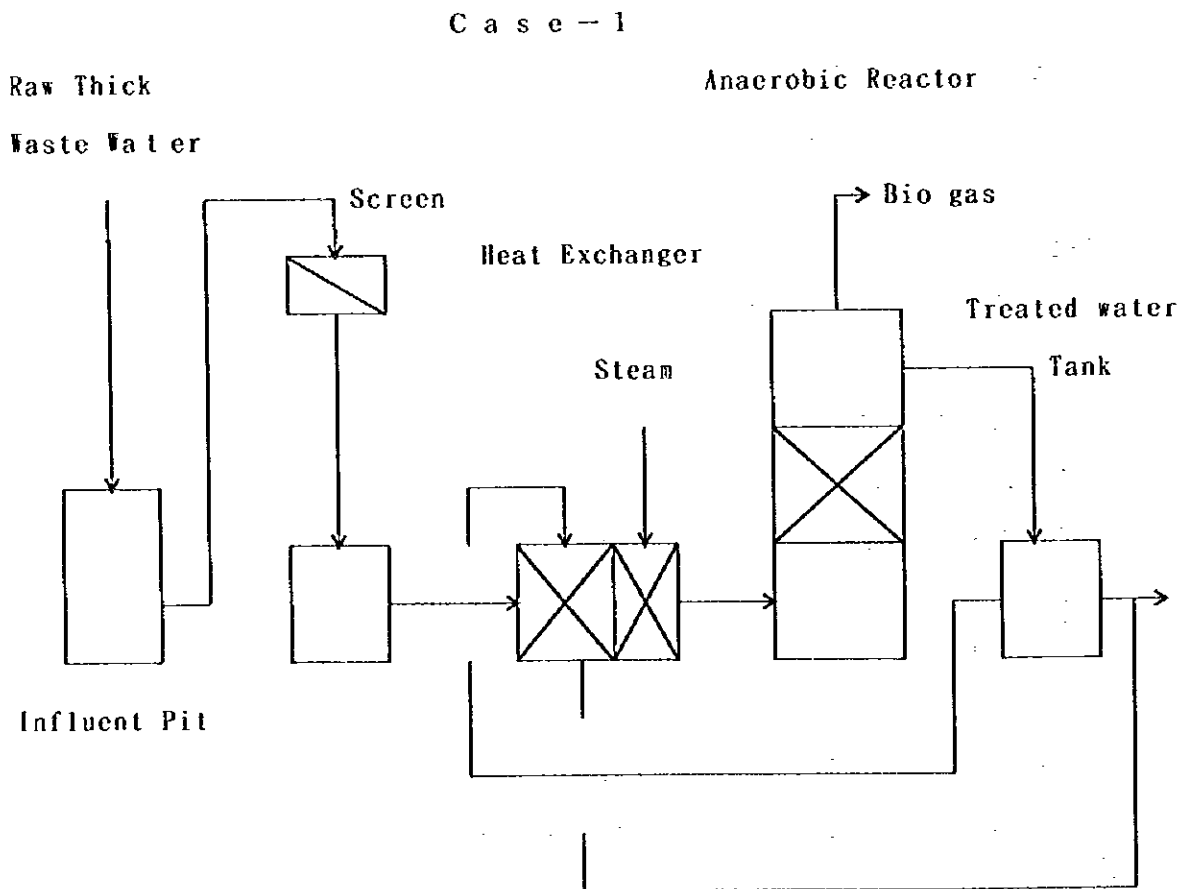
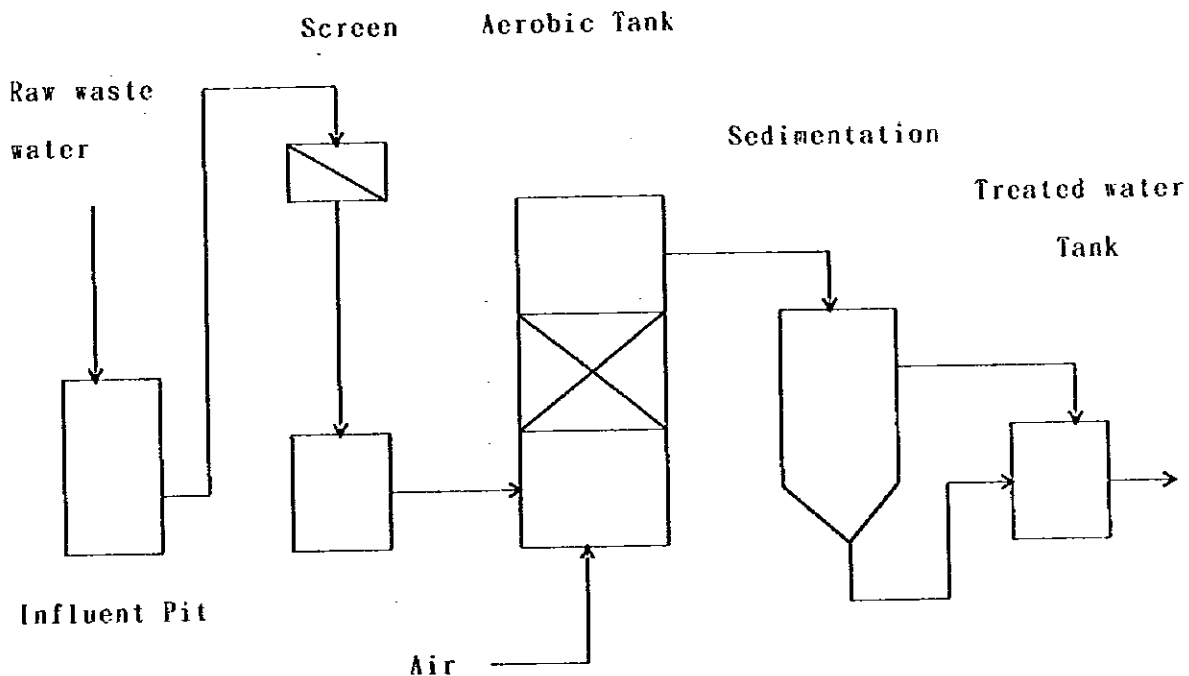


Fig 3.4.9(2) Flow Diagram of Pretreatment

C a s e -- 2 & C a s e -- 3



3) 検討結果

(1) 技術的検討

廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量をTable 3.4.7に示す。

COD除去率については、Anaerobicシステムの方がAerobicシステムより高く期待できるため、CASE-1の方をCASE-2、3より若干高く設定した。

SSについて、好気性処理後のそれは原廃水より多くなっているが、これは、好気性処理で発生した余剰汚泥は量的に少ないので、そのまま処理水と一緒にWWTPに放流することとしたためである。

これらのことから、BOD低減のためには、Aerobicシステムの方が、C

OD低減のためには、Anaerobicシステムの方がやや有利と言へるが、廃水の性状によって異なるので、今後詳細に検討する場合には、技術的、経済的に考慮しなければならない。

(2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 3.4.8に示す。

予備処理のための処理コストを比較すると、CASE-1の場合が最も高い。これは、処理コストの中でも原廃水を加温するための熱源費の比率が高いためである（COD濃度が高い場合はAnaerobicシステムの方が有利となるケースが多い）。

CASE-2が最も安くなったが、これは、生物膜ろ過方式（Biofilm Filter）を選定したことにより、電気代は高くなるが、設備コストが安くなったことと、原廃水加温用の熱源が不要になったことによる。

CASE-3の場合は廃水量が多くなり、設備コストも高くなったため、当然であるがCASE-2より処理コストは高くなった。

Table 3.4.7 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of waste water	Quantity m ³ /d	CODcr mg/l (kg/d)	BOD mg/l (kg/d)	PH	SS mg/l (kg/d)	T-N mg/l (kg/d)	T-P mg/l (kg/d)
*1 Raw thick waste water	400	1400 (560)	400 (160)	7	100 (40)	14.4 (5.8)	8.3 (3.3)
*2 Treated thick waste water							
Case-1	400	300 (120)	80 (32)	7	100 (40)	14.4 (5.8)	8.3 (3.3)
Case-2	400	560 (224)	80 (32)	7	164 (66)	10 (4)	5 (2)
*3 Total waste water (Raw water)	720	890 (641)	260 (187)	Ave 7.4	76 (55)	12 (8.6)	6 (4.3)
CASE-1	720	249 (201)	74 (59)	7	76 (39)	12 (6.2)	6 (3.1)
CASE-2	720	424 (305)	82 (59)	7	113 (81)	9.4 (6.8)	4.2 (3)
CASE-3	720	400 (288)	74 (53)	7	114 (82)	8 (5.8)	3.6 (5)
*4 Discharge to River	720 Design base	120 (86)	25 (18)	Ave 7.8	80 (58)	-	2. (1.4)

