

韓国産業廃水処理・再生利用計画調査報告書

韓国産業廃水処理・再生利用計画調査

報告書

1993年8月

国際協力事業団

1993年8月

国際協力

110
618
MPI
LIBRARY
J R
93-093

鉦調工
J R
93-093

JICA LIBRARY



1109014191

国際協力事業団

25583

韓国産業廃水処理・再生利用計画調査

報告書

1993年8月

国際協力事業団

序文

日本国政府は、大韓民国政府の要請に基づき、同国の産業廃水処理・再生利用計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年3月から平成5年5月までの間4回にわたり、(財)造水センターの後藤 藤太郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、大韓民国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

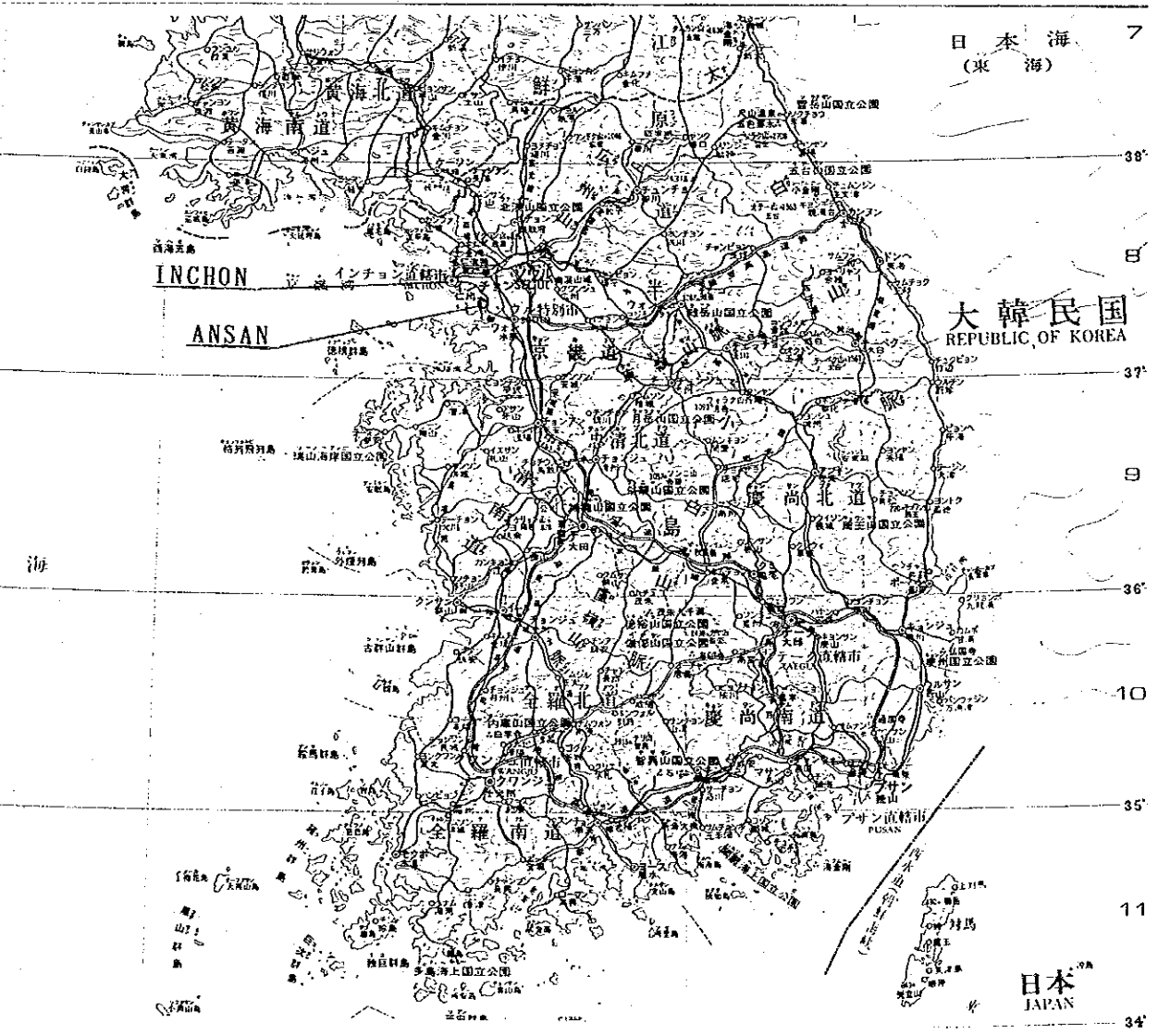
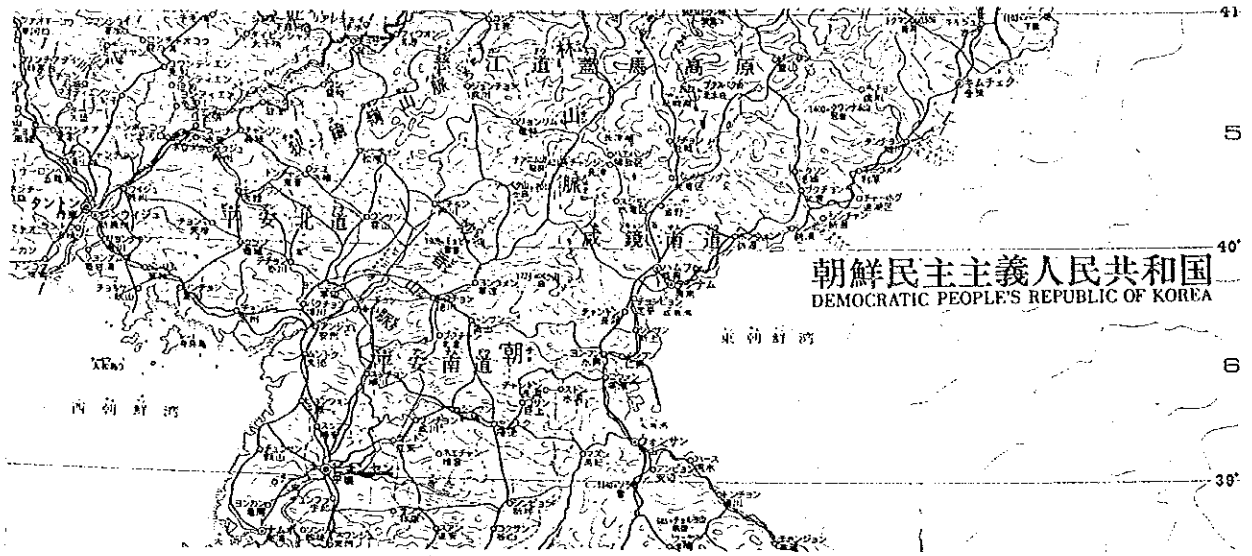
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成5年8月

柳谷謙介

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

大韓民国地図
MAP OF KOREA



韓国廃水処理・再生利用計画調査報告書

目 次

項 目	頁
I. 総論	1- 1
1. 緒論	1- 1
1. 1 緒論	1- 1
1. 2 調査対象地域及び調査の目的	1- 1
1. 3 調査の内容	1- 2
1. 4 作業の実施状況	1- 3
2. 調査地域の概要	1- 9
2. 1 韓国の概要	1- 9
2. 2 仁川地区	1-11
2. 3 安山地区	1-25
3. 関連する政策、法律、規則、基準等	1-41
3. 1 概要	1-41
3. 2 新しい環境保全に関する法律の体系	1-42
3. 3 水質汚濁に関連がある法律	1-43
3. 4 韓国と日本の排出許容基準の比較	1-50
II. メッキ工業団地	2- 1

1.	工業団地の状況	2- 1
1. 1	工業団地の概要	2- 1
1. 2	廃水、廃水処理、再生利用の状況	2-13
1. 3	廃水排出元の状況	2-27
1. 4	用排水系統の状況	2-45
1. 5	廃水処理施設及び再生処理施設の状況	2-47
1. 6	その他関連する状況	2-59
2.	現在の廃水処理、再生利用システムの検討	2-61
2. 1	現在のシステムの評価と問題点	2-61
2. 2	現在のシステムの改善案	2-68
3.	最適システムの検討	2-72
3. 1	基本方針	2-72
3. 2	廃水量の低減対策	2-74
3. 3	廃水処理のシステムの選定	2-90
3. 4	再生利用システムの選定	2-96
3. 5	最適システムの概念設計	2-103
3. 6	最適システムの経済性	2-141
3. 7	最適システム選定に関する留意点	2-146
4.	財務・経済分析	2-148
4. 1	所要総資本及び運転費	2-148
4. 2	財務分析	2-151
4. 3	経済分析	2-170

Ⅲ. 染色工業団地	3- 1
1. 工業団地の状況	3- 1
1. 1 工業団地の概要	3- 1
1. 2 廃水、廃水処理、再生利用の状況	3- 8
1. 3 廃水排出元の状況	3-21
1. 4 用排水系統の状況	3-62
1. 5 廃水処理施設及び再生処理施設の状況	3-65
1. 6 その他関連する状況	3-78
2. 現在の廃水処理、再生利用システムの検討	3-79
2. 1 現在のシステムの評価と問題点	3-79
2. 2 現在のシステムの改善案	3-81
3. 最適システムの検討	3-83
3. 1 基本方針	3-83
3. 2 廃水量の低減対策	3-85
3. 3 廃水処理のシステムの選定	3-108
3. 4 再生利用システムの選定	3-118
3. 5 最適システムの概念設計	3-124
3. 6 最適システムの経済性	3-167
3. 7 最適システム選定に関する留意点	3-172
4. 財務・経済分析	3-174
4. 1 所要総資本及び運転費	3-174

4. 2	財務分析	3-177
4. 3	経済分析	3-196
IV.	総合評価	4- 1
1.	メッキ工業団地	4- 1
1. 1	最適システムの評価と問題点	4- 1
1. 2	最適システム導入に関する提言	4- 5
1. 3	その他の問題点と提言	4- 7
2.	染色工業団地	4- 8
2. 1	最適システムの評価と問題点	4- 8
2. 2	最適システム導入に関する提言	4-12
2. 3	その他の問題点と提言	4-13
3.	評価のまとめ	4-15
V.	廃水処理、再生利用のためのガイドライン	5- 1
1.	緒言	5- 1
2.	めっき工業	5- 2
2. 1	概要	5- 2
2. 2	主要な生産工程と廃水の水質	5- 4
2. 3	生産工程内での対策	5-20
2. 4	廃水処理	5-32
2. 5	再生利用	5-44
2. 6	汚泥処理	5-47

2. 7	新しい技術の方向	5-49
2. 8	メッキ廃水処理装置の保守管理	5-51
3.	染色工業	5-54
3. 1	染色整理業の概要	5-54
3. 2	主要な生産工程と廃水の水質	5-56
3. 3	生産工程内での対策	5-64
3. 4	廃水処理	5-70
3. 5	再生利用	5-94
3. 6	汚泥処理	5-98
3. 7	新しい技術の方向	5-99
3. 8	その他の留意点	5-102
VI.	日本の廃水処理・再利用システムの紹介	6- 1
1.	メッキ工業団地における共同処理	6- 1
1. 1	京浜島中央メッキ工業団地	6- 1
1. 2	城南電化協同組合・東糀谷メッキセンター	6- 7
2.	染色工業団地における共同処理	6-11
2. 1	兵庫県繊維染色工業協同組合	6-11
2. 2	福井県染色工業協同組合・東工処理場	6-17
2. 3	尾西地方特定公共下水道	6-20

Ⅶ. 付属資料

1. 最適システム導入の為の調査の手引き	7- 1
2. 参考資料	7- 7
(1) アンケート調査表　メッキ工場用	7- 9
(2) アンケート調査表　染色工場用	7-21
(3) 鍍金廃水処理方法研究　曹　圭玉	7-37
(4) 染色工業団地共同処理場の作業日報	7-51
(5) 新しい微生物剤を用いた排水処理技術	7-55
(6) 廃水処理施設にかかる融資制度	7-67
(7) 廃水処理施設にかかる優遇制度	7-69

以　上

I. 總 論

I. 総論

1. 緒論

1.1 緒論

1962年最初の5か年計画を実施して以来、韓国は経済政策の中心を輸入から輸出へと改め、顕著な経済成長を遂げてきた。

しかしながら、この急速な経済発展に伴い、環境汚染、自然破壊、その他の好ましくない事柄が浮上し、産業廃水による環境破壊が韓国のある地域では深刻な社会問題として表面化してきた。

なお、この急速な経済発展の直接の影響として、水資源の不足と地盤沈下が発生するのではないかと予測されている。

韓国政府が日本に対して産業廃水の処理及び再生利用にかかる調査の実施を要請したことが、本調査の背景となっている。

韓国側の要請に応え、JICAは1990年12月に最初の調査団を韓国に派遣し、この問題に関して韓国側と協議し、その結果、日本側、韓国側の双方で調査の内容に合意し、調査の実施細則を決定した。

この実施細則に基づいて、JICAは1991年3月に調査団を結成し、最初の現地調査を行ったところ、以前に調査地域として指定されたテグーにある染色工業団地の調査は状況的に難しいということが分かった。

新たな状況の変化に対応するため、韓国側は、1991年8月に調査対象を半月染色工業団地に変更したいとの意向を伝えてきた。JICAは、提案された工業団地の状況を直接訪問して確認するために、第2の調査団を1991年12月に安山市に派遣したのち、対象地域の変更に同意した。

1.2 調査対象地域及び調査の目的

1.2.1 調査対象地域

本調査は以下の工業団地及び業種を対象として実施する。

(1) 工業団地

- 1) 仁川市内の小規模なメッキ工業団地
- 2) 半月工業団地内にある染色工業団地

(2) 業種

- 1) 電気メッキ業
- 2) 染色業

1.2.2 調査の目的

両国で同意された事柄に基づき、以下の目的で調査を行う。

- 1) 調査対象である両工業団地の廃水処理施設の実態を調査し、問題点を指摘すると共に改善案を提示する。
- 2) 一つのケーススタディとして実施された上記の工業団地の実態を、韓国における各業種の工業団地のモデルと考え、その各々について廃水処理・再生利用の最適システムを選定する。
- 3) 上記の調査結果に基づいて、両業種の排水処理・再生利用のためのガイドラインを作成する。

本調査の過程で、関連する技術はカウンターパートに対し、移転されるものとする。

1.3 調査の内容

1.3.1 調査の原則

- (1) 廃水汚濁負荷量の軽減
- (2) 工場における水バランスの現況調査
- (3) 廃水処理工程の選定
- (4) 日本における廃水処理・再生利用システムの紹介
- (5) 各工業団地における個々の工場に関する調査
- (6) 廃水処理及び再生利用のガイドラインの作成
- (7) 技術の移転

1.3.2 調査の準備

調査を実行するために、表 1.3.1 に示す専門家のチームが結成された。本調査に参加するKISTのメンバーは表 1.3.2 に示してある。

1.4 作業の実施状況

図 1.4.1 に示すフローチャートに従い作業を実施した。実施した作業のスケジュールは図 1.4.2 に示す。

表1.3.1 調査団メンバー及び任務(1/2)

氏名	担当	業務内容
後藤 藤太郎	団長、業務総括	業務全体の取りまとめ責任者 国内業務：同上 現地業務：カウンターパートとの交渉 調査団取りまとめ
長谷場 滋	廃水処理技術総括	「対象地域の現状と将来計画調査」の総括 国内業務：現地調査結果に付き纏める。 現地調査：上記調査に必要な資料の収集及び 現地調査事項の取りまとめ 団長不在時の代行
橋本 尚人	プラント設計に関する 総括業務	廃水処理・再生利用に関する技術とシステムの 検討に関する総括 国内業務：同上 現地業務：上記に関する現地調査
田中 良弘	水質分析総括 及び メッキ廃水処理プラント 設計	現地における水質分析の総括業務及びメッキ 廃水処理に関するプラント設計業務 国内業務：現地調査結果の取りまとめ検討及 びメッキ廃水処理装置の検討及び プラント概念設計業務 現地業務：水質分析の総括業務及びメッキ廃 水処理に関する検討及び概念設計 に必要な資料の採集
平松 哲也	国内関連技術調査	①メッキ・染色廃水処理に関する国内関連技術 の調査、検討及びまとめに関する補佐業務 ②廃水処理・再生利用に関する技術とシステム に関する検討、まとめ補佐業務 (国内業務のみ)
久保 幸彦	水処理技術	①メッキ・染色廃水処理に関する国内関連技術 の調査、検討及びまとめに関する総括業務 ②「対象地域の現状と将来計画調査」の検討、 まとめ補佐業務 (国内業務のみ)

表1.3.1 調査団メンバー及び任務(2/2)

氏名	担当	業務内容
長沢末男	水質分析(有機)	<p>現地における水質分析業務及びおもにメッキ工場の現状調査、検討、まとめ</p> <p>国内業務：上記調査の検討及びまとめ業務</p> <p>現地調査：有機水質分析及びおもに染色工場の現状調査・解析</p>
藤川学	財務・経済分析	<p>最適メッキ・染色廃水処理・再生利用システムの財務・経済分析関連資料の作成</p> <p>国内業務：現地調査結果に基づく財務・経済分析の実施</p> <p>現地業務：財務・経済分析に必要な事項の調査、訪問調査などの実施</p>
藤岡哲雄	メッキ及び染色廃水処理関連技術調査	<p>①メッキ・染色廃水処理に関する国内関連技術の調査、検討及びまとめに関する補佐業務</p> <p>②概念設計に関する補佐業務 (国内業務のみ)</p>
岡田達治	水処理技術 (おもに、染色廃水処理の検討及びプラント設計)	<p>現地における染色廃水処理・再生利用に関する調査及びプラント設計業務</p> <p>国内業務：現地調査結果の取りまとめおよび染色廃水処理に関する検討及びプラント設計業務</p> <p>現地業務：おもに染色廃水処理装置の調査・解析(補佐業務)</p>

表1.3.2 K I S T の 構 成 員

Name	Title	Division
Won-Hoon Park, Ph. D.	Director	Division of Environment & Welfare Technology
Kil-Choo Moon, Ph. D.	Director	Environment Research Center
Kyu-Hong Ahn, Ph. D.	Professor	Environment Research Center
Daewon Pak, Ph. D.		Environment Research Center
Kyung-Guen Song		Environment Research Center

Study Team	Year	1991												1992												1993			
		Month	Feb	Mar	Apr~Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug				
Preparatory Office Work			□																										
Inception Report			△																										
1st Step Field Work			■																										
1st Step Office Work						□																							
2nd Step Field Work						■																							
2nd Step Office Work												□																	
3rd Step Field Work												■																	
Progress Report															△														
3rd Step Office Work																						□							
Presentation of Draft Final Report																					△	■							
Presentation of Final Report																										△			

図 1.4.2. 調査スケジュール

2. 調査地域の概要

2.1 韓国の概要

(1) 概説

朝鮮は、北東アジアに位置する半島である。南部の面積は、9,927,400ヘクタールである。

国土面積のわずか21%が耕作可能地であり、残りの60%は山地である。

韓国人口は1990年末で4,350万人であった。従って人口密度は438.4人/km²と、世界有数の過密国である。

過去約30年間、年平均GNP成長率が8%以上という急速な経済成長を遂げてきている。これは政府主導による輸出志向開発政策のおかげである。

1990年1人当りのGNPは5,000米ドルを超え総GNPは世界で15位となった。対外貿易に依存しているため輸出入量においては世界第13位である。更に、繊維・衣料等の軽工業を始め、自動車、鉄鋼、船舶、石油化学といった重化学工業が順調に発達してきている。

このかってないほどの急速な産業化に加え、韓国では過去25年間、急速な都市化も進行している。1990年総人口の25%以上がソウル市内に居住している。ソウル地域に住む人口を含めると、総人口の40%以上がソウル首都圏に居住していることになる。ソウルだけでなく、プーサン、テグー、テジョンも過去20年間めざましい人口増加を見せている。

同国の環境問題は過去25年間における急速な産業化と都市化に因るところが大きい。1977年終わりに、最初の本格的な環境法令「環境保全法」が制定され、1980年には環境庁が設立された。1980年代に国家経済が大幅に成長し、また環境保護に対する国民の関心が高まるにつれ、環境に関する法律と機関の大幅な改革の必要性が明らかになった。その結果1990年と92年に、一連の環境法令が制定され、1990年に環境庁に代わり環境省が設立された。

韓国政府は、環境保護と持続的発展実現のため多数の原則及び機構を導入してきている。「汚染源者費用負担の原則」に基づいた様々な機構と環境影響アセスメントが、持続的発展をもたらすための政府の主要政策手段である。韓国の環境

は今後国民の関心と参加並びに政府の対応施策いかにかかっていると見えよう。

(2) 自然条件

1) 気 候

典型的な温暖気候であり、夏期に太平洋の影響を受け、冬期にはアジア大陸の影響を受ける。従って、雨期を伴うモンスーンの夏と大陸的な寒冷気候が特徴となっている。年間降水量は 500mm~1,500mm で、年間平均気温は 5℃~14℃である。地形的に複雑なため気象条件の分布は多様であり、その結果様々な植性(生態系)を生み出している。

2) 土 壤

地層の約 60%が新生代に形成されたものであり、母岩の 70%以上が花崗岩及び片麻岩である。変わり易い大陸的気候と夏期の豪雨のせいで、土壌は風化作用と侵食を受け易い。森林土壌の大部分が酸性の砂質ロームである。

3) 水

A. 概 説

韓国は豊富で清浄な淡水を得ることのできる数少ない国の 1つである。しかしながら、1960年代と70年代における急速な産業化と都市化に伴ない河川の多くは汚染されてしまった。同国には 4つの主要河川地域ハン、ナグドン、 Gum、ヨンサンがある。これら水域にそれぞれ膨大な量の廃水が流入しており、代わりにかなりの量の汚染物質を海水に流出している。

B. 水 源

降水による年間平均水源総量は 1,140億 m^3 である。このうち58%が地表を流れて行き、42%が蒸発及び浸透という形で消失する。

1989年上記 1,140億 m^3 のうち表流水は 175億 m^3 すなわち、水源総量の15%であった。ダム水は85億 m^3 すなわち水源総量の7%であった。

この数字から水源総量のうち現在利用されているには、わずか23% だということがわかる。この低利用率の理由は、降水量の3分の2が夏期の7月～9月に集中しており、従って降水の大部分が洪水として失われるからである。

一方地下水源は1兆3,240億 m^3 と推定されており、その内1,170億 m^3 が使用可能である。しかし、地下水の内わずか16億 m^3 しか使用されていないのが現状である。

地下水使用量(16億 m^3)に地表水使用量(260億 m^3)を加えると水源使用総量は、270億 m^3 になる。水源使用に関する調査による家庭用使用量は51億 m^3 であり、工業用使用量は26億 m^3 、農業用使用水量は128億 m^3 である。その他使用量は71億 m^3 である。

2.2 仁川地区

2.2.1 自然条件

(1) 気 候

仁川地方は朝鮮半島の中西部に位置し、気候は太平洋とアジア大陸に影響を受けている。すなわち夏は高温多湿で、冬は乾燥して寒い。夏冬の気温差は大きい。

1) 気 温

年平均気温	11.4℃
8月の月平均気温	24.8℃
1月の月平均気温	-6.7℃
夏の最高気温	34.9℃ (1981年7月13日)
冬の最低気温	-18.4℃ (1986年1月5日)

2) 降水量

年間平均降水量	1,088.1mm (韓国平均の1,362.00mmをわずかに下回る)
7月～9月降水量	640.3mm (年間降水量の59%)

冬の降水量	57.9mm (年間降水量の5.3%)
1日の最高降水量	302.5mm (1987年7月27日)

3) 相対湿度

年平均相対湿度	70%
7月雨期相対湿度	82%
1月と2月乾期相対湿度	63%

4) 風 向

春	南
夏	南南東
秋	西北西
冬	北西

5) 風 速

年 平 均	3.2m/秒
最大瞬間風速	32.0m/秒 南西 (1987年8月30日)

仁川地方の気象概要については、表2.1 参照

(2) 地質および地理的特性

1) 地質的特性

地質分布図によると仁川地方の西部では片麻岩が大部分であり一部に花崗岩と片岩が見られる。水成岩、酸性および塩基性の岩脈などの堆積が、西海岸の埋立地を形成している。海底にはシルト、泥土、砂あるいは砂利床の層がある。

2) 地理的特性

仁川市は朝鮮半島の西海岸にある。ソウル市への海の玄関口であるばかりでなく、西海岸の貿易港として中心的役割を果たしている。仁川市の南西には半島型の小高い地域があり、カイヤン山 (標高396m) チョルマ山 (標高202m) ナクサ山、

