

3.2 廃水量の低減対策

3.2.1 用水の使用状況

訪問調査を行った10工場における用水の使用状況を、表3.2.1.に示す。この地域には工業用水道の施設はなく、水源はすべて上水道である。

これらの工場は極めて小規模で、従業員数は平均 9人、床面積は平均 160m²であり、用水量は 4~10m³/日（平均 6m³/日）に過ぎない。

用水のほぼ全量が生産工程において製品の洗浄用に使用されている。冷却用水は10工場の内 2工場（No.1,3）で使用されているが、いずれも冷却塔を使用して循環使用されており、補給水の量は僅少である。また、これらの工場は同一の建物の中にアパート形式で入居しているためトイレ・食堂等は共用であり、個別の工場では生活用水・雑用水はほとんど使用されていない。

洗浄は製品が小型なため、すべて水槽のなかに製品を浸す浸漬方式で行われ、水槽の大きさは 10~100ℓ程度の小型の物が大部分をしめている。

洗浄方式は、表3.2.2.に示すように大部分が水槽を2~3槽使用する多段方式である。水を流さないで洗浄用水を水槽に溜めたままで使用する”溜め洗い”方式が主体をしめており、水を流しながら洗浄する”流し洗い”方式は 2工場のみで採用されている。

溜め洗い方式の場合、洗浄槽内の用水は一日1~2回更新されているが、更新の基準（例えば水質、洗浄回数、被洗浄物の量等）が明確になっている場合は少ないように見受けられる。一方、流し洗い方式の場合も水量が厳密に制御されているとは考えにくく、余分の水量が使用されている可能性が高い。

洗浄用水以外では、前述のように 2工場で冷却用水が使用されている。No.1工場ではアルマイト槽の冷却用に冷水が使用され、冷水を造るための冷凍機の冷却用に冷却用水が使用されている。また、No.3工場ではめっき槽の冷却に冷却用水が使用され、いずれも冷却塔を使用して循環使用されていることは前述した。

アルマイト処理と異なり電気メッキでは発熱量があまり大きくなく、冷却を必要とすることはまれであるので、今後もこれらの工場で大量に冷却用水が使用されるとは考えにくい。

これらの工場について従業員 1人当たりの補給水使用量（用水量原単位）を求

表 3.2.1. メッキ工場の用水使用状況

工場 番号	メッキの種類	作業面積 m ²	従業員数 人	用水量 m ³ /日	洗浄用水以外の用水状況
1	アルマイト	96	8	4	冷凍機(20RT)用の冷却用水は冷却塔で循環使用
2	Cu, Ni, Cr, Cr(B)	220	11	7	
3	Zn, Cu, Ni, Cr, Cr(B)	116	11	6	メッキ槽冷却に冷却塔(約10RT)使用
4	Zn系 H^+ -カソード	198	11	10	ホーバ(300Kg/h)を使用
5	Cu, Ni, Cr, Cr(B)	182	5	5	
6	Cu, Ni, Cu+Zn, Cr	231	16	5	
7	Ni, Au, Ag	155	10	4	
8	Ni, Au, Ag	130	14	7	
9	Cu(化学, 電気)	170	3	7	
10	Cu(プリント配線板)	99	4	6	
		1,597	93	61	

備考：(B)はBlack・・・黒色クロムめっき

表 3.2.2. メッキ工場の洗浄方式

工場 番号	用水量 m ³	洗浄工程 数	流れ方式	洗浄段数	洗浄槽の数	備 考	
1	4	5	溜 め	多 段	400 ℓ × 5個	自動操作	
2	7	5	溜 め	多 段	15~16個		
3	6	5	溜 め	多 段	約15個		
4	10	3	流 し		単段2, 多段1		
5	5	8	溜 め	多 段	約20個		
6	5	5	流 し	多 段	17個		
7	4	4	流 し	多 段	50 ℓ × 3段 × 4系列		洗浄用水に純水使用
8	7	6	溜 め	多 段	約30個		
9	7	5	溜 め	多 段			
10	6	9	溜 め	多 段			

めてみると、以下のようなになる。

最大 2.3、最小 0.31、平均 0.66、 単位； $\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{人}$

日本の従業員数30人以上の工場についての工業統計（1990年）によると、電気めっき業における用水量原単位は $2.48\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{人}$ であり、表3.2.1.の値に比べてかなり大きな値を示している。

この理由としては以下が考えられる。

A. 日本の工業統計では一工場当たりの従業員数は65人であり、今回の調査対象工場と比較すると規模が格段に大きい。

B. 規模の大きな工場では通常自動装置が導入され、生産性が格段に上昇している。一方調査対象工場ではほとんどが手作業であり、生産性が極めて低い。

C. 日本における従業員数10人以下の5工場についての調査資料によると、使用水量原単位は平均1.66となっており、上記の工業統計値より大幅に低い。

これらの考察結果から、今回の調査対象工場と日本の工業統計との差は、工場規模の差による生産性の差であり、調査対象工場の用水量が少ないからではなく、従業員数が生産規模に比べて多いことによるものと考えられる。

3.2.2 廃水量低減の基本的考え方

(1) 概要

廃水量の低減方法は用水の使われ方によって大きく異なる。めっき工場の場合は前述のように洗浄用水が主体なので、ここでは洗浄用水について述べる。

洗浄用水の特徴としては以下が考えられる。

A. 主として製品の洗浄に用いられるため、水量・水質が製品の品質に大きな影響を与える。

B. 排水には洗浄の際発生した種々の汚濁物質が含まれるため、通常かなり汚れており、この水質が工場全体の廃水水質を決定している場合が多い。

これらの特徴のため、洗浄用水の廃水量低減は、排水がほとんど汚れない間接冷却用水や温調用水に比べると遙かに難しい。以下に主な方法を列挙する。

- 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

これらの方法について以下に述べる。

(2) 洗浄用水量の低減方法

1) 用水管理の徹底

これは最も基本的な方法であり、そのやり方は工場の状況によって多少異なるが、おおむね以下の3項目に集約できる。

A. 節水意識の徹底：これは人の意識面から節水を徹底させようとするもので、単なる作業員の「しつけ」のみでは難しく、意識教育が必要となるため次のC.で述べる「作業基準」の確立を伴わないと効果は薄い。

B. 用水量の正確な把握：各用水箇所における水量を正確に知ることが、用水管理の基本である。しかしすべての用水箇所に流量計を取り付けることは不可能であるので、種々の便法により水量を推定することが必要になる。その便法としては以下のような方法がある。

- a. 配管の口径と流速からの推定
- b. 弁の開度と流量の関係からの推定
- c. 流出する水を容器で受けて測定
- d. 開渠に簡易な堰を設けて測定
- e. 使用水量に関する作業基準の作成

ある洗浄工程に必要な洗浄用水量を、それぞれの作業条件に従って決定し、作業基準として作業者に守らせるよう指導する。こうすることにより、極めて過剰な用水が使用されることを防ぐことができる。

このような作業基準を作ることは極めて難しいが、作成可能な所から作ってゆくことが必要であろう。

2) 向流多段洗浄方式の採用

この方式は、洗浄する製品の移動する方向と洗浄用水の流れの方向が、互いに向流 (Counter Current) になるような洗浄方式で、一つの槽では実現不可能なので、必然的に2槽以上の多槽方式となる。その原理を図3.2.1. に示す。

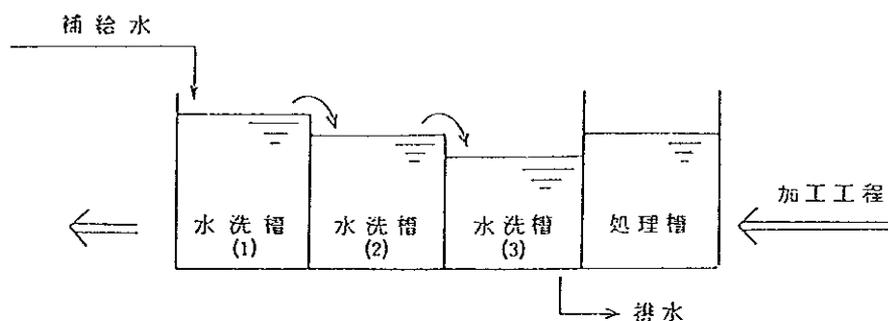


図3.2.1. 向流多段洗浄方式

向流洗浄を実施した場合の用水量は、単一槽の場合に比べて大幅に少なくなる。図3.2.2. は同一洗浄効果を得るための必要水量を、単一槽の場合と向流多段洗浄方式の場合について比較したものである。

この図からわかるように、2槽の場合でも単一槽に比べて70~90%の節水になるが、一方3槽以上にふやしても得られる節水効果は少ない。

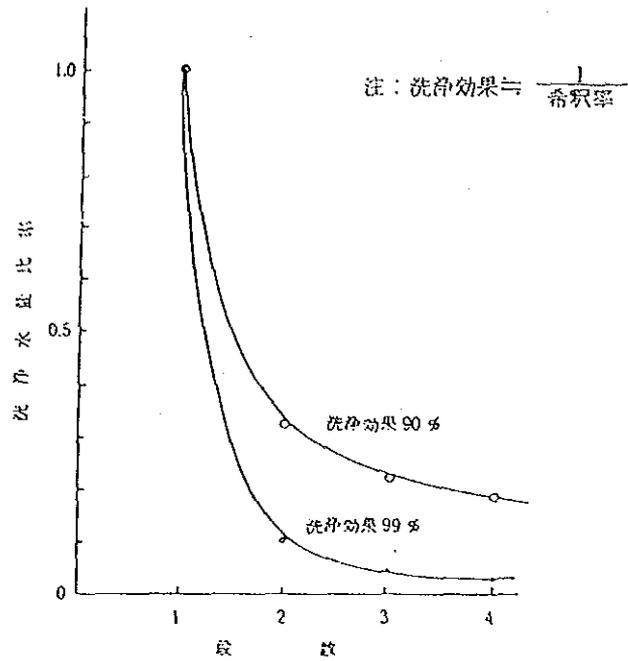


図3.2.2. 向流多段洗浄方式の洗浄用水比率

3) カスケード使用

カスケード使用とは、ある工程の排水をそのまま他の工程に順次使用することである。間接冷却用水の排水は、ほとんど汚れがなく、また水温が高くなっているため、洗浄用水に使用するのに極めて適している。

この使用法は、特別な設備を必要とせず、また運転費用も低いので、実施可能であれば極めて有効な方法である。図3.2.3.にカスケード使用の原理を示す。

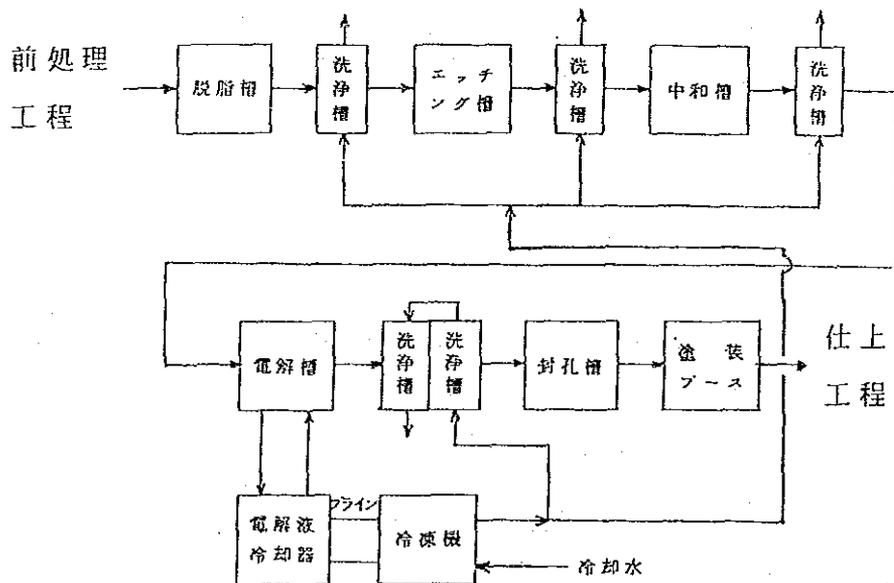


図3.2.3. アルマイト製造工程におけるカスケード使用例

4) 水洗槽自動給水装置

この装置は、水洗槽内の水質を一定に保つため、槽内の水質の変化に応じて水洗槽への水の供給を自動的に調節する装置である。

調節対象の水質としては、槽内で洗浄のさいに溶解する塩類の濃度が好ましいが、測定が困難なので塩類濃度にほぼ比例する導電率を採用する。

水洗槽内に導電率の検知部を挿入し、洗浄用水が汚れてきて導電率が上昇すると電磁弁を開いて水を流し、汚れが薄まって導電率が低下すると電磁弁を閉じて水を止める機能になっている。

めっき工場の場合は、単一的水洗槽に取り付けても相当の効果があるが、向流多段洗浄方式の最終段に取り付けるともっとも効果大きい。図3.2.4.にその一例を示す。

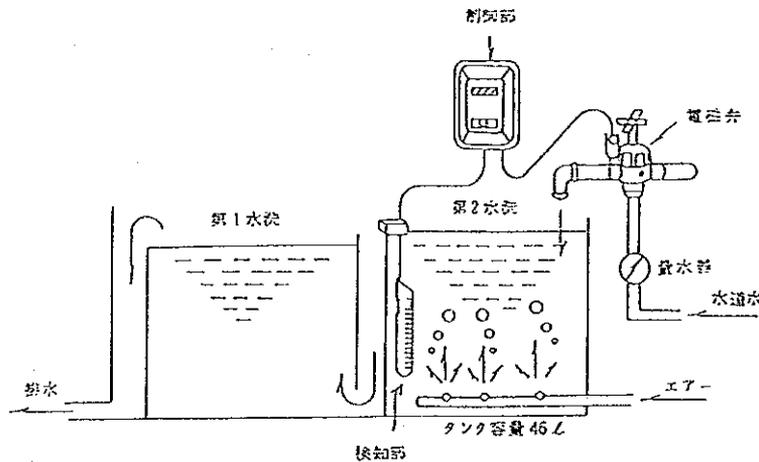


図3.2.4. 自動給水装置

5) 手元制御弁

この弁は散水ホースの先端に取り付けて、水の放流・停止を元栓を使用しないでホースの先端で操作出来るようにしたものである。また、放流・停止のみでなく流量調節も可能なものが多い。

ホースの先端で操作されるものであるから、軽い・操作しやすい・破損しない等の特性が要求される。種々の形式のものが市販されているが、図3.2.5.に示した一例は、前記の特性をかなり満足させたものである。

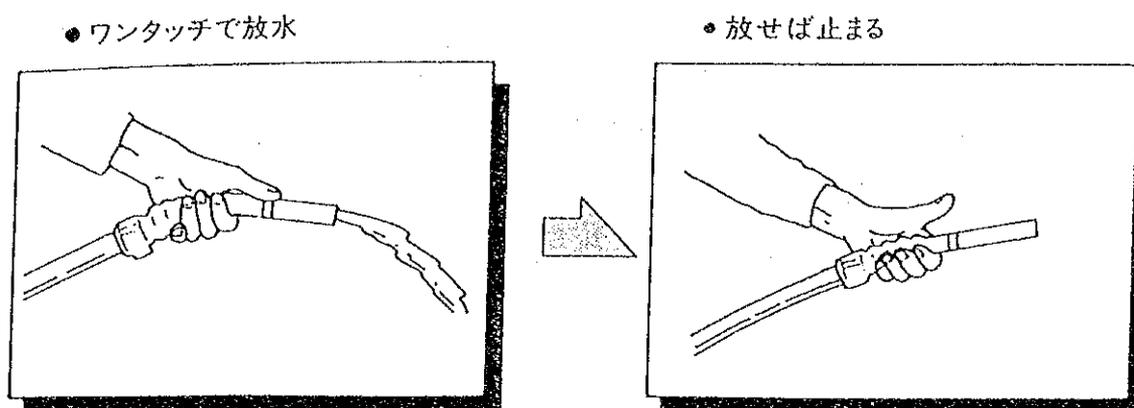


図3.2.5. 手元制御弁の一例

(3) 廃水の再利用

1)～5)に述べた手法以外に、廃水量の低減に大きな効果があるのは廃水の再利用である。しかしながら、前述のように洗浄用水の排水は通常汚れているので、再利用のためには相当高度の処理、例えば活性炭吸着・オゾン処理・逆浸透処理等が必要となり、処理コストが高価となる。従って廃水の再利用は集中処理場における検討のみに止め、個別の工場においては検討しないこととする。

(4) その他

廃水量の低減は前述の手法により進められるが、そのなかで最も重要なのは「用水量の正確な把握」である。これがなければ他の手法は適用不可能で、また用水量が正確に把握されれば廃水量の低減方法の検討はきわめて容易となる。

3.2.3 具体的な方策

調査対象工場は前述のように極めて規模が小さく、個々の工場の用水使用の詳細を明確にする事は極めて困難である。そこで、個別工場についての具体策の検討は行わず、3.2.2. (1)で示された廃水量低減方策のa.~e.がどのような形で適用可能かを全工場まとめて検討する。

(1) 用水管理の徹底

各工場共水源としては上水道のみが使用されており、配管径はおおむね25mm程度である。水栓は一個しかなく、末端に近い所に量水計（積算流量計）が設置されている。この計器で使用水量の積算値は明らかになるが、瞬間的な流量を知ることは難しい。しかし、工場が小規模で用水量が少ないため、用水の各使用箇所に流量計を取り付けることは不可能に近い。

比較的实现可能な用水管理の方法として、水栓の出口に瞬間流量が計れる流量計、例えば面積式流量計（ロタメータ）、を取り付けることが考えられる。

こうすれば、少なくともある時点における使用水量が明らかになり、その時の作業状況と対比して、使用水量が適当であるか否かを監視することができる。

ただし、これを可能にするためには前述したように、洗浄工程毎に使用水量に関する作業基準を作成して置くことが必要である。

この程度の用水管理でも、現在の極めて大まかな管理に比べれば相当な廃水量の低減が可能になると思われる。

この形式の流量計は、価格が比較的安く（200～300千Won位）取付も容易なので、今回の調査対象工場でも十分使用可能である。

(2) 向流多段洗浄方式の採用

調査対象工場では、表3.2.2.に示したように洗浄方式は一部を除いて多段方式が採用されているが、ほとんどが”溜め洗い”方式であり、”流し洗い”方式はごく一部で採用されているに過ぎない。

”溜め洗い”方式でもかなりの節水の効果はあるが、水槽中の洗浄用水の水質が時間の経過にしたがって次第に悪くなるので、早めに交換する必要があり、節水の効果は必ずしも十分とは言えない。

従って、現在使用されている”溜め洗い”水洗槽を少なくとも 2 段向流式の”流し洗い”方式に改良し、水量を良く管理すれば相当効果的な節水（廃水量の低減）が達成できると思われる。

ただ、向流多段洗浄方式を採用するには次のような問題点がある。

A. 場所が極めて狭いため、向流多段洗浄槽を作業効率良く配置することはかなり困難である。

B. 前述のように、給水用の水栓は一箇所しかないので、そこから各水洗槽に連続的に給水することは、狭い床面に多くの配管を設置せねばならないため、かなり難しい。

C. 従来使用されてきた単一槽は簡単に移動でき、用途も容易に変更できるが、向流多段洗浄槽はいったん設置されてしまうと容易に移動も用途変更もできないので、作業の柔軟性が失われる。

向流多段洗浄槽は通常合成樹脂製（塩化ビニール等）で、価格はあまり高価ではない。従って、上記の問題点を少しずつ解決しながら順次改良をおこなえば、現在の狭い作業面積内でも実施可能と考えられる。

（3）カスケード使用

カスケード使用では、前述のように間接冷却用水の排水を洗浄用水に使用するのが、最も容易で効果のある方法である。しかしながら、調査対象工場では冷却用水はほとんど使用されていないので、この方法が適用できる箇所が見当たらない。冷却用水が使用されている 2 工場では、すでに冷却塔が設置され循環使用が実施されているので、カスケード使用の必要性はない。

(4) 水洗槽自動給水装置

この装置は前述のように単一槽にも多段槽にも適用可能であるが、多数の装置を設置するには価格がやや高価過ぎるので（日本国内価格で80千円位）、今回の調査対象工場のように用水量に比べて水洗工程が多い場合には適用が難しい。もっと規模の大きい工場に適した装置である。

(5) 手元制御弁

今回の調査対象工場では、水洗槽等への給水を固定した配管ではなく、可動式の長いホースを使用している例が多い。このような場合には、その先端に手元制御弁を取り付けると節水には効果がある。

弁の価格は日本国内で一個 5千円程度なので、十分使用可能である。

(6) 廃水量の低減可能量

前記の(1)～(5)の方法を用いることによって、どの程度廃水量が低減可能かを個々の工場について具体的に検討することは難しい。

しかしながら、訪問調査の際の聞き取り・観察等によって得られたデータ、過去の多数の工場調査によって得られた経験等により総合的に検討すれば、上記の方策のうち(1)(2)(5)、特に(1)(2)が実施されれば、現在の廃水量の20-30%は十分低減され得るものと考えられる。

低減可能な廃水量は、工業団地全体で見れば相当な水量（40～60m³/日）になるが、個々の工場では僅かな水量に過ぎないので、各工場が良く事情を認識して、僅かな水量の節水についても努力しないと、全体での廃水量低減は達成され得ないと思われる。

3.2.4 現在の廃水の排出特性の設定

訪問調査により得られた資料に基づき、メッキ工業団地の総合廃水の排出特性を次のとおりに定める。ただし、廃水の濃度別分別排出、用水管理の徹底、手元制御弁の取付け等による廃水量の低減対策、並びにくみ出し量の削減による汚濁負荷量の低減対策が施されたものとする。

- A. メッキ工業団地の総合廃水量を $200 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。
- B. 浴液の更新廃水は、水洗廃水と分別して排出する。
その量は上記の廃水量の2%とし、この水量が総合廃水に付加されるものとする。
- C. 酸・アルカリの水洗廃水は、分別しないで排出される。
- D. 現在メッキ工業団地内で実施されているとおり、第1水洗槽は回収槽として使用して廃水は排出せず、浴建てに使用する。
- E. 第2水洗槽以降の水洗廃水は排出される。
- F. 廃水の分別排出が完全に実施されたときの廃水の排出特性を、表3.2.3.に示すように想定する。
- G. F.の現状の排出特性において、さらに浴液の高濃度廃水と水洗廃水とを分別して排出されたときの廃水の排出特性を、表3.2.4.のとおり定める。

3.2.5 向流多段洗浄方式による低減対策を行った場合の廃水の排出特性の設定
水洗方式を次のとおり改善することにより、廃水量の削減対策を実施するものとする。

- A. 第2水洗槽はバッチ式とする。当廃水は半高濃度廃水と称し、分別排出して処理を行う。

水量は現状の廃水量の40%で、汚濁負荷量は現状の汚濁量の90%を占めるものとする。

B. 第3水洗槽以降は、向流多段水洗槽を用いる。この廃水は水洗廃水と称し、分別して再生利用を行う。

水量は現状の廃水量の60%で、汚濁負荷量は現状の汚濁量の10%を占めるものとする。

表3.2.3. 現状の総合廃水の排出特性

ITEMS		CN Wastewater	Cr Wastewater	H-OH Wastewater
Quantity	(m ³ /d)	67	62	71
pH		10.2	2.6	2.5
COD	(mg/l)	370	240	300
SS	(mg/l)	320	210	270
n-Hex	(mg/l)	8	—	10
CN	(mg/l)	18	—	—
T-Cr	(mg/l)	—	100	—
Fe	(mg/l)	2	—	30
Zn	(mg/l)	30	25	25
Cu	(mg/l)	10	40	35
Ni	(mg/l)	—	—	25
Pb	(mg/l)	—	1	10
Al	(mg/l)	—	—	10
Cr ⁶⁺	(mg/l)	—	100	—
F	(mg/l)	—	—	10
T-N	(mg/l)	—	—	10
T-P	(mg/l)	—	20	20
TRICHLOROETHYLENE	(mg/l)	—	—	—
TETRACHLOROETHYLENE	(mg/l)	—	—	—

表3.2.4. 現状の総合廃水に対し濃度による分別排出を行ったときの総合廃水の排出特性

ITEMS	CN Wastewater		Cr Wastewater		H·OH Wastewater		
	RINSE	CONC.	RINSE	CONC.	H·OH RINSE	H CONC.	OH CONC.
Quantity (m ³ /d)	67	1.4	62	1.2	71	0.7	0.7
pH	10.2	12.2	2.6	0.3	2.5	0.3	13.0
COD (mg/l)	37	3,700	24	2,400	40	4,000	4,000
SS (mg/l)	10	100	10	100	10	1,000	1,000
n-Hex (mg/l)	8	5	—	—	10	10	1,000
CN (mg/l)	100	10,000	—	—	—	—	—
T-Cr (mg/l)	—	—	100	10,000	—	—	—
Fe (mg/l)	2	200	—	—	30	3,000	30
Zn (mg/l)	30	3,000	10	1,000	25	2,500	25
Cu (mg/l)	10	1,000	—	—	35	3,500	35
Ni (mg/l)	—	—	—	—	10	1,000	10
Pb (mg/l)	—	—	—	—	10	1,000	10
Al (mg/l)	—	—	—	—	10	1,000	10
Cr ⁶⁺ (mg/l)	—	—	100	10,000	—	—	—
F (mg/l)	—	—	—	—	10	1,000	10
T-N (mg/l)	—	—	—	—	10	1,000	10
T-P (mg/l)	—	—	20	2,000	20	2,000	20
TRICHLOROETHYLENE (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—
TETRACHLOROETHYLENE (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—

3.3 廃水処理システムの選定

3.3.1 廃水の水量・水質

廃水の分別が完全に実施され、さらに浴液の更新時に排出される高濃度廃水と現状の水洗廃水とを分別して排出されたものとして、廃水の水量・水質を、表3.2.4.に示すとおりに定める。

3.3.2 処理水の水質

韓国の排水基準に従い、処理水の水質を表3.3.1.に示すとおりに定める。

3.3.3 最適システムの選定

(1) 現行の排水基準に適合する廃水処理システム

メッキ廃水の処理システムの中で、最も確実に、建設費・処理費の安価なものは次に示すもので、最も普及しているものである。

A. 有害物質を無害化する。

シアンは次亜塩素酸ナトリウムを用いて酸化して、窒素と炭酸ガスに分解する。また、六価クロムは亜硫酸ソーダ等を用いて還元して、三価のクロムとする。

B. 鉄シアン錯体の処理工程を加える。

C. 重金属、アルミニウム、フッ素、りんは、凝集沈殿処理を行って除去する。

D. 酸、アルカリは中和処理をする。

E. 有機物質に起因するCOD、BODは、凝集沈殿処理を行って除去する。

F. 凝集沈殿処理水中に微量に残存する重金属は、キレート樹脂によって吸着除去する。

表 3.3.1. 処理水の水質

Items	(unit)	Effluent Standards
B O D	(mg/ℓ)	3 0
C O D	(mg/ℓ)	1 3 0 (4 0) *-1
S S	(mg/ℓ)	3 0
p H	(mg/ℓ)	5 ~ 9
n - H e x (mineral oil)	(mg/ℓ)	5
n - H e x (plant oil)	(mg/ℓ)	3 0
P h e n o l s	(mg/ℓ)	3
C N	(mg/ℓ)	1
T - C r	(mg/ℓ)	2
F e	(mg/ℓ)	1 0
Z n	(mg/ℓ)	5
C u	(mg/ℓ)	3
C d	(mg/ℓ)	0 . 1
H g	(mg/ℓ)	0 . 0 0 5
O r g - P	(mg/ℓ)	1
A s	(mg/ℓ)	0 . 5
P b	(mg/ℓ)	1
C r ⁶⁺	(mg/ℓ)	0 . 5
M n	(mg/ℓ)	1 0
F	(mg/ℓ)	1 5
P C B	(mg/ℓ)	0 . 0 0 3
Trichloroethylene	(mg/ℓ)	0 . 3
Tetrachloroethylene	(mg/ℓ)	0 . 1
T - N	(mg/ℓ)	6 0
T - P	(mg/ℓ)	8

