

1.4 用排水系統の状況

各工場への用水供給の系統、再利用および廃水の排出系統の実状などについて以下に記す。

(1) 用水系統

用水系統は、上水、工業用水およびスチームの3系統がある。また、一部の工場では、地下水も利用している。上水および工業用水は安山市と契約し供給を受けており、スチームは染色団地内発電所と契約し供給を受けている。

上水は、主に工場内での生活用水に使用される。用途は、生活用水中でも飲料水のみを使用する工場から、飲料水からトイレの洗浄用水まで広範に使用する工場など様々である。染色団地全体の上水契約量は、 $5,000\text{m}^3/\text{日}$ となっている。

工業用水は、主にプロセス用水（一部生活用水）に使用される。染色団地全体の工業用水契約量は、 $60,000\text{m}^3/\text{日}$ となっている。各工場とも、工場内に工業用水の貯留槽を設けて、工業用水の供給能力の低下（特に夏期）に備えている。また、必要に応じ、砂濾過→活性炭吸着→イオン交換処理等の軟水化処理や、薬剤処理等の前処理を行いプロセス用水として使用している。工場でのヒアリング例によると、硬度 $50\sim 70\text{mg}/\text{l}$ の原水を、硬度 $8\sim 10\text{mg}/\text{l}$ 程度まで軟水化処理するとの事であった。工業用水水質は、大体良好であるが、夏期濁水時に若干悪化する場合がある。

スチームは、染色浴液や水洗水などの加温に用いられる。また、スチーム凝縮水は、工業用水に混入し使用される。ある工場では、凝縮水の一部を生活用水として用いる例も見られた。今回調査を行った工場の多くが、ボイラーを備えているが、全て緊急時の対策用である。

地下水は、主に夏期の濁水時の対策として使用されており、組合の中の数社が、利用している。地下水の汲み上げは自由にできるが、その水量は協同組合に申告されている。当染色団地は、海岸埋立て地に立地しているため、浅い井戸では海水が混入するため、井戸の深さは 160m となっている。また、水質も硬度が $200\sim 300\text{mg}/\text{l}$ と高いため、軟水化処理して使用されている。

(2) 工場内での再利用

工場調査の結果、工場内での用水の再利用例としては次の3パターンが見られる。

A. スチーム凝縮水の再利用

各工場とも、実施している。水質も上水並である。

B. 冷却水の水洗水への再利用

熱回収と併用し、殆どの工場で実施している。冷却水を、熱交換後に水洗水や染色浴液用に再利用する。

C. 水洗水の染色浴への再利用

淡色の染色工程水洗水を濃色の染色浴用に再利用する。工場調査を行った工場のうち、1工場のみが実施している。再利用量は、水使用量の5~10%である。

(3) 排水系統

生活排水は、工場内浄化槽に一時貯留された後、共同処理場へ排出される。浄化槽では、曝気、凝集・沈澱といった処理は特に行っていない。

各工程からの排水は、温排水と冷排水に分けられ、温排水は熱回収され後に冷排水と混合し共同処理場へ排出される。ただし、一部の工場では熱回収を行っておらず、工程排水をそのまま共同処理場へ排出している。

各工場から共同処理場への配管は1系列で、生活排水と工程排水は工場出口で混合され排出される。雨水については、別配管で海に直接放流されるため、共同処理場への流入は無い。

工場側で行っている前処理としては、次の2例が有る。

A. pH調整

調査工場中、1工場のみが、総合排水のpHを連続測定し、pHが11.0以下となるよう制御を行っているが、その他の工場では、全て成り行きまかせとなっている。(ただし、pHを定期的に測定している工場は有る。)

B. クロム処理

クロム含有廃水を排出する工場（1工場のみ）では、 Cr^{3+} は水酸化物にして一部沈澱除去され、 Cr^{6+} は、キレート処理された後、共同処理場へ排出されている。その他、総合排水出口に、貯留槽と沈砂池を設け、廃水水質の均一化等を行っている工場もある。

（4）用水費および排水処理費

用水費および排水処理費を、表1.4.1に示す。排水量は、便宜的に上水と工業用水の検針量の和としている。

表1.4.1 用水費および排水処理費

Items	Cost/Fee
Drinking Water	180Won/m ³
Industrial Water	110Won/m ³
Steam	5,250Won/t
Waste Water (received)	450Won/m ³
Sewage (discharge)	85Won/m ³

1.5 廃水処理施設および再生処理施設の状況

処理施設の詳細な仕様、レイアウト、運転状況、維持・管理の状況、受け入れ水質、処理水質等について記す。

(1) 処理施設の仕様

図1.5.1. に処理施設のフローを、図1.5.2. に処理施設のレイアウトを示す。処理プロセスは、物理化学処理と生物処理の組み合わせから成る。廃水は、ポンプピットで、廃水中の重金属をキレート化処理された後調整槽に入る。調整槽以降は、2系列で処理される。以下、各系列毎に、プロセスに沿って処理手順の概略を説明する。

A. 旧系列

①凝集沈澱処理

NaOHを添加しpH10に調整した後、塩化第二鉄 $FeCl_2$ 、カチオン系凝集剤およびポリマーを加え凝集沈澱処理し、色度成分等のCOD成分の除去を行う。

②生物処理

硫酸の添加によるpH調整と、栄養剤（リン、窒素等）添加後、生物処理を行いBOD成分を除去する。夏期、高水温のため曝気能力が不足するときは、過酸化水素を添加し曝気能力の不足分を補う。

③沈澱処理

SS分を沈澱除去した後、新系列処理水と混合する。

B. 新系列

①生物処理

Aの②と同様。

②沈澱処理

Aの③と同様。

以上の処理を行った後、更に次亜硫酸ソーダを添加し還元処理し、COD成分（色度成分）の除去を行い、安山市下水終末処理場へ放流する。

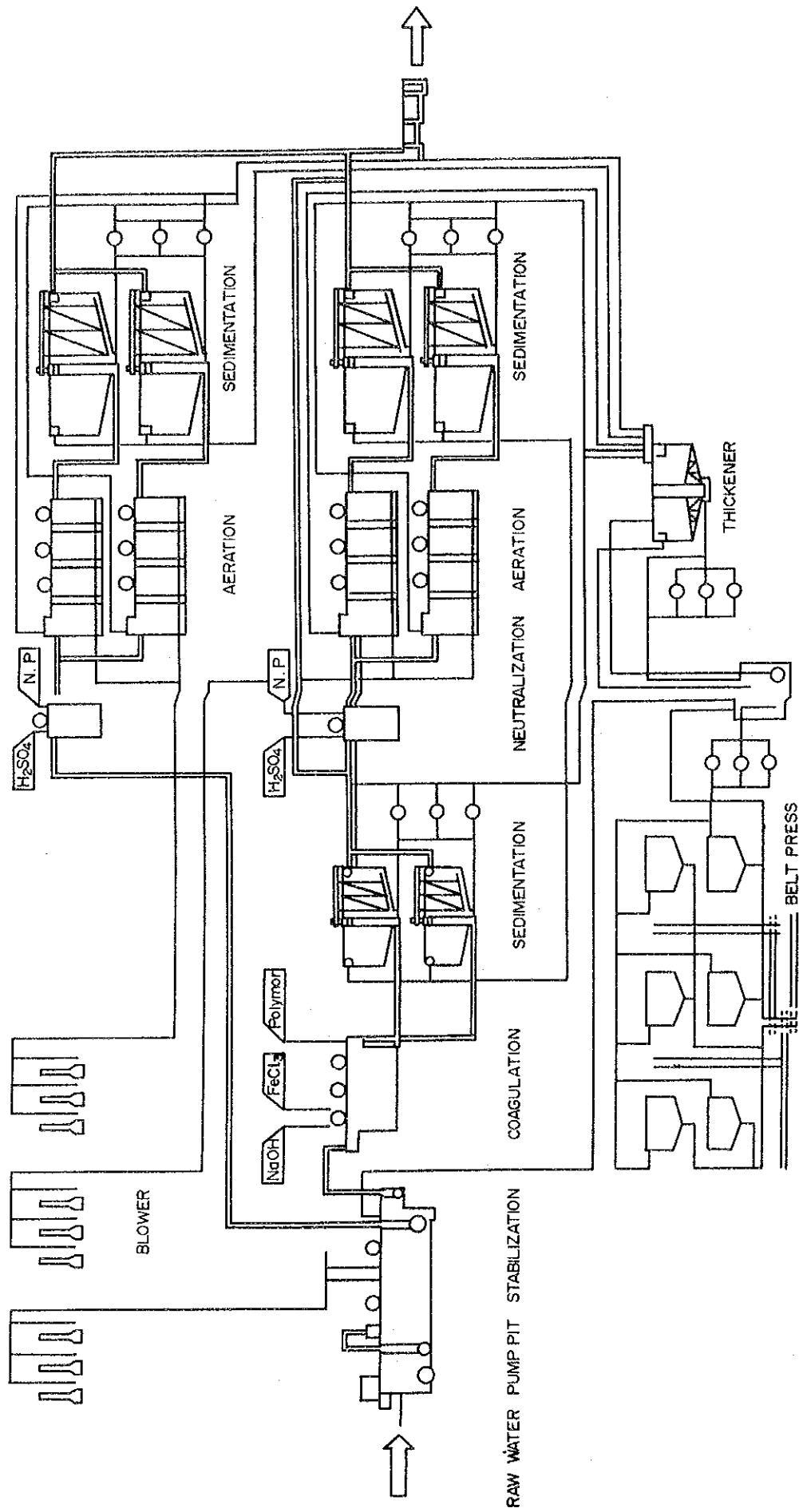


図 1.5.1 共同処理場の処理フロー

- 13. Sedimentation Tank No. 3
- 14. Sedimentation Tank No. 4
- 15. Thickener
- 16. Sludge Tank
- 17. Dehydration Room
- 18. Effluent Tank
- 19. Chemicals Room
- 20. Transformer and Generator Room
- 21. Office. Laboratory
- 22. Director Room. Dinning Room
- 23. City Water Tank

- 1. Stabilization Tank
- 2. Coaguration Tank
- 3. Sedimentation Tank # 1
- 4. Sedimentation Tank # 2
- 5. Neutralization Tank # 1
- 6. Neutralization Tank # 2
- 7. Aeration Tank # 1
- 8. Aeration Tank # 2
- 9. Aeration Tank # 3
- 10. Aeration Tank # 4
- 11. Sedimentation Tank No. 1
- 12. Sedimentation Tank No. 2

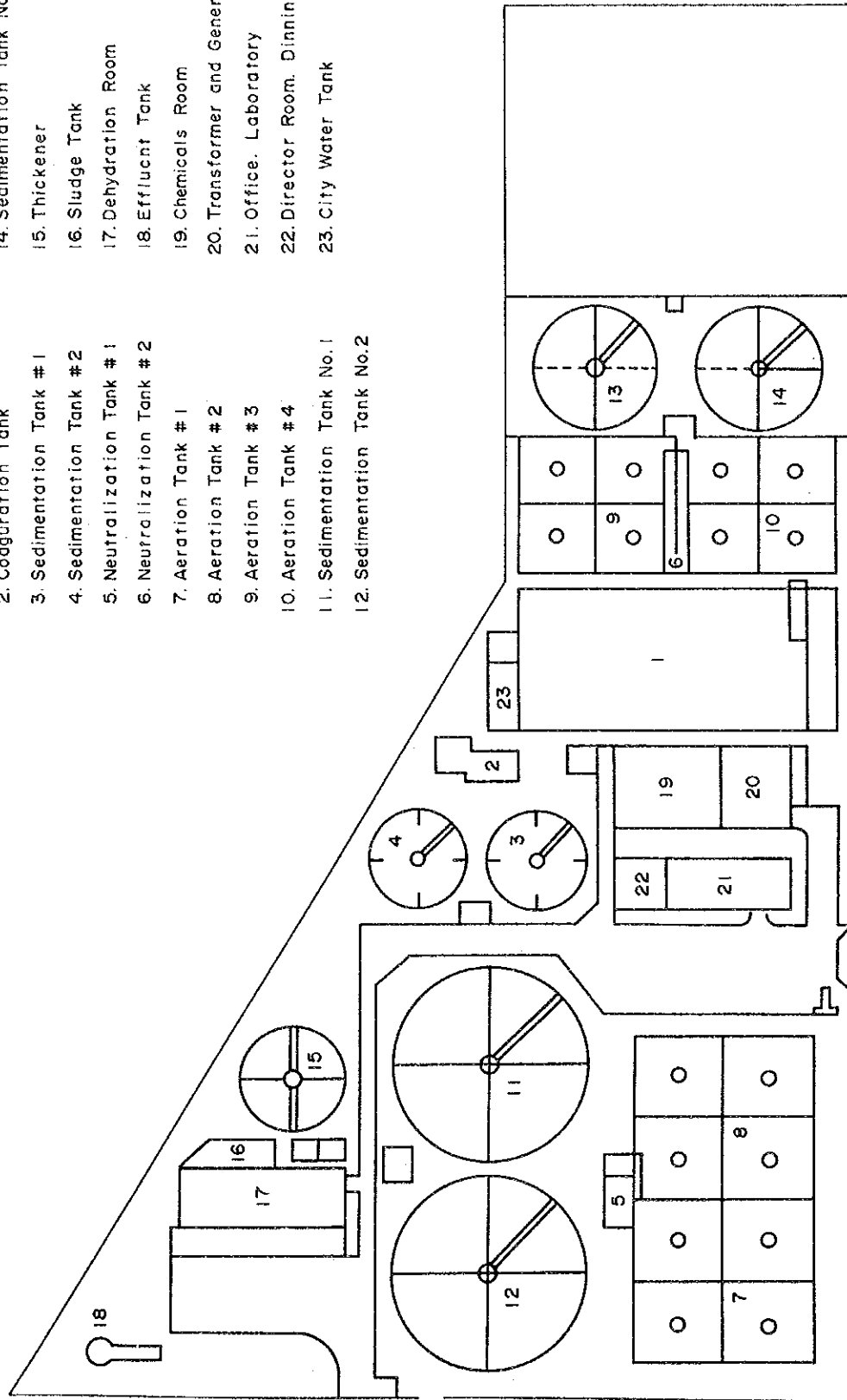


図 1. 5. 2 共同処理場の処理施設レイアウト

参考までに、表1.5.1.に共同処理場調査時にサンプリングを行った、各処理工程における廃水水質の分析データを示す。

表1.5.1 各処理工程における廃水水質の分析結果

1. Sample

- a. Flow in waste water (Stabilization Tank)
- b. After treatment of coagulation and sedimentation
- c. Aeration tank (No. 8)
- d. After treatment of coagulation, sedimentation, activated sludge and sedimentation
- e. Aeration tank (No. 14)
- f. After treatment of activated sludge and sedimentation
- g. Total effluent

2. Analytical Value

Items	Samples			
	a	b	c	d
pH [-]	10.2	9.9	7.4	7.3
Conductivity [μ s/cm]				
SS [mg/ℓ]	1110.0	260.0	2855.6	16.0
COD _{Mn} [mg/ℓ]	741.5	307.3		89.1
BOD ₅ [mg/ℓ]	290.0	192.0		18.8
n-Hex [mg/ℓ]	60	41.3		4.5
T-P [mg/ℓ]	9.1			
T-N [mg/ℓ]	4.0			
Color [deg.]	2940	2630		660
MLVSS [mg/ℓ]			2322.2	
Temperature [°C]	37.2	36.0		
Turbidity [deg.]	500	260		
DO [mg/ℓ]			0.2 - 3.5	

表1.5.1 各処理工程における廃水水質の分析結果（続き）

Items		Samples		
		e	f	g
pH	[-]	7.2	7.2	7.3
Conductivity	[μ s/cm]			193
SS	[mg/ℓ]	4500.0	71.1	15.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]		172.3	80.2
BOD ₅	[mg/ℓ]		52.5	23.0
n-Hex	[mg/ℓ]		11.3	5.0
T-P	[mg/ℓ]			1.1
T-N	[mg/ℓ]			3.1
Color	[deg.]		1240	353
MLVSS	[mg/ℓ]	3442.9		
Temperature	[°C]	34.4	30.3	
Turbidity	[deg.]		28	
DO	[mg/ℓ]	0.1 - 3.2		

余剰汚泥は、カチオン系凝集剤を添加し凝集させ、ベルトプレスによる脱水処理をしている。脱水後の汚泥は、処分場まで搬送され、埋立処分される。汚泥の処分費は、46,800Won/tである。

本処理施設では、廃水の処理のみ行っており、再生処理は行っていない。

表1.5.2. に廃水処理施設の仕様を示す。

(2) 運転状況

受け入れた原水の水質および処理水質（BOD、COD及びSS）の月間変動を図1.5.3. ～5. に示す。廃水の性状は月・年間を通してほぼ一定であり、処理水の性状も概ね良好である。ただし、1991年8月に、バルキングが発生し汚泥の入れ替えを行っている。この原因は、廃水温度の上昇による曝気能力の不足に起因したものと推定される。

表1.5.2 共同処理場の廃水処理施設の仕様

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
	GRIT CHAMBER	1	RC	29m ^L x2m ^W x6m ^H	pHIR
	SAND PUMP	1		80Ax0.3m ³ /mx10m ^H x3.7kW	
	SLUDGE COLLECTER	1		0.6m/m	
	AUTO SCREEN	1		3,000m ³ /hr, Pith 10mm	
	PUMP PIT	1	RC	24m ^L x4m ^W x6.3m ^H	
	PUMP	8		300Ax10.5m ³ /mx14mHx37kW	LICA
1	STABILIZATION	1	RC	42m ^H x28m ^W x6.3m ^H	LIA, LS
	PUMP	7		300Ax10.5m ³ /mx14mHx37kW	LICA
	BLOWER	3		150Ax25.9m ³ /mx6,000mAqx45kW	
	DISTRIBUTION TANK	1		120,000m ³ /D	FIRQ
	pH ADJUSTMENT CHAMBER	1	RC	5m ^L x5m ^W x4.6m ^H	pHICR
	AGITATOR	1			
2	COAGULATION	2	RC		
	AGITATOR	2			
3, 4	SEDIMENTATION #1, 2	2	RC	φ18mx3m ^H	
5	NEUTRALIZATION CHAMBER	1	RC	5.5m ^L x4.5m ^W x5.6m ^H	pHICR, FIRQ
	AGITATOR	1		1/87x5.5kW	
6	NEUTRALIZATION CHAMBER	1	RC	19.45m ^L x2m ^W x2.9m ^H	pHICR, FIRQ
	AGITATOR	1		60x3.75kW	
7, 8	AERATION TANK #1, 2	4x2	RC	15.6m ^L x15.6m ^W x5.3m ^H	DOIR, TIR, FIRQ
	AERATOR	4x2		55kW, 45kW, 45kW, 37kW	
	BLOWER	3		150Ax25.9m ³ /mx6,000mAqx45kW	
9, 10	AERATION TANK #3, 4	1x2	RC	53m ^L x14.5m ^W x7m ^H	DOIR, TIR, FIRQ
	SUBMERSIBLE AERATOR	4x2		65kg-O ₂ /hrx30kW	
	BLOWER	3x2		200Ax45.2m ³ /mx6,000mAqx75kW	

表1.5.2 共同処理場の廃水処理施設の仕様（続き）

No.	NAME	Q'TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
11, 12	SEDIMENTATION No. 1, 2	2	RC	37m ϕ x 3m ^H	
	SCRAPER	2		1.5kW	
	PUMP	3		250A x 7m ³ /m x 8mH x 30kW	
13, 14	SEDIMENTATION NO. 3, 4	2	RC	29m ϕ x 3m ^H	LICA
	SLUDGE COLLECTOR	2		0.6m/m	
	PUMP	2x2		300A x 10.5m ³ /m x 14mH x 37kW	
	SLUDGE PIT	1		13m ^L x 2m ^W x 4.2m ^H	LICA
	PUMP	2		300A x 10.5m ³ /m x 14mH x 37kW	
	SCUM PIT	2		5.5m ^L x 2.6m ^W x 2.1m ^H	LCA
	PUMP	2x2		80A x 0.3m ³ /m x 10mH x 3.7kW	
15	THICKENER	1		20m ϕ x 4m ^H	
	SLUDGE COLLECTOR	1		1.5kW	
16	SLUDGE TANK	1		13.3m ^L x 6m ^W x 4m ^H	LAC
	PUMP	4		0.4m ³ /m x 15m ^H x 5.5kW	
	BLOWER	2		4m ³ /m x 4,000mmAq x 7.5kW	
18	EFFLUENT TANK	1		12.9m ^L x 2m ^W x 3.5m ^H	CODR, pHIR
	CITY WATER TANK	1		13.5m ^L x 5.5m ^W x 3.5m ^H	LAC
	PUMP	2		1.5m ³ /m x 50mH x 22kW	
	ALUM TANK	1		6m ^L x 6m ^W x 3.5m ^H	LA
	PUMP	2		0.4m ³ /m x 10m ^H x 3.7kW	
	AGITATOR	2		15kW	
	Ca(OH) ₂ TANK	1		3m ^L x 3m ^W x 3.5m ^H	LA
	PUMP	2		0.2m ³ /m x 30m ^H x 2.2kW	
	AGITATOR	2		7.5kW	

表1.5.2 共同処理場の廃水処理施設の仕様（続き）

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
	H ₂ SO ₄ TANK	1		4m φ x3.5m ^H	
	PUMP	3		20 Q /m x15m ^H x1.5kW	
	NUTRITIOUS TANK	2		2,194mm φ x2445mm ^H	LA
	PUMP	3		10 Q /m x20m ^H x0.75kW	
	AGITATOR	2		3.75kW	
SLUDGE TREATMENT SYSTEM					
17	BELT PRESS	6		16m ³ /hr	
	VELT CONVEYOR	1		3.75kW	
	SCREW CONVEYOR	5		5kW, 7.5kW	
	POLYMER TANK	2		2,194mm φ x2445mm ^H	
	PUMP	2		1.5m ³ /m x20m ^H x3.75kW	
	AGITATOR	2		60rpm x5.5kW	
	POLYMER STORAGE TANK	1		2,194mm φ x2,445mm ^H	
	PUMP	6		1.5m ³ /m x20m ^H x3.75kW	
	MIXING TANK	6		800mm φ x1,100mm ^H	
	AGITATOR	6		20-80rpm x0.75kW	
	COMPRESSOR	1		11kW	
	FAN	3		22kW	

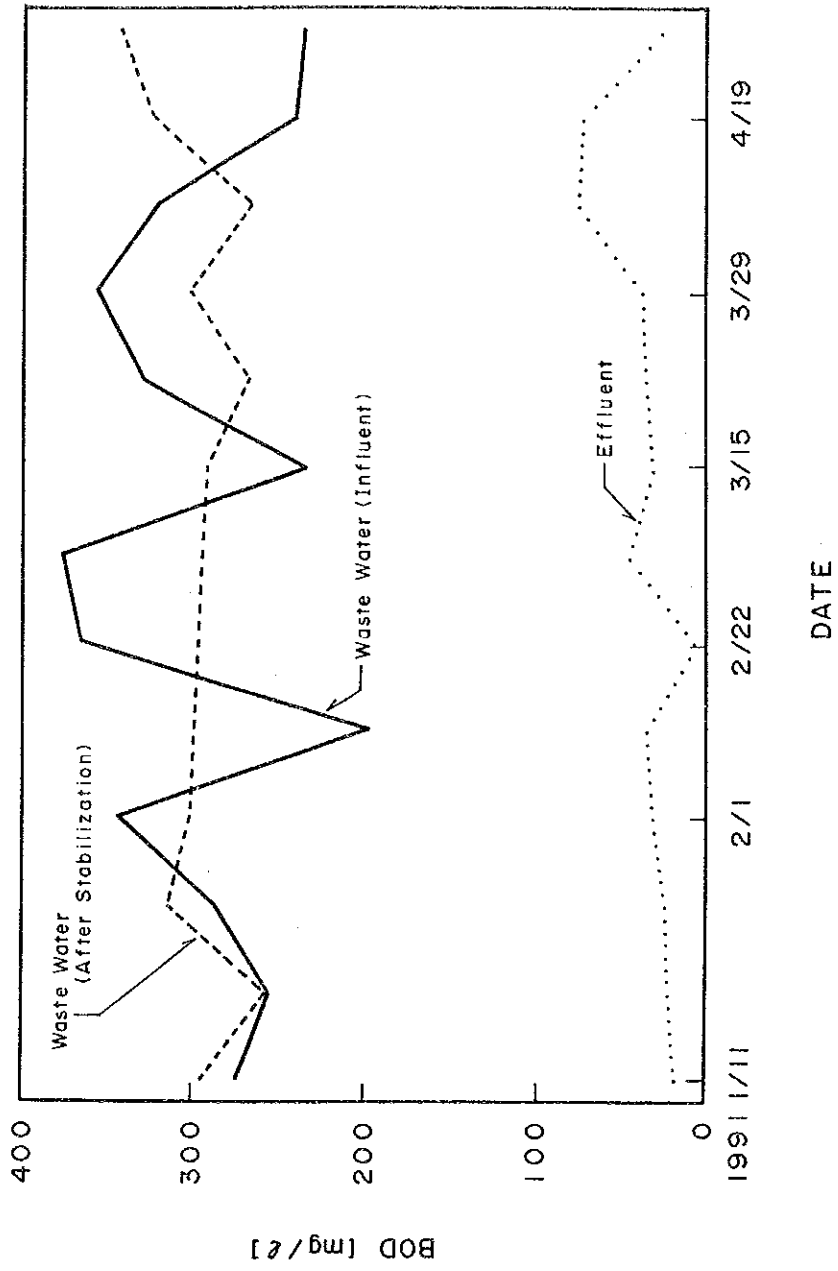


図 1.5.3. 廃水および処理水 BOD の月間変動

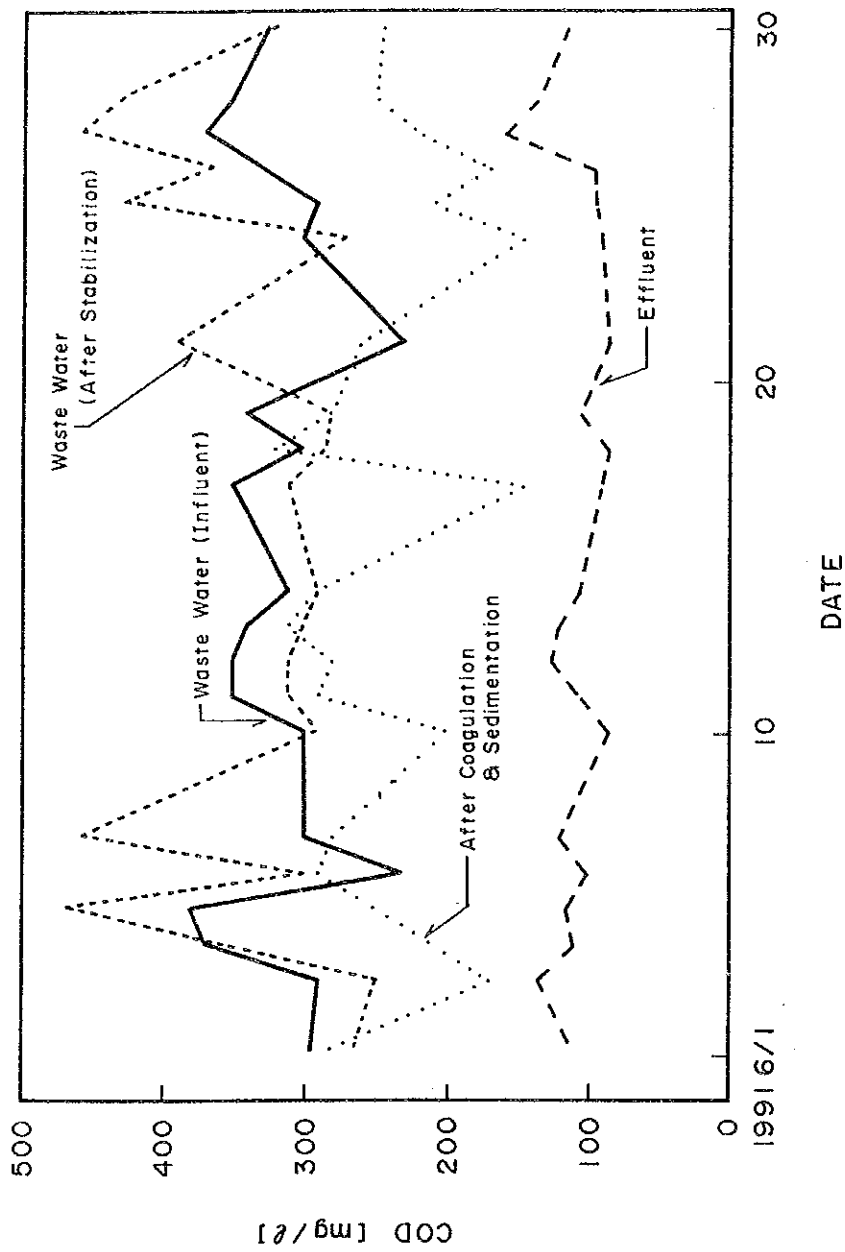


図1.5.4. 廃水および処理水CODの月間変動

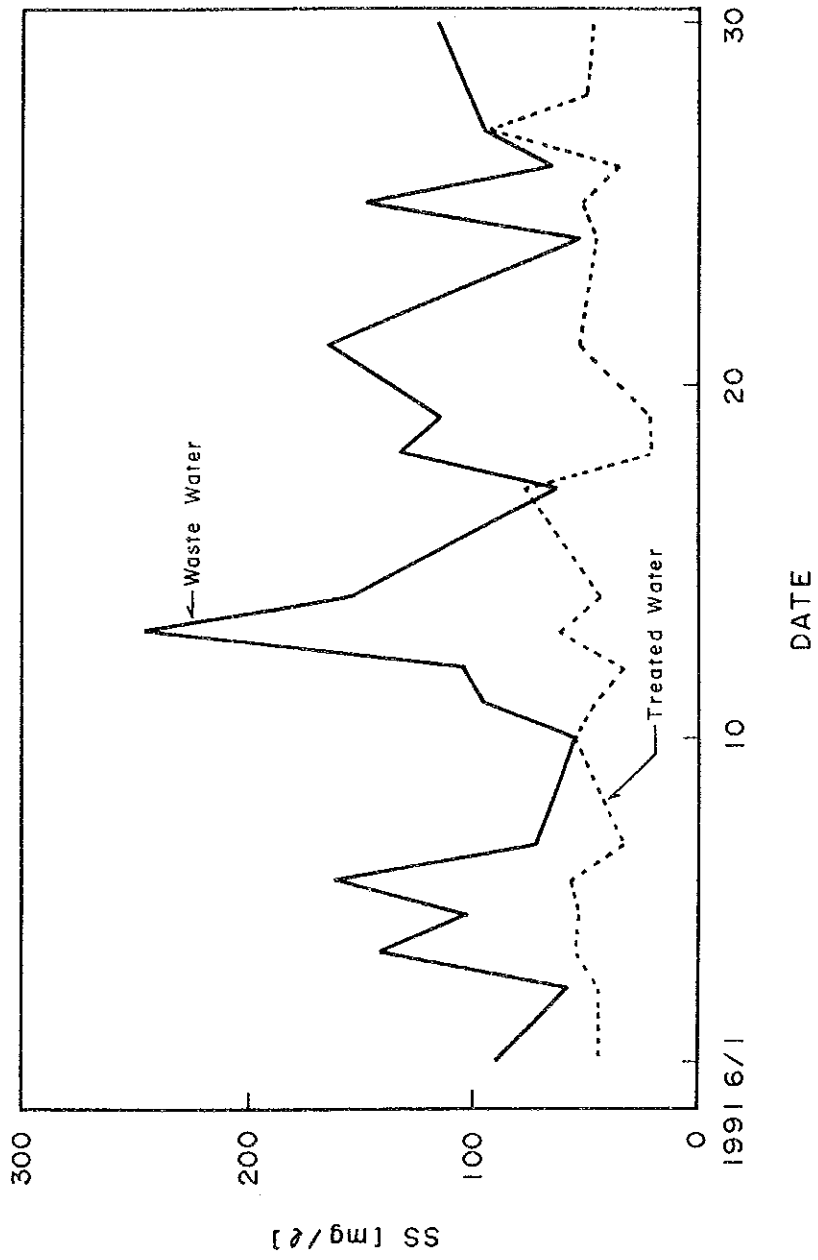


図 1.5.5. 廃水および処理水 SS の月間変動

表1.5.3. に本処理場での薬品等の使用量および薬品単価の一覧を示す。

表1.5.3 共同処理場における1ヶ月の薬品単価
と薬品使用量

Items	Cost [Won/kg]	Quantity [kg/M]
FeCl ₂	70	262,700
NaOH	148.7	64,660
H ₂ SO ₄	63	406,810
H ₂ O ₂	400	104,580
Deforming agent	1,350	28,890
Polymer	1,700	92,550
Cation	3,150	2,610
N and P	700	13,200
Chelate	2,150	6,250
Seed of Sludge	4,300	7,900
Na ₂ S ₂ O ₄	1,120	3,450

(3) 維持・管理の状況

受け入れた原水については、水量およびpHが連続測定されており、処理水については、CODおよびpHが連続測定されている。さらに、受け入れた原水および処理水のCOD_{Mn}、BOD₅、SS、ヘキササン抽出物、温度、色度等の基本的な水質は、毎日測定・監視されている。参考までに、日報および月報の様式を添付する。

旧系列および新系列処理水の処理水量は、原則として同量としている。ただし、処理水のCOD値が設定値より高くなった場合は、旧系列の処理量を増すことにより対応している。また、共同処理場では、放流水中のクロム濃度が、規制値を越えないよう、クロム含有廃水の排出工場（15工場）を指導するなど、処理水の水質保全に万全を期している。

廃水処理の基本料金を、表1.5.4に示す。各工場の支払う廃水処理料金は、各

表1.5.4 廃水処理の基本料金

Items	Cost
Waste Water (received)	450Won/m ³
Sewage (discharge)	85Won/m ³
Total	535Won/m ³
Sludge (disposal)	46,800Won/t

工場で使用された用水量（上水量＋工業用水量）と基本料金の積であり、廃水の水質には無関係である。ただし、共同処理場では、各工場の総合排水のpHを抜き打ちで測定しており、pH11.0を越える場合については、中和に要する薬品代を、料金に加算している。

1.6 その他関連する状況

B工業団地は、敷地内に発電所を持っておりB工業団地の1,165社に電力を、約200社にスチームを供給している。運営は、工業団地公団で行われている。

染色団地の運営状況は、特に問題もなく概ね良好であると思われる。ただし、廃棄物の最終処分場においては地域住民の反対運動が起っており、共同処理場は、汚泥の処分に困っているようであった。

共同処理場は、将来の用水量の増大に向け、現在設備の改造工事を実施している。改造内容の概略は以下の通りである。

- 処理容量 : 100,000m³/日
- プロセス : up flow pure O₂ process + フェントン法
- 処理水質 : 1996年1月1日からの排出許容基準
- 特徴 : 汚泥発生量を極力低減させた処理方式