表 2.1 仁川市地域气象状况

Month	Temperature(°C)			Precipitation (mm)	Evaporation (mm)	Relative humidity (%)	Atmospheric pressure (mb)	Daylight (hr)	Wind	
	Mean	Highest	Lowest						Velocity (m/s)	Direction
1	-3.4	2.4	-6.7	22.8	41.6	63	1,025.2	176.9	3.2	NW
2	-1.3	2.6	-4.6	12.8	52.9	63	1,023.4	187.9	3.2	WNW
3	4.2	8.5	0.9	43.7	85.0	65	1,020.0	213.5	3.5	WNW
4	10.6	15.3	7.0	58.8	123.6	66	1,015.7	223.9	3.6	SSW
5	16.0	20.5	12.5	84.9	147.7	71	1,011.6	242.3	3.4	S
6	20.6	25.0	17.3	79.3	148.1	76	1,008.0	222.0	2.8	S
7	21.5	26.9	21.1	283.2	129.1	82	1,006.3	160.1	2.6	SSE
8	24.8	28.3	22.1	232.9	139.9	80	1,007.3	197.2	2.9	SSE
9	20.4	24.6	16.7	124.2	121.9	74	1,013.7	209.4	2.7	WNW
10	12.3	18.8	10.4	62.0	98.7	70	1,019.1	208.8	2.8	WNW
11	7.0	10.9	3.5	61.3	64.2	67	1,022.7	171.3	3.6	NW
12	-0.1	3.5	-3.4	22.3	47.4	64	1,024.4	179.1	3.5	NW
Annual	11.4	15.4	8.1	1,088.1	1,200.1	70	1,016.4	2,392.3	3.2	NW

Reference : Meteorological Yearbook (1980~1989)

グム山から成る小さな山脈がブボンを仁川から分断している。表 2.2に仁川計画地域の標高と傾斜の分析を示す。表でわかる通り、傾斜 15%以下で標高 70m以下の未開発地がかなりある。海岸地域は緩やかに傾斜して浅瀬になっている。従って人工港の建設が容易である。

2.2.2 社会条件

(1) 人口

1979年～1988年の年平均人口増加率は、5.7%であり、同期におけるソウル市人口増加率 2.4%を上回っている。この数値は全国増加率2.0%の 2.9倍にあたる。1988年男女の人口比率は50.3%対49.7%であり、男性人口が女性人口をやや上回っている。一世帯当りの平均人数は1979年で4.65人、1988年は3.93人であり、核家族化が明らかに進んでいることを示している。人口の推移を表 2.3に示す。

表 2.4は1988年の地域別人口、人口内訳、人口密度および家族構成人数を示している。

表 2.5は仁川の最近の人口の転入転出を表わす。1984～88年において転入人口は転出人口を上回っている。これは首都圏近郊の沿岸工業団地の地理的条件、および産業の急速な発展に伴う住宅団地と工業団地の建設に因るものである。

(2) 土地利用

1988年における仁川の土地利用は以下の通りである。

25.7% (森林および畑)、17.1% (住宅地)、14.1% (稲作田) [表2.6参照] 土地利用率はかなり高い。最近の傾向として過去 6年間に学校、道路、産業および住宅用の土地利用は、それぞれ5.6%、6.2%、3.0%、3.2%、ずつ増加している。一方、畑、稲作田、森林用の土地利用は引続き減少している。仁川における計画済の土地利用を表 2.7に表わした。海岸地域と塩田を含む全土地面積の 33.9%が非割当区域に指定されており、これは進行する土地不足に対処しようとする意向の表われである。

表 2.2 仁川市地域の土地状況

Classification		Aarea	Percentage(%)	Remarks
Total		478.920	100.0	
Inclination	less than 5 %	424.040	88.5	sea area included
	5 - 10 %	17.310	3.6	
	10 - 15 %	11.750	2.5	
	15 - 20 %	6.130	1.3	
	20 - 25 %	8.660	1.8	
	25 %	11.060	2.3	
Elevation	less than 50 m	439.364	91.7	sea area included
	50 - 70 m	15.541	3.2	
	70 - 100 m	11.063	2.3	
	100 - 200 m	11.800	2.5	
	200 - 300 m	0.946	0.2	
	300 m	0.206	0.1	

Reference : Statistical Yearbook of Incheon city (1989)

表 2.3 仁川市地域の人口の推移

Year	Family number	Population			Number per family	Increase rate to previous year(%)
		Total	Men	Women		
1979	224,431	1,043,744	521,000	522,744	4.65	11.5
1980	243,625	1,083,906	542,215	541,691	4.44	3.8
1981	254,184	1,141,705	568,473	573,232	4.49	5.3
1982	265,880	1,179,558	588,126	591,432	4.44	3.3
1983	281,350	1,220,311	610,121	610,190	4.34	3.5
1984	304,791	1,259,107	648,957	646,150	4.24	3.2
1985	339,580	1,386,911	692,516	694,395	4.08	10.2
1986	355,149	1,441,131	721,211	719,920	4.06	3.9
1987	377,335	1,526,435	766,013	760,411	4.05	5.9
1988	410,929	1,616,017	813,485	802,532	3.93	5.9

Reference :Statistical Yearbook of Incheon City (1989)

表 2.4 仁川市地域の人口分布

Region	Family number	Population			Population density (Person/km ²)	Persons per family
		Total	Men	Women		
Total	410,919	1,616,017	813,485	802,532	7,757	3.93
Jung - gu	21,073	81,319	40,854	40,465	6,423	3.86
Dong - gu	35,505	139,370	70,804	68,566	24,280	3.92
Nam - gu	111,892	451,445	227,682	223,763	9,898	4.03
Nam dong-gu	63,378	251,388	125,921	125,467	4,964	3.97
Buk - gu	132,008	508,118	255,783	252,405	11,067	3.85
Se - gu	47,073	184,307	92,441	91,866	3,860	3.92

Reference : Statistical Yearbook of Incheon city (1989)

表 2.5 仁川市地域の人口移動

Year	Social factor				Natural factor					
	Moving-in	Increase rate (%)	Moving-out	Increase rate (%)	Birth	Death	Marrige	Divorce	Total	Increase rate (%)
1984	425,509	6.7	366,888	1.3	25,158	5,211	8,215	1,111	39,695	△ 2.9
1985	409,361	△ 3.8	359,242	△ 2.1	24,999	5,000	8,706	1,117	39,822	0.3
1986	382,620	△ 6.5	349,477	△ 2.7	25,616	5,489	9,305	1,241	41,651	4.6
1987	434,814	13.6	383,822	9.8	26,068	5,603	9,585	1,356	42,612	2.3
1988	476,438	9.6	423,090	10.2	27,983	5,861	10,717	1,332	45,893	7.7

Reference : Statistical Yearbook of Incheon City (1989)

表 2.6 仁川市地域の土地利用の変化

Year	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	'88 Percentage(%)	Annual increase
Total	201.93	202.03	202.10	206.60	206.95	208.32	208.32	100.0	0.5
Field	23.55	22.31	22.21	22.23	21.84	20.76	20.21	9.7	△ 1.7
Rice pad	32.29	31.06	30.94	30.57	30.28	29.77	29.36	14.1	△ 1.4
Forest	56.16	55.24	55.15	54.92	54.83	54.06	53.63	25.7	△ 0.7
Residence	29.21	31.58	31.71	31.99	32.61	34.60	35.58	17.1	3.1
Industry	7.93	9.12	9.27	8.57	8.73	8.83	9.32	4.5	3.0
School	1.83	1.92	2.10	2.55	2.64	2.73	2.81	1.3	5.6
Road	9.94	10.90	11.05	12.68	13.79	14.34	14.80	7.1	6.2
Cthers	41.02	39.90	39.67	43.09	42.23	43.23	42.61	20.5	0.6

Reference :Statistical Yearbook of Incheon City (1989)

表 2.7 仁川市地域の土地利用

		Area (m ²)	Percentage (%)
Residential area	Total	53,367,473	11.1
	Residential area Sub-residential area	48,258,278 5,109,200	10.0 1.1
Commercial area		9,681,235	2.0
Industrial area	Total	45,893,623	9.6
	Exclusive industrial area	3,283,200	0.7
	Industrial area	24,443,000	5.1
	Semi-industrial area	18,167,423	3.8
Green area	Total	207,609,834	43.4
	Productive green area Natural green area	10,956,700 196,653,134	2.3 41.1
Undecided area		162,367,830	33.9
Total		478,920,000	100.0

Reference : Statistical Yearbook of Incheon (1989)

2.2.3 経済条件

(1) 商業

1988年仁川には合計96の市場があった。しかし、仁川はソウルの生活環境に巻き込まれ、その流通経済は首都圏に吸収されてしまっている。

(2) 産業構造

仁川の産業構造を表 2.8に示す。労働人口は550,757人被雇用人数は530,836人、失業率は3.1%である(1989年現在)雇用ベースで第一次産業従事者が3.3%、第二次産業従事者が43.8%、第三次産業従事者が52.9%、第三次産業の比重は他都市よりも高い。

仁川市は典型的な産業構造を有しているが、大都市としての中心的役割に必要とされる金融、情報通信、交通機関、輸出事業といった機能を十分に備えていない。一方、産業構造は消費者指向型であり、レストラン、ホテル、浴場等の分野に集中している。

(3) 産業

表 2.9は工場の分布を示している。表からもわかる様に、工場の大部分は小規模であり111工場のみが大企業に属している。表 2.10は仁川における既存の工業団地を示す。この他ナンドン工業団地が建設中である。

2.2.4 水の供給・利用

(1) 上水道

仁川地方の上水供給源は、首都圏上水道供給と結ばれたパルタンダムである。水は直径が1,200mm～1,800mmのパイプにより、パルタンダムからカゼルンポンプ場まで運ばれる。

仁川上水供給システムの概略を表 2.11に示す。表にもある通り仁川の水道普及率は95.8%であり、これは全国平均の85.1%よりも高い。1人当りの水供給量は370ℓであり、これも全国平均の325ℓより高くなっている。

表 2.8 仁川市地域の産業構造

Item	Economically active population (person)	Percentage (%)
Total	530, 836	100.0
Primary industrial	17, 541	3.3
Secondary industrial	232, 452	43.8
Tertiary industrial	280, 843	52.9

Reference :Korean City Yearbook (1989)

表 2.9 仁川市地域の工場分布

	Total	Jung-gu	Dong-gu	Nam-gu	Nam dong-gu	Buk-gu	Se-gu
Enterprise	2, 672	110	107	524	310	1, 064	557
Employee	202, 872	9, 287	14, 301	28, 111	65, 492	73, 853	10, 932

Reference :Municipal white paper (1989)

表 2.10 仁川市地域の工業団地

Item	Total		Textile		Chemical		Mechanical		Food		Others	
	Enter-prise	Empl-o-ye	Enter-prise	Empl-o-ye	Enter-prise	Empl-o-ye	Enter-prise	Empl-o-ye	Enter-prise	Empl-o-ye	Enter-prise	Empl-o-ye
Large scale Enterprise	111	83,740	18	10,562	7	5,895	28	28,046	6	3,336	52	37,901
Small and Medium scale Enterprise	2,561	119,131	245	18,673	298	10,173	957	59,503	103	7,820	958	22,963
Total	2,672	202,872	263	29,325	305	16,086	985	85,549	109	11,156	1,010	60,864

Reference : Korean City Yearbook (1989)

表 2.11 仁川市地域の用水供給

Item		Content
Population (person)	Total population	1,616,017
	Water supply population	1,548,144
Rate of water supply(%)		95.8
Capacity (m ² /day)		500,000
Supplied water (m ² /day)		583,256
Daily supplied water per person		370

Reference : Statistical Yearbook of Incheon (1989)

(2) 工業用水

目下のところ工業用水道は全くない。しかし、多くの工業が発達しており、工業用水の消費量は8,400万 m^3 /年と推定されている。

(3) 水 質

1) 河川水

法律により規制されている7つの準登録河川がある。全て仁川海域に流れ込んでいる。町から出る廃水および降雨の全部が、排水路の役目を果たす河川へと放水される。これは河川の汚染を引き起こすばかりか海岸地域の悪化をも引き起こす。表2.12に染色工業団地近隣のハツイク地方の化学的分析データを示す。

2) 地下水

飲料水の大部分は上水道により供給されている。しかし、ある程度の地下水もまだ飲用として使用されている。ハツイク地方の河川水のサンプルを分析した結果を表2.13に示す。サンプルは化学的、物理的に飲用可能であるが、生物学的には飲用に適さないことがわかった。

2.2.5 廃水処理

下水道パイプラインの設置率は、国の平均51.0%よりも高く79.0%である。廃水システムは物理的条件により、7地区に分けられる。この地区からの下水全部がハン川および仁川湾へ流れている。従って、下水汚染を減少させるため下水処理プラントの建設が緊急に必要とされている。

仁川市は6プラントを計画している。そのうちカジマ下水処理場が完成している。表2.14に下水道建設の計画を示す。

2.3 安山地区

2.3.1 自然条件

表 2.12 仁川市地域の河川水の水質

	W - 1			W - 2			W - 3		
	First	Second	Mean	First	Second	Mean	First	Second	Mean
	Weather	fine	cloudy	-	fine	cloudy	-	fine	cloudy
Ambient temperature	31.0	29.2	-	31.0	28.5	-	31.5	29.0	-
Water temperature	28.4	26.0	-	30.5	25.4	-	31.0	27.2	-
pH	7.4	7.2	7.3	7.3	7.1	7.2	7.3	7.2	7.3
DO (mg/ℓ)	1.5	1.8	1.65	0.6	0.9	0.75	1.6	1.4	1.50
BOD (mg/ℓ)	41.6	33.2	37.40	195.0	143.0	169.0	72.5	96.3	84.40
COD (mg/ℓ)	30.0	21.5	25.75	123.0	92.5	107.75	38.0	49.0	43.50
SS (mg/ℓ)	25.5	22.3	23.90	54.0	41.2	47.60	44.7	50.3	0.50
TKN (mg/ℓ)	6.93	6.11	6.52	7.21	7.48	7.35	9.87	9.01	9.44
TP (mg/ℓ)	0.57	0.50	0.54	0.38	0.50	0.44	0.91	0.80	0.86
CN (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr ⁺⁺ (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd (mg/ℓ)	0.008	0.006	0.007	0.009	0.009	0.009	0.009	0.007	0.008
Pb (mg/ℓ)	0.021	0.018	0.020	0.021	0.025	0.023	0.025	0.022	0.024
As (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliform (MPN/100mℓ)	5.2x 10 ⁵	3.1x 10 ⁵	4.2x 10 ⁵	4.2x 10 ⁶	1.6x 10 ⁶	1.7x 10 ⁶	9.6x 10 ⁶	9.8x 10 ⁵	9.7x 10 ⁵

ND : no detected

表 2.13 仁川市地域の地下水の水質

Item	Standard	SW - 1		SW - 2	
		First	Second	First	Second
Date	-	1990.8.3	1990.9.2	1990.8.3	1990.9.2
Weather	-	fine	cloudy	fine	cloudy
Ambient temperature(° C)	-	32.5	27	33.0	27.5
Water temperature (° C)	-	18.4	18.0	15.0	14.7
Color	not more than 5 degree	less than 5 degree	less than 5 degree	less than 5 degree	less than 5 degree
Turbidity	not more than 2 degree	less than 2 degree	less than 2 degree	less than 2 degree	less than 2 degree
Odor	no odor or	no odor	no odor	no odor	no odor
Taste	no taste, not caused sterilization	no taste	no taste	no taste	no taste
pH	5.8~8.5	7.1	7.0	6.4	6.3
Cl- (mg/ℓ)	less than 150	41.3	43.4	41.7	40.3
NH ₃ -N (mg/ℓ)	less than 0.5	0.15	0.20	0.05	0.05
NO ₃ -N (mg/ℓ)	less than 10	0.2	0.3	9.5	9.0
COD _{Mn} (mg/ℓ)	less than 10	3.48	3.53	1.11	1.03
Total hardness (mg/ℓ)	less than 300	155	164	169	160
Bacteria (No./mℓ)		2.9x10 ²	3.1x10 ²	2.7x10 ²	2.3x10 ²
Coliform	not detected/50mℓ	positive	positive	positive	Positive

表 2.14 仁川市地域の下水道計画

Name	Location	Capacity (m ³ /D)	Remarks
Hak lee	Hak lee-dong near previous landfill	100,000	
Ga ja	Ga ja-dong near landfill	260,000	Under construction
Sung gi	Dong chun-dong 648 address area	270,000	
Gul po	Bu chun city Da jang-dong area	200,000	Bu chun sewerage
Gong chon	Chung do near landfill	55,000	Composite treatment
Hea an	Under planning	100,000	

(1) 気 候

安山地方は朝鮮半島の中部西海岸地域に位置しており、気候は仁川地方の気候と似ている。

1) 気 温

年 平 均 気 温	11.5℃
8 月 の 月 平 均 気 温	28.3℃
1 月 の 月 平 均 気 温	-3.2℃
夏 の 最 高 気 温	35.2℃
冬 の 最 低 気 温	-18.4℃ (1986年1月)

2) 降 水 量

年 間 平 均 降 水 量	1,071.5mm (韓国平均よりも239.3mm下回る)
6 月 ~ 9 月 降 水 量	712.6mm (年間降水量の67%)
1 日 の 最 高 降 水 量	302.5mm (1987年7月27日)
1 年 の 最 高 降 水 量	1,619.0mm (1987年)

3) 相 対 湿 度

年 平 均 相 対 湿 度	70%
7 月 雨 期 相 対 湿 度	83%
1 月 と 2 月 乾 期 相 対 湿 度	63%

4) 風 向

春	南
夏	南南東
秋	西北西
冬	北西

5) 風 速

年 平 均 風 速	3.5m/秒
-----------	--------

最大瞬間風速 25.7m/秒（1980年10月25日）

安山地方の気象概略を、表 2.15 に示す。

（2）地質および地理的特性

1）地質的特性

北部の山岳地帯における微細粒および中粒の石基は黒雲母の花崗岩の成分と構造が特徴である。水晶と長石が大部分を占めるが、時折、斜長石、黒雲母、絹雲母（白雲母の一種）、緑泥石なども見られる。南東部の小高い地域は主に微細粒・中粒の花崗岩から成る。

染色工業団地は上部堆積層と下部堆積層から成る埋め立て地の上に建設されている。上部堆積層は厚さ 3.9～9.5m（平均7.9m）のシルトの混ざった粘土層である。下部堆積層はシルトの混ざった砂利層である。床岩（最下層の岩）は 5.5～22.0m（平均14.0m）の深さにある。風化した花崗岩質の片麻岩の N値は 50/15を上回る。

2）地理的特性

安山地方は内陸が小高くなった典型的リアス式海岸である。平均標高は3～4m、所により 20～30mである。陸地の大部分は5%未満の傾斜であり、陸地のわずか4%が、5%以上の傾斜である。表 2.16 および表 2.17 は標高および傾斜分析の結果を示す。

2.3.2 社会条件

（1）人口

1989年現在で安山地方の人口は202,051人、世帯数は54,193である。

（一世帯当りの平均人数は 3.7人）過去 9年間（1980年～89年）における平均人口増加率は 22.9%、この増加率は社会的要因のせいである。人口構成は20才台と30才台が大部分を占める（49.4%）ことが特徴である。安山市は新興工業都市なのである。労働人口を表 2.18 に示す。

表 2.15 安山市地域の気象状況

Month	Mean temperature	Relative humidity	Wind velocity	Wind direction	Precipitation	Daylight rate	Daylight time	Cloud	Evaporation
1	- 3.2	64	3.9	WSW	19.5	57.2	171.7	3.8	42.4
2	- 1.3	64	4.2	WSW	14.5	60.4	184.2	3.8	51.9
3	4.3	65	4.1	WNW	44.7	58.0	211.3	4.4	83.9
4	10.6	67	4.0	SSW	71.0	56.6	222.1	4.7	121.9
5	15.9	71	3.4	SE	77.6	57.1	245.2	5.0	151.9
6	20.6	76	2.9	NNE	103.7	47.5	212.1	6.0	146.0
7	23.7	83	3.0	NE	279.6	35.8	160.2	7.2	132.8
8	24.8	80	3.0	E	222.3	47.0	196.0	6.1	140.9
9	20.4	75	2.7	SE	107.3	53.3	199.3	5.2	121.1
10	14.6	70	2.8	WNW	51.7	60.2	208.0	4.0	100.6
11	7.0	66	3.7	W	54.1	56.0	168.4	4.2	65.1
12	0.5	66	3.8	W	25.4	54.5	167.1	4.0	46.5
Annual	11.5	71	3.5	WNW	1,071.5	53.6	2,345.6	4.9	1,204.1

Reference :Yearbook of Central Meteorological Observatory (1977-1989)

表 2.16 安山市地域の標高

Classification	Area(m ²)	Percentage (%)
Total	7,125,900	100.0
Less than 5m	6,698,773	94.0
More than 5m	341,976	4.8

Reference : Banwol Regional Development Plan (1991)

表 2.17 安山市地域の土地の傾斜

Classification	Area(m ²)	Percentage (%)
Total	7,125,900	100.0
Less than 5 %	6,698,773	94.0
More than 5 %	427,127	6.0

Reference : Banwol Regional Development Plan (1991)

表 2.18 安山市地域の労働人口

Population	Population older than 15					Labor force by industry		
	Total	Economically active population		Economically inactive population	Primary (%)	Secondary (%)	Tertiary (%)	
		Ssub-total	Employed					Unemployed
202,051 (100)	142,802 (70.7)	90,940 (45.0)	87,850 (43.5)	3,090 (1.5)	6,277 (7.1)	47,548 (54.2)	34,025 (38.7)	

Reference : Statistics of Ansan City

表 2.18からもわかる通り、総人口に占める労働人口の割合は45%であり国平均36.3%よりも高い。第二次産業従事者は、総人口の54.2%を占め、他産業の中で最も高い。これは安山市が工業都市であることを意味している。

(2) 土地利用

1989年現在で安山市の総面積 74.85Km²を分類すると耕作地 26%、山野29%、住宅地10%その他35%となっている。一方、使用登録済地域は緑地用 55.2%、住宅用24.5%、工業用17.5%、商業用17.5% となっている。(詳細は表2.19を参照)

2.3.3 経済条件

(1) 農業および林業

農地の基礎をなす耕作地の総面積は、1988年で 1,214ha(ハクタール)であり、その内訳は稲作田 1,033ha (85.1%)耕作地 181ha(14.9%)である。2,570ha の森林地域の大部分が、針葉樹林 (39.9%)と、広葉樹林 (10.1%)の混じった混合林 (42.0%)である。

(2) 工業

表 2.20 に1988年現在の工場の分布を示す。表からもわかる通り機械産業が工場数、従業員数において 1位を占めている。

2.3.4 水供給および水利用

(1) 上水道

1988年において総人口の約 98%が供給能力150,000m³/日を有する安山市の上水道から水の供給を受けていた。1990年には供給能力が250,000m³/日に拡大された。浄水場で処理された水のうちかなりの量が配水中に漏れている。従って、水供給量と実際の水消費量には大きな差がある。表2.21に最近における上水道の概略を示す。

表 2.19 安山市地域の土地利用

		Area(m ²)	Percentage(%)
Total		57,800,000	100.0
Residential area	Sub-total	14,139,040	24.5
	Usual residential area	13,998,250	24.2
Commercial	Semi-residential area	140,790	0.3
	Sub-total	10,136,3491	17.5
Industrial area	Usual industrial area	99,078,991	17.1
	Semi-industrial area	228,450	0.4
Green area	Sub-total	31,911,500.9	55.2
	Productive green area	6,102,000	10.6
	Natural green area	15,638,472.9	27.1
	Preservative greea area	10,171,028	17.5

Reference :statistical Yearbook of Ansan city (1990)

表 2.20 安山市地域の工場分布

Item	Total	Textile	Chemical	Mechanical	Others
Factory number	875	87	136	245	407
Employee number	59,475	8,941	5,603	16,698	28,233

Reference : Statistical Yearbook of Kyong-ki Do(1989)

表 2.21 安山市地域の用水供給

Year	Total population (person)	Water supply population (person)	Rate of spread (%)	Capacity (m ² /day)	Supplied water (m ² /day)	Daily supplied water per person (l/day.person)
1983	61,442	47,804	77.8	150,000	32,740	219
1984	80,595	64,700	80.3	150,000	51,133	227
1985	96,487	78,050	81.0	150,000	62,300	228
1986	127,231	120,804	95.0	150,000	81,000	230
1987	162,569	158,566	97.5	150,000	113,876	222
1988	172,420	167,652	98.0	150,000	116,721	275

Reference: Statistical Yearbook of Ansan City (1988)
 Statistical Yearbook of Kyong-ki Do (1989)

(2) 水質

安山市とその近隣の河川水の水質を把握するため、1月14日～16日と2月6日～8日6ヶ所がサンプル地点として選ばれた。その分析結果を表2.22に示した。

1) このデータによるとpH値は7.3～7.9 DO値は4.3～7.7であった。

これは河川水が生物環境のグレードIVであることを示している。

2) BOD値とCOD値のデータは、河川水基準のグレードVに相当し有機汚染は深刻である。

3) CN, Cr^{6+} , Cd, Hg, Pb, Asは検出されなかったが、微量のZn, とCuが全サンプル中に検出された。SSは24mg/ℓ～41mg/ℓ大腸菌は 2.4×10^3 MPN/100mℓ～ 1.1×10^3 MPN/100mℓであった。