* - 1 Standards on Advanced Treatment

G. 浴液等の高濃度廃水は分別して廃水貯槽に貯留し、少量ずつ同系の水洗廃水に定量注入して処理する。

これらの工程の内、鉄シアン錯体の処理工程は組み込まれていないのが一般的であるが、訪問調査の結果を踏まえ、メッキ工業団地の総合廃水を処理する観点から、本操作を付加することとする。なお、処理の原理はV. 廃水処理・再生利用のためのガイドラインを参照のこと。

廃水にアルミニウムが含有されることから、これを凝集沈殿処理するためにpHを弱アルカリに調整する。そのため、高アルカリで水酸化物として分離される他の重金属がイオン状態で微量に残存するおそれがある。また、錯体化している重金属の存在も予想されることから、凝集沈殿処理の後にキレート樹脂塔を設置してそれらを除くシステムとする。

現行の排水基準を満足する廃水処理システムの、フローダイヤグラムを、図3.3.1.に示す。

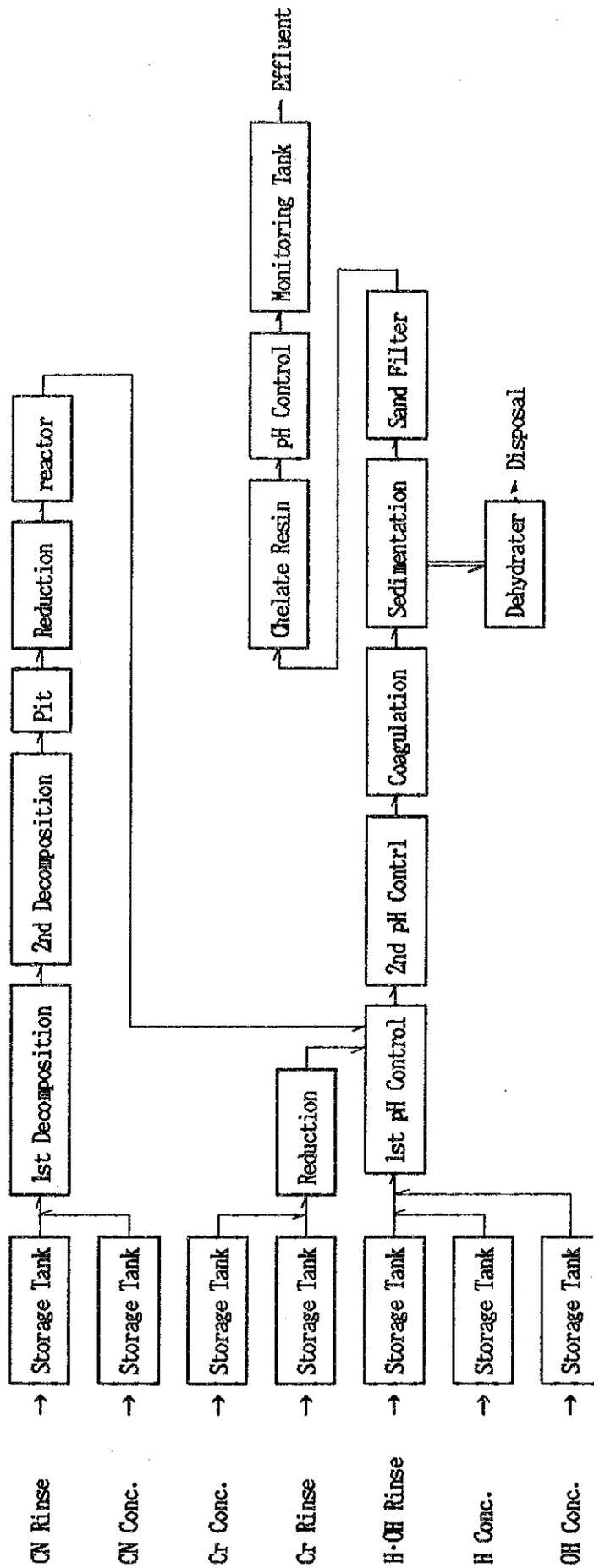


Fig. 3.3.1. Flow-diagram of the treatment system satisfying the present effluent standards

(2) COD成分の高度処理システム

現行の排水基準に適合する廃水処理システムにおいて、凝集沈殿処理水中に残存するCOD源のほとんどは有機物質である。この有機物質の汚濁発生源は、脱脂工程で除去された油等や浴液に含有している添加剤である。これらの有機物質の除去は、活性炭による吸着法が最も普及されている。

一方、プリント配線板の製造や、プラスチックメッキを行っているメッキ工場では、化学メッキが行われており、無機物質や有機物質の還元剤を含む廃水が排出される。これらの還元剤はCODとして測定される。

一般には、濃厚廃水は少量ずつ水洗廃水に添加して処理をしたり、別途に処理・処分をしている。水洗水として排出されるものについては、低減化対策により濃度が低下しているため、ほとんどの場合に問題になっていない。

以上のことから、次に示すシステムを採用することとする。

A. 現行の排水基準を満足する廃水処理システムに、活性炭吸着塔をキレート樹脂塔の前段に設置する。

廃水の高度処理システムのフローダイヤグラムを、図3.3.2.に示す。

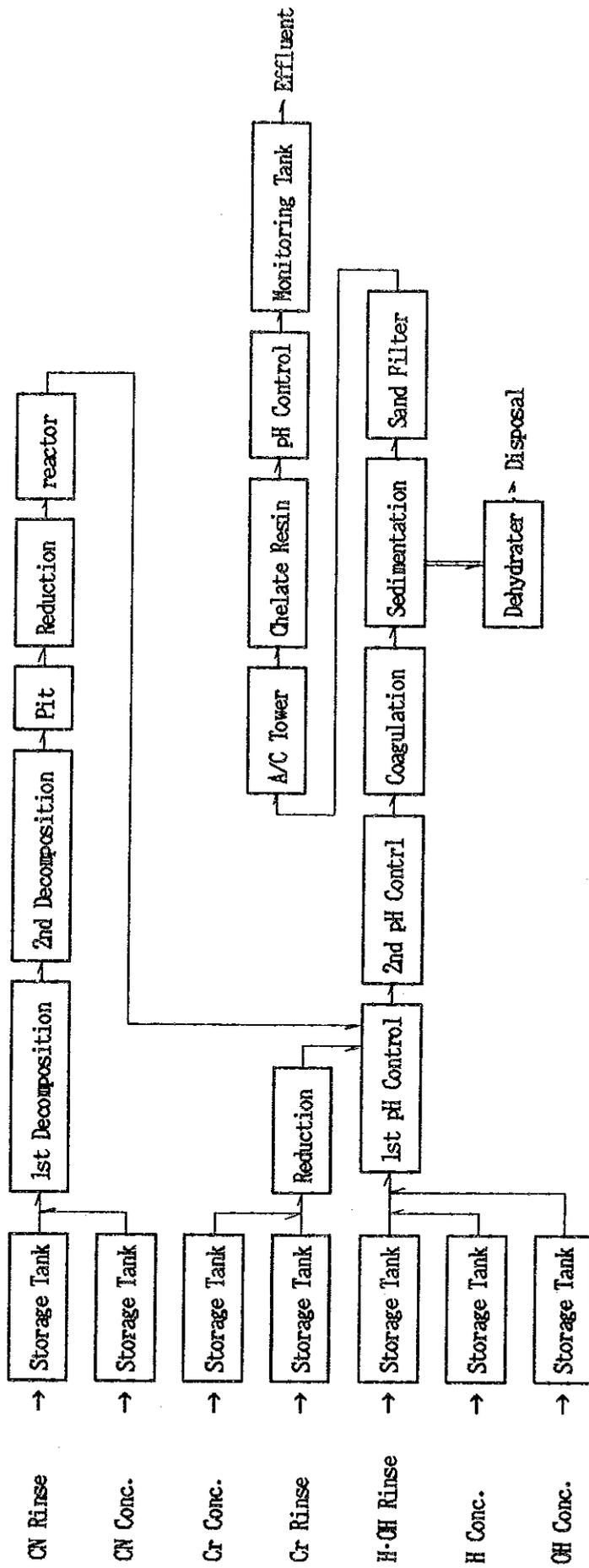


Fig. 3.3.2. The flow-diagram of the advanced treatment system

3.4 再生利用システムの選定

3.4.1 廃水の水量・水質

表3.2.3.に示すように廃水の分別が完全に実施され、次に表3.2.4.に示すように廃水が浴液の更新時に排出される高濃度廃水と現状の水洗廃水とに分別された。

次に、水洗工程に向流多段洗浄方式が採用されることによって、この水洗廃水が半高濃度廃水と水洗廃水とに分別されて排出されるときに廃水の水量・水質を、表3.4.1.に示すとおりに定める。

3.4.2 処理水の水質

廃水の処理水質は、表3.3.1.に示すとおりとする。

再生利用水の処理水質は、導電率で $20\mu\text{S/cm}$ 以下とする。

3.4.3 最適システムの選定

(1) 再生利用システムと現行の排水基準に適合する廃水処理システムの組合せ

A. 再生利用を図る対象廃水

第3水洗槽以降の向流多段水洗槽からの水洗廃水とする。水洗廃水の分別は、酸・アルカリ系水洗廃水、クロム系水洗廃水及びシアン系水洗廃水とする。

B. 廃水処理の対象となる廃水

a. 浴液の更新廃水

浴液の分別は、酸系高濃度廃水、アルカリ系高濃度廃水、クロム系高濃度廃水及びシアン系高濃度廃水とする。

b. 第2水洗槽の半高濃度廃水

半高濃度廃水の分別は、酸・アルカリ系半高濃度廃水、クロム系高濃度廃水及びシアン系高濃度廃水とする。

c. イオン交換樹脂の再生廃水

表3.4.1. 向流多段洗淨方式を採用後の総合廃水の排出特性

ITEMS	CN Wastewater		Cr Wastewater		H·OH Wastewater	
	RINSE	SEMI CONC.	RINSE	SEMI CONC.	RINSE	SEMI CONC.
Quantity (m ³ /d)	40.2	26.8	42.6	24.8	37.2	28.4
pH	9.2	11.2	3.6	1.6	3.5	1.5
COD (mg/l)	6	83	3	54	8	10
SS (mg/l)	2	225	1	23	2	3
n-Hex (mg/l)	1	18	—	—	2	3
CN (mg/l)	17	225	—	—	—	—
T-Cr (mg/l)	—	—	15	225	—	—
Fe (mg/l)	1	5	—	—	6	8
Zn (mg/l)	5	68	1	23	5	6
Cu (mg/l)	2	23	—	—	7	9
Ni (mg/l)	—	—	—	—	2	3
Pb (mg/l)	—	—	—	—	2	3
Al (mg/l)	—	—	—	—	2	3
Cr ⁶⁺ (mg/l)	—	—	15	225	—	—
F (mg/l)	—	—	—	—	2	3
T-N (mg/l)	—	—	—	—	2	3
T-P (mg/l)	—	—	3	45	4	5
TRICHLOROETHYLENE (mg/l)	—	—	—	—	—	—
TETRACHLOROETHYLENE (mg/l)	—	—	—	—	—	—

C. 再生利用水量

- a. 再生利用を目的とする処理の対象となる水量は、現状の廃水量の60%とする。ただし、再生利用水として回収される水量は、イオン交換樹脂の再生用水を差し引いて、現状の廃水量の50%と設定する。

低減対策を行った後の水洗水のような希薄廃水を再生利用する場合には、イオン交換樹脂を用いて廃水中の重金属を含む塩の吸着除去を行う方法が広く用いられている。

イオン交換樹脂塔は、第1塔が強カチオン交換樹脂のみの単床式、第2塔が弱アニオン交換樹脂と強アニオン交換樹脂の複床式である。通水方式は上向流式で、樹脂の再生方式は下向流である。

イオン交換樹脂による本処理システムと従来のシステムとを比較すると、得られる処理水質は従来方式が導電率 $10\sim 50\mu\text{S/cm}$ であるのに対し、本方式では $2\sim 10\mu\text{S/cm}$ であり、また、樹脂の再生薬品量は本方式は従来方式の $1/2$ に低減されている。このような利点によって廃水の再生利用が広く普及されたわけである。

再生利用システムと現行の排水基準を満足する廃水処理システムのフローダイヤグラムを、図3.4.1.に示す。

(2) 再生利用システムとCOD成分の高度処理システムの組合せ

COD成分の高度処理システムと同様に、再生利用システムと現行の排水基準に適合する廃水処理システムにおいて、活性炭吸着塔をキレート樹脂塔の前段に設置する。

再生利用システムとCOD成分の高度処理システムのフローダイヤグラムを、図3.4.2.に示す。

(3) 廃水のクローズドシステム

クローズドシステムを採用する場合の廃水量の低減対策は、次のとおりとする。

A. 現在メッキ工業団地内で実施しているとおり、第1水洗槽は回収槽として使

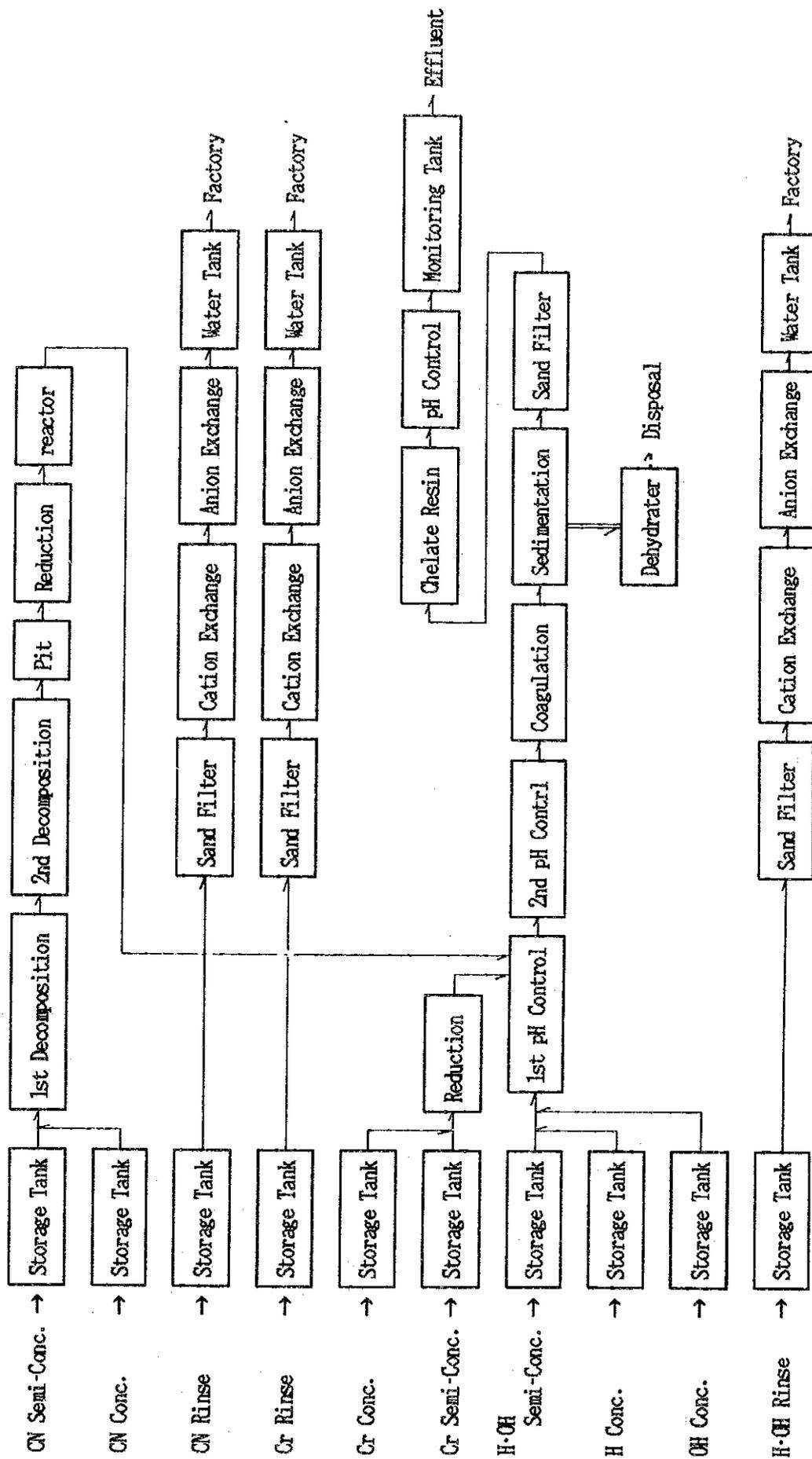


Fig. 3.4.1. The flow-diagram of the reclamation system and the treatment system satisfying the present effluent standards

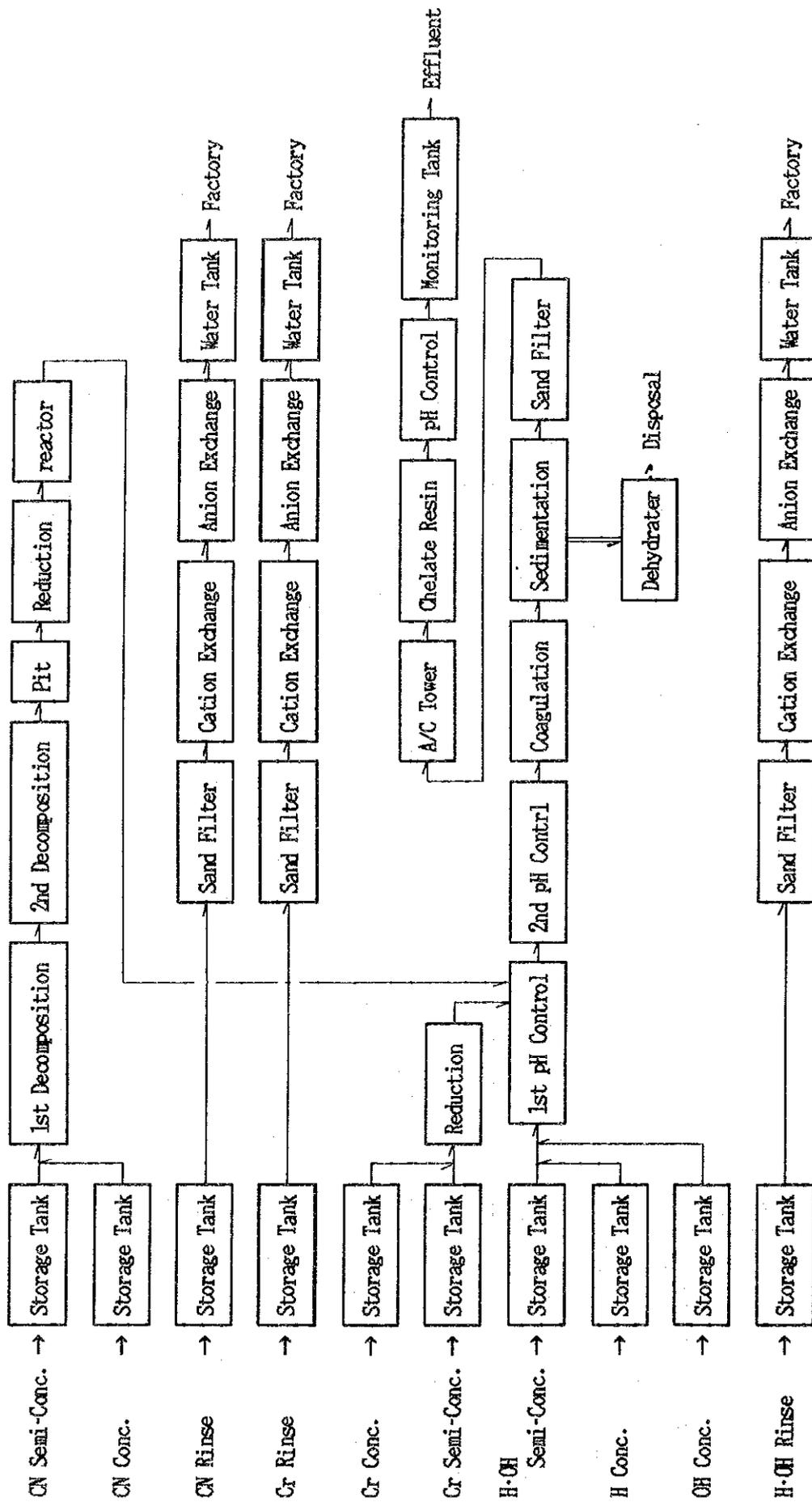


Fig. 3.4.2. The flow-diagram of the combination of the reclamation system and the advanced wastewater treatment system

用して廃水は排出せず、浴建てに使用する。

B. 第 2水洗槽はバッチ式とする。当廃水は半高濃度廃水と称し、分別して排出して処理を行う。

水量は現状の廃水量の10%で、汚濁負荷量は現状の汚濁量の90%を占める。

C. 第 3水洗槽以降は、多段向流水洗槽を用いる。この廃水は水洗廃水と称し、分別して再生利用を行う。

水量は現状の90%で、汚濁負荷量は現状の10%を占めるものとする。

処理システムは、再生利用システムと現行の排水基準を満足する廃水処理システムとの組合せに比較して、次の操作が異なる。

- a. キレート樹脂処理を除く。
- b. 重金属、ふっ素、りんは、凝集処理のみを行う。
- c. 有機物質に起因するCOD、BODは、凝集処理のみを行う。
- d. 凝集処理水の全量を脱水機によってろ過をする。
- e. 脱水機のろ液は、蒸発濃縮装置により濃縮した後、濃縮液中の塩をドラムドライヤーにて乾燥固化する。

廃水のクローズドシステムのフローダイヤグラムによる処理フローを、図 3.4.3.に示す。

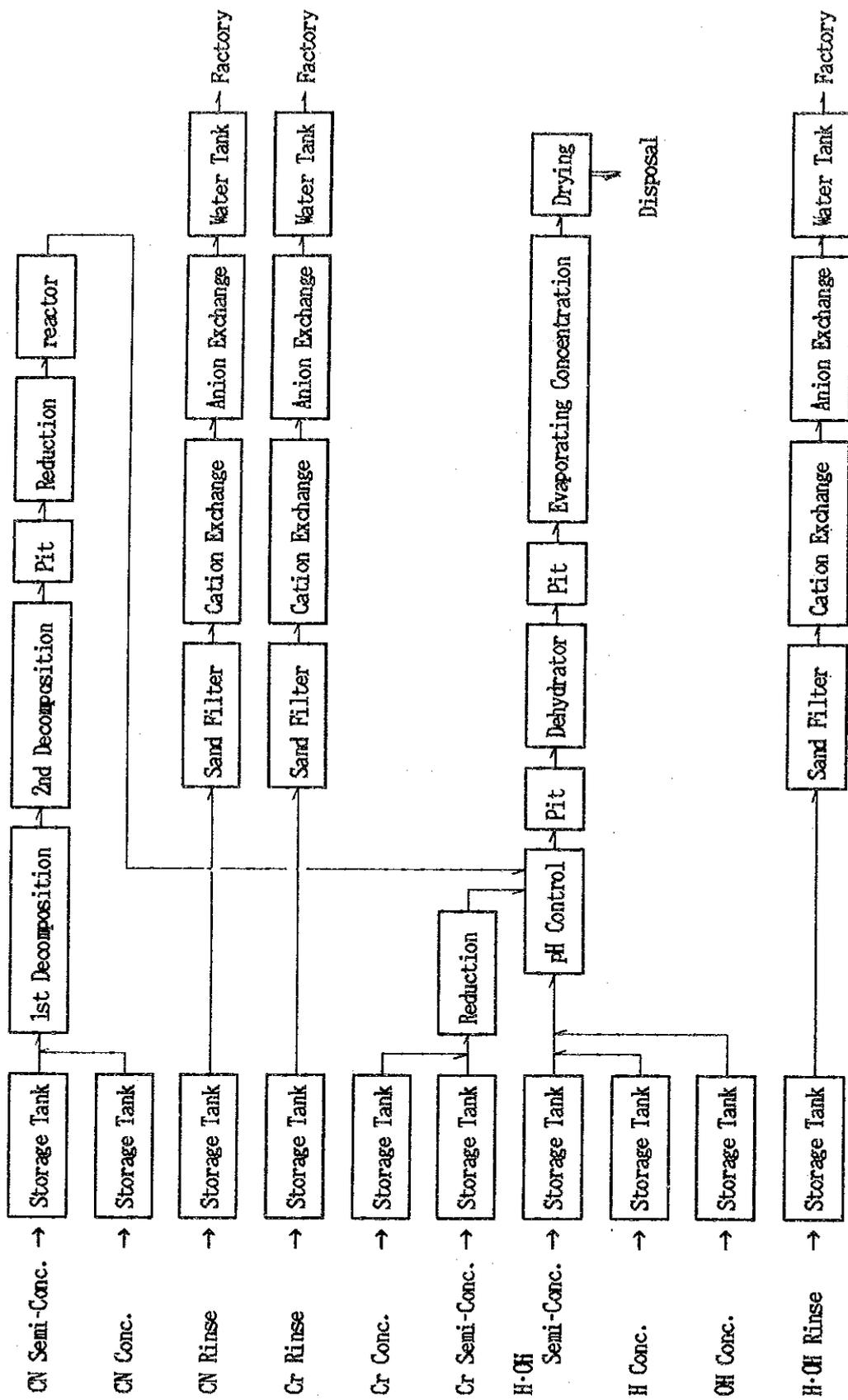


Fig. 3.4.3. The flow-diagram of the reclamation system and the closed wastewater system

3.5 最適システムの概念設計

3.5.1 前提条件

概念設計は、以下のことを前提として行うこととする。

A. 建設用地の購入費用は除外する。

B. メッキ工業団地から共同処理施設までの用廃水配管工事、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、共同処理施設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、屋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. 廃水の受槽は、亀裂等による二次災害を防止する目的で、二重構造とする。

D. 汚泥は、含水率80%以下の脱水ケーキとし、産業廃棄物として搬出処分する。

E. 廃水処理は連続操作とし、運転は自動とする。

F. 施設の稼働時間は8時間/日とする。

G. イオン交換樹脂の再生は自動再生方式とする。

H. 動力用電源は、220 V、50 Hzを用い、制御用電源は、110 V、50 Hzを用いる。

I. 薬品は、硫酸(75%)、塩酸(35%)を除き、粉体で入手するものとする。

J. 建設の工期は1年とする。

3.5.2 現在の廃水基準に適合する処理システム (CASE-1)

(1) システムの概要

A. フローシート

現在の廃水基準に適合する処理システムのフローシートを、図3.5.1.に示す。

B. レイアウト

現在の廃水基準に適合する処理システムのレイアウトを、図3.5.2.に示す。

(ただし、2塔の活性炭吸着塔の部分を除く。)

C. 処理量

クロム系濃厚廃水； 1.2 m³/日

クロム系水洗廃水； 62 m³/日

酸系濃厚廃水； 0.7 m³/日

アルカリ系濃厚廃水； 0.7 m³/日

酸・アルカリ系水洗廃水； 71 m³/日

シアン系濃厚廃水； 1.4 m³/日

シアン系水洗廃水； 67 m³/日

(2) 概念設計

A. プロセスの条件設定

プロセスの設定条件を、表3.5.1.に示す。

B. 設備の仕様

設備リストを、表3.5.2.に示す。(ただし、2塔の活性炭吸着塔を除く。)