また、当処理場は、新しい廃水処理技術の研究や、その導入検討も積極的に行っている。

2. 現在の廃水処理・再生利用システムの検討

2.1 現在のシステムの評価と問題点

現在の処理施設は、概ね良好であり、大きな問題は無いように見受けられるが、なお、以下の問題点が有る。

(1) 夏期の曝気容量不足について

共同処理場に受け入れる廃水の温度は、夏期には40℃を越える場合もあり酸素の溶解度が減少する。また、現状のシステムの曝気方式は、表面曝気と散気管の組み合わせであり、曝気効率も必ずしも高くない。そのため、廃水温度が上昇する夏場には、曝気容量が不足しがちとなる。実際に、1991年度には曝気容量の不足が原因と思われるバルキングが発生している。現在、曝気容量不足の対策として、過酸化水素水の添加が行われている。しかしながら、使用量を誤ると、過酸化水素は、曝気槽内微生物の発生を阻害する物質にもなるので、現状の操作方法は、不安定な方法であるといえる。

(2) 廃水中に含有されるクロムについて

共同処理場に受け入れ廃水は、極微量のクロムを含有している。現在、三価クロムは、発生工場にて水酸化物にして沈澱処理されているが、沈澱槽が不備のため、その多くは、共同処理場に流入している。また、流入したクロムは、引き抜き汚泥中にも含有されるため、汚泥の処理時にも問題となる。六価クロムは、キレート処理し無害化しているものの一時的な処理に過ぎない。

(3) 還元剤の添加について

共同処理場では、二次処理水に還元剤を添加し、色度成分の除去を行っている。還元剤は、使用量を誤ると処理水のCOD濃度の増加原因ともなるため、その管理が困難である。当処理場は、還元剤の使用量に細心の注意を払っているが、そのコントロールは、経験と感にたよるところが大きい。

(4) 共同処理場の位置付けについて

当処理場は、廃水の中間的な処理場としての位置付けにあり、その処理水は、安山市の下水終末処理場にて再処理される。しかしながら、前述のように処理水の水質は、終末処理場に比べ当処理場の方が良好である。現在、終末処理場は、二次処理施設を加えた施設の改善工事を計画・実施中であるが、放流水水質を現行のまま維持する目的には、共同処理場だけでも十分な処理が可能である。

2.2 現在のシステムの改善案

ここでは、2.1 で述べた問題点について、現在の処理施設の設備・運営両面からの改善案を示す。

(1) 夏期の曝気容量不足について

廃水温度を低下させると酸素の水中への溶解度が上昇し、曝気の効率が良くなるので冷却塔を設置して、生物処理を行う以前に廃水の温度を低下させることが有効である。また、現在、エジェクター方式、散気板等の高効率曝気装置が、多数開発されており、散気管に変えてそれらの適用も考えられる。

(2) 廃水中に含有されるクロムについて

クロムを含む廃水を排出する工場は、全61工場中の1工場だけである。このような廃水を集中処理場で処理するのは、極めて非効率的である。クロムの処理は、排出工場内で行われるのが望ましい。排出工場内にて、廃水中の六価クロムは還元処理して三価とし、三価クロムは水酸化物にして沈澱除去した後、共同処理場に排出されるべきである。

(3) 還元剤の添加について

余剰に添加された還元剤の処理のため、還元剤で処理した後にさらに曝気処理するなどの改善案が考えられる。また、敷地面積の関係から困難とは思われるが、還元剤添加以外の脱色方法として、活性炭による吸着法、オゾン法やフェントン法などの酸化法、凝集沈澱法などがある。

(4) 共同処理場の位置付けについて

現在の共同処理場は前述のように極めて中途半端な位置づけにあり、むしろ効率が悪い。現在の共同処理場に、高度処理施設を増強し、廃水の終末処理場へ格上げすれば、より効率的な処理ができるものと思われる。

表2.2.1 に、現在のシステムの問題点と改善提案の要約を示す。

表2.2.1. 現在のシステムの問題点と改善提案

Problems	Proposal for the Improvement
Aeration capacity shortage	To replace high efficiency aeration equipments Installing a cooling tower
Chrome treatment	Chrome treatment within the discharging factory
Addition of reductant	To reduce the excess reductant for following aeration treatment Employing the other decoloring process
Position of the central treatment plant	Ranking up as a terminal treatment plant

3. 最適システムの検討

韓国の染色工業団地の代表的な実例として、B工業団地を取り上げ、その廃水の協同処理場の実態を調査し、問題点を明らかにした。

この調査は一つのケーススタディであるが、これを韓国における一般的な染色工業団のモデルと考え、そのモデルについて廃水処理・再生利用の最適システムを検討する。

3.1 基本方針

基本方針は、II. メッキ工業団地の3.1節 基本方針と全く同一である。表3.1.1.に、最適システムの選定基準を示す。廃水処理については、CASE-1およびCASE-2の2ケースについて最適システムの概念設計および経済試算を行う。また、参考としてのCASE-4について最適システムを検討し、選定する。再生利用を行う場合については、基準システムであるCASE-1に再生利用を付加したCASE-3について概念設計および経済試算を行う。また、参考としてのCASE-5について最適システムを検討し、選定する。最適システムとは、表3.1.1 中の各選定基準を満たす最も経済的なシステムとする。概念設計を行うシステムについては、日本国内での応用事例を参考に選定する。

表3.1.1 最適システムの選定基準

Case \ Treatment Levels	Existing Standards	High Reduction of COD	Removal of irresolvable materials
Waste water treatment only	◎	◎	○
Waste water treatment and recycling	◎	○	×

◎ Will be selected

○ Studied for reference

× Will not be selected

最適システムの検討および選定する際の、モデル（共同処理場の立地および流入廃水等）を以下のように設定する。

- 場 所 : 安山市 B 工業団地
 対象廃水 : 安山市 B 染色団地 61 工場の総合排水
 水 量 : 10 万 m³/日
 日曜日は流入無し、その他の日は 24h 流入
 平均 4,170m³/h (max. 6,500m³/h、min. 2,100m³/h)
 廃水水質 : 表 3.1.2 の通り

表 3.1.2 廃水水質

Item		計 画 値	実 測 値
p H	[-]	11.5	10.2
B O D	[mg/ℓ]	300	290.0
C O D	[mg/ℓ]	400	741.5
S S	[mg/ℓ]	120	1110.0
n-Hexane	[mg/ℓ]	20	60
T - P	[mg/ℓ]		3.96
T - N	[mg/ℓ]		9.11
Color	[deg.]	1500	2940
Conductivity	[deg.]		500
Temparaure	[°C]	40~32	37.2

また、建設費、運転費の試算は、設置場所を配慮した韓国における標準的な価格を採用した。なお、運転費等の試算については、共同処理場調査時のデータを参考とする。

3.2 廃水量の低減対策

3.2.1 用水の使用状況

(1) 水源別・用途別の用水量

調査対象の染色工業団地には約60工場が立地しているが、その内の約50工場からアンケート調査表が回収された。この調査表に基づいて工業用水の水源別・用途別使用量をまとめたのが表3.2.1である。

この表から次のことがわかる。

A. 水源別に見れば、工業用水道（工業用水を供給するための専用の水道）が大部分（全体の補給水量の96.5%）を占めている。上水道は生活・雑用にのみ使用され、全体の2.9%を占めている。井戸水は2工場のみで使用され、その量もごく僅か（全体の0.6%）にすぎない。

井戸水の使用量が少ないのは、この工業団地の敷地は海を埋め立てて造成されたもので、地下水の揚水が困難なためと思われる。

B. 用途別に見れば、洗浄用水の使用比率が極めて高く全体の91.3%を占めている。冷却用水は少量で、全体の5.3%を占めている。生活・雑用水は、前述のように上水道のみが使用され、全体に占める比率は2.9%である。

C. ボイラー用水の使用量は極めて少ないが（全体の僅か0.4%）、これはこれらの工場ですチームが使用されていないのではなく、別途にスチームが各工場に供給されているため、その量は全補給水量の10%弱と推定される。

D. 回収水の使用量は極めて少なく、回収率は4%にとどまっている。その大部分は染色の際に使用される間接冷却水の排水が、洗浄用水にカスケード使用されたものである。ただ訪問調査の際の印象では、冷却水の使用量がかなり調査表から漏れている可能性があり、回収率はもう少し高くなるものと推定される。

表 3.2.1 染色工業団地の水源別・用途別用水量

単位：m³/日

用途	水源		補給水			回収水	総用水量	回収率%	用水量比率%	
	上水道	工業用水道	井戸水	小計	補給水				総用水量	
ボイラー	-	188	-	188	-	188	0	0.4	0.4	
洗浄	-	40,826	233	41,059	1,417	42,476	3.3	91.3	90.8	
冷却	-	2,377	-	2,377	440	2,817	15.6	5.3	6.0	
温調	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
生活・雑用	1,284	-	40	1,324	-	1,324	0	2.9	2.8	
合計	1,284	43,891	273	44,948	1,857	46,805	4.0			
用水量比率%	2.9	96.5	0.6	100						

以下に各用途について、その使用状況を詳細に述べる。

(2) 洗浄用水の使用状況

洗浄用水は狭義の染色工程を中心として、その前後に使用されている。綿織物、混紡織物、綿糸、混紡糸等にほぼ共通な標準的な染色工程を、図3.2.1に示す。

この図に示す「糊抜き」「精練」「漂白」「マーセライズ化」は前処理に分類され、「仕上げ加工」「油塗布」は後処理に分類される。

今回アンケート調査した50工場の内、用途別の洗浄水量が明らかになった37工場について、前処理、染色、後処理に分類された洗浄水の使用量を表3.2.2にしめす。この表からわかるように、狭義の染色に使用される用水が全体の61%をしめ、次いで前処理に27%が使用され、後処理は12%に過ぎない。これは、前処理はほぼすべての工場で行われているのに対し、後処理は特定の製品を製造しているか、特定の染料を使用している工場にのみ存在しているからである。

染色工程に使用される用水は、大別して染浴の浴立ての用水（染料を水に溶解して、繊維を染める液を造る用水）と染色後の洗浄用水に分けられる。

前者は染色する繊維類の重量の概ね10～20倍程度（この値を浴比と言う）であり、水量は比較的少量である。

後者は染色した繊維類に付着した染料等を、十分に除くために使用される用水で、染色工程全体において最も多量に使用される用水である。染色工場の廃水量を低減させるためには、この染色後の洗浄水の使用量を減らすのが最も重要である。これについては3.2.2で述べる。

(3) 冷却用水の使用状況

表3.2.1に示されたように、冷却水の使用量は少量である。その理由は以下示す通りである。

A. 染色は高温で行われるため、染色後に必ず冷却が行われなければならないが、液流染色機のように間接的に冷却可能な染色機以外では、冷却を兼ねて洗浄が行われるため、冷却水としては認識されていない。なお、一般的に使用されている液流染色機の構造等については、図3.2.2.及び図3.2.3.を参照されたい。

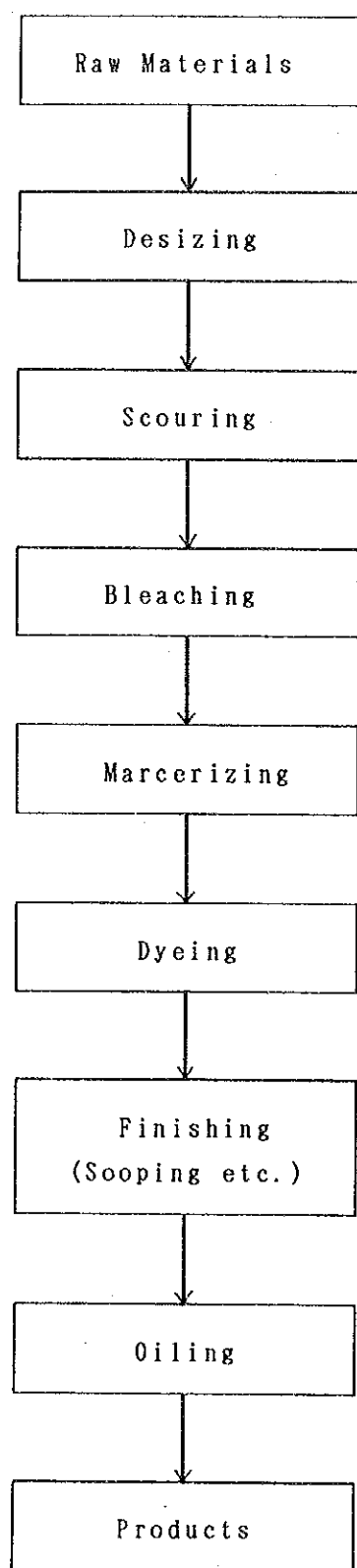


図 3.2.1. 標準的な染色工程

表 3.2.2 洗淨用水の使用状況

単位：m³/日

業種 \ 分類	工場数	前処理	染色	後処理	その他	合計
綿織物染色	13	3,225 (26.4)	8,693 (71.1)	310 (2.5)	—	12,228 (100)
絹・化合繊維 織物染色	8	1,184 (29.2)	2,692 (66.4)	79 (1.9)	100 (2.5)	4,055 (100)
ニット・レース染色	8	3,911 (38.7)	4,154 (41.1)	2,037 (20.2)	—	10,102 (100)
糸染色	8	1,045 (12.3)	5,763 (67.9)	1,675 (19.8)	—	8,483 (100)
合計	37	9,365 (26.8)	21,302 (61.1)	4,101 (11.8)	100 (0.3)	34,868 (100)

備考：（ ）は分類別の用水量比率％を示す。

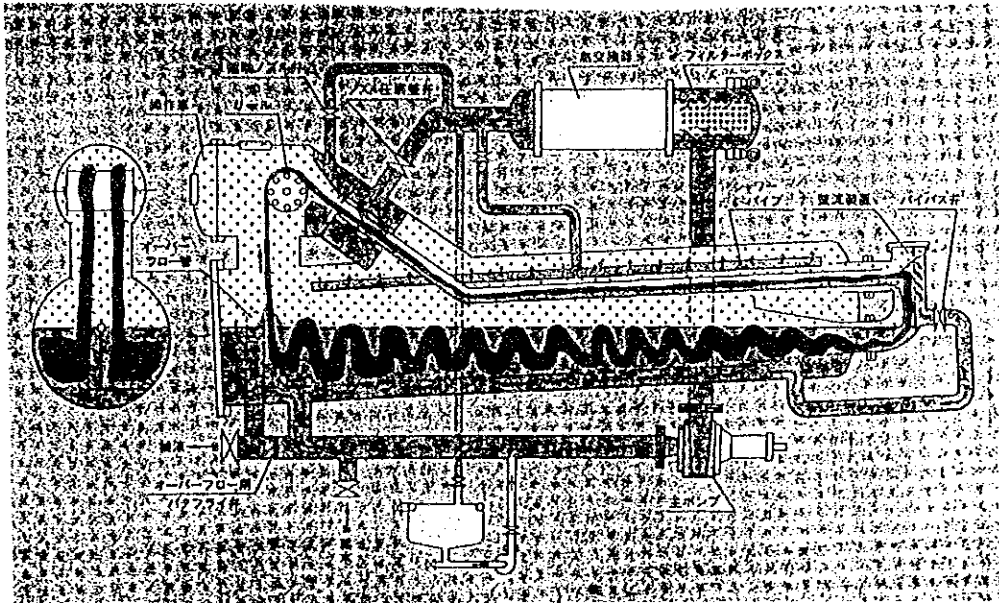


図 3.2.2. 液流染色機の構造

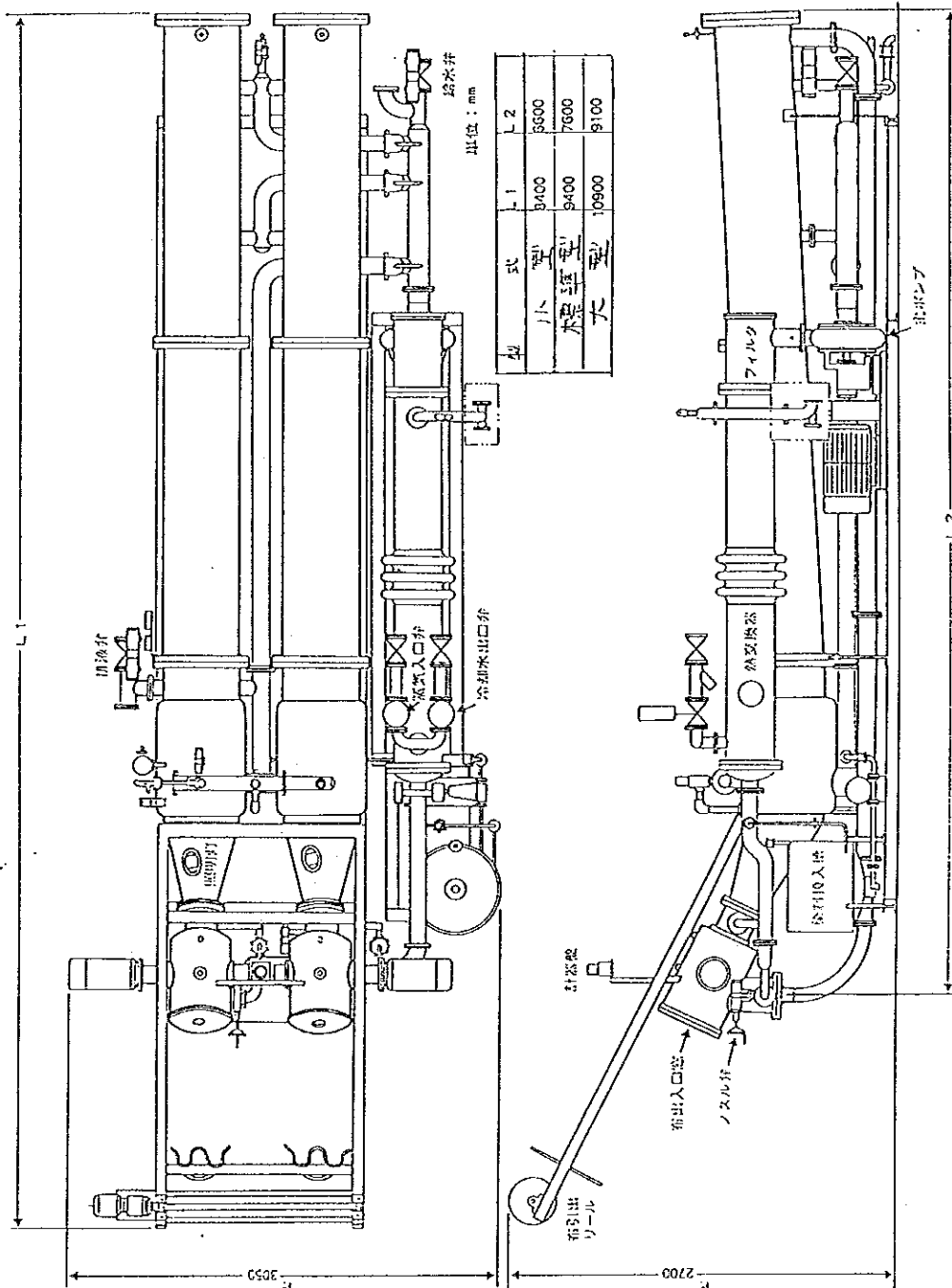


図 3.2.3. 液流染色機の外形図

B. 液流染色機の場合も、暖かくなった間接冷却水の排水が、洗浄用水としてカスケードされているため、冷却用水として認識されていない場合が多い。

C. 染色工程以外では、空気圧縮機等に少量の冷却用水が使用されているのみである。

冷却用水はほとんど間接冷却用に使用されているにもかかわらず、表3.2.1に示されたように回収率が低いのは、前述のように、冷却に使用された後の排水がそのまま洗浄用水としてカスケード使用されていることによる。そのため、冷却用水に関しては節水が行われる余地は少ないものと判断される。

(4) 日本国における使用状況との比較

1) 用水の使用状況全般

今回の調査対象工業団地とほぼ同様の業種の日本における工業用水の使用状況を表3.2.3、表3.2.4に示す。表3.2.1では水源別・用途別の用水量が示されているが、日本の工業統計で水源別及び用途別それぞれの用水量しか示されていない。なお、表3.2.1に示された用水量を表3.2.3に示された細分類業種に細分することは可能であるが、各業種に属する工場数が少なくなり、統計値として扱うのは無理である。これらの表から以下のことがわかる。

A. 日本における回収率の方が調査対象工業団地の回収率よりやや高い。これは、日本の方が回収使用が容易な冷却及び温調用水の使用比率が高い（前者で6%、後者で16.4%）ことによるほか、前述のように今回の調査においては、回収水の記入がかなり漏れているものと思われる。

B. 調査対象工業団地のボイラー用水の使用比率が日本に比べて低いのは、前述のようにスチームが別途に供給されているためで、これを含めると調査対象工業団地における使用比率は日本の場合と同程度になるものと思われる。

表 3.2.3 繊維染色工業の水源別用水状況

業 種	工場数	補 給 水 千 ³ /日					回収水 千 ³ /日	総使用水量 千 ³ /日	回収率 %
		上水道	工業用水道	地表水	井戸水	その他			
綿 織 物 染 色	115	6.5	75.7	64.8	192.2	1.2	29.3	369.7	7.9
絹・化合繊維物染色	84	11.1	25.3	30.9	137.9	—	24.3	229.6	10.6
ニット・レース染色	92	4.3	26.0	6.1	111.1	1.8	11.2	160.4	7.0
糸 染 色	134	7.1	83.5	30.5	69.2	—	9.6	200.0	4.8
合 計	425	29.0	210.5	132.3	510.4	3.0	74.4	959.7	7.8
用水量比率 %		3.3	23.8	14.9	57.7	0.3			

出典：1990年工業統計

表 3.2.4 繊維染色工業の用途別用水状況

単位：千m³/日

業 種	ボイラー	原 料	洗 淨	冷 却	温 調	そ の 他	総使用水量	回収率%
綿 織 物 染 色	23.4	-	241.9	17.7	67.9	18.8	369.7	7.9
絹・化合繊維物染色	13.0	-	169.8	35.1	5.6	6.1	229.6	10.6
ニット・レース染色	8.5	-	134.9	13.4	1.2	2.4	160.4	7.0
糸 染 色	11.6	-	170.0	14.3	1.9	2.2	200.0	4.8
合 計	56.5	-	716.6	80.5	76.5	29.5	959.7	7.8
用水量比率%	5.9	-	74.7	8.4	8.0	3.1	100	

出典：1990年工業統計

C. 調査対象工業団地では温調用水が全く使用されていない。日本では事務所のみでなく工場の一部でも温度調節が行われているが、今回の工業団地では事務所の一部で温度調節が行われているのみである。

D. 調査対象工業団地の洗浄用水の使用比率が日本に比べて高いのは、前述の理由でボイラー、冷却、温調の各用水の使用比率が低くなっているため、洗浄用水の使用状況が大きく異なっているとは考えられない。

E. 生活・雑用水の使用比率は、両者ほぼ同様である。

2) 用水量原単位

次に補給水量に関する用水量原単位について比較してみる。原単位には出荷額基準、敷地面積基準、従業員基準等の種類があるが、出荷額については両国間の価格の比較がむつかしいので、ここでは他の2種類の原単位について比較した。表3.2.5にその結果を示す。

この比較表より以下のことがわかる。

A. 工場の規模：韓国の工業団地には中規模の工場（韓国では大規模に属する）が立地しており、その敷地面積は $5000\sim 15000\text{m}^2$ 、従業員数は $120\sim 250$ 人の範囲にある。

一方、日本の工業統計は従業員30人以上の全工場を含み、工場規模は広く分布している。しかし一工場当たりの平均値で見ると、敷地面積では日本が1.7倍ほど大きく、従業員数ではが少し多い。

この数値だけで両国の工場の規模を比較するのは難しいが、訪問調査した際の観察によれば、韓国の工場の従業員数は同じ規模の日本の工場に比べて多いように見受けられたので、平均的な工場の規模としては日本の方が敷地面積の差が示す程度に大きいものと考えられる。

表 3.2.5 韓国と日本国の使用水量原単位の比較

項目 業種	韓国		韓国染色工業団地				日本国					
	工場 数	敷地 面積 百m ²	従業員 人	補給水量 m ³ /日	原単位		工場 数	敷地面積 百m ²	従業員 人	補給水量 m ³ /日	原単位	
					敷地面積	従業員					敷地面積	従業員
綿織物染色	13	1,289 (97.6)	1,498 (115)	12,960 (997)	10.2	8.7	115	29,947 (260)	14,735 (128)	340,360 (2,960)	11.4	23.1
絹・化合物織物染色	14	1,316 (94.0)	2,228 (159)	7,221 (516)	5.5	3.2	84	22,786 (271)	10,491 (125)	205,265 (2,444)	9.0	19.6
ニット・レース染色	8	696 (87.0)	822 (103)	10,217 (1,277)	14.7	12.4	92	11,755 (128)	7,634 (83)	149,280 (1,662)	12.7	19.5
糸染色	10	1,486 (149)	1,226 (123)	10,703 (1,070)	7.2	8.7	134	10,966 (82)	8,586 (64)	190,348 (1,421)	17.4	22.2
合計	45	4,767 (106)	5,774 (128)	41,101 (913)	8.6	7.1	425	75,464 (178)	41,446 (98)	885,203 (2,083)	11.7	21.4

備考：1) 日本国の出典は1990年工業統計

2) ()内は1工場当たりの平均値

3) 敷地面積当たり原単位はm³/日/百m²

4) 従業員当たり原単位はm³/日/人

B. 敷地面積当たりの原単位：敷地面積 100m^2 当たりの補給水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）は、表に示すように韓国のほうがやや小さいが（日本の約74%）、訪問調査した際の観察によれば、韓国の工場のほうが日本の同規模の工場に比べて敷地面積に余裕があるように感ぜられたので、原単位については両国においてほとんど差がないものと考えられる。

C. 従業員当たりの原単位：従業員1人当たりの補給水量（ $\text{m}^3/\text{日}$ ）は、表に示すように明かに韓国のほうが小さい（日本の1/3）。これは既に述べたように、韓国の工場の従業員数が同じ規模の日本の工場に比べて多いことによる。

以上の検討結果を総合すれば、今回の調査対象工業団地の用水使用の状況は、日本の同一規模の工場の状況とほぼ同様であるといえる。

3.2.2 廃水量低減の基本的考え方

（1）概要

基本的考え方はⅡ. メッキ工業団地の場合と同様であるので、ここでは染色工業団地に特有な事項だけを述べる。

洗浄用水の節水方法としては、Ⅱ.の3.2.2で述べたA. 用水管理の徹底、B. 向流多段洗浄方式の採用、C. カスケード使用の採用、D. 水洗槽自動給水装置の採用、E. 手元制御弁の使用、のほかに、染色工場特有の方法に、F. 低浴比型染色機の採用、がある。以下にこれらの方法について述べる。

（2）向流多段洗浄方式の採用

染色工場に向流多段洗浄方式を適用した例としては、染色後の水洗工程に用いられる向流多段式水洗機がある。これにはいくつかの形式があるが、その一例を図3.2.4に示す。

この図において、織物は下から上に移動し、洗浄用水は上から下に流れ、向流多段式に洗浄が行はれる。

しかしこの洗浄方式は連続方式のため、生産単位（ロット）の少ない製品には

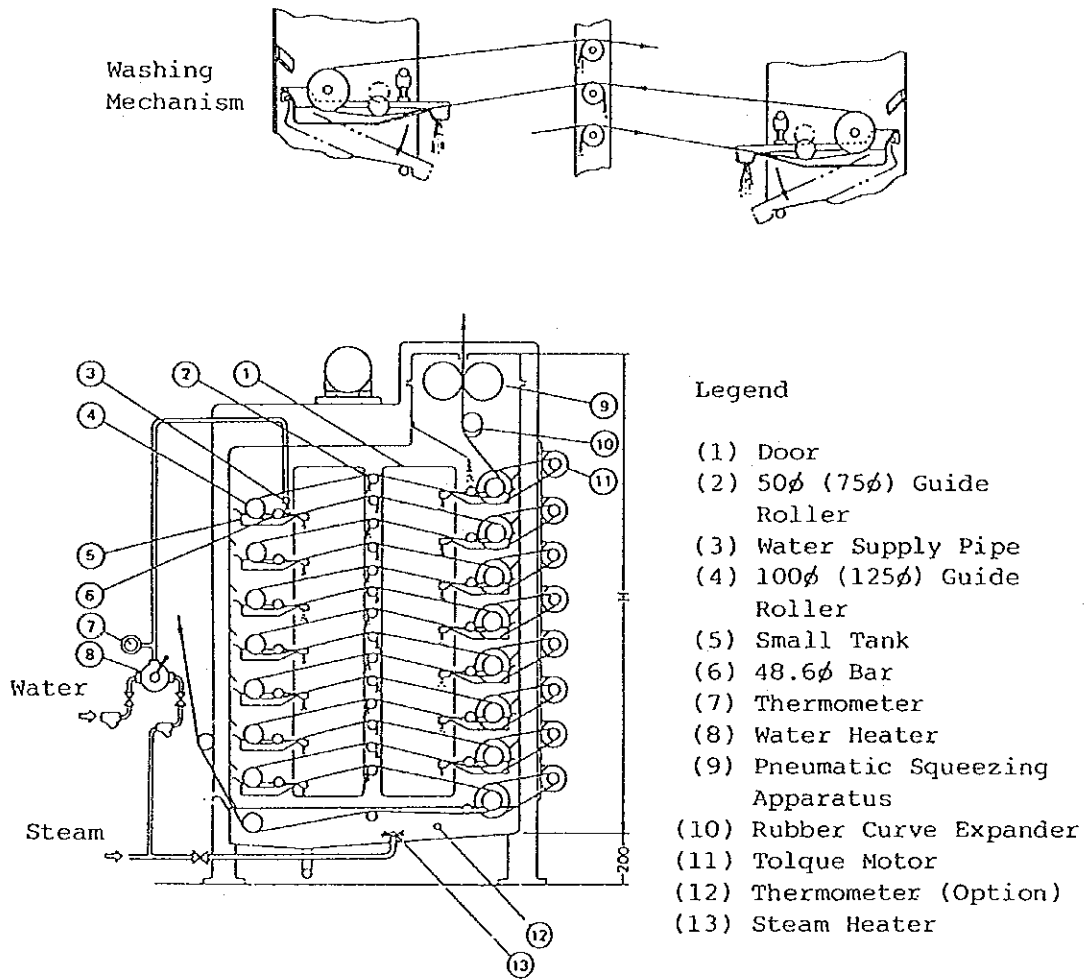


图 3.2.4. 向流多段式水洗機

適用されにくい。調査対象工業団地の場合は一般に生産のロットが少なく、染色工程は一社を除いてすべて回分式（Batchwise）になっており、向流多段式水洗機が採用される可能性は少ない。

（３）カスケード使用の採用

図3.2.2 に示されているように、液流染色機の場合は染浴の冷却は熱交換器を使用して間接的に行われるので、冷却水の排水は温度が上昇するだけでまったく汚れていない。従って、この排水を染色後の洗浄用水にカスケード使用することは、単に節水になるのみでなく有効なエネルギーの節約法にもなる。

調査対象工業団地においては、液流染色機が使用されている場合にはここに述べたカスケード使用はかなり実施されていると思われる。

（４）低浴比型染色機の採用

浴比とは染色する液（染浴）と染色される繊維類の重量比（染浴／繊維）である。この値が低いほど染浴の量は無論のこと、染色後の洗浄水の必要量も少なくなり、大幅な節水が可能となる。

低浴比型染色機としては図3.2.2 に示した液流染色機が代表的な例である。この図に基いて液流染色機の機能を簡単にのべる。

染色される織物はロープ状となって、染色機の内部にリング状に装填される。染浴は熱交換器においてスチームによって加熱され、循環ポンプによってノズルから噴出されて、その液圧によってロープ状の織物を高速で循環させる。冷却の場合は熱交換器に冷却水を流し、同様のやり方で内部を冷却する。

回分式染色によく用いられている”ウインス式染色機”の浴比は20程度で、液流染色機の浴比が5～10であるのに比べると、かなり高くなっている。

そのため、ウインス式染色機を液流染色機に置き換える事により、使用水量は50～75%節減され得ることになる。

ウインス式染色機にも浴比の低いものもあるが、液流染色機も最新の形式では浴比がさらに低いものもあり、新しい染色機の採用により大幅な節水が可能となることは間違いない。

3.2.3 具体的な方策

(1) 検討の仕方

今回訪問調査された15工場の中から、用水の使用状況が明かにされている工場を代表に選び、その工場について具体的に廃水量の低減対策を検討する。

選定された工場の概要は以下の通りである。

工場番号	13	従業員数	130人
敷地面積	17,029m ²	補給水量	2,040m ³ /日
主要製品	綿・混紡編み物（ニット）の染色		
染色機の設置台数	液流式・・・6台、ウインス式（またはジッカー）・・・13台 合計・・・19台、		

この工場の製造工程と用水の使用状況を図3.2.5.に示す。

(2) 廃水量の低減対策

1) 低浴比染色機の採用

この工場で使用されている染色機は、前記のように全部で19台ある。その約70%は浴比の高いウインス式であり、残りの液流式も特に低浴比型とはいえない。その平均的な浴比は概ね10程度である（工場側の説明による）。

この染色機の全部を低浴比型に変えることは不可能であるが、ウインス式の一部を置き換えることによっても、平均的な浴比を20%程度低下させることは困難ではないと思われる。

図3.2.5に示す各工程はすべて回分操作であり、工程毎に別々の装置が使用されるのではなく、染色機が共用されるのが普通である。そのため、浴比が20%低下すれば、各々の洗浄用水の使用量もほぼ同率で減少するものと考えられる。従って、この方法による節水可能量（廃水量の低減量）は、補給水使用量2040m³/日の約20%程度（400m³/日）になる。