注記

- ・ CASE-1 : 濃厚廃水をAnaerobicシステムにて予備処理した場合。
- ・ CASE-2 : 濃厚廃水をAerobicシステムにて予備処理した場合。
- ・ CASE-3 : 総合廃水をAerobicシステムにて予備処理した場合。
- ・ * 1 : 総合廃水の内、濃厚液部分の水質。

- ・ * 2 : 濃厚廃水を各々の C A S E で処理した場合の水質。
- ・ * 3 : 処理した濃厚廃水をその他の廃水と混合した場合の総合廃水の水質。
- ・ * 4 : 河川放流した場合の水質。

Table 3.4.8 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	39,300,000	36	81	117
CASE-2	35,960,000	33	28	61
CASE-3	43,500,000	40	31	71
Discharge to River	189,573,000	113	110	223

4) まとめ

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

3.5 M-5 VINAG VINARSTVO-SADJARSTVO (Wine Cellar)

3.5.1 工場概要

1) 概要

Maribor市の中心部に位置するワイナリーで、タンクローリーで運び込んだ搾汁液は地下タンクで醸造、熟成され、熟成されたワインはびんに詰めて出荷される。

工場敷地面積：

従業員数： 400人

操業条件： 8hrs/day, 251days/year

生産品目： Wine(white, Red)

年間生産量： 5000 m³

年間売上高：

2) 水源・用途別の水使用量

Table 3.5.1 に一覧を示す。用水は全量市水を使用している。

3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

概要を Fig. 3.5.1 と Fig. 3.5.2 に示す。

3.5.2 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 水源は上水のみであり、流量計で計量されている。
- ② 用水使用量の殆ど（約 86%）は洗浄用水であり、残りは雑用水、ボイラ用水
アンモニア冷凍機用蒸発凝縮器（1台）への補給水である。
- ③ 洗浄水の用途は、びん洗浄機（1台）及びろ過器・槽類等の洗浄用である。
- ④ ボイラ用水の回収はかなり実施されている。（推定回収率約 80%）

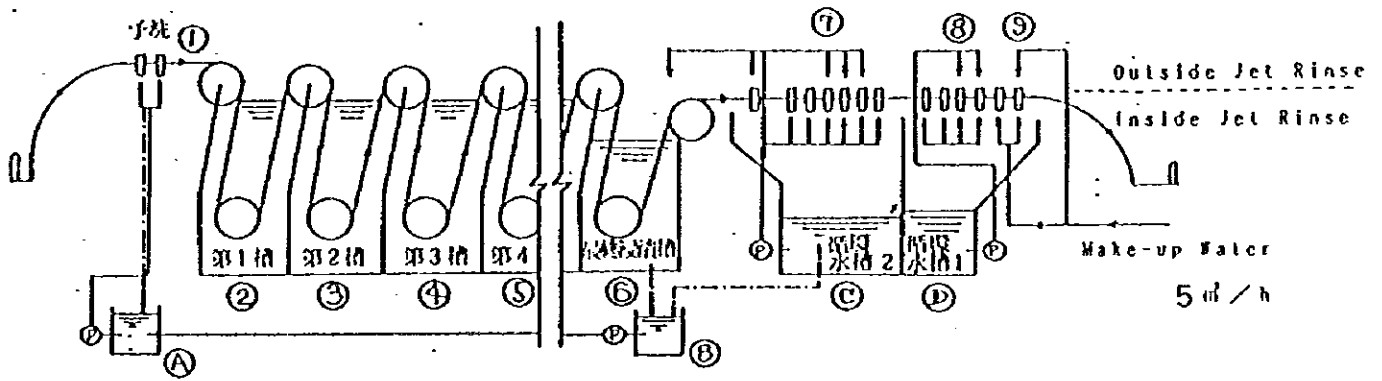
(2) 合理化の現状

- ① ボイラ用水の回収使用、冷凍機用蒸発凝縮器の採用、C I Pの採用等部分的な節水は実施されている。
- ② 用水管理は十分とはいえなく、床・装置等の洗浄に使用されるホースの先端に手元制御弁が付いていないものが多い。
- ③ 用水使用量の最も多いびん洗浄機の型式は節水型ではあるが、その水使用量は約 1.5(l/bottle)とやや多い。
- ④ 一日当たり4～5万本(約 10,000 bottle/h 以下)の洗びん数で、びん洗浄機としては小型であることを考慮しても、その水使用量はやや多い。

2) 検討及び評価

(1) 技術的検討

- ① びん洗浄機・びんコンベヤ廻りのびんの流れが余りスムーズでなく、洗浄効率を低下させている一因とも考えられる。
- ② びん洗浄機・びんコンベヤ廻りの設備更新によって、使用水量は約 20 m³/dの節水になると推定される。しかし、その設備投資額は約 50,000(千SIT)程度であり、水使用合理化だけでは経済的に成り立たないことが明白である。従って、工場設備の合理化投資や老朽化設備の更新投資が実施される時に節水型に交換されることが好ましい。
節水型びん洗浄機(能力:10,000本/h)の一例を Fig. 3.5.3 に示す。



- ① Pre-Wshing, ② 1st Detergent Soak, ③ 2nd Detergent Soak,
- ④ 3rd Detergent Soak, ⑤ 4th Detergent Soak, ⑥ Final Soak,
- ⑦ 1st Water Rinse, ⑧ 2nd Water Rinse, ⑨ Final Water Rinse,
- ①②③④ Recovery Water Tanks

Fig. 3.5.3 節水型びん洗浄機（能力：10,000本/h）の一例

③当面の節水対策としては、管理者及び作業者の節水意識の向上が最も大事であろう。

④洗浄用ホースには手元制御弁をつけること。約 10（千SIT/個）である。

(2) 経済性評価

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

Table 3.5.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

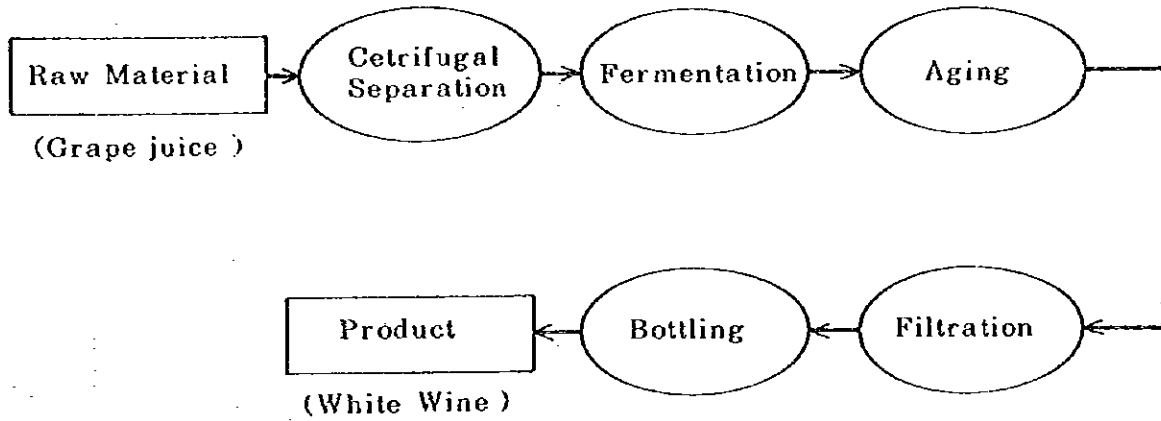
Unit: m³/day

Source Use	Well Water	City Water	River Water	Sub- Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed		(3)		(3)	(10)	(13)
Raw Material						
Washing		61		61		61
Cooling		(1)		(1)	(30)	(31)
Air Conditioning						
Miscellaneous		6		6		6
Total		71		71	(40)	(111)
				Recoverd Water/Total (36.0)%		