地下水は家庭用に使われている。

3つの選択地点から採取したサンプルを法の定めた方法に従い分析した。

この結果によると化学的、物理的分析6項目については、規準限度を下回っていたが、大腸菌テストは陽性であり、規準限度を上回っていた。従って、検査した地下水の飲用に関しては煮沸または滅菌が必要である。

2.3.5 水供給に関する予測

1995年終了予定の首都圏第4期上水供給計画によれば安山市への水確保量は330,000m³/日である。そのうち270,000m³/日の水が半月および安山の浄水場において処理され、その後6つの給水池を用いて安山地方へ供給される予定となっている。

60,000m³/日の工業用水は安山水供給工場で第一次処理を施され、配水池を用いて他の配水管を通して染色工業団地へと輸送される。表2.23は家庭用および工業用の水供給工場を示している。

なお、その後の計画では、工業用水の供給量は40,000m³/日増大して合計100,000m³/日となっている。

表 2.22 安山市地域の水質分析

Sampling point	pH	Temp ° C	DO	BOD	COD (Mn)	SS	T-N	T-P	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Cr ⁺⁶	As	CN	Escherichia.coli (MPN/100m ²)
W - 1	7.4	3.0	4.3	9.2	10.9	41	0.84	0.065	ND	0.012	ND	0.073	ND	ND	ND	ND	1.1x10 ³
W - 2	7.9	2.8	4.4	8.8	10.7	33.7	0.96	0.06	ND	0.020	ND	0.032	ND	ND	ND	ND	3.3x10 ²
W - 3	7.3	2.7	7.7	1.2	1.4	3.0	0.17	0.03	ND	0.007	ND	0.019	ND	ND	ND	ND	2.4x10
W - 4	7.8	2.3	5.4	7.1	9.0	24.0	0.91	0.05	ND	0.016	ND	0.034	ND	ND	ND	ND	2.8x10 ²
W - 5	7.8	3.3	5.3	6.8	8.5	26.0	0.89	0.04	ND	0.017	ND	0.031	ND	ND	ND	ND	2.5x10 ²
W - 6	7.5	2.9	7.7	1.4	1.7	2.4	0.19	0.03	ND	0.001	ND	0.024	ND	ND	ND	ND	2.4x10

表 2.23 安山市地域の用水供給施設

(unit:m³/day)

	Banwol Water Supply Plant		Ansan Water Supply Plant		Remark
	Industrial (2nd treatment)	Domestic (2nd treatment)	Domestic (2nd treatment)	Industrial (1st treatment)	
Up to third stage	102,000	88,000	-	60,000	
4th stage	-	-	80,000	-	80,000m ³ /day from the expanded 83,000m ³ /day, is supplied to Banwol
Total	102,000	88,000	80,000	60,000	
			168,000		

2.3.6 廃水処理

現在、安山市の下水のすべてが安山市の下水処理場へ運ばれている。ここでは第一次処理が行なわれ、処理能力は121,000m³/日である。1988年現在で、下水管の設置率は99.1%である。1996年までに処理能力を385,000m³/日まで拡大し、第二次処理まで行う予定である。更に、家庭廃水と工業廃水は別個に処理されることになっている。表2.24にその計画概要を示す。

表 2.24 安山市の下水処理場の能力

		Existing	1996
Treatment population(person)		267,000	-
Plant area(m ²)		164,717	164,717
Capacity(m ³ /day)		121,000	385,000
Waste Water	Domestic sewage	47,000	179,000
	Industrial waste water	74,000	206,000

3. 関連する政策、法律、規則、基準等

3.1 概要

韓国の公害問題は、この国の産業が農業から工業に転換されるにともない次第に顕在化し、最初の公害防止法は1963年12月に公布されている。

その後国民生産や人口の急激な増大に伴い、環境の悪化がますます激しくなり、最初の公害防止法は大幅に改訂されて、環境保全法が1978年に公布された。

この法律の内容は概ね下記の通りである。

第1章 総則

ここで環境基準が設定されている。

第2章 排出施設及び防止施設

ここで排出許容基準と排出賦課金の制度が設定されている。排出賦課金とは、排出許容基準を越える排水を排出している工場等は、その程度に応じて賦課金が徴収される制度である。

第3章 大気保全

第4章 騒音・振動等規制

第5章 水質及び土壌の保全

ここで下水終末処理場等の放流基準が設定されている。

以下省略

1980年1月には、環境問題全体を担当する官庁として環境庁が設置され、環境問題に対する政府の体制はほぼ整った。

しかしこの時点では、環境庁の長官は大臣ではなく、環境保全法も大気、騒音、水質等を一括して規制しているもので、増大する環境問題に対処するには、必ずしも十分とは言えなかった。

その後、政府は環境問題に対する体制をさらに強化するため、1989年に環境庁を環境処（長官は大臣相当）に昇格させ、さらに1990年8月に環境保全法を大幅に改訂した。

以下に、改訂された環境保全に関する法律(1992年版準拠)についてのべる。

3.2 新しい環境保全に関する法律の体系

新しい法律体系は、基本となる「環境政策基本法」を中心とした複数の法律から成り立っている。その概要は以下の通りである。

(1) 環境政策基本法

全ての環境保全に関する法律の基本となる法律である。この第10条に環境基準が規定されている。

(2) 大気環境保全法

(3) 水質環境保全法

これについては、次項で詳しくのべる。

(4) 騒音・振動規制法

(5) 廃棄物管理法

(6) 汚水、糞尿及び畜産廃水の処理に関する法律

この法律は、今回のような製造業の工場から排出される廃水の処理には、直接関係しない。

(7) 海洋汚染防止法

(8) 有害化学物質管理法

(9) 自然環境保全法

自然の河川、森林、湿原、海岸などの環境保全の為の法律。

(10) オゾン層保護のための特定物質製造規制等に関する法律。

フロン等の特定物質の製造を規制する法律。

この中で、水質汚濁に直接関連があるのは(1)と(3)である。

3.3 水質汚濁に関連がある法律

(1) 環境基準について

環境基準とは人の健康を保護し、生活環境を保全するために維持されることが望ましい大気、水質、騒音等の環境上の条件である。

水質についての環境基準は、前記の環境政策基本法に基づく施行令第2条において規定されている。その内容を表 3.1にしめす。

(2) 排出許容基準

これは、工場等に設置されている廃水排出施設から公共水域に排出される廃水の水質について、その許容される限界を定めたものである。

排出許容基準は水質環境保全法の第8条に規定されている。表 3.2にその内容をしめす。

(3) 放流水質基準

複数の工場から排出される産業廃水を共同で処理して公共水域に放流する施設は、廃水終末処理施設と定義され、下水終末処理施設と共に(2)に示された排出許容基準とは別の放流水質基準が適用される。その値は水質環境保全法施行令第24条に規定されている。表 3.3にその内容を示す。

(4) 排出賦課金

工場等が排出許容基準を越えた汚濁物質を排出した場合、その改善が命じられると共に、改善が完了するまでの間、その工場は排出する汚濁物質の量に見合った賦課金を収めなければならない。このことは水質環境保全法第19条とそれに基づ

表 3.1 環境基準
(1) River

Classi- fication	Class	Applied Water Usage	Water Quality Indicators				
			pH	COD mg/l	SS mg/l	DO mg/l	Caliform Bacillus MPN/100ml
Living Environ- ment	I	Potable Water 1st Class Nature Conservation	6.5~8.5	Under 1	Under 25	Over 7.5	Under 50
	II	Potable Water 2nd Class Fishery 1st Class Swimming	6.5~8.5	Under 3	Under 25	Over 5	Under 1,000
	III	Potable Water 3rd Class Fishery 2nd Class Industrial Water 1st Class	6.5~8.5	Under 6	Under 25	Over 5	Under 5,000
	IV	Industrial Water 2nd Class Agriculture	6.0~8.5	Under 8	Under 100	Over 2	—
	V	Industrial Water 3rd Class Living Environment Conservation	6.0~8.5	Under 10	No Dust etc.	Over 2	—

Classification	Class	Water Quality Indicators
Human Health Items	All Area	Cd : Under 0.01 mg/l, As:Under 0.05mg/l CN, Hg & Org-P ; Not Detected, Pb ; Under 0.1mg/l Cr ⁺⁶ ; Under 0.05mg/l, PCB ; Not Detected ABS ; Under 0.5mg/l

表 3.1
(2) Lake & Pond

Classification	Class	Applied Water Usage	Water Quality Indicators						
			pH	COD mg/l	SS mg/l	DO mg/l	Caliform Bacillus MPN/100ml	T-P mg/l	T-N mg/l
Living Environment	I	Potable Water 1st Class Nature Conservation	6.5~ 8.5	Under 1	Under 1	Over 7.5	Under 50	Under 0.010	Under 0.200
	II	Potable Water 2nd Class Fishery 1st Class Swimming	6.5~ 8.5	Under 3	Under 5	Over 5	Under 1,000	Under 0.030	Under 0.400
	III	Potable Water 3rd Class Fishery 2nd Class Industrial Water 1st Class	6.5~ 8.5	Under 6	Under 15	Over 5	Under 5,000	Under 0.050	Under 0.600
	IV	Industrial Water 2nd Class Agriculture	6.0~ 8.5	Under 8	Under 15	Over 2	-	Under 0.100	Under 1.0
	V	Industrial Water 3rd Class Living Environment Conservation	6.0~ 8.5	Under 10	No Dust etc.	Over 2	-	Under 0.150	Under 1.5

For Human health items, same standard of (1) are applied.

表 3.1
(3) Sea

Class	Water Quality Indicators							
	pH	COD mg/l	DO Saturation Rate %	SS mg/l	Caliform Bacillus MPN/100ml	n-Hexane Extractor mg/l	T-N mg/l	T-P mg/l
I	7.8~8.3	Under 1	Over 95	Under 10	Under 200	Not Detected	Under 0.05	Under 0.007
II	6.5~8.5	Under 2	Over 85	Under 25	Under 1,000	Not Detected	Under 0.1	Under 0.015
III	6.5~8.5	Under 4	Over 80	—	—	—	Under 0.2	Under 0.03
Other Quality Indicators mg/l	Cr ⁺⁶ : Under 0.05, As : Under 0.05, Cd : Under 0.01 Pb : Under 0.1, Zn : Under 0.1, Cu : Under 0.02 CN, Org-P, Hg & PCB; Not Detected							

表 3.2 汚濁物質の許容排出基準

(1) BOD, COD and SS

Discharged Wastewater		Over 3,000m ³ /day			Under 3,000m ³ /day			
Period	Area	Water Quality Indicators	BOD	COD	SS	BOD	COD	SS
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Applied until end of 1995	1st Class (Clean Area)		50	50	50	50	50	50
	2nd Class		80	80	80	100	100	100
	3rd Class		100	100	100	150	150	150
	Special Area		30	50	70	30	50	70
Applied from beginning of 1996	1st Class (Clean Area)		30	40	30	40	50	40
	2nd Class		60	70	60	80	90	80
	3rd Class		80	90	80	120	130	120
	Special Area		30	40	30	30	40	30

Note : All value shows allowable maximum value.

表 3.2 の 2

(2) Other Items

Area Water Quality Indicators			1st Class	2nd Class	3rd Class	Special Area
Hydrogen Exponent pH			5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
n-Hexane mg/l Extractor	Mineral Oil		1	5	5	5
	Oil & Fat		5	30	30	30
Phenol mg/l			1	3	3	5
Cyanide	CN	"	0.2	1	1	1
Chrome	Cr	"	0.5	2	2	2
Iron	Fe	"	2	10	10	10
Zinc	Zn	"	1	5	5	5
Copper	Cu	"	0.5	3	3	3
Cadmium	Cd	"	0.02	0.1	0.1	0.1
Mercury	Hg	"	Not Detected	0.005	0.005	0.005
Organic Phosphorus "			0.2	1	1	1
Arsenic	As	"	0.1	0.5	0.5	0.5
Lead	Pb	"	0.2	1	1	1
6-Valency Chrome "			0.1	0.5	0.5	0.5
Manganese	Mn	"	2	10	10	10
Fluorin	F	"	3	15	15	15
P C B "			Not Detected	0.003	0.003	0.003
Caliform	Bacillus	No./mg	100	3,000	3,000	3,000
Color Degree			200	300	400	400
Temperature °C			40	40	40	40
Total Nitrogen mg/l			30	60	60	60
Total Phosphorus "			4	8	8	8
Trichloro-ethylene "			0.06	0.3	0.3	0.3
Tetrachloro-ethylene "			0.02	0.1	0.1	0.1
A B S			3	5	5	5

Note : All value shows allowable maximum value.

表 3.3 放流水質基準

Classification		Sewage Treatment Plant		Central Wastewater Treatment Plant	
		Until end of 1995	From 1996	Until end of 1995	From 1996
Water Quality Indicators	Period				
B O D	mg/l	30	20	30	30
C O D	"			50	40
S S	"	70	20	70	30
Hydrogen Exponent pH				5~9	
n-Hexane Extractor	mg/l			5	
	Mineral Oil Oil & Fat			30	
Phenol	mg/l			3	
Cyanide	CN "			1	
Chrome	Cr "			2	
Iron	Fe "			10	
Zinc	Zn "			5	
Copper	Cu "			3	
Cadmium	Cd "			0.1	
Mercury	Hg "			0.005	
Organic Phosphorus	"			1	
Arsenic	As "			0.5	
Lead	Pb "			1	
6-Valency Chrome	"			0.5	
Manganese	Mn "			10	
Fluorin	F "			15	
P C B	"			0.003	
Trichloro-ethylene	"			0.3	
Tetrachloro-ethylene	"			0.1	
Temperature	°C			40	
Total Nitrogen	mg/l		60		60
Total Phosphorus	"		8		8

Note: All value shows allowable maximum value.

づく同施行令第10条に規定されている。その内容を表 3.4にしめす。

(5) 廃水処理業

工場等から排出される廃水を、タンクローリー等によって受け入れて、処理を行う業者は廃水処理業と定義される（水質環境保全法第43条参照）。その廃水受託処理手数料は水質環境保全法施行規則第50条に規定されている。その内容を表 3.5 にしめす。

(6) その他

上記のほか、水質環境保全法第2条において水質汚濁物質、特定水質有害物質、廃水排出施設、水質汚濁防止施設等の定義がなされている。

3.4 韓国と日本の排出許容基準の比較

韓国と日本とでは排出許容基準の体系がやや異なっている。

韓国の場合は、工場からの排出基準①、共同処理場からの排出基準②及び下水終末処理場からの排出基準③が定められている。工場又は共同処理場から下水終末処理場に放流される場合も、①の基準が適用される。

日本の場合は、工場或いは共同処理場から直接公共水域に放流される場合の排出基準④、下水終末処理場からの排出基準⑥のほか、工場等から下水終末処理場に放流される場合の排出基準（除害基準と言う）⑤が別個に定められている。

これらの関係を図 3.1に、排出許容基準値を表 3.6に示す。

なお、日本においては、地方自治体により④より厳しい基準値が設けられている地域が数多くある。これは上乘せ基準と呼ばれる。

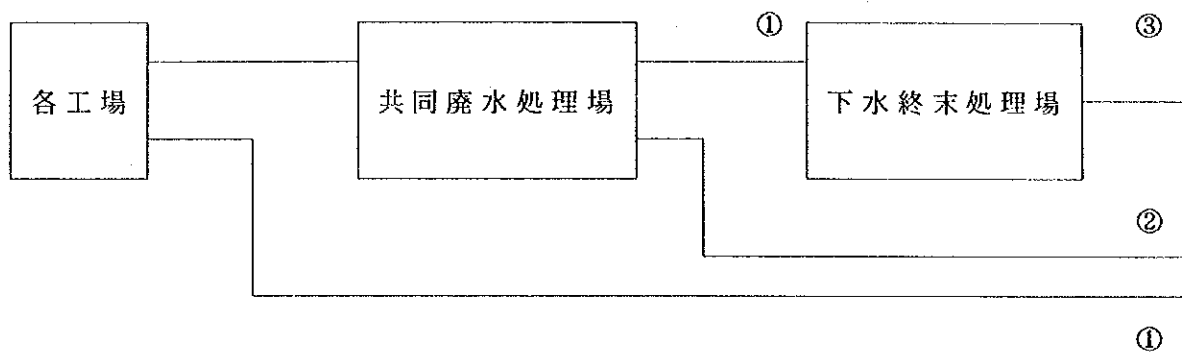
表 3.4 排出賦課金の算定基準

Pollutant	Classification	Load Levy Won/kg	Assessing Indices for Over Discharging Rate %										For Individual Area		
			Under 20	20~ 40	40~ 80	80~ 100	100~ 200	200~ 300	300~ 400	Over 400	1st & 2nd Class	3rd Class	Special Area		
Organic Substances		250	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
			3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
Suspended Solid		250	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
Chrome	Cr	75,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
			3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
Toxic Substances	Phenol	150,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	CN	150,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Cu	50,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Cd	500,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Hg	1,250,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Org-P	150,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	As	100,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Pb	150,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	Cr ⁺⁶	300,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
	PCB	1,250,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1		
C ₂ HCl ₃	300,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1			
C ₂ Cl ₄	300,000	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	2	1.5	1			

表 3.5 廃水受託処理手数料

Classification	Charactor	Concentration	Charge Won/t	Transportation		Total
				Basis Won/t	Distance Won/km	
Plating	Oxidation (CN etc.)	Under 100mg/ℓ	50,800	3,000	150	Charge+ Basis+ Distance
		101~1000mg/ℓ	66,900			
		Over 1001mg/ℓ	84,500			
	Reduction (Cr etc.)	Under 300mg/ℓ	53,700			
		301~3000mg/ℓ	106,300			
		Over 3001mg/ℓ	190,100			
	Mixed	Under 300mg/ℓ	66,200			
		301~3000mg/ℓ	121,900			
		Over 3001mg/ℓ (4,000)	211,100			
Laboratory	Heavy Metals	Under 300mg/ℓ	65,000	3,000	150	
		301~3000mg/ℓ	109,700			
		Over 3001mg/ℓ	163,200			
Other Heavy Metals	Pb, Cu, Hg, Ag etc.	Under 300mg/ℓ	53,600	3,000	150	
		301~3000mg/ℓ	98,000			
		Over 3001mg/ℓ	175,900			
Waste Acid	Sulfuric Acid	Under 10%	52,400	3,000	200	
		11~30%	100,500			
		Over 31%	151,700			
	Hydrochloric Acid	Under 10%	64,300			
		11~30%	134,500			
		Over 31%	217,000			
Waste Alkali	Caustic Soda	Under 10%	37,500	3,000	150	
		11~30%	64,300			
		Over 31%	78,000			
	Ammonia	Under 10%	40,600			
		Over 11%	68,700			
Other Metals	Fe, Zn, Al etc.	Under 500mg/ℓ	43,700	3,000	150	
		501~2000mg/ℓ	51,200			
		2001-5000mg/ℓ	58,700			
		Over 5001mg/ℓ	62,600			
Others	C O D	Under 1000mg/ℓ	32,600	3,000	150	
		1001-5000mg/ℓ	36,900			
		Over 5001mg/ℓ	43,300			
Wastewater from Boiler	De-scaling		48,900	2,000	150	
	Neutratisation		41,800			
Wastewater from Photographic Development	Acidic	High Concentration	144,800	3,000	150	

(1) 韓国



(2) 日本

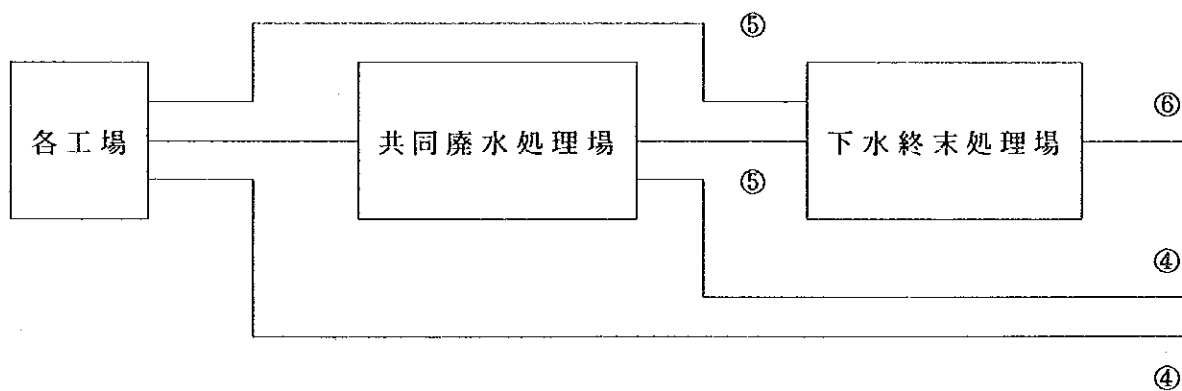


図 3.1 韓国と日本の排出許容基準の比較

表 3.6 排出許容基準の比較 その1 韓国の基準
1996年基準値、但し () 内は現在の基準値

Water Quality Indicators		Classification	Industrial 3rd Class) 3,000m ³ /d	Central Treatment Plant	Sewage Treatment Plant
B O D		mg/l	80 (100)	30	20(30)
C O D		"	90 (100)	40	
S S		"	80 (100)	30	20(70)
Hydrogen Exponent		pH	5.8~8.6	5~9	
n-Hexane Extractor	Mineral Oil	mg/l	5	5	
	Oil & Fat		30	30	
Phenol		mg/l	3	3	
Cyanide	CN	"	1	1	
Chrome	Cr	"	2	2	
Iron	Fe	"	10	10	
Zinc	Zn	"	5	5	
Copper	Cu	"	3	3	
Cadmium	Cd	"	0.1	0.1	
Mercury	Hg	"	0.005	0.005	
Organic Phosphorus		"	1	1	
Arsenic	As	"	0.5	0.5	
Lead	Pb	"	1	1	
6-Valency Chrome		"	0.5	0.5	
Manganese	Mn	"	10	10	
Fluorin	F	"	15	15	
P C B		"	0.003	0.003	
Caliform Bacillus No./mg			3,000	—	
Color		Degree	400	—	
Total Nitrogen		mg/l	60	60	60(-)
Total Phosphorus		"	8	8	8(-)
Trichloro-ethylene		"	0.3	0.3	
Tetrachloro-ethylene		"	0.1	0.1	
A B S			5	—	
Alkylmercuric compound			—	—	

Note: All value shows allowable maximum value.

表 3.6 排出許容基準の比較 その2 日本の基準
1992年現在の基準値

Water Quality Indicators		Classification	Industrial Wastewater, General ④	Flow into Sewage Treat. Plant ⑤	Sewage Treatment Plant ⑥
B O D	mg/l		160	300	20
C O D	"		160		
S S	"		200	300	70
Hydrogen Exponent pH			5.8~8.6	5.7~8.7	5.8~8.6
n-Hexane Extractor mg/l	Mineral Oil		5	5	5
	Oil & Fat		30	30	30
Phenol	mg/l		5	5	5
Cyanide	CN	"	1	1	1
Chrome	Cr	"	2	2	2
Iron	Fe	"	10	10	10
Zinc	Zn	"	5	5	5
Copper	Cu	"	3	3	3
Cadmium	Cd	"	0.1	0.1	0.1
Mercury	Hg	"	0.005	0.005	0.005
Organic Phosphorus		"	1	1	1
Arsenic	As	"	0.5	0.5	0.5
Lead	Pb	"	1	1	1
6-Valency Chrome		"	0.5	0.5	0.5
Manganese	Mn	"	10	10	10
Fluorin	F	"	15	15	15
P C B		"	0.003	0.003	0.003
Caliform Bacillus No./mg			3,000	—	3,000
Color Degree			—	—	—
Total Nitrogen	mg/l		120	150	120
Total Phosphorus		"	16	20	16
Trichloro-ethylene		"	0.3	0.3	0.3
Tetrachloro-ethylene		"	0.1	0.1	0.1
A B S			—	—	—
Alkylmercuric compound			Not Detected	Not Detected	Not Detect

Note: All value shows allowable maximum value.