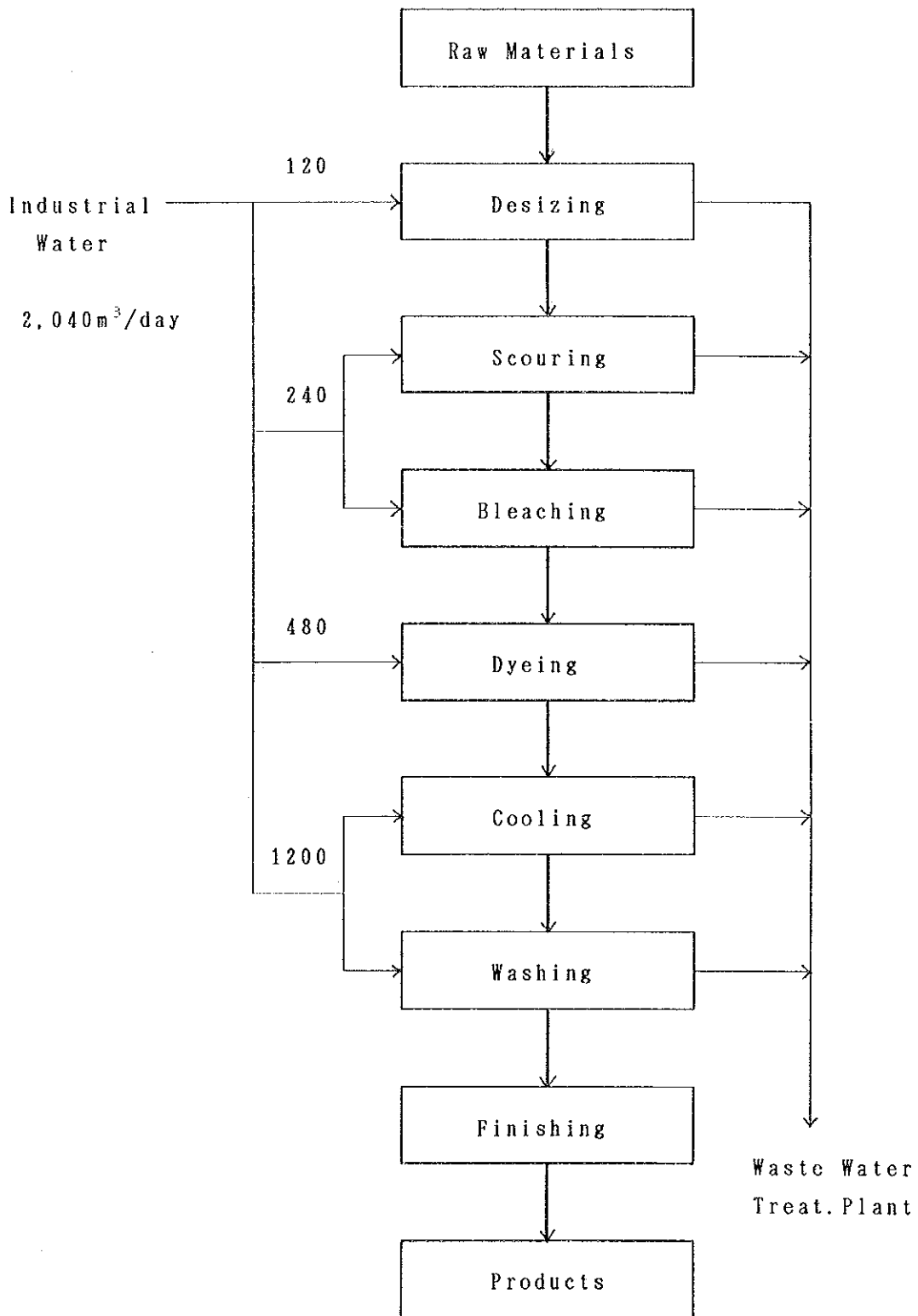


図 3.2.5. 第 13 工場の用水状況

2) カスケード使用

図3.2.5では染色工程における冷却水の使用量は明かにされていないが、相当の量が水洗工程の使用水量 $1200\text{m}^3/\text{日}$ の中に含まれていることは間違いない。

ウインス式の場合は冷却水は洗浄用水中に含まれてしまうが、液流式に置き換えると間接冷却方式となるので、その排水が洗浄用水にカスケード使用されることが可能となる。

水洗工程の用水量 $1200\text{m}^3/\text{日}$ の内40%程度(約 $500\text{m}^3/\text{日}$)が冷却水と考えると、カスケード使用を徹底することによって $200\sim 300\text{m}^3/\text{日}$ 程度の節水は可能である。

3) まとめ

検討した廃水量の低減対策をまとめると、以下のようになる。

低減方法	低減可能量 $\text{m}^3/\text{日}$	説明
1. 低浴比型染色機の採用	400	ウインス式染色機を液流式に置き換え
2. カスケード使用の実施	$200\sim 300$	間接冷却水の排水を洗浄用水に使用
合計	$600\sim 700$	

すなわち、廃水量の低減可能量は補給水量の約30%程度になる。

(3) 廃水量の低減可能量

代表的な一工場における検討結果を工業団地全体にそのまま適用することはできない。しかし下記の事項を考慮するならば、おおよその低減可能量を推定することができる。

A. 工業団地全体で見れば、液流染色機はかなり普及しているが、ウインス式等の浴比の高い染色機も相当量使用されており、また液流染色機も低浴比の形式だけでなく、浴比10程度のものもかなり使用されている。

B. 糸染めの場合は染色機の形式がやや異なるが、低浴比型の染色機が採用され得ることは同様であり、低浴比型の普及の程度も織物染色の場合とほぼ同じである。

C. ニット・レース染色の場合は、染色機の形式は織物染色の場合とほとんど同じである。

D. 日本の或地域で、主として綿・合成繊維の織物を染色している工場について、節水の可能性を検討した結果は、以下の通りである。

現状					節水の可能性		
工場数	補給水 m ³ /日	回収水 m ³ /日	合計 m ³ /日	回収率 %	節水可能量 m ³ /日	節水率 %	到達回 収率%
42	109,959	35,031	144,990	24.2	13,961	12.7	33.8

日本における節水の可能性は、上記のように約13%であり大きくない。これは、日本で調査した地域の工場は、回収率が現状において既にかかなり高い値（24%）に達しているためである。

今回の調査対象の工業団地における回収率が、日本と同様約30%まで上昇させることができると考えるならば、節水可能量および節水率は以下のようなになる。

	補給水 m ³ /日	回収水 m ³ /日	合計 m ³ /日	回収率 %
現状	44,948	1,857	46,805	4.0
節水後	32,763	14,042	46,805	30.0
節水量	12,185	節水率 27.1%		

代表的な一工場で節水の可能性を検討した結果は、前記のように節水可能量（廃水量の低減可能量）は補給水量の約30%程度になっており、また、日本との比較で求めた節水可能量も補給水量の約27%となっている。

これらの検討結果から、廃水量の低減可能量は約30%程度と推定される。

ただし、この低減方法が実施されるためには、以下のような問題点がある。

- A. 主要な低減方法は、浴比の高い染色機を低浴比型染色機に置き換えることであるが、この機械は高価で、置き換えには多額の費用を要する。
- B. この染色工業団地の各工場では、生産単位（ロット）が一般に小さく、小ロットでも使用しやすいウインズ式のような高浴比の染色機が必要とされる。
- C. 繊維の種類・形状によっては、低浴比型染色機が使用できない場合がある。

しかしながら、低浴比型染色機に置き換えることは単に節水になるのみでなく、染料・薬品等の節約、電力・スチーム等エネルギーの節減、作業人員の削減等の多くの効果がある。また、温度が上昇した間接冷却用水の排水を洗浄用水にカスケード使用することは、エネルギー節減のため是非とも行わなければならない方法なので、長期的な観点に立てば、これらの方策は各工場において当然実行されねばならない事柄と考えられる。

3.2.4 廃水の再生利用

洗浄水の節水方法としては、3.2.2.で述べたような方法（a～f）のほかに、廃水の再生利用がある。これは個別の工場において、主として洗浄水の排水を処理して、再び洗浄水として再利用する方法である。

表 1.3.2～16に示された各工場の排水水質を見ると、共同処理場に流入する総合排水よりも良好な場合がある。例えば、第2工場 a，第3工場 a，第7工場 a，b，c，第8工場 c，第9工場 a，第10工場 a，第12工場 a，第14工場 b，第15工場 c 等である。

これ等の排水を共同処理場に放流しないで、各工場で処理すれば、安価に再利用が可能になると考えられる。

しかしこの考え方には以下のような問題点がある。

1) 染色の操作はほとんどが回分式であるため、排水の水質は常に変動しており、測定された水質の排水が安定して放流されているとは言えない。

2) 排水の水量は測定されていないので、比較的良好な水質の排水の量が不明である。

3) 排水、用水共に水量の時間変動が激しく、排水を再利用しようとするれば、相当大容量の貯留槽を設置しないと、時間変動には対応できない。

4) 染色工程における繊維や染料の種類はひんばんに変わり、それにつれて排水の水質・水量も変動するので、再生利用のための処理施設の計画が困難である。

このような問題点はあるものの、十分な検討を行えば安価に再生利用が可能となる条件が見出せる可能性はある。その場合のフローは図 3.2.6に示すようになる。

このフローの考え方は以下の通りである。

1) 染色工程の排水は水質が悪いので再利用せず、比較的水質の良好な前処理工

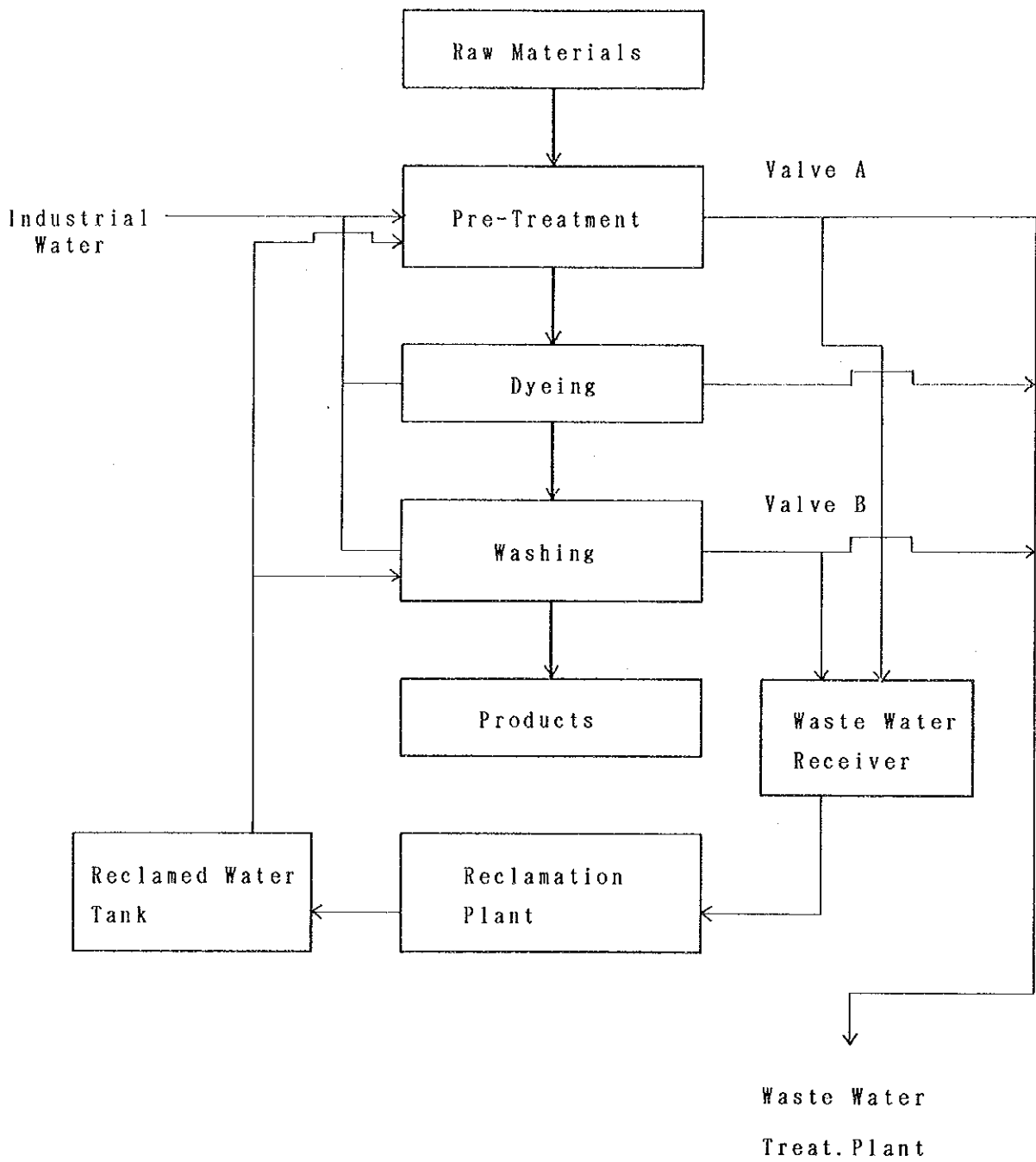


図 3.2.6. 再生利用のフローシート

程と水洗工程の排水を再利用する。

2) 再生水の用途は、製品の品質に影響が少ない前処理工程と水洗工程とする。

3) 各工程は回分操作であり、排水もまた間欠的に放流される。放流し始めの排水は極めて濃厚であるが時間経過と共に急激に薄くなり、水質は良好となる。濃厚な部分は再利用せずにそのまま放流し、薄い部分（水質の良好な部分）のみを再利用する。その切替えは弁A、Bによって行う。

4) 排水及び用水の時間変動に対応するため、かなり大容量の排水受槽と処理水貯槽を設ける。

5) 処理施設のプロセスは排水の水質によって異なるが、SS、COD及び色度の除去が主目的となろう。そのためには、凝集沈殿、生物処理、砂ろ過等の通常の排水処理プロセスのほか、活性炭吸着、膜処理等の高度な処理が必要となる可能性が高い。

3.3 廃水処理システムの選定

廃水処理システムの2システム（現行の排水基準に適合する処理、COD成分の高度処理）と、参考としての1システム（難分解性成分の除去）について最適システムを検討し、選定する。

3.3.1 現行の排水基準に適合するするシステム（CASE-1）

（1）処理水質

表3.3.1 に排水基準および処理水質の計画値を示す。排水基準は、1996年1月1日から適用される値であり、処理水質の計画値はこの値を基準として設定した。

表3.3.1 CASE-1処理水質計画値

Items		Effluent Standards	Design Criteria
pH	[-]	5.8～8.6	5.8～8.6
BOD	[mg/ℓ]	<80	30
COD	[mg/ℓ]	<90	80
SS	[mg/ℓ]	<80	50
n-Hexane	[mg/ℓ]		<10
Color	[deg.]	<400	400
Temparaure	[°C]	<40	<40

（2）処理システム

染色廃水の処理法と言っても特別の方法があるわけでない。対象とする工場の廃水性状や排水基準に応じて、既存の処理技術を組み合わせて対応しているのが現状である。染色廃水中には、種々の汚濁物質が存在する。それらを有機物と無機物に分類した場合、環境保全上主として問題となるのは、有機物である。従って、有機物の除去に有効な方法であれば、基本的には染色廃水処理法として適用

が可能である。しかし、染色廃水が他の産業廃水と異なるのは、染料や界面活性剤と言った難生分解性の有機物を含有する点である。

現在行われている染色廃水の主な処理方法は、活性汚泥を代表とする好気性生物処理法、凝集剤による沈降および浮上分離法、活性炭吸着法、オゾンなどによる化学的酸化法などである。一般に、BOD成分の除去に生物処理法が用いられ、COD成分や色度成分の除去にその他の処理法が用いられている。表3.3.2にCOD除去方法とその特徴を示す。

表3.3.2 COD除去方法とその特徴

Treatment Method	Color Removal [%]	COD Removal [%]	Sludge Disposal
Coagulation	60 - 70	30	Necessary
Ozonization	80 - 90	30 - 50	Unnecessary
Fentin's Oxidation	> 90	> 80	Necessary
Reduction	> 90	Worse	Unnecessary
Electolytic Oxidation	60 - 70	20 - 30	Unnecessary
Electolytic Oxidation Coagulation	> 90	30 - 50	Necessary
Activated Carbon Adsorption	80 - 90	> 90	Unnecessary

BOD成分のみならずCOD成分、色度成分等の高い除去率が求められた場合、これらの単一の処理では、技術的あるいは経済的に困難であり、いくつかの処理方法の組み合わせにより対応するのが一般的である。

当処理場の場合、処理水量が100,000m³/日と多く、BOD成分の除去は、生物処理法が最も経済的である。ただし、生物処理法のみでは、計画値までの色度およびCOD成分の除去が困難であり、COD成分の除去操作が必要である。COD成分の除去に関しては、経済性から凝集沈澱法を採用する。本システムの主処理方式は、

生物処理法と凝集沈澱法の組み合わせとする。

図3.3.1 に選定した処理システムのフローダイヤグラムを示す。主な装置の役割は、以下の通りである。

- ・スクリーン SSのうち繊維屑、布片などの粗大なものの除去。
- ・沈砂池 SSのうち繊維屑、土砂などの中程度の大きさのものの除去。
- ・調整槽 廃水流量、水質などの均一化。
- ・中和槽 pH調製。
- ・活性汚泥槽 溶存性BOD、COD成分およびコロイド性 BOD、COD 成分の生物学的除去
- ・第一沈澱槽 余剰汚泥の沈澱除去
- ・接触酸化槽 溶解性BOD、COD成分およびコロイド性BOD、COD成分の生物学的除去
- ・凝集槽 溶存性、コロイド性COD成分の凝集
- ・第二沈澱槽 凝集済みのCOD成分の沈澱除去
- ・ベルトプレス 発生汚泥の脱水

処理コストの低減のため、廃水中の汚濁物質はできる限り生物処理法で除去するものとする。そこで、生物処理法は、活性汚泥法と接触酸化法の二段で構成した。凝集沈澱を生物処理の後段には配置するのは、固液分離を良くするためと、凝集剤の使用量の低減を目的としたためである。

表3.3.3 に、工程別処理水質の計画値を示す。

3.3.2 COD成分の高度処理システム (CASE-2)

(1) 処理水質

表3.3.4 に韓国における工業団地廃水終末処理施設に関する排水基準（1996年1月1日より適用）および処理水質の計画値を示す。本システムは、共同処理場が終末廃水処理施設に格上げされる場合を想定し、処理水質の計画値を設定した。

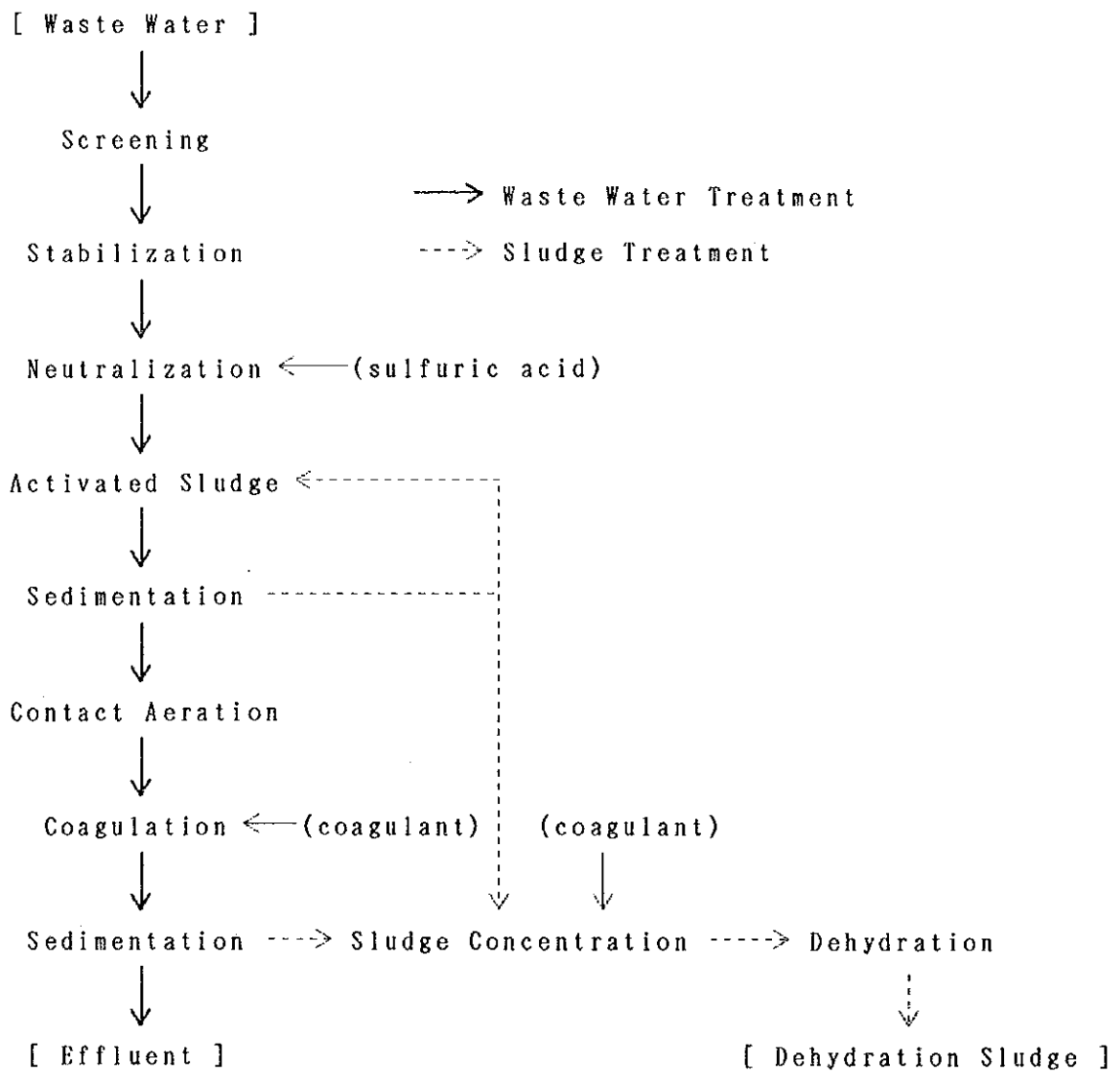


図 3. 3. 1 CASE-1処理フローダイヤグラム

表 3.3.3 CASE-1 工程別処理水質 (計画値)

① → Waste Water] → Stabilization → Neutralization → Activated Sludge → Sedimentation

② → Contact Aeration → Coagulation → Sedimentation → [Effluent]

Process	①	②	③	④	⑤
Quantity [m ³ /day]	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
pH [-]	11.5	6~8	6~8	6~8	6~8
BOD [mg/ℓ]	300	300	55	30	25
COD [mg/ℓ]	400	400	170	110	80
SS [mg/ℓ]	120	120	50	50	20
n-Hex [mg/ℓ]	20	20	10	10	<10

表 3.3.4 CASE-2 処理水質計画値

Items	Effluent	Design
	Standards	Criteria
pH [-]	5.8～8.6	5.8～8.6
BOD [mg/ℓ]	<30	20
COD [mg/ℓ]	<40	40
SS [mg/ℓ]	<30	20

(2) 処理システム

処理方式は、CASE-1の処理施設に COD成分の高度処理施設を加え、CASE-1処理水の部分処理を行うものとした。高度処理水量は、80,000m³/日とし、未処理分20,000m³/日と混ぜて放流する。COD成分の高度除去は、経済性から活性炭吸着法を選定した。処理システムのフローダイアグラムを図3.3.2に示す。また、表3.3.5に、工程別処理水質の計画値を示す。

3.3.3 難分解性成分の除去まで行うシステム (CASE-5)

(1) 処理水質

染色廃水は、染料や界面活性剤と言った難分解性の有機物を含有している。これらは、それぞれ処理水の着色や発泡の原因となる。しかし、これまでの水質汚濁に関する規制は、主として生活環境項目としての有機物 (BOD、COD) 等や健康項目としての重金属や毒物を対象として実施されてきており、直接的な害の無い着色成分や発泡成分については、必ずしも十分な対応がとられていない。

着色については色度、界面活性剤については ABS濃度等の指標がある。しかし、色度は相対的な指標であり、ABS濃度は界面活性剤の代表物の濃度であるため、それらは必ずしも絶対的な指標とは成り得ない。ここでは、難分解性成分濃度の指標として、CODを用い、処理水質の計画値は、COD濃度で10mg/ℓ以下と設定する。

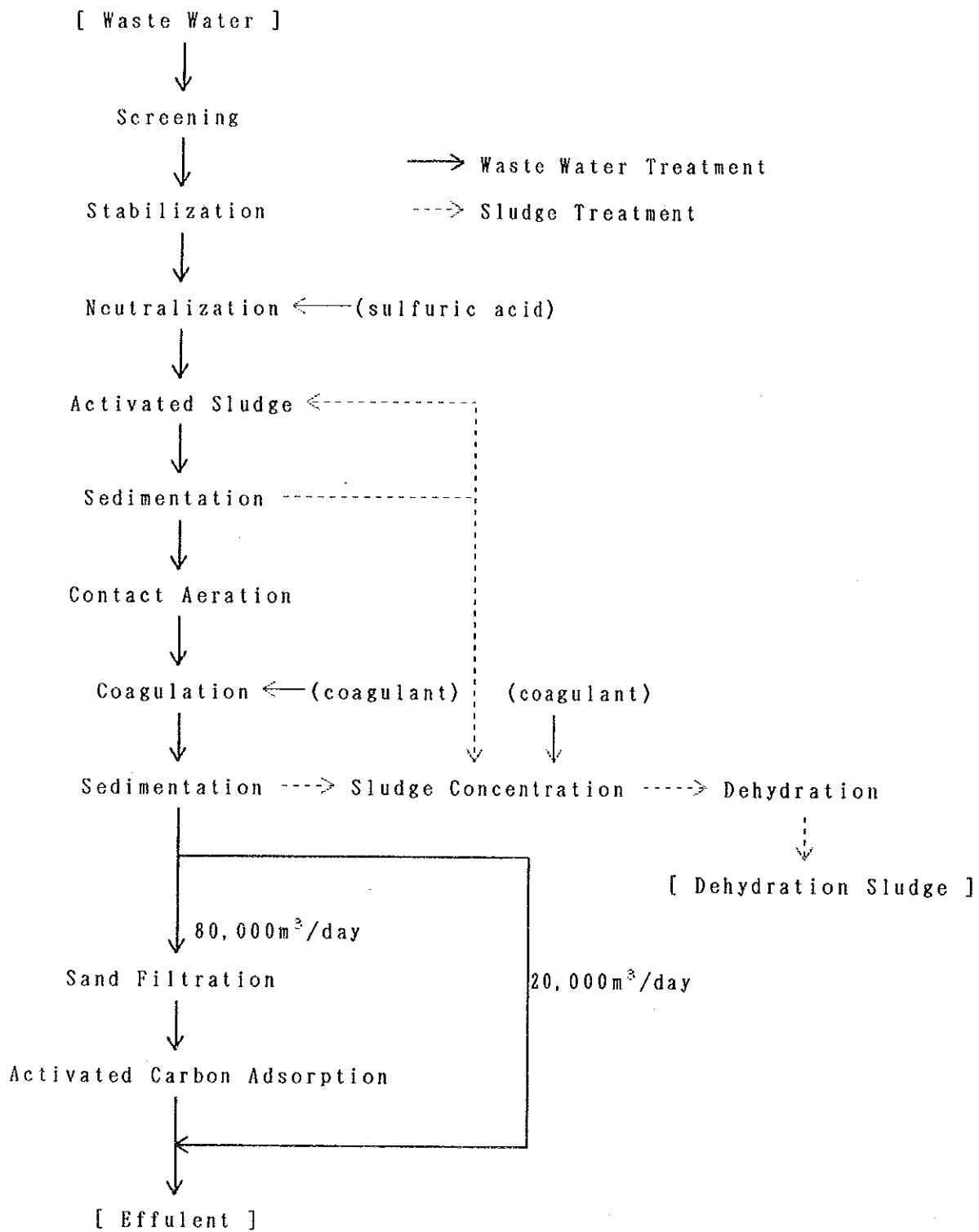
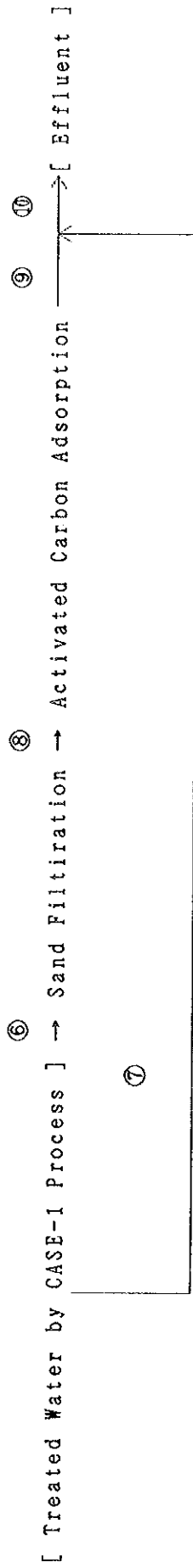


図 3. 3. 2 CASE-2処理フローダイアグラム

表 3.3.5 CASE-2 工程別処理水質 (計画値)



Process	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Quantity [m ³ /day]	80,000	20,000	80,000	80,000	100,000
pH [-]	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8
BOD [mg/ℓ]	25	25	25	15	17
COD [mg/ℓ]	80	80	80	30	40
SS [mg/ℓ]	20	20	2	2	5.6
n-Hex [mg/ℓ]	<10	<10	<10	<10	<10

(2) 処理システム

着色成分の除去方法は、凝集処理法、吸着処理法、酸化処理法がある。また、界面活性剤の除去は、生物処理法、酸化処理法、吸着処理法等がある。ここでは、活性炭吸着と生物処理法を組み合わせた生物活性炭処理（BAC 処理）を選定し、処理システムを構築する。BAC 処理法は、近年、浄水場で難分解性物質の除去等の高度処理に用いられるようになってきた処理方法である。汚濁物質（難分解性物質を含む）は活性炭に吸着した後、活性炭表面に繁殖した微生物により分解される。活性炭の寿命は、このような生物再生効果により増大する。また、活性炭が担体となり、汚泥令の長い微生物層が繁殖可能となる。

BAC 処理法の適用例の多くは、浄水高度処理に関するもので、廃水処理への適用例はまだ少ない。染色廃水の処理に関しても、適用例は数件しかないものの、いずれの場合も、着色成分や界面活性剤の除去効果は大きい。

処理システムのフローダイアグラムを、図 3.3.3 に示す。活性炭（粉末状）は、曝気槽出口に投入され、活性汚泥と共に系内を循環される方式とした。

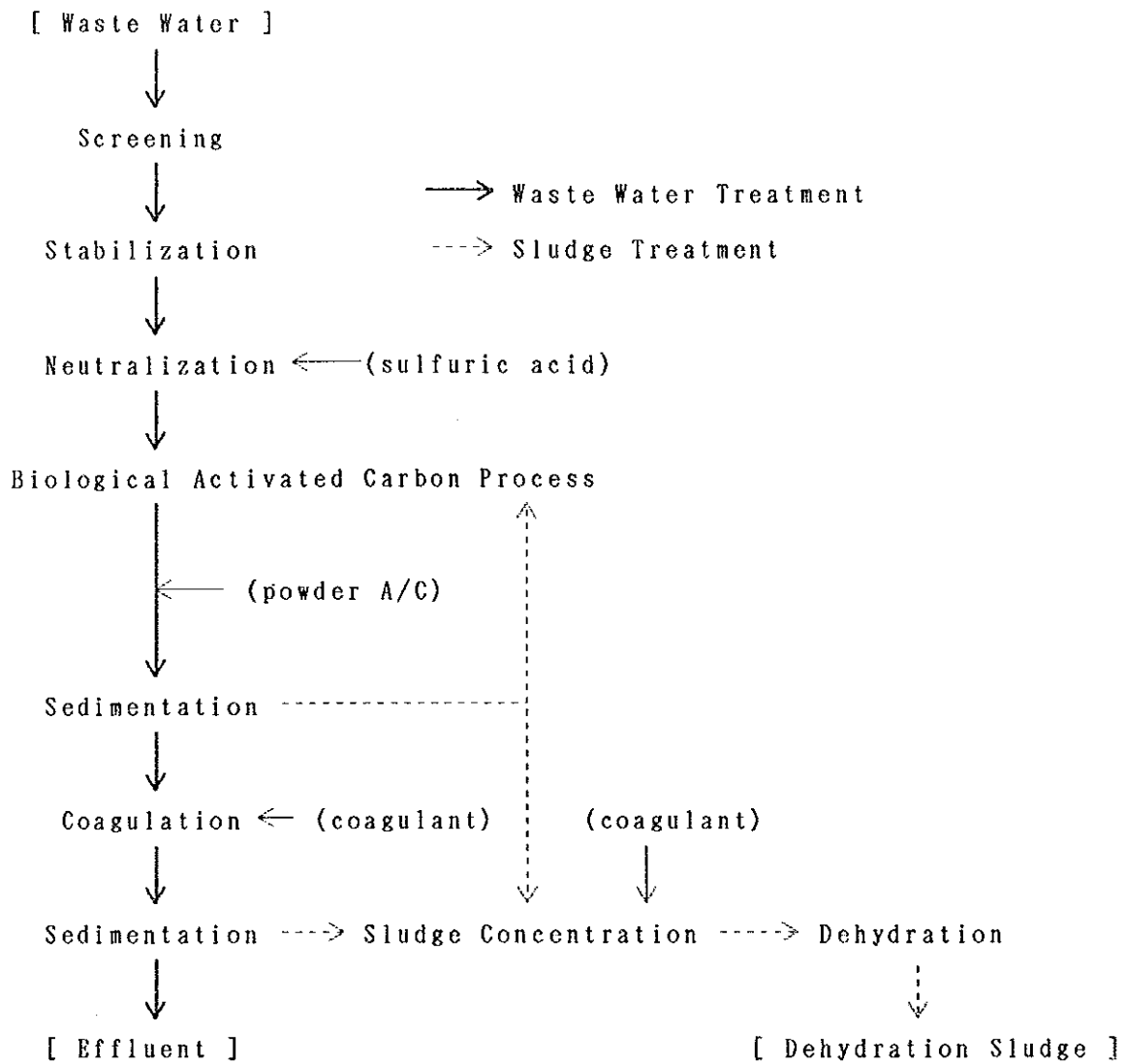


図 3.3.3 CASE-5処理フローダイヤグラム

3.4 再生利用システムの選定

再生利用を行う場合の基準システム（廃水処理分は現行の排水基準に適合する処理）と、参考としての1システム（廃水処理分はCOD成分の高度処理）について最適システムを検討し、選択する。

3.4.1 現行の排水基準に適合する処理システム（CASE-3）

（1）再生水量

再生水は、製品への影響が比較的小さいと思われる染色の前処理工程（糊抜き工程、精練工程、漂白工程およびマーセライジング工程）に使用するものとする。

安山市染色工業団地で調査した15工場中、工程別水使用量データのある13工場のデータを基に、全水使用量に占める前処理工程での水使用量割合を算出し、再生水使用量を推定する。13工場の前処理工程水使用量の合計は4,800m³/日で、水総使用量 18,600m³/日の約 26%を占める。

再生水量は、水総使用量の20%（20,000m³/日）とする。

（2）再生水質

日本では、染色廃水処理水を工場内プロセス用水として再利用している例は無い。しかしながら、どの程度の水質にすればどの工程に再利用が可能になるかといった水質面の検討や、処理水を製造工程に使用した場合の製品に及ぼす影響等に関する研究が行われている。ここでは、長沢の行った試験結果（文献1）を参考に、再生水水質を表3.4.1の通りとした。なお、廃水処理分の水質は、CASE-1と同等（表3.3.2）とする。