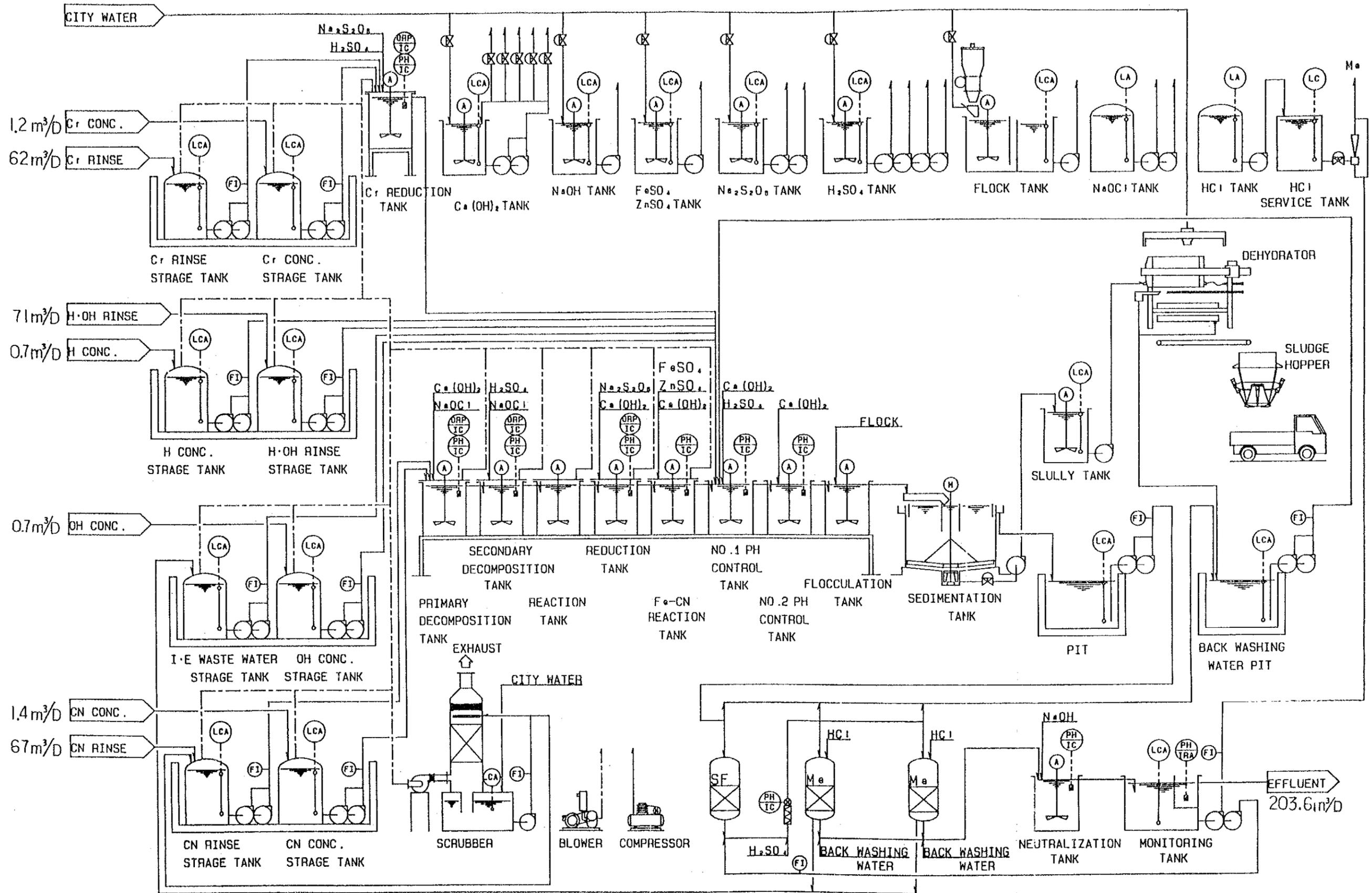


図3.5.1 CASE-1のフローシート

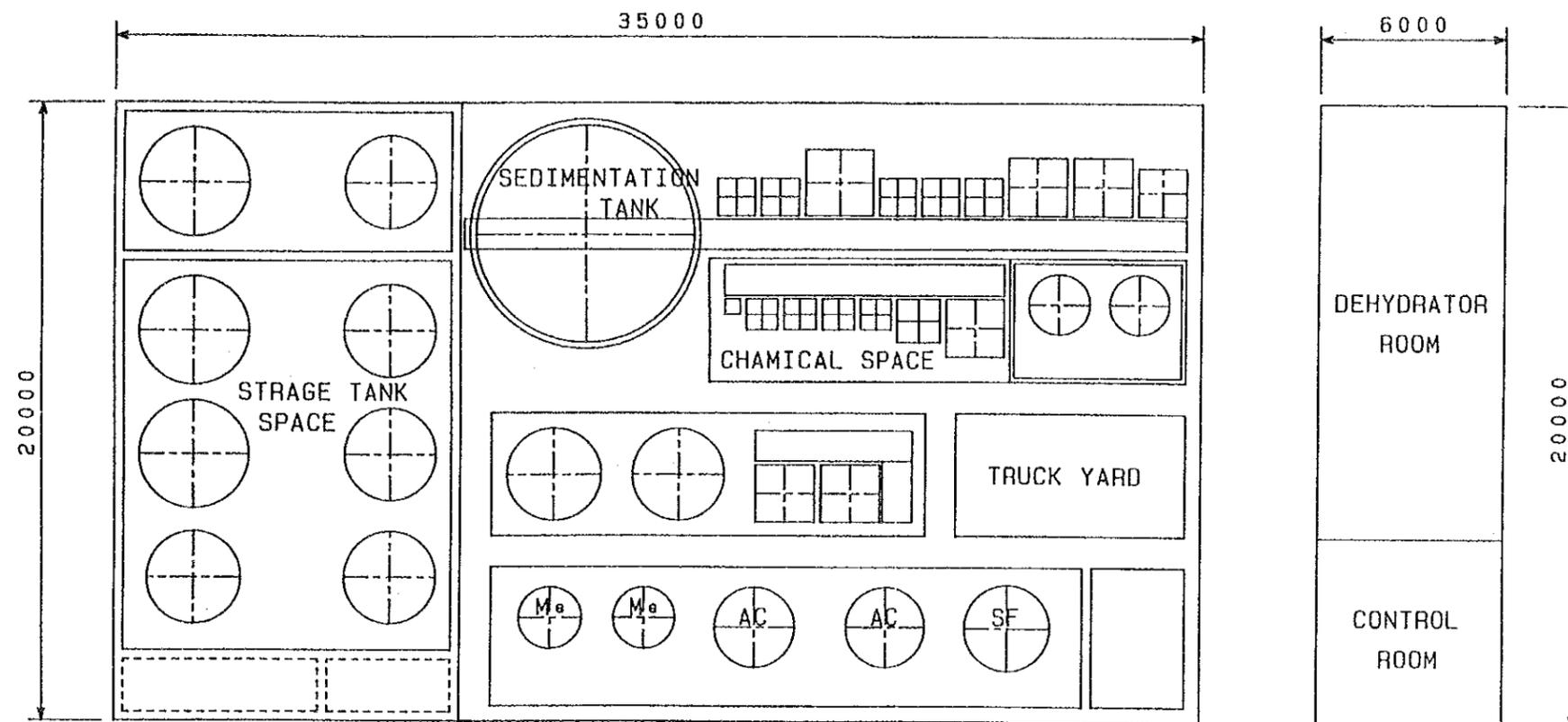


図3.5.2. CASE-1及びCASE-2のレイアウト

表3.5.1. プロセスの設定条件

Division		Process Condition
Waste water Treatment	1st Treatment	CN Decomposition ; Alkali-Chlorine Cr ⁶⁺ reduction ; Chemical Recuction Heavy Metal Treatment ; Coagulation-Sedimentation Acid Alkali Treatment ; Neutralization
	2nd Treatment	Ion Exchange
Sludge Treatment		Filter press

表 3.5.2 設備リスト (CASE-1 及びCASE-2)

No.	NAME	Q'TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
1	Cr RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 30m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	50/40A×200ℓ /min×20m ^H ×1.5kw	1 SPARE
				FLOW METER	
2	Cr CONC STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 40m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	25A×6ℓ /min×3kg/cm ² ×0.2kw	1 SPARE
3	H CONC STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 40m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	50/40A×200ℓ /min×20m ^H ×1.5kw	1 SPARE
4	H-OH RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 30m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	50/40A×200ℓ /min×20m ^H ×1.5kw	1 SPARE
				FLOW METER	
5	I-E WASTE WATER STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 30m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	25A×6ℓ /min×3kg/cm ² ×0.2kw	1 SPARE
6	OH CONC STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 40m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	25A×6ℓ /min×3kg/cm ² ×0.2kw	1 SPARE
7	CN RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 30m ³	LCA
	PUMP	2	FC	50/40A×200ℓ /min×17m ^H ×1.5kw	1 SPARE
				FLOW METER	
8	CN CONC STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 40m ³	LCA
	PUMP	2	PVC	25A×6ℓ /min×3kg/cm ² ×0.2kw	1 SPARE

表 3.5.2 の 2

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
9	Cr REDUCTION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1.5m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 0.75kw	
	PH CONTROLLER	1		DIPING TYPE	
	ORP CONTROLLER	1		DIPING TYPE	
10	PRIMARY DECOMPOSITION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1.5m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 0.75kw	
	PH CONTROLLER	1		DIPING TYPE	
	ORP CONTROLLER	1		DIPING TYPE	
11	SECONDARY DECOMPOSITION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 8m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 1.5kw	
12	REDUCTION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1.5m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 0.75kw	
	PH CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 0.75kw	
	ORP CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 0.75kw	
13	FE-CN REACTION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1.5m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 0.75kw	
	PH CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 0.75kw	
	ORP CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 0.75kw	
14	CONTROL TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 6m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 2.2kw	
	PH CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 2.2kw	
	ORP CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 2.2kw	

表 3.5.2 の 3

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
15	CONTROL TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 6m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 2.2kw	
	PH CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 2.2kw	
	ORP CONTROLLER	1		VERTICAL TYPE 2.2kw	
16	FLOCCULATION TANK	1	SS	CAPACITY 3m ³	
	AGITATER	1	SUS-304	VERTICAL TYPE 0.75kw	
17	SEDIMENTATION TANK	1	SS	7000φ × 3000 ^H	
	PUMP	1	FC+R/L	40A × 100ℓ /min × 10m ^H × 1.5kw	
18	PIT	1	RC	CAPACITY 40m ³	LCA
	PUMP	1	FC	80A × 700ℓ /min × 25m ^H × 5.5kw	1 SPARE
				FLOW METER	
19	SAND FILTER	1	SS	2800φ × 2000 ^H	
20	PH CONTROLLER	1			
21	Me TOWER	2	SS+R/L	2000φ × 2000 ^H	
22	NEUTRALIZATION TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 6m ³	
	AGITATER	1	SS+R/L	VERTICAL TYPE 2.2kw	
	PH CONTROLLER	1		DIPING TYPE	

表 3.5.2 の 4

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
23	MONITORING TANK	2	FRP	CAPACITY 30m ³	LCA
	PH RECOEDER	1		DIPING TYPE	
	PUMP	1	FC	150/125A×4m ³ /min×23m ^H ×22kw	
				FLOW METER	
	PUMP	1	FC	80/65A×1m ³ /min×28m ^H ×7.5kw	
				FLOW METER	
24	BACK WASHING WATER PIT	1	RC	CAPACITY 60m ³	LCA
	PUMP	2	FC	40A×150ℓ /min×15m ^H ×2.2kw	1 SPARE
				FLOW METER	
25	SLULLY TANK	1	SS	CAPACITY 5m ³	LCA
	AGITATER	1	SUS-304	VERTICAL TYPE 1.5kw	
	PUMP	1	FC	100ℓ /min×35m ^H ×3.7kw	
26	DEHYDRATOR	1		FILTER PRESS TYPE	
				CAPACITY 260ℓ	
27	SLUDGE HOPPER	1	SS	CAPACITY 2m ³	
28	SCRUBBER	1	PVC	30m ³ /min	
29	BLOWER	1	FC	50A×0.9m ³ /min×4500mmAq×2.2kw	
30	COMPRESSOR	1	FC	145ℓ /min×9.9kg/cm ² ×1.5kw	
31	Ca(OH) ₂ TANK	1	SS	CAPACITY 6m ³	LCA
	AGITATER	1	SUS-304	VERTICAL TYPE 1.5kw	
	PUMP	2	FC+R/L	40A×100ℓ /min×20m ^H ×2.2kw	

表 3.5.2 の 5

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
32	NaOH TANK	1	SS	CAPACITY 200ℓ	LCA
	AGITATER	1	SUS-304	PORTABLE TYPE 0.1kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.1ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
33	FeSO ₄ ·ZnSO ₄ TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1m ³	LCA
	AGITATER	1	SS+R/L	PORTABLE TYPE 0.4kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.5ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
34	Na ₂ S ₂ O ₅ TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1m ³	LCA
	AGITATER	1	SS+R/L	PORTABLE TYPE 0.4kw	
	PUMP	1	PVC	15A×1.7ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×1.7ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
35	H ₂ SO ₄ TANK	1	SS+R/L	CAPACITY 1m ³	LCA
	AGITATER	1	SS+R/L	PORTABLE TYPE 0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.5ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.1ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×1.7ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.5ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	
36	FK-Flock TANK	1	SS	CAPACITY 1m ³	LCA
	AGITATER	1	SUS-304	PORTABLE TYPE 0.4kw	
	HOPPOR	1		CAPACITY 30ℓ FEEDER 0.06kw	
	PUMP	1	PVC	25A×6ℓ /min×3kg/cm ² ×0.2kw	
37	NaOCl TANK	1	FRP	CAPACITY 6m ³	LA
	PUMP	1	PVC	25A×2.8ℓ /min×5kg/cm ² ×0.2kw	
	PUMP	1	PVC	15A×0.5ℓ /min×10kg/cm ² ×0.2kw	

3.5.3 COD成分の高度処理システム (CASE-2)

A. フローシート

高度処理システムのフローシートを、図3.5.3.に示す。

B. レイアウト

高度処理システムのレイアウトを、図3.5.2.に示す (CASE-1と兼用)。

C. 処理量

クロム系濃厚廃水 ; 1.2 m³/日

クロム系水洗廃水 ; 62 m³/日

酸系濃厚廃水 ; 0.7 m³/日

アルカリ系濃厚廃水 ; 0.7 m³/日

酸・アルカリ系水洗廃水 ; 71 m³/日

シアン系濃厚廃水 ; 1.4 m³/日

シアン系水洗廃水 ; 67 m³/日

A. プロセスの条件設定

プロセスの設定条件を、表3.5.3.に示す。

表3.5.3. プロセスの設定条件

Division		Process Condition
Waste water Treatment	1st Treatment	CN Decomposition ; Alkali-Chlorine Cr ⁶⁺ reduction ; Chemical Recuotion Heavy Metal Treatment ; Coagulation-Sedimentation Acid Alkali Treatment ; Neutralization
	2nd Treatment	Ion Exchange
	Advanced Treatment	Activated Carbon
Sludge Treatment		Filter press

B. 設備の仕様

設備リストを、表3.5.2.に示す (CASE-1と兼用)。

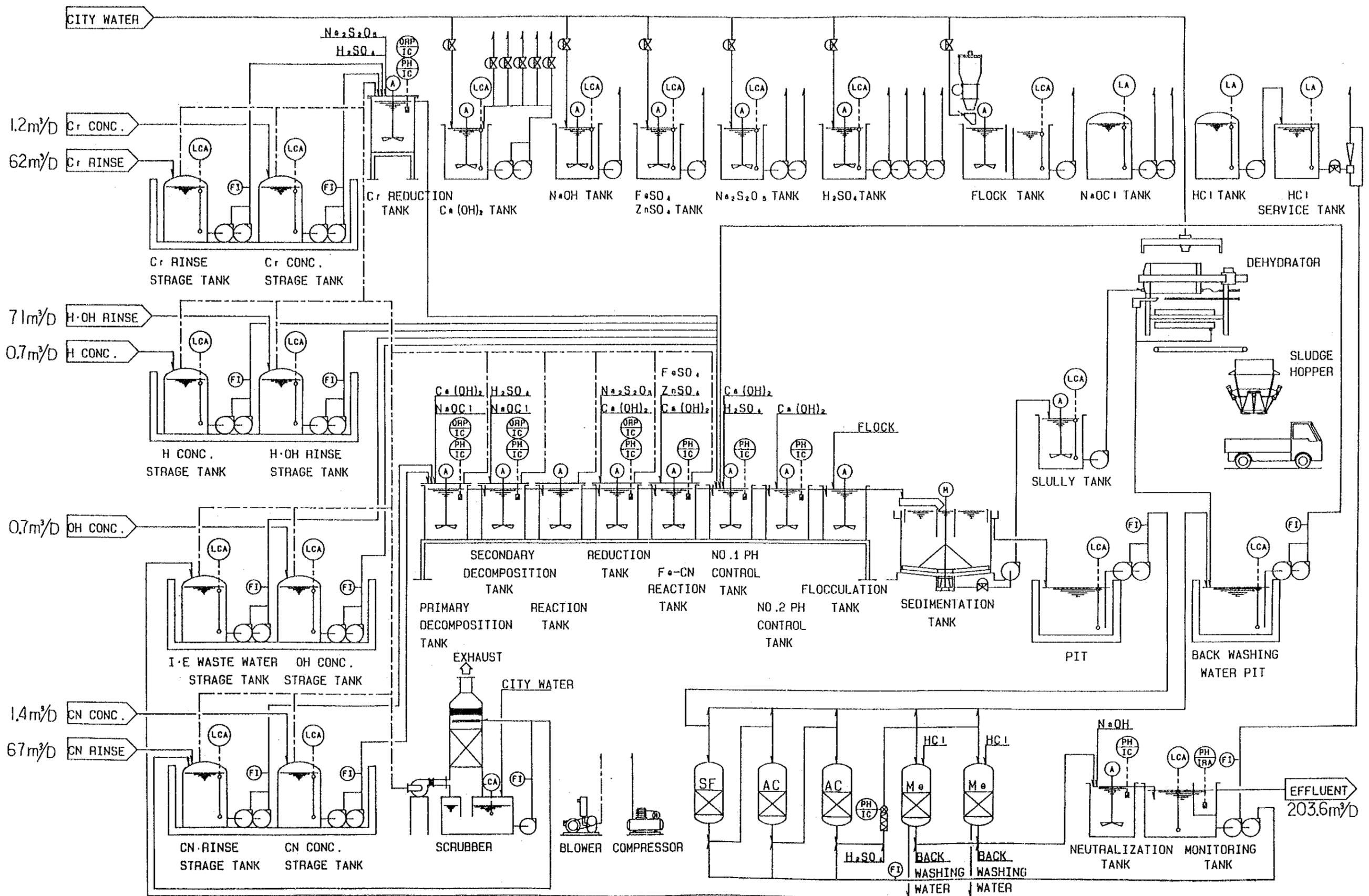


図3.5.3. CASE-2のフローシート

3.5.4 再生利用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合せ (CASE-3)

A. フローシート

再生利用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フローシートを、図3.5.4.及び図3.5.5. に示す。

B. レイアウト

再生利用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レイアウトを、図3.5.6.に示す。

C. 処理量

(廃水処理)

クロム系濃厚廃水; 12 m³/日

クロム系半濃厚廃水; 24.8 m³/日

クロム系イオン交換樹脂再生廃水; 0.9 m³/日

酸系濃厚廃水; 0.7 m³/日

アルカリ系濃厚廃水; 0.7 m³/日

酸・アルカリ系半濃厚廃水; 28.4 m³/日

酸・アルカリ系イオン交換樹脂再生廃水; 12.6 m³/日

シアン系濃厚廃水; 1.4 m³/日

シアン系半濃厚廃水; 67 m³/日

シアン系イオン交換樹脂再生廃水; 0.9 m³/日

(再生利用)