II. メッキ工業団地

II. メッキ工業団地編

1. 工業団地の状況

1.1 工業団地の概要

S社の経営するメッキ工業団地は、仁川市の西側のはずれに位置し、共同廃水処理場を有する事業場は1事業場及び、第2事業場である。

(1) メッキ工業団地の位置

各事業場の所在地は次のとおりであり、その位置を図1.1.1.に示す。

第1事業場；178-35 KA JWA DONG, SUH KU INCHON

TEL (032)575-7438～9

第2事業場；223-42 SUK NAM DONG, SUH KU INCHON

TEL (032)573-7250, 7260

(2) メッキ工業団地の規模

第2事業場は総敷地面積を約4,600m²有し、その中に敷地約1,200m²の3階建てのビル、敷地約780m²の平屋建てのメッキ工場、及び約460m²の共同廃水処理場がある。3階建てのビルはアパート形式になっており、1階に10社、2階に13社の計23社のメッキ工場が入居し、3階は事務室及び試験・分析室となっている。平屋建てには8社のメッキ工場が入居している。各メッキ工場の廃水はこの共同廃水処理場に排出され、処理されて下水道に放流されている。

第1事業場は第2事業場とほぼ同様な規模を有し、敷地内には3階建ての新築ビル、旧館平屋建て（一部2階建て）のメッキ工場、変電室及び共同廃水処理場がある。3階建ての新築ビルはアパート形式になっており、1階に5社、2階に各5社、3階に4社の計14社のメッキ工場が入居し、3階には事務所及び試験・分析室もある。また、地下には社員食堂がある。旧館の1階には14社のメッキ工場、2階には3社のメッキ工場がある。各メッキ工場の廃水は共同廃水処理場に

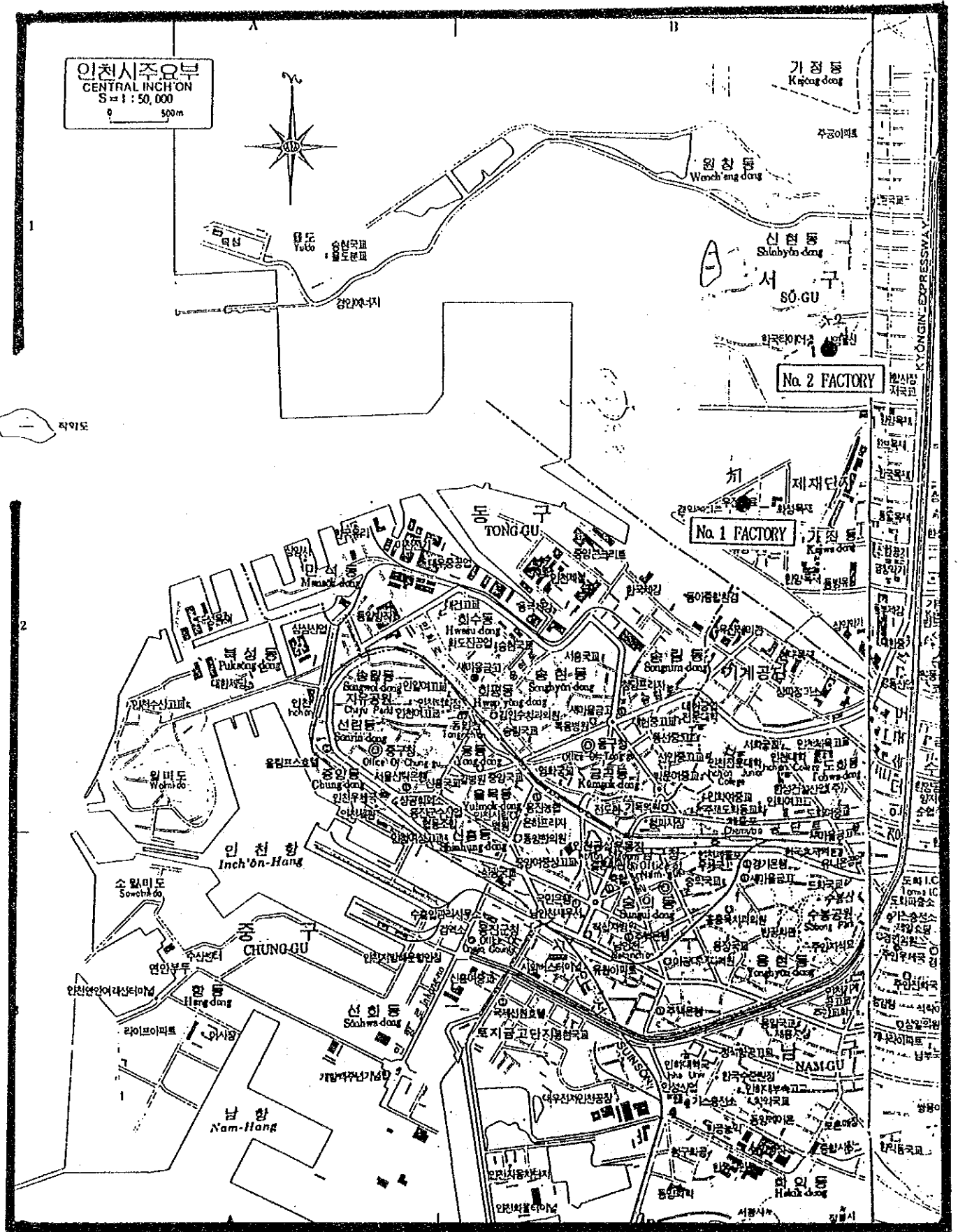


図1.1.1. S社メッキ工業団地の位置図

排出され、処理されて下水道に放流されている。

上述の他に共同廃水処理場を持たない第3事業場がある。当事業場はアパート形式の平屋建て2棟が1991年に建設されたもので、共同処理施設として排出ガス洗浄塔を有している。数社のメッキ工場が入居しており、そのうちの1社の表面処理工場を調査した。当事業場に入居する工場の廃水は、事業場敷地内にある貯留槽に排出され、貯えられた後、タンクローリーで第1事業場に運搬して処理が行われている。

第1事業場、第2事業場及び第3事業場とも、入居しているメッキ工場の規模は、敷地100～200m²、従業員3～16人と、いずれも小規模事業である。

図1.1.2.～図1.1.6.に、第1事業場及び第2事業場に入居している工場の配置を示す。

(3) 組織

S社は廃水処理に関する技術を有し、環境装置の製造事業を営む一方、事業の一環としてメッキ工業団地を経営している。

メッキ工業団地は、小規模のメッキ会社を対象に規則の遵守を原則にして無償で入居させ、工場からの廃水及び排出ガスをメッキ工業団地に設置した共同処理場で有償で処理をすることにより経営を行っている。

(4) 立地企業

メッキ工業団地に入居しているメッキ工場のメッキの種類、製造品目を表1.1.1.～表1.1.3.に示す。

ほとんどのメッキ工場は家庭雑貨等を対象とした鉄、プラスチック素材の防錆、装飾メッキを行っており、一部の工場でプリント配線板のパターン・エッチング及びパターン・メッキ、また、金、銀の貴金属による装飾メッキを行っている。

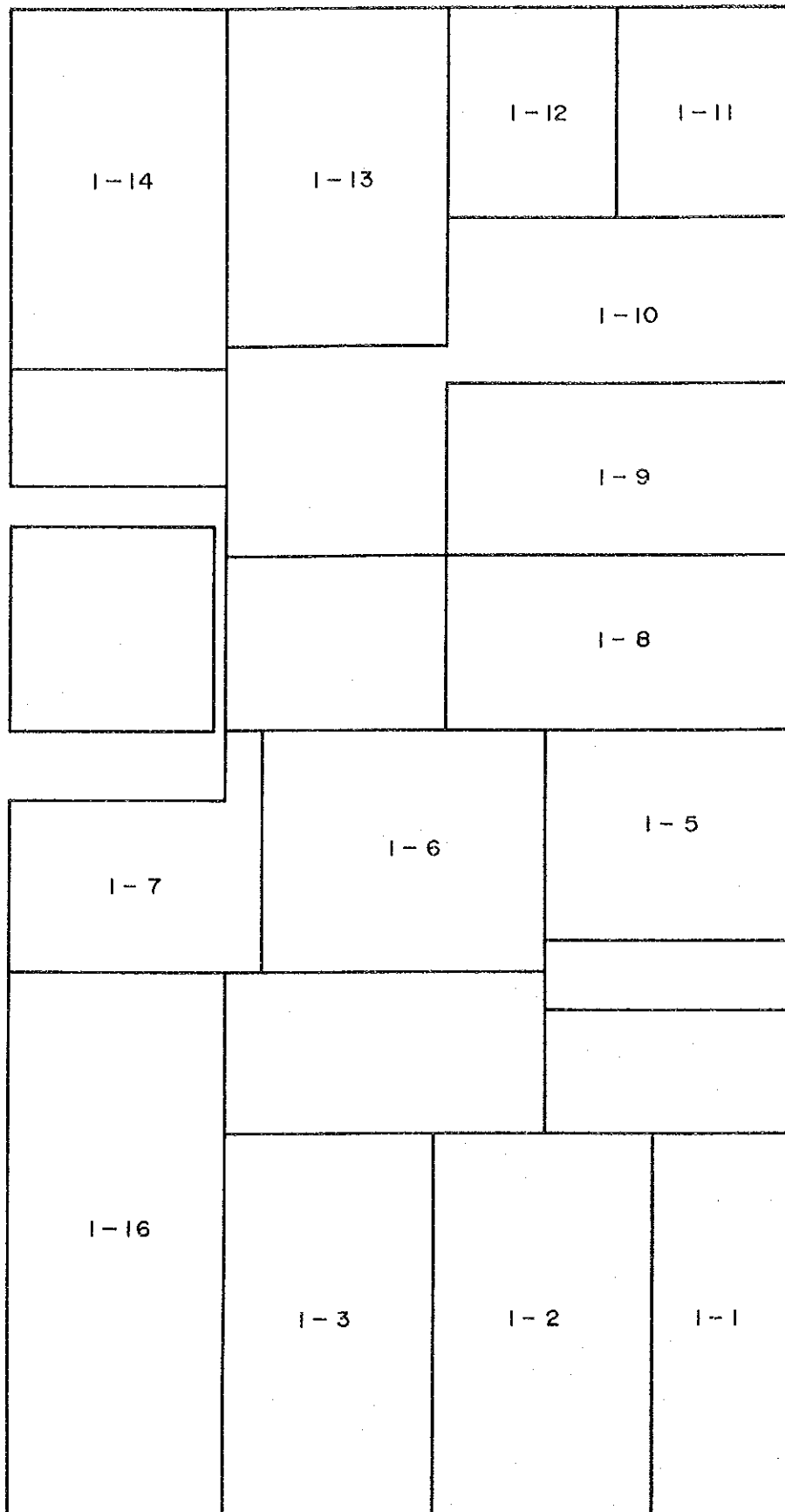


図1.1.2. 工場配置図（第1事業場・旧館）

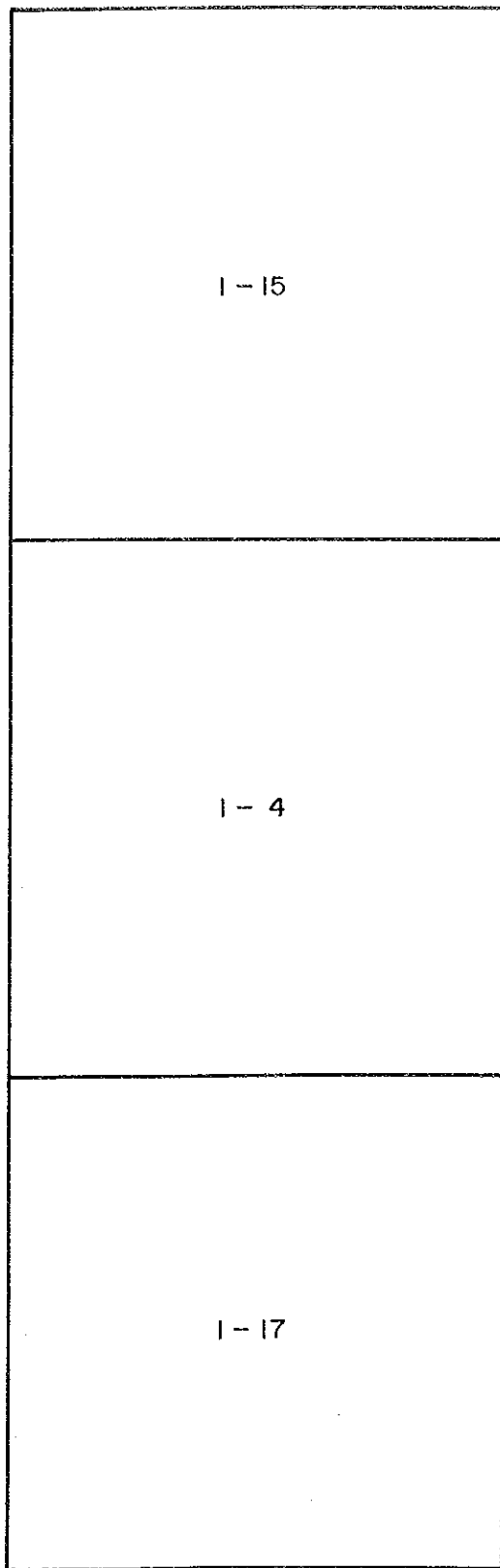


図1.1.3. 工場配置図（第1事業場・旧館2階）

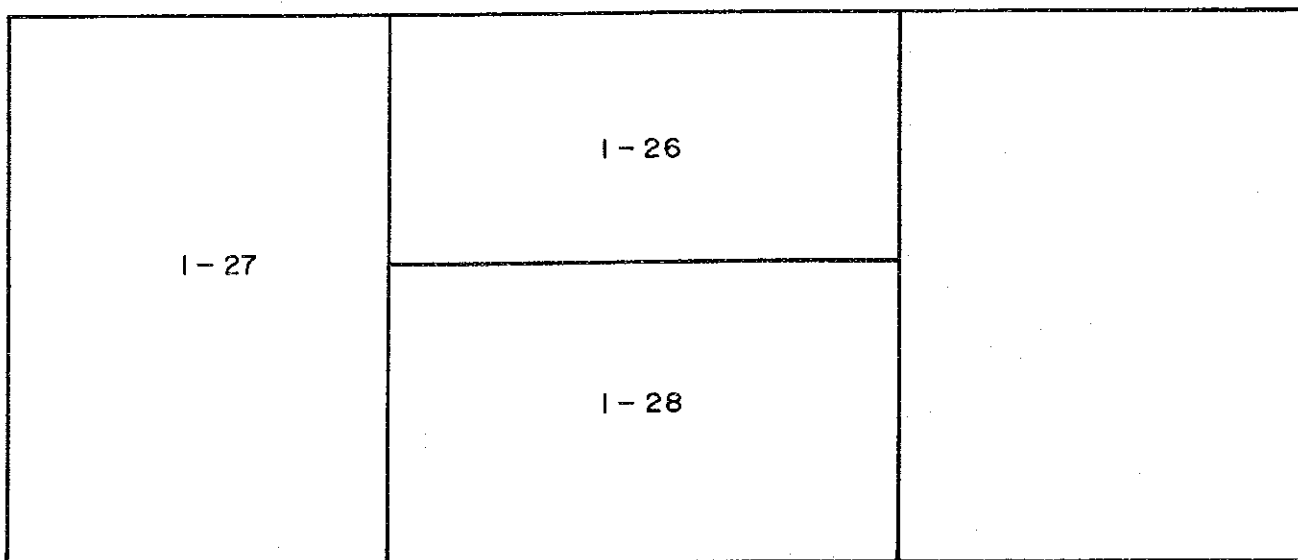
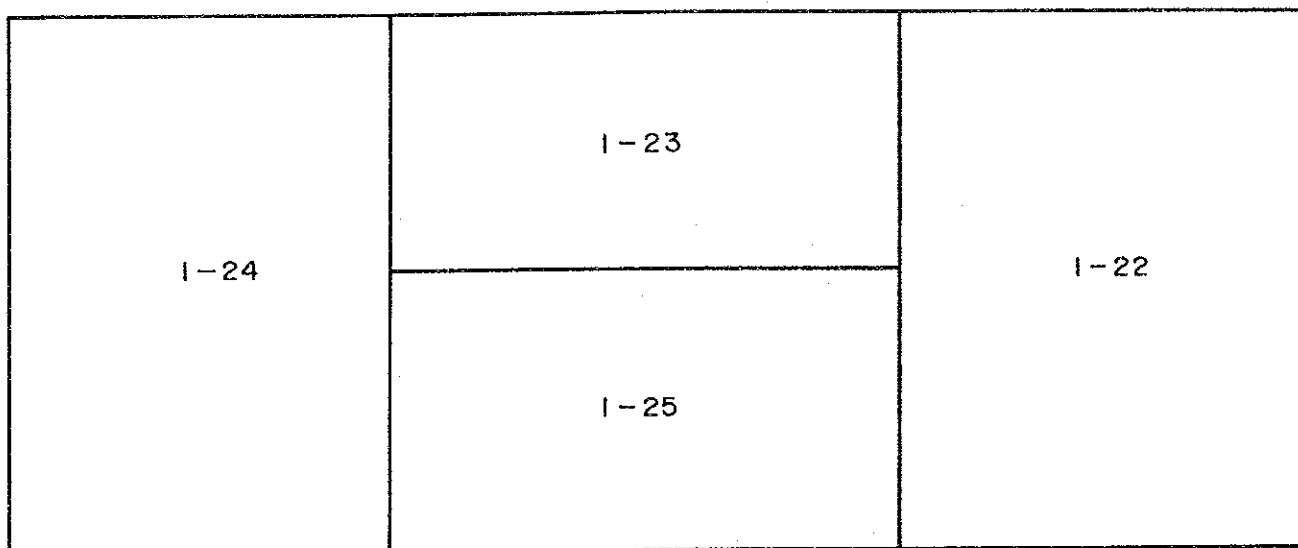
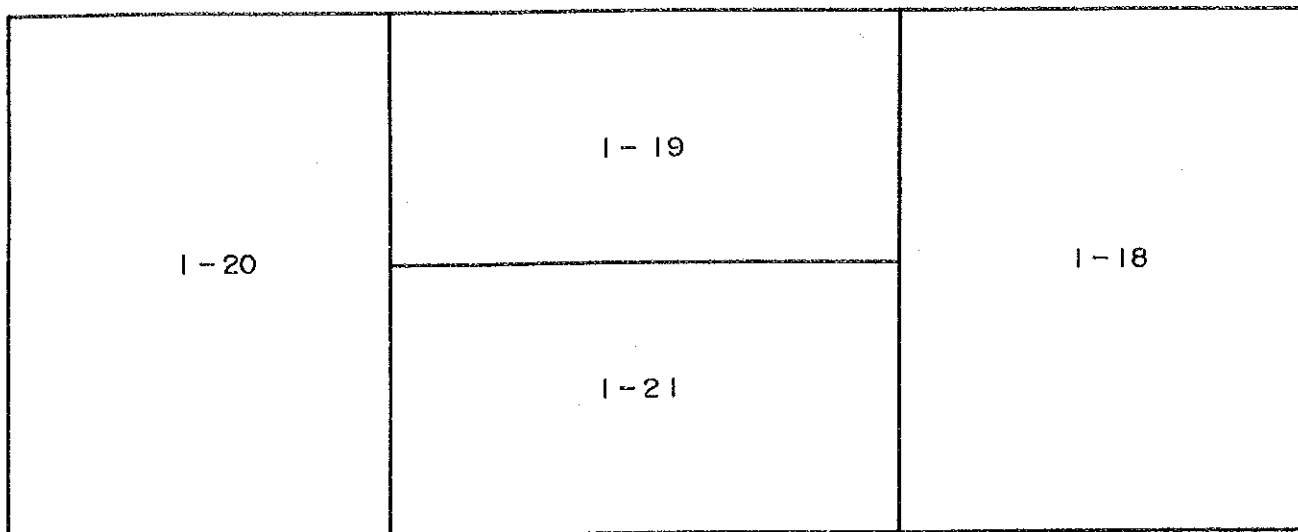


図1.1.4. 工場配置図（第1事業場・新館）

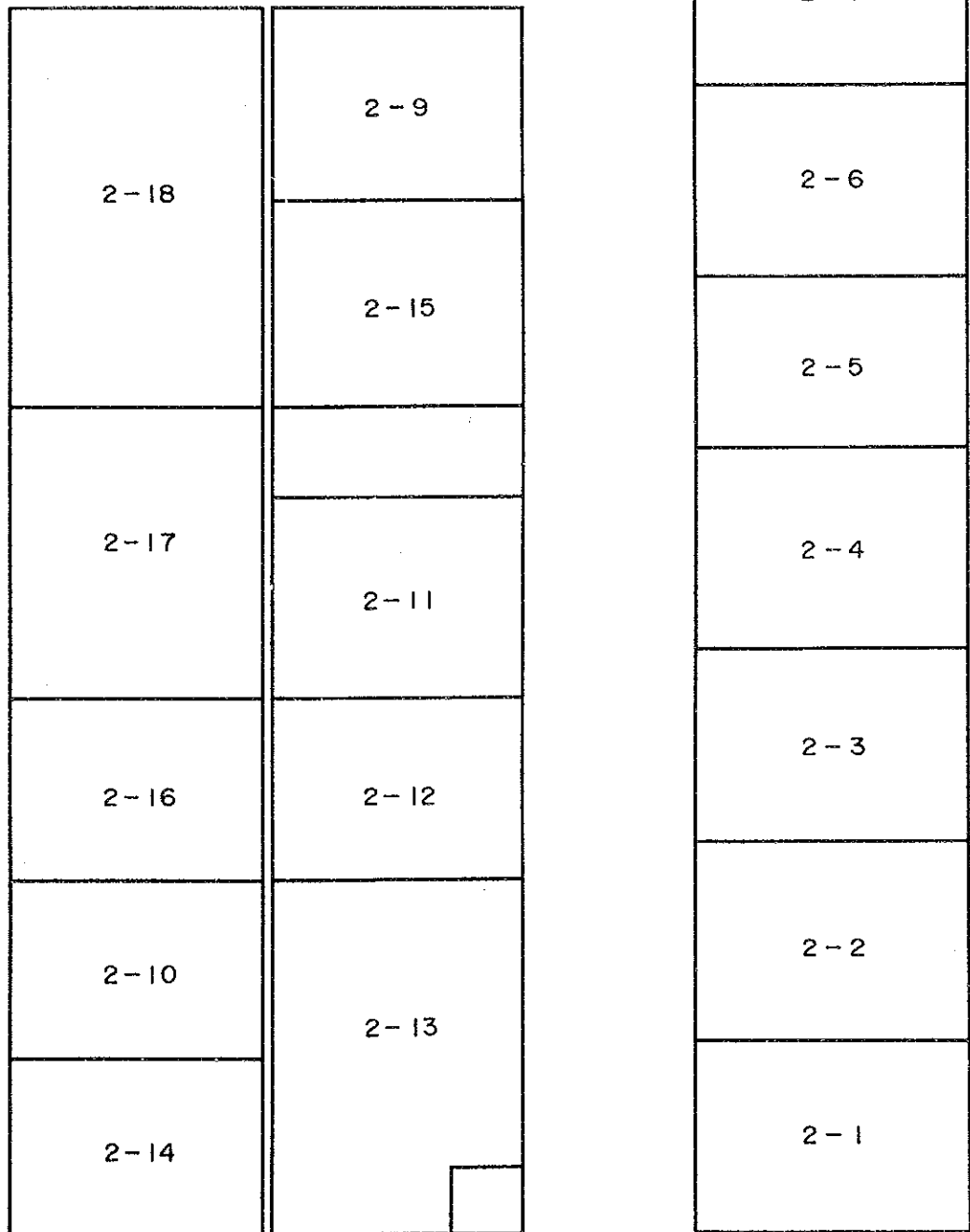
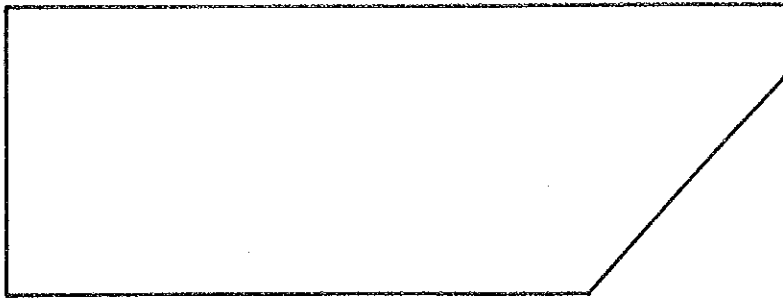


図1.1.5. 工場配置図 (第2事業場・1階)