（3）処理システム

図3.4.1に、処理システムのフローダイヤグラムを示す。再生処理は、CASE-1の処理後に20,000m³/日のみ行う。再生処理方式は、オゾン酸化法と活性炭吸着法との組み合わせとした。

表3.4.1 CASE-3再生水水質

Items		Design Criteria
pH	[-]	6.7~7.4
Turbidity	[deg.]	< 5
COD	[mg/ℓ]	<10
SS	[mg/ℓ]	< 2

オゾン酸化法は、選択性を持っており

- ① 不飽和結合を持つオレフィン系やアセチレン系化合物
- ② 芳香族単環・縮合環化合物
- ③ 炭素-窒素二重結合を持つ化合物
- ④ アミン、硫化物など
- ⑤ アルコール、エーテル、アルデヒドなどの酸素を含む化合物

等が、選択的に酸化されやすい。ここでは、再生水が製品に及ぼす影響を最小とするよう、これら活性の高い化合物の分解にオゾン酸化法を用いることとした。

ただし、オゾン酸化のみでは、有機物を完全に二酸化炭素と水まで分解するのは困難であり、また、処理コストも高い。そのため、再生水処理の最終処理には、活性炭吸着法を用いるものとした。

表3.4.2 に、工程別処理水質の計画値を示す。

3.4.2 COD成分の高度処理システム (CASE-4)

(1) 再生水量

再生水量は、20,000m³/日とする。

(2) 再生水の水質

再生水の水質は、表3.4.1の通りとする。なお、放流する水質は、CASE-2と同等(表3.3.4)とする。

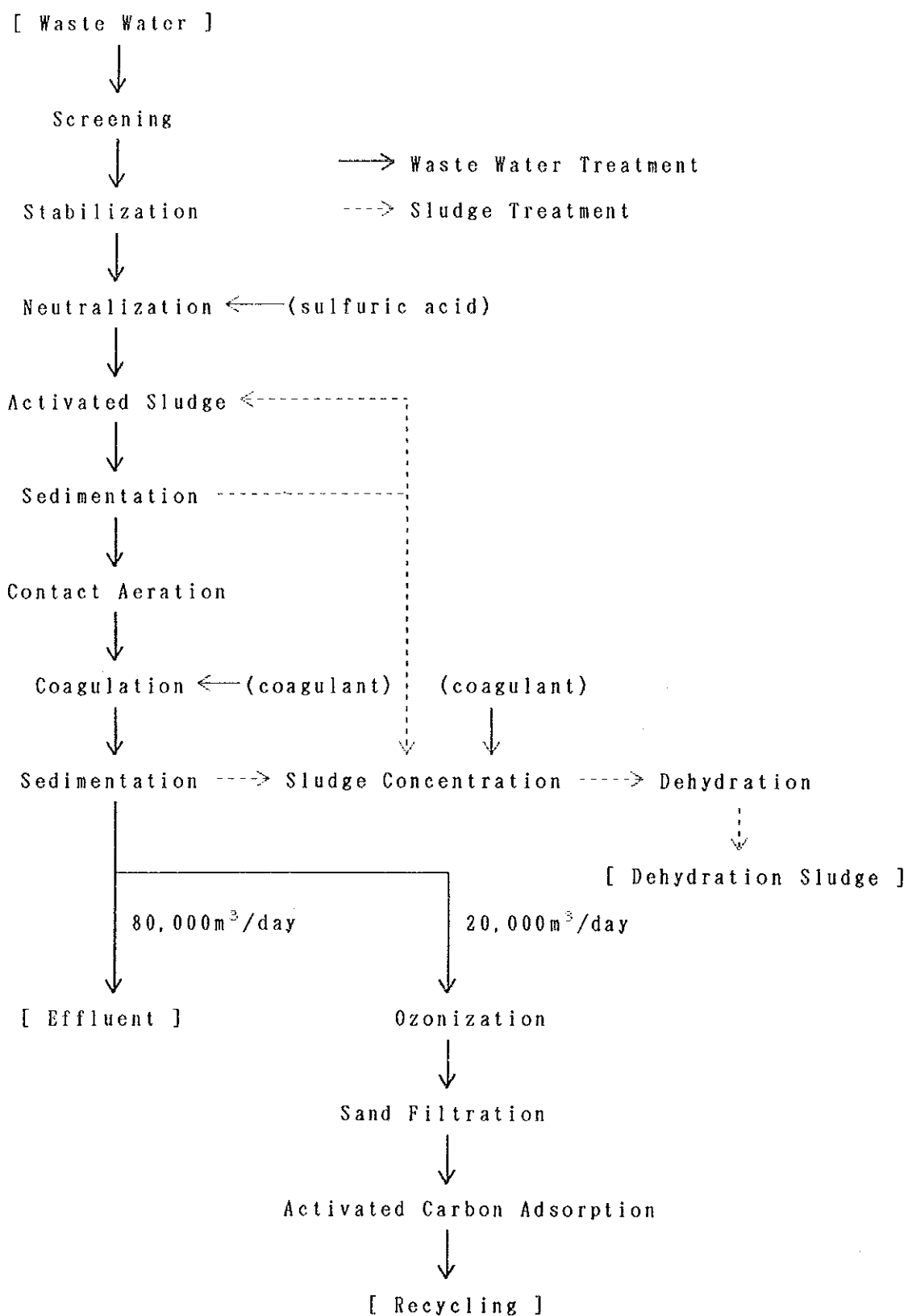


図 3. 4. 1 CASE-3処理フローダイヤグラム

表 3.4.2 CASE-3 工程別処理水質 (計画値)

⑪ → Treated Water by CASE-1 Process] → Ozonation → Sand Filtration

⑫ → Activated Carbon Adsorption → [Recycling Water]

Process	⑪	⑫	⑬	⑭
Quantity [m ³ /day]	20,000	20,000	20,000	20,000
pH [-]	6~8	6~8	6~8	6~8
BOD [mg/ℓ]	25	-	-	-
COD [mg/ℓ]	80	60	60	10
SS [mg/ℓ]	20	20	2	2
n-Hex [mg/ℓ]	<10	-	-	-

(3) 処理システム

図3.4.2 に、処理システムのフローダイアグラムを示す。20,000m³/日は、CASE-3と同様の再生処理を行い、80,000m³/日は、CASE-2と同様の処理を行う。

[参考文献]

文献 1 長沢：造水技術，12，33(1986)

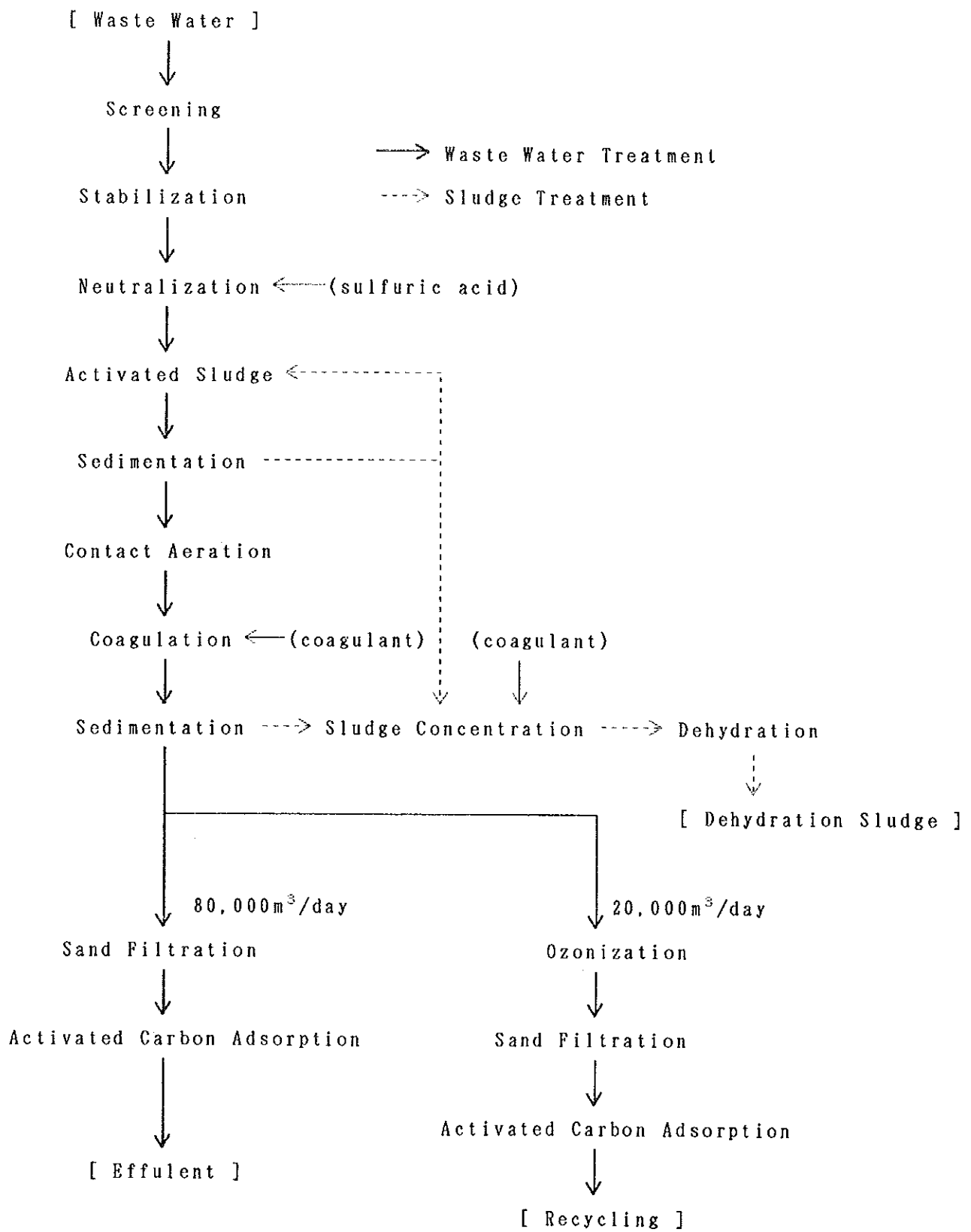


図 3.4.2 CASE-4処理フローダイヤグラム

3.5 最適システムの概念設計

上記で選定した3システム(CASE-1、-2、-3)について、概念設計を行い、機器の仕様、レイアウト等を決定する。

3.5.1 前提条件

概念設計の前提条件は、II. メッキ工業団地の場合と基本的に同一である。その条件を以下に示す。

A. 建設用地の購入費用は除外する。

B. 染色工業団地から共同処理場までの用排水配管工事、予備品、建設費における杭打ち、地盤改良、残土処分等の工事、共同処理場から処理水の放流先までの配管工事、場外専用道路造成、造園、フェンス等工事、一次電源、野外照明工事は除外し、保温工事、屋内照明工事を加えて韓国における装置として一般性を持つものとする。

C. 汚泥は、含水率85%の脱水ケーキとし、産業廃棄物として搬出処分する。

D. 廃水処理は連続操作とし、運転は自動とする。

E. 施設の稼働時間は24時間/日とする。

F. 活性炭の再生は外部業者に委託とする。

G. 動力用電源は、220V、50Hzを用いる。

H. 建設の工期は2年とする。

3.5.2 現在の排水基準に適合するシステム (CASE-1)

(1) 概念設計

CASE-1の処理フローを図3.5.1に示す。生物処理から凝集沈澱までの処理は、4系列に分けて行うものとする。以下、概念設計の結果を示す。

A. 沈砂池設備

A-1 沈砂池

粒径0.2mm以上のものを沈降させるものとする。

a) 設計条件

流量 : 100,000m³/日

流速 : 0.25m/s

滞留時間 : 1~2min

b) 仕様

容量 : 56m³

形状 : 2.5mWx11.2mLx2.0mD (有効)

材質 : 強化コンクリート (RC)

数量 : 2 set

c) 付帯設備

・ Sluge Collector

形式 : バケットコンベヤ式

・ 粗目スクリーン

形式 : 固定・手掻式

目開き : 100mm

・ 細目スクリーン

形式 : 連続レーキ式

目開き : 20mm

・ ゲート

形式 : 電動式、1,000mmx1,000mm

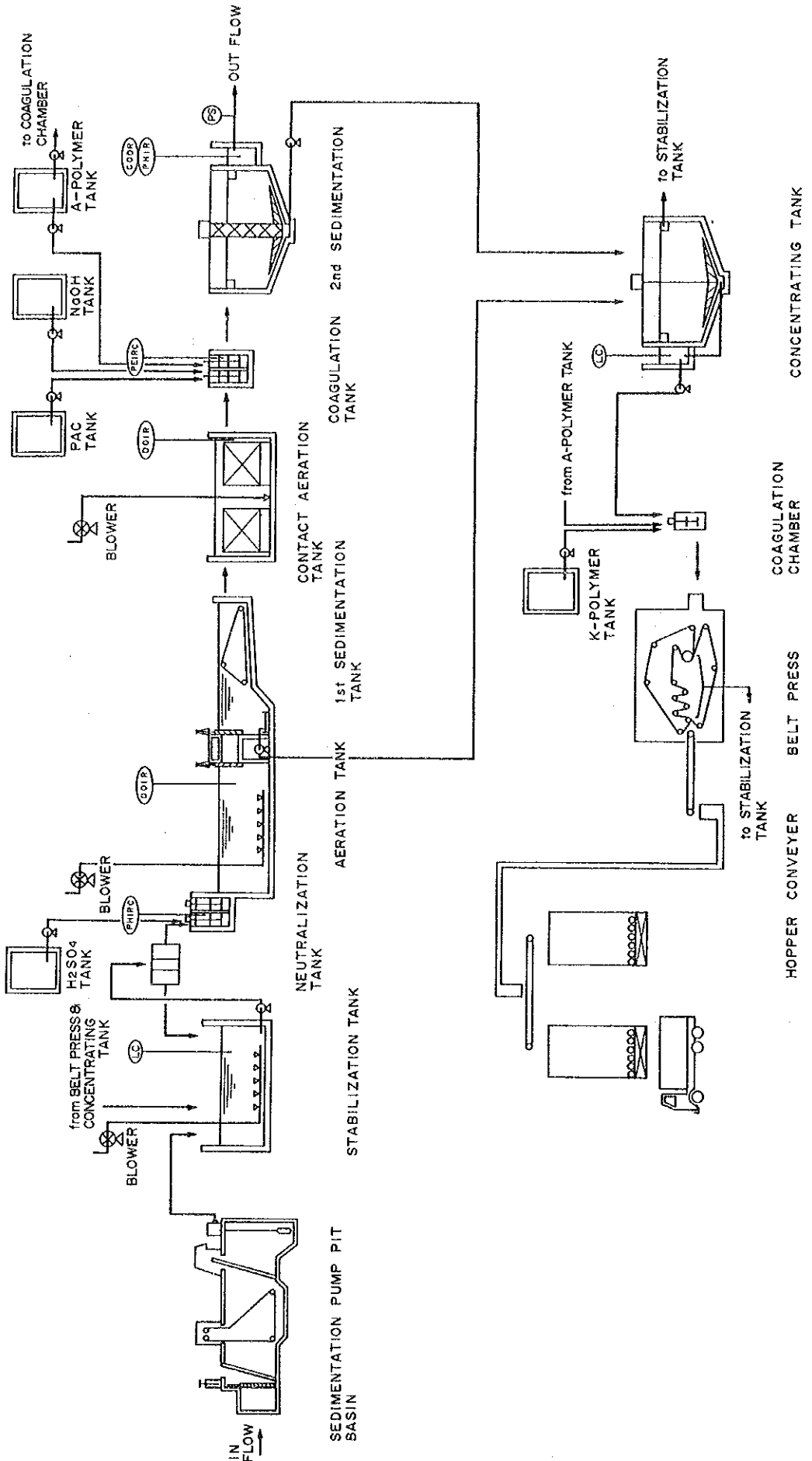


図 3.5.1. CASE - 1 処理 7 口 -

A - 2 ポンプピット

a) 設計条件

流量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}$

滞留時間 : $1\sim 2\text{min}$

b) 仕様

容量 : 150m^3

形状 : $10.0\text{mW}\times 5.0\text{mL}\times 3.0\text{mD}$

材質 : RC

数量 : 1 set

c) 付帯設備

・ポンプ

形式 : 斜流ポンプ

容量 : $17.5\text{m}^3/\text{min}\times 10\text{mH}\times 400\phi$

電動機 : $55\text{kW}\times 440\text{V}$

数量 : 4+2 set

B. 調整槽設備

a) 設計条件

流量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}$

平均 $4,170\text{m}^3/\text{h}$ (最大 $6,500\text{m}^3/\text{h}$ 、最小 $2,100\text{m}^3/\text{h}$)

滞留時間 : 4.5h

滞留時間 (RT) は、現状の廃水流入条件を参考に決定した。

b) 設計計算

計算容量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}\times 1/24\times 4.5\text{h} = 18,750\text{m}^3$

c) 仕様

容量 : $18,750\text{m}^3$

形状 : $50\text{mW}\times 75\text{mL}\times 5\text{mD}$ (有効)

材質 : RC

数量 : 1 set

d) 付帯設備

・ブロー

曝気強度 $0.5\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h}$ とする。

容量計算 $18,750\text{m}^3 \times 0.5\text{m}^3/\text{m}^3\cdot\text{h} \times 1/60 = 156\text{m}^3/\text{min}$

容 量 : $156\text{Nm}^3/\text{min} \times 0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$

電動機 : $200\text{kW} \times 440\text{V}$

数 量 : 1 set

・ポンプ

容量計算

$4,170\text{m}^3/\text{h} \times 1/60 \times 1.2 = 83.4\text{m}^3/\text{min}$

容 量 : $10.5\text{m}^3/\text{min} \times 15\text{mH}$

電動機 : $440\text{V} \times 37\text{kW}$

数 量 : 8+4 set

C. 計量・中和槽設備

c - 1 計量器

a) 仕様

形 状 : パーシャルフリューム式

材 質 : ステンレススチール

数 量 : 2 set

C - 2 中和槽

a) 設計条件

流 量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}$

滞留時間 : 10 min

b) 設計計算

計算容量 : $100,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/1440 \times 10\text{min} = 694\text{m}^3$

c) 仕様

容 量 : 375m^3

形 状 : $5\text{mW} \times 5\text{mL} \times 5\text{mD} \times 3\text{槽}$

材 質 : RC

数量 : 2 set

d) 付帯設備

・攪拌器

形式 : プロペラ羽根

回転数 : 300rpm

電動機 : 15kWx440V

数量 : 6 set

D. 曝気槽設備

a) 設計条件

流量 : $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 4$ 系列

BOD負荷 : $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 300\text{g-BOD}/\text{m}^3/1000 = 7,500\text{kg-BOD}/\text{日}$

BOD容積負荷 : $1.1\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$

F / M比 : $0.2\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS} \cdot \text{日}$

b) 設計計算

計算容量 : $7,500\text{kg-BOD}/\text{日} \times 1/1.1\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日} = 6,820\text{m}^3$

MLSS濃度 : $1.1\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{日} \times 1/0.2\text{kg-BOD}/\text{kg-MLSS} \cdot \text{日} \times 1000$
 $= 5,500\text{mg}/\text{ℓ}$

c) 仕様

容量 : $7,000\text{m}^3$

形状 : 5mWx35mLx5mHx8列

材質 : R C

数量 : 4 set

d) 付帯設備

・ブロー

kg-O₂/kg-BOD比 1.5

容量計算 $7,500\text{kg-BOD}/\text{日} \times 1.5 \times 1/0.277 \times 1/0.2 \times 1/1440 = 141\text{Nm}^3/\text{min}$

形式 : ターボブロー

容量 : $36\text{Nm}^3/\text{min} \times 0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$

電動機 : 45kWx440V

数 量 : (4+1)x4set

E. 第一沈澱槽設備

a) 設計条件

流 量 : 25,000m³/日 x4系列

水面積負荷 : 20m³/m²・日

b) 設計計算

必要面積 : 25,000m³/日 x1/20m³/m²・日 = 1,250m²

c) 仕様

形 状 : 5mWx32mLx3mHx8列

材 質 : RC

数 量 : 4 set

d) 付帯設備

・集泥装置 (メイン)

形 式 : チェーンフライト式 5mWx32mL

数 量 : 8x4 set

・集泥装置 (クロス)

形 式 : チェーンフライト式 1.5mWx20mL

数 量 : 2x4 set

・汚泥ポンプ

形 式 : 自吸式ノンクログ型

容 量 : 8.8m³/minx15mH

電動機 : 22kWx440V

数 量 : (2+1)x4 set

F. 接触酸化槽設備

a) 設計条件

流 量 : 25,000m³/日 x4系列

滞留時間 : 4.8h

b) 設計計算

計算容量： $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 4.8\text{h} = 5,000\text{m}^3$

c) 仕様

水面積： 1.280m^2

形状： $5\text{mW} \times 25\text{mL} \times 5\text{mH} \times 8\text{列}$

材質： 槽 RC

接触材 ハニカム式 $500\text{m}^3 \times 8\text{列}$ PVC製

接触材架台 ステンレススチール製

数量： 4 set

d) 付帯設備

・ブローワー

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

$5,000\text{m}^3 \times 1\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h} \times 1/60 = 83\text{Nm}^3/\text{min}$

形式： ターボブローワー

容量： $42\text{Nm}^3/\text{min} \times 0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$

電動機： $45\text{kW} \times 440\text{V}$

数量： $(2+1) \times 4$ set

G. 反応・凝集槽設備

a) 設計条件

流量： $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 4\text{系列}$

滞留時間： 14min (反応槽 7min、凝集槽 7min)

b) 設計計算

計算容量： $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/1440 \times 14\text{min} = 243\text{m}^3$

c) 仕様

容量： 250m^3 (反応槽 125m^3 、凝集槽 125m^3)

形状： $5\text{mW} \times 10\text{mL} \times 2.5\text{mD} \times 2\text{槽}$

材質： RC

数量： 4 set

d) 付帯設備

・攪拌器 (反応槽)

形式 : プロペラ羽根

回転数 : 300rpm

電動機 : 30kWx440V

数量 : 4x2 set

・攪拌機 (凝集槽)

形式 : パドル羽根

回転数 : 60rpm

電動機 : 22kWx440V

数量 : 4x2 set

H. 第二沈澱槽設備

a) 設計条件

流量 : $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 4$ 系列

水面積負荷 : $40\text{m}^3/\text{m}^2\text{日}$

b) 設計計算

必要面積 : $25,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/40\text{m}^3/\text{m}^2\text{日} = 625\text{m}^2$

c) 仕様

形状 : $29\text{m}\phi \times 3\text{mH}$

材質 : R C

数量 : 4 set

d) 付帯設備

・集泥装置

形式 : レーキ式汚泥掻寄機

数量 : 4 set

・ポンプ

形式 : スラリーポンプ

容量 : $1.2\text{m}^3/\text{min} \times 15\text{mH}$

電動機 : 7.5kWx440V

数量 : 4+1 set

I. 汚泥濃縮槽設備

発生汚泥量の推定

SS	$(120-30)g/m^3 \times 1/1,000 \times 100,000m^3/日$	= 9,000kg/日
BOD	$(300-30)g/m^3 \times 1/1,000 \times 30\% \times 100,000m^3/日$	= 8,100kg/日
凝集分	$100,000m^3/日 \times 500ppm \times 1/1,000 \times 15\%$	= 7,500kg/日
	合計	24,600kg/日

汚泥の密度を $10kg/m^3$ とすれば、汚泥の容積は $2,460m^3/日$ となる。

a) 設計条件

処理量	:	$2,460m^3/日$
水面積負荷	:	$10m^3/m^2 \cdot 日$
RT	:	16h
汚泥濃度	:	1%のものを3%まで濃縮する。

b) 設計計算

必要面積	:	$2,460m^3/日 \times 1/10m^3/m^2 \cdot 日 = 246m^2$
計算容量	:	$2,460m^3/日 \times 1/3 \times 1/24 \times 16h = 547m^3$

c) 仕様

形状	:	$15m\phi \times 3mH$
材質	:	RC
数量	:	2 set

d) 付帯設備

・集泥装置

形式	:	レーキ式汚泥掻寄機
数量	:	2 set

・汚泥ポンプ

形式	:	スラリーポンプ
容量	:	$0.38m^3/min \times 15mH$
電動機	:	7.5kW x 440V
数量	:	2 set

J. 汚泥脱水設備

汚泥の脱水は、3系列で行い、稼働時間を8h/日とする。

J - 1 凝集槽

a) 設計条件

処理量 : $820\text{m}^3/\text{日}$ (汚泥濃度を 3%とする。)

滞留時間 : 3min

b) 設計計算

計算容量 : $820\text{m}^3/\text{日} \times 1/8\text{h}/\text{日} \times 1/60 \times 3\text{min} = 5.1\text{m}^3$

c) 仕様

容量 : 1.73m^3

形状 : $1.5\text{m}\phi \times 1.0\text{mH}$

材質 : RC

数量 : 3 set

J - 2 脱水機

a) 設計条件

処理量 : $24,600\text{kg}/\text{日}$ (汚泥濃度を 3%とする。)

汚泥含水率 : 85%

b) 設計計算

濾過速度 : $24,600\text{kg}/\text{日} \times 1/8\text{h}/\text{日} = 3075\text{kg}/\text{h}$

脱水汚泥量 : $24,600\text{kg}/\text{日} \times 1/0.15 \times 1/1,000 = 164\text{t}/\text{日}$

c) 仕様

形式 : ベルトプレス型

材質 : SS

数量 : 3 set

K. 薬品注入設備

K - 1 硫酸貯槽

a) 設計条件

注入量 : pH 11.5の廃水を pH7.0に中和すると、 $0.15\text{kg}/\text{m}^3$ (75%濃度の硫酸)となる。

貯留日数 : 1週間

b) 設計計算

使用量 : $100,000\text{m}^3/\text{日} \times 0.15\text{kg}/\text{m}^3 / 0.75/1.7 \times 1/1000 \times 2 = 23.6\text{m}^3/\text{日}$

容量 : $23.6\text{m}^3/\text{日} \times 6\text{日} = 142\text{m}^3$

c) 仕様

容量 : 75m^3

形状 : $5\text{mW} \times 3\text{mL} \times 5\text{mH}$

材質 : RC 耐酸仕上

数量 : 2 set

d) 付帯設備

・硫酸注入ポンプ

形式 : 油圧ダイアフラム式

容量 : $8.2\text{Q}/\text{min} \times 5.0\text{kgf}/\text{cm}^2$

電動機 : $1.5\text{kW} \times 440\text{V}$

材質 : テフロン

数量 : 2+1 set

K - 2 PAC 貯槽

a) 設計条件

注入量 : 500ppm

貯留日数 : 1週間

b) 設計計算

使用量 : $100,000\text{m}^3/\text{日} \times 500\text{ppm} \times 1/1000 \times 1/1.13 \times 1/1000 = 44.2\text{m}^3/\text{日}$

容量 : $44.2\text{m}^3/\text{日} \times 6\text{日} = 265\text{m}^3$

c) 仕様

容量 : 275m^3

形状 : $5\text{mW} \times 11\text{mL} \times 5\text{mH}$

材質 : RC 耐酸仕上

数量 : 2 set

d) 付帯設備

・PAC 注入ポンプ

形式 : 油圧ダイアフラム式

容 量 : $7.7 \text{ l/min} \times 5.0 \text{ kgf/cm}^2$
電動機 : $1.5 \text{ kW} \times 440 \text{ V}$
材 質 : テフロン
数 量 : 4+1 set

K - 3 苛性ソーダ貯槽

a) 設計条件

注入量 : 55ppm (濃度 25%として)
貯留日数 : 1週間

b) 設計計算

使用量 : $100,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 55 \text{ ppm} \times 1/1000 \times 1/0.25 \times 1/1.2 \times 1/1000 \times 2$
 $= 36.6 \text{ m}^3/\text{日}$
容 量 : $36.6 \text{ m}^3/\text{日} \times 6 \text{ 日} = 220 \text{ m}^3$

c) 仕様

容 量 : 275 m^3
形 状 : $5 \text{ mW} \times 3 \text{ mL} \times 5 \text{ mH}$
材 質 : RC 耐アルカリ仕上
数 量 : 2 set

d) 付帯設備

・ 苛性ソーダ注入ポンプ

形 式 : 油圧ダイアフラム式
容 量 : $6.4 \text{ l/min} \times 5.0 \text{ kgf/cm}^2$
電動機 : $1.5 \text{ kW} \times 440 \text{ V}$
材 質 : テフロン
数 量 : 4+1 set

K - 4 A - 高分子凝集剤貯槽

a) 設計条件

注入量 : 水処理用 2ppm (濃度 0.1%として)
脱水用 乾燥固形分率基準で0.5% (濃度 0.1%として)

b) 設計計算

使用量 : 水処理用 $100,000\text{m}^3/\text{日} \times 2\text{ppm} \times 1/1000 = 200\text{kg}/\text{日}$
脱水用 $16,500\text{kg}/\text{日} \times 0.5\% = 82.5\text{kg}/\text{日}$
 $282.5\text{kg}/\text{日} \times 1/0.001 \times 1/1000 = 282.5\text{m}^3/\text{日}$

c) 仕様

容量 : 250m^3
形状 : $5\text{mW} \times 10\text{mL} \times 5\text{mH}$
材質 : RC 耐薬品仕上
数量 : 2 set

d) 付帯設備

・ A - 高分子凝集剤貯槽攪拌機

形式 : 縦型プロペラ羽根
回転数 : 300rpm
電動機 : 30kWx440V
材質 : ステンレススチール
数量 : 4 set

・ A - 高分子凝集剤ポンプ

(水処理用)

形式 : 油圧ダイヤフラム式
容量 : $35\text{ℓ}/\text{min} \times 6.0\text{kgf}/\text{cm}^2$
電動機 : 2.2kWx440V
材質 : テフロン
数量 : 4+1 set

(脱水用)

形式 : 油圧ダイヤフラム式
容量 : $86\text{ℓ}/\text{min} \times 6.0\text{kgf}/\text{cm}^2$
電動機 : 2.2kWx440V
材質 : テフロン
数量 : 2+1 set

K - 5 K - 高分子凝集剤貯槽

a) 設計条件

注入量 : 脱水用 乾燥固形分基準で0.5% (濃度 0.2%として)

b) 設計計算

使用量 : 脱水用 $16,500\text{kg/日} \times 0.5\% = 82.5\text{kg/日}$

$82.5\text{kg/日} \times 1/0.002 \times 1/1000 = 41.3\text{m}^3/\text{日}$

c) 仕様

容量 : 26m^3

形状 : $2.3\text{mW} \times 2.3\text{mL} \times 5\text{mH}$

材質 : RC 耐薬品仕上

数量 : 2 set

d) 付帯設備

・ K - 高分子凝集剤貯槽攪拌機

形式 : 縦型プロペラ羽根

回転数 : 300rpm

電動機 : $17.5\text{kW} \times 440\text{V}$

材質 : ステンレススチール

数量 : 2 set

・ K - 高分子凝集剤ポンプ

形式 : 油圧ダイアフラム式

容量 : $43\text{ℓ/min} \times 6.0\text{kgf/cm}^2$

電動機 : $2.2\text{kW} \times 440\text{V}$

材質 : テフロン

数量 : 2+1 set

表3.5.1 に、CASE-1における処理施設の主要機器一覧を示す。

表3.5.1 CASE-1 処理施設の仕様

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
1	SEDIMENTATION BASIN	2	RC	2.5m ^w x12m ^L x2.2m ^H	
	SLUDGE COLLECTER	2	SS	Basket Conveyor type	
	ROUGH SCREEN	2	SS	Pich 100mm	
	FINE SCREEN	2	SS	Pith 10mm	
2	PUMP PIT	1	RC	10m ^w x5m ^L x3m ^H	pHIR, LICA
	PUMP	4 + 2	FC	17.5m ³ /mx10mHx55kW	
3	STABILIZATION	1	RC	50m ^w x75m ^L x5m ^H	LICA
	BLOWER	1	FC	156Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x200kW	
	PUMP	8 + 4	FC	10.5m ³ /mx15mHx37kW	
4	MEASURING INSTRUMENT	2	SUS	Partial Flume	FIRQ
5	NEUTRALIZATION TANK	2	RC	5m ^w x5m ^L x5m ^H x3tanks	pHIRC
	AGITATOR	6	SUS	500rpm x15kW	
6	AERATION TANK	4	RC	5m ^w x34m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	BLOWER	16 + 4	FC	36Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
	MEASURING INSTRUMENT	8	SUS		FIRQ
	OUT FLOW GATE	16	FC	1000mm x 1000mm	
7	1st SEDIMENTATION TANK	4	RC	5m ^w x32m ^L x3m ^H x8lines	
	SLUDGE COLLECTOR (M)	32	SS,Rasin	Chain Flight type 5m ^w x32m ^L	
	SLUDGE COLLECTOR (C)	8	SS,Rasin	Chain Flight type 1.5m ^w x20m ^L	
	SLUDGE POMP	8 + 4	FC	8.8m ³ /mx15mHx22kW	
8	CONTACT AERATION TANK	4	RC	5m ^w x25m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	CONTACT MATERIAL	4	PVC	500m ³ x8lines	
	BLOWER	8 + 2	FC	42Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
9	COAGULATION TANK	4	RC	5m ^w x10m ^w x2.5m ^H x2tanks	pHIRC
	AGITATER (R)	8	SUS	300rpm x 30kW	
	AGITATOR (C)	8	SUS	60rpm x 22kW	

表3.5.1 CASE-1 処理施設の仕様 (続き)

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
10	2nd SEDIMENTATION TANK	4	RC	29m ϕ x 3m ^H	CODR, pHIR
	SCRAPER	4	SS	Rake type 29m	
	SLURRY PUMP	4 + 1	FC	1. 2m ³ /mx15mHx7. 5kW	
11	CONCENTRATING TANK	2	RC	15m ϕ x 3m ^H	LICA
	SCRAPER	2	SS	Rake type 15m	
	SLURRY PUMP	2	FC	0. 38m ³ /mx15mHx7. 5kW	
12	COAGULATION CHAMBER	3	RC	1. 5m ϕ x 1m ^H	
13	BELT PRESS	3	SS	3m ^W 3. 7kW	
	VELT CONVEYOR	2	SS, NBR	600m ^W x 14m ^L x 1. 5kW	
	SCREW CONVEYOR	1	SS	5. 5kW	
	CAKE HOPPER	2	SS	2. 7m ^W x 5m ^L x 5m ^H	
14	H ₂ SO ₄ TANK	2	RC	5m ^W x 3m ^L x 5m ^H	LIA
	PUMP	2 + 1	Teflon	8. 2 ℓ /mx5kgf/cm ² x 1. 5kW	
15	PAC TANK	2	RC	5m ^W x 5. 5m ^L x 5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	7. 7 ℓ /mx5kgf/cm ² x 1. 5kW	
16	NaOH TANK	2	RC	5m ^W x 3m ^L x 5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	6. 4 ℓ /mx5kgf/cm ² x 1. 5kW	
17	A-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x 10m ^L x 5m ^H	LIA
	AGITATER	4	SUS	300rpm x 30kW	
	PUMP (W)	4 + 1	Teflon	35 ℓ /mx6kgf/cm ² x 2. 2kW	
	PUMP (S)	2 + 1	Teflon	86 ℓ /mx5kgf/cm ² x 2. 2kW	
18	K-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x 10m ^L x 5m ^H	LIA
	AGITATER	2	SUS	300rpm x 17. 5kW	
	PUMP	2 + 1	Teflon	43 ℓ /mx6kgf/cm ² x 1. 5kW	