Note; A value in () shows estimated one

Fig. 3.5.1 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE (1/2)

(1) White Wine



(2) Red Wine

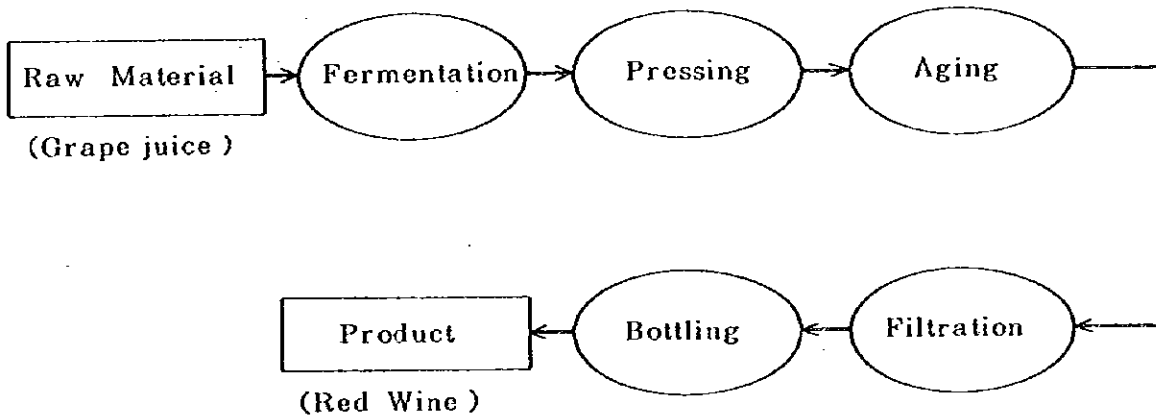


Fig. 3.5.1 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE (2/2)

(3) Bottle washing

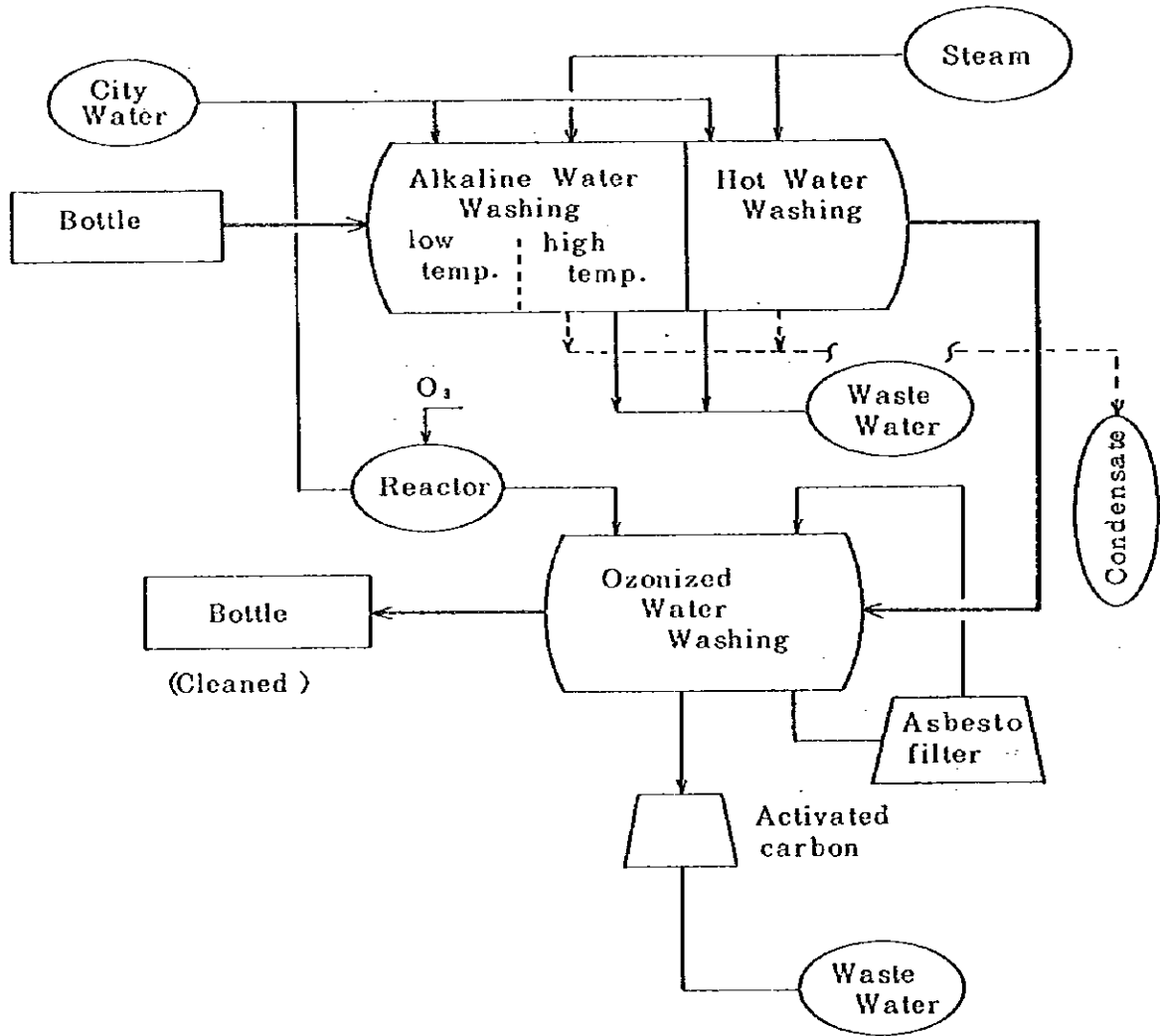
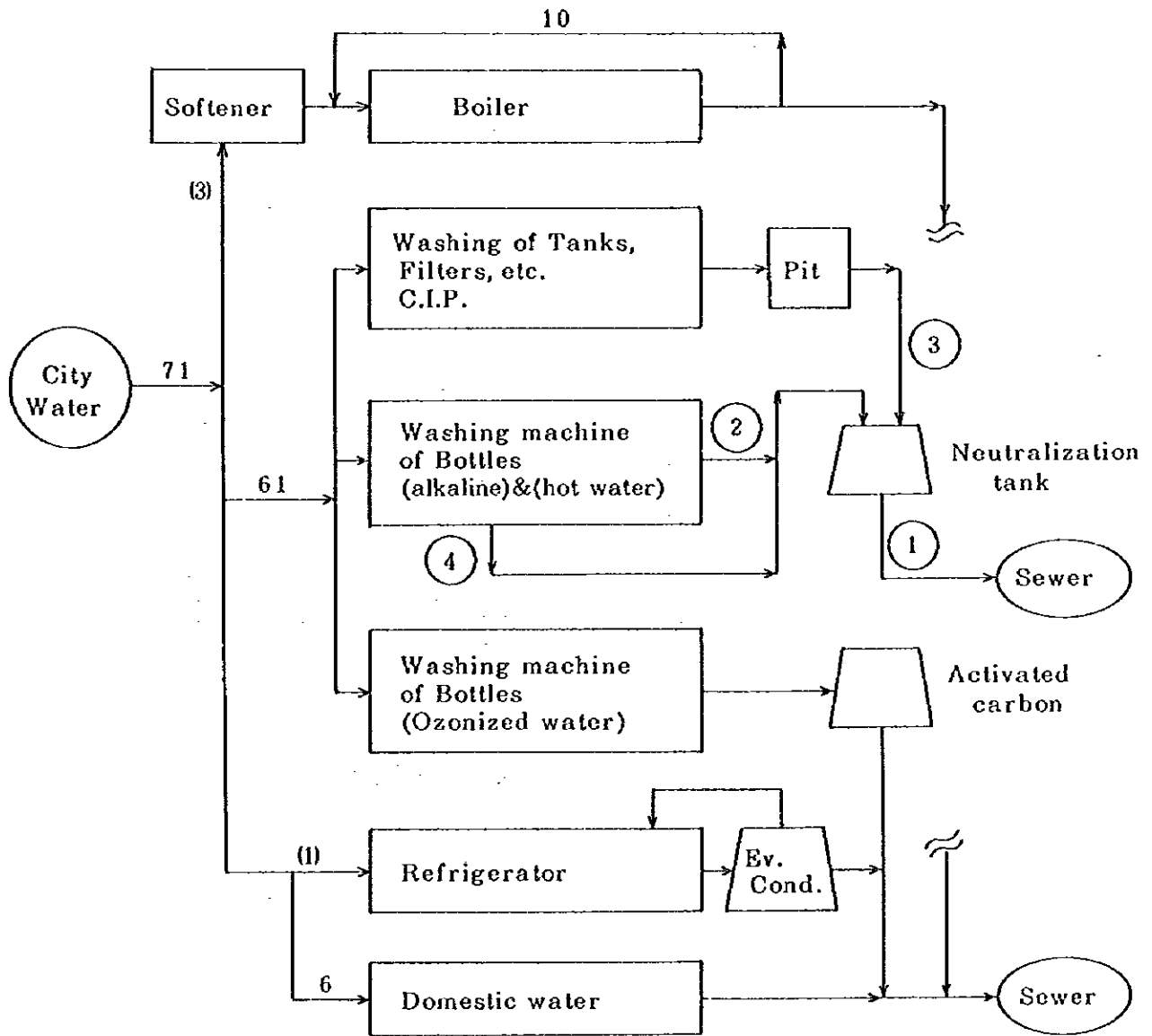