クロム系水洗廃水; 42.6 m³/日

酸・アルカリ系水洗廃水; 37.2 m³/日

シアン系水洗廃水; 40.2 m³/日

(2) 概念設計

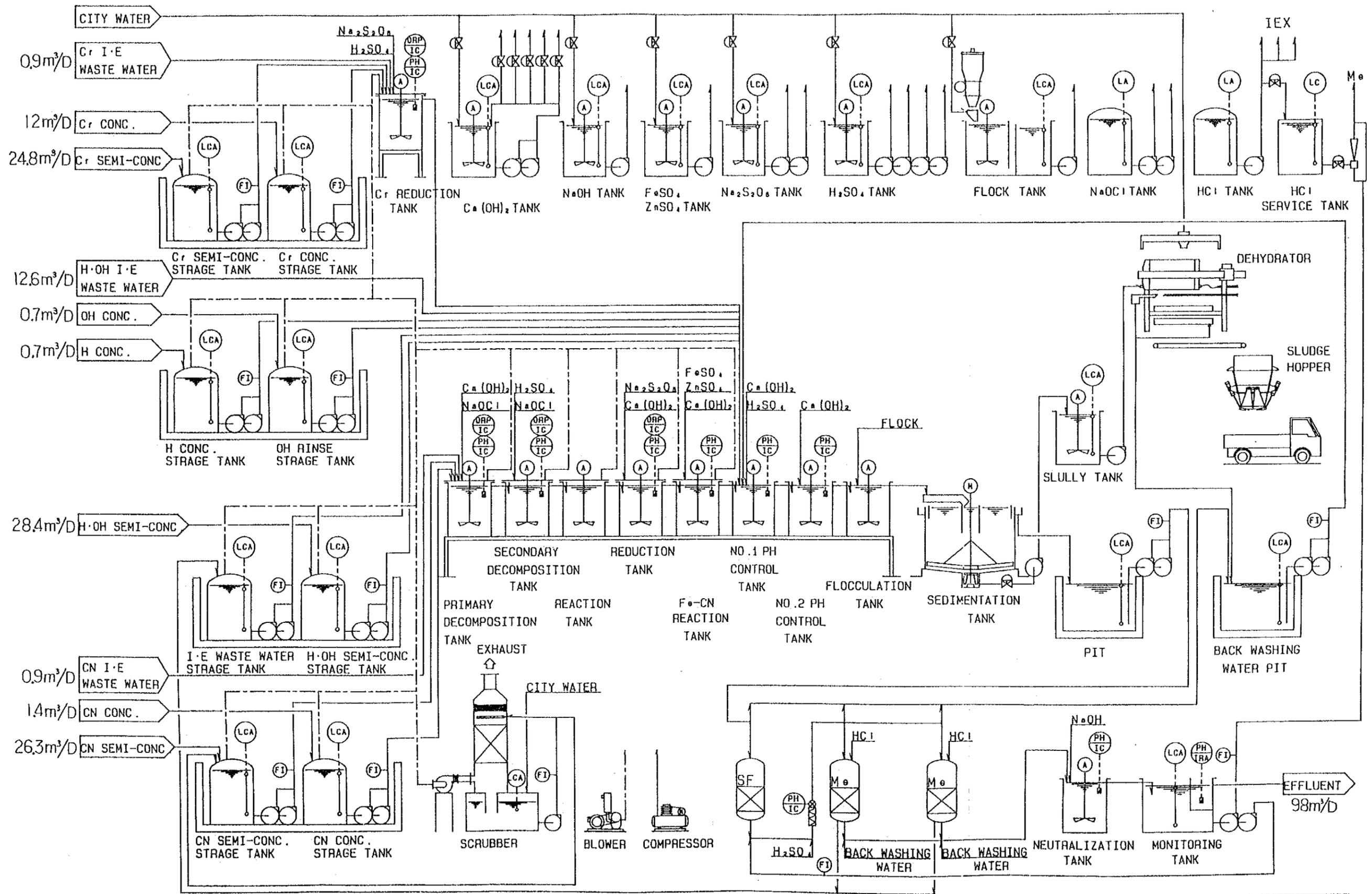


図3.5.4. CASE-3のフローシート

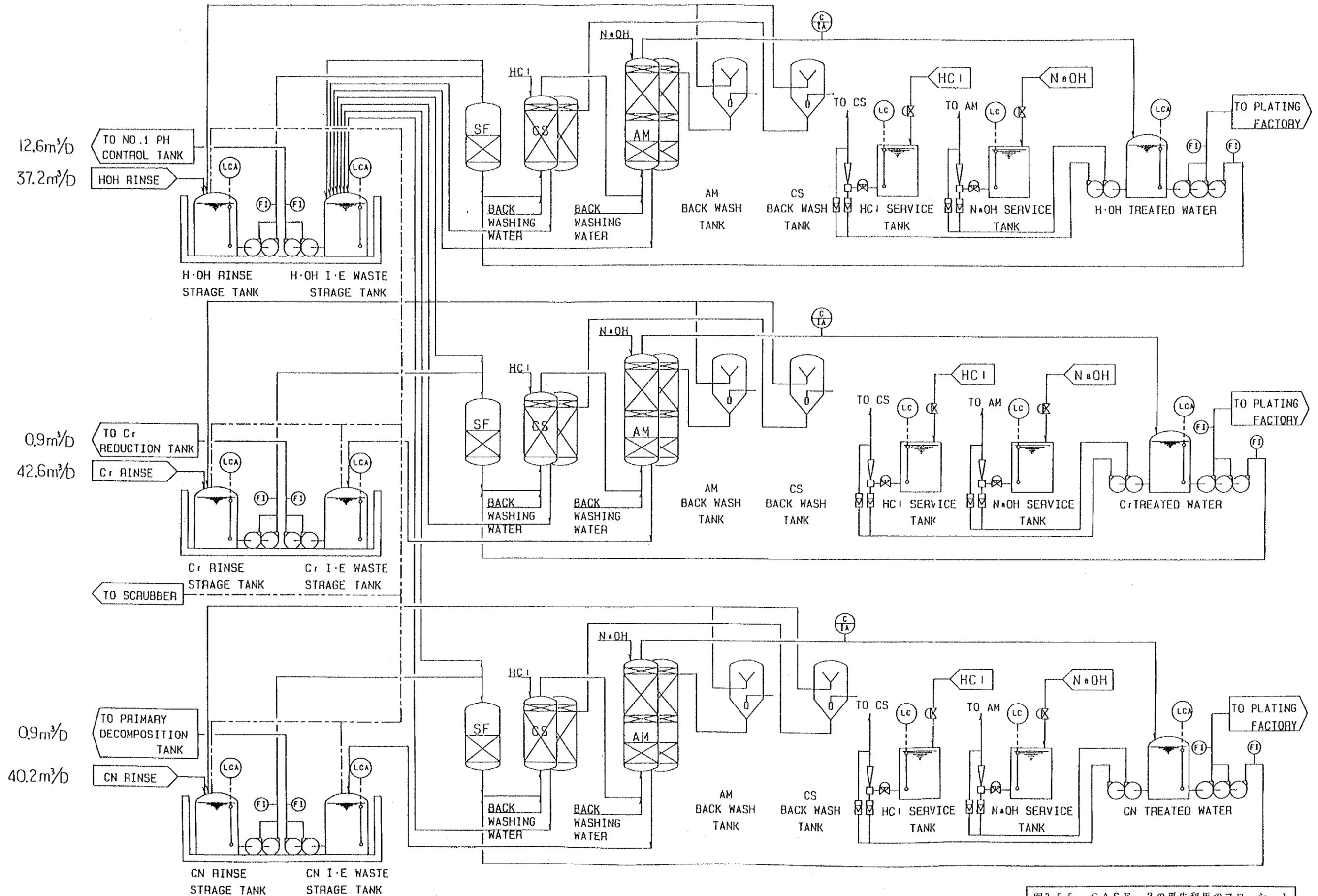


図3.5.5. CASE-3の再生利用のフローシート

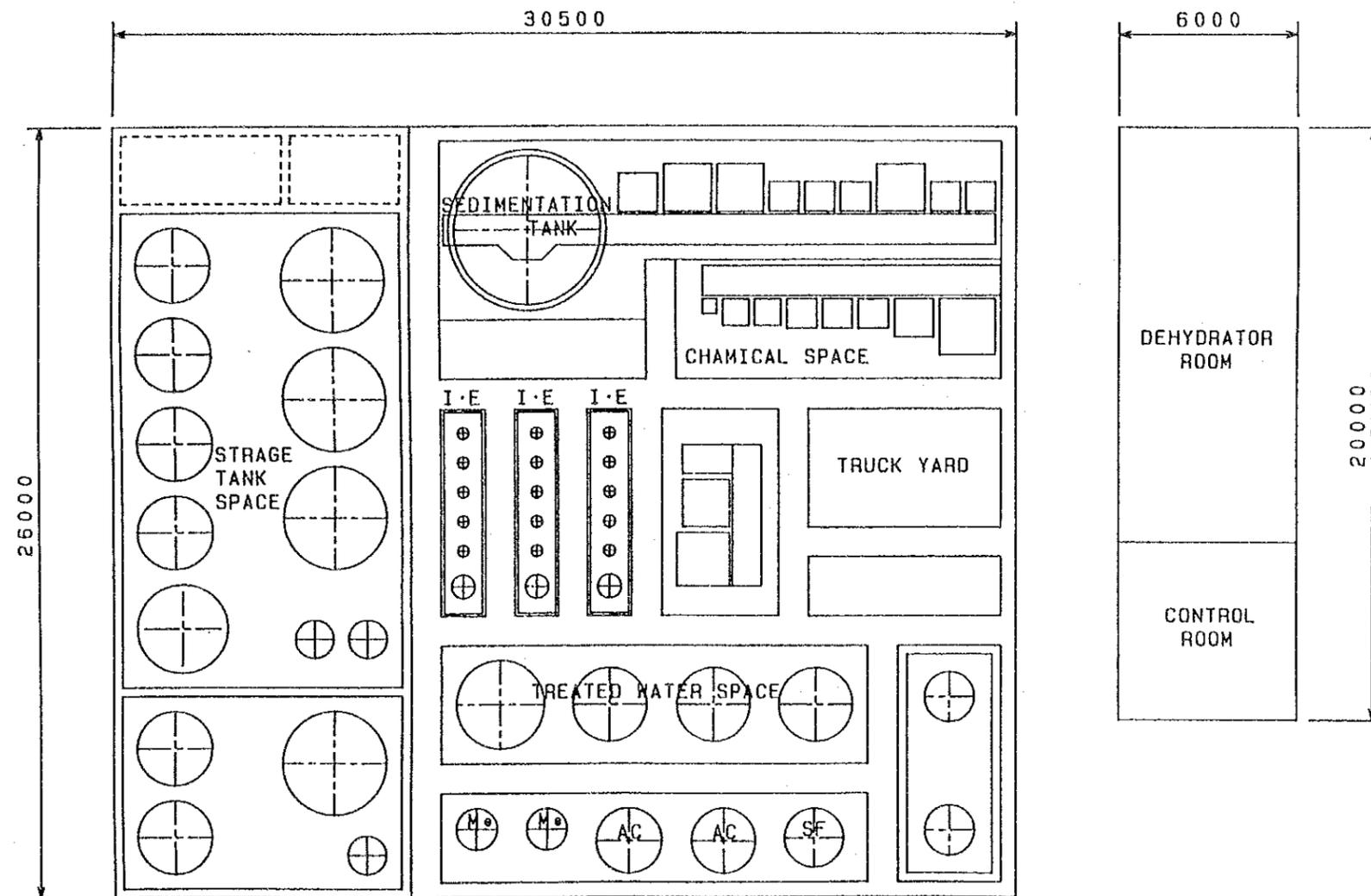


図3.5.6. CASE-3及びCASE-4のレイアウト

A. プロセスの条件設定

プロセスの設定条件を、表3.5.4.に示す。

表3.5.4. プロセスの設定条件

Division		Process Condition
Waste water Treatment	1st Treatment	CN Decomposition ; Alkali-Chlorine Cr ⁶⁺ reduction ; Chemical Recuction Heavy Metal Treatment ; Coagulation-Sedimentation Acid Alkali Treatment ; Neutralization
	2nd Treatment	Ion Exchange
Recycling Process		Ion Exchange
Sludge Treatment		Filter press

B. 設備の仕様

設備リストを、表3.5.5.に示す。

表 3.5.5 設備リスト (CASE-3 の再生利用部)

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
1	H-OH RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 15m ³	LCA
2	H-OH I-E WASTE WATER STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 2m ³	LCA
3	H-OH SAND FILTER	1	SS+R/L	800φ×2000 ^H	
4	H-OH CS TOWER	2	SS+R/L	400φ×1500 ^H	
5	H-OH AM TOWER	2	SS+R/L	350φ×3000 ^H	
6	H-OH CS BACK WASH	1	SS	400φ×1000 ^H	
7	H-OH AM BACK WASH TANK	1	SS	350φ×600 ^H	
8	H-OH HCl SERVICE TANK	1	PVC	CAPACITY 50ℓ	LC
9	H-OH NaOH SERVICE TANK	1	PVC	CAPACITY 50ℓ	LC
10	H-OH TREATED WATER	1	FRP	CAPACITY 15m ³	LCA
11	Cr RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 15m ³	LCA
12	I-E WASTE WATER STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 2m ³	LCA
13	SAND FILTER	1	SS+R/L	800φ×2000 ^H	
14	CS TOWER	2	SS+R/L	400φ×1500 ^H	

表 3.5.5 の 2

No.	NAME	Q' TY	MATERIAL	SPECIFICATION	REMARK
15	AM TOWER	2	SS+R/L	350φ×3000 ^H	
16	CS BACK WASH TANK	1	SS	400φ×1000 ^H	
17	AM BACK WASH TANK	1	SS	350φ×600 ^H	
18	HCl SERVICE TANK	1	PVC	CAPACITY 50ℓ	LC
19	NaOH SERVICE TANK	1	PVC	CAPACITY 50ℓ	LC
20	TREATED WATER	1	FRP	CAPACITY 15m ³	LCA
21	CN RINSE STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 15m ³	LCA
22	I-E WASTE WATER STRAGE TANK	1	FRP	CAPACITY 2m ³	LCA
23	SAND FILTER	1	SS+R/L	800φ×2000 ^H	
24	CS TOWER	2	SS+R/L	400φ×1500 ^H	
25	AM TOWER	2	SS+R/L	350φ×3000 ^H	
26	CS BACK WASH TANK	1	SS	400φ×1000 ^H	
27	AM BACK WASH TANK	1	SS	350φ×600 ^H	
28	HCl SERVICE TANK	1	PVC	CAPACITY 50ℓ	LC

3.5.5 再生利用システムとCOD成分の高度処理システムの組合せ

(CASE-4)

A. フローシート

再生利用システムとCOD成分の高度処理システムのフローシートを、図3.5.7.に示す。

B. レイアウト

再生利用システムと廃水の高度処理システムのレイアウトを、図3.5.6.に示す(CASE-3と兼用)。

C. プロセスの条件設定

プロセスの設定条件を、表3.5.6.に示す。

表3.5.6. プロセスの設定条件

Division		Process Condition
Waste water Treatment	1st Treatment	CN Decomposition ; Alkali-Chlorine Cr ⁶⁺ reduction ; Chemical Recuction Heavy Metal Treatment ; Coagulation-Sedimentation Acid Alkali Treatment ; Neutralization
	2nd Treatment	Ion Exchange
	Advanced Treatment	Activated Carbon
Recycling Process		Ion Exchange
Sludge Treatment		Filter press

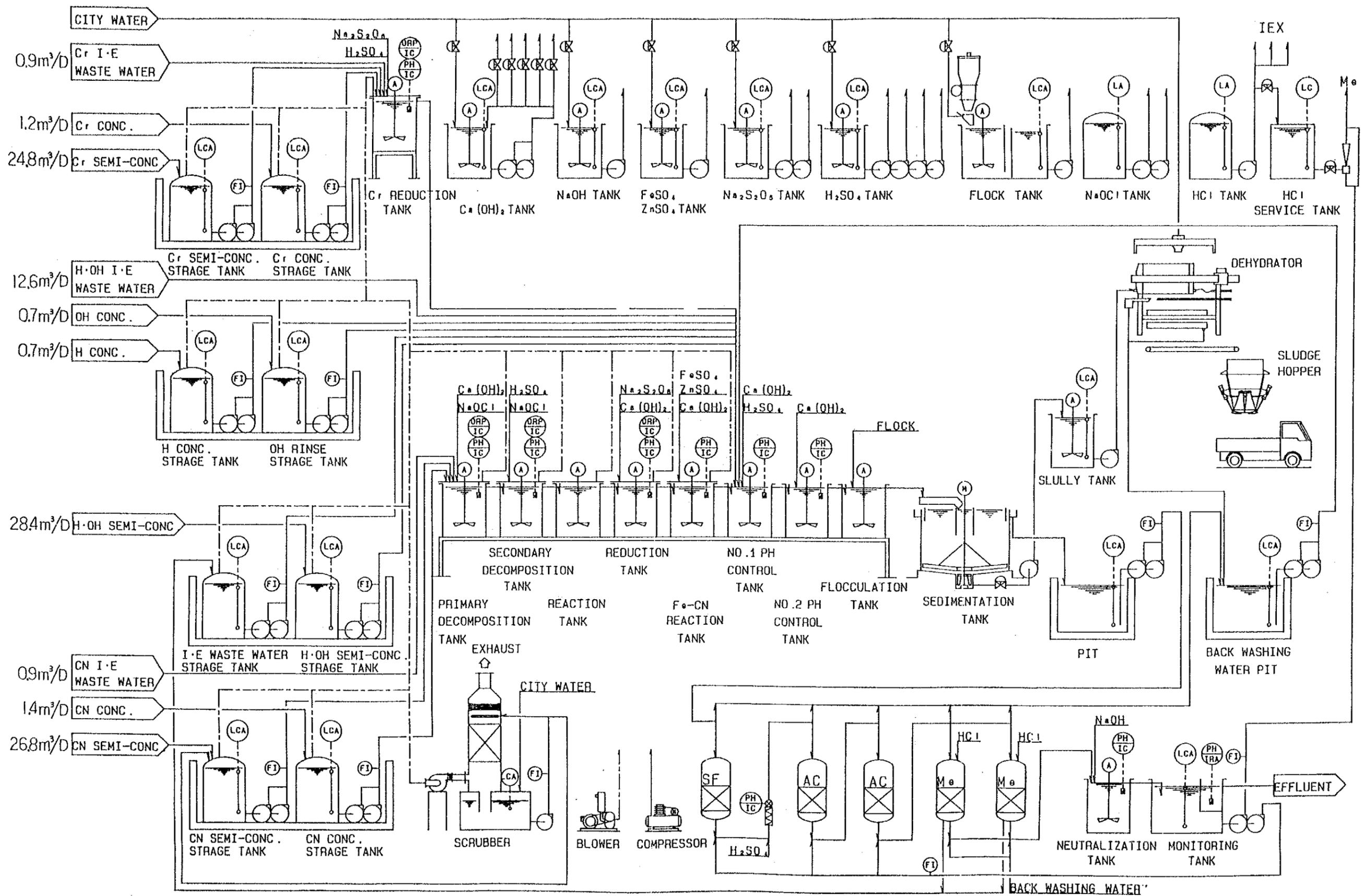


図3.5.7. CASE-4のフローシート

3.5.6 廃水のクロージドシステム (CASE-5)

A. フローシート

廃水のクロージドシステムのフローシートを、図3.5.8.及び図3.5.9. に示す。

B. プロセスの条件設定

プロセスの設定条件を、表3.5.7. に示す。

表3.5.7. プロセスの設定条件

Division		Process Condition
Waste water Treatment	1st Treatment	CN Decomposition ; Alkali-Chlorine Cr ⁶⁺ reduction ; Chemical Reduction Heavy Metal Treatment ; Coagulation-Sedimentation Acid Alkali Treatment ; Neutralization
	2nd Treatment	Ion Exchange
Recycling Process		Ion Exchange
Sludge Treatment		Filter press
Desalination Proceedd		Concentration ; Evaporating Concentration Drying ; Drum Dryer

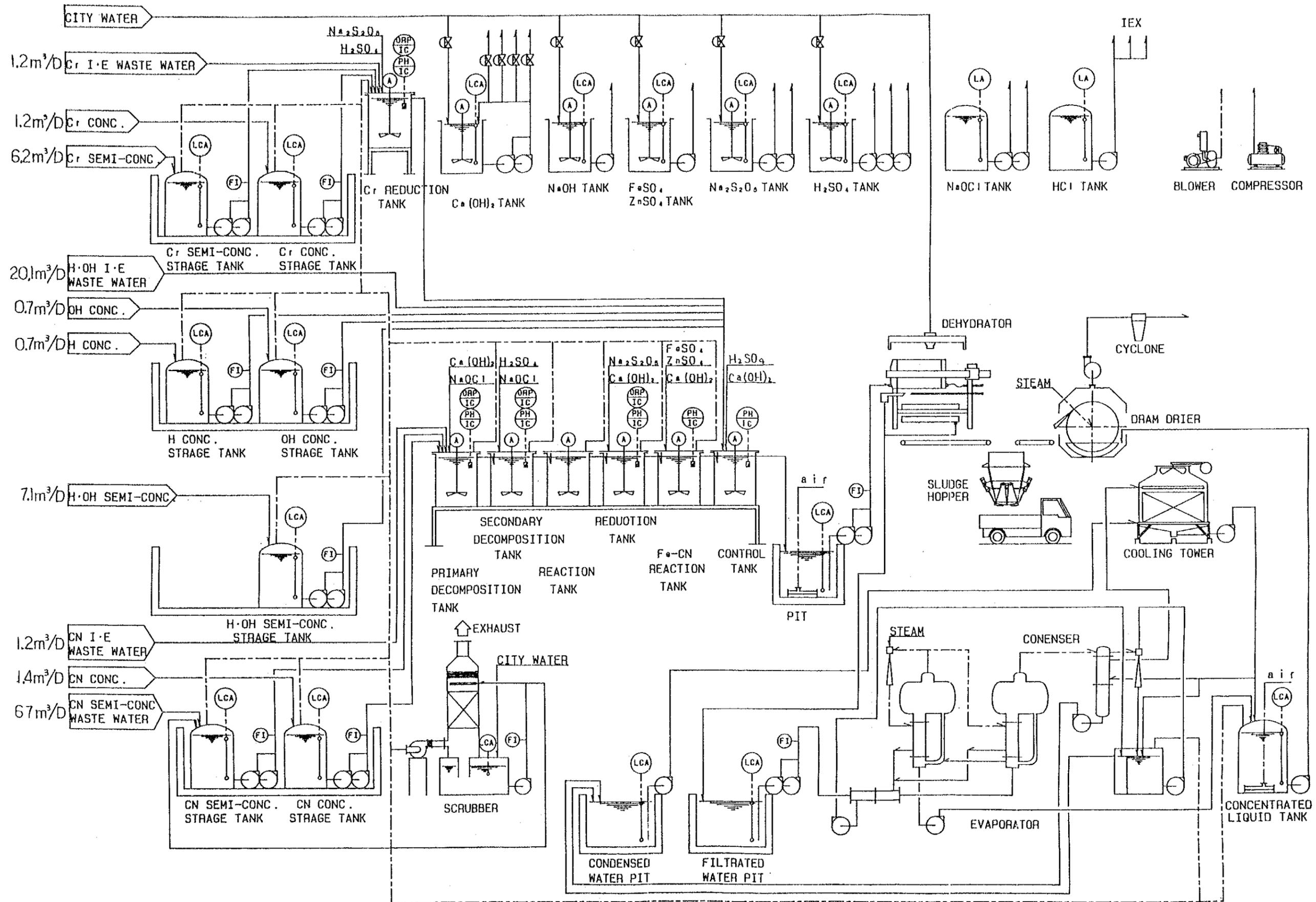


図3.5.8. CASE-5のフローシート

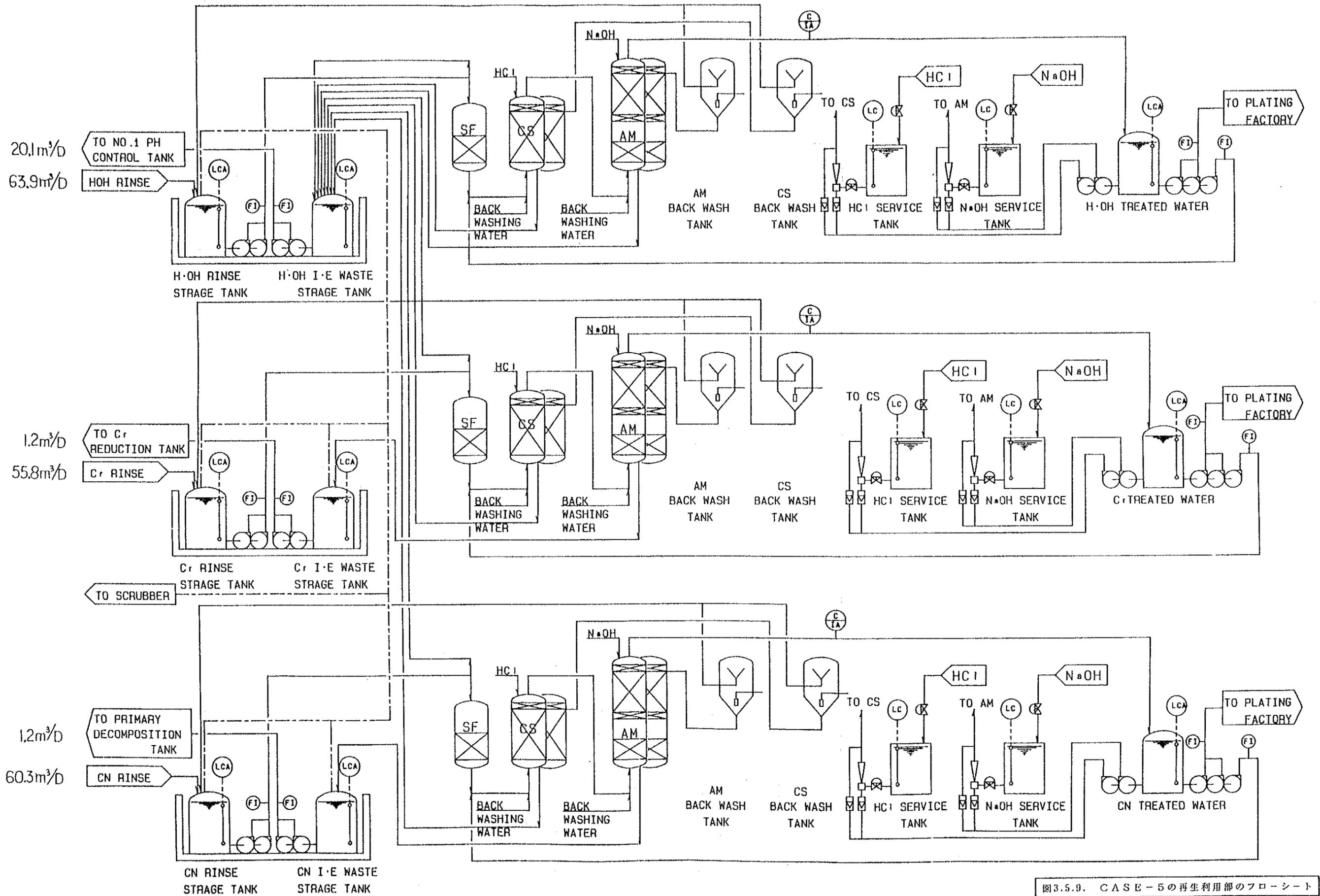


図3.5.9. CASE-5の再生利用部のフローシート

3.6 最適システムの経済性

3.6.1 建設費

建設費の算出に当たっては、価格の基準を1992年とする。

現在の排水基準に適合する処理システムをケース-1、COD成分の高度処理システムをケース-2、再生利用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合せをケース-3として、それぞれの建設費を表3.6.1.に示す。

また、再生利用システムとCOD成分の高度処理システムの組合せであるケース-4の建設費は約1,466百万Wonであり、廃水のクローズドシステムであるケース-5の建設費は約314百万Wonである。

表3.6.1. 建設費

(Million Won)

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
(1) Civil & Architectural Work	—	—	—
(2) Machinery & Equipments	276	295	322
(3) Electrical Work	553	595	834
(4) Piping Work	60	64	70
(5) Test Working & Others	30	30	40
(Sub-total)	919	979	1,266
(6) The others	138	147	190
(Total)	1,057	1,126	1,156
Plottage (m ²)	820	820	913
() ; occupied for Control Room	(120)	(120)	(120)

3.6.2 運転費

運転費の算出に当たり、使用する薬品等のユーティリティ及び人件費の単価の詳細を、表3.6.2.にまとめて示す。

表3.6.2. 使用する薬品等の単価

ITEM	CONDITION	COST
1. Ca(OH) ₂	100% (solid)	100 Won/kg
2. NaOH	100% (solid)	500 Won/kg
3. FeSO ₄ ·7H ₂ O	100% (solid)	210 Won/kg
4. ZnSO ₄ ·7H ₂ O	100% (solid)	450 Won/kg
5. Na ₂ S ₂ O ₅	100% (solid)	1,250 Won/kg
6. H ₂ SO ₄	100% (liquid)	85 Won/kg
7. Polymer Coagulant	100% (solid)	8,930 Won/kg
8. NaOCl	12% (liquid)	115 Won/kg
9. HCl	35% (liquid)	90 Won/kg
10. Activated Carbon	100% (solid)	1,600 Won/kg
11. Civil Water		450 Won/m ³
12. Cost of Sludge Disposal		100 Won/kW
13. Power		60 Won/kW
14. Steam		2,240 Won/t
15. Man Power	Manager Engineer Worker	23,000 million Won/y 16,000 million Won/y 11,000 million Won/y
(1) one year = 300 days		

次に、上記の項目ごとの日原単位を、ケース-1～ケース-5の各ケースごとに表3.6.3.にまとめて示す。

運転費を①薬品費、②用水費、③電力費、④汚泥処分費及び⑤人件費にまとめ、ケース-1、ケース-2及びケース-3ごとに表3.6.4.に示す。

同様に運転費を求めると、ケース-4は約143.6百万Won/年であり、ケース-5は約152.9百万Won/年である。

表3.6.3. 運転費の原単位

ITEM	CASE-1	CASE-2	CASE-3	CASE-4	CASE-5
1. Ca(OH) ₂	136.4 kg/d				
2. NaOH	16.9 kg/d				
3. FeSO ₄ ·7H ₂ O	2 kg/d				
4. ZnSO ₄ ·7H ₂ O	4.2 kg/d				
5. Na ₂ S ₂ O ₅	92.9 kg/d				
6. H ₂ SO ₄	21.9 kg/d				
7. Polymer Coagulant	0.4 kg/d				
8. NaOCl	1,309 kg/d				
9. HCl	67.5 kg/d				
10. Activated Carbon		61.5 kg/d		61.5 kg/d	
11. Civil Water	5 m ³ /d				
12. Cost of Sludge Disposal	430 kg/d				
13. Power	480 kW/d				
14. Steam					20 t/d
15. Man Power	Manager	0.5 Man/d	0.5 Man/d	0.5 Man/d	0.5 Man/d
	Engineer	0.5 Man/d	0.5 Man/d	0.5 Man/d	0.5 Man/d
	Worker	1 Man/d	1 Man/d	1 Man/d	1 Man/d

表 3. 6. 4. 運 轉 費

(Million Won)

	CASE-1	CASE-2	CASE-3
(1) Chemicals	88.2	117.7	90.8
(2) City Water	0.7	0.7	0.7
(3) Electrical Power	7.2	7.2	8.6
(4) Sludge Disposal	12.9	12.9	12.9
(Sub-total)	109.0	138.5	113.0
(5) Labor	30.5	30.5	30.5
(Total)	139.5	169.0	143.5
Unit Water (Won/m ³)	2,325	2,817	2,392

3.7 最適システム選定に関する留意点

最適システムを選定するに際しては、まず各メッキ工場のメッキ工程を見直し、水使用の合理化・汚濁負荷量の削減対策を検討することが必要である。その上で用廃水に関するメッキ工業団地のマテリアルバランスを作成する。用水の水質、放流水の排水基準、廃水の処理費、上水道の費用等についてメッキ工業団地の将来計画を踏まえて、廃水処理及び再生利用について検討に当たることが大切である。

最適システムを選定し、また実施するときには、メッキ工業団地に入居する各メッキ工場が、選定する最適システムの原理、設計条件等を熟知していることが大切である。

すなわち、各メッキ工場が廃水を排出するときには、廃水の分別が確実に実施されていることが重要である。入居するメッキ工場の中で1工場でも違反があると、廃水の処理ができなくなる。また、廃水の再生利用装置においては、再生利用の原水となる廃水中に高濃度の廃水が混入すると、再生利用のコストが極端に高くなり、経済的な問題を生じる。イオン交換樹脂による再生利用装置においては、廃水の塩濃度は1epm（イオン当量）以下であることが経済的である。

また、キレート剤が含まれている脱脂液や剝離液等が使用されているメッキ工場や、COD処理が通常の処理システムでは困難な無電解メッキ液が使用されているメッキ工場がある場合には、浴液を更新するときには少量ずつ排出するか、または別途に回分式により処理をする方が合理的である。

提案した最適システムは自動運転ではあるが、最適運転条件は現場の運転管理者により見いだされるものである。シアンの酸化処理やクロムの還元処理、また重金属の中和処理において各種の薬品が使用される。これらの薬品は必要最小限の使用量で装置の運転が行われるべきである。そのためには設定するpH値、ORP値、薬品の時間当たりの注入量等について、通常の運転管理をとおして適切に定めていくことが大切である。

再生利用水は循環水であることから、メッキ液の添加剤等の予想されない物質が蓄積されてくることもあり得る。そのため、これ等の物質の蓄積によってメッキの仕上がり等に影響が現れないように、時々注意を払うことが必要である。各反応槽に注入される薬品やイオン交換樹脂の再生を行う薬品の溶解に利用する等、

循環水の一部を排出し不足量を上水道により補うことが必要である。

受け入れる廃水や放流する処理水、再生利用を行う処理水の水質分析においては、排水基準の項目ばかりでなく、問題意識を持ってその他の分析項目を追加することが大切である。水質は分析項目によって表現されるからである。

処理施設の日報、週報、月報、年報等の記入に当たっては、共同廃水処理場の運営、維持管理等に問題が生じたときに、検討資料となるように作成しておくことが大切である。

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・メッキ工業団地での実際の取引価格(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 Plating Industries Waste Water Treatment Plant (Case 1)