(2) レイアウト

図3.5.2に、CASE-1における処理施設のレイアウトを示す。敷地面積は、50,700m² (195mW×260mL) である。

3.5.3 COD成分の高度処理システム (CASE-2)

(1) 概念設計

CASE-2の処理フローを図3.5.3に示す。

CASE-2では、CASE-1の処理水の内 80,000m³/日を部分処理する。ここでは、CASE-1の処理後の分配ピットから混合槽までの設備について概念設計を行う。

A. 分配設備

A-1 分配ピット

20,000m³/日と80,000m³/日に分配し、前者は混合層へ送水し、後者は砂ろ過処理および活性炭吸着処理を行った後混合槽へ送水する。

a) 設計条件

流量 : 100,000m³/日

b) 仕様

容量 : 6m³

形状 : 3.0mW×1.0mL×2.0mD (有効)

材質 : RC

数量 : 1 set

A-2 凝集沈澱処理水槽

a) 設計条件

流量 : 80,000m³/日

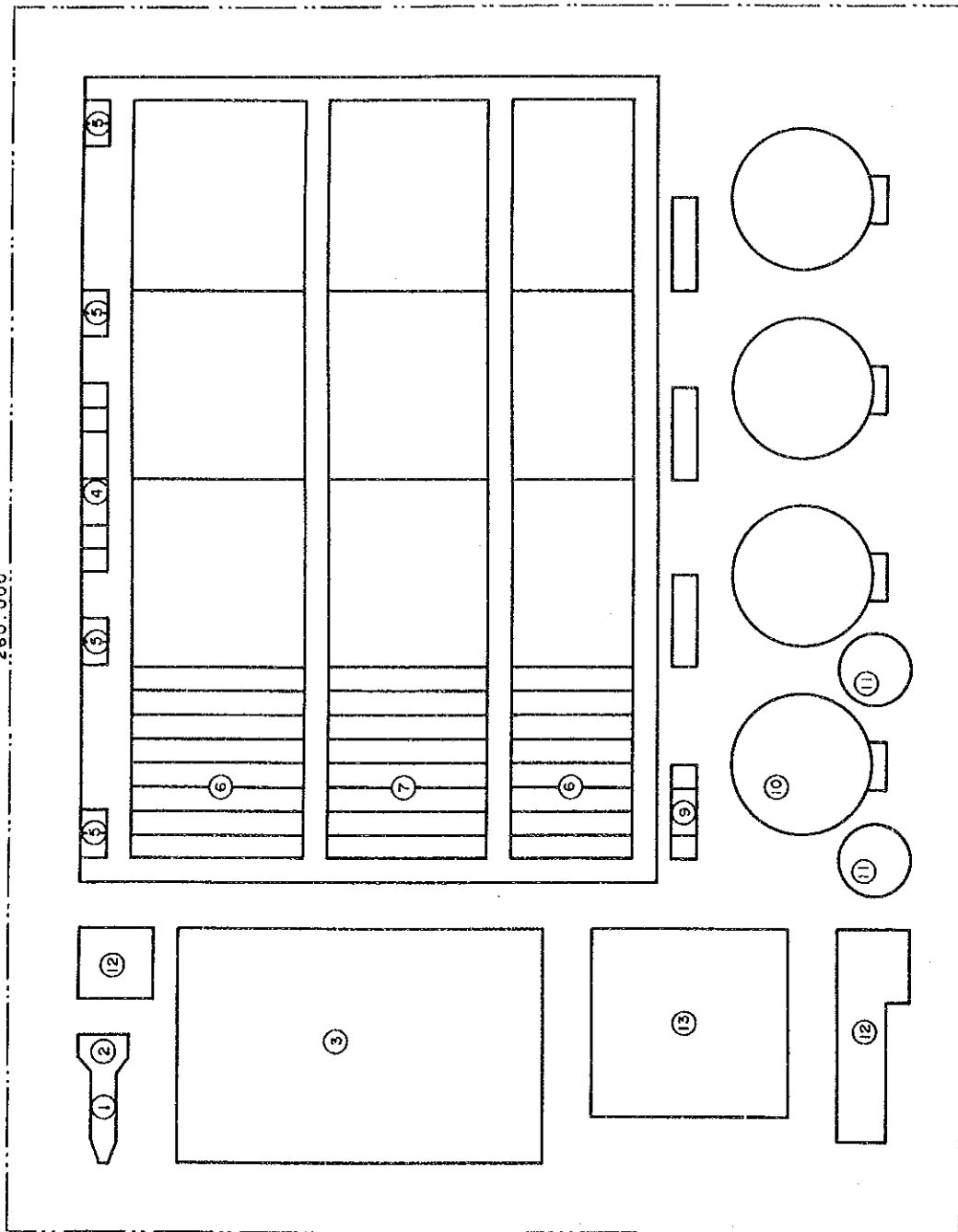
滞留時間 : 10min

b) 設計計算

計算容量 : $80,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/1440 \times 10\text{min} = 560\text{m}^3$

c) 仕様

260,000



191,000

13	HOUSE 1F BLOWER 2F DEHYDRATOR 3F CONTROL ROOM
12	CHEMICAL CHAMBER YARD
11	CONCENTRATED TANK
10	2nd SEDIMENTATION TANK
9	COAGULATION TANK
8	CONTACT AERATION TANK
7	1st SEDIMENTATION TANK
6	AERATION TANK
5	NEUTRALIZATION TANK
4	DISTRIBUTION TANK
3	STABILIZATION TANK
2	PUMP PIT
1	SEDIMENTATION BASIN
No.	DESIGNATION

3.5.2. CASE-1レイアウト

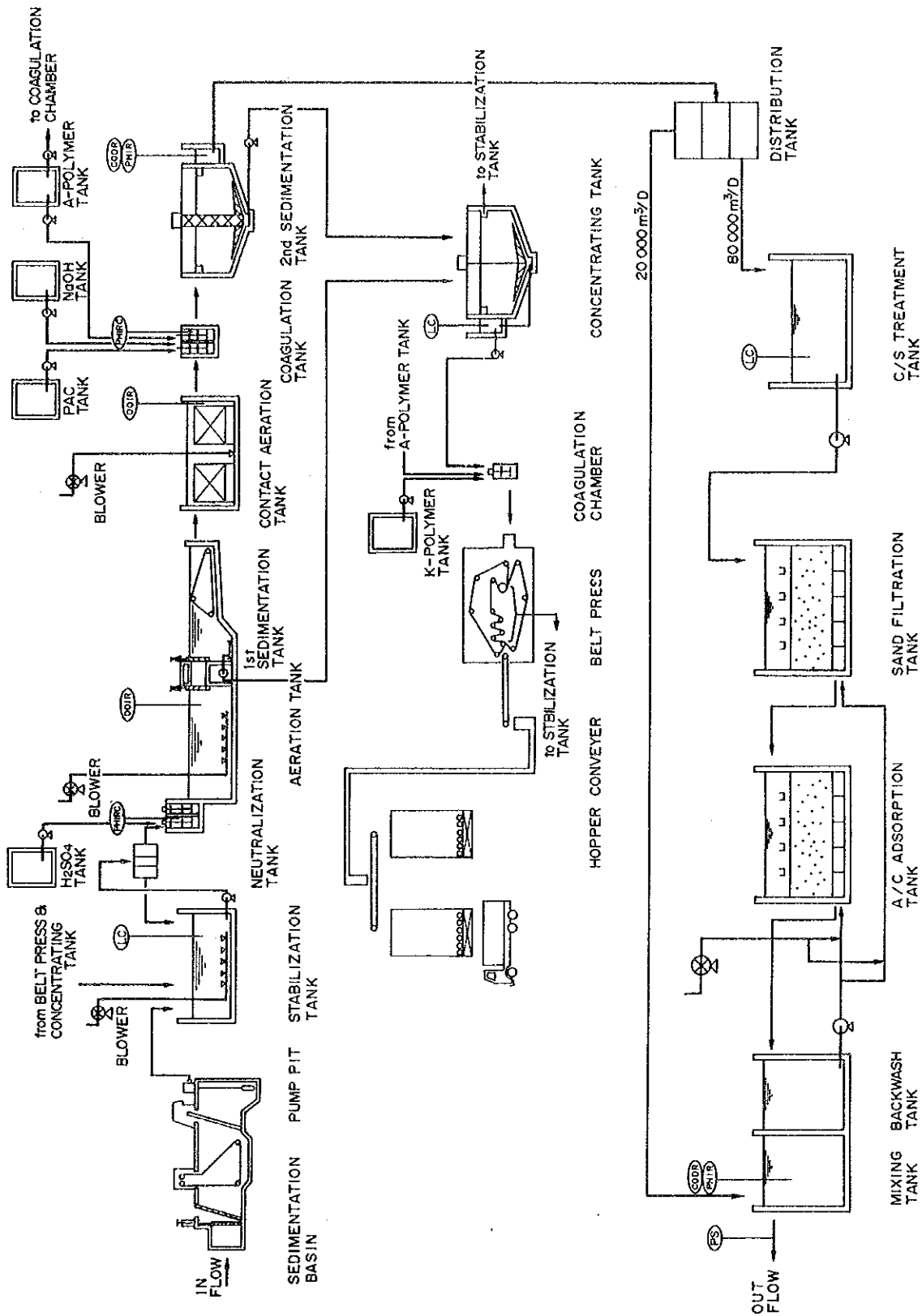


図 3.5.3. CASE - 2 処理 7 口 -

容 量 : 600m³
形 状 : 10.0mWx12.0mLx5.0mD
材 質 : RC
数 量 : 1 set

d) 付帯設備

・ポンプ

形 式 : 横型渦巻ポンプ
容 量 : 14m³/minx15mH
電動機 : 45kWx440V
数 量 : 4+1 set

B. 砂ろ過槽設備

a) 設計条件

流 量 : 80,000m³/日
LV : 7.0m/h
SV : 2.0h⁻¹

b) 設計計算

必要面積 : 80,000m³/日 x 1/24 x 1/7m/h = 476m²
容 積 : 80,000m³/日 x 1/24 x 1/2h⁻¹ = 1667m³

c) 仕様

形 状 : 10.0mWx12.0mLx6.0mD (充填高さ 3.5m)
材 質 : RC
数 量 : 4 set

C. 活性炭吸着槽設備

C-1 活性炭吸着槽

a) 設計条件

流 量 : 80,000m³/日
LV : 7.0m/h
SV : 2.0h⁻¹

b) 設計計算

必要面積 : $80,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/7\text{m/h} = 476\text{m}^2$

容 積 : $80,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/2\text{h}^{-1} = 1667\text{m}^3$

c) 仕様

形 状 : 10.0mWx12.0mLx6.0mD (充填高さ 3.5m)

材 質 : RC

数 量 : 4 set

C-2 逆洗水槽

a) 設計条件

逆洗は、一槽づつ行うものとする。

逆洗時間 : 5.0min

逆洗流量 : $86\text{m}^3/\text{min}$

b) 設計計算

逆洗水量 : $86\text{m}^3/\text{min} \times 5\text{min} = 430\text{m}^3/\text{回}$

c) 仕様

形 状 : 10.0mWx10.0mLx5.0mD

材 質 : RC

数 量 : 1 set

d) 付帯設備

・逆洗ポンプ

形 式 : 横型渦巻ポンプ

容 量 : $43\text{m}^3/\text{min} \times 30\text{mH}$

電動機 : 160kWx440V

数 量 : 2 set

・逆洗ブロー

形 式 : ターボブロー

容 量 : $120\text{Nm}^3/\text{min} \times 0.5\text{kgf/cm}^2$

電動機 : 220kWx440V

数 量 : 1 set

D. 混合槽設備

a) 設計条件

流量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}$

滞留時間 : 7min

b) 設計計算

計算容量 : $100,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/1440 \times 7\text{min} = 486\text{m}^3$

c) 仕様

形状 : $10.0\text{mW} \times 10.0\text{mL} \times 5.0\text{mD}$

材質 : RC

数量 : 1 set

表3.5.2 に、CASE-2処理施設の主要機器一覧を示す。

(2) レイアウト

図3.5.4 に、CASE-2処理施設のレイアウトを示す。敷地面積は、 $57,200\text{m}^2$ ($220\text{mW} \times 260\text{mL}$) である。

3.5.4 再生処理システムと廃水の現行の排水基準に適合する処理システムの組み合わせ (CASE-3)

(1) 概念設計

CASE-3の処理フローを図3.5.5 に示す。CASE-3では、CASE-1の処理水中 $20,000\text{m}^3/\text{日}$ を再生処理する。ここでは、CASE-1の処理後の分配ピットから再生水槽までの設備について概念設計を行う。

A. 分配設備

$80,000\text{m}^3/\text{日}$ と $20,000\text{m}^3/\text{日}$ に分配し、前者は下水終末処理場へ排出し、後者はオゾン酸化処理、砂ろ過処理および活性炭吸着処理の再生処理を行う。

a) 設計条件

流量 : $100,000\text{m}^3/\text{日}$

表3.5.2 CASE-2 処理施設の仕様

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
1	SEDIMENTATION BASIN	2	RC	2.5m ^W x12m ^L x2.2m ^H	
	SLUDGE COLLECTER	2	SS	Basket Conveyor type	
	ROUGH SCREEN	2	SS	Pich 100mm	
	FINE SCREEN	2	SS	Pith 10mm	
2	PUMP PIT	1	RC	10m ^W x5m ^L x3m ^H	pHIR, LICA
	PUMP	4 + 2	FC	17.5m ³ /mx10mHx55kW	
3	STABILIZATION	1	RC	50m ^W x75m ^L x5m ^H	LICA
	BLOWER	1	FC	156Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x200kW	
	PUMP	8 + 4	FC	10.5m ³ /mx15mHx37kW	
4	MEASURING INSTRUMENT	2	SUS	Partial Flume	FIRQ
5	NEUTRALIZATION TANK	2	RC	5m ^W x5m ^L x5m ^H x3tanks	pHIRC
	AGITATOR	6	SUS	500rpm x15kW	
6	AERATION TANK	4	RC	5m ^W x34m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	BLOWER	16 + 4	FC	36Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
	MEASURING INSTRUMENT	8	SUS		FIRQ
	OUT FLOW GATE	16	FC	1000mm x 1000mm	
7	1st SEDIMENTATION TANK	4	RC	5m ^W x32m ^L x3m ^H x8lines	
	SLUDGE COLLECTOR (M)	32	SS,Rasin	Chain Flight type 5m ^W x32m ^L	
	SLUDGE COLLECTOR (C)	8	SS,Rasin	Chain Flight type 1.5m ^W x20m ^L	
	SLUDGE POMP	8 + 4	FC	8.8m ³ /mx15mHx22kW	
8	CONTACT AERATION TANK	4	RC	5m ^W x25m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	CONTACT MATERIAL	4	PVC	500m ³ x8lines	
	BLOWER	8 + 2	FC	42Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
9	COAGULATION TANK	4	RC	5m ^W x10m ^W x2.5m ^H x2tanks	pHIRC
	AGITATER (R)	8	SUS	300rpm x 30kW	
	AGITATOR (C)	8	SUS	60rpm x 22kW	

表3.5.2 CASE-2 処理施設の仕様 (続き)

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
10	2nd SEDIMENTATION TANK	4	RC	29m ϕ x 3m ^H	CODR, PHIR
	SCRAPER	4	SS	Rake type 29m	
	SLURRY PUMP	4 + 1	FC	1.2m ³ /mx15mHx7.5kW	
11	DISTRIBUTION TANK	1	RC	3m ^W x1m ^L x2m ^H	FQR
12	C/S TREATMENT TANK	1	RC	10m ^W x12m ^L x5m ^H	LIC
	PUMP	4 + 1	FC	14m ³ /mx15mHx45kW	
13	SAND FILTRATION TANK	4	RC	10m ^W x12m ^L x6m ^H	
14	A/C ADSORPTION TANK	4	RC	10m ^W x12m ^L x6m ^H	
15	BACKWASH TANK	1	RC	10m ^W x10m ^L x5m ^H	
	PUMP	2	FC	43m ³ /mx30mHx160kW	
	BLOWER	1	FC	120Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x200kW	
16	MIXING TANK	1	RC	10m ^W x10m ^L x5m ^H	
17	CONCENTRATING TANK	2	RC	15m ϕ x 3m ^H	LICA
	SCRAPER	2	SS	Rake type 15m	
	SLURRY PUMP	2	FC	0.38m ³ /mx15mHx7.5kW	
18	COAGULATION CHAMBER	3	RC	1.5m ϕ x 1m ^H	
19	BELT PRESS	3	SS	3m ^W 3.7kW	
	VELT CONVEYOR	2	SS, NBR	600m ^W x14m ^L x1.5kW	
	SCREW CONVEYOR	1	SS	5.5kW	
	CAKE HOPPER	2	SS	2.7m ^W x5m ^L x5m ^H	
20	H ₂ SO ₄ TANK	2	RC	5m ^W x3m ^L x5m ^H	LIA
	PUMP	2 + 1	Teflon	8.2 ϕ /mx5kgf/cm ² x1.5kW	
21	PAC TANK	2	RC	5m ^W x5.5m ^L x5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	7.7 ϕ /mx5kgf/cm ² x1.5kW	
22	NaOH TANK	2	RC	5m ^W x3m ^L x5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	6.4 ϕ /mx5kgf/cm ² x1.5kW	

表3.5.2 CASE-2 処理施設の仕様 (続き)

No.	NAME	Q'TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
23	A-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x10m ^L x5m ^H	LIA
	AGITATER	4	SUS	300rpm x 30kW	
	PUMP (W)	4 + 1	Teflon	35 ℓ/mx6kgf/cm ² x2. 2kW	
	PUMP (S)	2 + 1	Teflon	86 ℓ/mx5kgf/cm ² x2. 2kW	
24	K-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x10m ^L x5m ^H	LIA
	AGITATER	2	SUS	300rpm x 17.5kW	
	PUMP	2 + 1	Teflon	43 ℓ/mx6kgf/cm ² x1. 5kW	

18	MIXING TANK
17	BACKWASH TANK
16	A/C ADSORPTION TANK
15	SAND FILTRATION TANK
14	C/S TREATMENT TANK
13	HOUSE 1F BLOWER 2F DEHYDRATOR 3F CONTROL ROOM
12	CHEMICAL CHAMBER YARD
11	CONCENTRATED TANK
10	2nd SEDIMENTATION TANK
9	COAGULATION TANK
8	CONTACT AERATION TANK
7	1st SEDIMENTATION TANK
6	AERATION TANK
5	NEUTRALIZATION TANK
4	DISTRIBUTION TANK
3	STABILIZATION TANK
2	PUMP PIT
1	SEDIMENTATION BASIN
No.	DESIGNATION

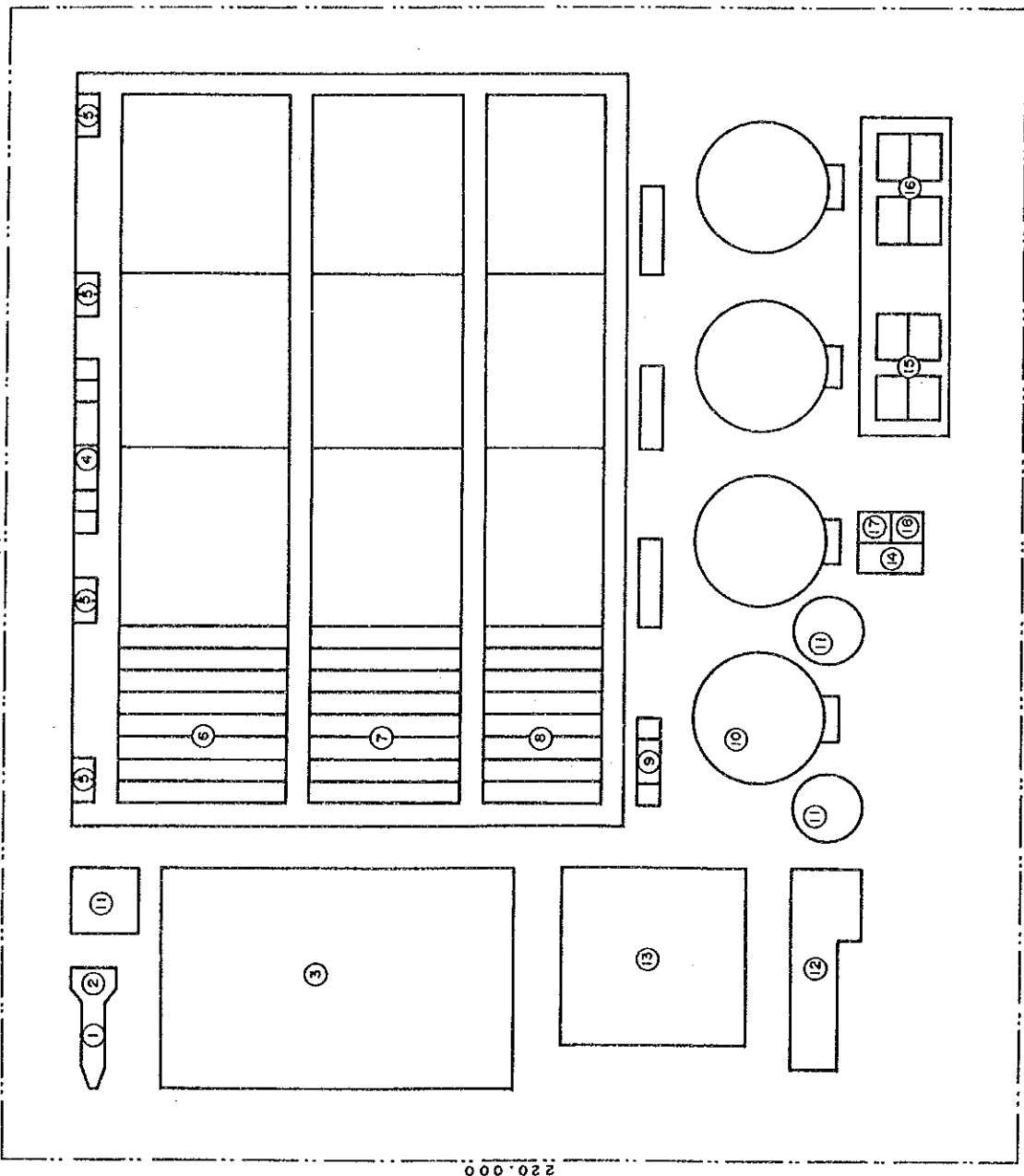


図 3.5.4 CASE-2レベルアウト

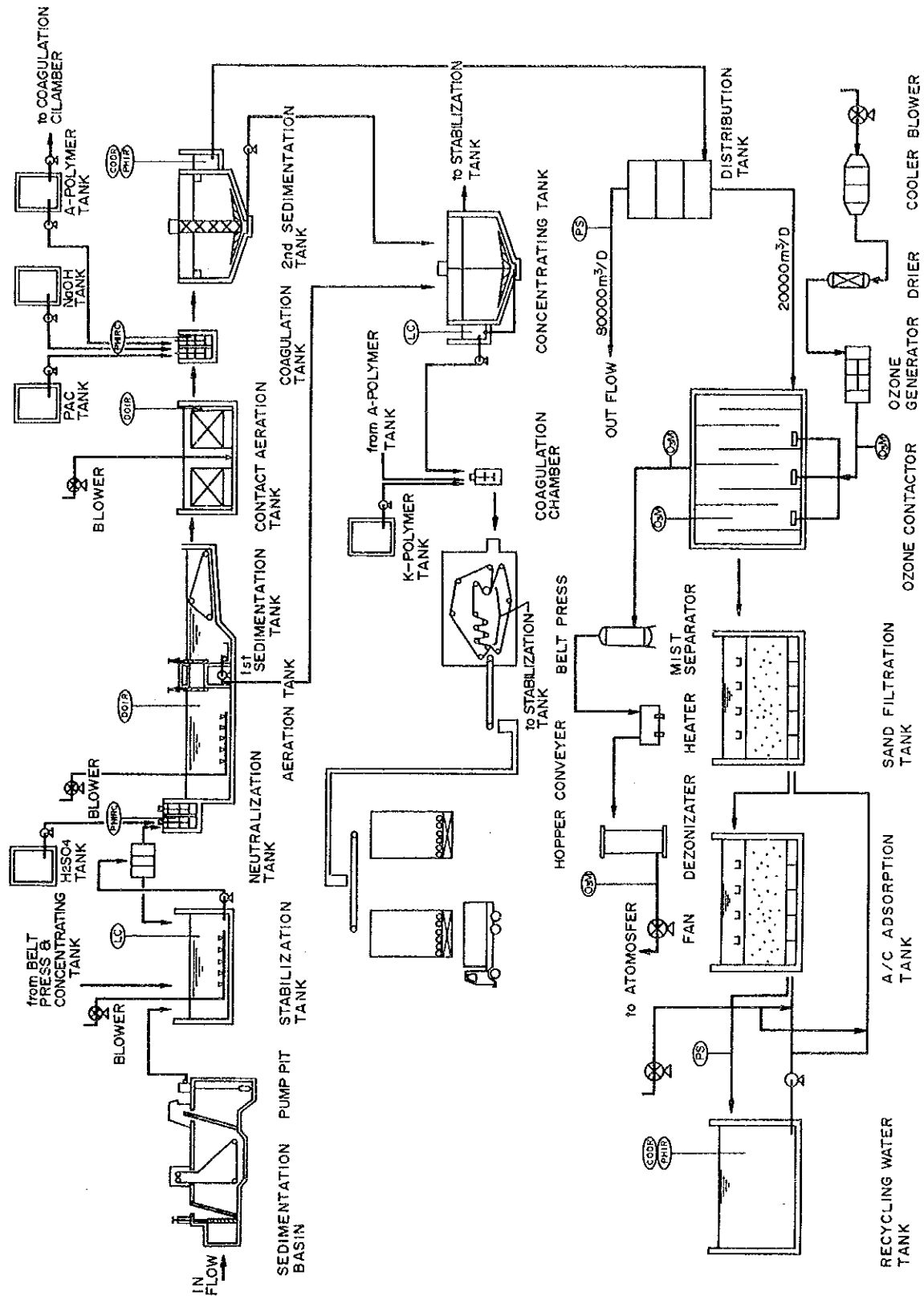


図 3.5.5 CASE-3処理 7口 -

b) 仕様

容 量 : 6m^3
形 状 : $3.0\text{mW} \times 1.0\text{mL} \times 2.0\text{mD}$ (有効)
材 質 : RC
数 量 : 1 set

B. オゾン酸化設備

B-1 オゾン接触槽

a) 設計条件

流 量 : $20,000\text{m}^3/\text{日}$
接 触 時 間 : 15min

b) 設計計算

計算容量 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/1440 \times 15\text{min} = 210\text{m}^3$

c) 仕様

容 量 : 225m^3
形 状 : $5.0\text{mW} \times 9.0\text{mL} \times 5.0\text{mD}$
材 質 : RC
数 量 : 1 set

d) 付帯設備

・ミストセパレーター

形 式 : エリミネーター式
数 量 : 10 set

・ヒーター

形 式 : 蒸気式
数 量 : 10 set

・排オゾン塔

形 式 : 活性炭吸着分解式
容 量 : $4\text{m}\phi \times 15\text{mH}$
数 量 : 10 set

・排風機

容 量 : $41\text{Nm}^3/\text{min} \times 0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$
電動機 : $45\text{kW} \times 440\text{V}$
数 量 : 5 set

B - 2 オゾン発生機

a) 設計条件

必要オゾン量 : CODの4倍量
必要空気量 : $1.32\text{m}^3\text{-air} \cdot \text{min}/\text{kg-O}_3 \cdot \text{h}$

b) 設計計算

発生オゾン量 : $80\text{g-COD}/\text{m}^3 \times 1/1000 \times 20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 4 = 267\text{kg-O}_3/\text{h}$
空気量 : $267\text{kg-O}_3/\text{h} \times 1.32\text{m}^3\text{-air} \cdot \text{min}/\text{kg-O}_3 \cdot \text{h} = 203\text{m}^3/\text{min}$

c) 仕様

形 式 : 無声放電式
容 量 : $10\text{kg-O}_3/\text{h}$
数 量 : 27+5 set

d) 付帯設備

・ブローワー

形 式 : ターボブローワー
容 量 : $41\text{Nm}^3/\text{min} \times 1.0\text{kgf}/\text{cm}^2$
電動機 : $150\text{kW} \times 440\text{V}$
数 量 : 5 set

・空気冷却装置

形 式 : ブライン式チリングユニット
数 量 : 5 set

・除湿装置

形 式 : 加熱再生式活性アルミナ吸着式
数 量 : 10 set

C. 砂ろ過槽設備

a) 設計条件

流 量 : $20,000\text{m}^3/\text{日}$

LV : $7.0\text{m}/\text{h}$

SV : 2.0h^{-1}

b) 設計計算

必要面積 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/7\text{m}/\text{h} = 119\text{m}^2$

容 積 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/2\text{h}^{-1} = 417\text{m}^3$

c) 仕様

形 状 : $10.0\text{mW} \times 12.0\text{mL} \times 6.0\text{mD}$ (充填高さ 3.5m)

材 質 : RC

数 量 : 1 set

C. 活性炭吸着槽設備

C-1 活性炭吸着槽

a) 設計条件

流 量 : $20,000\text{m}^3/\text{日}$

LV : $7.0\text{m}/\text{h}$

SV : 2.0h^{-1}

b) 設計計算

必要面積 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/7\text{m}/\text{h} = 119\text{m}^2$

容 積 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 1/2\text{h}^{-1} = 417\text{m}^3$

c) 仕様

形 状 : $10.0\text{mW} \times 12.0\text{mL} \times 6.0\text{mD}$ (充填高さ 3.5m)

材 質 : RC

数 量 : 1 set

D. 再生水槽

a) 設計条件

滞留時間 : 5h

b) 設計計算

計算容量 : $20,000\text{m}^3/\text{日} \times 1/24 \times 5\text{h} = 2167\text{m}^3$

c) 仕様

容 量 : 4200m³
形 状 : 30.0mWx28.0mLx5.0mD
材 質 : RC
数 量 : 1 set

d) 付帯設備

・逆洗ポンプ

形 式 : 横型渦巻ポンプ
容 量 : 43m³/minx30mH
電動機 : 160kWx440V
数 量 : 2 set

・逆洗ブロー

形 式 : ターボブロー
容 量 : 120Nm³/minx0.5kgf/cm²
電動機 : 220kWx440V
数 量 : 1 set

表3.5.3 に、CASE-3処理施設の主要機器一覧を示す。

(2) レイアウト

図3.5.6 に、CASE-3処理施設のレイアウトを示す。敷地面積は、57,200m² (220mWx260mL) である。

3.5.5 再生処理システムとCOD成分の高度処理処理システムの組み合わせ

(CASE-4)

図3.5.7 に、CASE-4処理施設のフローシートを、図3.5.8 にレイアウトを示す。また、表3.5.4 に、CASE-4工程別処理水質を示す。

3.5.6 難分解成分の除去システム (CASE-5)

表3.5.3 CASE-3 処理施設の仕様

No.	NAME	Q'TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
1	SEDIMENTATION BASIN	2	RC	2.5m ^W x12m ^L x2.2m ^H	
	SLUDGE COLLECTER	2	SS	Basket Conveyor type	
	ROUGH SCREEN	2	SS	Pich 100mm	
	FINE SCREEN	2	SS	Pith 10mm	
2	PUMP PIT	1	RC	10m ^W x5m ^L x3m ^H	pHIR, LICA
	PUMP	4 + 2	FC	17.5m ³ /mx10mHx55kW	
3	STABILIZATION	1	RC	50m ^W x75m ^L x5m ^H	LICA
	BLOWER	1	FC	156Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x200kW	
	PUMP	8 + 4	FC	10.5m ³ /mx15mHx37kW	
4	MEASURING INSTRUMENT	2	SUS	Partial Flume	FIRQ
5	NEUTRALIZATION TANK	2	RC	5m ^W x5m ^L x5m ^H x3tanks	pHIRC
	AGITATOR	6	SUS	500rpm x15kW	
6	AERATION TANK	4	RC	5m ^W x34m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	BLOWER	16 + 4	FC	36Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
	MEASURING INSTRUMENT	8	SUS		FIRQ
	OUT FLOW GATE	16	FC	1000mm x 1000mm	
7	1st SEDIMENTATION TANK	4	RC	5m ^W x32m ^L x3m ^H x8lines	
	SLUDGE COLLECTOR (M)	32	SS, Rasin	Chain Flight type 5m ^W x32m ^L	
	SLUDGE COLLECTOR (C)	8	SS, Rasin	Chain Flight type 1.5m ^W x20m ^L	
	SLUDGE POMP	8 + 4	FC	8.8m ³ /mx15mHx22kW	
8	CONTACT AERATION TANK	4	RC	5m ^W x25m ^L x5m ^H x8lines	DOIR
	CONTACT MATERIAL	4	PVC	500m ³ x8lines	
	BLOWER	8 + 2	FC	42Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
9	COAGULATION TANK	4	RC	5m ^W x10m ^W x2.5m ^H x2tanks	pHIRC
	AGITATER (R)	8	SUS	300rpm x 30kW	
	AGITATOR (C)	8	SUS	60rpm x 22kW	