Fig. 3.5.2 WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



○ : Sampling points of waste water.

Note : a) The figure in parenthesis is estimated value.

b) Ev. Cond. is Evaporated Condenser.

3. 5. 3 WWT P 放流規準を満足する予備処理及び廃水処理

1) 製造工程、廃水発生源及び廃水水質

主要な製造工程をFig. 3. 5. 1 に示す。

(1) 廃水発生源

主な廃水の発生源は次の四個所より発生し、その中でも②が最も多く全体の約80%を占めている。各々の廃水は中和槽においてNaOHとH₂SO₄で中和され、下水道に放流されている。

工程用水と廃水発生量についてはWATER BALANCE DIAGRAM Fig. 3. 5. 2 に示す。

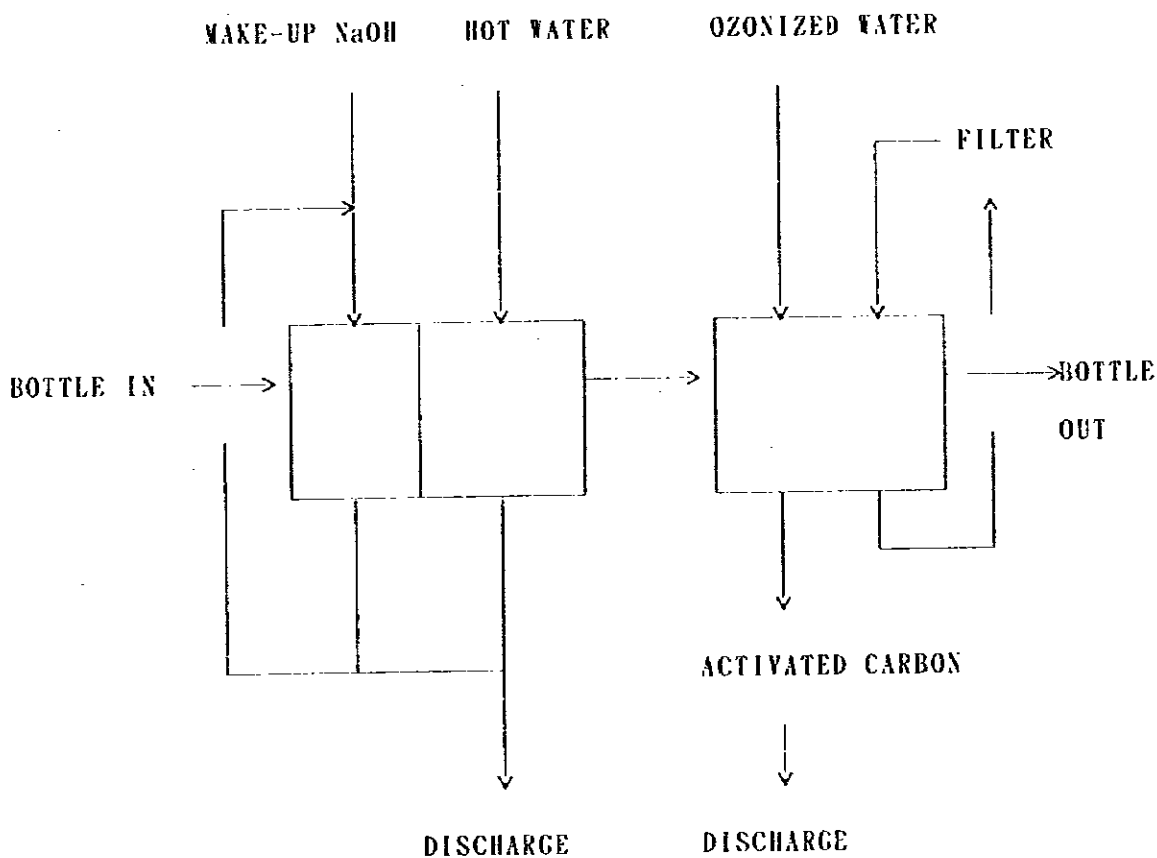
① Cellar

発生する廃水はC I P 廃水、ろ過洗浄廃水及びタンク類の洗浄廃水で、各廃水は地下ピットにて一旦貯溜され、ポンプで地上の中和槽に送られる。

廃水量は5～10 m³と少ないが汚染度は高い。地下ピット内に堆積されたSS成分は年に一回除去される。水質分析結果を Table 3. 5. 2 に示す。

② 洗瓶工程(Bottle washing process)

洗瓶の洗浄は次のように、アルカリ洗浄、温水洗浄及びオゾン水による殺菌工程から構成され、連続的に行われる。



苛性ソーダの補給量は一回当たり120kg (as100%)で、これを1.5%に希釈して補給する。アルカリ廃水は約2週間毎に約8m³排出される。アルカリ洗浄後の温水洗浄廃水は連続的に約62m³/日排出され、中和槽に送られる。アルカリ洗浄後の廃水であるので、pHは高いがそれ以外はそれほど汚染されていない。水質分析結果を Table 3.5.2に示す。

次工程のオゾン洗浄廃水はろ過機を経て循環使用されており、汚染度合によって、一回/日または一回/2日、活性炭で処理された後排出される。一回の排出量は約3m³である。この廃水は汚染度合が低く、そのまま河川に放流しても問題ないと思われる。

③ 洗瓶工程のアルカリ廃水

洗瓶工程におけるアルカリ洗浄廃水は循環使用されているが、汚染度が高くなると約14日間に一回排出される。排出量は一回当たり8m³と少ない

が、汚染度は最も高い。水質分析結果はTable 3.5.2に示す。

①生活排水

従業員のトイレ、その他生活排水が発生する。約 $8\text{ m}^3/\text{日}$ 。

2) 水質及び水量

(1) 水質

②、③及び④の廃水は中和槽で中和し排出される。水質をTable 3.5.2に示す。①-1の水質は中和槽直後の分析値であり、①-2は工場出口での分析値である。両方は同じと考えてよい。

④の廃水は試料の採取時に排出されていたかどうか不明であるが、もし、排出されていなかったとすると14日に一回排出され、その廃水約 8 m^3 を一旦貯溜し、少量ずつ総合廃水と混合し処理することが望ましい。

(2) 水量

中和槽出口で実測したが、正確なデータを得ることができなかった（測定個所が屋外駐車場地下にあるため、測定しにくかったと思われる）、市水の使用量の実測値が $76\text{ m}^3/\text{日}$ であったことと、ヒアリングの際の回答が $71\text{ m}^3/\text{日}$ であったことから、 $71\sim 76\text{ m}^3/\text{日}$ の範囲であると思われる。