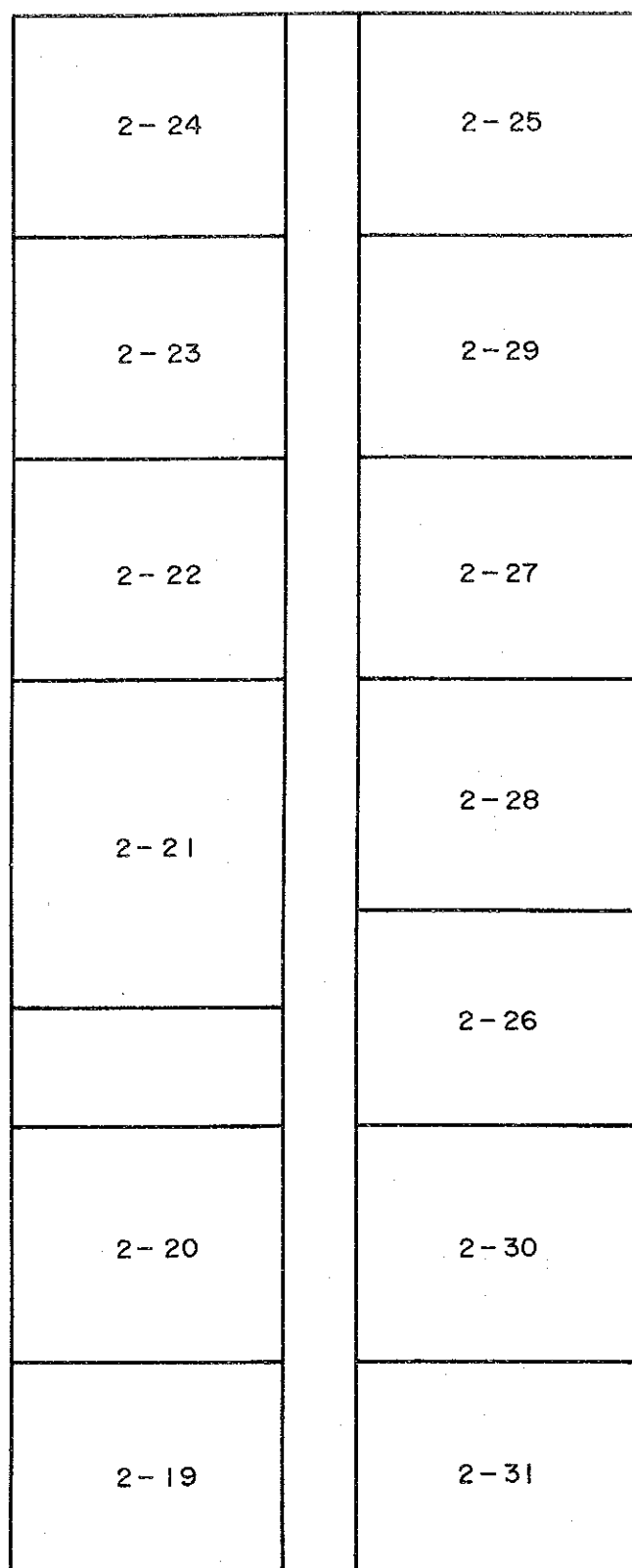


図1.1.6. 工場配置図 (第2事業場・2階)

表1.1.1. 入居しているメッキ工場の概要（第1事業場）

Factory (No)	Kinds of Plating · Products	Note
1 - 1	General Plating / Hanger	
1 - 2	Plastic Plating	
1 - 3	Printed Circuit	studied
1 - 4	Lighting Fixture	
1 - 5	Plastic Button Plating	
1 - 6	Aluminium Coloring	
1 - 7	General Plating / Musical Instrument	
1 - 8	Zinc Plating · Ion Wire	
1 - 9	Gold Plating / Spoon	
1 - 10	Aluminium Stick Coloring	
1 - 11	Chromium Plating / Valve	
1 - 12	Zinc Plating / Parts of Automobile	Studied
1 - 13	General Plating / Bath · Accessories	
1 - 14	Parts of Electronic Machine	
1 - 15	Reflex Mirror made by Aluminium	
1 - 16	General Plating / Hanger	studied
1 - 17	General Plating / Construction Material	
1 - 18	Sink	
1 - 19	Nickel · Chromium Plating / Hanger	
1 - 20	Copper · Chromium / Chair	studied

表1.1.1. 入居しているメッキ工場の概要（第1事業場） つづき

Factory (No)	Kinds of Plating · Products	Note
1 - 2 1	Sash · Mold	
1 - 2 2	Plastic Plating / Accessories	studied
1 - 2 3	Precious Plating / Watch · Accessories	studied
1 - 2 4	Frame made by Aluminium	
1 - 2 5	Bag · Accessories	
1 - 2 6	Gold Plating / Button	studied
1 - 2 7	Plastic Plating / Electronic Machine	
1 - 2 8	Plastic Plating / Accessories	

表1.1.2. 入居しているメッキ工場の概要（第2事業場）

Factory (No)	Kinds of Plating · Products	Note
2 - 1	Parts of Tableware	
2 - 2	Bolt for Electronic Computer	
2 - 3	Condenser	
2 - 4	Bolt for Electronic Computer	
2 - 5	Parts of Furniture	
2 - 6	Accessories	
2 - 7	Screw Nail	
2 - 8	Hot Air Machinery	
2 - 9	Screw Nail	
2 - 10	Hot Air Machinery	
2 - 11	Parts of Camera	
2 - 12	Parts of Gas Mask	
2 - 13	Parts of Fishing	stidied
2 - 14	Parts of Automobile	studied
2 - 15	Chain · Volt	
2 - 16	Construction Materials	
2 - 17	Electronic Machine / Switch	
2 - 18	Lighting Fixture	
2 - 19	Parts of Automobile & Sanitation	
2 - 20	Screw Nail	

表1.1.2. 入居しているメッキ工場の概要（第2事業場） つづき

Factory (No)	Kinds of Plating · Products	Note
2 - 2 1	Spoon	
2 - 2 2	Parts of Iron	
2 - 2 3	Parts of Electric Device	
2 - 2 4	Spoon	
2 - 2 5	Metholine	
2 - 2 6	Electronic Machine	
2 - 2 7	Frame	
2 - 2 8	Parts of Semiconductor	
2 - 2 9	Dressing Case	
2 - 3 0	Accessories	
2 - 3 1	Accessories	

表1.1.3. 入居しているメッキ工場の概要（第3事業場）

企業名 (No)	メッキの種類・製品名	備考
3 - 1	Parkerizing	studied

1.2 廃水、廃水処理、再生利用の状況

(1) 廃水の量・水質

第1事業場及び第2事業場に入居するメッキ工場から排出される廃水の水量を、表1.2.1.～表1.2.2.に示す。

また、廃水の水質は訪問調査を行った各メッキ工場の各水槽の水質分析結果を、表1.2.3.～表1.2.9.に示す。

(2) 廃水処理施設の規模

当共同廃水処理場はS社によって設計、建設され、第1事業場及び第2事業場にそれぞれほぼ同規模の施設が設置されている。

処理対象の廃水は各メッキ工場から直接共同廃水処理場に流入されるものと、他の事業場及びメッキ工業団地の外部に位置するメッキ工場からタンクローリー(5t)で運送されてきたもので、廃水の処理を有償で行っていることから産業廃棄物処理場として位置付けられる。

以下に第2事業場の共同廃水処理施設について述べる。

現在の廃水処理量は以下のとおりであり、施設の処理能力の60%となっている。

シアン系廃水	1,240 m ³ /月	(外部から受託	217 m ³ /月)
クロム系廃水	1,288 m ³ /月	(外部から受託	362.4 m ³ /月)
酸・アルカリ系廃水	1,842 m ³ /月	(外部から受託	657.2 m ³ /月)
(合計)	4,370 m ³ /月	(外部から受託	1,236.6 m ³ /月)

設計時には1日12時間稼働で、シアン系廃水 100m³、クロム系廃水 100m³、酸・アルカリ系廃水 120m³の計320m³/日の廃水処理量であったが、現在では8時間/日(9時～17時)、25日/月稼働で、平均180m³/日の廃水処理量となっている。

(3) 処理システム

各工場からの廃水は分別されて、シアン系、クロム系及び酸・アルカリ系の各

表1.2.1. 入居しているメッキ工場の廃水量（第1事業場）

(m³/月)

No. of factory	CN Wastewater	Cr Wastewater	H·OH Wastewater
1 - 1	48	64	27
1 - 2	-	69	28
1 - 3	79	-	67
1 - 4	50	90	59
1 - 5	78	74	26
1 - 6	-	-	109
1 - 7	62	58	27
1 - 8	32	22	16
1 - 9	63	41	38
1 - 10	-	-	205
1 - 11	-	69	11
1 - 12	30	23	28
1 - 13	75	90	37
1 - 14	74	90	62
1 - 15	-	-	117
1 - 16	42	70	40
1 - 17	39	30	36
1 - 18	-	30	164
1 - 19	66	76	39

表1.2.1. 入居しているメッキ工場の廃水量（第1事業場） つづき
 (m³/月)

No. of factory	CN Wastewater	Cr Wastewater	H・OH Wastewater
1 - 2 0	80	50	75
1 - 2 1	20	27	19
1 - 2 2	52	55	31
1 - 2 3	32	20	26
1 - 2 4	—	69	141
1 - 2 5	150	114	106
1 - 2 6	67	72	37
1 - 2 7	50	50	37
1 - 2 8	49	58	54

表1.2.2. 入居しているメッキ工場の廃水量（第2事業場）

(m³/月)

No. of factory	CN Wastewater	Cr Wastewater	H·OH Wastewater
2 - 1	18	—	29
2 - 2	59	—	99
2 - 3	13	15	3
2 - 4	31	—	52
2 - 5	50	—	84
2 - 6	54	68	21
2 - 7	54	69	22
2 - 8	44	56	17
2 - 9	38	—	64
2 - 10	45	57	17
2 - 11	47	59	18
2 - 12	—	—	159
2 - 13	69	87	27
2 - 14	48	61	19
2 - 15	43	54	17
2 - 16	51	65	21
2 - 17	78	98	31
2 - 18	65	—	108
2 - 19	45	57	17

表1.2.2. 入居しているメッキ工場の廃水量（第2事業場） つづき
 (m³/月)

No. of factory	CN Wastewater	Cr Wastewater	H·OH Wastewater
2 - 2 0	45	58	16
2 - 2 1	35	44	13
2 - 2 2	38	49	15
2 - 2 3	39	49	16
2 - 2 4	13	-	23
2 - 2 5	33	-	55
2 - 2 6	51	65	21
2 - 2 7	37	47	15
2 - 2 8	-	30	35
2 - 2 9	24	-	41
2 - 3 0	-	-	92
2 - 3 1	-	-	84

表1.2.3. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 1-13

ITEM \ SAMPLE	BRASS PLATING BATH (1)	BRASS WATER WASHING TANK (1)	BRASS WATER WASHING TANK (2)	BRASS PLATING BATH (2)
pH	11.6	11.3	9.88	9.40
Alkalinity (epm)	971	61.9	3.84	2,940
Conductivity (μ S/cm)	—	6,970	506	—
COD _{Cr} (mg/l)	3.7	232	24	15,100
Cu (mg/l)	12,300	868	41.7	53,900
Ni (mg/l)	—	—	—	14.0
Cr ⁶⁺ (mg/l)	—	—	—	< 0.5
Zn (mg/l)	—	—	—	31,400

(FACTORY) No. 1-16

ITEM \ SAMPLE	H ₂ SO ₄ WATER WASHING TANK (1)	ELEC-CLEAN WATER WASHING TANK (1)	ELEC-CLEAN WATER WASHING TANK (2)	COPPER WATER WASHING TANK (1)
pH	1.78	2.78	2.77	8.90
Acidity (epm)	51.4	3.02	3.96	—
Alkalinity (epm)	—	—	—	1.67
Conductivity (μ S/cm)	18,400	1,700	2,270	354
COD _{Cr} (mg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5
Cu (mg/l)	—	—	—	19.0
Fe (mg/l)	0.24	0.14	0.25	0.32
CN (mg/l)	—	—	—	198

ITEM \ SAMPLE	COPPER WATER WASHING TANK (2)	COPPER WATER WASHING TANK (3)	CHROME WATER WASHING TANK (1)	CHROME WATER WASHING TANK (2)
pH	10.6	11.6	1.86	3.18
Acidity (epm)	—	—	28.6	—
Alkalinity (epm)	7.76	47.9	—	—

表1.2.4. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No 1-16

ITEM \ SAMPLE	COPPER WATER WASHING TANK (2)	COPPER WATER WASHING TANK (3)	CHROME WATER WASHING TANK (1)	CHROME WATER WASHING TANK (2)
Conductivity (μs/cm)	1,180	5,900	11,900	707
COD _{Cr} (mg/l)	28	82	-	-
Cu (mg/l)	62.0	148	-	-
Cr ⁶⁺ (mg/l)	-	-	-	115
CN (mg/l)	228	1,330	-	-

ITEM \ SAMPLE	ELECTROLYTIC CLEANING BATH
pH	12.7
COD _{Cr} (mg/l)	4,470
CN (mg/l)	16,500

(FACTORY) No 1-23

ITEM \ SAMPLE	GOLD RECOVERY TOWER	H ₂ SO ₄ WATER WASHING TANK (1)	ELEC-CLEAN WATER WASHING TANK (1)
pH	4.18	2.70	8.74
Acidity (epm)	-	4.90	-
Alkalinity (epm)	-	-	1.02
Conductivity (μs/cm)	284	2,540	214
COD _{Cr} (mg/l)	120	67	40
CN (mg/l)	6.91	-	0.53

(FACTORY) No 1-26

ITEM \ SAMPLE	Cr-ETCHING WATER WASHING TANK (1)	ALKALI WATER WASHING TANK (1)	CHEMICAL NICKEL PLATING BATH	CHEM(Ni) WATER WASHING TANK (1)
pH	7.97	0.76	8.86	12.6
Acidity (epm)	-	450	-	-

表1.2.5. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 1-26

ITEM \ SAMPLE	Cr-ETCHING WATER WASHING TANK (1)	ALKALI WATER WASHING TANK (1)	CHEMICAL NICKEL PLATING BATH	CHEM (Ni) WATER WASHING TANK (1)
alkalinity (epm)	25.7	-	-	32.3
Conductivity (μ s/cm)	6,410	-	-	7,720
COD _{Cr} (mg/l)	434	67	30,800	134
Ni (mg/l)	-	-	7,730	8.68
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.5	< 0.5	-	-
T-P (mg/l)	-	-	30,300	67.9
NH ₃ + NH ₄ - N (mg/l)	-	-	27,000	54

ITEM \ SAMPLE	Ni (N)-PLAT WATER WASHING TANK (1)	Ni (B)-PLAT WATER WASHING TANK (1)	Ni (B)-PLAT WATER WASHING TANK (2)	Au-PLAT WATER WASHING TANK (1)
pH	7.82	7.33	1.36	4.76
Acidity (epm)	-	-	192	-
Conductivity (μ s/cm)	1,110	195	-	725
COD _{Cr} (mg/l)	73	72	227	450
Ni (mg/l)	321	0.21	182	-
Au (mg/l)	-	-	-	0.59
CN (mg/l)	-	-	-	2.29

表1.2.6. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 2-12

ITEM \ SAMPLE	ALKALI WATER WASHING TANK	ANODIC OXIDATION BATH	OXIDATION WATER WASHING TANK (1)	OXIDATION WATER WASHING TANK (2)
pH	12.7	0.32	0.97	2.20
Acidity (epm)	-	2,750	129	3.47
Alkalinity (epm)	78.9	-	-	-
Conductivity (μ s/cm)	14,050	-	-	1,320
COD _{Cr} (mg/l)	164	29	70	53
Al (mg/l)	433	1,691	202	20.3

ITEM \ SAMPLE	SEALING BATH	COLORING BATH	COLORING WATER WASHING TANK
pH	6.17	5.95	6.28
Conductivity (μ s/cm)	198	-	319
COD _{Cr} (mg/l)	45	1,090	70
Al (mg/l)	0.44	-	2.25

(FACTORY) No. 2-13

ITEM \ SAMPLE	CHROME PLATING BATH	CHROME WATER WASHING TANK	ELECTROLYTIC CLEANING BATH	CYANIDE Cu PLATING BATH
pH	10.3	9.01	-	13.3
Alkalinity (epm)	-	11.5	4,290	924
COD _{Cr} (mg/l)	2,120	70	132	2,010
Cu (mg/l)	-	-	-	11,900
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.5	< 0.5	-	-
Fe (mg/l)	-	-	407	-
CN (mg/l)	-	-	-	13,900
T-P (mg/l)	-	-	407	-

表1.2.7. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 2-13

ITEM \ SAMPLE	COPPER SULFATE PLATING BATH	COPPER WATER WASHING TANK (1)	COPPER WATER WASHING TANK (2)	NICKEL PLATING BATH
pH	0.20	3.42	0.89	4.51
Acidity (epm)	2,640	0.25	404	—
Conductivity (μ s/cm)	—	414	—	—
COD _{Cr} (mg/l)	972	10	6	4,130
Cu (mg/l)	54,600	27.7	28.5	—
Ni (mg/l)	—	—	—	46,500
Fe (mg/l)	—	0.26	6.17	—
CN (mg/l)	—	4.46	1.23	13.7

ITEM \ SAMPLE	BLACK CHROME PLATING BATH	ELEC-CLEAN WATER WASHING TANK	ALKALI CLEANING BATH
pH	0.04	0.95	12.3
Acidity (epm)	3,200	147	—
Alkalinity (epm)	—	—	236
Conductivity (μ s/cm)	—	—	—
COD _{Cr} (mg/l)	—	34	830
Cu (mg/l)	—	—	2,900
Fe (mg/l)	—	15.7	—
CN (mg/l)	—	—	3,430
T-P (mg/l)	20.8	14.1	—
F (mg/l)	—	—	—

表1.2.9. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 2-14

ITEM \ SAMPLE	H ₂ SO ₄ WATER WASHING TANK (1)	H ₂ SO ₄ WATER WASHING TANK (2)	NaOH WATER WASHING TANK (1)	COPPER CYANIDE PLATING BATH
pH	1.93	1.10	12.59	13.6
Acidity (epm)	16.8	326	-	-
Alkalinity (epm)	-	-	326	3,540
Conductivity (μs/cm)	9,410	-	-	-
COD _{Cr} (mg/l)	102	544	102	8,350
Zn (mg/l)	-	-	-	41,500
Fe (mg/l)	85.8	795	-	-
CN (mg/l)	-	-	5,530	55,600

ITEM \ SAMPLE	BLACK CHROMATE TREATMENT BATH	CHROMATE WATER WASHING TANK (1)	WHITE CHROMATE TREATMENT BATH	CHROMATE(B)WATER WASHING TANK (1)
pH	0.63	5.94	2.11	2.08
Acidity (epm)	722	-	165	55
Conductivity (μs/cm)	-	254	-	-
Cr ⁶⁺ (mg/l)	31,100	13,500	152	3,370
Zn (mg/l)	-	-	-	41,600
Ag (mg/l)	-	-	-	15.7

表1.2.9. メッキ工場の水質分析結果

(FACTORY) No. 3-1.

ITEM \ SAMPLE	ALKALI CLEANING BATH	CLEANING WATER WASHING TANK (1)	PICKLING TANK	PICKLING WATER WASHING TANK (1)
pH	13.1	8.33	-	1.21
Acidity (epm)	-	-	-	155
Alkalinity (epm)	1,310	-	6,910	-
Conductivity (μ s/cm)	-	1,330	-	-
COD _{Cr} (mg/l)	5,520	54	544	12
Fe (mg/l)	-	-	2,490	1,020

ITEM \ SAMPLE	PICKLING WATER WASHING TANK (2)	DIPPING TANK	COATING TANK	RUST WATER WASHING TANK (1)
pH	2.58	9.32	2.29	4.08
Acidity (epm)	4.0	-	134	-
Conductivity (μ s/cm)	2,010	-	-	757
COD _{Cr} (mg/l)	122	8	143	8
Zn (mg/l)	-	2.55	5,240	64.8
Fe (mg/l)	56.5	37.3	893	20.5

ITEM \ SAMPLE	COATING OF RUST PREVENTIVES TANK
pH	5.25
COD _{Cr} (mg/l)	2,670
Zn (mg/l)	23.0
Fe (mg/l)	23.5
n-Hex (mg/l)	2,900

City Water

ITEM \ SAMPLE	City Water
pH	6.94
Conductivity (μ s/cm)	191

廃水受槽に排出される。

シアン系廃水はシアン系廃水受槽から揚水ポンプにより pH調整槽に導かれて、水酸化ナトリウムにより pH が調整された後、第 1 反応槽に導かれ、次亜塩素酸ナトリウムにより第 1 次酸化反応が行われる。次に、第 2 反応槽に導かれて硫酸により pH が調整された後、次亜塩素酸ナトリウムにより第 2 次酸化反応が行われてシアンが完全に分解される。

クロム系廃水はクロム系廃水受槽から揚水ポンプにより pH 調整槽に導かれて、硫酸により pH が調整された後、還元槽に導かれ、亜硫酸水素ナトリウムにより六価クロムが三価に還元される

酸・アルカリ系廃水はシアン系廃水の処理水及びクロム系廃水の処理水とともに中和槽に導かれて、水酸化カルシウムにより pH が調整されることにより廃水中の重金属が水酸化物として析出される。次に、反応槽に導かれて硫酸アルミニウム及び水酸化カルシウムによってさらに凝集性が向上されて、次の凝集槽で高分子凝集剤によりフロックが形成される。

以上の 3 系統の混合処理水は沈殿槽に導かれて、固液分離が行われる。この上澄水は pH 調整槽に導かれて pH が調整された後、水質監視槽を経て下水道に放流される。この間の自動制御は pH 計及び ORP 計によっている。

以上の処理工程をとおして、処理が不十分で処理水の水質が排水基準を越えるときは、処理水は再度廃水受槽に戻されて処理されている。また、錯体化した重金属が検出された場合には、処理水はアンスラサイトを充填したろ過塔、活性炭吸着塔、カチオン交換樹脂塔及びキレート樹脂塔を通して処理が加えられて放流されている。

一方、固液分離された汚泥は汚泥貯槽に貯留された後に、フィルタープレスによって脱水され、脱水ケーキは産業廃棄物処分場に搬出されて処分されている。

(4) 再生利用の状況

廃水の再生利用を行っているメッキ工場はない。また、第 1 事業場及び第 2 事業場の共同廃水処理場においても廃水の再生利用は行っていない。

一方、ほとんどのメッキ工場ではメッキの仕上り品質に関わる用水の水質について問題を有しておらず、現状の上水道に対して満足しているようである。しかし、

金、銀の貴金属メッキを行っている工場では、イオン交換樹脂塔を工場内に設置して、上水道を純水に処理して用水としている。

1.3 廃水排出元の状況

訪問調査を行ったメッキ工場の生産工程を以下に示す。

(1) 1-3 (工場番号)

A. 業務内容

カラオケ用プリント配線板のスルホール銅メッキ、電気銅メッキ、はんだメッキ、エッチング

B. 工場面積

99 m² (図1.3.1.参照)

C. 作業工程

(脱脂) → (水洗) → (表面エッチング処理) → (水洗) → (前処理) → (水洗) → (活性化) → (水洗) → (化学銅のスルホールメッキ) → (水洗) → (乾燥) → 【外部によるパターン作成】 → (脱脂) → (水洗) → (酸洗) → (電気銅メッキ) → (水洗) → (活性化) → (はんだメッキ) → (水洗) → (エッチング) → (レジスト剝離) → (インク除去) → (水洗) → (乾燥)

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 6 m³/日

水洗水注入

② 廃水の発生状況

浴液 ; 排出しない

水洗水 ; 多段向流水洗廃水を作業時に排出

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Cu, Zn, Cr⁶⁺, CN, F, P

E. 廃水の排出方法

水洗水は化学メッキの水洗水を含み、酸・アルカリ系に排出

(2) 1-12 (工場番号)

A. 業務内容

アルミニウム素材の防毒マスク部品及び卓上ボードの着色

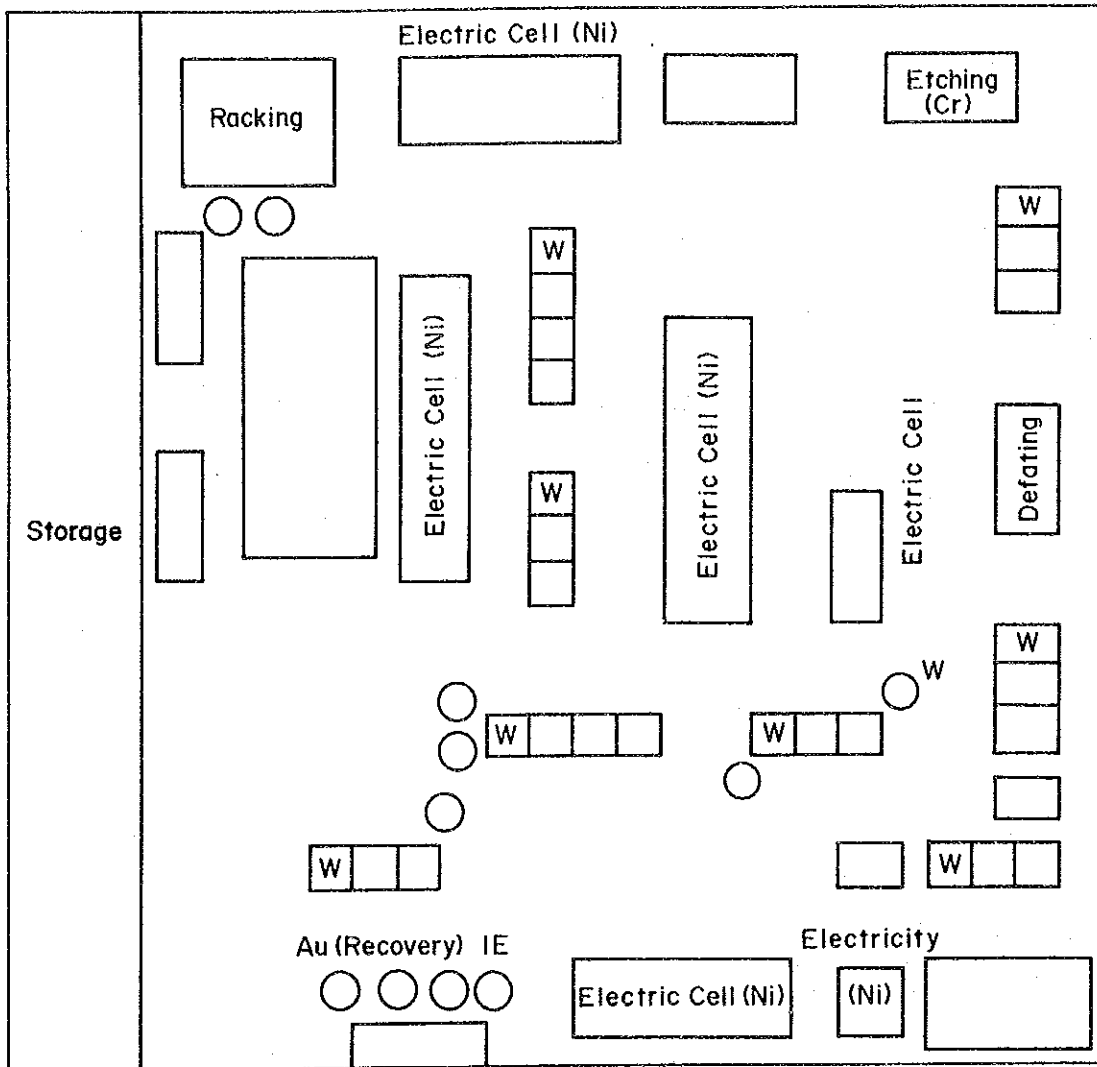


図1.3.1. 工場番号1-3の作業場配置図

B. 工場面積

96 m² (図 1.3.2. を参照)