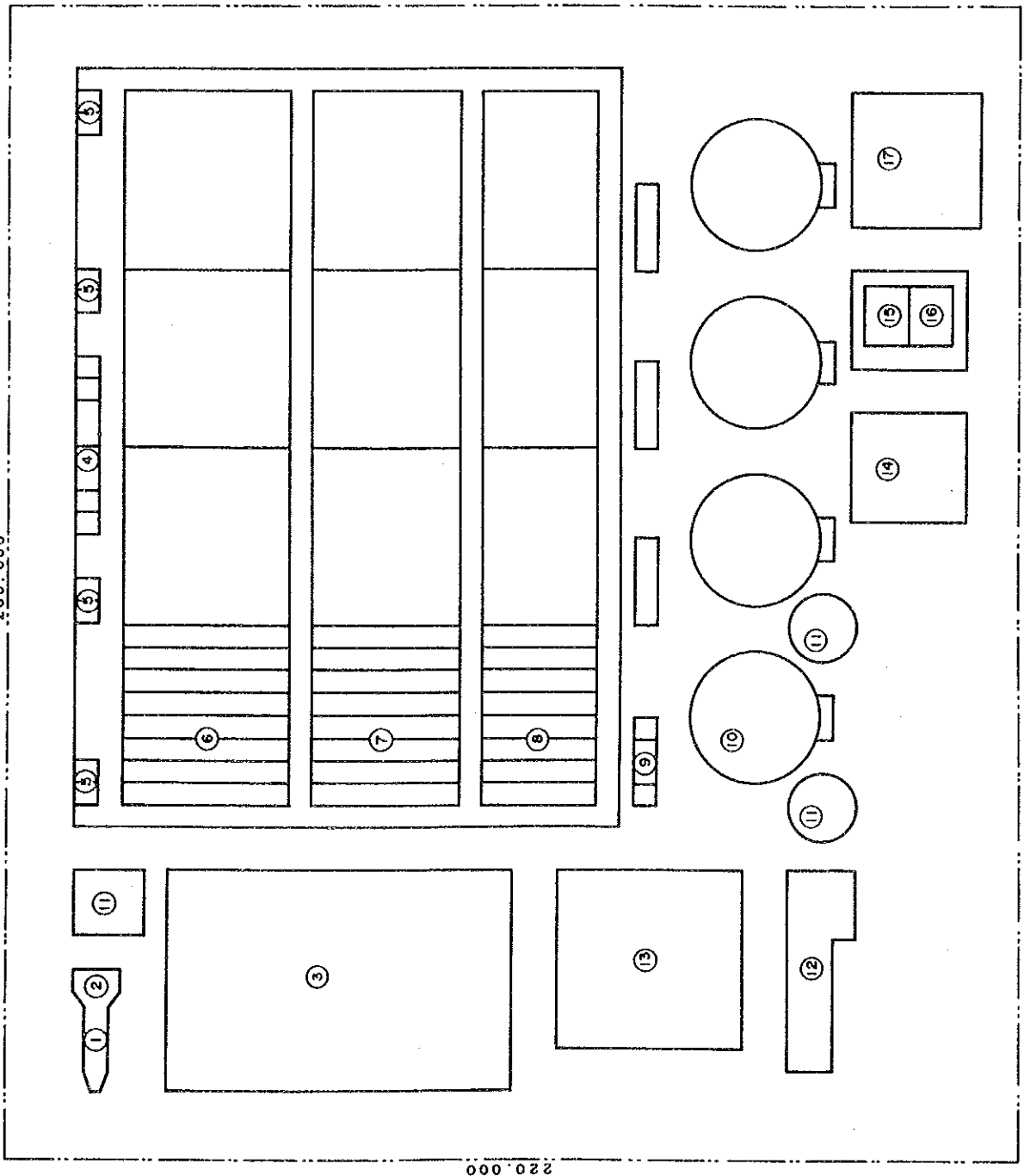
表3.5.3 CASE-3 処理施設の仕様 (続き)

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
10	2nd SEDIMENTATION TANK	4	RC	29m ϕ x 3m ^H	CODR, pHIR
	SCRAPER	4	SS	Rake type 29m	
	SLURRY PUMP	4 + 1	FC	1.2m ³ /mx15mHx7.5kW	
11	DISTRIBUTION TANK	1	RC	3m ^W x1m ^L x2m ^H	FQR
12	OZONE CONTACTOR	1	RC	5m ^W x9m ^L x5m ^H	O ₃ IR
	MIST SEPARATOR	10			
	HEATOR	10			
	OZONE ADSORP. TOWER	10		4m ϕ x 3m ^H	O ₃ IR
	BLOWER	5	FC	41Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x45kW	
13	OZONE GENERATOR	27 + 5		10kg-O ₃ /h	O ₃ IR
	BLOWER	5	FC	41Nm ³ /mx1.0kgf/cm ² x150kW	
	CHILLER	5			
	DRYER	10			
14	SAND FILTRATION TANK	1	RC	10m ^W x12m ^L x6m ^H	
15	DEOZONIZATER	1	RC	10m ^W x12m ^L x6m ^H	
16	RECYCLING WATER TANK	1	RC	30m ^W x28m ^L x5m ^H	
	PUMP	2	FC	43m ³ /mx30mHx160kW	
	BLOWER	1	FC	120Nm ³ /mx0.5kgf/cm ² x200kW	
17	CONCENTRATING TANK	2	RC	15m ϕ x 3m ^H	LICA
	SCRAPER	2	SS	Rake type 15m	
	SLURRY PUMP	2	FC	0.38m ³ /mx15mHx7.5kW	
18	COAGULATION CHAMBER	3	RC	1.5m ϕ x 1m ^H	
19	BELT PRESS	3	SS	3m ^W 3.7kW	
	VELT CONVEYOR	2	SS, NBR	600m ^W x14m ^L x1.5kW	
	SCREW CONVEYOR	1	SS	5.5kW	
	CAKE HOPPER	2	SS	2.7m ^W x5m ^L x5m ^H	
20	H ₂ SO ₄ TANK	2	RC	5m ^W x3m ^L x5m ^H	LIA

表3.5.3 CASE-3 処理施設の仕様 (続き)

No.	NAME	Q'TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
	PUMP	2 + 1	Teflon	8.2 ℓ/mx5kgf/cm ² x1.5kW	
21	PAC TANK	2	RC	5m ^W x5.5m ^L x5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	7.7 ℓ/mx5kgf/cm ² x1.5kW	
22	NaOH TANK	2	RC	5m ^W x3m ^L x5m ^H	LIA
	PUMP	4 + 1	Teflon	6.4 ℓ/mx5kgf/cm ² x1.5kW	
23	A-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x10m ^L x5m ^H	LIA
	AGITATER	4	SUS	300rpm x 30kW	
	PUMP (W)	4 + 1	Teflon	35 ℓ/mx6kgf/cm ² x2.2kW	
	PUMP (S)	2 + 1	Teflon	86 ℓ/mx5kgf/cm ² x2.2kW	
24	K-COAGULANT TANK	2	RC	5m ^W x10m ^L x5m ^H	LIA
	AGITATER	2	SUS	300rpm x 17.5kW	
	PUMP	2 + 1	Teflon	43 ℓ/mx6kgf/cm ² x1.5kW	

17	RECYCLING WATER TANK
16	A/C ADSORPTION TANK
15	SAND FILTRATION TANK
14	OZONE TREATMENT HOUSE
13	HOUSE 1F BLOWER 2F DEHYDRATOR 3F CONTROL ROOM
12	CHEMICAL CHAMBER YARD
11	CONCENTRATED TANK
10	2nd SEDIMENTATION TANK
9	COAGULATION TANK
8	CONTACT AERATION TANK
7	1st SEDIMENTATION TANK
6	AERATION TANK
5	NEUTRALIZATION TANK
4	DISTRIBUTION TANK
3	STABILIZATION TANK
2	PUMP PIT
1	SEDIMENTATION BASIN
No.	DESIGNATION



250.000

220.000

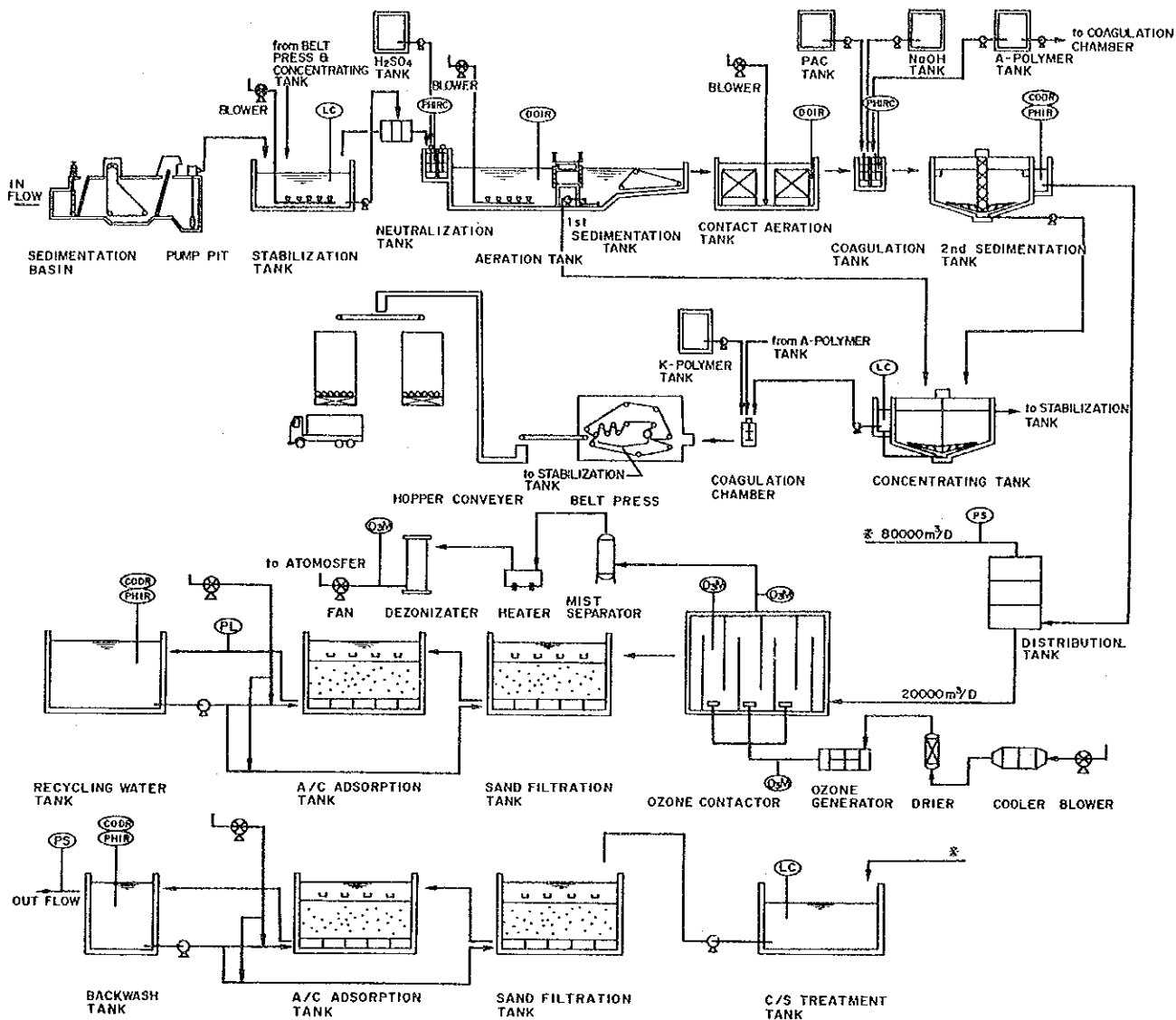
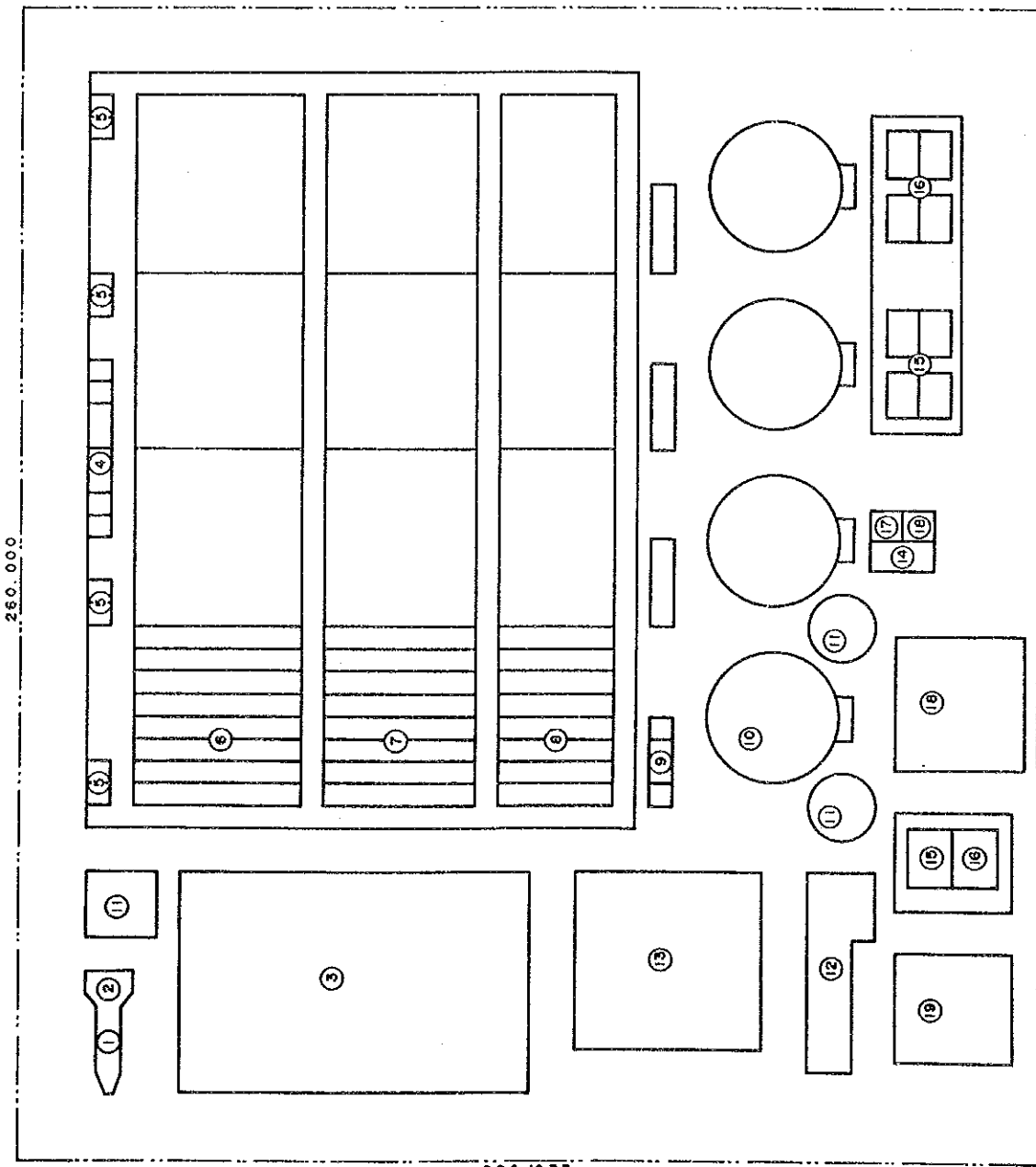


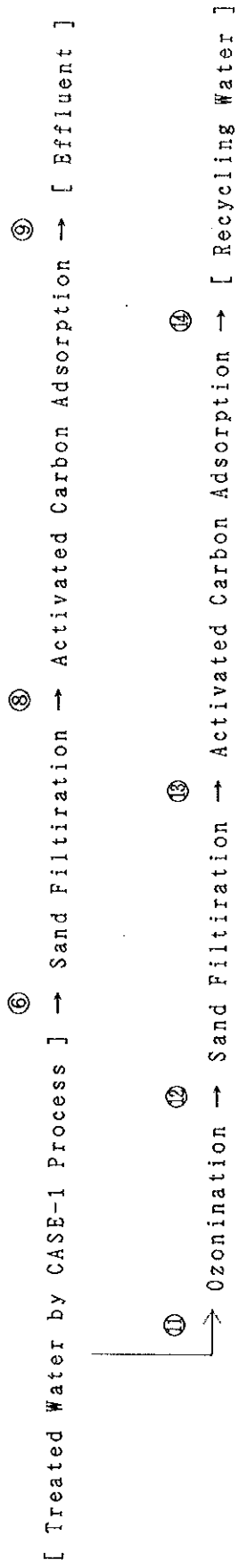
図 3.5.7 CASE-4処理フロー



19	OZONE TREATMENT HOUSE
18	RECYCLING WATER TANK
17	BACKWASH TANK
16	A/C ADSORPTION TANK
15	SAND FILTRATION TANK
14	C/S TREATMENT TANK
13	HOUSE 1F BLOWER 2F DEHYDRATOR 3F CONTROL ROOM
12	CHEMICAL CHAMBER YARD
11	CONCENTRATED TANK
10	2nd SEDIMENTATION TANK
9	COAGULATION TANK
8	CONTACT AERATION TANK
7	1st SEDIMENTATION TANK
6	AERATION TANK
5	NEUTRALIZATION TANK
4	DISTRIBUTION TANK
3	STABILIZATION TANK
2	PUMP PIT
1	SEDIMENTATION BASIN
No.	DESIGNATION

図 3.5.8 CASE-4レイアウト

表 3.5.4. C A S E - 4 工 程 別 処 理 水 質 (計 画 値)



Process	⑥	⑧	⑨	⑪	⑫	⑬	⑭
Quantity [m ³ /day]	80,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
pH [-]	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8
BOD [mg/ℓ]	25	25	15	25	-	-	-
COD [mg/ℓ]	80	80	30	80	60	60	10
SS [mg/ℓ]	20	2	2	20	20	2	2
n-Hex [mg/ℓ]	<10	<10	<10	<10	-	-	-

図3.5.9 に、CASE-5処理施設のフローシートを、図3.5.10 にレイアウトを示す。
また、表3.5.5 に、CASE-5工程別処理水質を示す。

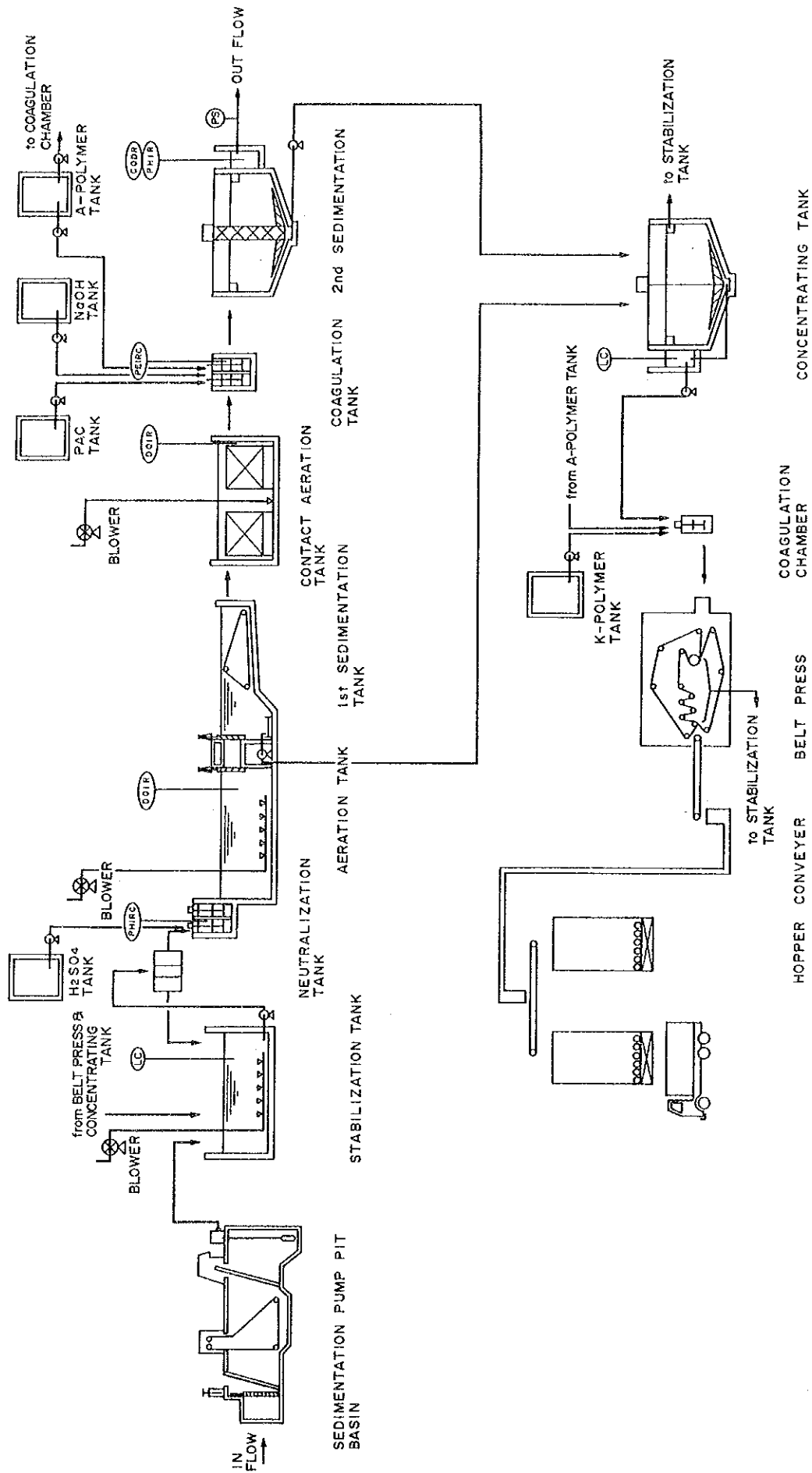
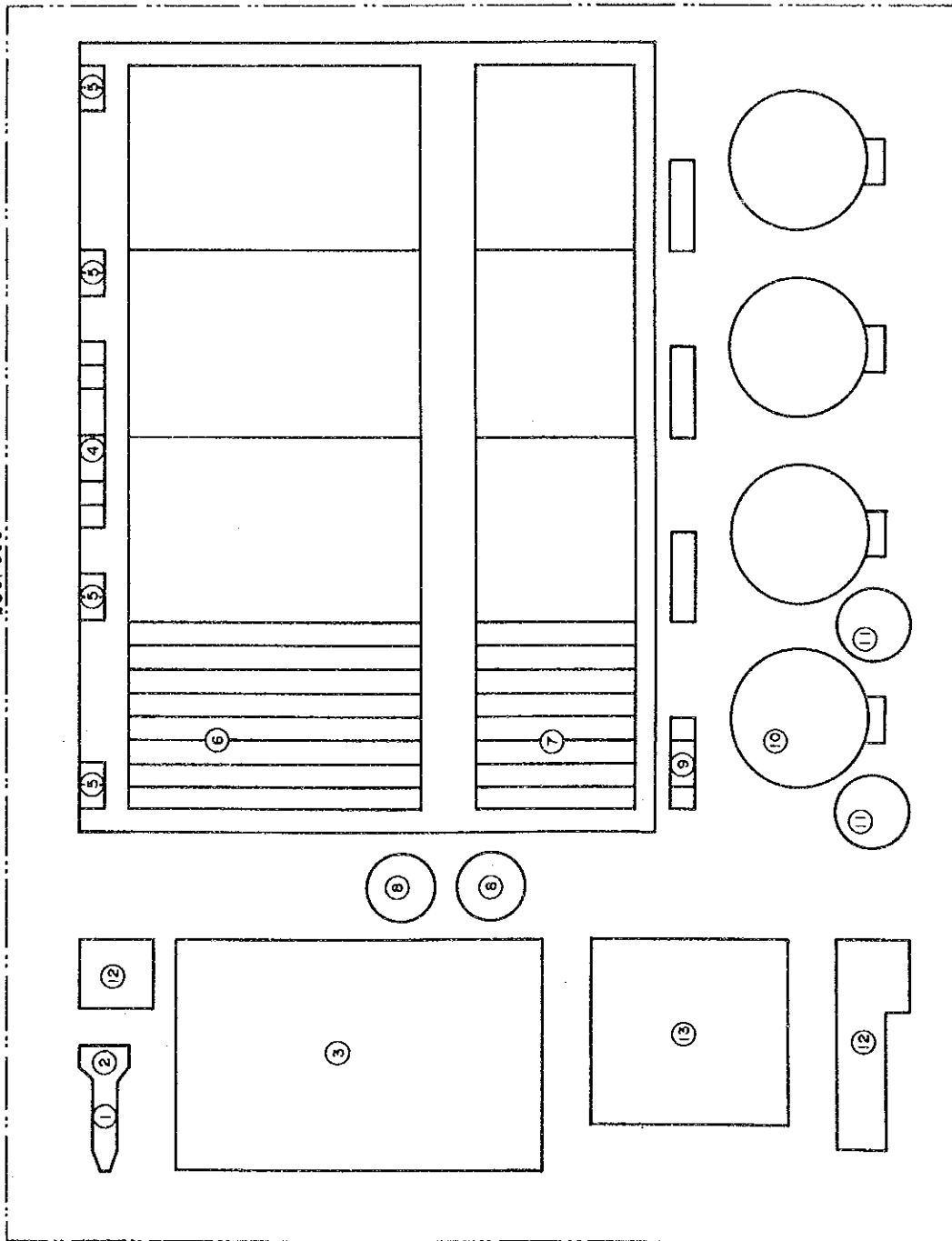


图 3.5.9 CASE-5 处理 7 口 -

280.000.



195.000

13	HOUSE 1F BLOWER 2F DEHYDRATOR 3F CONTROL ROOM
12	CHEMICAL CHAMBER YARD
11	CONCENTRATED TANK
10	2nd SEDIMENTATION TANK
9	COAGULATION TANK
8	POWDERED A/C TANK
7	1st SEDIMENTATION TANK
6	AERATION TANK
5	NEUTRALIZATION TANK
4	DISTRIBUTION TANK
3	STABILIZATION TANK
2	PUMP PIT
1	SEDIMENTATION BASIN
No.	DESIGNATION

3.5.10 CASE-5レイアウト

表 3.5.5. CASE - 5 工程別処理水質 (計画値)

①
 [Waste Water] → Stabilization → Neutralization → Biological Activated Carbon Treatment
 ②
 ③
 → Sedimentation → Coagulation → Sedimentation → [Effluent]

Process	①	②	③	④
Quantity [m ³ /day]	100,000	100,000	100,000	100,000
pH [-]	11.5	6~8	6~8	6~8
BOD [mg/ℓ]	300	300	-	-
COD [mg/ℓ]	400	400	<10	<10
SS [mg/ℓ]	120	120	50	5
n-Hex [mg/ℓ]	20	20	-	-

3.6 最適システムの経済性

上記で選定した3システム（CASE-1、-2、-3）について経済試算を行い、建設費、運転費等を算出する。

3.6.1 建設費

試算された建設費は、以下の通りである。

CASE-1	654億 Won
CASE-2	777億 Won
CASE-3	854億 Won

積算ベースは、1992年2月韓国価格である。表3.6.1に各ケースの建設費の内訳を示す。

表3.6.1 建設費内訳

(1,000,000Won)

Items	CASE-1	CASE-2	CASE-3
Civil and Architectural Work	45,800	54,500	50,000
Machinery and Equipments	8,200	9,900	20,700
Electrical Work	1,100	1,300	1,500
Piping Work	1,500	1,600	1,700
Test Run etc.	300	300	400
Sub-Total	56,900	67,600	74,300
Overhead(15%)	8,500	10,100	11,100
Total	65,400	77,700	85,400

3.6.2 運転費

運転費の試算値は、以下の通りである。

CASE-1	93.7億 Won/年
CASE-2	188.4億 Won/年
CASE-3	135.4億 Won/年

ただし、処理場の稼働日数は、300日/年とした。

表3.6.2～4に、各ケースの薬品費、用水費、電力費及び汚泥処理費の内訳を示す。

表3.6.2 CASE-1薬品費、用水費、電力費及び汚泥処理費の内訳

Items	Consumption	Unit Price	Cost [Won/m ³]	Cost [10 ⁸ Won/Y]
Chemicals				
H ₂ SO ₄	30,090kg/day	63Won/kg	18.96	5.69
NaOH	10,980kg/day	149Won/kg	16.35	4.91
PAC	49,900kg/day	185Won/kg	92.32	27.70
A-Polymer	283kg/day	1,700Won/kg	48.11	14.43
K-Polymer	83kg/day	3,150Won/kg	26.15	7.85
Sub-Total			201.89	60.57
Industrial Water	500m ³ /day	110Won/m ³	0.55	0.17
Electricity	50,218kW/day	60Won/kW	30.13	9.04
Sludge Disposal	164 t/day	46,800Won/t	76.75	23.20
Total			309.32	92.98

表 3.6.3 CASE-2薬品費、用水費、電力費及び汚泥処理費の内訳

Items	Consumption	Unit Price	Cost [Won/m ³]	Cost [10 ⁶ Won/Y]
Chemicals				
H ₂ SO ₄	30,090kg/day	63Won/kg	18.96	5.69
NaOH	10,980kg/day	149Won/kg	16.35	4.91
PAC	49,900kg/day	185Won/kg	92.32	27.70
A-Polymer	283kg/day	1,700Won/kg	48.11	14.43
K-Polymer	83kg/day	3,150Won/kg	26.15	7.85
A/C Reclamation	20,000kg/day	1,021Won/kg	204.20	61.26
Sub-Total			406.09	154.68
Industrial Water	500m ³ /day	110Won/m ³	0.55	0.17
Electricity	53,674kW/day	60Won/kW	32.20	9.66
Sludge Disposal	164 t/day	46,800Won/t	76.75	23.03
Total			515.59	187.78

表 3.6.4 CASE-3薬品費、用水費、電力費及び汚泥処理費の内訳

Items	Consumption	Unit Price	Cost [Won/m ³]	Cost [10 ⁶ Won/Y]
Chemicals				
H ₂ SO ₄	30,090kg/day	63Won/kg	18.96	5.69
NaOH	10,980kg/day	149Won/kg	16.35	4.91
PAC	49,900kg/day	185Won/kg	92.32	27.70
A-Polymer	283kg/day	1,700Won/kg	48.11	14.43
K-Polymer	83kg/day	3,150Won/kg	26.15	7.85
A/C Reclamation	5,000kg/day	1,021Won/kg	51.05	15.32
Sub-Total			252.94	75.88
Industrial Water	500m ³ /day	110Won/m ³	0.55	0.17
Electricity	196,810kW/day	60Won/kW	118.09	35.43
Sludge Disposal	164 t/day	46,800Won/t	76.75	23.20
Total			448.33	134.68

各単価は、共同処理場での調査結果を参考にした。ここでは、活性炭は、委託再生することとし、再生時の損失分のみ新炭を補給するものとした。表3.6.3～4の活性炭再生単価は、（活性炭の再生費）＋（新炭補給費）である。なお、新炭補給量は再生量の5%とした。新炭の補給量は、CASE-2で1,000kg/day、CASE-3で250kg/dayである。また、電力費の試算については、各機器の稼働率を80%と仮定した。各ケースとも、薬品費が運転費の50%以上を占めている。

表3.6.5 に人件費の内訳を示す。

表3.6.5 人件費内訳

Qualify	Unit Price [Won/Y·person]	Workers [persons]	Personnel Expenses [Won/Y]	Remark
Maneger	23,000,000	1	23,000,000	
Technician	16,000,000	1	16,000,000	
Operater	11,000,000	3	33,000,000	1 per. x 3 units x 2 sifts
Total			71,000,000	

人件費の算出は、事務要員やメンテナンス要員等、処理設備の運転に直接関与していない人員は除いた。また、処理場施設は、できる限り動力化を行い、更に検出機構、制御機構及び命令処理機能も自動化を進め操作要員の省人化を図るものとした。ここでは、処理場の操作要員の構成を、管理者一人、技術員一人、運転員二人とし、運転員の勤務体制を、1人x3組x2交代とした。これは、各ケース共通とした。

表3.6.6 に各ケースの運転費を示す。現状の排水基準に適合する処理の場合（CASE-1）では、単位処理量当たりの運転費（人件費を含む）は、312Won/m³である。更にCOD成分の高度除去まで行う場合（CASE-2）では、206Won/m³加算され、518Won/m³となる。また、再生水量当たりの運転費は、1007Won/m³となる。

表 3.6.6 運 転 費 内 訳

Items	CASE-1		CASE-2		CASE-3	
	[Won/m ³]	[10 ⁸ Won/Y]	[Won/m ³]	[10 ⁸ Won/Y]	[Won/m ³]	[10 ⁸ Won/Y]
Chemicals	201.89	60.57	406.09	154.68	252.94	75.88
Industrial Water	0.55	0.17	0.55	0.17	0.55	0.17
Electricity	30.13	9.04	32.20	9.66	118.09	35.43
Sludge Disposal	76.75	23.20	76.75	23.20	76.75	23.20
Sub-Total	309.32	92.80	515.59	187.71	448.33	134.68
Personnel Expenses	2.37	0.71	2.37	0.71	2.37	0.71
Total	311.69	93.68	517.96	188.42	450.70*	135.39

*) reclamation cost :

$$(450.70 \text{ Won/m}^3 - 311.69 \text{ Won/m}^3) \times 1/0.2 + 311.69 \text{ Won/m}^3 = 1006.74 \text{ Won/m}^3$$

3.7 最適システム選定に関する留意点

(1) 重金属の処理について

最適システムの選定に当たり、受け入れ廃水中にクロム等の重金属は含まれないものとしている。この理由は、これらの重金属を排出する工場が極めて少なく、集中処理するには効率が悪すぎるためである。そのためには、クロム等の重金属を排出する工場においては、重金属の処理は自工場内で行われることが必要である。この前提のため、本処理システムには、重金属の処理プロセスは取り入れられていない。

(2) 高度処理と再生利用について

前節で示したように、「高度処理」、「再生処理」とも「排水基準に適合する処理」と比べ、建設費及び運転費とも割高となる。日本では、水質規制の厳しい地域でCASE-2程度の高度処理が実施された例はあるが、再生利用については、コスト面から折り合いがつかず未だ実施例が無い。

CASE-3では、再生水の利用先を、製品への影響が少ないよう染色の前処理（糊抜き、精練、漂白等）に限定している。従って、その水質は、工業用水と比べ必ずしも良好であるとは言えない。技術的には、再生水の水質を純水並みの水質まで処理する事は可能である。しかし、再生に要するコストが極めて高価となって現実性に欠ける。今回選択した最適システムに関しても、再生コストは、廃水処理のコストも含め $1007\text{Won}/\text{m}^3$ であり、用水コストと廃水処理コストの合計（ $422\text{Won}/\text{m}^3$ ）の2倍以上となっている。

工業団地単独で再生利用を計画・実施するのは、コスト面で困難であり、行政による指導と、適当な補助が必要となると思われる。

(3) 敷地面積について

最適システムの選定に関し、土地の面積・形状は自由に選定できるものとしたが、実際には、敷地を限定される場合もあると思われる。そこで、敷地面積の縮小のための技術的方法について留意点を述べる。

各ケースのレイアウトにも示したように、敷地のほとんどが生物処理槽及び沈

澱槽で占められている。敷地面積を縮小するには、生物処理槽や沈澱槽を縮小せざるおえない。

生物処理槽面積の縮小には、

① 活性汚泥を高濃度化する。

② 槽形状を深層型、超深層型（ディープシャフト）にする。

等の方法がある。①の方法としては、活性汚泥（微生物）を包括固定化、結合固定化、自己固定化する方法等がある。また、日本では、膜を利用した固定化方法についても研究が行われている。これらの固定化法は、生物処理槽のコンパクト化のみならず、沈澱槽も省略できる。更に汚泥の発生量も低減される。高濃度活性汚泥法の実用化には、純酸素曝気法等の高効率な酸素溶解方法の併用が必要である。②のディープシャフト方式は、酸素移動速度が大きく高濃度活性汚泥法にも対応できる。ただし、建設費は割高となる。