3) WWT P放流基準を満足する予備処理装置

中和処理設備がすでに設置されており、処理水質（中和後）をTable 3.5.3に示す如く、WWT P放流規制値以内で、特に問題はない。

工場から発生する廃水を、酸性廃水とアルカリ廃水に分離して、各々貯溜槽に溜め、混合して排出すれば中和剤が現在より若干減少する可能性がある。検討の余地がある。

Table 3.5.2

Characterisation of samples	①-1 Outlet of neutralization	①-2 Outlet of neutralization	② Outlet of washing machine	③ Outlet from the celler (underground water tank)	④ Outlet of washing machine (alkaline waste)
Parameter	unit				
PH	7.4-7.6	7.5-7.8	10	5.5	13
EL conductivity	1100	1100	1100	770	
Total solid	1000	920	750	2300	
Suspended solids	90	50	40	800	600
Total phosphorus	14	-	-	-	125
CODcr	760	750	160	7400	4200
BOD	450	510	-	-	700
Settable solids	<0.1	<0.1	<0.1	8.0	
Free chlorine Cl ₂	<0.05	<0.05	-	-	

4) 河川放流のための廃水処理

洗瓶工程のオゾン廃水はそのまま河川放流しても問題ないので、これ以外の廃水について概念設計を行う。

(1) 設計条件

(a) 水質 Table 3.5.3 参照

(b) 処理量 90 m³/日

Table 3.5.3

	原水水質 (中和後の廃水)	処理水水質 (河川放流規制値)	WWTP 放流規制値
Temp. °C	20	30以下	40以下
pH	7.5~7.8	6.5~9.0	6.5~9.5
SS mg/L	90	80	-
T-P mg/L	14~20	2.0	-
NH ₃ -N mg/L	1.0~3.5	10	-
NO ₂ -N mg/L	-	1.0	10
CODcr mg/L	750	120	-
BOD mg/L	510	25	-
Free chlorine Cl ₂ mg/L	0.05	-	-

(c) 処理時間 24時間/日

(2) 最適システム選定理由

(a) COD_{cr}、BOD共に濃度が比較的低いので、嫌気性生物処理を採用しても経済的にメリットがないので（勿論処理は可能、一般的に、水量が多いか、または濃度が高い場合にメリットがある）、好気性生物処理法で有機成分を除去し、リンは凝集沈殿法を採用することにより、を規制値迄除去することが可能である。

COD_{cr}/BODの比が約1.5であるので、好気性生物処理を行う上で何ら問題はない。

したがって、好気性処理と凝集沈殿を組み合わせたシステムを選定した。

(b) 将来、節水型の洗瓶機に交換した場合、洗浄廃水の濃度が高くなるので、嫌気性生物処理方式を採用する方がランニングコスト的に有利となる場合もある。処理方式としては次の二方式があり、高濃度廃水の分別処理が可能なら、一般的にA方式の方がB方式より経済的である。

A方式

(Thick waste water) → Screen → Equalization tank → Neutralization

→ Anaerobic treatment

(Thin waste water) → Screen → Equalization tank → Neutralization

→ Aerobic treatment → Sedimentation → Chemical

clarification → Sterilization → (discharge)

B方式

(Raw waste water) → Screen → Equalization tank → Neutralization →
Anaerobic treatment → Aerobic treatment →
Sedimentation → Chemical clarification →
Sterilization → (discharge)

(C) 調整槽の容量について、廃水の排出時間が昼間だけであるが、廃水処理を24時間連続で設計したことと、極力水質を均一化させ、設備の安定運転を図るために一日分の容量とした。

(3) その他のコメント

(a) 最終廃水中にT-Pが14~20 mg/L含まれている。原因は殆どが洗浄の際使用する洗剤から発生したものと推定される。無リンの洗剤に変えることにより、凝集沈殿装置が不要になる可能性もあるので、実施設計の際には検討する必要がある。

(b) 最終廃水中のCl₂は0.05 mg/Lと少ないので問題はないが、一般的にCl₂が5 mg/Lを超えて連続的に好気性生物処理を行うと、活性汚泥の活性度が低下すると言われる。

したがって、一時的に消毒作業を実施する場合、消毒剤の使用量から予めCl₂量を計算し、上記数値を超える場合、その廃水だけ一旦貯槽に溜め、少量ずつ総合廃水に混合させ処理することが望ましい。

(4) 機器仕様

機器リスト Table 3.5.5 参照

(5) 設計計算書

(a) 基本計算

① 廃水量 $90\text{m}^3/\text{d}$

② 水質

BOD	510mg/L	$(90\text{m}^3/\text{d} \times 0.51\text{kg}/\text{m}^3 = 45.9\text{kg}/\text{d})$
COD・Cr	750mg/L	$(90\text{m}^3/\text{d} \times 0.75\text{kg}/\text{m}^3 = 67.5\text{kg}/\text{d})$
SS	90mg/L	$(90\text{m}^3/\text{d} \times 0.09\text{kg}/\text{m}^3 = 8.1\text{kg}/\text{d})$
T-P	17mg/L	$(90\text{m}^3/\text{d} \times 0.017\text{kg}/\text{m}^3 = 1.5\text{kg}/\text{d})$
温度	20°C	

③ 廃水流入時間 $12\text{h}/\text{d}$

④ 廃水処理時間 $24\text{h}/\text{d}$ (脱水機は $8\text{h}/\text{d}$)

⑤ 処理基準

pH	$6.5 \sim 9.0$
BOD	$25\text{mg}/\text{L}$ 以下
COD・Cr	$120\text{mg}/\text{L}$ 以下
SS	$80\text{mg}/\text{L}$ 以下
T-P	$2\text{mg}/\text{L}$ 以下
温度	30°C 以下

⑥ 時間平均処理水量

$$90\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} = 3.8\text{m}^3/\text{h}$$

(b) 容量計算

① 原水流入ロット

実質の廃水流入時間を $12\text{h}/\text{d}$ とし、時間平均排水量の2.5倍を時間最

大廃水量とする。

時間最大廃水量

$$90\text{m}^3/\text{d} \div 12\text{h}/\text{d} \times 2.5 = 18.8\text{m}^3/\text{h}$$

容量は時間最大廃水量に対して滞留10分とする。

$$18.8\text{m}^3/\text{h} \times 10/60 = 3.1\text{m}^3$$

決定値 4m³

② 調整

滞留時間：1日

$$90\text{m}^3/\text{d} \times 1\text{d} = 90\text{m}^3$$

決定値 90m³

③ 曝気槽

BOD容積負荷：0.5kg-BOD/m³・d

$$\text{容量} : 45.9\text{kg-BOD}/\text{d} \div 0.5\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d} = 91.8\text{m}^3$$

決定値 100m³

MLSS負荷：0.15kg-BOD/kg-MLSS・d

$$\begin{aligned} \text{MLSS濃度} : 45.9\text{kg-BOD}/\text{d} \div 0.15\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS} \cdot \text{d} \div 100\text{m}^3 \\ = 3.1\text{kg}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$3.1\text{kg}/\text{m}^3 \times 1.000 = 3.100\text{mg}/\text{L}$$

④ No.4 沈降槽

表面積負荷：12m³/m²・d

$$\text{必要表面積} \quad 90\text{m}^3/\text{d} \div 12\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} = 7.5\text{m}^2$$

決定値 3m × 3m(9m²)

⑤ 反応槽

滞留時間：10分

$$\text{容量} : 90\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 10/60 = 0.6\text{m}^3$$

決定値 1m³

⑥凝集槽

滞留時間 : 5分

$$\text{容量} : 90\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 5/60 = 0.3\text{m}^3$$

決定値 1m³

⑦.No.7 沈降槽

表面積負荷 : $14\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$

$$\text{必要表面積} : 90\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} = 3.75\text{m}^2$$

決定値 3m × 3m(9m²)

⑧. 処理水槽

滞留時間 : 10分

$$\text{容量} : 90\text{m}^3/\text{d} \div 24\text{h}/\text{d} \times 10/60 = 0.6\text{m}^3$$

決定値 1m³

⑨. 汚泥貯槽

1日の発生汚泥量の計算

・生物処理からの余剰汚泥はBOD総量の30%とする。

$$45.9\text{kg}/\text{d} \times 0.3 = 13.8\text{kg}/\text{d} \text{ (原水中のSS成分も含む)}$$