C. 作業工程 (〈〉は素材に応じて行う。)

(ひっかけ) → 〈アルカリ脱脂〉 → 〈水洗〉 → (陽極酸化) → (水洗) →
(化学研磨) → (水洗) → (中和) → (水洗) → (着色) → (シーリング)
→ (水洗) → (乾燥)

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 4 m³/日

水洗水、浴液の補充

② 廃水の発生状況

浴液 ; アルカリ脱脂液 (200 l/週)、陽極酸化浴 (6m³/年、通常は補充)、
着色液 (200 l/週~10日)、シーリング液 (毎日) を排出

水洗水 ; 床こぼれ水 (目視またはpHにより時々水道水を注入)

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, N, P

E. 廃水の排出方法

浴水はろ過処理後、水洗水はそのまま分別して排出

(3) 1-16 (工場番号)

A. 業務内容

鉄素材のアルミサッシ用錠及びボルトの銅メッキ、ニッケルメッキ、クロム
メッキ

B. 工場面積

182 m² (図1.3.3. 参照)

C. 作業工程 (《》は必要時に行う。)

(アルカリ脱脂) → (水洗) → (硫酸中和) → (水洗) → (電解研磨) →
(水洗) → (硫酸中和) → (水洗) → (シアン化銅メッキ) → (水洗) →
(硫酸銅メッキ) → (水洗) → (無光沢ニッケルメッキ) → (水洗) → (酸
洗) → (水洗) → (光沢ニッケルメッキ) → (水洗) → (クロムメッキまた

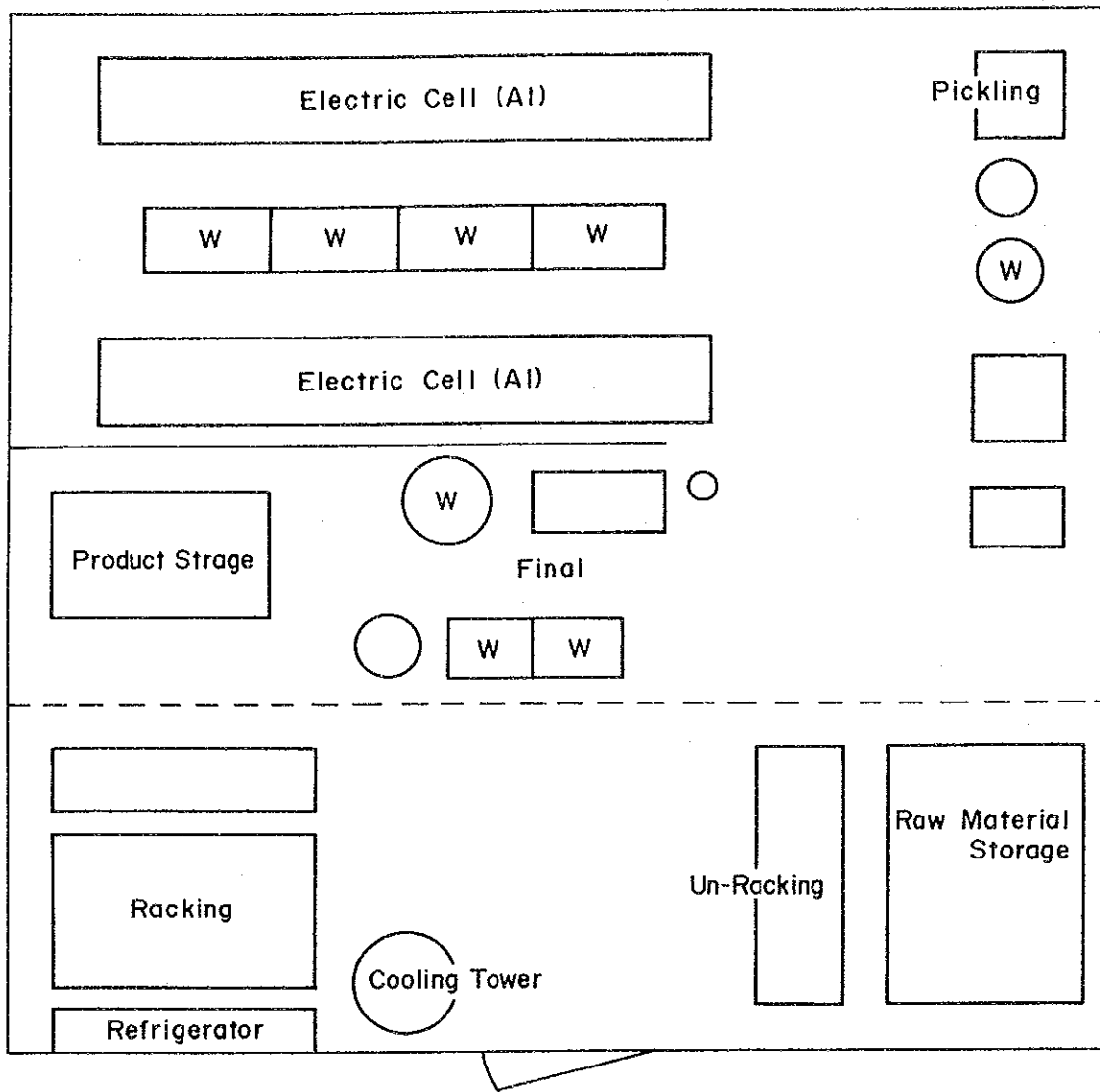


図1.3.2. 工場番号1-12の作業場配置図

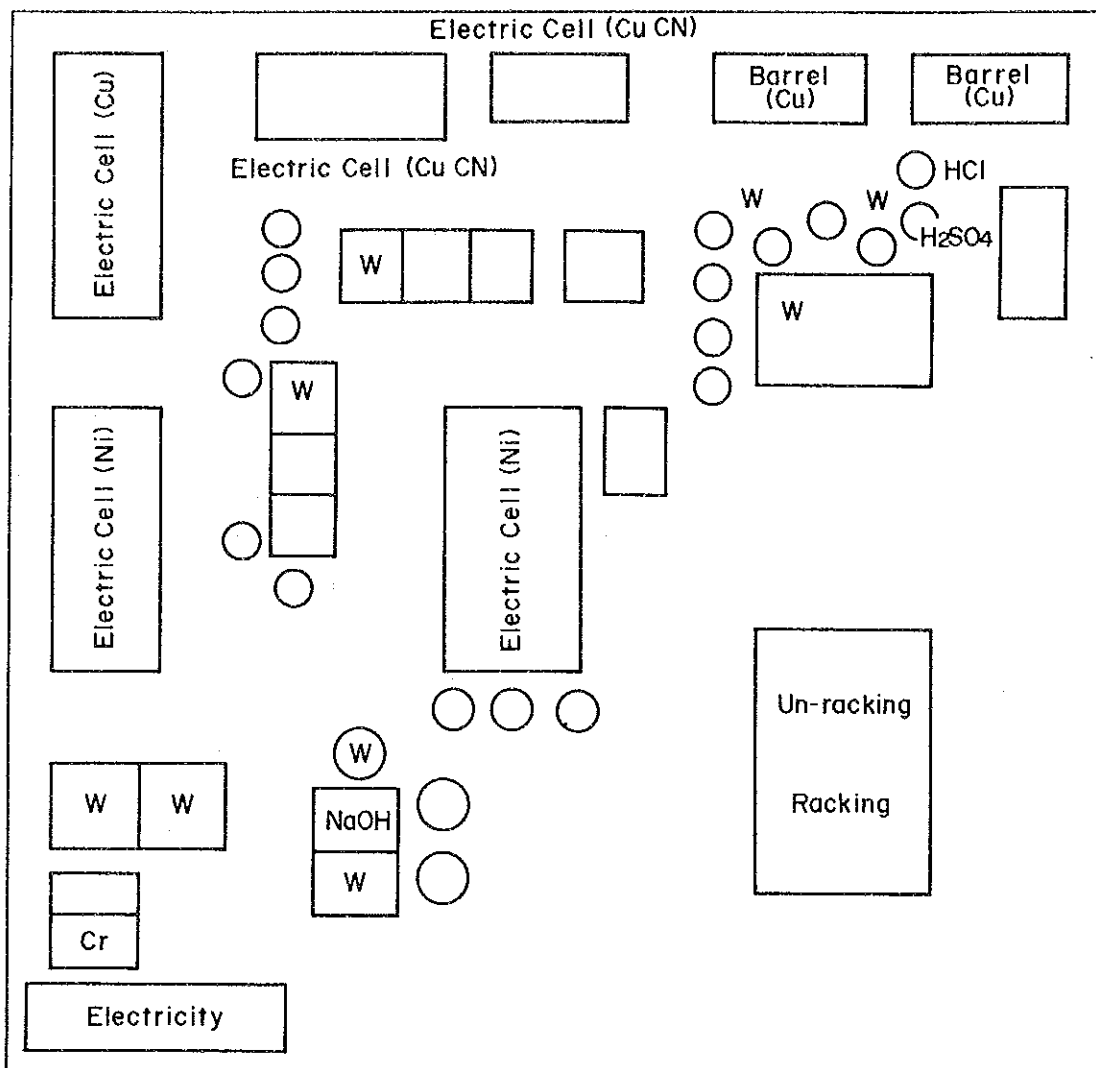


図1.3.3. 工場番号1-16の作業場配置図

は黒色クロムメッキまたは黒色クロメイト) → (水洗) → 《水酸化ナトリウム剥離》

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 5 m³/日

浴液、水洗水の補充

② 廃水の発生状況

浴液 ; 排出しない

水洗水 ; 一部バッチ水洗の更新及び一部向流水洗による排出

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Cu, Ni, Cr⁶⁺, CN, P

E. 廃水の排出方法

多段水洗槽の第1水洗槽の廃水は浴建てに使用し、第2水洗槽の廃水は共同廃水処理場に排出する。第3水洗槽の廃水は第2水洗槽に送って再利用、第3水洗槽には新水を補充するか、他の比較的薄い水洗槽の廃水を再利用する。

(4) 1-20 (工場番号)

A. 業務内容

鉄素材のシャンデリア部品(輸出用)及びマイクロホンの支持部品(日本向け輸出)の銅メッキ、ニッケルメッキ、真鍮メッキ

B. 工場面積

231 m² (図1.3.4.参照)

C. 作業工程(《》は必要時に行う。)

(電解脱脂) → (水洗) → (硫酸銅メッキ) → (水洗) → 《銅剥離》 → (硫酸ニッケルメッキ) → (水洗) → (真鍮メッキ) → (水洗) → (クロメイト) → (水洗) → (ラッカー/焼付け)

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 4.5 ~ 5 m³/日

作業時の水洗水、浴液の補充

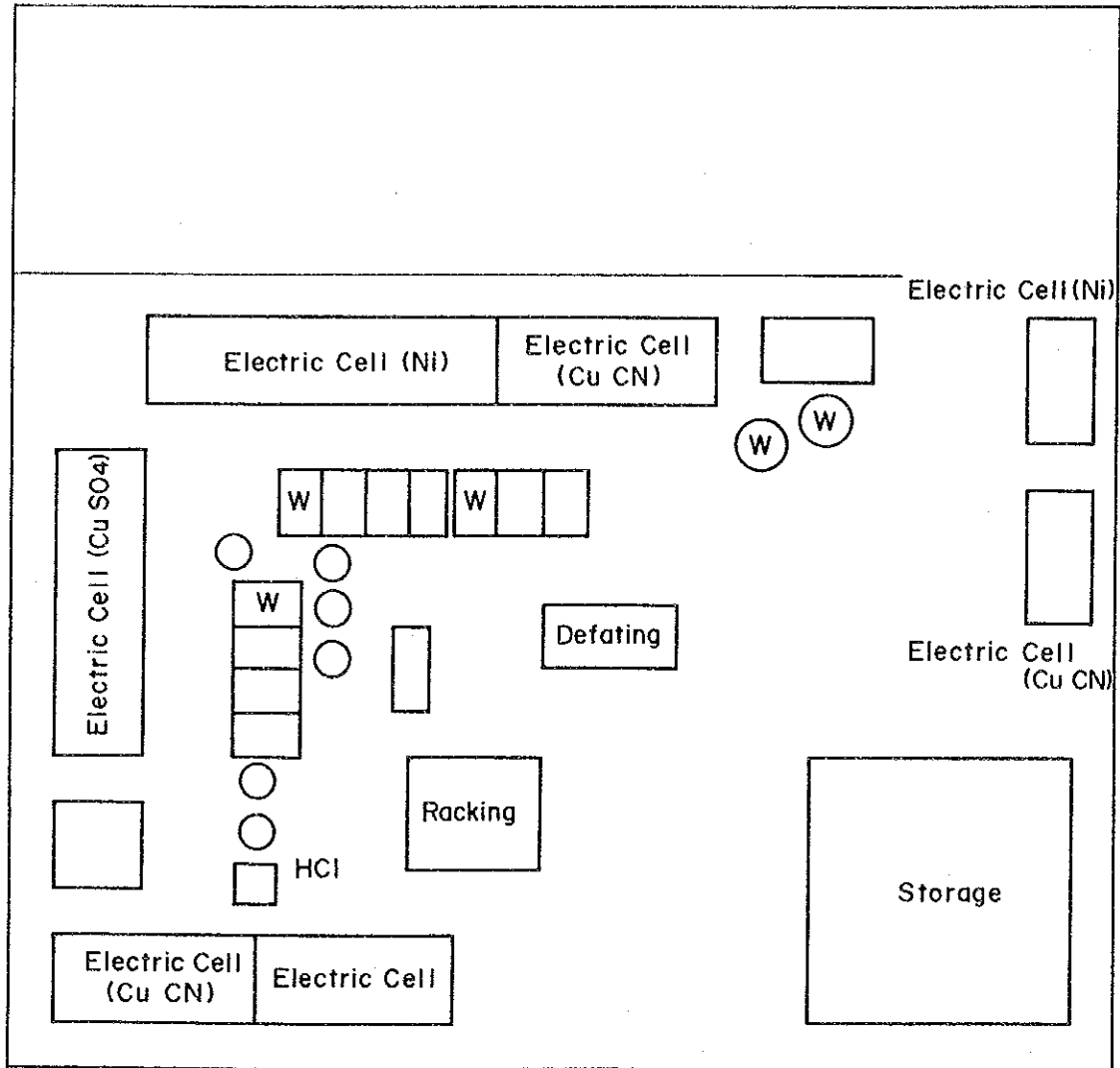


図1.3.4. 工場番号1-20の作業場配置図

② 廃水の発生状況

浴液；排出しない

水洗水；多段向流水洗による排出及び床洗い水

③ 汚濁物質

pH, COD, BOD, Cu, Ni, Zn, Cr⁶⁺, CN, F

E. 廃水の排出方法

第1水洗槽は1-16工場と同様に建浴に使用、他は作業中に分別して排出。

浴液の沈殿物質（主に亜鉛）は1～2回/年に三東産業に持ち込む。

(5) 1-22 (工場番号)

A. 業務内容

プラスチック素材のアクセサリーの化学銅メッキ

B. 工場面積

170 m² (図1.3.5.参照)

C. 作業工程

(クロムエッチング) → (水洗) → (硝酸洗浄) → (水洗) → (アルカリ中和) → (水洗) → (化学銅メッキ) → (水洗) → (電気銅メッキ) → (水洗) → (変色防止処理) → (脱水)

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水；7 m³/日

水洗水の補充

② 廃水の発生状況

浴液；化学銅メッキ浴を除き、状況に応じて更新による補充

水洗水；1回/日更新による補充

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Cu, Cr⁶⁺, CN, N

E. 廃水の排出方法

分別排出

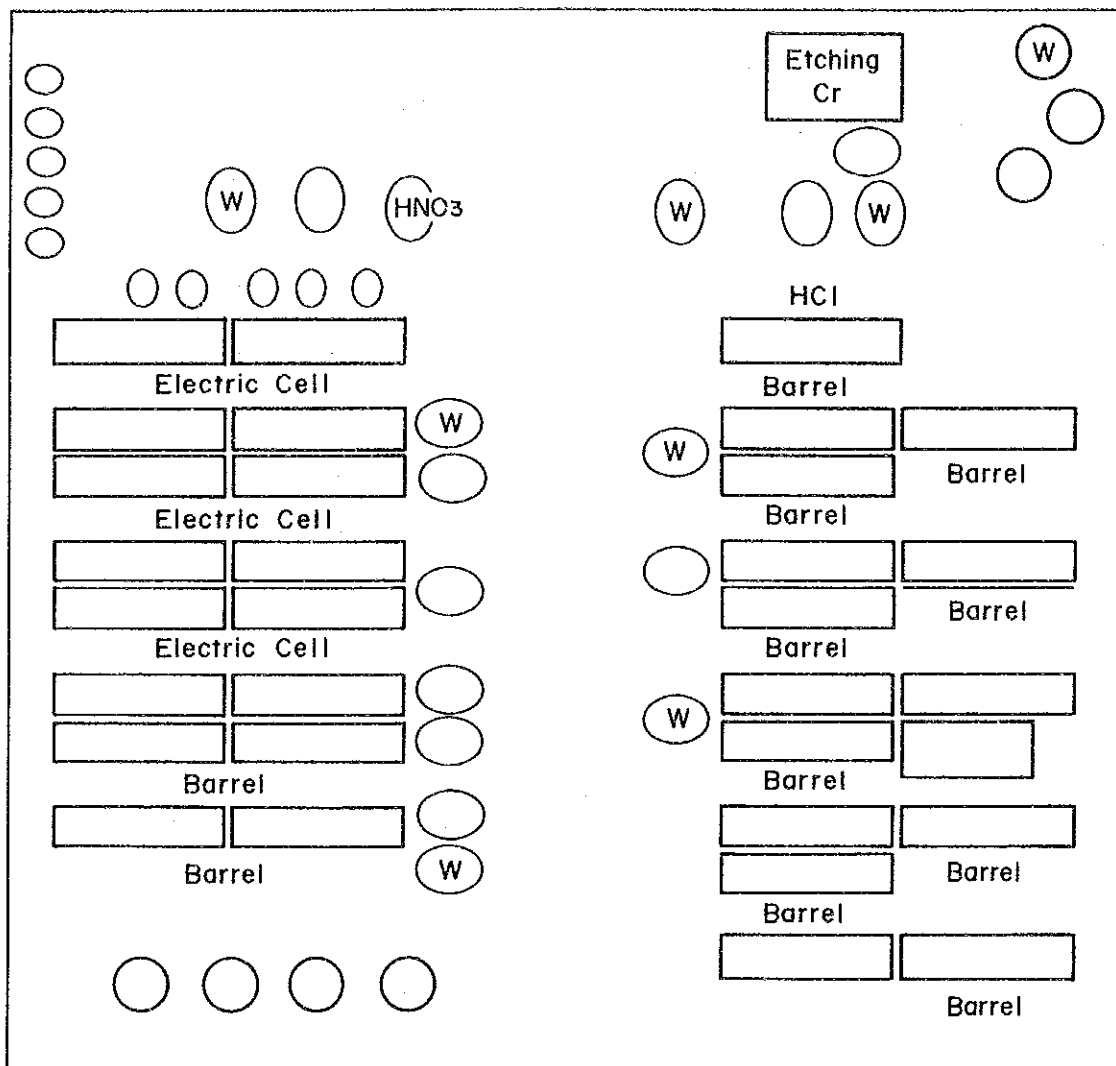


図1.3.5. 工場番号1-22の作業場配置図

(6) 1-23 (工場番号)

A. 業務内容

鉄素材でできた時計の枠及びバンドのニッケルメッキ→金・銀メッキ

B. 工場面積

155 m² (図1.3.6.参照)

C. 作業工程 (《》は必要時に行う。)

(浸漬、電解脱脂) → (水洗) → (ふっ酸活性) → (水洗) → (ニッケルメッキ) → (水洗) → (金または銀メッキ) → (酸中和) → (超音波洗浄) → (純水洗浄) → (油洗) → (乾燥) → 《剝離液》

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水; 4 m³/日

用水はイオン交換樹脂による純水製造装置 (カートリッジフィルター+カチオン交換樹脂+アニオン交換樹脂) により水道水を純水にして使用

水洗水の常時流入、純水製造

② 廃水の発生状況

濃厚液; 純水製造装置の再生廃水が1回/月

水洗水; 貴金属の水洗水 (向流3段) のイオン交換樹脂処理水及びその他の水洗水 (向流3段) が作業時に排出

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Ni, Cu, CN

E. 廃水の排出方法

水洗水は作業場で配管により酸・アルカリ系、シアン系に分別排出

(7) 1-26 (工場番号)

A. 業務内容

ABS、ポリエステル素材のボタンの銅メッキ、ニッケルメッキ・黒色ニッケル、(真鍮メッキ)、金・銀メッキ

B. 工場面積

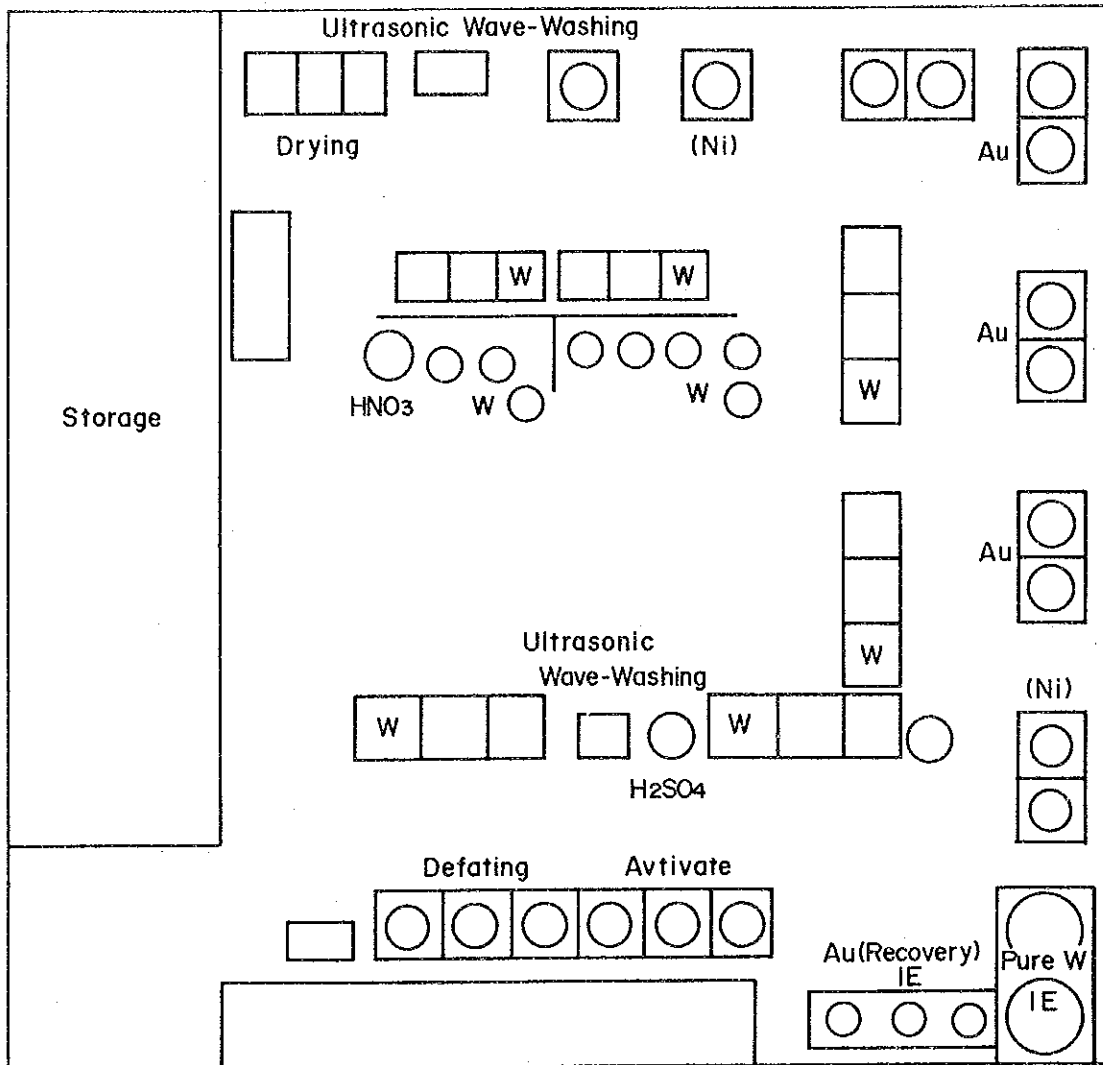


図1.3.6. 工場番号1-23の作業場配置図

132 m² (図1.3.7.参照)