（４）汚泥処理

ここでは、余剰汚泥は、脱水処理を行った後、外部処理業者に委託し埋立処理されるものとした。日本でも、余剰汚泥は、産業廃棄物処理業者により処理されるのが一般的である。しかし、埋立地の不足や処理コスト増大等の理由から、大量の汚泥が発生する工場では、自身の工場内で焼却減容化を行う場合もある。日本での汚泥処理の実状については、V章3.6節に記述する。

4. 財務・経済分析

4. 1 所要総資本および運転費

4. 1. 1 前提条件

(1) 費用算定基準年

財務分析は1992年末の固定価格で実施する。従って、全ての投資的費用の算出はこの時点を基準とする。

(2) 現地通貨の使用

総資本および運転費は、外国通貨を使用せず全て現地通貨により賄われるものとする。従って Won が基準通貨である。尚、必要があれば現地貨と日本円は以下のレートで交換するものとする。

$$1 \text{ Won} = 0.157 \text{ 日本円}$$

4. 1. 2 所要総資本の項目

総資本の項目は以下の通りである。

(1) プラント建設費

(2) 運転前経費

(3) 建設期間中金利

尚、土地代は、作業着手報告書（インセプションレポート）に従って基本的に財務分析から除外されているが、以下の節では追加的に検討されている。

4. 1. 3 プラント建設費

プラント建設費は表4.1.1に示すように CASE-1 から CASE-3 までの3ケースだけが検討されている。CASE-1 は現行水質基準に対応したシステム、CASE-2 はCOD高度除去システム、そして CASE-3 は現行水質基準と再利用とに対応したシステムとなっている。費用の詳細は第3章に記述されている。

表 4.1.1 プラント建設費

単位： 百万Won

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
土木・建築費	—	—	—
機械設備費	317	339	370
電気・計装工事費	636	679	959
配管工事費	69	74	81
計	1,022	1,091	1,410

4. 1. 4 運転前経費

運転前経費として試運転費用が計上されている。この費用には試運転用の用役費、薬品費や部品交換等の消耗品費が含まれている。算定された費用は CASE-1 および CASE-2 が34.5百万Won、CASE-3 が46.0百万Won である。

4. 1. 5 建設期間中金利

建設期間中金利は、所要総資本のうち長期借入金でまかなわれた部分について、その支払時期から建設完了時期までの金利である。所要総資本のうち長期借入金の部分は、均等に年頭と年央の2回にわたって支払われると仮定している。その結果、建設期間中金利の総額は CASE-1 で39百万Won、CASE-2 で42百万Won、CASE-3 で54百万Won である。尚、金利は年間7%である。

4. 1. 6 所要総資本額

総資本の内訳は表4.1.2にまとめられる。土地代もオプションとして加えられている。土地代の総額はCASE-1 および-2で451百万Won(820 m²)、CASE-3 で502百万Won(913 m²)である。土地代単価は仁川・めっき工業団地での実際での取引価格(550,000 Won/m²)に基づいている。

表 4.1.2 所要総資本内訳

単位： 百万 Won

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
プラント建設費	1,022	1,091	1,410
運転前経費	35	35	46
建設期間中金利	39	42	54
計(1)	1,096	1,168	1,510
土地代	451	451	502
計(1) + 土地代	1,547	1,619	2,012

4.1.7 運転費

(1) 変動費

変動費には薬品費、用水費、電力費、汚泥処分費が含まれる。費用の内訳は表 4.1.3 に示されている。尚、詳細は第 3 章 6 節に記述されている。

(2) 固定費

固定費には労賃および維持管理費が含まれている。労賃は各ケースとも、年間 30.5 百万 Won である。尚、詳細は第 3 章に記述されている。一方、維持管理費はプラント建設費の 1% を計上している。内訳は同じく表 4.1.3 に整理されている。

表 4.1.3 運転費内訳

単位： 百万 Won

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
変動費			
薬品費	88.2	117.7	90.8
用水費	0.7	0.7	0.7
電力費	7.2	7.2	8.6
汚泥処分費	12.9	12.9	12.9
小計	109.0	138.5	113.0
固定費			
労賃	30.5	30.5	30.5
維持管理費	10.6	11.3	14.6
小計	41.1	41.8	45.1
合計	150.1	180.3	158.1

4. 2 財務分析

4. 2. 1 前提条件

財務分析にあたっては以下のような前提条件を設定した。

(1) プロジェクト分析期間等

- (a) プロジェクト期間 : 建設期間 1年間
: 運転期間 15年間
- (b) 実施機関 : 非営利の工業組合
- (c) 廃水処理施設能力 : 60,000 m³ (年間)
- (d) 回収水生産能力 : 30,000 m³ (年間) (CASE-3のみ)
- (e) 操業日数(年間) : 300日
- (f) 操業時間(年間) : 2400時間(1日あたり8時間)

(2) 経費の物価上昇等

この財務分析では全ての経費や価格は1992年末の固定価格で表示され、物価上昇分は見込んでいない。

(3) 法人所得税

事業主体に対する法人所得税は10%とする。これは環境汚染防止施設等の運営主体に対する法規で定めた優先税率である。

(4) 減価償却

減価償却は以下のように設定する。

- (a) 方式 : 定率法
- (b) 期間 : 15年
- (c) 残存価値 : 10%

また、建設期間中の金利は定率法で5年間で償却するものとする。

4. 2. 2 資金計画

(1) 債務・自己資金比率

総資本および運転費はすべて内貨(Won)で賄われるものとする。総資本のうち自己資金の占める比率は30%、一方、長期借入金の占める比率は70%とする。

単位： 百万 Won

	比率	CASE-1	CASE-2	CASE-3
自己資金	30 %	329	350	453
負債（長期借入金）	70 %	767	817	1,057
計	100 %	1,096	1,168	1,510

（２） 資金源

長期借入金は、環境管理公団およびその他の公的資金から提供されるものと仮定する。環境管理公団が、環境保全施設の設置等のために工業組合に対して貸し出す最大限度額は5億 Won なので、その他の公的資金からの融資も併せて必要となる。

（３） 長期借入金の返済条件

長期借入金の返済条件は以下のように設定した。この条件は環境管理公団の融資条件に基づいている。

借入額 : 上記の表の通り

金利 : 年率 7 %

元本返済猶予期間 : 3 年間

元本支払期間 : 7 年間

支払条件 : 元本均等返済

（４） 短期借入金の返済条件

プラントの運転期間中に資金運用上で欠損（赤字）が生じた場合は、市中銀行等から金利12%の短期借入金を借り入れるものとする。返済は借入した全額を翌年一括して返済するものとする。

4. 2. 3 財務分析の手法

(1) 収益率の固定化

今回の財務分析では、財務的内部収益率(FIRROI)を固定化して、その収益率をあげるためには、(各企業から徴収する)廃水処理料金をいくらに設定すれば妥当であるかを検討している。つまり、ある目標の財務的内部収益率を達成するための料金設定を行っている。設定した収益率は10%である。

このような方法をとった根拠を以下に述べる。

(a) プロジェクト実施主体の収入は各企業から徴収する廃水処理料金だけなので、収益率は処理料金の高低に依存する。

(b) 処理料金の設定は政府等によって完全に管理されているわけではないので、外生的要因として決定できない。

(c) 本プロジェクトは概念設計であるので、収益性よりもむしろ廃水処理料金の妥当性(現実性)を検討した方が有意義である。

(d) 設定した収益率10%は、公的機関が私企業等に貸し出す際の優遇金利に基づいている。想定する事業主体は非営利協同組合なので、市場金利(年率12-13%)ではなく、より低い利子率を適用した。

(2) 財務的内部収益率(適用指標)

2通りの内部収益率を使用する。1つは対総資本内部収益率(FIRROI)であり、もう1つは、対自己資本内部収益率(FIRROE)である。

対総資本内部収益率は、プロジェクトの総資本に対する収益率を示すもので、資金運用表における、建設期間中金利を除く総資本、運転費および収入から算出する。金利や元本返済額には影響されない。

一方、対自己資金内部収益率は、自己資金に対する収益性を示し、総資本、運転費、収入に加えて、返済条件(利子支払額、元本返済額等)も関係する。

4. 2. 4 財務分析結果

(1) 推定廃水処理費

目標収益率(10%)を達成するための処理費水準は以下に示される。また、土地代を加えた場合の処理費水準も併せて示されている。

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
対総資本内部収益率(FIRROI)	10.00	10.00	10.00
対自己資金内部収益率(FIRROE)	12.02	12.04	12.02
廃水処理費(Won/m ³)	4,763	5,415	5,750

(土地代を含むケース)			
対総資本内部収益率(FIRROI)	10.00	10.00	10.00
廃水処理費(Won/m ³)	5,751	6,165	6,588

仁川のめっき工業団地内のs社へのインタビューによれば、1992年時点で同社は各企業から、1m³あたり13,000-14,000Won程度の処理費を取っているので、上記の価格はこれに比してむしろ低くなっている。

(2) 財務諸表等の作成

上述した前提・諸条件に基づいて、以下のような財務諸表等を作成した。

- (a) 損益計算書
- (b) 資金運用表
- (c) 生産費内訳表

損益計算書および資金運用表は表4.2.1から表4.2.3に、また、生産費内訳表は表4.2.4から表4.2.6にそれぞれまとめられている。

この資金運用表によれば、第10年次から15年次にかけて、毎年、CASE-1の場合は、約1.25億Won、CASE-2の場合は約1.30億Won、そしてCASE-3の場合は約1.70億Wonの現金が余剰となる。従って、単年予算方式のように、毎年、料金の設定を変更できるとするならば、当該期間において、単位処理量(m³)あたりの料金を

CASE-1の場合は4,763Won から2,680Won へ、CASE-2 の場合は5,415Won から3,250Won 、CASE-3 の場合は5,750Won から2,920Won へそれぞれ低下させることが可能となる。

また、資金運用表から、短期借入金の必要性はないと判断される。これは、長期借入金の好返済条件（元本返済猶予期間3年、元本返済期間7年）が、資金の欠損を回避しているためである。

生産費内訳表によれば、単位水量(m^3)あたり平均生産費は、CASE-1 で3,925Won、CASE-2 で4,523Won 、CASE-3 で4,597Won となっている。

Table 4.2.1 Income Statements and Cash Flow Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 1)

INCOME STATEMENTS	Unit: million Yen																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME		18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756	18,756
OPERATING EXPENSES		20,635	18,827	17,401	16,224	15,620	14,316	13,730	13,145	12,756	12,756	12,756	12,756	12,756	12,756	12,756	12,756	12,756
VARIABLE OPERATING COST		9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298
FIXED OPERATING COST		10,613	8,805	7,379	6,202	5,598	4,294	3,708	3,123	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
DEPRECIATION & AMORTIZATION		9,238	7,337	6,831	5,855	5,009	4,294	3,708	3,123	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732	2,732
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		1,375	868	548	347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION		-1,879	-71	1,355	2,532	3,130	4,440	5,026	5,611	6,002	6,392	6,782	7,172	7,562	7,952	8,342	8,732	9,122
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)		3,887	3,887	3,123	2,445	1,834	1,505	1,157	589	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-OPERATING EXPENSES		3,387	3,387	3,123	2,445	1,768	1,091	413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON LONG TERM DEBT		0	0	0	0	0	66	415	744	589	589	589	589	589	589	589	589	589
INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX		-5,266	-3,458	-1,768	87	1,302	2,935	3,809	5,022	6,002	6,392	6,782	7,172	7,562	7,952	8,342	8,732	9,122
CORPORATE TAX		0	0	0	9	130	294	387	502	600	639	678	730	750	750	750	750	750
NET PROFIT AFTER TAX		-5,266	-3,458	-1,768	78	1,172	2,642	3,422	4,520	5,402	5,753	6,104	6,442	6,812	7,182	7,592	7,982	8,372
(RETAINED EARNINGS)																		

CASH FLOW ANALYSIS	Unit: million Yen																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SOURCES		0	0	5,347	5,347	5,611	5,280	6,770	6,935	7,190	7,643	8,134	8,095	8,056	8,036	8,004	7,984	7,971
CASH GENERATED		0	0	5,347	5,347	5,611	5,280	6,770	6,935	7,190	7,643	8,134	8,095	8,056	8,036	8,004	7,984	7,971
PROFIT AFTER TAX		0	0	-5,266	-3,458	-1,768	78	1,172	2,642	3,422	4,520	5,402	5,753	6,104	6,280	6,573	6,748	6,865
DEPRECIATION AND AMORTIZATION		0	0	10,613	8,805	7,379	6,202	5,598	4,294	3,708	3,123	2,732	2,342	1,952	1,756	1,431	1,236	1,106
FINANCIAL RESOURCES		26,973	42,154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)		8,092	12,646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT		18,881	29,508	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
SOURCES TOTAL		26,973	42,154	5,347	5,347	5,611	6,627	10,225	13,133	12,039	7,643	8,134	8,095	8,056	8,036	8,004	7,984	7,971
USES		26,973	42,154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIXED CAPITAL EXPENDITURE		26,973	42,154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS		0	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		26,973	39,033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION		951	2,776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES		0	0	3,776	9,678	9,678	9,678	10,225	13,133	12,039	4,909	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT		0	0	3,776	9,678	9,678	9,678	9,678	9,678	5,902	4,909	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	547	3,455	6,137	4,909	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL		26,973	42,154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CASH INCREASE (OR DECREASE)		0	0	5,347	1,571	-4,067	-2,851	0	0	-0	2,734	8,134	8,095	8,056	8,036	8,004	7,984	7,971
BEGINNING CASH BALANCE		0	0	5,347	6,917	2,851	-0	-0	-0	0	0	2,734	10,868	18,962	27,018	35,054	43,058	51,042
ENDING CASH BALANCE		0	0	5,347	6,917	2,851	-0	-0	-0	0	2,734	10,868	18,962	27,018	35,054	43,058	51,042	59,014

Table 4.2.2 Income Statements and Cash Flow Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 2)

INCOME STATEMENTS	Unit: million Kon																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME		30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
OPERATING EXPENSES		32,237	30,088	28,392	26,992	26,974	24,723	24,027	23,331	22,867	22,403	21,939	21,707	21,320	21,088	20,933	20,933	20,933
VARIABLE OPERATING COST		18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771	18,771
FIXED OPERATING COST		847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847
DEPRECIATION & AMORTIZATION		12,619	10,470	8,774	7,374	6,956	5,105	4,409	3,713	3,249	2,785	2,321	2,089	1,702	1,470	1,315	1,315	1,315
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		10,984	9,437	8,122	6,962	5,956	5,105	4,409	3,713	3,249	2,785	2,321	2,089	1,702	1,470	1,315	1,315	1,315
INTEREST DURING CONSTRUCTION		1,635	1,032	651	412	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)		-2,237	-88	1,608	3,008	3,726	5,277	5,973	6,669	7,133	7,597	8,061	8,293	8,680	8,912	9,067	9,067	9,067
NON-OPERATING EXPENSES		4,024	4,024	3,710	2,905	2,178	1,785	1,370	995	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON LONG TERM DEBT		4,024	4,024	3,710	2,905	2,178	1,785	1,370	995	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	76	490	880	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX		-6,262	-4,112	-2,102	103	1,549	3,491	4,602	5,674	7,133	7,597	8,061	8,293	8,680	8,912	9,067	9,067	9,067
CORPORATE TAX		0	0	0	10	155	349	460	597	713	760	806	829	868	891	891	891	891
NET PROFIT AFTER TAX		-6,262	-4,112	-2,102	93	1,394	3,142	4,142	5,077	6,420	6,837	7,255	7,464	7,812	8,021	8,176	8,176	8,176
(RETAINED EARNINGS)																		

CASH FLOW ANALYSIS	Unit: million Kon																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CASH GENERATED	0	0	6,358	6,358	6,672	7,467	8,051	8,248	8,551	9,090	9,669	9,622	9,553	9,514	9,491	9,475	9,475	9,475
PROFIT AFTER TAX	0	0	-6,262	-4,112	-2,102	93	1,394	3,142	4,142	5,077	6,420	6,837	7,255	7,464	7,812	8,021	8,176	8,176
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0	0	12,619	10,470	8,774	7,374	6,956	5,105	4,409	3,713	3,249	2,785	2,321	2,089	1,702	1,470	1,315	1,315
FINANCIAL RESOURCES	32,073	50,058	0	0	0	633	4,080	7,331	5,788	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)	9,622	15,017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT	22,451	35,040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	633	4,080	7,331	5,788	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOURCES TOTAL	32,073	50,058	6,358	6,358	6,672	8,100	12,131	15,579	14,339	9,090	9,669	9,622	9,553	9,514	9,491	9,475	9,475	9,475

USES	Unit: million Kon																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	32,073	50,058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS	0	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	30,942	46,413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	1,131	3,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES	0	0	4,490	11,498	11,498	12,131	15,579	14,339	14,339	5,788	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0	0	4,490	11,498	11,498	11,498	11,498	7,008	7,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	633	4,080	7,331	5,788	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL	32,073	50,058	4,490	11,498	11,498	12,131	15,579	14,339	14,339	5,788	0	0	0	0	0	0	0	0
CASH INCREASE (OR DECREASE)	-0	-0	6,358	1,867	-4,826	-3,399	0	-0	-0	0	3,302	9,669	9,622	9,576	9,514	9,491	9,475	9,475
BEGINNING CASH BALANCE	0	0	-0	6,358	8,225	3,399	-0	0	-0	-0	3,302	12,971	22,593	32,169	41,722	51,236	60,727	60,727
ENDING CASH BALANCE	-0	-0	6,358	8,225	3,399	-0	0	-0	-0	3,302	12,971	22,593	32,169	41,722	51,236	60,727	70,202	70,202

Table 4.2.3 Income Statements and Cash Flow Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 3)

INCOME STATEMENTS	Unit: million Yen																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME		25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800	25.800
OPERATING EXPENSES		28.249	28.389	24.926	19.998	19.284	18.469	17.959	17.450	16.940	16.685	16.261	16.006	15.838				
VARIABLE OPERATING COST		13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468	13.468				
FIXED OPERATING COST		924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924				
DEPRECIATION & AMORTIZATION		13.857	11.497	9.634	8.097	7.309	6.540	5.606	4.842	4.077	3.567	3.058	2.548	2.293	1.889	1.614	1.444	
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		12.061	10.363	8.919	7.645	6.540	5.606	4.842	4.077	3.567	3.058	2.548	2.293	1.889	1.614	1.444		
INTEREST DURING CONSTRUCTION		1.796	1.134	715	453	769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)		-2.449	-89	1.774	3.311	4.099	5.802	6.506	7.331	7.841	8.350	8.860	9.115	9.593	9.794	9.964		
NON-OPERATING EXPENSES		4.423	4.423	4.078	3.193	2.309	1.964	1.503	766	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON LONG TERM DEBT		4.423	4.423	4.078	3.193	2.309	1.964	1.503	766	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	84	539	969	766	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX		-6.872	-4.512	-2.304	117	1.706	3.838	5.058	7.841	8.350	8.860	9.115	9.593	9.794	9.964			
CORPORATE TAX		0	0	0	12	171	384	506	656	784	886	911	954	979	996			
NET PROFIT AFTER TAX		-6.872	-4.512	-2.304	106	1.535	3.455	4.552	5.908	7.056	7.974	8.203	8.585	8.815	8.968			
(RETAINED EARNINGS)																		

CASH FLOW ANALYSIS	Unit: million Yen																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SOURCES																		
CASH GENERATED		0	0	6.985	6.985	7.330	8.203	8.844	9.061	9.394	9.985	10.624	10.573	10.522	10.497	10.454	10.429	10.412
PROFIT AFTER TAX		0	0	-6.872	-4.512	-2.304	106	1.535	3.455	4.552	5.908	7.056	7.515	7.974	8.203	8.585	8.815	8.968
DEPRECIATION AND AMORTIZATION		0	0	13.857	11.497	9.634	8.097	7.309	5.606	4.842	4.077	3.567	3.058	2.548	2.293	1.889	1.614	1.444
FINANCIAL RESOURCES		35.218	55.049	0	0	0	702	4.495	8.072	6.385	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)		10.565	16.515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT		24.652	38.534	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	702	4.495	8.072	6.385	0	0	0	0	0	0	0	0
SOURCES TOTAL		35.218	55.049	6.985	6.985	7.330	8.905	13.340	17.133	15.779	9.985	10.624	10.573	10.522	10.497	10.454	10.429	10.412
USES																		
FIXED CAPITAL EXPENDITURE		35.218	55.049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS		0	460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		33.976	50.984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION		1.242	3.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES		0	0	4.930	12.637	12.637	12.637	13.340	17.133	15.779	6.385	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT		0	0	4.930	12.637	12.637	12.637	12.637	12.637	7.707	0	0	0	0	0	0	0	0
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	702	4.495	8.072	6.385	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL		35.218	55.049	0	4.930	12.637	12.637	13.340	17.133	15.779	6.385	0	0	0	0	0	0	0
CASH INCREASE (OR DECREASE)		0	0	6.985	2.054	-5.307	-3.732	0	-0	-0	3.601	10.624	10.573	10.522	10.497	10.454	10.429	10.412
BEGINNING CASH BALANCE		0	0	6.985	9.039	3.732	-0	-0	-0	-0	3.601	14.225	24.798	35.320	45.816	56.270	66.699	77.110
ENDING CASH BALANCE		0	6.985	9.039	3.732	-0	-0	-0	-0	-0	3.601	14.225	24.798	35.320	45.816	56.270	66.699	77.110

Table 4.2.4 Production Cost Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 1)

	Unit: million won (unless otherwise designated)																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) PRODUCTION (1000 m3/year)		30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
(2) VARIABLE OPERATING COST		9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298	9,298
(3) FIXED OPERATING COST		724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724	724
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)		10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022	10,022
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1):won per m3		334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION		10,613	8,805	7,379	6,202	5,598	4,294	3,123	2,732	2,342	1,952	1,756	1,431	1,236	1,431	1,236	1,105	1,105
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)		20,635	18,827	17,401	16,224	15,620	14,316	13,730	13,145	12,754	12,364	11,974	11,778	11,453	11,258	11,128	11,128	11,128
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT		3,387	3,387	3,123	2,445	1,768	1,091	413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(9) INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(10) TOTAL PRODUCTION COST		24,022	22,214	20,524	18,669	17,454	15,821	14,887	13,734	12,754	12,364	11,974	11,778	11,453	11,258	11,128	11,128	11,128
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1):won per m3		801	740	684	622	582	527	496	458	425	412	399	382	375	375	375	375	371

* Average of Unit Production Cost for 15 years

511 won per m3

(Percentage of components)

	Unit: percent																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) VARIABLE OPERATING COST		38.71	41.86	45.30	49.80	53.27	58.77	62.46	67.70	72.90	75.20	77.55	78.94	81.18	82.59	83.56	83.56	83.56
(2) FIXED OPERATING COST		3.01	3.26	3.53	3.88	4.15	4.58	4.86	5.27	5.68	5.86	6.05	6.15	6.32	6.43	6.51	6.51	6.51
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION		44.18	39.64	35.95	33.22	32.07	27.14	24.91	22.74	21.42	18.94	16.80	14.91	12.50	10.98	9.94	9.94	9.94
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT		14.10	15.25	15.22	13.10	10.13	6.89	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(5) INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	2.62	5.00	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(6) TOTAL PRODUCTION COST		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 4.2.5 Production Cost Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 2)

	Unit: million Won (unless otherwise designated)																		
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
(1) PRODUCTION (1000 m ³ /year)			30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
(2) VARIABLE OPERATING COST			18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771	18.771
(3) FIXED OPERATING COST			847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)			19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618	19.618
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1):won per m ³			654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654	654
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION			12.619	10.470	8.774	7.374	6.650	5.105	4.409	3.713	3.249	2.785	2.321	2.089	1.702	1.470	1.315	1.315	1.315
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)			32.837	30.088	28.392	26.992	26.274	24.723	24.027	23.391	22.867	22.403	21.939	21.707	21.320	21.088	20.933	20.933	20.933
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT			4.024	4.024	3.710	2.905	2.100	1.295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(9) INTEREST ON SHORT TERM DEBT			0	0	0	0	76	490	880	695	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(10) TOTAL PRODUCTION COST			36.262	34.112	32.102	29.897	28.451	26.509	25.398	24.028	22.867	22.403	21.939	21.707	21.320	21.088	20.933	20.933	20.933
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1):won per m ³			1.209	1.137	1.070	997	948	884	847	801	762	747	731	724	711	703	698	698	698

* Average of Unit Production Cost for 15 years
864 won per m³

	Unit: percent																		
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
(1) VARIABLE OPERATING COST			51.77	55.03	58.47	62.79	65.95	70.81	73.91	78.13	82.09	83.79	85.56	86.48	88.04	89.01	89.67	89.67	89.67
(2) FIXED OPERATING COST			2.34	2.48	2.64	2.83	2.98	3.20	3.33	3.53	3.70	3.78	3.86	3.90	3.97	4.02	4.05	4.05	4.05
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION			34.80	30.69	27.33	24.66	23.40	19.26	17.36	15.45	14.21	12.43	10.58	9.62	7.98	6.97	6.28	6.28	6.28
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT			11.10	11.80	11.56	9.72	7.38	4.89	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(5) INTEREST ON SHORT TERM DEBT			0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.85	3.46	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(6) TOTAL PRODUCTION COST			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 4.2.6 Production Cost Statements for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 3)

	Unit: million Won (unless otherwise designated)																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) PRODUCTION (1000 m ³ /year)			30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
(2) VARIABLE OPERATING COST			13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468	13468
(3) FIXED OPERATING COST			924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924	924
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)			14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392	14392
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1): won per m ³			480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION			13857	11497	9634	8097	7309	5606	4842	4077	3567	3058	2548	2233	1869	1614	1444	1444
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)			28249	25889	24026	22489	21701	19998	19234	18469	17959	17450	16940	16685	16261	16006	15836	15836
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT			4423	4123	4078	3193	2309	1424	539	766	0	0	0	0	0	0	0	0
(9) INTEREST ON SHORT TERM DEBT			0	0	0	0	84	539	969	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(10) TOTAL PRODUCTION COST			32672	30312	28104	25683	24094	21862	20742	19235	17959	17450	16940	16685	16261	16006	15836	15836
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1): won per m ³			1089	1010	937	856	803	732	691	641	599	582	565	556	542	534	528	528

* Average of Unit Production Cost for 15 years

711 won per m³

	Unit: percent																	
	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) VARIABLE OPERATING COST			41.22	44.43	47.92	52.44	55.90	61.33	64.93	70.02	74.99	77.18	79.50	80.72	82.83	84.14	85.05	85.05
(2) FIXED OPERATING COST			2.83	3.05	3.29	3.60	3.83	4.21	4.45	4.80	5.14	5.30	5.45	5.54	5.68	5.77	5.83	5.83
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION			42.41	37.93	34.28	31.53	30.34	25.53	23.34	21.20	19.86	17.52	15.04	13.74	11.49	10.08	9.12	9.12
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT			13.54	14.59	14.51	12.43	9.58	6.48	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(5) INTEREST ON SHORT TERM DEBT			0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	2.46	4.67	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(6) TOTAL PRODUCTION COST			100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

4. 2. 5 比率分析

一般的な比率分析結果は、表4.2.7から表4.2.9に整理されている。尚、各財務指標の定義については以下に示す。

(a) 売上高経常利益率 : 経常利益 / 収入

(b) 自己資本経常利益率 : 経常利益 / 自己資本

(c) 負債返済能力比率 :

(経常利益 + 減価償却 + 支払金利) / (元本返済額 + 支払金利)

(d) 損益分岐点売上高 (経常利益) :

(固定費 + 減価償却 + 支払金利) / (1 - (変動費 / 収入))

損益分岐点比率 = 損益分岐点売上高 / 収入

(e) 損益分岐点売上高 (現金) :

(固定費 + 元本返済 + 支払金利) / (1 - (変動費 / 収入))

損益分岐点比率 = 損益分岐点売上高 / 収入

Table 4.2.7 Ratio Analysis for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 1)

	YEAR																	
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average
Profit on Sales Revenue (%)	-	-	-28.08	-18.44	-9.42	0.42	6.25	14.08	18.57	24.10	28.80	30.67	32.54	33.48	35.04	35.98	36.60	16.04
Profit on Equity (%)	-	-	-7.62	-5.00	-2.56	0.11	1.70	3.82	5.04	6.54	7.81	8.32	8.83	9.08	9.51	9.70	9.93	4.35
Debt Service Coverage Ratio	-	-	2.58	1.22	0.68	0.72	0.71	0.58	0.63	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	-	29.200	25.614	22.261	18.584	16.174	12.935	11.083	8.796	6.854	5.080	5.306	4.919	4.274	3.887	3.629	11.973
B.E.P. Ratio (%)	-	-	155.68	136.57	118.69	99.08	86.23	68.97	59.09	46.90	36.54	32.42	28.29	26.23	22.79	20.72	19.35	53.84
Break Even Revenue (Cash)	-	-	8.153	15.641	26.821	25.477	25.349	30.464	27.724	12.339	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	1.436	12.135
B.E.P. Ratio (%)	-	-	43.47	83.39	143.00	135.83	135.15	162.42	147.81	65.79	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65	64.70

Note: Unit of Break Even Revenue is million won.

Table 4.2.8 Ratio Analysis for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 2)

	YEAR																		
	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average	
Profit on Sales Revenue (%)	-	-	-20.87	-13.71	-7.01	0.31	4.95	10.47	13.81	17.92	21.40	22.79	24.18	24.88	26.04	26.74	27.20	27.20	11.92
Profit on Equity (%)	-	-	-7.62	-5.01	-2.56	0.11	1.70	3.83	5.04	6.55	7.82	8.33	8.83	9.09	9.51	9.77	9.94	9.94	4.35
Debt Service Coverage Ratio	-	-	2.58	1.22	0.68	0.72	0.71	0.58	0.63	1.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	-	46.729	40.986	35.915	29.725	25.861	20.672	17.704	14.938	10.943	9.703	8.463	7.843	6.810	6.190	5.776	5.776	19.137
B.E.P. Ratio (%)	-	-	155.76	136.62	118.72	99.08	86.20	68.91	59.01	46.79	36.48	32.34	28.21	26.14	22.70	20.63	19.25	19.25	63.79
Break Even Revenue (Cash)	-	-	13.015	25.011	42.894	40.744	40.488	48.653	44.233	19.581	2.263	2.263	2.263	2.263	2.263	2.263	2.263	2.263	19.364
B.E.P. Ratio (%)	-	-	43.38	83.37	142.98	135.81	134.96	162.18	147.44	65.27	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	64.55

Note: Unit of Break Even Revenue is million won.

Table 4.2.9 Ratio Analysis for Dyeing Industries Waste Water Treatment Plant (Case 3)

	YEAR	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average
Profit on Sales Revenue (%)	-	-	-	-26.64	-17.49	-8.93	0.41	5.95	13.39	17.65	22.90	27.35	29.13	30.91	31.80	33.28	34.17	34.76	15.24
Profit on Equity (%)	-	-	-	-7.61	-5.00	-2.55	0.12	1.70	3.83	5.04	6.55	7.82	8.33	8.83	9.09	9.51	9.77	9.93	4.36
Debt Service Coverage Ratio	-	-	-	2.58	1.22	0.68	0.72	0.71	0.58	0.63	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	-	-	40.178	35.239	30.620	25.554	22.232	17.770	15.217	12.066	9.397	8.330	7.284	6.731	5.843	5.310	4.954	16.447
B.E.P. Ratio (%)	-	-	-	155.73	136.59	118.68	99.05	86.17	68.87	58.98	46.77	36.42	32.29	28.16	26.09	22.65	20.58	19.20	63.75
Break Even Revenue (Cash)	-	-	-	11.187	21.502	35.903	35.053	34.848	41.884	38.099	16.894	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	1.933	16.650
B.E.P. Ratio (%)	-	-	-	43.39	33.34	143.04	135.86	135.07	162.34	147.67	65.48	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49	64.57

Note: Unit of Break Even Revenue is million won.