・凝集沈澱からの発生汚泥量 (P 1.5kg/dに対して、P A C添加量45kg/d)

$$1.5\text{kg}/\text{d} \times 122/31 = 5.9\text{kg}/\text{d} \text{ (P全量がALPO}_4\text{に生成された場合)}$$

$$45\text{kg}/\text{d} \times 0.153 = 6.9\text{kg}/\text{d} \text{ (P A C全量がAL(OH)}_3\text{に生成された場合)}$$

$$6.9\text{kg}/\text{d} \times 27/78 - 5.9\text{kg}/\text{d} \times 27/122 = 1.1\text{kg}/\text{d} \text{ (過剰のAL量)}$$

$$1.1\text{kg/d} \times 78/27 = 3.2\text{kg/d (AL(OH)}_3\text{として生成するSS量)}$$

$$\text{合計 } 13.8\text{kg/d} + 5.9\text{kg/d} + 3.2\text{kg/d} = 22.9\text{kg/d (Dry)}$$

$$\text{流入汚泥量} : 2.3\text{m}^3/\text{d}$$

$$\text{汚泥濃度} : 1\%$$

$$\text{容量} : 3 \text{ 日分}$$

$$2.3\text{m}^3/\text{d} \times 3\text{d} = 6.9\text{m}^3$$

決定値 8m³

⑩. 脱水設備

・汚泥凝集槽

$$\text{留時間} : 5 \text{ 分}$$

$$\text{容量} : 6.9\text{m}^3/\text{d} \div 8\text{h/d} \times 5/60 = 0.072\text{m}^3$$

決定値 0.1m³ × 2槽

・脱水機

$$\text{汚泥処理量} : 22.9\text{kg/d} \times 3\text{d} = 68.7\text{kg/3d as Dry solid}$$

$$\text{脱水スラッジ含水率} : 85\%$$

$$\text{処理能力} : 68.7\text{kg} \div 8\text{h} = 8.6\text{kg/h as Dry solid}$$

決定値 ベルトプレス型 10kg-Dry/h用

$$\text{脱水スラッジ量 (3日分)} : 68.7\text{kg/3d} \div 0.15 = 458\text{kg/3d}$$

1日分として153kg。

⑪. PAC槽

$$\text{滞留時間} : 7\text{d以上}$$

$$\text{使用量} : 45\text{kg/d (500mg/L 添加)}$$

$$\text{容量} : 45\text{kg/d} \div 1.2\text{kg/l} \times 7\text{d} = 263 \text{ L}$$

ローリーより受け入れ可能な容量とする。

決定値 3m³

⑫. NaOH槽 (10%濃度)

滞留時間: 7d以上

使用量: 6.3kg/d as Dry solid (PAC相当分)

$$6.3\text{kg/d} \div 0.1 = 63\text{ L/d as 10\%}$$

容量: $63\text{ L/d} \times 7\text{d} = 441\text{ L}$

決定値 500 L

⑬. ポリマー(A)槽 (0.1%濃度)

滞留時間: 3d以上

使用量: 廃水処理用 0.18kg/d as Dry solid (2PPm添加)

脱水機用 0.35kg/3d as Dry solid (SS量の0.5%添加)

合計 $0.18\text{kg/d} \times 3 + 0.35\text{kg/3d} = 0.89\text{kg/3d}$

$$0.89\text{kg/3d} \div 0.001 = 890\text{ L as 0.1\%}$$

決定値 1m³

⑭. ポリマー(K)槽 (0.1%濃度)

滞留時間: 3d

使用量: 0.35kg/3d as Dry solid (SS量の0.5%添加)

$$0.35\text{kg/3d} \div 0.001 = 350\text{ L/3d as 0.1\%}$$

決定値 500 L

⑮. 攪拌用ブローア

曝気強度: 15 L/m³・min

攪拌槽: 原水流入ピット 4m³

調整槽 90m³

汚泥貯槽 8m³

合計 102m³

$$\text{曝気量: } 102\text{m}^3 \times 15\text{ L/m}^3 \cdot \text{min} = 1.53\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値 } \underline{1.54\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg/cm}^2 \times 3.7\text{kw}}$$

⑩. 曝気用ブロー

$$\text{BOD分解用酸素量} : 45.9\text{kg/d} \times 1\text{kg-O}_2/\text{kg-BOD} = 45.9\text{kg/d}$$

$$\begin{aligned} \text{MLSS用酸素量} & : 100\text{m}^3 \times 3.1\text{kg/m}^3 \times 0.12\text{kg-O}_2/\text{kg-VLSS} \\ & \cdot \text{d} = 37.2\text{kg/d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曝気用エア一量} & : (45.9 + 37.2)\text{kg/d} \div 32 \times 22.4 \\ & \div 0.21 \div 0.1 \div 24 = 115.4\text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\text{エアリフト用エア一量} : 90\text{m}^3/\text{d} \div 24 \times 2 \times 3 = 22.5\text{m}^3/\text{h}$$

$$\text{曝気量合計} : (115.4 + 22.5)\text{m}^3/\text{h} \div 60 = 2.3\text{m}^3/\text{min}$$

$$\text{決定値 } 2.6\text{m}^3/\text{min} \times 0.45\text{kg/cm}^2 \times 5.5\text{kw}$$

(6) フローシート Fig. 3.5.4 参照

(7) マテリアル バランスシート Fig. 3.5.5 参照

(8) レイアウト Fig. 3.5.6 参照

(9) 設備コスト S I T

(a) 機器類

①. ポンプ、ブロー、攪拌機、減速機、脱水機	14,276,000
②. 計測器類	1,905,000
③. その他機器類	11,788,000

(b) 現地工事費

①. 機器据え付け・配管工事	6,825,000
②. 電気工事	6,125,000
③. 塗装工事	250,000
④. 土木工事	19,625,000
⑤. 建築工事	13,500,000

⑥. 現場管理費	2,194,000
⑦. 試運転費	1,238,000
(c) 設計費	<u>3,488,000</u>
設備コスト 合計	81,214,000

(10) ランニング コスト SIT/年

(a) 薬品代

- ①. PAC (11% Al₂O₃) 45kg/d x 74.7 SIT/kg x 251d = 843,740
 - ②. NaOH(100%) 6.3kg/d x 83.2 SIT/kg x 251d = 131,560
 - ③. ポリマー A (粉末) 0.3kg/d x 990 SIT/kg x 251d = 74,550
 - ④. ポリマー K (粉末) 0.12kg/d x 2000 SIT/kg x 251d = 60,240
 - ⑤. NaClO(11~13%) 3.9kg/d x 54 SIT/kg x 251d = 52,860
- 小計 1,162,950

(b) 電気代

$$259 \text{ kWh/d} \times 15 \text{ SIT/kwh} \times 251\text{d} = 975,140 \text{ SIT/年}$$

(c) 汚泥処分費

$$0.17\text{m}^3/\text{d} \times 1423 \text{ SIT/m}^3 \times 251\text{d} = 60,720 \text{ SIT/年}$$

(d) 用水代

$$3.5\text{m}^3/\text{d} \times 100 \text{ SIT/m}^3 \times 251\text{d} = 87,850 \text{ SIT/年}$$

(e) 灯油代

$$54 \text{ L/d} \times 60 \text{ SIT/L} \times 90\text{d} = 291,600 \text{ SIT/年}$$

(f) 維持費 機器類の費用の5%/年とする。

$$48,089,000 \text{ SIT} \times 0.05 = 2,404,000 \text{ SIT/年}$$

(g) 人件費

$$2 \text{ 人} / \text{年} \times 1,500,300 \text{ SIT/年} = 3,000,600 \text{ SIT/年}$$

ランニングコスト 合計 7,982,860 SIT/年

$$\begin{aligned} \text{廃水 } 1 \text{ m}^3 \text{ 当たりのランニングコスト} &: 7,982,860 / 90 \text{ m}^3 \times 251 \text{ d} \\ &= 353 \text{ SIT/m}^3 \end{aligned}$$

(11) 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：160 SIT/m³
- ⑤ 河川放流：0
- ⑥ 年間廃水処理量：90 m³/d × 251 d = 22,590 m³/年

(b) 廃水 1 m³ 当たりの処理費

項目	内容		金額 SIT / m ³
原価償却	機械類	48,089,000 SIT ÷ 15年 ÷ 22,590 m ³ /年	① 142
	建屋・土木	33,125,000 SIT ÷ 40年 ÷ 22,590 m ³ /年	② 37
金利	81,214,000 SIT × 0.05 ÷ 22,590 m ³ /年		③ 179
ランニングコスト			④ 353
合計 処理コスト ①+②+③+④			711