C. 作業工程 (《》は必要時に行う。)

(クロムエッチング) → (水洗) → (酸洗) → (水洗) → (アルカリ中和)
→ (水洗) → (化学ニッケルメッキ) → (水洗) → (無光沢または光沢ニッケルまたは黒ニッケルメッキ) → (水洗) → (金または銀メッキ) → (水洗)
→ 《金剝離液》

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 7 m³/日

水洗水は 2~3 回/日に補充

② 廃水の発生状況

浴液 ; 化学ニッケルメッキ浴の更新時に排出

水洗水 ; 午前または午後に多段向流水洗排水のバッチ的排出 (回収槽は建浴に使用) 及び金メッキ 2 段向流水洗水のイオン交換樹脂処理水

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Ni, Cu, Zn, Cr⁶⁺, CN, N, P

E. 廃水の排出方法

金メッキ浴は外部委託処理 (月に100 l ; 金回収)、化学ニッケル及びニッケルメッキ浴は酸・アルカリ系に排出、水洗水は分別排出している。

(8) 2-13 (工場番号)

A. 業務内容

鉄素材の釣り道具 (竿、リール) 部品の銅メッキ、ニッケルメッキ、クロム・黒クロムメッキ

B. 工場面積

220 m² (図1.3.8.参照)

C. 作業工程

(バレル研磨) → (水洗) → (電解脱脂) → (水洗) → (シアン化銅メッキ)
→ (水洗) → (硫酸銅メッキ) → (水洗) → (ニッケルメッキ) → (水洗)
→ (クロムメッキまたは黒色クロムメッキ) → (水洗) → (乾燥)

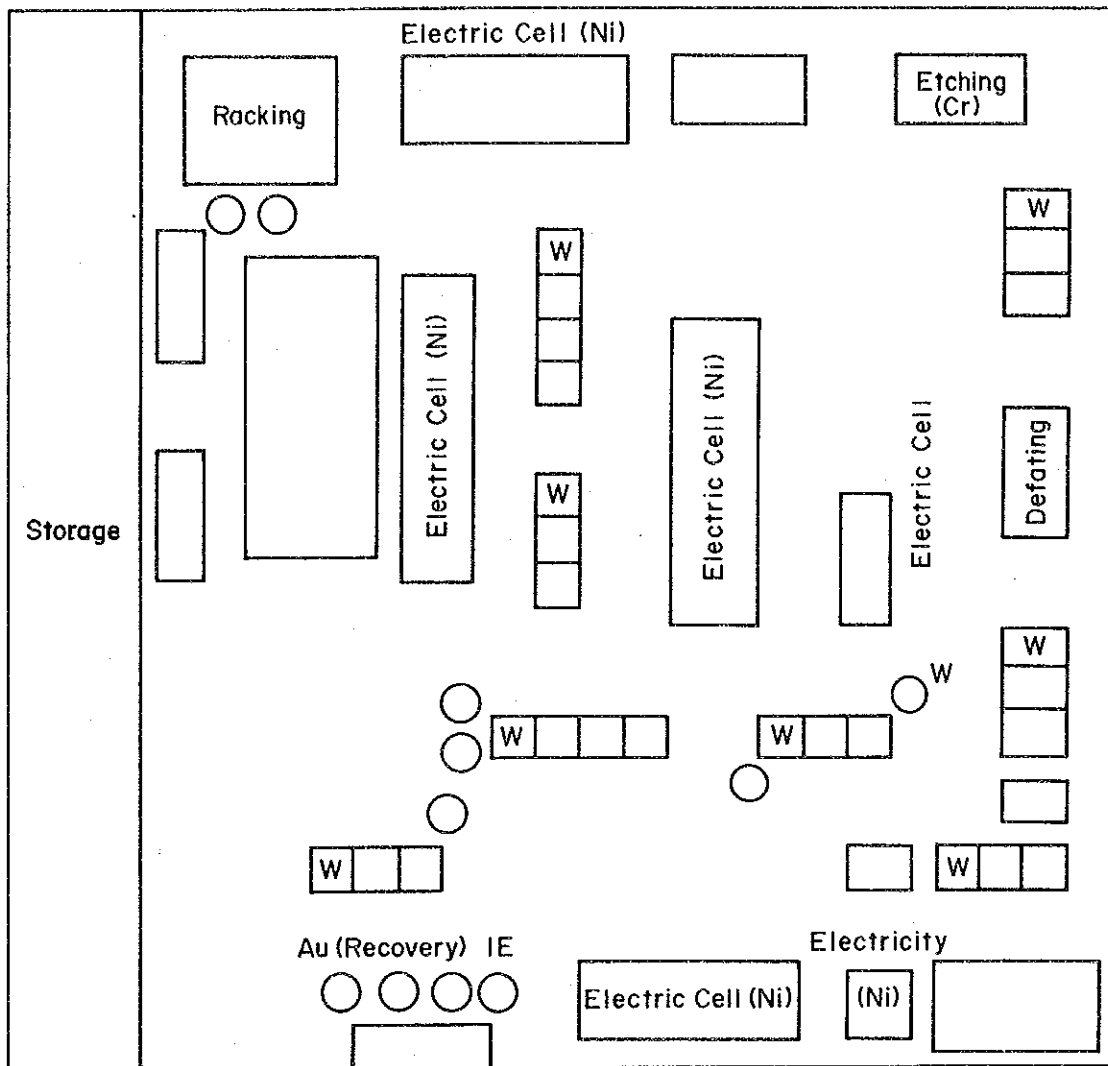


図1.3.7. 工場番号1-26の作業場配置図

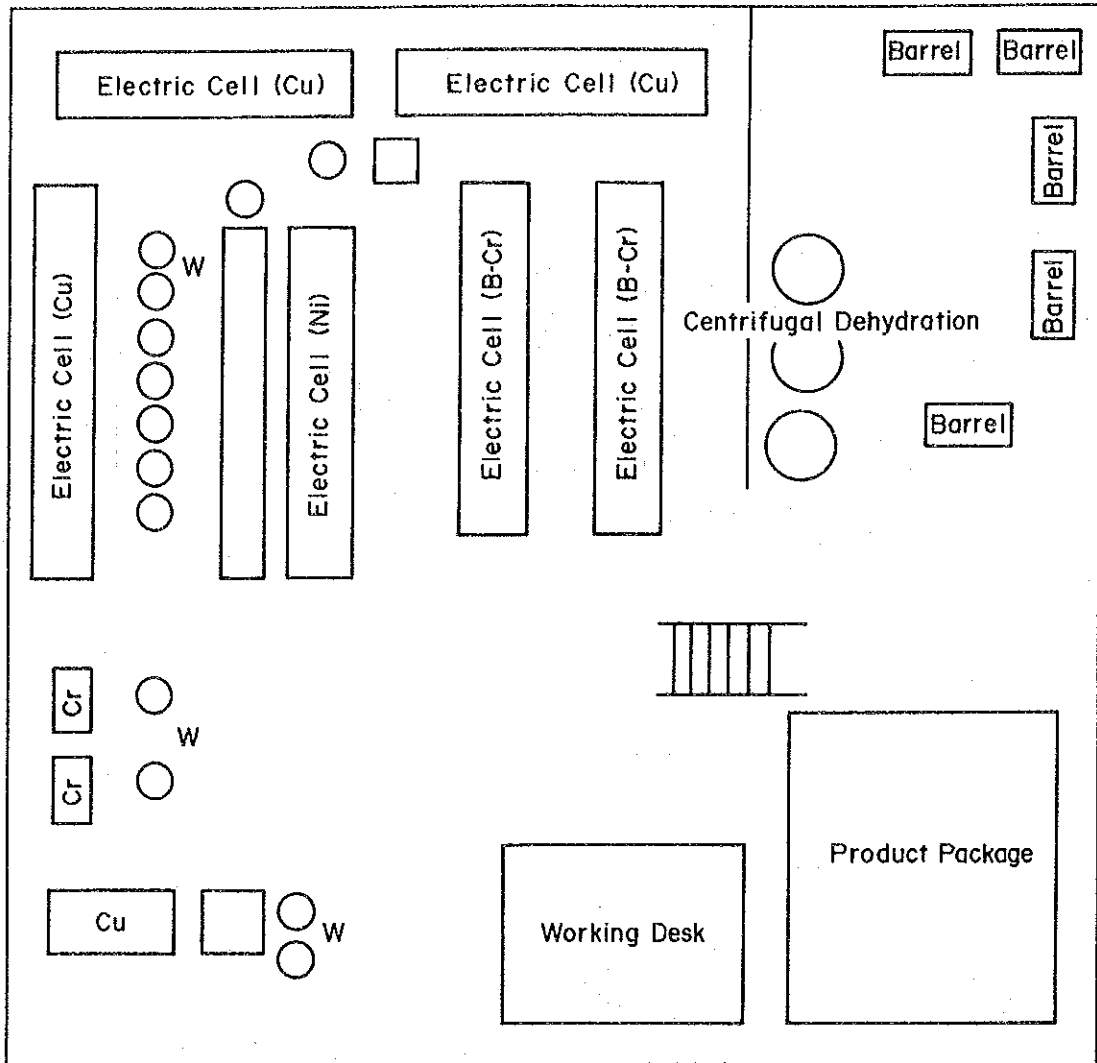


図1.3.8. 工場番号2-13の作業場配置図

D. 用廃水の状況

① 用水及び用途

水道水 ; 6~7 m³/日

浴液は4ヶ月に1回、水洗水は毎日補充

② 廃水の発生状況

浴液 ; 排出しない

水洗水 ; 数段のプラスチック桶によるバッチ水洗の更新による排出

③ 汚濁項目

pH, COD, BOD, Cu, Ni, Cr⁶⁺, CN, P

E. 廃水の排出方法

水洗水は1日の作業終了時に排出

(9) 2-14 (工場番号)

A. 業務内容

鉄素材のテント部品、自動車エンジンの固定部品及び電子部品の亜鉛、クロム・黒クロムメッキ、黒色クロムメッキまたは黒色クロメイト

B. 工場面積

116 m² (図1.3.9.参照)

C. 作業工程

(脱脂) → (水洗) → (酸洗) → (水洗) → (シアン化銅バレルメッキ) → (水洗) → (硫酸銅メッキ) → (水洗) → (ニッケルメッキ) → (水洗) → (クロムメッキまたは黒色クロムメッキまたは黒色クロメイト) → (水洗)

D. 用廃水の状況

① 水量及び用途

水道水 ; 5 m³/日

水洗水の補充

② 廃水の発生状況

浴液 ; 1回/月ごとに硫化ナトリウムを添加して析出した金属をろ過後、再度使用するので排出はない。ただし、スラッジは作業場床面を通り共同廃水処理場に流出している。

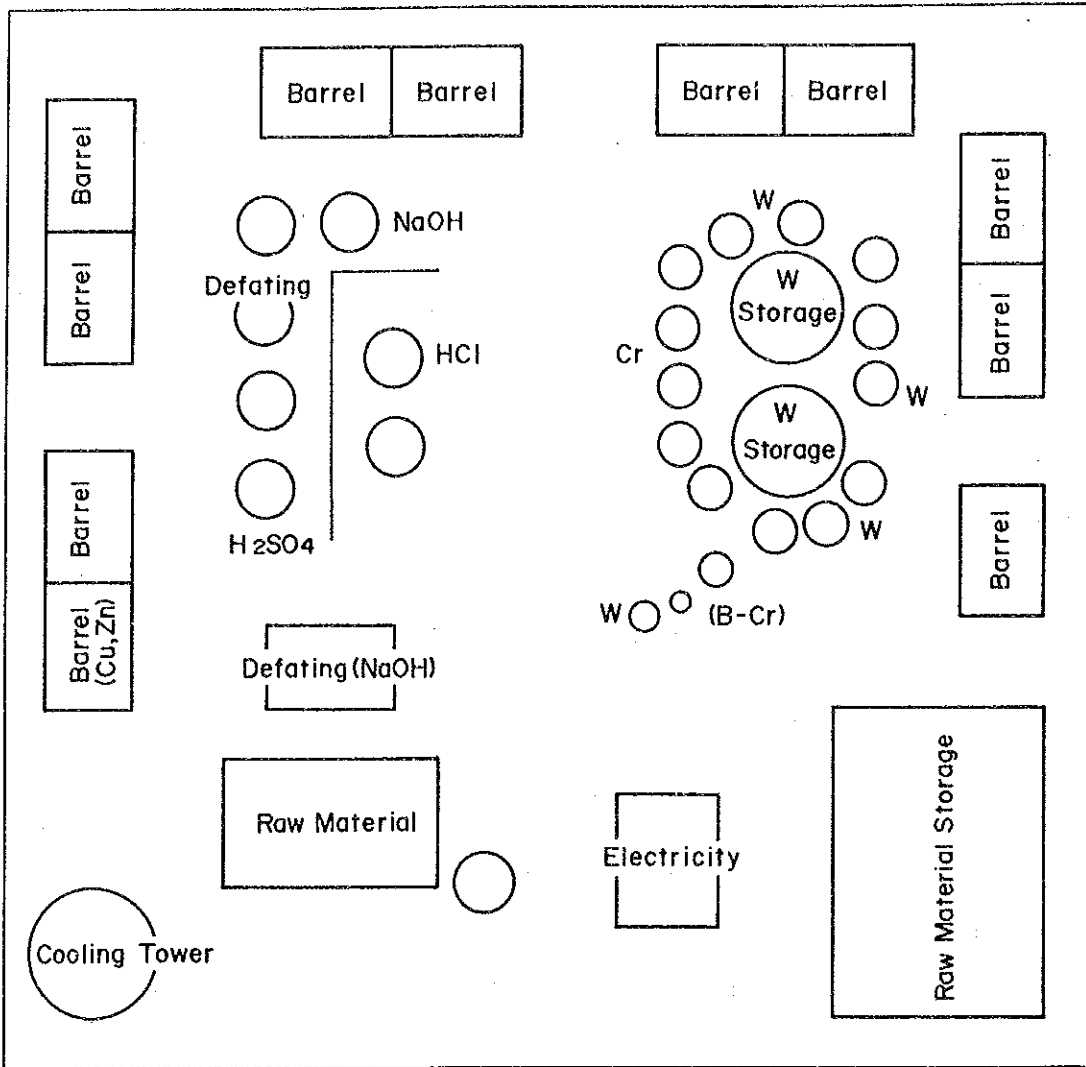


図1.3.9. 工場番号2-14の作業場配置図

水洗水；数段のプラスチック桶によるバッチ水洗の更新による排出

③汚濁項目

pH, COD, BOD, Cu, Ni, Cr⁶⁺

E. 廃水の排出方法

水洗槽は1-16工場と同様に順に先送り、目視により一部の水洗槽を排出

(10) 3-1 (工場番号)

A. 業務内容

繊維ボビンのパーカーライジング(亜鉛)

B. 工場面積

198 m² (図1.3.10.参照)

C. 作業工程(半自動)

(アルカリ脱脂) → (水洗) → (酸洗) → (水洗) → (浸漬) → (水洗) →
(錆止め/切削油) → (植物油浸漬) → (乾燥)

D. 用廃水の状況

①用水及び用途

水道水；10 m³/日

作業時の水洗水、浴液の補充

②廃水の発生状況

浴液；排出しない

水洗水；1段または2段向流水洗による排出

③汚濁項目

pH, COD, BOD, Zn, Mn, n-Hex

E. 廃水の排出方法

水洗水は作業中に酸・アルカリ系に排出している。

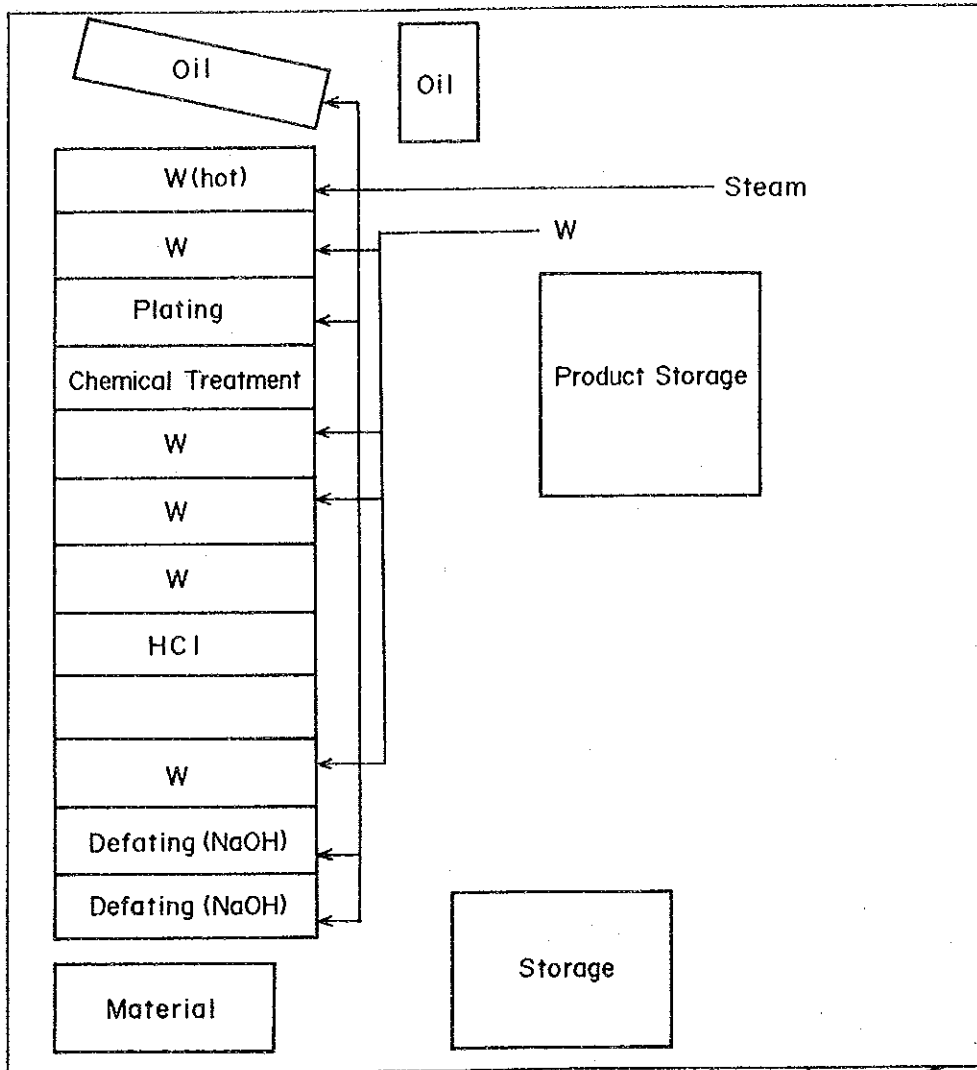


図1.3.10. 場番号3-1の作業場配置図

1.4 用排水系統の状況

(1) 用水系統

メッキ工業団地で使用されている用水は、第1事業場、第2事業場及び第3事業場とも全て上水道である。

上水道の用途を大別すると、①生産に関わる用水と、②生活に関わる用水である。

生産に関わる用水には、①各メッキ工場の生産用水、②共同廃水処理場の用水がある。一方、生活に関わる用水には、①厨房用水、②水洗便所用水、③洗濯用水がある。

各メッキ工場で使用される水は、①浴建て、②洗浄、③床洗浄、④冷却等に使用される。また、工場内の作業環境対策として設置されている室内フードからの排出ガスを浄化する共同排ガス洗浄塔の洗浄循環水にも使用される。

共同廃水処理場で使用される水は、①薬品溶解、②脱水機の洗浄、③ろ過塔の逆洗、④イオン交換樹脂の再生、⑤その他装置の洗浄、⑥床洗浄等に使用される。

厨房用水は第1事業場で使用されている。

水洗便所用水及び洗濯用水は、第1事業場、第2事業場及び第3事業場のいずれでも使用されている。

(2) 排水系統

生産工程からの廃水は、各工場から分別されて、事業場に設置されている共同廃水処理場のシアン系廃水受槽、クロム系廃水受槽及び酸・アルカリ系廃水受槽にそれぞれに排出される。排出状況は、床こぼれ水が常時に、水洗水が常時または1日ごとに、また、浴液が年1回以上の頻度で排出される。さらに、共同の排出ガス洗浄塔の洗浄用循環水が排出される。廃水量は、生産に関わる用水量から外部に委託処分する一部の高濃度廃水量、温浴及び冷却水の蒸発量、さらに排出ガス洗浄塔での蒸発量を差し引いた量である。一方、共同廃水処理場では、メッキ工業団地の外部に立地するメッキ工場から運搬されてくる廃水を受けて処理をしている。そのため、当該廃水処理施設より放流される処理水量は、生産工程からの廃水量を上回る。廃水の処理水は下水道に放流される。

生活廃水は、し尿が通性嫌気性菌による嫌気性浄化槽で処理がなされて、その他の生活雑排水とともに下水道に放流される。

1.5 廃水処理施設及び再生処理施設の状況

S社の経営するメッキ工業団地の3事業場の中で、廃水処理施設を有する工場は第1事業場及び第2事業場である。

再生処理施設はいずれの事業場にも設置されていない。

第1事業場及び第2事業場に設置されている廃水処理施設は、①廃水処理のシステム、②施設の構造及び規模、③処理施設に設置されている単位機器、④運転の方法、⑤運転に関わる作業員数等がほぼ同様であることから、第2事業場の廃水処理施設を選んで状況を説明する。

(1) 廃水処理施設のフローシート、レイアウト

廃水処理施設のフローシートを図1.5.1.に、レイアウトを図1.5.2.に示す。

廃水処理施設には、①シアン系廃水受槽、②クロム系廃水受槽、及び③酸・アルカリ系廃水受槽が設置されていて、各工場から①シアン系廃水、②クロム系廃水、及び③酸・アルカリ系廃水に分別されて排出されてくる廃水を、それぞれ自然流下によって受け入れる。

一方、メッキ工業団地の外部に立地するメッキ工場からタンクローリーで搬入される廃水も、①シアン系廃水、②クロム系廃水、及び③酸・アルカリ系廃水に分別されており、それぞれ①シアン系廃水受槽、②クロム系廃水受槽、及び③酸・アルカリ系廃水受槽に受け入れている。

シアン系廃水受槽に流入した廃水は、揚水ポンプによりシアン・pH調整槽に導かれる。そこにはpH計が設置されていて、廃水のpHを10.5近くに調整するように、pH計と連動する薬注ポンプにより水酸化ナトリウム溶液が注入されるようになっている。pHが調整されると廃水は第1次酸化槽に自然流入する。ここにはpH計及びORP計が設置されており、薬注ポンプと連動して次亜塩素酸ナトリウム及び水酸化ナトリウム溶液が注入されて、pH=10.5、ORP=300 mVに制御される。ここでシアンの第1次酸化反応を完了させる。