4. 2. 6 感度分析

感度分析は2通りの方法で行っている。最初の方法は、財務的内部収益率を目標値である10%で一定としたうえで、プラント建設費および運転費を変化させている。この結果は表4.2.10および図4.2.1に示されている。これによれば、CASE-1およびCASE-2では、建設費よりもむしろ運転費のほうが、感応度が高くなっている。一方、CASE-3では、建設費の方が感応度が高い。

表4.2.10 感応度分析(1) (財務的内部収益率=10%)

単位: Won/m³

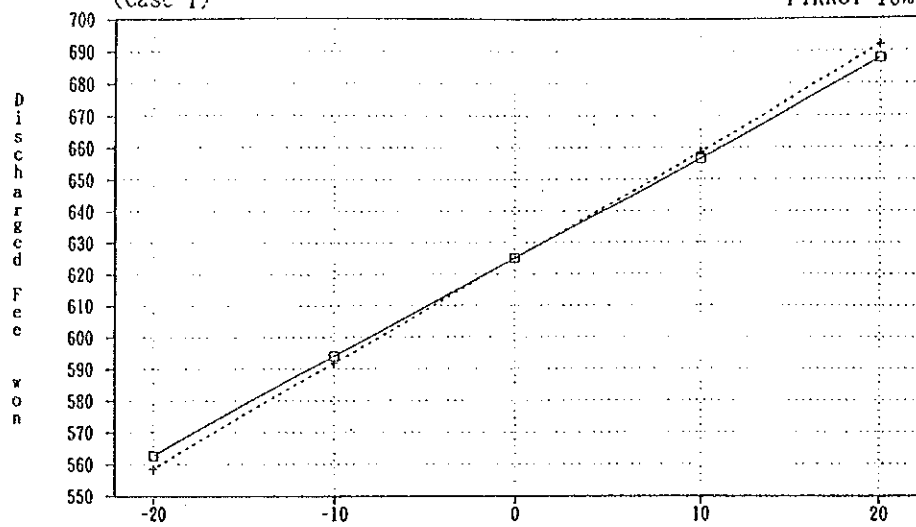
	プラント建設費	運転費
CASE-1		
- 20	4,311	4,263
- 10	4,537	4,514
0 (基本形)	4,763	4,763
+ 10	4,990	5,014
+ 20	5,216	5,264
CASE-2		
- 20	4,932	4,814
- 10	5,174	5,114
0 (基本形)	5,415	5,415
+ 10	5,655	5,715
+ 20	5,896	6,015
CASE-3		
- 20	5,127	5,223
- 10	5,439	5,488
0 (基本形)	5,750	5,750
+ 10	6,062	6,014
+ 20	6,374	6,277

Fig.4.2.1 Sensitivity Analysis (1)

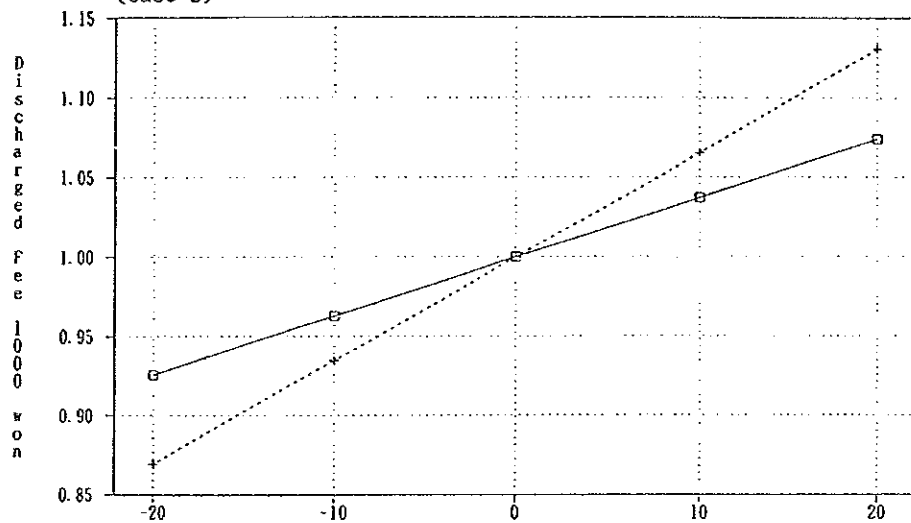
Sensitivity Curve Dyeing Industries Waste Water Treatment

(Case 1)

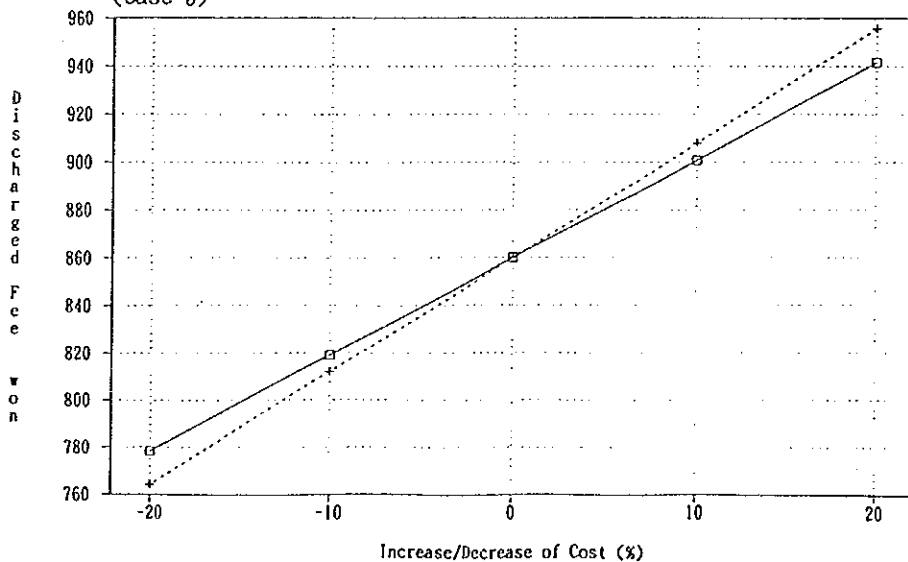
FIRROI=10%



(Case 2)



(Case 3)



□ Construction Cost + Operating Cost

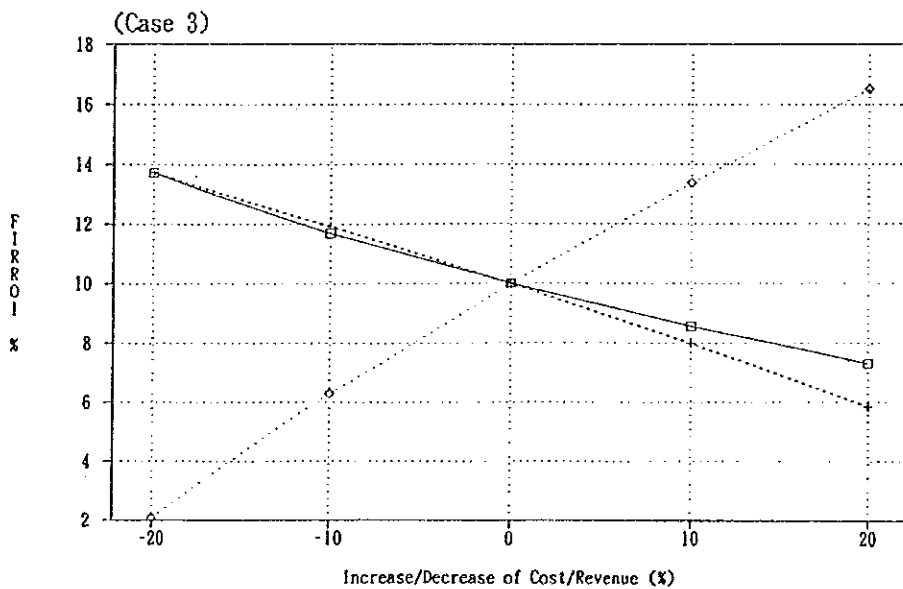
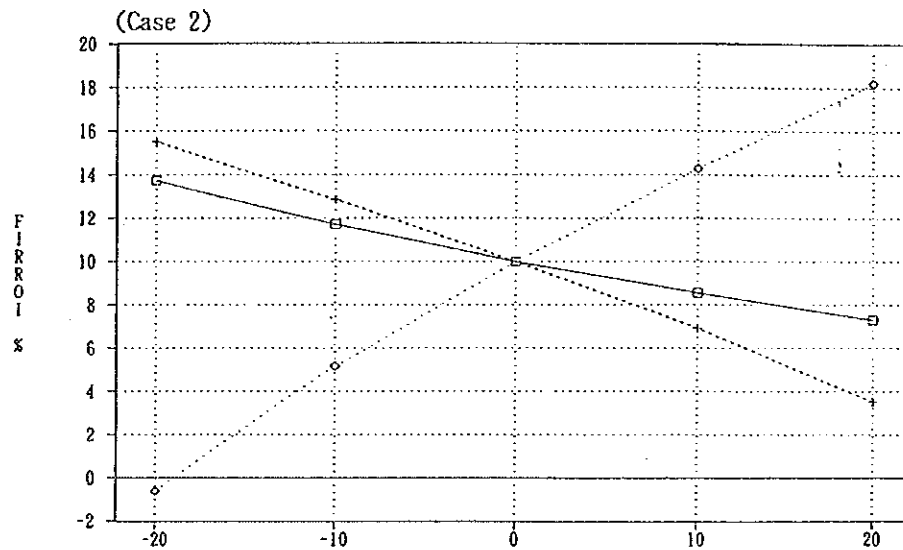
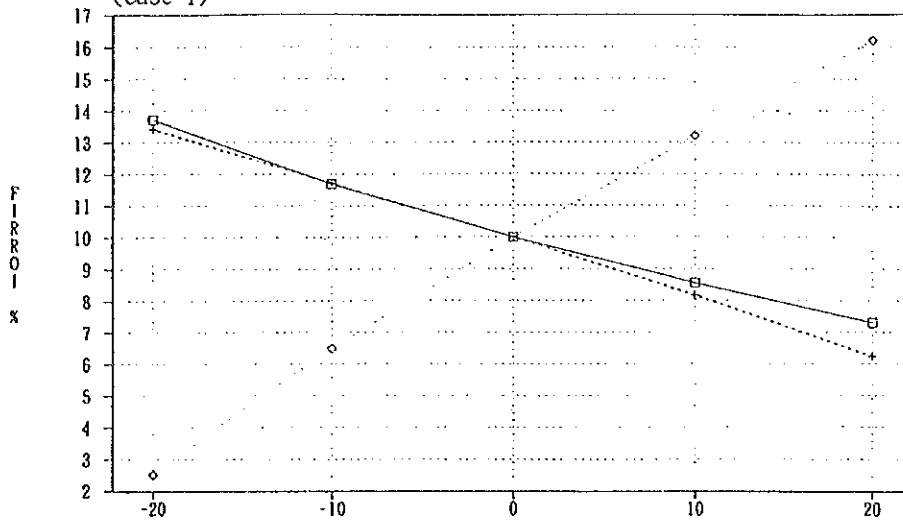
もう一つの方法は、プラント建設費、運転費および収入を変化させて、財務的
内部収益率の動きを見たものである。この結果は表4.2.11と図4.2.2に示されてい
る。これによれば、収入の増減が最も収益率を上下させる。例えば、10%の収入
減により、CASE-1 で3.64%、CASE-2 で3.89%、CASE-3 で3.17%それぞれ収益率
が減少する。また、特にCASE-2 では、運転費の増加が収益率に強い影響を与えて
いる。

表4.2.11 感応度分析(2)

単位：財務的内部収益率(%)

	プラント建設費	運転費	収入
CASE-1			
- 20	13.99	13.54	2.33
- 10	11.80	11.80	6.36
0 (基本形)	10.00	10.00	10.00
+ 10	8.46	8.12	13.38
+ 20	7.14	6.17	16.58
CASE-2			
- 20	14.00	13.98	1.76
- 10	11.81	12.03	6.11
0 (基本形)	10.00	10.00	10.00
+ 10	8.47	7.89	13.60
+ 20	7.15	5.66	17.01
CASE-3			
- 20	13.99	12.73	3.38
- 10	11.80	11.38	6.83
0 (基本形)	10.00	10.00	10.00
+ 10	8.46	8.57	12.97
+ 20	7.15	7.10	15.80

Fig.4.2.2 Sensitivity Analysis (2)
 Sensitivity Curve Dyeing Industries Waste Water Treatment
 (Case 1)



□ Construction Cost + Operating Cost ◇ Revenue

4. 3 経済分析

財務分析は主に市場価格や資金運用に焦点を向けているが、経済分析は、そのプロジェクトが環境に与えた影響の便益や費用を扱っている。しかしながら、本プロジェクトは、概念設計であり、調査地域や近隣地域に対して、直接的な環境破壊が現実にあるわけではない。その結果、CASE-3の再生（回収）水の便益を除き、定量的な便益の測定は不能である。そのため、この経済分析では、評価技法の紹介、CASE-3の再生（回収）水の便益、そして定性的な社会経済影響について述べることにする。経済的内部収益率は計算されていない。

4. 3. 1 適用可能な一般手法

費用・便益分析に直接関連した、市場価格を利用する3種類の技法が、環境関連プロジェクトの経済評価では一般的に利用されている。1つ目は「生産高変化」アプローチであり、2つ目は「所得損失」アプローチであり、3つ目は「機会費用」アプローチである。

「生産高変化」アプローチは、伝統的な費用・便益分析の直接的な延長である。生産高の変化は、需給関係を通じた市場価格に反映され、定量的に評価される。（事例：高濃度のBODを含む廃水は河川・海洋を汚染し、ひいては、下流域の漁獲量の減少を招く。）

「所得損失」アプローチは、あるプロジェクトによって引き起こされた環境破壊による所得損失あるいは医療費負担を測定し、評価する。（事例：都市上水道プロジェクトは下痢等の疾病を減少させる。）

「機会費用」アプローチは、市場価格化できない、あるいはしにくい資源を使用した場合の費用を、その資源を別の目的で使用するによって得られる収入をもとに算出する考え方である。このアプローチは、保護に関わる費用を算出する技法とも言える。（事例：木材生産のために営林するのではなく、国立公園と

この節の内容は主にアジア開発銀行の"Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects (1986)"によっている。

して土地を保全する。)

4. 3. 2 再生水（回収水）の便益

CASE-3 は、年間30,000 m³の再生水を生産する。この再生水は、前述の「生産高変化」アプローチの示す便益と言える。再生水からの経済便益は、（最も低額で）同質の水を供給する代替資源の節約分である。つまり、再生水と同量の上水の生産費が、再生水のもたらす経済便益である。仁川地域の上水生産費は1 m³あたり、268Won なので、その便益は年間で8.05百万Won となる。なお、CASE-1 およびCASE-2 については、この便益は算出されない。

4. 3. 3 社会経済効果

一般的に、めっき工業団地のような工業開発は、様々なリンケージを経て、物的社会経済的環境に損害を与えがちである。つまり、開発は、まず、気温、溶解酸素、栄養物、含塩量等の変化や沈澱物、廃棄物等によって、水、大気、土壌などに物理的变化をもたらす。このような変化は、次に生物学的転換、構成種の変化、種の多様性の低下、再生産の不可などの生態変化をもたらすこととなる。その結果、収穫減による漁民や農民の収入減、不完全就業や失業の増加、疾病発生の増加などの社会経済的損害を与えることになる。このようなリンケージは、図4.3.1に示されている。

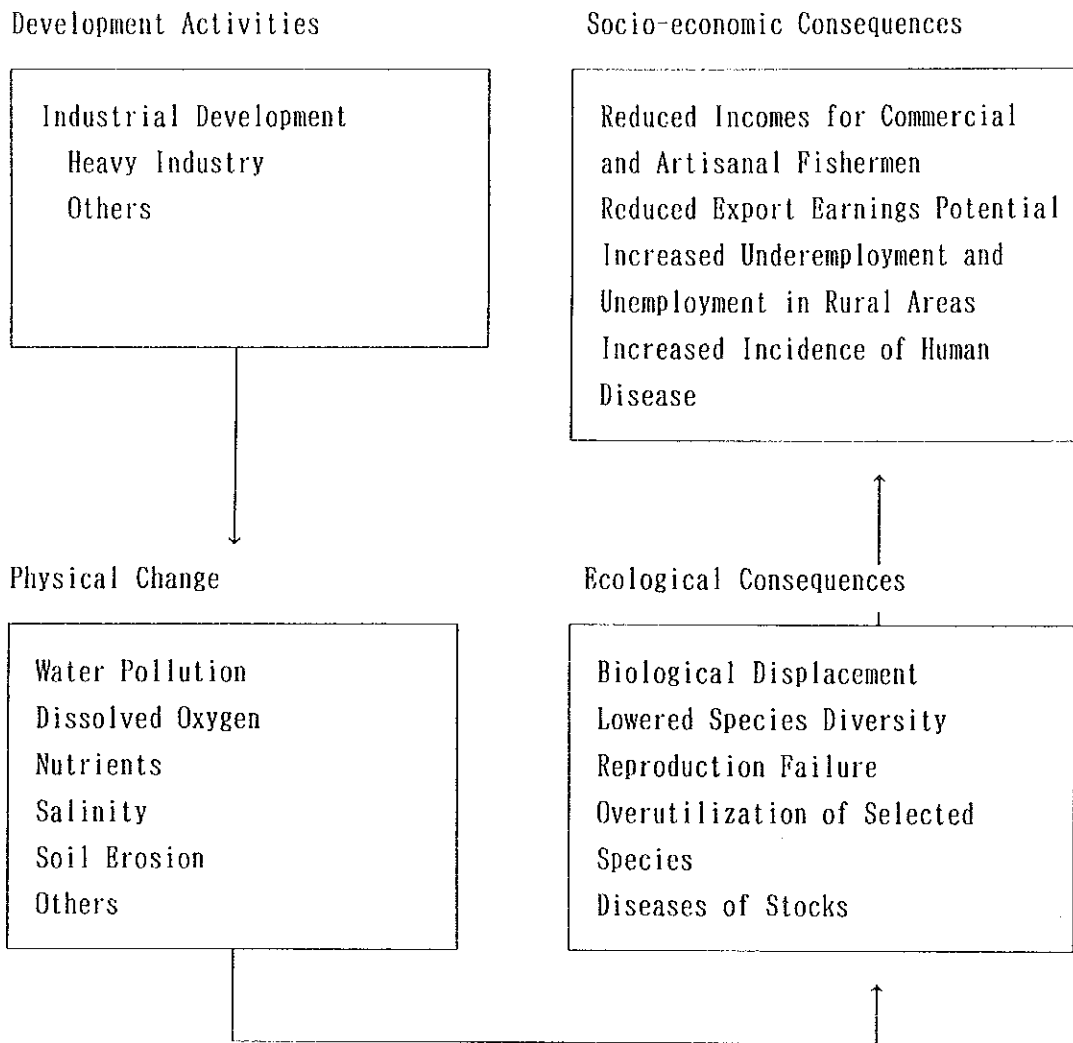
また、めっき工業団地からの廃液に含まれるシアン、銅、6価クロム、その他の重金属は以下のような影響を引き起こす可能性がある。

(a)工業団地周辺の魚類等が有毒な重金属によって汚染され、それが食物連鎖によって住民等の口に入って疾病を増加させる。

(b)住民や動物等が使用する水が汚染され、代替水源等を得るための費用が必要になる。

(c)下水処理施設を含む追加的な水処理施設が必要になる。

従って、提案されている、めっき工業団地用の廃水処理プラント建設プロジェクトは、韓国政府による厳格な環境基準・規制があるので、単純にプロジェクトの有無による影響比較（便益・費用比較）を当てはめることはできないにしても、環境保全の点において非常に価値が高い。



Note: This diagram is mainly transformed from Table 1 in "Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects" published by ADB in 1986.

図 4.3.1 開発諸活動が自然環境・社会経済的環境に及ぼす影響

IV. 総合評価

IV. 総合評価

1. メッキ工業団地

1.1 最適システムの評価と問題点

1.1.1 技術的な評価と問題点

ここに選定された最適システムは、通常の電気メッキが行われている工場から成る工業団地において、その総合廃水を完全に処理できるシステムである。

このシステムは以下のような特徴をもっている。

(1) 予想される廃水の水量及び水質の変動に十分対処できる。

廃水の受水槽の容量をはじめ、処理工程の各所に十分な余裕がとられているので、廃水の水量・水質の或程度の変動に対し、柔軟に対処できる。

(2) 運転操作は完全に自動化されている。

現状のシステムはほとんど自動化されておらず、多数の運転要員が必要とされる。しかし、この最適システムの運転操作は完全に自動化されており、運転要員の数は現状に比べて大幅に少なくなるように計画されている。

(3) 運転制御用の計器が十分に設置されている。

最適システムの各工程には水質等の制御用計器が設置されており、運転員によって常に各部の運転状態が把握できるようになっている。現状のシステムでは制御用の計器は極めて少なく、運転員の目視に頼る部分が極めて多い。このために多くの問題が発生している事はすでに述べた。この最適システムではこのような問題は発生しない。

(4) 極めてコンパクトな配置になっている。

機器の配置は、操作が容易に行うことが出来て、しかも必要な面積はできるだけ少なくなるように配慮されている。その結果、S社の現状(約660m²)とあま

り変わらない面積（約700m²、但し脱水機室及び操作室を除く）に収められ、一方操作性は大幅に向上されている。

しかしながら、いかに完全なシステムでも、計画の前提条件が変わればその機能を十分に果たすことはできない。今回の計画の主な前提条件は下記の通りである。

（1）工業団地を形成している工場は、電気メッキが実施されている工場が主体をなしていること。

今回調査した工業団地においても、電気メッキ以外にアルマイト、化学メッキが行われている工場が各1存在している。しかし、全体の排水量に占めるこれらの工場の比率が極めて小さいため、廃水処理にはほとんど影響がなかった。

同じメッキ工程であっても、電気メッキと化学メッキでは使用されている薬品の種類が大幅に異なり、排出される廃水の性質もまた異なってくる。

従って、工業団地が形成されるばあい、立地する工場は十分に検討されて、ほぼ同一の製造工程を有する工場のみを選んで立地させることが重要である。

（2）各工場では、十分な廃水量の低減対策が実施されていること。

廃水処理が効率的に行われるためには、各工場から排出される廃水量が十分に低減され、少量で濃厚な廃水が共同処理場に流入することが必要である。

この事項は、工場の操業が開始され、廃水が流入し始める時点ですでに実施されていなければならない。

（3）各工場から排出される廃水は、成分・濃度に従って完全に分別されていること。

メッキ工場から排出される廃水は、すでに述べたように①シアン系、②クロム系、及び③酸・アルカリ系、に大別される。廃水処理のシステムは、全てこの分別を前提として計画されており、もしこの分別が崩れることになると、廃水処理は全く不可能となる。さらに、シアン系と酸・アルカリ系が混合されるような事がおこれば、猛毒であるシアンガスが発生する恐れがあるので、この分別は厳密に実施されなければならない。

上記の前提条件に従う範囲において、ここで選定されたシステムは、メッキ工業団地の共同廃水処理システムとして最適のものと言える。

1.1.2 経済的な評価と問題点

Ⅱ、メッキ工業団地、4.2財務分析に示されている通り、この最適システムの経済性はかなり良好である。その理由としては以下の項目が考えられる。

(1) かなり高い処理料金の設定

メッキ工場の廃水は処理が困難で、しかも処理不十分で放流された場合の影響が極めて大きい廃水なので、処理料金をかなり高く設定することができる。実際に法律で定められた処理料金（ただし廃水処理業者の受託手数料）は、今回の算出値（Ⅱの4.2.4.財務分析結果 CASE-1によれば4,763Won/m³）よりかなり高い値になっている。

(2) 適正な薬品・電力の消費

廃水処理のシステムとしては十分なものが計画されたので、プラント建設費は現状のものよりもかなり高くなったが、一方計器の装備が充実されたので運転管理が十分行えるようになった。そのため無駄な薬品や電力の消費がなくなり、運転費の内の変動費が必要最低限度に抑えられるようになった。

(3) 完全な運転の自動化

運転が完全に自動化されたため、運転に要する人件費が大幅に削減できた。現状の運転要員は6名であるのに対し、このシステムでは僅か2名に過ぎない。

(4) 低金利資金の使用

この財務分析では、低金利（7%）の公的資金が使用できることが想定されている。この金利は、市中一般の金利（12~15%位）と比べるとかなり有利である。

ただ、日本の公的金利に比べるとやや高いが、これは両国の経済的・社会的条件の相違に依ることなので、ここで比較検討する問題ではない。なお、日本の融

資制度及び優遇税制の概略を、Ⅶ. 付属資料、2. 参考資料の(6)(7)に示す。

ただ、この様な良好な経済性が保たれるためには、以下の条件が保たれることが必要である。

(1) 装置の保守・管理の徹底

処理システムが完全に稼動されないことには、健全な経済性は保たれない。そのためには、平生から装置の保守・管理に必要な費用と人手をかけておくことが重要である。

(2) 適正な処理料金の設定

廃水処理に要する費用は、廃水の水質（成分、濃度等）により大幅に異なるので、廃水を排出する工場側と事前に良く協議して、水質に見合った適正な料金を設定しておく必要がある。

(3) 適正な廃水の受け入れ

廃水を受け入れるに際しては、必ずその水質・水量を測定し、料金受取の基礎とせねばならない。また、その水質が処理のために不適切な場合は、受け入れを断ることが、健全な経済性を保つ為に必要である。

(4) 異常な処理状態の発生の防止

(3) に示した処置が実施されていても、廃水を排出する工場側の誤り或いは故意によって異常な廃水が流入し、処理が不能となる場合が予想される。

このような状態に対処する技術的課題とは別に、そのような状態の再発を防ぐために、異常状態発生の原因となった工場にたいし何等かの制裁（例えば廃水の受け入れ拒否、高価な制裁金の徴収等）が行えるよう、予め制度が定められていることが好ましい。

システムの技術的評価と経済的評価は密接に結び付いており、前者に優れたシステムは後者にも優れている場合が多い。今回選定したシステムは、両者に優れ

た最適システムと言える。

1.2 最適システム導入に関する提言

Ⅱ. 及びⅣの1.1の各項目において、すでに多くの問題点や提言が示されているので、ここでは箇条書きで簡潔にします。

(1) 十分な事前検討の実施

新たに廃水の共同処理場が建設される場合、予想される廃水の水量・水質及びそれらの変動範囲が十分に検討され、基本的な設計条件が正しく設定されなければならない。

ただ、新設される工業団地の場合はまだ工場が立地していないので、実際の工場について調査する事ができない。そのような場合には、本報告書にも示されているような既存工場に関するデータが多く収集され、そのデータに基づいて出来るだけ正確な予想がなされることが必要である。

(2) 廃水処理に関する知識の工場側に対する徹底

共同処理場が良好に運転されるか否かは、処理される廃水が計画通り排出されるか否かにかかっている。そのためには廃水が排出される各工場において、常に廃水処理が考慮されながら生産設備が運転されるなければならない。

共同処理場は常に各工場の生産担当の技術者に対し、廃水処理についての技術・情報を伝え、廃水処理に関する知識の向上を図ることが重要である。

(3) 適正な処理料金体系の設定

既にⅣの1.1.2に述べられているが、いったん設定された料金体系は容易に変更され得ないので、廃水処理が開始される以前に廃水を排出する工場側と協議して、両者によって納得される料金体系が設定されるべきである。

(4) 受け入れる廃水の完全な監視

いかに正しい廃水処理計画や妥当な料金体系が作成されていても、受け入れて

いる廃水の水量や水質が把握されていなければ、良好な共同処理場の運転及び運営は期待できない。

受け入れている廃水の水量及び水質は、常に計測機器によって連続的に計測され、その結果が直ちに装置の運転や処理場の運営に反映されるべきである。

(5) 廃水処理に従事する技術者・運転員の重要視と十分な訓練の実施

これまでの傾向として、廃水処理に従事する技術者や運転員は、生産工程の技術者や運転員に比べて重要視されていない様に思われる。

しかしながら、一定の品質を持つ原料を処理する生産工程とは異なり、廃水処理では原料（廃水）の品質（水量・水質）が大幅に変動しても、製品（処理水）の品質（水質）は常に一定値以上（排水基準値以下）に保たれねばならない。すなわち、排水処理では、排水の水量・水質に柔軟に対応出来る高度な技術が要求される。

そのために、廃水処理に従事する技術者や運転員には優秀な人物が選任され、その上に十分な訓練が受けられる事が好ましい。

(6) 保守・管理の徹底

このことも既にIVの1.1.2に述べられている。いかに正しく建設された最適システムでも、保守・管理が悪いとたちまちに機能が失われてしまう。保守・管理に人手や費用を惜しまないことが、良好な経済性を保つための大きな要因である。

出来れば、生産設備と同様に定期修理（1～2回/年）が実施されるべきである。

(7) 工場と共同処理場との協力体制の確立

既に述べたように、生産工程と廃水処理は緊密に結びついているので、良好な廃水処理状態が維持されるためには、共同処理場と各工場との緊密な協力が不可欠である。その一つの方法として、共同処理場の技術者と各工場の技術者をメンバーとした委員会が組織され、その場で両者に共通な問題について協議・検討・情報交換等が行われる事が考えられる。

(8) 工場の生産工程に対する処理場側の関与

共同処理場は、単に受け入れた廃水を処理するのみでなく、廃水処理の立場から進んで各工場の生産工程にも関与すべきである。そして、良好な廃水処理状態が維持されるために、生産工程の改良等を各工場に積極的に提案すべきである。

1.3 その他の問題点と提言

廃水の共同廃水処理事業以外に、工業団地において考えられる問題点と提言を以下に述べる。

(1) 工業団地の組織

現在の工業団地では、各工場は入居者、共同処理場は家主といった関係にあるが、これでは両者が緊密な関係になるのは難しい。染色工業団地のように、共同処理場は、団地に立地している各工場が会員となった共同組合による運営が好ましい。

(2) 工業団地の運営の拡大

現在の工業団地では、廃水の共同処理と排ガスのスクラバーによる共同処理のみが実施されているが、そのほかにも Utility (工業用水、冷水、蒸気等) の供給、産業廃棄物の処理等が実施されると、工業団地の経営が安定し、また立地工場にも利益になるものと思われる。

(3) 工業団地による生産技術の指導

現在の工業団地に立地している工場は、すべて規模の小さい工場であるため、生産技術の改良、最新技術の導入等に熱意を持っているにもかかわらず、それを実現する手段・方法が無くて困っている状態にある。

そのために、工業団地に生産技術に関する技術センターが設置され、各工場に対し生産技術の指導が行われることが望まれる。

これらの事項は、現在の工業団地の組織では実行されることは難しいが、新たに工業団地が組織される場合には、十分に検討されるべき事柄と考えるられる。

2. 染色工業団地

2.1 最適システムの評価と問題点

染色工業団地についての評価と問題点は、基本的には IV. の 1. メッキ工業団地と同様である。ここでは、メッキ工業団地と同様な内容は単に項目のみを示すに止め、染色工業団地特有の事柄について、説明を行うことにする。

2.1.1 技術的な評価と問題点

ここに選定された最適システムは、木綿を主とし、ポリエステル等の合成繊維の染色も行われている工場から成る工業団地において、その総合廃水を完全に処理できるシステムである。

このシステムは以下のような特徴をもっている。

(1) 予想される廃水の水量及び水質の変動に十分対処できる。

(2) 運転操作は完全に自動化されている。

現状のシステムは十分には自動化されておらず、かなりの運転要員が必要とされる。しかし、この最適システムの運転操作は完全に自動化されており、運転要員の数は現状に比べて相当に少なくなるように計画されている。

(3) 運転制御用の計器が十分に設置されている。

最適システムの各工程には水質等の制御用計器が設置されており、運転員によって常に各部の運転状態が把握できるようになっている。現状のシステムでも相当数の制御用の計器が設置され、制御室で集中管理ができるようになっているが、この最適システムでは計器の設置についてさらに十分な配慮が払われている。

(4) 装置は十分余裕をもって配置されている。

現在の装置は、敷地面積が狭いため、増設に際してかなり無理な機器の配置が行われているが、今回の最適システムでは運転操作が容易に行えるよう余裕をも

って装置が配置されている。従って、敷地面積は現状に比較してかなり大きくなっている。

このことは、現在の敷地面積が $100,000\text{m}^3/\text{日}$ の処理容量を有するシステムにとって極めて狭小であることを示している。

(5) 下水終末処理場が不用となる。

現在の共同処理場からの廃水は、安山市の下水終末処理場に放流されているが、Ⅲ. の 1.2(5) で述べられているように、この終末処理場は十分にその機能を果たしていない。

今回の最適システムでは、処理水の水質がさらに向上するよう計画されており、下水終末処理場の存在価値はさらに薄いものとなっている。とくに、COD 成分の高度処理システム (CASE-2) は、完全に終末処理場を不用とする計画になっている。

しかしながら、いかに完全なシステムでも、計画の前提条件が変わればその機能を十分に果たすことはできない。今回の計画の主な前提条件は下記の通りである。

(1) 工業団地を形成している工場は、木綿を主とし、一部でポリエステル等の合成繊維の染色が行われている工場であること。

今回調査した工業団地においても、繊維の染色以外に皮革のなめしが行われている工場が1存在している。全体の排水量に占めるこの工場の比率は極めて小さいが、この工場から排出される極めて少量のクロム金属が、共同処理場の運転にかなりの影響を与えており、異なった業種の工場が混在した場合の影響の大きさが示されている。

繊維染色の工場においても、羊毛やポリエステルの染色が行われている工場の廃水は、木綿の染色の場合とかなり異なっている。羊毛の染色廃水には羊毛に付随した汚濁物質 (油脂や蛋白) が含まれ、ポリエステルの染色廃水にはマーセライズ加工により溶解するポリエステルの分解物 (エチレングリコール、テレフタル酸等) が含まれる。

前者は生物処理によって容易に処理されるが、後者は生物処理のみでは処理困難な場合がある。その実例が V.3.4.3 の(11)に示されているので参照されたい。

いずれにしても、工業団地が形成されるばあい、立地する工場は十分に検討されて、ほぼ同一の製造工程を有する工場のみを選んで立地させることが重要である。

(2) 各工場では、十分な廃水量の低減対策が実施されていること。

(3) 各工場から排出される廃水は、共同処理場では処理困難な汚濁物質が完全に除去されていること。

(1) で述べられているように、共同処理場では処理困難なクロムのような重金属類等は各工場において完全に除去されていなければならない。

(4) 各工場からの排水量及び水質が大幅に変動しないこと。

既に述べられているように、この最適システムはかなりの変動に耐えられるように計画されている。しかし処理水量が極めて多いため、排水の受水槽 (Stabilization Tank) の滞留時間は約 4 時間に過ぎない。従って、一時に大量の排水が排出された場合には対応出来なくなる。

上記の前提条件に従う範囲において、ここで選定されたシステムは、染色工業団地の共同廃水処理システムとして最適のものと言える。

2.1.2 経済的な評価と問題点

Ⅲ. 染色工業団地、4.2 財務分析 に示されている通り、この最適システムの経済性は、現行の処理料金よりは高くなるものの (CASE-1で約1.4倍) 概ね良好なものと考えられる。その理由は以下の通りである。

(1) 現在の処理システムが大幅に改善されているので、必然的にコストが高くなっている。

(2) 現在の処理施設は5年前に建設されたものであり、既に或程度償却が進んでいるが、今回の分析は全く新しく処理施設が建設されるものとして行われている。

(3) 今回の分析においても、CASE-1 では9年次以降において処理コストは358 Won/m³ となる。これは現行処理料金の約80%にあたる。

この様に概ね良好な経済性が得られた原因としては、以下の項目が考えられる。

(1) 処理容量が極めて大きい。

今回計画された最適システムの処理容量は100,000m³/日である。この容量は産業廃水の処理場としては最大級のものであり、システム建設費に及ぼす規模効果 (Scale Merit) は大きい。これが、このシステムの経済性を良好ならしめている一つの理由である。

(2) 適正な薬品・電力の消費

(3) 完全な運転の自動化

運転が完全に自動化されたため、運転要員の数が大幅に削減できた。現状の運転要員は、管理者・技術者を除いて約6名であるのに対し、このシステムでは3名に過ぎない。

(4) 低金利資金の使用

この財務分析では、低金利(7%)の公的資金が使用できることが想定されている。この金利は、市中一般の金利(12~15%位)と比べるとかなり有利である。

ただ、日本の公的金利に比べるとやや高いが、これは両国の経済的・社会的条件の相違に依ることなので、ここで比較検討する問題ではない。なお、日本の融資制度及び優遇税制の概略を、Ⅶ. 付属資料、2. 参考資料の(6)(7)に示す。

ただ、この様な良好な経済性が保たれるためには、以下の条件が保たれることが必要である。

- (1) 装置の保守・管理の徹底
- (2) 適正な処理料金の設定
- (3) 適正な廃水の受け入れ
- (4) 異常な処理状態の発生の防止

システムの技術的評価と経済的評価は密接に結び付いており、前者に優れたシステムは後者にも優れている場合が多い。今回選定したシステムは、両者に優れた最適システムと言える。

2.2 最適システム導入に関する提言

Ⅲ. 及びⅣの2.1の各項目において、すでに多くの問題点や提言が示されている。そこで、ここではメッキ工業団地と共通の事柄については単に項目のみお示し、染色工業団地特有の事柄については説明を加える事とする。

- (1) 十分な事前検討の実施
- (2) 廃水処理に関する知識の工場側に対する徹底
- (3) 適正な処理料金体系の設定

現在の処理料金は従量制(450Won/m³)であり、廃水の水質については、pHが11をこえた場合にのみ超過料金が徴収される仕組みになっている。

しかし、処理費用に大きく影響する水質項目としては、pH以外にもCOD、色度等がある。従って、これらの水質項目が料金体系の中に組み入れられる事が好ましい。