Unit: million Won

INCOME STATEMENTS	YEAR															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286
OPERATING EXPENSES	310	284	284	283	246	218	208	208	199	193	187	181	178	173	169	167
VARIABLE OPERATION COST	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
FIXED OPERATION COST	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
DEPRECIATION & AMORTIZATION	160	134	113	113	96	67	58	58	49	43	37	31	28	22	19	17
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	145	125	107	107	92	67	58	58	49	43	37	31	28	22	19	17
INTEREST DURING CONSTRUCTION	14	9	6	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)	-24	2	23	23	40	68	77	77	87	93	99	105	108	113	116	118
NON-OPERATING EXPENSES	54	54	54	54	46	38	31	23	15	8	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON LONG TERM DEBT	54	54	54	54	46	38	31	23	15	8	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX	-78	-52	-31	-31	-6	12	38	54	71	85	99	105	108	113	116	118
CORPORATE TAX	0	0	0	0	0	1	4	5	7	9	10	11	11	11	12	12
NET PROFIT AFTER TAX	-78	-52	-31	-31	-6	11	34	49	64	77	89	95	97	102	105	106
(RETAINED EARNINGS)																

Unit: million Won

CASH FLOW ANALYSIS	YEAR															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SOURCES																
CASH GENERATED	0	82	82	82	90	96	101	107	113	120	126	125	125	124	124	124
PROFIT AFTER TAX	0	-78	-52	-31	-6	11	34	49	64	77	89	95	97	102	105	106
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0	160	134	113	96	67	58	58	49	43	37	31	28	22	19	17
FINANCIAL RESOURCES	1.096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT	767	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
SOURCES TOTAL	1.096	82	82	82	90	96	101	107	113	120	126	125	125	124	124	124
USES																
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	1.096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	1.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES	0	0	0	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0	0	0	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL	1.096	0	0	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
CASH INCREASE (OR DECREASE)	0	82	82	-28	-20	-14	-8	-2	4	10	126	125	125	124	124	124
BEGINNING CASH BALANCE	0	0	82	164	136	116	103	95	92	96	106	232	357	482	606	730
ENDING CASH BALANCE	0	82	164	136	116	103	95	92	96	106	232	357	482	606	730	854

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

INCOME STATEMENTS	Unit: million Won																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME		325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325
OPERATING EXPENSES		351	323	301	282	242	233	226	220	213	210	204	201	199	199	189	189
VARIABLE OPERATION COST		139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
FIXED OPERATION COST		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
DEPRECIATION & AMORTIZATION		170	143	121	102	91	72	62	52	46	39	33	32	29	24	21	19
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		155	133	115	98	84	72	62	52	46	39	33	32	29	24	21	19
INTEREST DURING CONSTRUCTION		13	10	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)		-26	2	24	43	73	82	92	99	105	112	115	121	124	124	126	126
NON-OPERATING EXPENSES		57	57	57	57	49	33	25	16	8	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
INTEREST ON LONG TERM DEBT		57	57	57	57	49	33	25	16	8	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX		-83	-55	-33	-6	13	40	58	76	91	105	112	115	121	124	124	126
CORPORATE TAX		0	0	0	0	1	4	6	8	9	11	11	11	12	12	12	13
NET PROFIT AFTER TAX (RETAINED EARNINGS)		-83	-55	-33	-6	12	36	52	68	82	95	101	104	109	112	112	113

CASH FLOW ANALYSIS	Unit: million Won																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SOURCES		0	87	87	87	96	102	108	114	121	127	134	138	138	138	132	132
CASH GENERATED		0	87	87	87	96	102	108	114	121	127	134	138	138	138	132	132
PROFIT AFTER TAX		0	-83	-55	-33	-6	12	36	52	68	82	95	101	104	109	112	113
DEPRECIATION AND AMORTIZATION		0	170	143	121	102	91	72	62	52	46	39	33	29	24	21	19
FINANCIAL RESOURCES		1,168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)		350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT		817	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
SOURCES TOTAL		1,168	87	87	87	96	102	108	114	121	127	134	138	138	138	132	132
USES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIXED CAPITAL EXPENDITURE		1,168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS		35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		1,092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION		42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES		0	0	0	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT		0	0	0	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL		1,168	0	0	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
CASH INCREASE (OR DECREASE)		0	87	87	-29	-21	-14	-9	-2	4	11	134	133	133	133	132	132
BEGINNING CASH BALANCE		0	0	87	175	146	124	110	101	99	103	113	248	381	514	647	779
ENDING CASH BALANCE		0	87	175	146	124	110	101	99	103	113	248	381	514	647	779	911

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

INCOME STATEMENTS	Unit: million Won																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
OPERATING INCOME		345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345
OPERATING EXPENSES		378	343	343	314	290	275	251	238	226	217	208	200	196	189	185	182
VARIABLE OPERATION COST		113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
FIXED OPERATION COST		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
DEPRECIATION & AMORTIZATION		220	185	185	156	132	117	93	80	68	59	51	42	38	31	27	24
DEPRECIABLE FIXED ASSETS		200	172	172	148	127	109	93	80	68	59	51	42	38	31	27	24
INTEREST DURING CONSTRUCTION		20	12	12	8	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OPERATING PROFIT(GROSS PROFIT)		-33	2	2	31	55	70	94	107	119	128	136	145	149	156	160	163
NON-OPERATING EXPENSES		74	74	74	74	63	53	42	32	21	11	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON LONG TERM DEBT		74	74	74	74	63	53	42	32	21	11	0	0	0	0	0	0
INTEREST ON SHORT TERM DEBT		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NET PROFIT BEFORE TAX		-107	-72	-72	-43	-8	17	52	75	98	117	136	145	149	156	160	163
CORPORATE TAX		0	0	0	0	0	2	5	7	10	12	14	14	15	16	16	16
NET PROFIT AFTER TAX		-107	-72	-72	-43	-8	15	46	67	88	105	123	130	134	140	144	147
(RETAINED EARNINGS)																	

CASH FLOW ANALYSIS	Unit: million Won																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SOURCES																	
CASH GENERATED	0	113	113	113	113	124	132	140	148	156	165	173	172	172	171	171	171
PROFIT AFTER TAX	0	-107	-72	-43	-8	-8	15	46	67	88	105	123	130	134	140	144	147
DEPRECIATION AND AMORTIZATION	0	220	185	156	132	117	93	80	68	59	51	42	38	31	27	24	24
FINANCIAL RESOURCES	1.510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EQUITY(SHARE CAPITAL)	453	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LONG TERM DEBT	1.057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOURCES TOTAL	1.510	113	113	113	113	124	132	140	148	156	165	173	172	172	171	171	171
USES																	
FIXED CAPITAL EXPENDITURE	1.510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NON-DEPRECIABLE ASSETS	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEPRECIABLE FIXED ASSETS	1.410	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INTEREST DURING CONSTRUCTION	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEBT SERVICES	0	0	0	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
REPAYMENT OF LONG TERM DEBT	0	0	0	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
REPAYMENT OF SHORT TERM DEBT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USES TOTAL	1.510	0	0	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151	151
CASH INCREASE (OR DECREASE)	0	113	113	-38	-27	-3	-19	-11	-3	5	14	173	172	172	171	171	171
BEGINNING CASH BALANCE	0	0	113	226	188	188	160	142	130	127	132	146	319	492	664	835	1.006
ENDING CASH BALANCE	0	113	226	188	160	160	142	130	127	132	146	319	492	664	835	1.006	1.177

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

	Unit: million Won (unless otherwise designated)															
YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) PRODUCTION (m3/year)	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
(2) VARIABLE OPERATING COST	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
(3) FIXED OPERATING COST	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1): won per m3	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501	2,501
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION	160	134	113	96	85	67	58	49	43	37	31	28	22	19	17	17
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)	310	284	263	246	235	218	208	199	193	187	181	178	173	169	167	167
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT	54	54	54	46	38	31	23	15	8	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
(10) TOTAL PRODUCTION COST	363	338	317	292	273	248	231	214	201	187	181	178	173	169	167	167
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1): (won per m3)	6,056	5,627	5,281	4,863	4,556	4,137	3,856	3,575	3,345	3,115	3,012	2,961	2,876	2,825	2,791	2,791

* Average of Unit Production Cost for 15 years
3,925 won per m3

	Unit: percent															
YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) VARIABLE OPERATING COST	30.00	32.28	34.40	37.36	39.88	43.91	47.11	50.82	54.31	58.33	60.31	61.35	63.16	64.31	65.09	65.09
(2) FIXED OPERATING COST	11.30	12.16	12.96	14.08	15.03	16.54	17.75	19.15	20.46	21.98	22.72	23.11	23.80	24.23	24.53	24.53
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION	43.92	39.64	35.69	32.79	31.06	27.18	25.19	22.88	21.40	19.70	16.97	15.54	13.04	11.46	10.38	10.38
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT	14.78	15.91	16.95	15.78	14.03	12.36	9.95	7.15	3.82	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	0.00	0.00	0.00	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

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

	Unit: million Won (unless otherwise designated)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) PRODUCTION (m ³ /year)	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
(2) VARIABLE OPERATING COST	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
(3) FIXED OPERATING COST	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1): won per m ³	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004	3.004
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION	170	143	121	102	91	72	62	52	46	39	33	29	24	21	19	19
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)	351	323	301	282	271	252	242	233	226	220	213	210	204	201	199	199
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT	57	57	57	57	49	41	33	25	16	8	-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
(10) TOTAL PRODUCTION COST	408	380	358	331	312	285	267	249	234	220	213	210	204	201	199	199
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1): (won per m ³)	6.797	6.339	5.970	5.523	5.196	4.750	4.450	4.150	3.905	3.659	3.550	3.496	3.405	3.350	3.314	3.314

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

	Unit: percent															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) VARIABLE OPERATING COST	33.96	36.42	38.42	38.67	41.79	44.43	48.60	55.62	59.12	63.08	65.02	66.04	67.80	68.91	69.66	69.66
(2) FIXED OPERATING COST	10.24	10.98	11.66	11.66	12.60	13.40	14.65	16.77	17.83	19.02	19.61	19.91	20.44	20.78	21.00	21.00
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION	41.77	37.56	33.70	30.81	29.07	25.28	23.30	21.04	19.57	17.90	15.37	14.05	11.76	10.32	9.33	9.33
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT	14.03	15.04	15.97	14.80	13.11	11.47	9.18	6.56	3.49	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	0.00	0.00	0.00	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

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

	Unit: million Won (unless otherwise designated)																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) PRODUCTION (m ³ /year)	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
(2) VARIABLE OPERATING COST	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
(3) FIXED OPERATING COST	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
(4) CASH COST TOTAL: (2)+(3)	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
(5) UNIT CASH COST: (4)/(1):won per m ³	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634	2,634
(6) DEPRECIATION & AMORTIZATION	220	185	156	117	93	80	68	59	51	42	38	31	27	24	24	24	24
(7) OPERATING EXPENSES: (2)+(3)+(6)	378	343	314	290	275	251	238	226	217	209	196	189	185	182	182	182	182
(8) INTEREST ON LONG TERM DEBT	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
(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	452	417	388	353	328	293	270	247	228	209	196	189	185	182	182	182	182
(11) UNIT PRODUCTION COST: (10)/(1): (won per m ³)	7,535	6,943	6,467	5,890	5,466	4,890	4,502	4,115	3,737	3,480	3,339	3,269	3,151	3,081	3,034	3,034	3,034
* Average of Unit Production Cost for 15 years 4,587 won per m ³																	
	Unit: percent																
	YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
(1) VARIABLE OPERATING COST	24.99	27.13	29.12	31.98	34.45	38.51	41.83	45.77	49.59	54.11	58.40	57.61	59.76	61.13	62.08	62.08	62.08
(2) FIXED OPERATING COST	9.97	10.82	11.61	12.75	13.74	15.36	16.68	18.25	19.78	21.58	22.49	22.97	23.83	24.38	24.75	24.75	24.75
(3) DEPRECIATION & AMORTIZATION	48.68	44.30	40.20	37.83	35.69	31.72	29.75	27.41	25.99	24.31	21.11	19.41	16.41	14.49	13.17	13.17	13.17
(4) INTEREST ON LONG TERM DEBT	16.36	17.76	19.07	17.94	16.11	14.41	11.74	8.56	4.84	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	0.00	0.00	0.00	0.00	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

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 :

$$\text{(経常利益 + 減価償却 + 支払金利)} / \text{(元本返済額 + 支払金利)}$$

(d) 損益分岐点売上高 (経常利益) :

$$\text{(固定費 + 減価償却 + 支払金利)} / \text{(1 - (変動費 / 収入))}$$

$$\text{損益分岐点比率} = \text{損益分岐点売上高} / \text{収入}$$

(e) 損益分岐点売上高 (現金) :

$$\text{(固定費 + 元本返済 + 支払金利)} / \text{(1 - (変動費 / 収入))}$$

$$\text{損益分岐点比率} = \text{損益分岐点売上高} / \text{収入}$$

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

	YEAR																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average
Profit on Sales Revenue (%)	-	-27.15	-18.14	-10.88	-2.09	3.92	11.82	17.14	22.45	26.80	31.15	33.08	34.04	35.65	36.62	37.26	15.44
Profit on Equity (%)	-	-23.60	-15.77	-8.46	-1.82	3.41	10.27	14.89	19.51	23.29	27.07	28.75	29.59	30.99	31.83	32.39	13.42
Debt Service Coverage Ratio	-	2.53	2.53	0.83	0.87	0.91	0.94	0.98	1.03	1.08	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	411	370	336	295	266	225	198	171	148	125	116	111	103	98	94	205
B.E.P. Ratio (%)	-	143.90	129.33	117.59	103.38	92.96	78.77	69.22	59.68	51.87	44.05	40.58	38.85	35.96	34.22	33.07	71.56
Break Even Revenue (Cash)	-	153	153	330	318	306	293	281	268	256	66	66	66	66	66	66	184
B.E.P. Ratio (%)	-	53.61	53.61	115.61	111.27	106.93	102.59	98.25	93.91	89.37	23.23	23.23	23.23	23.23	23.23	23.23	64.32

Note: Unit of Break Even Revenue is million won.

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

	YEAR															Average	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average
Profit on Sales Revenue (%)	-	-25.52	-17.06	-10.25	-2.00	3.65	11.06	16.04	21.03	25.10	29.18	31.00	31.90	33.41	34.32	34.93	14.45
Profit on Equity (%)	-	-23.67	-15.82	-9.50	-1.86	3.38	10.25	14.88	19.50	23.29	27.07	28.75	29.59	30.99	31.84	32.40	13.41
Debt Service Coverage Ratio	-	2.53	2.53	0.83	0.87	0.91	0.94	0.98	1.03	1.09	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	469	422	383	336	302	255	224	193	167	141	130	124	115	109	105	232
B.E.P. Ratio (%)	-	144.48	129.73	117.86	103.49	92.94	78.59	68.93	59.28	51.38	43.48	39.97	38.21	35.29	33.53	32.36	71.30
Break Even Revenue (Cash)	-	173	173	376	362	348	333	319	305	291	73	73	73	73	73	73	208
B.E.P. Ratio (%)	-	53.10	53.10	115.73	111.35	106.97	102.58	98.20	93.81	89.43	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	63.91

Note: Unit of Break Even Revenue is million won.

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

	YEAR																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Average
Profit on Sales Revenue (%)	-	-31.04	-20.75	-12.46	-2.43	4.44	13.46	19.53	25.60	30.56	35.53	37.73	38.84	40.67	41.78	42.51	17.60
Profit on Equity (%)	-	-23.65	-15.81	-9.49	-1.85	3.38	10.25	14.88	19.50	23.28	27.06	28.74	29.58	30.98	31.82	32.38	13.40
Debt Service Coverage Ratio	-	2.53	2.53	0.83	0.87	0.91	0.94	0.98	1.03	1.08	-	-	-	-	-	-	-
Break Even Revenue (Profit)	-	504	451	409	357	320	288	234	199	171	142	130	124	118	107	103	242
B.E.P. Ratio (%)	-	146.17	130.86	118.53	103.61	92.66	77.76	67.73	57.71	49.50	41.30	37.66	35.83	32.79	30.97	29.75	70.19
Break Even Revenue (Cash)	-	177	177	402	386	370	354	339	323	307	67	67	67	67	67	67	216
B.E.P. Ratio (%)	-	51.31	51.31	116.39	111.83	107.28	102.72	98.17	93.61	89.05	19.42	19.42	19.42	19.42	19.42	19.42	62.55

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

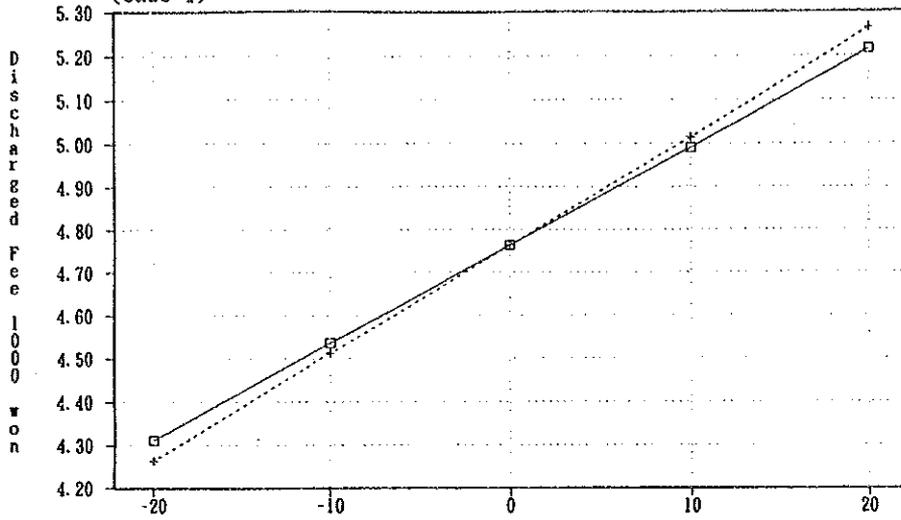
	プラント建設費	運転費
CASE-1		
- 20	4,311	4,263
- 10	4,537	4,514
0 (基本形)	4,763	4,763
+ 10	4,990	5,014
+ 20	5,216	5,264
CASE-2		
- 20	4,932	4,814
- 10	5,174	5,114
0 (基本形)	5,415	5,415
+ 10	5,655	5,715
+ 20	5,896	6,015
CASE-3		
- 20	5,127	5,223
- 10	5,439	5,488
0 (基本形)	5,750	5,750
+ 10	6,062	6,014
+ 20	6,374	6,277

Fig.4.2.1 Sensitivity Analysis (1)

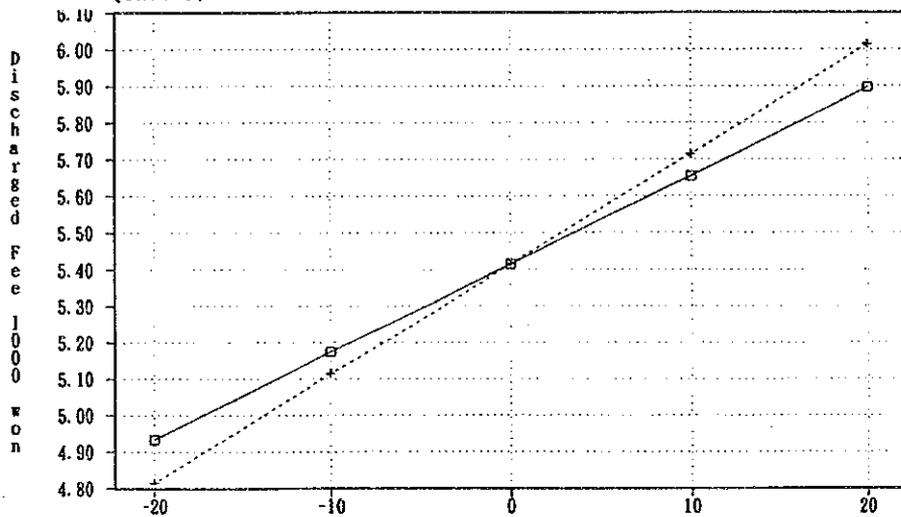
Sensitivity Curve Plating Industry Waste Water Treatment

FIRROI=10%

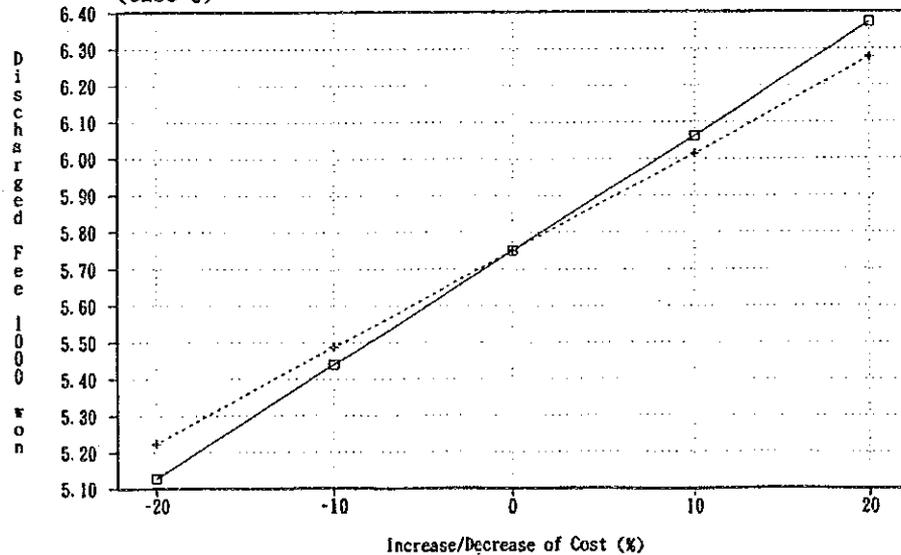
(Case 1)



(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。

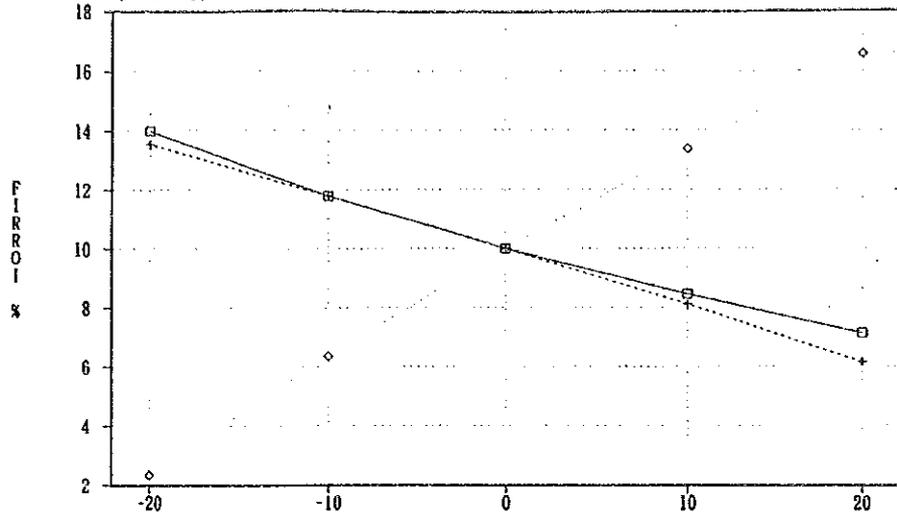
表4.2.11. 感応度分析(2)

単位：財務的内部収益率(%)

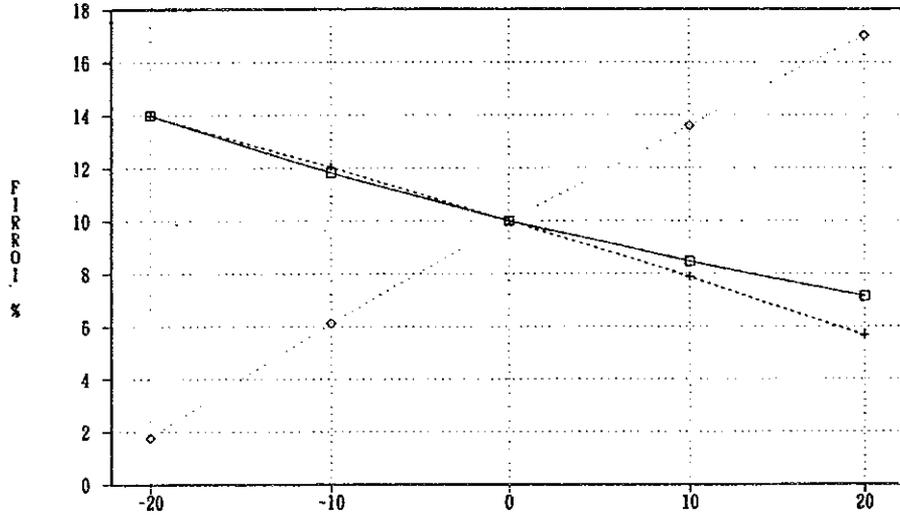
	プラント建設費	運転費	収入
CASE-1			
- 20	13.99	13.54	2.33
- 10	11.80	11.80	6.36
0 (基本形)	10.00	10.00	10.00
+ 10	8.46	8.12	13.38
+ 20	7.14	6.17	16.58
CASE-2			
- 20	14.00	13.98	1.76
- 10	11.81	12.03	6.11
0 (基本形)	10.00	10.00	10.00
+ 10	8.47	7.89	13.60
+ 20	7.15	5.66	17.01
CASE-3			
- 20	13.99	12.73	3.38
- 10	11.80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

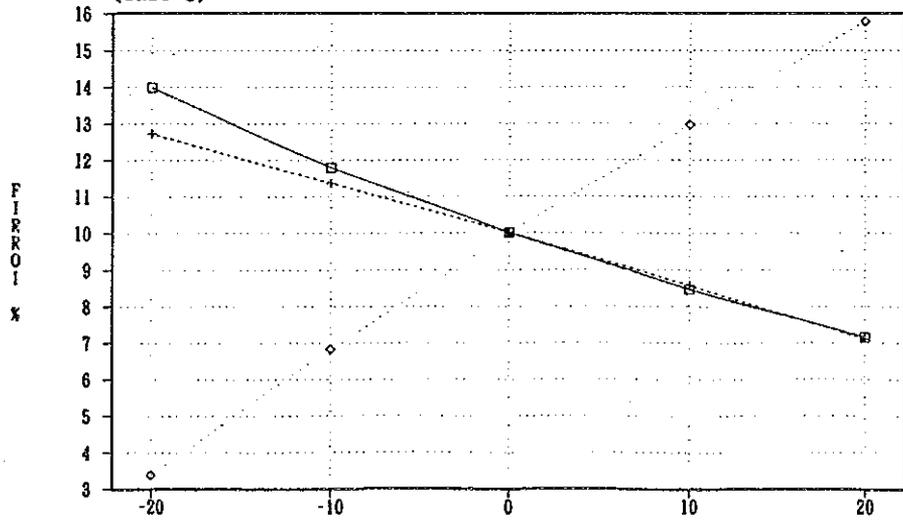
Sensitivity Curve Plating Industry Waste Water Treatment
(Case 1)



(Case 2)



(Case 3)



□ 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*1

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こと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

*1 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、再生水のもたらず経済便益である。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。