5) まとめ

河川放流の場合は、放流基準が厳しいため（特にT-Pが2 mg/L）、設備コスト及びランニングコスト共に高くなった。また、処理量が少なく、年間稼働日数が短いこと（216 d/年）も、相対的に単位処理量当たりのコストが高くなった大きな要因である。

したがって、現時点では、自工場で廃水処理設備を設置する場合の方が、工場側にとって、はるかに不利となる。

Table 3.5.5 Equipment List

No	Item	Qty	Material	Specification	Remark
1	Influent	1	RC	Capacity 4m ³	
				1.1m×2.2m×2mD	
	Pump	1+1	FC	50A×350 1/min×13m×1.5kw	
				Submersion type	
	Level switch	1	PVC	Float type	
2	Stabilization tank	1	RC	Capacity 90 m ³	
				5m×6m×3mD with air diffuser	
	Pump	1+1	FC	50A×100 1/min×9m×0.4kw	
	Level switch	1	PVC	Float type	
	Flow meter	1	SS	Box type	
3	Aeration tank	1	RC	Capacity 100 m ³	
				4.1m×7.6m×3.3mD with air diffuser	
	DO meter	1		Dip type, 0~20mg/l , 4~20mA	
4	No.1 Sedimentation tank	1	RC	Surface area 9 m ²	
				3m×3m×3mD	
	Sludge collector	1	SS	rake type 0.2 kw	
	Pump	1	FC	32A×100 1/min×20m×0.75kw	
5	Reaction tank	1	RC+Anti-	Capacity 1 m ³	
			acid	0.8m×1m×1.5mD	
	Agitator	1	SS+RL	Vertical type 0.4 kw	
	pH meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
6	Coagulation tank	1	RC	Capacity 1 m ³	
				0.8m×1m×1.5mD	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.2 kw	

No.	Item	Q'ty	Material	Specification	Remark
7	Sedimentation tank	1	RC	Surface area 9 m ² 3m×3m×3mD	
	Sludge collector	1	SS	Rake type 0.2 kw	
	Recycle pump	1	FC	25/20A×50 1/min×10m×0.75kw	
	Discharge pump	1	FC	25/20A×50 1/min×10m×0.75kw	
8	Treated water tank	1	RC	Capacity 1 m ³ 0.8m×1m×1.5mD	
	Level switch	1	PVC	Float type	
	pH meter	1		Dip type, 0~14, 4~20mA	
	Pump	1+1	FC	50A×100 1/min×11m×0.4kw Submersion type	
	Disinfection box	1	PVC	Flow contact type	
9	Sludge storage tank	1	RC	Capacity 8 m ³ 1.1m×2.2m×3mD	
	Pump	1	FC	50A×40 1/min×10m×0.4kw Submersion type	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
	Flow meter	1	SS	Box type	
10	Sludge coagulation tank	2	SS	Capacity 0.1 m ³ 0.4m×0.4m×0.85mH	
	Agitator	2	SS	Portable type 0.1 kw	
11	Dehydrator	1		Belt press type, 0.82 kw Filter wide 360 mm	

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
1 2	PAC tank	1	FRP	Capacity 3 m ³	
				1.4m ϕ × 2mH	
	Pump	1	PVC	15A × 0.25 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kw	
				Diaphragm type	
	Level switch	1	PVC	Float type	
1 3	NaOH tank	1	FRP	Capacity 500 l	
				0.9m × 0.8mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.2 kw	
	Pump	1	PVC	15A × 0.25 l/min × 8kg/cm ² × 0.2kw	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 4	Polymer(A) tank	1	FRP	Capacity 1 m ³	
				1m ϕ × 1.1mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.4 kw	
	Pump(For Waste water)	1	PVC	15A × 0.5 l/min × 10kg/cm ² × 0.2kw	
				Diaphragm type	
	Pump(For Dehydrator)	1	PVC	15A × 1.7 l/min × 8kg/cm ² × 0.2kw	
			Diaphragm type		
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 5	Polymer(K) tank	1	FRP	Capacity 500	
				0.9m ϕ × 0.8mH	
	Agitator	1	SUS	Vertical type 0.2 kw	
	Pump	1	PVC	15A × 1.7 l/min × 8kg/cm ² × 0.2kw	
				Diaphragm type	
	Level switch	1	SUS	Electrode type	
1 6	Mixing blower	1	FC	50A × 1.54m ³ /min × 0.45kg/cm ² × 3.7kw	
				Roots type	

No.	Item	Qty	Material	Specification	Remark
17	Aeration blower	2	FC	80A × 2.6m ³ /min × 0.45kg/cm ² × 5.5kw	
				Roots type	
	Flow meter	1	SS	Orifice type	
18	Compressor	1	FC	36 l/min × 9.9kg/cm ² × 0.4kw	
19	Control panel	1		Indoor self-standing enclosed type	
				1.6m × 0.6m × 2mH	
				AC 400V × 50Hz	
				Push button switches	
				Alarm lamps	
				pH indicators	
				Do indicator	
20	Pipe				
	Raw waste water line		VP		
	Treated water line		VP		
	Chemical dosing line		VP		
	Air line		SGP		
21	Building	1	Steel frame and slate roof/wall	180m ² × 7mH	