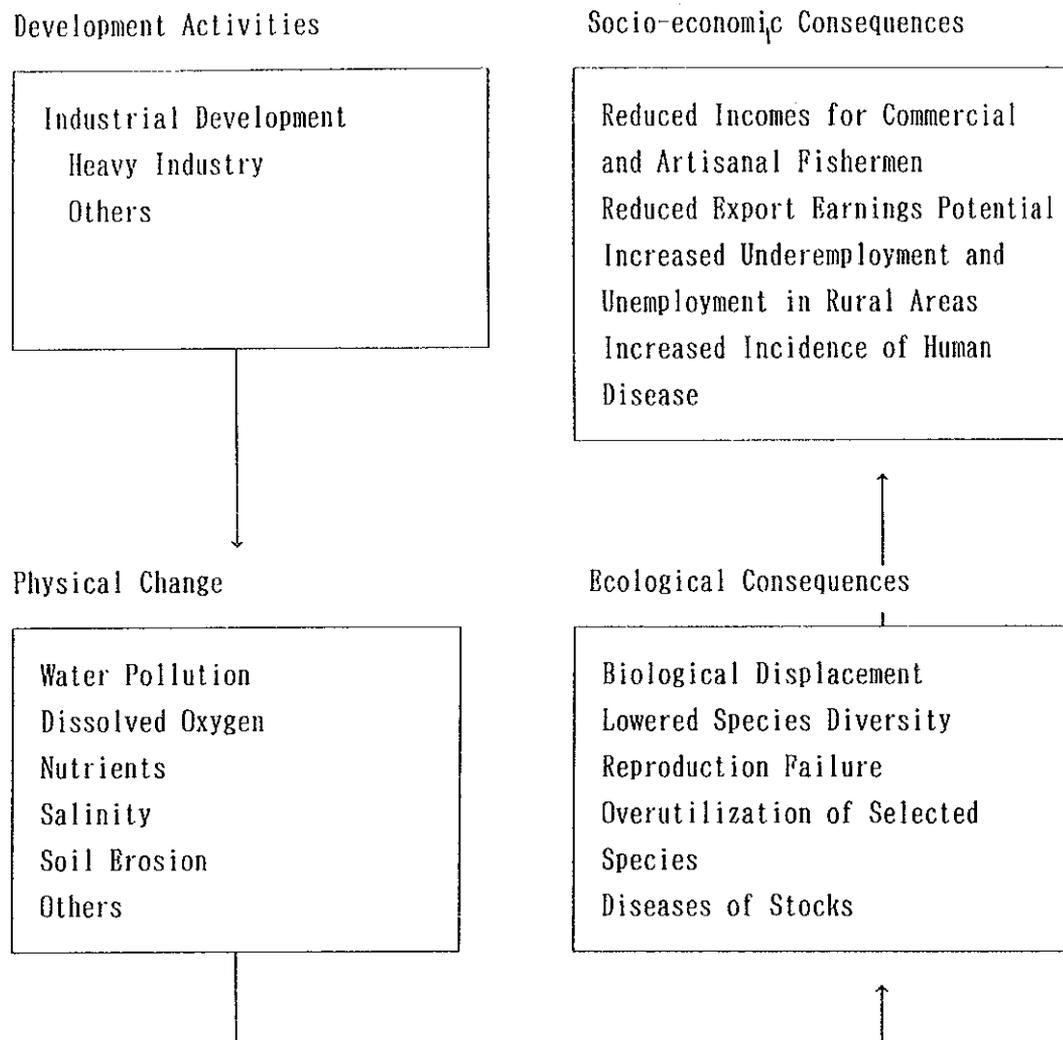
4. 3. 3 社会経済効果

一般的に、メッキ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、メッキ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

Ⅲ. 染色工業団地

Ⅲ. 染色工業団地

1. 工業団地の状況

1.1 工業団地の概要

工業団地の位置、規模、組織および立地企業等について概要を示す。

(1) 工業団地の位置および規模

B工業団地は、ソウル市の南西約40kmに位置し、京畿道安山市に属する。B工業団地は、15,180,000m²の敷地に染色、食品加工、紙・パルプ、金属加工等の業種で合計1,116の工場から成る。

今回調査対象とした染色団地は61工場から成り、染色工場からの廃水は、B染色事業協同組合によって共同処理が行われている。図1.1.1に染色団地のレイアウトを示す。

染色団地の概要は以下の通りである。

総面積	:	588,074m ²
投資額	:	3,000億Won
主要生産品	:	浸染加工、捺染加工
総生産能力	:	繊維類 1億4千万kg/年 布類 6億yard/年
工業用水使用量	:	60,000m ³ /日
生活用水使用量	:	5,000m ³ /日
蒸気使用量	:	440t/日
電気使用量	:	38,000kW/h
LNG使用量	:	2,440m ³ /h
工場数	:	総数61工場
総従業員数	:	10,500名

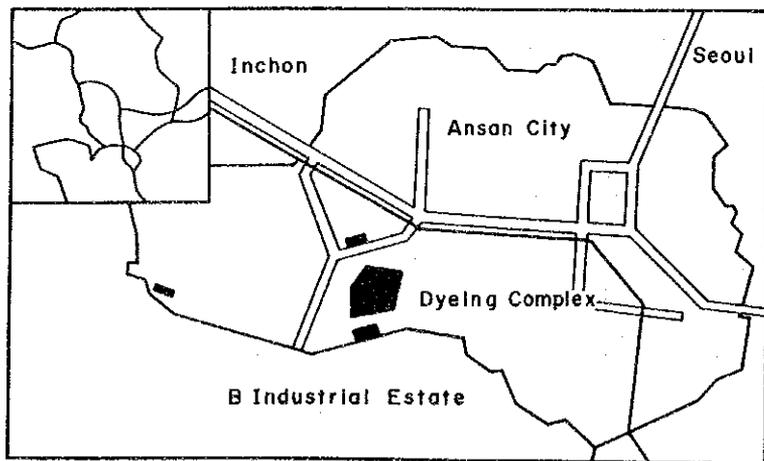
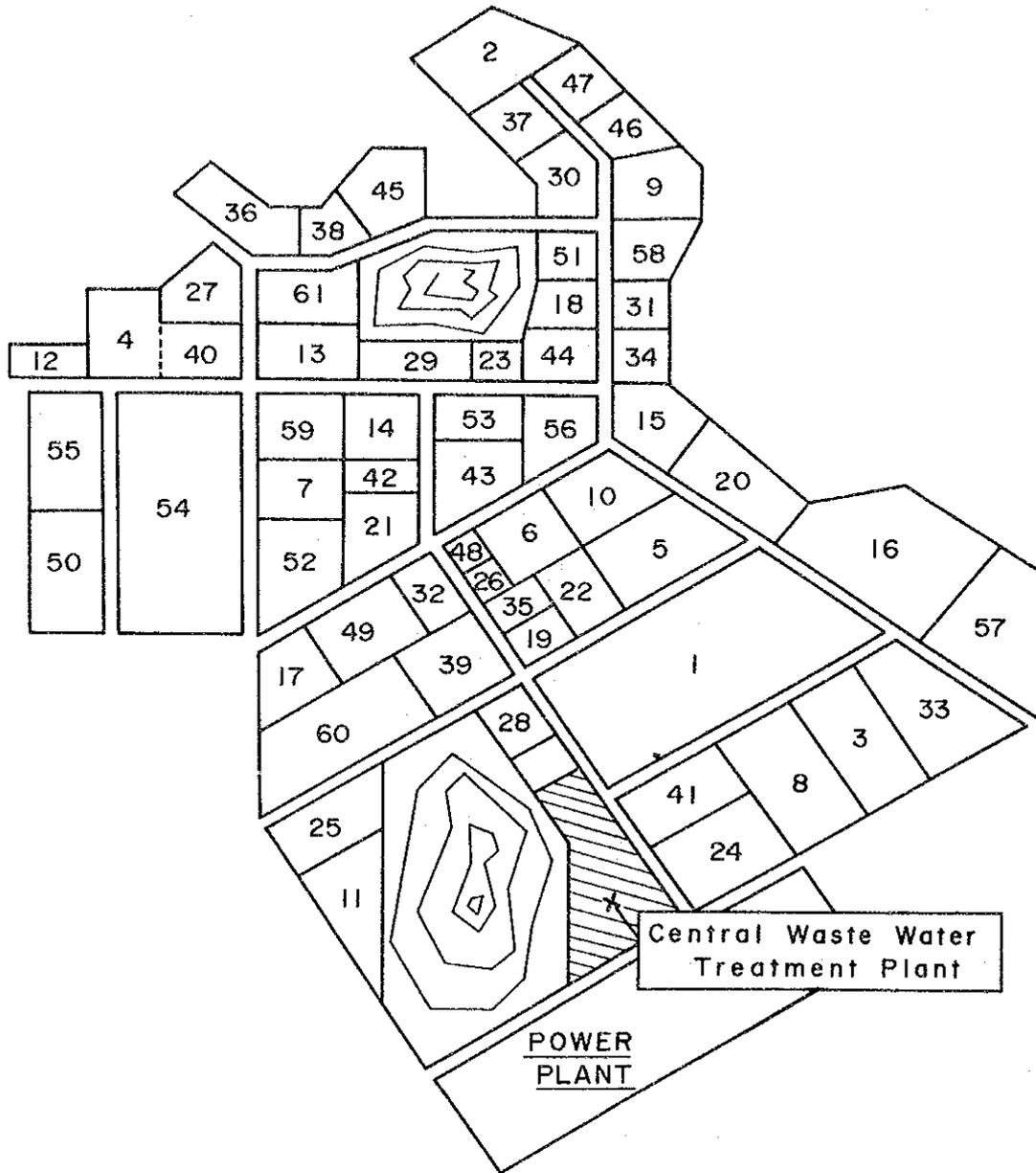


図1.1.1 染色団地のレイアウト

(2) B染色事業協同組合の概要

B工業団地は、1979年に染色の専用団地として韓国政府から許可され建設が開始された。最初はソウル中部染色組合が担当して共同廃水処理場（容量35,000m³/日）が建設され、1983年5月より運転が開始された。

その後この共同廃水処理場の運転・管理を行うことを主目的として、B事業協同組合がソウル中部染色組合から1986年12月に分離独立した。

次いで共同廃水処理場の増設工事に着手し、1989年9月に処理容量は70,000m³/日となり、現在に至っている。

B染色事業協同組合は、B工業団地の染色業者61社から成っている。表1.1.1に会員会社の主製品を示す。工場全体の70%以上が、綿、化繊またはそれらの混紡の染色を行っている。

協同組合の組織は、図1.1.2に示す通りである。理事は、組合各社の代表者が担当する。

表1.1.1 B染色事業協同組合各社の主製品

Factory No.	Main Products
1	Cotton yarn, P/C mixed yarn dyeing
2	Polyester yarn, Cotton yarn, P/C mixed yarn dyeing
3	Acrylic and P/C mixed yarn, Polyester textile dyein
4	Polyester yarn dyeing
5	Polyester textile printing
6	Silk printing
7	Polyester textile dyeing
8	Polyester textile & knit dyeing
9	Cotton textile, P/C textile dyeing
10	Polyester textile dyeing
11	Acetate textile dyeing
12	Acetate textile dyeing
13	Cotton knit, P/C knit dyeing
14	Polyester textile & yarn dyeing
15	Fur tanning
16	Cotton textile dyeing
17	Wool yarn dyeing
18	Synthetic fiber yarn & knit dyeing
19	P/C knit dyeing
20	Synthetic fiber knit dyeing
21	Cotton yarn dyeing
22	Synthetic fiber textile & knit dyeing
23	Wool yarn, Synthetic fiber yarn dyeing
24	Synthetic fiber textile dyeing
25	Cotton textile dyeing
26	Silk printed
27	Synthetic fiber textile dyeing

表1.1.1 B染色事業協同組合会社の主製品（続き）

Factory No.	Main Products
28	Yarn dyeing
29	Synthetic fiber yarn dyeing
30	Yarn dyeing
31	Synthetic fiber knit dyeing
32	Printing
33	Synthetic fiber textile & knit dyeing
34	Yarn dyeing
35	Silk printing
36	Synthetic fiber textile dyeing
37	Synthetic fiber dyeing
38	Silk printing
39	Knit dyeing
40	Synthetic fiber yarn、P/C mixed yarn dyeing
41	Synthetic fiber textile dyeing
42	Silk printing dyeing
43	Synthetic fiber textile dyeing
44	Synthetic fiber textile & knit dyeing
45	Synthetic fiber yarn dyeing
46	Synthetic fiber textile & knit dyeing
47	Synthetic fiber knit dyeing
48	Yarn dyeing
49	Cotton textile dyeing
50	Cotton yarn、P/C mixed yarn & knit dyeing
51	Synthetic fiber textile dyeing
52	Synthetic fiber knit dyeing
53	Cotton textile dyeing
54	Cotton textile dyeing

表1.1.1 B染色事業協同組合会社の主製品（続き）

Factory No.	Main Products
55	Printing
56	Printing
57	Synthetic fiber yarn、P/C mixed yarn dyeing
58	Cotton textile、Silk textile dyeing
59	Synthetic fiber yarn dyeing
60	Synthetic fiber textile dyeing
61	Cotton textile dyeing

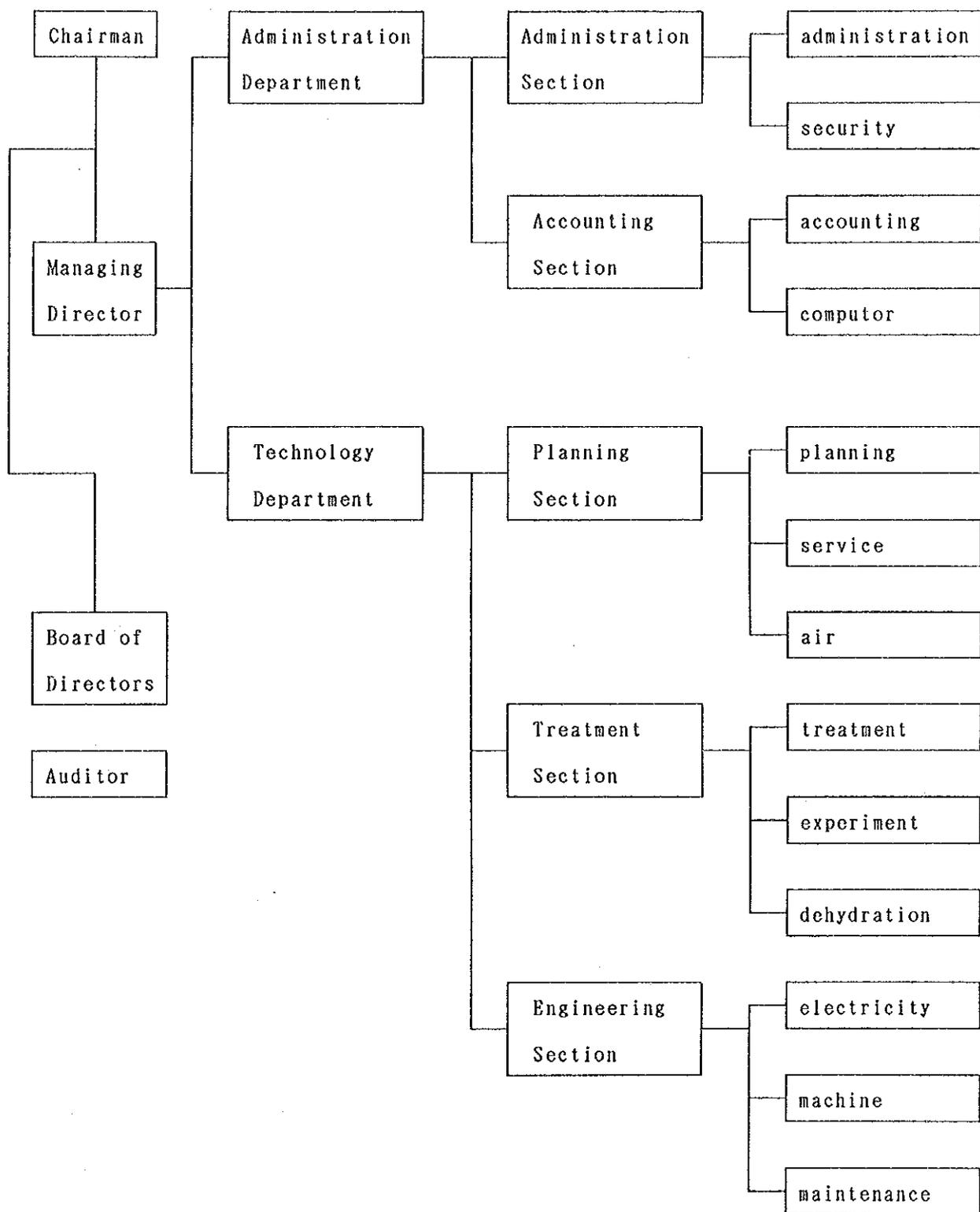


図1.1.2 B染色事業協同組合組織図

1.2 廃水、廃水処理、再生利用の状況

廃水の量・水質、廃水処理、再生利用の状況について述べる。

(1) 廃水の量

共同廃水処理場への流入廃水は、各工場の工程排水（スチーム凝縮水を含む）と雑排水であり、雨水の流入は無い。マーセライズ工程からの濃厚排水については、工場内、または専門業者に委託し、水酸化ナトリウムの回収を行っている工場もある。

廃水は、月曜日から土曜日の間流入し、日曜日は工場が休みのため流入は無い。廃水の流入量の月間変動を、図1.2.1に示す。また、月別の染色工業団地の総用水使用量と廃水処理量を表1.2.1に示す。用水使用量と廃水処理量との間に差があるのは、各工場とも貯水タンクを持つためである。年間を通しての廃水量の変動は、 $55,000\sim 73,000\text{m}^3/\text{日}$ で、平均すると約 $60,000\text{m}^3/\text{日}$ となっている。廃水量は今後増大し、1996年には約 $100,000\text{m}^3/\text{日}$ となるものと予測されている。

工場は終日稼働のため、廃水は24時間連続して流入するが、夜間は流入水量が減少する。流入水量は、2時から6時までの間、約 $1,400\text{m}^3/\text{h}$ と最小となり、10時頃より急増し13時から18時までの間、約 $4,500\text{m}^3/\text{h}$ と最大となる。流入水量の日間変動例を図1.2.2に示す。

(2) 廃水の水質

廃水および処理水の水質（設計値）を表1.2.2に示す。また、廃水のpH、BOD、COD、SS各々の日間変動例を、図1.2.3～6に示す。pHは、 $9.9\sim 10.9$ の間で変動し、BODは、 $220\sim 280\text{mg}/\ell$ 、CODは $220\sim 350\text{mg}/\ell$ 、SSは、 $80\sim 110\text{mg}/\ell$ である。廃水の水質の変動は小さく、年間を通じてほぼ一定である。

共同処理場では、各工場から排出される廃水水質については特に調べていないが、pHについては、ランダムに測定を行っている。また、クロム含有廃水を排出する工場（1工場のみ）には、工場内で前処理を行うよう指導している。

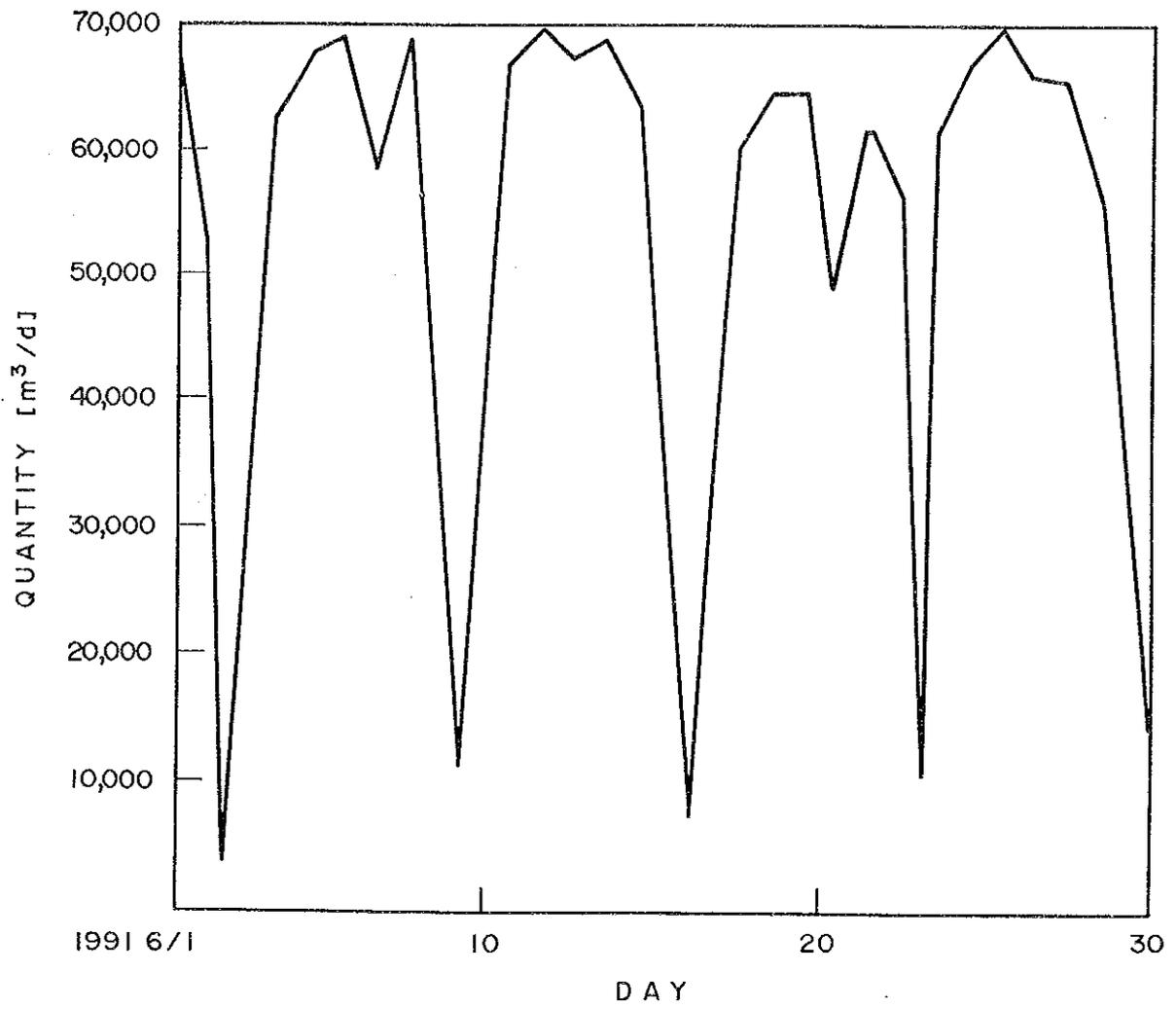


図1.2.1 廃水流入量の月間変動

表1.2.1 B染色工業団地の1991年月別用水使用量と
排水処理量

Month	Water Usage [m ³]	Steam Drain [m ³]	Effluent [m ³]
Jan.	1,214,019	111,515	1,371,970
Feb.	1,118,999	92,839	1,100,150
Mar.	1,194,780	113,542	1,345,980
Apr.	1,336,968	107,619	1,516,920
May	1,388,644	104,979	1,739,830
Jun.	1,243,476	93,340	1,649,300
Jul.	1,355,300	98,070	1,832,170
Aug.	1,303,528	87,752	1,613,300
Sep.	1,265,571	83,970	1,435,410
Oct.	1,326,656	108,409	1,698,440
Nov.	1,326,111	111,481	1,462,340
Dec.	1,311,281	116,275	1,322,250
Total	15,385,333	1,229,791	18,058,060

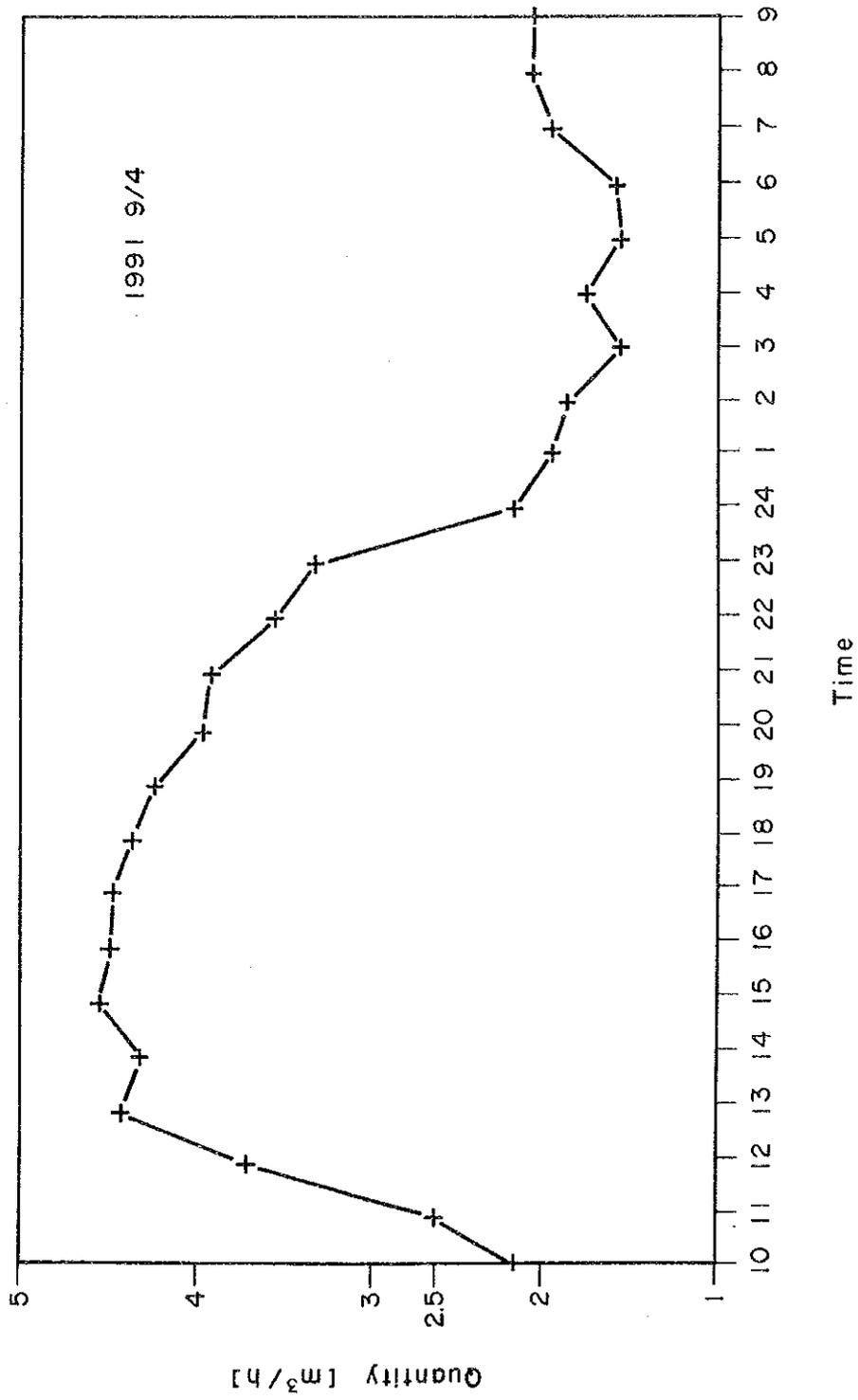


図1.2.2. 流入水量の日間変動

表1.2.2 廃水および処理水の水質（計画値）

Items	Influent	Effluent
pH [-]	11.5	5.8 - 8.6
BOD [mg/ℓ]	300	70
COD [mg/ℓ]	450	85
SS [mg/ℓ]	150	30
N-Hex [mg/ℓ]	20	2
Color [deg.]	400	200
Temp. [°C]	46 - 30	35 - 23