Fig. 3.5.4 Flow Sheet

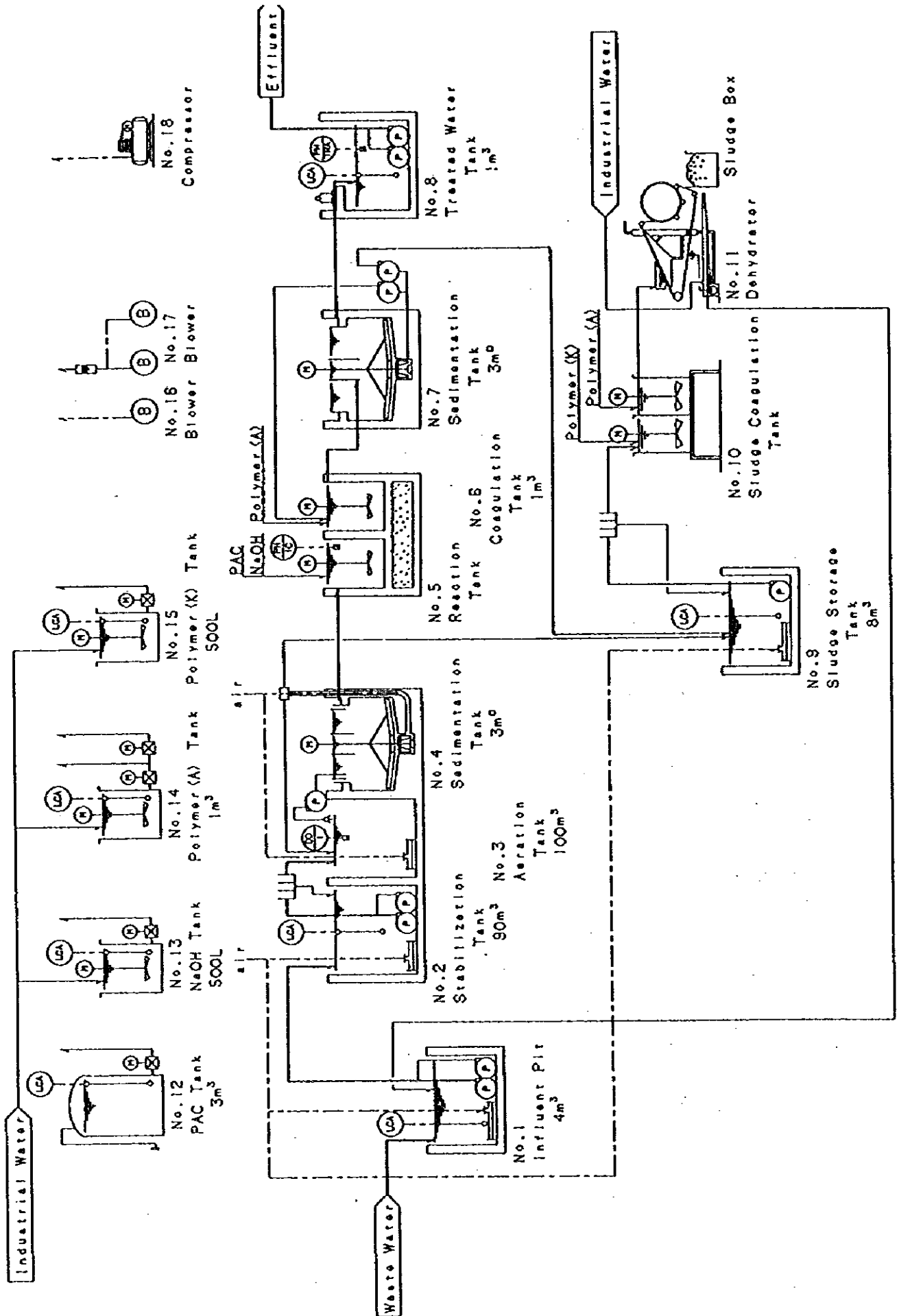


Fig. 3.5.5 Material Balance Sheet

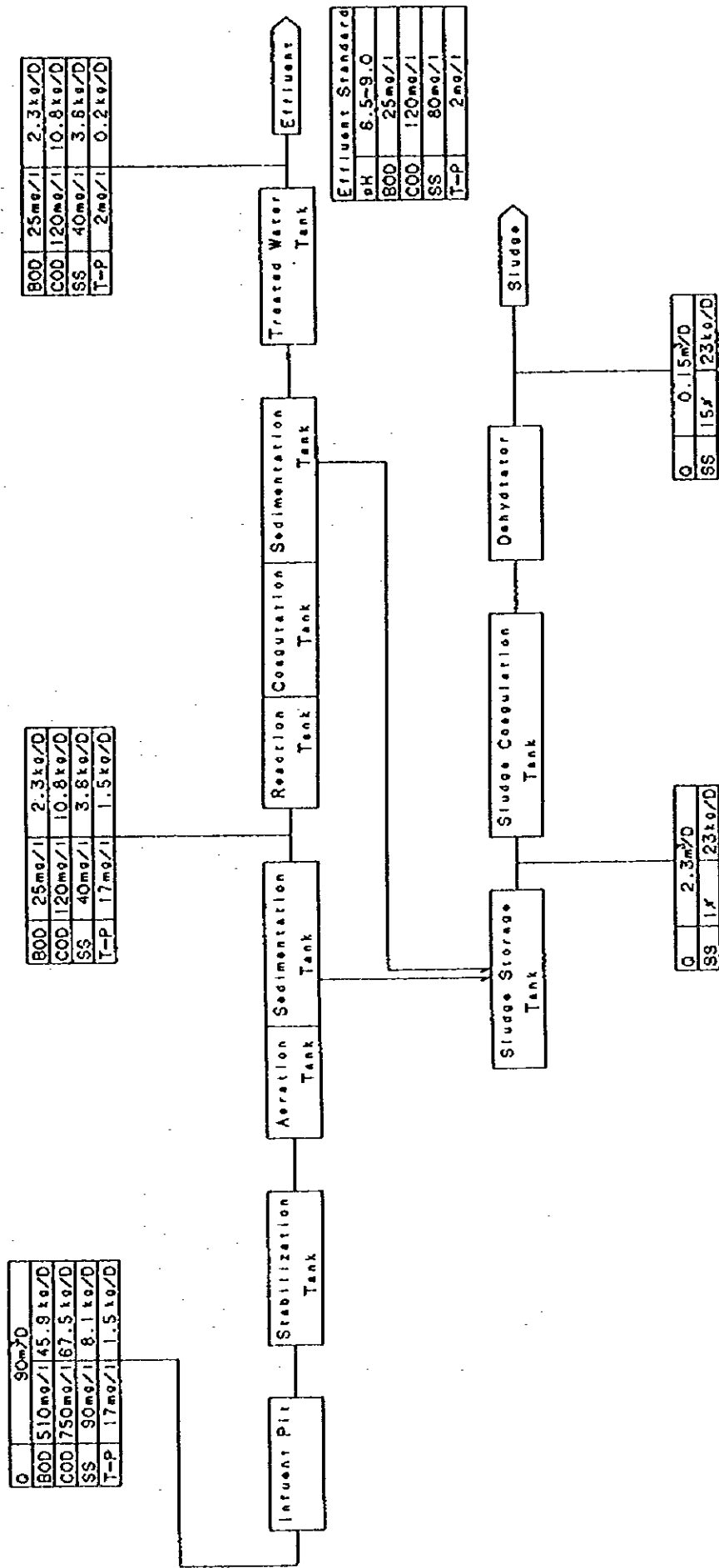
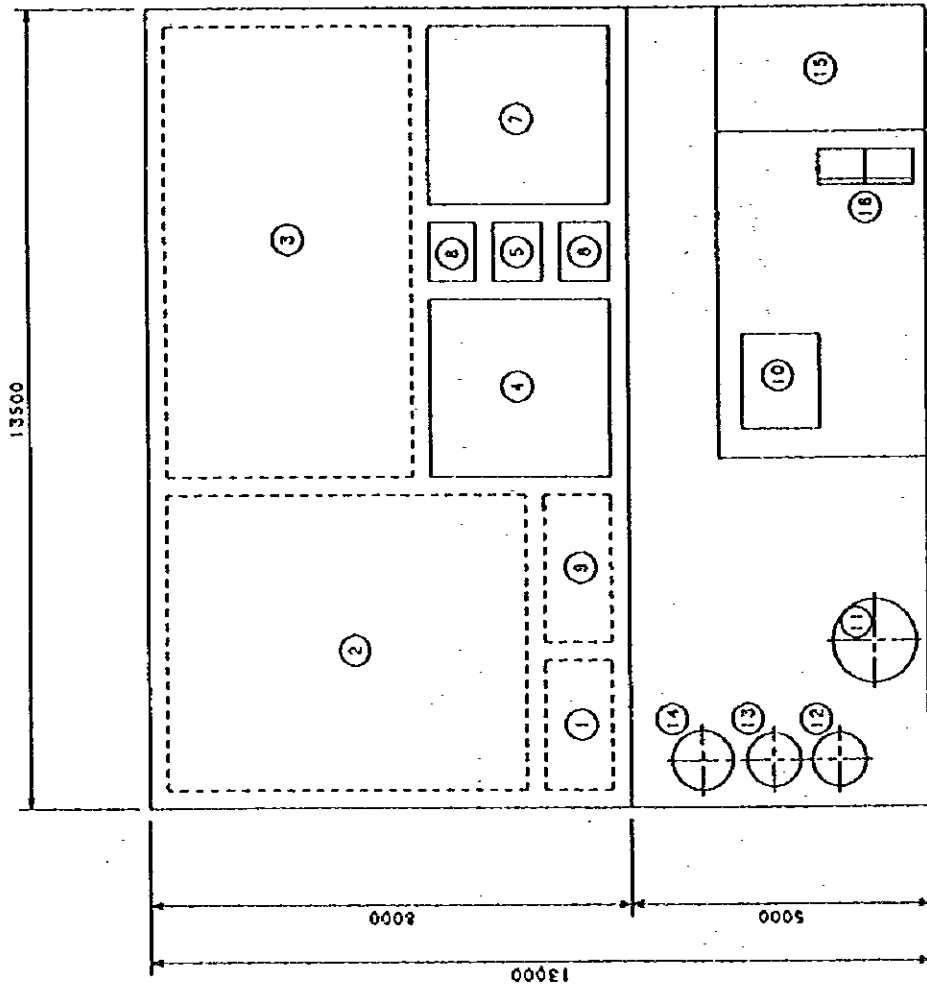


Fig. 3.5.6 Layout



No	Descriptions	Remarks
1	Influent Pit	
2	Stabilization Tank	
3	Aeration Tank	
4	Sedimentation Tank	
5	Reaction Tank	
6	Coagulation Tank	
7	Sedimentation Tank	
8	Treated Water Tank	
9	Sludge Storage Tank	
10	Dehydrator	
11	PAC Tank	
12	NaOH Tank	
13	Polymer (K) Tank	
14	Polymer (A) Tank	
15	Blower Room	
16	Control Panel	