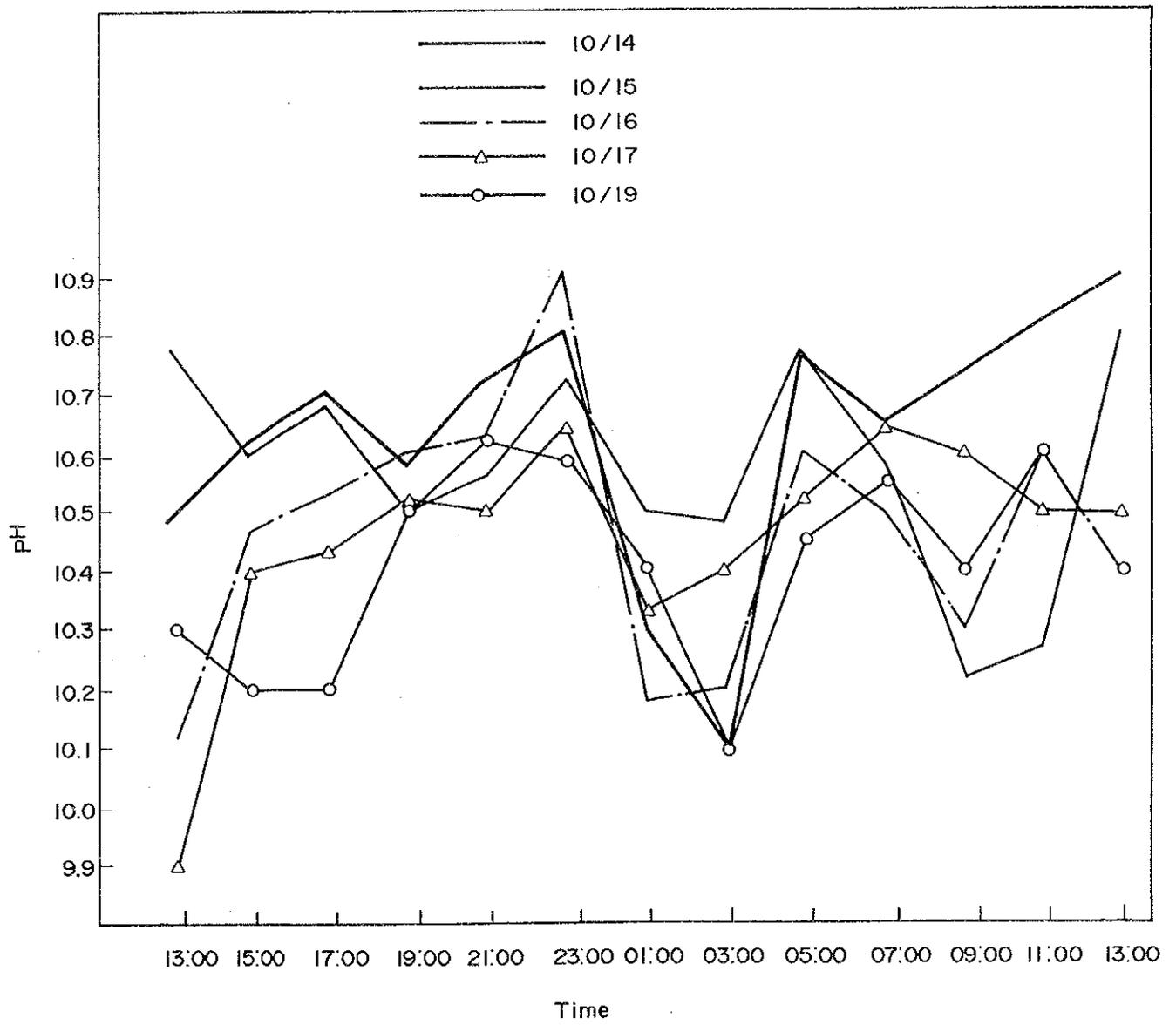


図1.2.3. 流入廃水 pH の日間変動

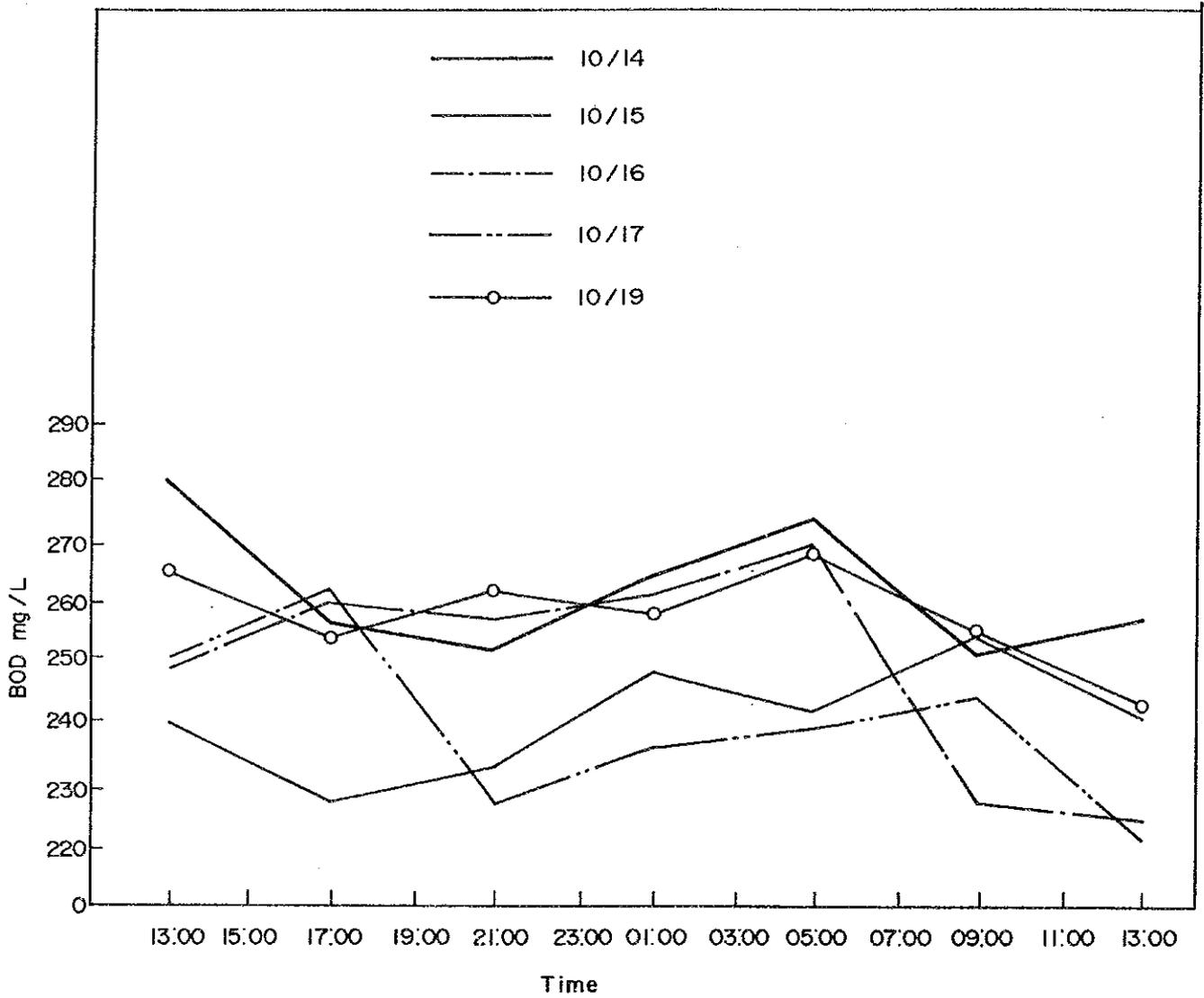


図1.2.4. 流入廃水BODの日間変動

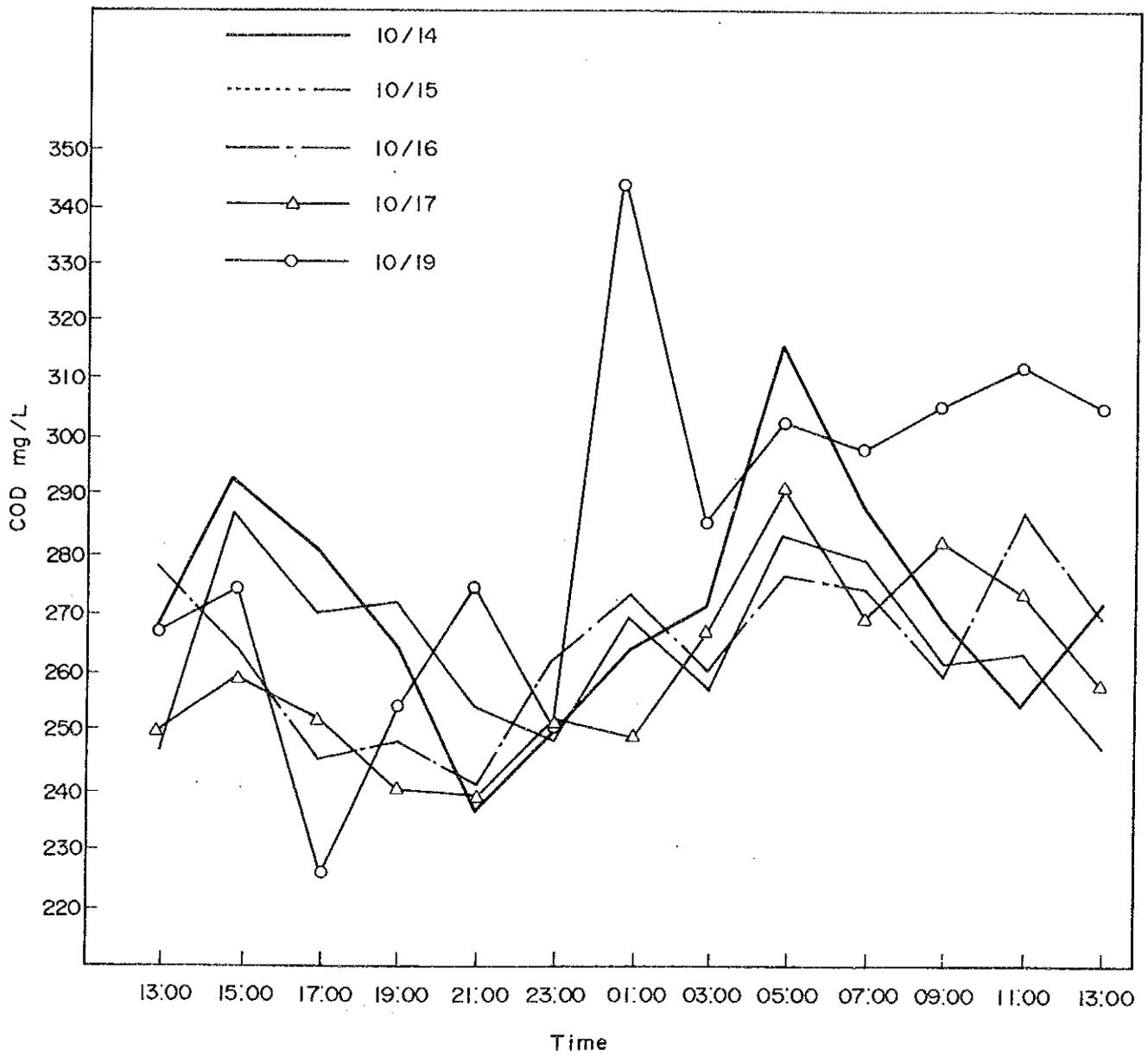


図1.2.5. 流入廃水CODの日間変動

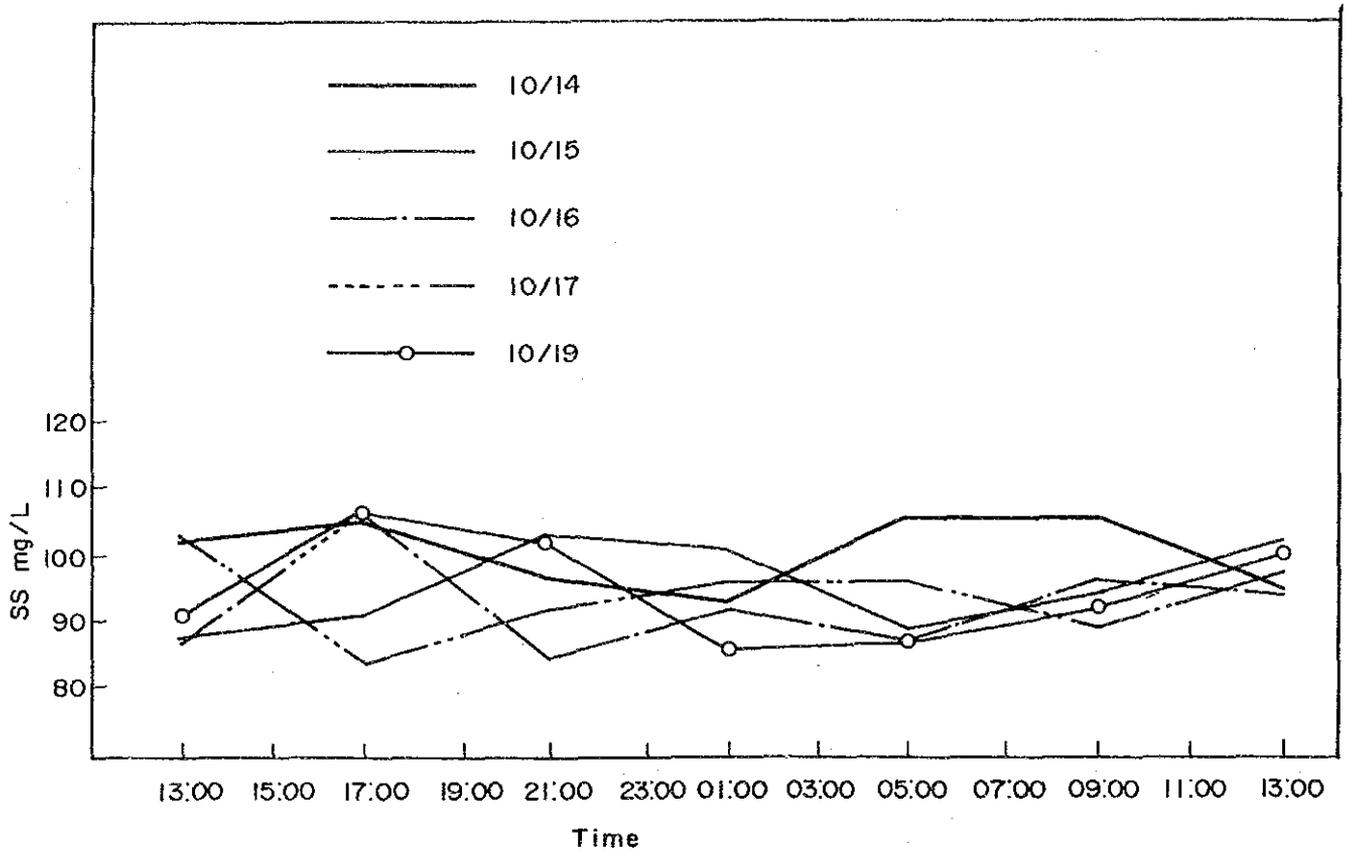


図1.2.6. 流入廃水SSの日間変動

(3) 廃水処理場の規模

当初理場は、当初 $35,000\text{m}^3$ /日処理容量でスタートし、1989年増設を行った。現在の共同廃水処理場の処理容量は、 $70,000\text{m}^3$ /日で、旧系列および新系列の2系列で処理を行っている。処理場の概要は以下の通りである。

処理容量	:	$70,000\text{m}^3$ /日
旧系列	:	$35,000\text{m}^3$ /日
新系列	:	$35,000\text{m}^3$ /日
敷地面積	:	$20,149\text{m}^2$
建設費	:	60億 Won
旧系列	:	32億 Won
新系列	:	28億 Won
施工者	:	Kolon建設(株)、Kolon Engineering(株)
予備敷地	:	$3,318\text{m}^2$ (確保分)

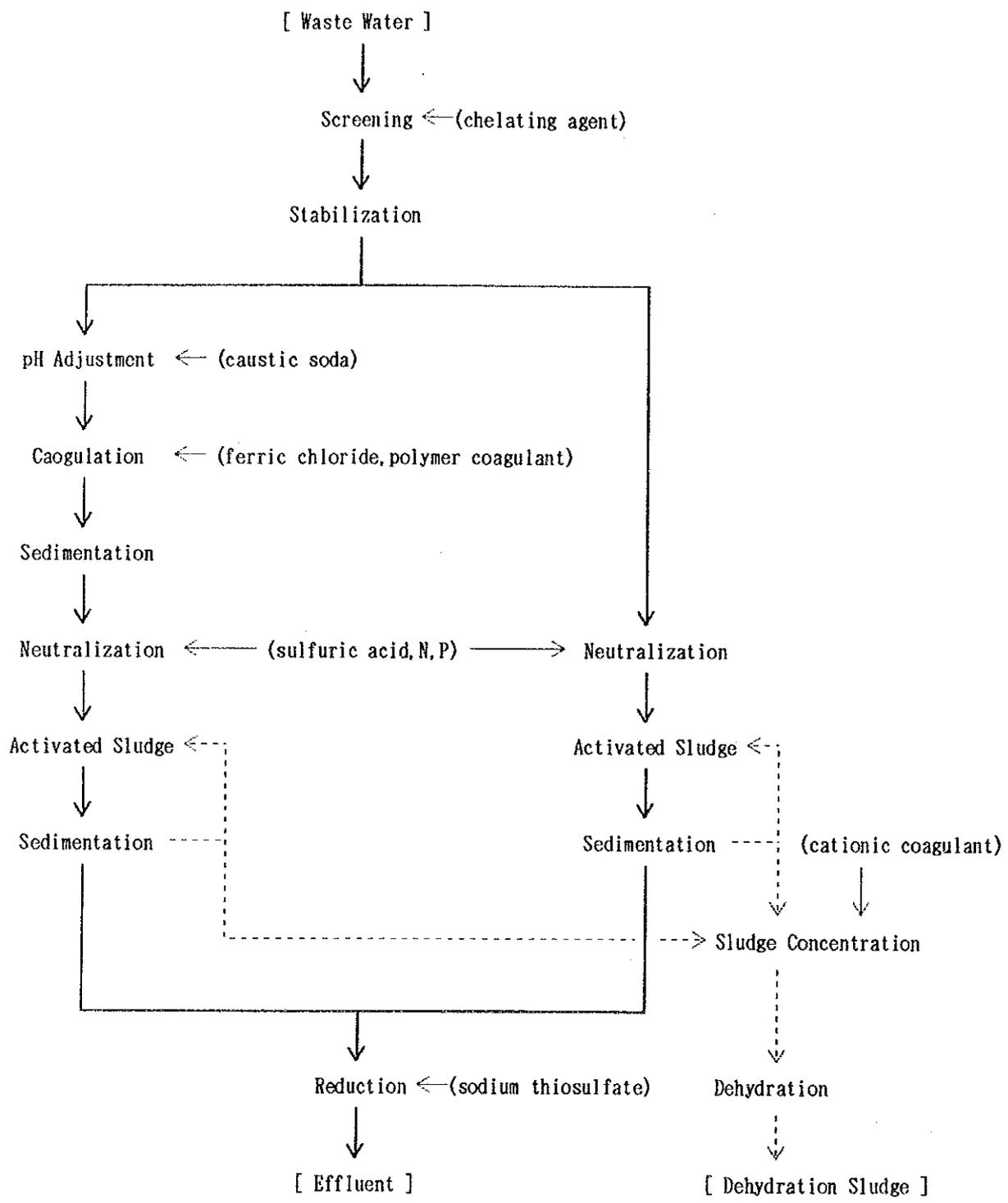
(4) 廃水処理プロセス

各工場からの流入廃水は、重金属をキレート処理した後、旧系列および新系列に配分し処理を行い、安山市下水終末処理場に放流される。廃水の配分は、原則として同量とするが、処理水の水質によりコントロールされる。

各系列の処理プロセスを、図1.2.7に示す。処理水のpH値および COD_{Mn} 値は、共同廃水処理場の出口で連続測定される。発生活泥は、脱水後、国の最終処分場に搬送され埋立処理される。

(5) 再生利用の概況

処理水は、全量安山市の下水終末処理場に放流され、特に再生利用は行われていない。下水終末処理場は、安山市の生活排水 $60,000\text{m}^3$ /日と共同処理場からの放流水 $60,000\text{m}^3$ /日の処理を行っている。図1.2.8に終末処理場の処理フローを示す。表1.2.3に終末処理場の流入水および処理水の水質を示す。図に示す通り現状の施設は、物理・化学処理のみで生物処理が行われていないため、終末処理場の処理水より、共同廃水処理場からの流入水の方が、良好な水質である。別の



—> Waste Water Treatment
 - -> Sludge Treatment

図1.2.7 共同処理場の処理フローダイヤグラム

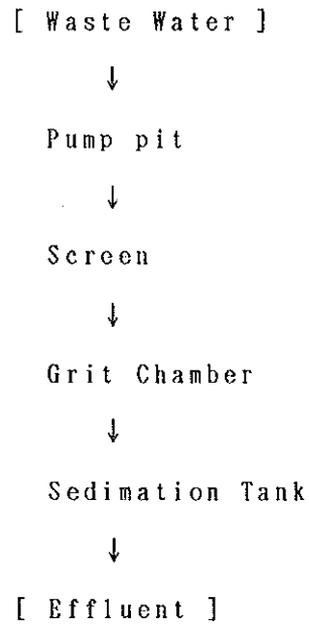


図 1. 2. 8 安山市終末処理場の処理フロー

表 1. 2. 3 安山市終末処理場の流入水および
処理水の水質（計画値）

Items		Influent	Effluent
BOD	[mg/ℓ]	216 - 219	143 - 144
COD	[mg/ℓ]	430 - 438	241 - 249

見方をすれば、共同廃水処理場からの放流水は、安山市からの生活廃水の希釈に利用されていると言えるかもしれない。現在、終末処理場では、2次処理設備の追加など施設充実を目的とした増強工事が計画・実施されている。

1.3 廃水排出元の状況

廃水を排出する工場の生産工程、汚染物質、使用薬品等の状況について工場を訪問調査およびアンケート調査した結果に基づき記述する。

1.3.1 工場調査結果

廃水を排出する工場の生産工程、用廃水の状況および廃水水質について、B染色工業団地の61工場中15工場を選定し、訪問調査した。工場を選定は、染色対象物の素材の種類（糸、布等の形状の相違及び材質）や、染色方法の相違（浸染、捺染）等を参考に行った。訪問した工場のリストを表1.3.1に示す。調査結果は、以下の通りである。

(1) 第1工場

A. 業務内容

綿糸のかせ染色	1,404t/年
綿糸のチーズ染色	1,678t/年
綿/化繊混紡糸のチーズ染色	524t/年

B. 染色機

ウィンス（かせ染色用）

高圧液流染色機（チーズ染色用）

C. 生産工程

・かせ糸の染色工程

（糊抜き）→（マ-エイツ'ソグ'）→（前処理 or 漂白）→（染色）→（仕上げ）

・チーズ糸の染色工程

（マ-エイツ'ソグ'）→（前処理 or 漂白）→（染色）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

表 1.3.1 調査工場一覽

No.	Workers [persons]	Area [m ²]	Quantity of Water					Products	
			① [m ³ /D]	② [m ³ /D]	③ [m ³ /D]	④ [t/D]	⑤ [m ³ /D]		
1	220	53,722	1,500	100			90	1,690	yarn dyeing
2	200	12,790	800	50			75	925	yarn dyeing
3	160		2,000	30			200	2,230	yarn & textile dyeing
4	120	16,613	1,800	12			100	1,912	yarn dyeing
5	155	13,084	350	10			70	430	textile printing
6	180	6,303	630	20			70	720	textile printing & dyeing
7	134	6,608	1,000	30			90	1,120	textile dyeing
8	214	14,988	2,000	3			200	2,203	knit printing & dyeing
9	250	10,583	2,500	10			320	2,830	textile printing & dyeing
10	120	11,795	1,000	30			75	1,105	textile dyeing
11	135	8,307	1,000	2			120	1,122	textile dyeing
12	134	5,010	700	7			30	737	textile dyeing
13	130	17,029	2,400	6			150	2,556	knit dyeing
14	230	7,862	580	20	130		84	814	yarn & textile dyeing
15	60	2,292	140	10			30	180	fur tanning and dyeing, laundry

① : Industrial water ② : City water ③ : Ground water ④ : Steam ⑤ : Total

① 用水量

工業用水：1,500m³/日

上水：100m³/日

スチーム：90t/日

② 工程別用水量割合

マーセライジング：80m³/日

精練・漂白：630m³/日

染色：750m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. マーセライジング工程排水（濃厚廃水）

b. マーセライジング工程水洗水

c. 総合排水

② 分析結果

表1.3.2 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① マーセライジング工程濃厚廃水から苛性ソーダの回収を実施している。

② かせの染色では浴比は16～17倍、チーズでは約8倍である。

③ 生活廃水と工場廃水はまとめて共同処理場へ放出している。

④ スチームのコストは、5,250Won/t。（他社も同様である。）

⑤ 用廃水処理で、当社が共同処理場へ支払う金額は2,500万Won/月。

⑥ 温廃水は、熱回収後に排出。

⑦ 雨水は雨水管を通じ、海へ放流。

（2）第2工場

A. 業務内容

刺繍糸のかせおよびチーズ染色。

表1.3.2 第1工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Concentrated waste from marcerizing process (Cotton yarn)
- b. Waste washing water from marcerizing process (Cotton yarn)
- c. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples		
		a	b	c
pH	[-]			10.7
SS	[mg/ℓ]	395.0	72.5	21.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	2805.6	821.6	334.0
BOD ₅	[mg/ℓ]		221.0	157.5
n-Hex	[mg/ℓ]			28.7
T-P	[mg/ℓ]			3.5
T-N	[mg/ℓ]			0.2
Color	[deg.]			810
Temperature	[°C]			50

ポリエステル	57t／年
P／C混紡糸	10t／年
綿	4t／年
ビスコース・レーヨン	47t／年

B. 染色機

ウィンス（かせ染色用）	6台
高圧液流染色機（チーズ染色用）	30台

C. 生産工程

（精練）→（染色）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水：	800m ³ ／日
上水：	50m ³ ／日
スチーム：	75t／日

② 工程別用水量割合

精練：	50m ³ ／日
染色：	650m ³ ／日
仕上げ：	80m ³ ／日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. 染色後水洗水
- b. 総合排水

② 分析結果

表1.3.3 のとおり

表 1.3.3 第 2 工場排水水質分析結果

(1) Sample

a. Waste washing water from dyeing process (Viscose Rayon yarn)

b. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples	
		a	b
pH	[-]		
SS	[mg/ℓ]	49.5	19.5
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	8.8	102.7
BOD ₅	[mg/ℓ]	2.3	78.0
n-Hex	[mg/ℓ]	2.0	21.3
T-P	[mg/ℓ]		0.3
T-N	[mg/ℓ]		1.0
Color	[deg.]	21	415
Temperature	[°C]		35

F. その他のヒヤリング内容等

- ① 7:00-14:00、14:00-22:00、22:00-7:00 の3交代制で、排水量は交代直後に多くなる。
- ② 硬度除去の目的（原水は50～70mg/ℓ、処理水は8～10mg/ℓ）で、工業用水の軟化処理を行っている。処理システムは、砂ろ過→活性炭→イオン交換（カチオン樹脂）。
- ③ 温廃水は、熱交換後に排出し、冷却水は、水洗水等に再利用している。
- ④ スチームは、協同施設から購買しているが、緊急用に独自にボイラーを持っている。

(3) 第3工場

A. 業務内容

アクリル糸のかせ染色	4,000t/年
綿糸およびP/C混紡糸のチーズ染色	1,600t/年
ポリエステル系の布染め	1,500t/年

B. 染色機

- ウインス（かせ染色用）
- 高圧液流染色機（チーズ染色用）
- 高圧液流染色機（布染色用）

C. 生産工程

（精練 or 漂白）→（染色）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

工業用水：	2,000m ³ /日
上水：	30m ³ /日
スチーム：	200t/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. P/C混紡糸の染色・ソーピング後、2回目の水洗水
- b. 綿糸染色後の浴液（冷却水注入中）
- c. 総合排水

② 分析結果

表1.3.4 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① 当社の製造部門は以下の3部に分かれている。

・生産1部 アクリル糸の染色

精練および漂白等の前処理工程が無く直接染色を行う。また、染色後のソーピング水も少量ですみ、水使用量は少ない。

・生産2部 チーズ糸の染色

精練または漂白工程があり、水使用量も多い。マーセライジングは行っていない。染色工程は、染色→水洗2回→ソーピング→水洗2回。

・生産3部 ポリエステル布の染色

比較的水使用量は多い。マーセライジングは行っていない。

② 1カ月に冷却用水として 10,000m³程度を使用しており、工業用水の約20%を冷却水として用いている。冷却塔は使用されていない。

③ 染色は、準備から仕上げまでの工程を約5時間かけて行う。

④ 上水道は飲用に利用するのみである。また、生活用水には、スチームの凝縮水も利用する。

(4) 第4工場

A. 業務内容

化学繊維（アクリル、ポリエステル、ナイロン）、天然糸（綿、ウール、ラミー）および混紡糸（ポリエステル／綿、アクリル／綿、アクリル／ウール）の染色を行っている。主な製品は、

表1.3.4 第3工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Waste washing water from dyeing process (P/C textile)
- b. Waste washing water from dyeing process (Cotton textile)
- c. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples		
		a	b	c
pH	[-]	9.6	9.6	9.8
SS	[mg/ℓ]	5.5	10.0	24.5
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	10.5	34.5	258.0
BOD ₅	[mg/ℓ]	12.5	36.8	162.0
n-Hex	[mg/ℓ]	3.3	4.5	22.7
T-P	[mg/ℓ]			4.0
T-N	[mg/ℓ]			1.5
Color	[deg.]	262	508	4870
Temperature	[°C]			31

綿系のチーズ染色	2,640t/年
アクリル系のかせ染色	3,360t/年

B. 染色機

ウィンス（かせ染色用、アクリル系）
 高圧染色機（チーズ染色用、綿系）

C. 生産工程

・綿系の染色工程

（精練）→（漂白）→（染色）→（仕上げ）

・アクリル系の染色工程

（染色）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水 : 1,800m³/日
 上水 : 12m³/日
 スチーム : 不明

② 工程別用水量割合

精練・漂白 : 250m³/日
 染色 : 6703m³/日
 ソーピング : 1,000m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- A/C混紡系の染色工程リ・ヒ・ツガ排水 使用染料は、反応染料（赤）
- 綿系染色後の浴液
- A/C混紡系の染色工程リ・ヒ・ツガ排水 使用染料は、反応染料（青）
- 綿系染色工程リ・ヒ・ツガ工程後の水洗水
- 総合排水

② 分析結果

表1.3.5 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

- ①当社には比較的隣接して、2つの工場が設置されているが、上記の値はその内の1工場についての値である。
- ②綿糸については、精練は常に実施するが、漂白は淡色の染色を行う場合のみに行う。
- ③アクリルの場合は、直接染色を行うため前処理は不要である。また、染料（カチオン染料）の利用効率も高く、廃水の負荷は低い。
- ④綿糸では、精練等を行うため水量も多く、廃水も汚れている。

(5) 第5工場

A. 業務内容

アクリル系のかせ染色	3,360t/年
ポリエステル織物の捺染	幅44inch x 960万yard/年

B. 染色機

自動捺染機	5台
-------	----

C. 生産工程

(プリンティング) → (仕上げ)

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水	: 350m ³ /日
上水	: 10m ³ /日
スチーム	: 70t/日

② 工程別用水量割合

表1.3.5 第4工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Waste washing water from dyeing process (A/C yarn ,red)
- b. Waste washing water from dyeing process (Cotton yarn ,red)
- c. Waste washing water from dyeing process (A/C yarn ,blue)
- d. Waste washing water from dyeing process (Cotton yarn ,blue)
- e. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples				
		a	b	c	d	e
pH	[-]	10.1	8.6	9.9	9.9	9.6
SS	[mg/ℓ]	18.5	64.0	10.5	5.0	6.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	303.9	455.9	233.0	303.9	126.9
BOD ₅	[mg/ℓ]	128.6	282.0	83.3		138.0
n-Hex	[mg/ℓ]	0.7	4.7		3.0	4.7
T-P	[mg/ℓ]					1.8
T-N	[mg/ℓ]					1.9
Color	[deg.]	1660	2500	4100	3810	3700
Temperature	[°C]					56

製板	:	8m ³ / 日
配合	:	30m ³ / 日
プリント	:	100m ³ / 日
水洗	:	200m ³ / 日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. 配合室排水
- b. プリンティング工程排水（棒洗浄排水）
- c. 水洗工程排水
- d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.6 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

- ① 精練等の前処理工程は、他の工場で処理済みなので、当工場では直接染色工程を行う。
- ② プリンティング工程では、布を載せて運ぶシートの部分の洗浄用水に水を使う。
- ③ その他、型棒のソーピング、染料調整工程での洗浄に水を使う。
- ④ ドライヤーには主として天然ガスを利用し、スチームは温水を作るのに使用する。スチーム凝縮水は、工業用水に混ぜて使用する。
- ⑤ ロットの切り替えは、300yard～100,000yard（av.3,000yard）ごとに行う。
- ⑥ 加工額は、約60億Won（賃加工のみ）。

（6）第6工場

A. 業務内容

絹織物の捺染と浸染（少量） 幅44inch x 600万yard / 年。

表1.3.6 第5工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Effluent from mixing room
- b. Waste washing water for printing frames
- c. Waste washing water from printing process (Polyester textile)
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	3.9	3.2	11.5	11.3
SS	[mg/ℓ]		772.7	126.7	255.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	5678.0	1523.0	801.6	1077.2
BOD ₅	[mg/ℓ]	2625.0	630.0	270.0	337.5
n-Hex	[mg/ℓ]			5.0	33.3
T-P	[mg/ℓ]				2.7
T-N	[mg/ℓ]				0.3
Color	[deg.]	9500	6900	2940	3650
Temperature	[°C]				34

B. 染色機

捺染用	自動捺染機
浸染用	高圧液流染色機

C. 生産工程

・捺染工程

(精練) → (リソター-リソグ) → (プリンティグ) → (リソター-リソグ) → (仕上げ)

・浸染工程

(精練) → (リソター-リソグ) → (染色) → (リソター-リソグ) → (仕上げ)

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水	:	630m ³ /日
上水	:	20m ³ /日
スチーム	:	70t/日

② 工程別用水量割合

精練	:	300m ³ /日
染色	:	200m ³ /日
プリンティグ	:	50m ³ /日
水洗	:	100m ³ /日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. 浸染後水洗水
- b. 捺染後水洗水
- c. 捺染配合室排水
- d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.7 のとおり

表 1.3.7 第 6 工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Waste washing water from dyeing process (Silk textile)
- b. Waste washing water from printing process (Silk textile)
- c. Effluent from mixing room for printing
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	5.4	7.5	7.2	6.7
SS	[mg/ℓ]	3.5	66.0		44.3
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	841.7	425.9	5060.1	574.5
BOD ₅	[mg/ℓ]	228.0	270.0	2040.0	330.0
n-Hex	[mg/ℓ]	6.0	35.3		16.0
T-P	[mg/ℓ]				4.7
T-N	[mg/ℓ]				0.2
Color	[deg.]	511	570	27600	1530
Temperature	[°C]				23

F. その他のヒヤリング内容等

①原反はまず最初に精練を行う。

②工場敷地内に加工部門と貿易部門があるが、上記値は前者のみに関連したものである。

③水の再利用は行っていない。ただし、スチームの凝縮水は、工業用水に混ぜて再利用されている。

④熱回収は特に行っていない。

(7) 第7工場

A. 業務内容

下着用のナイロン布（加工量の95%）の染色。綿布、ポリエステル／綿布の染色も実施。

加工量 幅10mm～84inch x 1,400万m／年

B. 染色機

ビーム	4台
ラピッド	6台
サーキュラー	3台
ウインス	4台
ジッガー	3台

C. 生産工程

・ナイロン布染色工程

（精練）→（染色）→（仕上げ）

・綿布の染色工程

（糊抜き）→（精練）→（染色）→（仕上げ）

・P／C布の染色

（精練）→（ブレッティング）→（染色）→（水洗）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 1,000m³/日

上水： 30m³/日

スチーム： 90t/日

② 工程別用水量割合

精練： 100m³/日

染色： 350m³/日

冷却塔： 500m³/日（水洗水）

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. ナイロン精練工程排水

b. ナイロン染色工程（染色液）排水

c. 総合排水

② 分析結果

表1.3.8 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① 水使用量の最も多い工程はナイロンの染色工程である（染色後の水洗工程を含む）。

② 水の再利用として、淡色の染色工程の水洗に使った水を濃厚色の染色用に使うことがある。水量は50～100m³/日程度。熱回収は行っていない。

③ 淡色の染色の時には、あまり水洗水は必要でないが、濃厚色の場合には、水洗水は多量に必要とする。

④ 当工場には「Himerit」という染色機が2台ある。ナイロンやポリエステルの布地の上に綿糸の刺繍があるような場合、二度染色する必要があり、そのような場合に利用する。

⑤ 工業用水の処理設備として、フィルターと活性炭がある。

⑥ 総合廃水は、着色はほとんど無かった。染色が淡色中心のためと思われる。

表 1.3.8 第 7 工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Waste washing water from scouring process (Nylon textile)
- b. Waste washing water from dyeing process (Nylon textile)
- c. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples		
		a	b	c
pH	[-]	8.0	7.3	8.0
SS	[mg/ℓ]	113.5	6.5	22.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	111.7	184.4	152.3
BOD ₅	[mg/ℓ]	105.0	50.0	210.0
n-Hex	[mg/ℓ]	117.3	4.6	22.7
T-P	[mg/ℓ]			2.6
T-N	[mg/ℓ]			0.7
Color	[deg.]		88	141
Temperature	[°C]			45

(8) 第8工場

A. 業務内容

ニット（綿とP/C）の浸染が中心。捺染も行っているが、これは始めたばかり。

加工量	浸染	2,540t/年（綿：1,160t/年、P/C：1,380t/年）
	捺染	48万yard/年

B. 染色機

液流染色機	9台
ウィンス	18台
捺染機	4台

C. 生産工程

・綿布の染色工程

（糊抜き）→（精練）→（漂白）→（マーセライジング）→（染色 or プリントイング）
→（仕上げ）

・P/C布の染色工程

（精練）→（漂白）→（染色 or プリントイング）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水	:	2,000m ³ /日（浸染1,700m ³ /日、捺染300m ³ /日）
上水	:	3m ³ /日（食堂で使用するのみ）
スチーム	:	200t/日

② 工程別用水量

精練	:	315m ³ /日
漂白	:	300m ³ /日
マーセライジング	:	1,300m ³ /日
水洗	:	450m ³ /日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. 液流染色機からの総合排水
- b. ウィンス染色機からの総合排水
- c. 総合排水

② 分析結果

表1.3.9 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

- ① 熱回収を行っており、60℃程度まで昇温させた水を染浴に利用している。
- ② 工業用水は、砂濾過 → 活性炭吸着 → イオン交換の処理を行っている。

(9) 第9工場

A. 業務内容

ニットの浸染	150,000yard/日
ニットの捺染	30,000yard/日

ただし、素材はP/C(60%)、綿(30%)、その他(10%)。

B. 染色機

連続染色機	1台 (cap.100,000yard/日)
ジッター	8台
液流染色機	3台
捺染機	3台

C. 生産工程

(糊抜き) → (精練) → (漂白) → (マーセイジング) → (染色 or フリソティック)
→ (仕上げ)

表1.3.9 第8工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Total effluent from circular type dyeing machines (knit)
- b. Total effluent from wince type dyeing machines (knit)
- c. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples		
		a	b	c
pH	[-]	9.7	10.4	10.2
SS	[mg/ℓ]	9.0	18.0	14.5
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	334.0	350.7	303.9
BOD ₅	[mg/ℓ]	105.0	101.3	108.0
n-Hex	[mg/ℓ]	10.0	9.3	10.7
T-P	[mg/ℓ]			2.5
T-N	[mg/ℓ]			1.9
Color	[deg.]	10.0	9.3	10.7
Temperature	[°C]			44

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 2,500m³/日（浸染1,700m³/日、捺染300m³/日）

上水： 10m³/日（食堂で使用するのみ）

スチーム： 320t/日

② 工程別用水量

精練： 50m³/日

漂白： 130m³/日

染色： 750m³/日

水洗： 1,500m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. 連続染色機からの精練・漂白工程排水（P/C）

b. 連続染色機からの染色後水洗水（P/C）

c. 連続染色機からのマーセライジング工程廃水（P/C）

d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.10 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① 工業用水はろ過と軟化処理を行った後、利用している。

② 廃水の再生利用は難しいが、向流リビッド、冷却用水の水洗水や染色用水への利用等の水の有効利用は現在実施している。

③ 連続染色機における、マーセライジング工程の NaOH濃厚廃水は、回収業者に売り渡している。また、染色槽内の濃厚液の交換は、ロットの換わるときに行う。

（10）第10工場

A. 業務内容

表 1. 3. 10 第 9 工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Total effluent from pretreatment process of the continuous dyeing machine (P/C textile)
- b. Waste washing water from marcerizing process of the continuous dyeing machine (P/C textile)
- c. Waste washing Water from dyeing process of the continuous dyeing machine (P/C textile)
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	11.0	12.7	12.0	11.3
SS	[mg/ℓ]	28.0	179.0	44.5	27.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	225.5	150.3	96.2	390.8
BOD ₅	[mg/ℓ]	175.0	46.0	35.0	105.0
n-Hex	[mg/ℓ]	63.3	19.3	35.3	22.0
T-P	[mg/ℓ]				1.7
T-N	[mg/ℓ]				0.8
Color	[deg.]			2010	8300
Temperature	[°C]				50

ポリエステル（ジャケット素材）織物の浸染。

加工量 1,600万yard／年 x 44inch

B. 染色機

低浴比染色機 2台 他

当社は、浸染後の仕上げ加工において特色を持っている。ただし、仕上げ加工での水の使用はほとんど無い。

C. 生産工程

（糊抜き）→（精練）→（染色）→（仕上げ）

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 1,000m³／日

上水： 30m³／日

スチーム： 75t／日

② 工程別用水量

糊抜き： 140m³／日

精練： 143m³／日

染色： 290m³／日

水洗： 380m³／日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. 総合排水（ソーピング工程の排水が多い）

② 分析結果

表1.3.11 のとおり

表1.3.11 第10工場排水水質分析結果

(1) Sample

a. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples
		a
pH	[-]	10.2
SS	[mg/ℓ]	38.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	143.6
BOD ₅	[mg/ℓ]	55.0
n-Hex	[mg/ℓ]	52.2
T-P	[mg/ℓ]	0.5
T-N	[mg/ℓ]	1.1
Color	[deg.]	274
Temperature	[°C]	45

F. その他のヒヤリング内容等

① 用水処理は活性炭処理を行っている。処理の目的は塩素の除去ということであるが詳細は不明。

② 現在、低浴比型染色機で全体の 50%以上の染色を行っている。本年11月にもう1台購入する予定。浴比は1:3。

③ 当社は、高周波精練機や低浴比型染色機を導入するなどし節水を図っている。また、染色機に熱交換器を取付け、省エネも図っている。

(11) 第11工場

A. 業務内容

アセテート編物の浸染	44inch x 2,000万yard/年
レーヨン、ナイロン等の織物の浸染	44inch x 500万yard/年

B. 染色機

ジッカー、高圧液流染色機

C. 生産工程

(糊抜き) → (精練) → (漂白) → (染色) → (仕上げ)

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 1,000m³/日

上水： 2m³/日

スチーム： 120t/日

② 工程別用水量

精練： 300m³/日

染色： 200m³/日

水洗： 500m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. 総合排水

② 分析結果

表1.3.12 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

- ① 工業用水の処理は行っていない。カチオン染料を使用する場合は薬品処理を行う。
- ② スチーム凝縮水や冷却水排水を温水として利用する等の節水、省エネ化を図っている。
- ③ アセテートの最終製品は、服の裏地としての利用が多い。

(12) 第12工場

A. 業務内容

アセテート及びポリエステル等の織物の浸染。

加工量 7,000万yard/年 x 44.48.54inch (内80%がアセテート)

B. 染色機

ジッカー	24台 (高圧2台、常圧22台)
ビーム	2台
ウィンス	1台
液流染色機	1台

C. 生産工程

(精練) → (染色) → (仕上げ)

D. 用廃水の状況

① 用水量

表 1. 3. 12 第 1 1 工場排水水質分析結果

(1) Sample

a. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples
		a
pH	[-]	6.9
SS	[mg/ℓ]	232.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	2014.2
BOD ₅	[mg/ℓ]	860.0
n-Hex	[mg/ℓ]	174.0
T-P	[mg/ℓ]	5.3
T-N	[mg/ℓ]	4.3
Color	[deg.]	7400
Temperature	[°C]	43

工業用水： 700m³／日
上 水： 7m³／日
スチーム： 30t／日

② 工程別用水量

精 練： 130m³／日
染 色： 130m³／日
水 洗： 410m³／日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

- a. 総合排水（アセテートの染色のみ実施中）
- b. 精練後水洗水
- c. 染色浴液
- d. 染色後水洗水

② 分析結果

表1.3.13 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

- ① 工業用水の処理は行っていない。
- ② スチーム凝縮水は温水として利用する。
- ③ 総合廃水のpHは常時、pH試験紙でチェックしている。しかし、pH値が基準値を超えても特に対策をとることはできない。

（13）第13工場

A. 業務内容

P／C混紡ニットの浸染 2,400t／年
綿ニットの浸染 1,200t／年

B. 染色機

表1.3.13 第12工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Waste washing water from scouring process (Acetate textile)
- b. Dye-stuff solution (Acetate textile)
- c. Waste washing water from dyeing process (Acetate textile)
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	7.0	6.2	7.2	6.5
SS	[mg/ℓ]	39.0	110.0	6.0	74.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	190.4	5611.2	1853.7	721.4
BOD ₅	[mg/ℓ]	74.0	5250.0	555.0	315.0
n-Hex	[mg/ℓ]	48.7		52.0	126.0
T-P	[mg/ℓ]				0.8
T-N	[mg/ℓ]				1.7
Color	[deg.]		45000	356	2010
Temperature	[°C]				31

液流染色機 6台、vertical染色機 13台

C. 生産工程

・ P / C 布染色工程

(糊抜き) → (精練) → (漂白) → (染色) → (仕上げ)

・ 綿布染色工程

(糊抜き) → (精練) → (漂白) → (マーセライジング) → (染色) → (仕上げ)

マーセライジング工程は、たまに行う程度。

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水 : 2,400m³/日

上 水 : 6m³/日

スチーム : 150t/日

② 工程別用水量

糊 抜 き : 120m³/日

漂 白 : 240m³/日

染 色 : 480m³/日

水 洗 : 1,200m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. 綿布のサンプル染色浴液

b. 工業用水処理水

c. 工業用水

d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.14 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

表1.3.14 第13工場排水水質分析結果

(1) Sample

a. Waste washing water from dyeing process (Cotton knit)

b. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples	
		a	b
pH	[-]	10.2	10.5
SS	[mg/ℓ]	248.0	41.5
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	634.6	92.2
BOD ₅	[mg/ℓ]		54.0
n-Hex	[mg/ℓ]		8.7
T-P	[mg/ℓ]		6.8
T-N	[mg/ℓ]		2.5
Color	[deg.]	12900	1610
Temperature	[°C]		45

- ① 工業用水は、砂濾過 → 活性炭吸着 → イオン交換の処理を行った後、高架タンクに蓄えて使用。
- ② 現在の染色機は比較的浴比が大きく、1:10位である。低浴比の機械は高価過ぎるので、当工場での導入の可能性は低い。
- ③ 総合廃水のpHは常時、pH試験紙でチェックしている。しかし、pH値がオーバーしても特に対策をとることはできない。
- ④ 将来の用水量は、 $2,300\text{m}^3$ / 日程度まで増大するかもしれないが、繊維不況等があれば判らない。
- ⑤ 省エネ、節水対策として、冷却水の循環利用を行っている。

(14) 第14工場

A. 業務内容

車の内装用のポリエステル織物の浸染が中心。一部糸染めも実施。

ポリエステル織物の浸染 330万 yard / 年

糸染の浸染 120t / 年。

B. 染色機

液流染色機 6台

C. 生産工程

(精練) → (染色) → (仕上げ)

D. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 580m^3 / 日

地下水： 130m^3 / 日

上水： 20m^3 / 日

スチーム： 84t / 日

② 工程別用水量

精 練 : 70m³/日

染 色 : 570m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. 精練工程排水

b. 染色工程水洗排水

c. 染色工程排水 + 生活排水の貯留槽

d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.15 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① 当社は工業用水道の他に地下水を利用している。地下水の水質は硬度が200~300mg/ℓと高いので軟化処理してから利用している。

② 井戸の深さは160mである。

③ 地下水は自由に汲み上げることが出来るが、水量は協同組合に申告している。組合のなかの他の何社かでも地下水を利用している。

④ 安山市の工業用水道は、夏に給水能力が下がることがある。

⑤ 当社の原料織布に用いられている油はcorn oilであり、排水処理への負荷は余りかからないと思われる。

⑥ 節水対策として、染色工程の洗浄水を360m³/日程度循環利用している。

(15) 第15工場

A. 業務内容

毛皮のなめしと、一部染色を実施。

Fox 10,000匹/月

Rabbit 25,000匹/月

Mink 18,000匹/月

その他、洗濯業を実施。

表1.3.15 第14工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Effluent from scouring process (Polyester textile)
- b. Waste washing water from dyeing process (Polyester textile)
- c. Total effluent from dyeing process (Polyester textile)
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	7.0	7.6	6.9	6.9
SS	[mg/ℓ]	26.0	1.5	26.0	38.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	55.3	14.8	151.5	134.9
BOD ₅	[mg/ℓ]	75.0	4.5	54.4	60.0
n-Hex	[mg/ℓ]	156.0	2.0		32.7
T-P	[mg/ℓ]				0.7
T-N	[mg/ℓ]				2.3
Color	[deg.]		201	1510	1250
Temperature	[°C]				33

B. 生産工程

(soaking) → (水洗) → (pickling) → (tanning) → (仕上げ)

C. 用廃水の状況

① 用水量

工業用水： 140m³/日

上水： 10m³/日

スチーム： 30t/日

② 工程別用水量

soaking： 8m³/日

水洗： 8m³/日

pickling： 8m³/日

tanning： 8m³/日

染色： 8m³/日

洗濯業： 100m³/日

E. サンプルおよび分析結果

① サンプル

a. tanning工程および染色工程排水（キレート処理前）

b. tanning工程および染色工程排水（キレート処理後）

c. 洗濯排水

d. 総合排水

② 分析結果

表1.3.16 のとおり

F. その他のヒヤリング内容等

① 当社はtanning工程から排出されるCrの処理を、工場内で実施している。

Cr³⁺は水酸化物にして一部沈澱除去し、Cr⁶⁺は、キレート処理した後に放流。

② 用水の使用量は、洗濯部門がほとんどである。

1.3.2 汚濁物質

表1.3.16 第15工場排水水質分析結果

(1) Sample

- a. Effluent from tanning and dyeing process (before chelate treatment)
- b. Effluent from tanning and dyeing process (after chelate treatment)
- c. Laundry effluent
- d. Total effluent

(2) Analytical Value

Items		Samples			
		a	b	c	d
pH	[-]	4.4	4.1	11.0	6.5
SS	[mg/ℓ]	490.0	570.0	56.0	473.0
COD _{Mn}	[mg/ℓ]	143.6	390.8	110.2	188.4
BOD ₅	[mg/ℓ]	113.3	380.0	145.0	150.0
n-Hex	[mg/ℓ]	55.3	118.0	73.3	57.3
T-P	[mg/ℓ]				0.1
T-N	[mg/ℓ]				0.2
Color	[deg.]				44
Cr ⁶⁺	[mg/ℓ]	ND	ND		ND
Cr	[mg/ℓ]	114.0	241.9		209.4
Al	[mg/ℓ]				0.1
Temperature	[°C]				33

* ND ; not detected

染色加工工場からの排水中の汚濁物質は、それぞれ工場の生産内容や工程により異なっている。廃水処理を行う際に問題となるpH、BODおよびCODなどの主要な汚濁因子が、特定の工程から集中的に排出されるのが、染色加工廃水の特色の1つであり、処理対策上のポイントでもある。生産工程別に排水中の汚濁物質および特徴等について以下に示す。

(1) 糊抜き、精練工程

A. 対象繊維

綿、化合繊等

B. 汚濁物質

繊維屑、糊剤分解剤、糊剤、糊抜き剤、油分、界面活性剤、弱酸、アルカリ

C. その他

調査を行った14工場中（15工場を除く）、糊抜き・精練工程を行っていないのは2工場のみであった。これは、これらの工場では既に前処理済みの原料を使用しているためである。糊抜き工程の対象繊維は、綿が多く、その他に、P/C、ポリエステル、アセテートについても実施されている。精練工程は、ほぼ全ての繊維について実施されている。

原材料に使用されている糊剤や油剤等を把握している工場は少なかったが、一部の工場では、生物処理の容易なコーンオイルを油剤として使用した原材料を用いるなど、廃水処理に対する配慮も見られた。

糊抜き・精練工程は、一般にBODが高く、全工程から発生するBOD総量の2/3は、これらの工程から発生する。でんぶん糊、界面活性剤、油分等の有機成分はBOD源に、PVAはCOD源になる。

(2) 漂白工程

A. 対象繊維

綿、化合繊等

B. 汚濁物質

塩素、塩素分解物、繊維夾雑物、界面活性剤、塩類など

C. その他

工場調査の結果、漂白工程は、淡色の染色を行うときのみに行われている。
一般に、本工程の廃水は酸性で COD値が高い。

3) マーセライジング工程

A. 対象繊維

綿、P/C 混紡等

B. 汚濁物質

NaOH、繊維質など

C. その他

調査を行った14工場中（15工場を除く）、3工場がマーセライジング工程を実施。
マーセライジング工程の廃水は、pHが高く、廃水処理時に中和のため多量の酸を要する。調査工場中には、マーセライジング工程の濃厚廃水から、工場内あるいは専門業者に委託し、NaOHの回収を実施している所もあった。

4) 染色工程

A. 対象繊維

綿、P/C 混紡等

B. 汚濁物質

未染着染料、助剤、界面活性剤、その他薬剤など

C. その他

最も廃液組成の多様な工程である。捺染の場合は、上記汚濁物質に糊剤、染料溶解剤などが加わり更に複雑となる。

工場調査結果でも、反応染料、分散染料、酸性染料、カチオン染料等多種の染料が使われている。また、各染料に見合った種々の助剤も使われているものと思われる。

1.3.3 使用薬品

各工程毎に、種々の薬品が使用されている。その種類・量などの詳細については、各社それぞれに工夫を凝らしており不明である。以下、各工程毎に使用される薬剤について、概要を記す。

・糊抜き工程

酵素、糊抜き剤など

・精練工程

NaOH、界面活性剤など

・漂白工程

次亜塩素酸ソーダ、亜塩素酸ソーダ、過酸化水素水など

・マーセライジング工程

NaOH

・染色工程

染料、助剤、糊剤、界面活性剤など

・仕上げ工程

柔軟剤、糊剤、加工剤等

ただし、仕上げ加工時は、廃水の発生はほとんど無い。