次に、廃水は第2次酸化槽に自然流入すると、設置されているpH計及びORP計と連動する薬注ポンプにより、硫酸及び次亜塩素酸ナトリウムが添加されて、

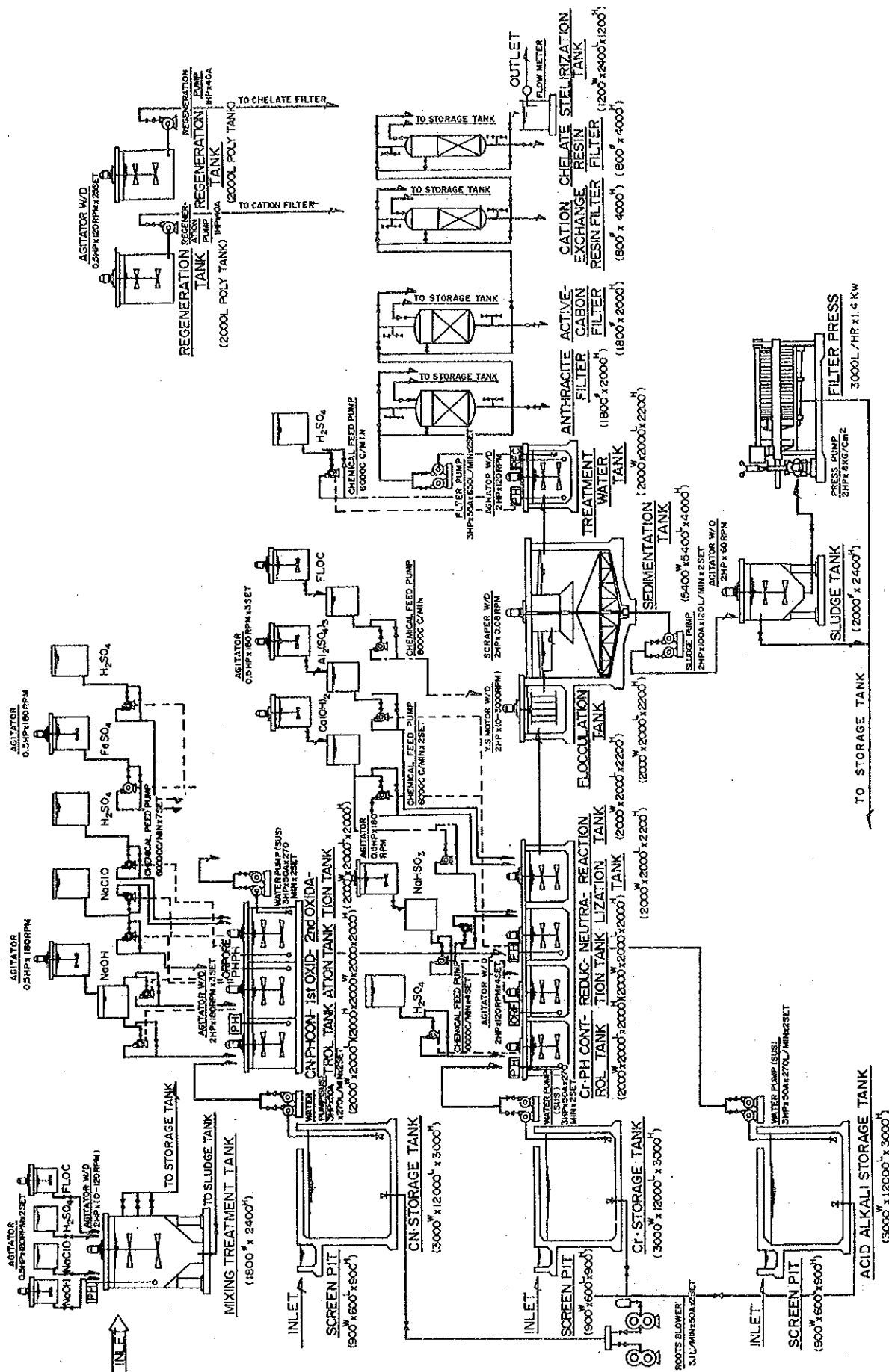
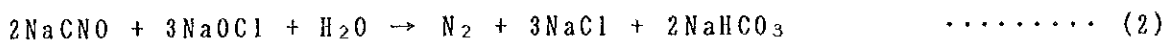
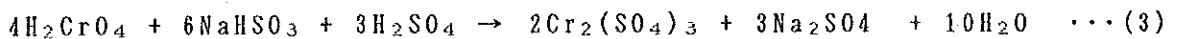


図 1.5.1. 共同廃水処理場のフローシート (第2事業場)

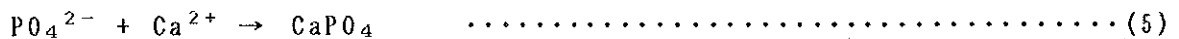
pH = 7、ORP = 600 mVに制御して、シアン第 2 次酸化反応を完了する。



一方、クロム系廃水受槽に流入した廃水は、揚水ポンプによりクロム・pH調整槽に導かれる。そこには pH計が設置されていて、廃水の pHを 3.5 に調整するように、pH計と連動する薬注ポンプにより硫酸が注入されるようになっている。pHが調整されると廃水は還元槽に自然流入する。ここには ORP計が設置されていて、ORP計と連動する薬注ポンプにより亜硫酸水素ナトリウム溶液が注入されて、ORPを 650 mV に制御して、六価クロムを三価にする還元反応を完了する。



還元反応を終了したクロム系廃水は、次の中和槽に自然流下により導かれると、ポンプにより移送されてきたシアン系廃水の処理水と、酸・アルカリ系廃水受槽の揚水ポンプにより移送されてきた酸・アルカリ系廃水と混合される。中和槽では pH計が設置されていて、混合廃水の pHを 9.5 に調整するように、pH計と連動する薬注ポンプにより硫酸または水酸化カルシウム溶液が注入される。ここで廃水中の重金属が水酸化物に、また、一部のりん酸イオンがりん酸カルシウムに、ふっ素イオンがふっ化カルシウムとなって析出する。さらに、廃水中の油分等の有機物質の一部が同時に凝集分離される。



この中和処理水は自然流入によって次の反応槽に導かれる。ここで硫酸バンド（硫酸アルミニウム溶液）及び水酸化カルシウム溶液が定量注入されて、凝集性を高めるとともに、残存する一部のりん酸イオンをりん酸アルミニウムとして析出させることができる。



反応槽で凝集処理された廃水は、次のフロック槽に自然流下により導かれると、高分子凝集剤が注入されてフロックが形成する。

フロックを生成した廃水は次の沈殿槽に静かに導かれて、フロックを底部に沈殿分離させ、上澄水はオーバーフローさせて次の処理水槽に貯留する。

処理水槽では pH計が設置されていて、処理水の pHを排水基準の範囲に調整させ

るために、pH計と連動する薬注ポンプにより硫酸が注入される。

処理水の水質が排水基準を越えていない場合は、このまま水質監視槽を経て放流されることが常のようである。一方、処理水の水質が排水基準を越えて、これまでの単位操作をさらに行うことにより処理され得るときは、処理水をフィルター用ポンプにより各受槽に戻して、再度処理を行って放流する。

pH調整された処理水はフィルター用ポンプにより急速ろ過塔に圧送される。急速ろ過塔にはアンソラサイトが充填されていて、残存している懸濁物質のろ過除去を行う。これは次工程の前処理装置として設置されているものである。

ろ過水はそのまま次の活性炭吸着塔に圧送される。ここで処理水中に残存しているCOD、BOD等の有機物質を吸着除去する。

活性炭処理水はそのまま次のカチオン交換樹脂塔に圧送される。ここで処理水中に残存している微量の重金属が除去される。

カチオン交換樹脂処理水はそのまま次のキレート樹脂塔に圧送される。ここで処理水中に残存しているキレート化している微量の重金属が除去される。

以上の処理工程を経た処理水は、次の水質監視槽を経由して放流される。

一方、沈殿槽で沈殿分離した汚泥は、槽底部に設置されているレーキにより、槽底部中心に掻き集められると、排泥ポンプにより汚泥貯槽に排出される。

汚泥貯槽に貯留された濃縮汚泥は、フィルタープレスにかけて脱水処理を行う。脱水ケーキはバンカーに貯留されてから、廃棄物処分場に車にて搬出、処分される。脱離水及びろ布洗浄廃水は受槽に戻されて、廃水とともに処理を行う。

急速ろ過塔の逆洗廃水、活性炭吸着塔の逆洗廃水、イオン交換樹脂の再生廃水及びキレート樹脂の再生廃水は、各受槽に戻され、廃水とともに処理を行う。

(2) 主要機器の諸元

第2事業場に設置されている共同廃水処理施設の主要機器を表1.5.1.に示す。

廃水処理施設は、建設費469,315,000 Won (融資額439,000,000 Won、償却7年、補助金なし、賦課金なし)により1987年にS会社自身により建設された。

表1.5.1. 主要機器の仕様

No.	NAME	Q' TY	SPECIFICATION
1	CN STORAGE TANK	1	3,000 ^W × 12,000 ^L × 3,000 ^H
	SCREEN PIT	1	900 ^W × 600 ^L × 900 ^H
	PUMP	2	3HP × 50A × 270l/m
2	Cr STORAGE TANK	1	3,000 ^W × 12,000 ^L × 3,000 ^H
	SCREEN PIT	1	900 ^W × 600 ^L × 900 ^H
	PUMP	2	3HP × 50A × 270l/m
3	ACID ALKALI STORAGE TANK	1	3,000 ^W × 12,000 ^L × 3,000 ^H
	SCREEN PIT	1	900 ^W × 600 ^L × 900 ^H
	PUMP	2	3HP × 50A × 270l/m
4	CN・pH CONTROL TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,000 ^H
	AGITATER	1	2HP × 120RPM
	pH CONTROLLER	1	
5	1st OXIDATION TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,000 ^H
	AGITATER	1	2HP × 120RPM
	pH CONTROLLER	1	
	ORP CONTROLLER	1	
6	2nd OXIDATION TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,000 ^H
	AGITATER	1	2HP × 120RPM
	pH CONTROLLER	1	
	ORP CONTROLLER	1	
7	Cr・pH CONTROL TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,000 ^H
	AGITATER	1	2HP × 120RPM
	pH CONTROLLER	1	
8	REDUCTION TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,000 ^H
	AGITATER	1	2HP × 120RPM
	ORP CONTROLLER	1	
9	NEUTRALIZATION TANK	1	2,000 ^W × 2,000 ^L × 2,200 ^H

表 1.5.1. 主要機器の仕様

つづき

No.	NAME	Q'TY	SPECIFICATION
	AGITATER	1	2HP×120RPM
	pH CONTROLLER	1	
10	REACTION TANK	1	2,000 ^W ×2,000 ^L ×2,200 ^H
	AGITATER	1	2HP×120RPM
11	FLOCCULATION TANK	1	2,000 ^W ×2,000 ^L ×2,200 ^H
	AGITATER	1	2HP×0-300RPM
12	SEDIMENTATION TANK	1	5,400 ^W ×5,400 ^L ×4,000 ^H
	PUMP	2	2HP×100A×120l/m
13	TREATMENT WATER TANK	1	2,000 ^W ×2,000 ^L ×2,200 ^H
	AGITATER	1	2HP×120RPM
	pH CONTROLLER	1	
	PUMP	2	5HP×65A×650l/m
14	ANTHRACITE FILTER	1	1,800φ×2,000 ^H
15	ACTIVE CARBON FILTER	1	1,800φ×2,000 ^H
16	CATION EXCHANGE RESIN FILTER	1	1,800φ×2,000 ^H
17	CHELATE RESIN FILTER	1	1,800φ×2,000 ^H
18	STERILIZATION TANK	1	1,200 ^W ×2,400 ^L ×1,200 ^H
19	REGENERATION TANK	2	2,000l
	AGITATER	2	1HP×120RPM
	PUMP	2	1HP×40A
20	MIXING TREATMENT TANK	1	1,800φ×2,400 ^H
	AGITATER	1	2HP×120RPM
21	SLUDGE TANK	1	2,000φ×2,400 ^H
	AGITATER	1	2HP×60RPM
22	CHEMICAL TANK	13	
	CHEMICAL FEED PUMP	7	6,000 ml/m, 8,000 ml/m

また、2年前（1990年）に日本の企業によりキレート樹脂塔を増設している。

（3）運転及び維持・管理状況

共同廃水処理場の運転に従事しているS会社の社員は6名である。そのうちエンジニアが1名であり、他の5名は技術員（作業員）である。運転時間は各工場の稼働に準じて1日8時間である。

A. 廃水の受入れ

共同廃水処理場でのヒヤリングによれば、一部の高濃度廃水は当廃水処理場で処理を行わず、外部に委託処分しているとのことである。メッキ工場の訪問調査では、金メッキを行っている装飾メッキ工場では、自社に設置してあるイオン交換樹脂により吸着回収している工場もあれば、金メッキの濃厚廃水を外部に売り処分している工場もある。

一方、メッキ工業団地の外部に立地するメッキ工場から搬入される廃水の処理には受託料金が定まっておき、当初に定められた料金により自動的に廃水を受け入れている。廃水の水質は搬入のたび毎にチェックをされていないので、処理の対象となる廃水の量及び質の変動が激しく、運転が一層困難になっている。

B. 運転状況

共同廃水処理場の施設の運転に当たり、廃水処理（受託・再利用）施設運営日誌が作成されている。

日誌は、指導・点検機関の検印と排出施設管理者の決裁印があり、その記入内容は以下のとおりである。

a. 廃水発生及び受託量

廃水処理量別に、前日在庫量、自体発生量、賃貸工場排出量、車両別受託廃水運搬量を記入欄がある。

b. 廃水処理量

廃水の種別（酸化系、還元系）に、廃水放流量、消耗（蒸発量）、資源化（再

利用時)、再委託量及びその他の記入欄がある。

c. 処理施設稼働時間、放流時間及び勤務者の職種・氏名

廃水の種別に、1日24時間に仕切られた表に稼働時間を記入する欄がある。

d. 計器指示値

積算電力計、放流水の積算流量計及び水道流量器における各計器ごとの値及び管理状況を記入欄がある。

e. 薬品使用量

NaHSO₃、NaOCl、Al₂(SO₄)₃、H₂SO₄、高分子凝集剤、K.D、NaOH、NaOH (33%)、K.D.K の薬品別に薬品性状、用途、購入量、消耗の内訳、残量の記入欄がある。

f. 産業廃棄物処理

廃棄物種類ごとに、搬入量、当日発生量、当日処理量、処理方法(自社・委託)、当日残量、保管状態の記入欄がある。

g. 処理施設の故障の有無

装置ごとに、故障時間、故障状態、措置事項、廃水処理の中断の可否、その他を記入欄がある。

h. 自社による水質分析結果

pH、BOD、SS、ヘキササン抽出物質(n-Hex)、CN、Cu等の項目別に最高濃度及び最低濃度、試料採取時間、分析時間の記入欄がある。また、外部委託による分析の場合は、事業所名を記入するようになっている。

なお、水質分析は週2回程度行っているとのことである。

C. ユーティリティ

(電力使用量)

$$2.5\text{kW} \times 20\text{箇所} \times 8\text{h/日} = 400\text{kW/日}$$

(薬品使用量)

薬品名	単価	月使用量	月額
NaHSO ₃	430 Won/kg	6,000 kg/月	2,580,000 Won/月
NaOCl	112 Won/kg	2,000 kg/月	244,000 Won/月
Al ₂ (SO ₄) ₃	170 Won/kg	1,000 kg/月	170,000 Won/月
H ₂ SO ₄	125 Won/kg	1,500 kg/月	187,500 Won/月
高分子凝集剤	3,100 Won/kg	70 kg/月	217,000 Won/月
K.D	240 Won/kg	20,000 kg/月	4,800,000 Won/月
NaOH (70%)	380 Won/kg	8,000 kg/月	3,040,000 Won/月
NaOH (33%)	120 Won/kg	70,000 kg/月	8,400,000 Won/月
K.D.K	2,000 Won/kg	2,000 kg/月	4,000,000 Won/月

d. 受入れ水質及び処理水質

第2事業場及び第1事業場に設置されている共同廃処理場における、シアン系受槽、クロム系受槽、酸・アルカリ系受槽の廃水、ならびに六価クロム還元処理水、沈殿槽の上澄水、活性炭処理水及びキレート樹脂処理水の水質を表1.5.2.及び表1.5.3.に示す。

各受槽に貯留されている廃水は、当該工業団地に入居しているメッキ工場の廃水と、メッキ工業団地の外部に立地するメッキ工場から運搬されてきた廃水の混合廃水である。従って、水質分析を行った試料は混合廃水である。

また、急速ろ過塔以降の各単位機器は、第1事業場及び第2事業場においても試料採取時には運転されていなかったため、各塔に滞留している処理水を採取したものである。

表 1.5.2. 共同廃水処理場の原水と処理水の水質
(第 2 事業場)

ITEM \ SAMPLE	CN STORAGE TANK	Cr STORAGE TANK	ACID-ALKALI STORAGE TANK	Cr ⁶⁺ REDUCTION REACTOR
pH	1.84	3.20	2.22	9.70
Acidity (epm)	49.6	9.36	39.8	—
Alkalinity (epm)	—	—	—	11.2
Conductivity (μs/cm)	—	—	—	5,640
COD _{Cr} (mg/l)	548	269	429	429
Cu (mg/l)	403	130	269	—
Ni (mg/l)	204	133	50.3	—
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.05	353	< 0.05	< 0.05
Zn (mg/l)	230	244	278	—
Fe (mg/l)	278	—	116	—
CN (mg/l)	239	113	212	53.2
T-P (mg/l)	153	143	5,530	—

ITEM \ SAMPLE	SEDIMENTATION TANK	ACTIVATED CARBON TOWER	CHELATE RESIN TOWER
pH	9.45	7.74	7.44
Conductivity (μs/cm)	5,030	467	433
COD _{Cr} (mg/l)	124	70	26
Cu (mg/l)	55.4	2.70	2.58
Ni (mg/l)	0.31	—	0.18
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.05	—	< 0.05
Zn (mg/l)	1.00	—	0.36
Fe (mg/l)	0.58	0.66	1.01
CN (mg/l)	31.2	0.67	1.39
T-P (mg/l)	2.01	—	0.53

表 1.5.3. 共同廃水処理場の原水と処理水の水質
(第1事業場)

ITEM \ SAMPLE	CN STORAGE TANK	Cr STORAGE TANK	ACID-ALKALI STORAGE TANK	Cr ⁶⁺ REDUCTION REACTOR
pH	2.07	2.27	1.72	11.5
Acidity (epm)	47.9	28.1	78.3	—
Alkalinity (epm)	—	—	—	7.93
Conductivity (μ s/cm)	—	—	—	2,940
COD _{Cr} (mg/l)	5,180	748	459	120
Cu (mg/l)	3,270	463	675	—
Ni (mg/l)	936	16.8	202	—
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.05	108	< 0.05	< 0.05
Zn (mg/l)	170	451	250	—
Fe (mg/l)	798	—	—	—
CN (mg/l)	2,740	170	127	28.7
T-P (mg/l)	942	467	257	—

ITEM \ SAMPLE	SEDIMENTATION TANK	CHELATE RESIN TOWER
pH	9.17	8.31
Conductivity (μ s/cm)	1,400	184
COD _{Cr} (mg/l)	273	164
Cu (mg/l)	11.7	0.14
Ni (mg/l)	2.22	0.08
Cr ⁶⁺ (mg/l)	< 0.05	< 0.05
Zn (mg/l)	0.08	0.11
Fe (mg/l)	0.34	0.42
CN (mg/l)	11.2	< 0.005
T-P (mg/l)	0.50	< 0.2

1.6 その他関連する状況

(1) 団地周辺の状況

メッキ工業団地は仁川工業地帯に立地し、海岸近くに位置する小規模事業場が密集する区域である。

仁川工業地帯は仁川港を有し、海上輸送ばかりでなく、ソウルから高速道路及び鉄道が整備されている。原材料や製品の輸送は仁川港及び高速道路が利用されており、道路は産業道路となっている。また、労働者は鉄道や車により通勤が可能な地域である。

メッキ工業団地の周辺には、自動車、電気・電子、機械工業等の機関産業の関連会社が立地しており、この工場で製造されている部品のメッキを当メッキ工業団地に入居しているメッキ工場が賃加工として営業しているわけである。また、家庭雑貨品の部品加工も周辺の工場で行われている。

従って、当メッキ工業団地は、原材料の入手、製品の販路、消費地、運送の便利性、親企業または関連企業との関係、地理的要因等において、仁川工業地帯特有の地域性を有している。

(2) 団地の運営状況

S社はメッキ工業団地を建設して、無償でメッキ工場に入居させている。各工場へは有償で電力、水道等のユーティリティを供給し、また、廃水及び廃棄物を有償で処理・処分している。

一方、メッキ工業団地の外部に位置するメッキ工場の廃水を、有償で処理・処分する産業廃棄物処理業を営んでいる。これらの収入によりメッキ工業団地は経営されている。

また、入居している工場に対する社長等の有するメッキ廃水処理技術等に関する情報の提供もあるものと思われる。一方、各メッキ工場においてはメッキ技術に関する情報の収集に向ける熱意は強く、独自で調査を行ってはいるものの情報入手が困難であるのが現実である。

廃水処理において問題が生じたときは、各メッキ工場の技術者を召集し、解決に向けて検討を行うための会議が行われる。会議においてメッキ工場に原因があ

ることが判明した場合は、S社はメッキ工場に対して改善命令をだす。メッキ工場が対策を実施しない場合は、退去命令がだされることもある。

共同廃水処理場における廃水処理費は12,000～13,000 Won/tと言われる。

一方、廃水処理施設で発生する汚泥量は1～2 t/日(含水率70～75%)で、その処分費は87,000 Won/t + 15,000 Won/m³ (運搬費)である。また、汚泥等の廃棄物の有効利用は行われていない。

(3) 立地企業の公害防止の意識

訪問調査によると、立地企業の公害防止への意識は次のとおりである。

a. 調査に応じたメッキ工場の経営者あるいは技術者の公害防止への意識は高い。水洗方式においては回収槽が設置されていること、廃水は分別して排出していること、排気用フードが設置されていること等から、S社による公害防止、作業環境に関する教育の徹底がうかがわれる。

b. 現場の実務者においては、廃水の分別排出の意識はあるものの、一部のメッキ工場ではシアン系とクロム系の水洗槽を共用しているところがあった。これは、廃水の分別排出の目的を、廃水処理の観点から理解されていないことを意味している。

c. メッキの特殊性にもよるが、用廃水の徹底した管理を実施しているメッキ工場が一部にある。

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

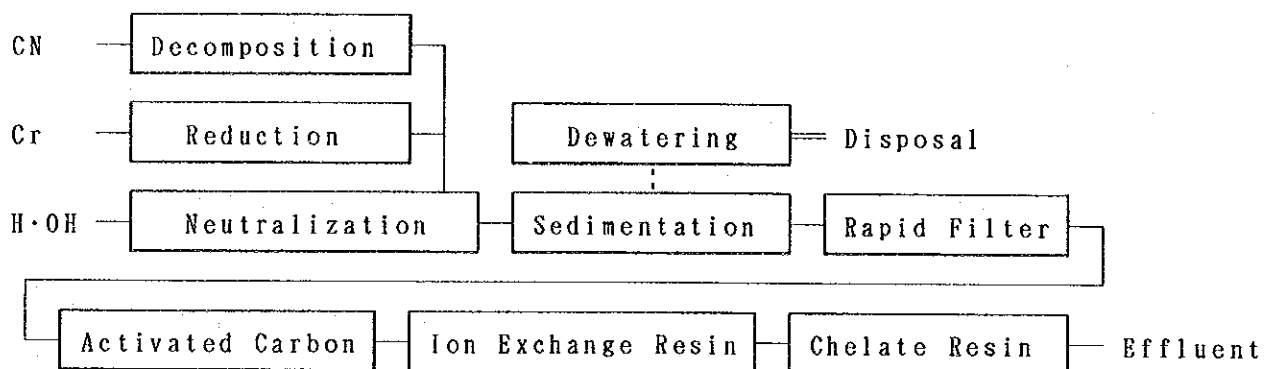
現在の廃水処理施設の概要は、1.5 廃水処理施設及び再生処理施設の状況で報告したとおりである。

また、廃水の再生利用を行っているメッキ工場もなく、第1事業場及び第2事業場の共同廃水処理場においても廃水の再生利用は行っていないことは、先に報告したとおりである。従って、ここでは共同廃水処理場の評価を行い、問題点を抽出することとする。

当メッキ工業団地の共同廃水処理場の施設は、各工場から①シアン系廃水、②クロム系廃水、及び③酸・アルカリ系廃水の3種に分別されて排出されてくる廃水を受け入れ、無害化処理をするシステムと、その処理水に残存するCOD、BOD等の有機物質を除去するシステム、さらに処理後に微量に残存するおそれのあるキレート化合物となった重金属を除去するシステムから構成されている。

また、廃水処理に伴って発生する汚泥は脱水処理をして、脱水ケーキを外部に搬出して委託処分するシステムが採られている。

本廃水処理システムは、メッキ工業団地の総合廃水を安全に処理し、処理水を下水道に排出する合理的なものである。



しかしながら、当該廃水処理施設はメッキ工業団地に入居している各メッキ工場からの廃水を処理する廃水処理施設であるばかりでなく、メッキ工業団地の外

部に立地するメッキ工場の廃水をタンクローリー車で受け入れて、有償で処理・処分をする産業廃棄物処理施設を兼ねている。そのために、廃水処理施設の運転・管理に従事する作業者においては、廃水の水質、水量の変動に対して適切に処理していくための運転に問題を抱えている。

以上の実状を踏まえて、現在の廃水処理施設における問題点を抽出し、その中でも特に基本的項目について以下に示す。

(1) 廃水の受入れ

メッキ工業団地に入居している各メッキ工場では、廃水の排出に細心の注意が払われてはいるものの、一部の工場では廃水の分別排出が十分になされていないようである。シアン系メッキの水洗とクロム系メッキの水洗を同一の水洗槽にて実施している工場が見られ、また、床のこぼれ水が分別されていない工場もあり、廃水の分別排出が不十分であることを示している。メッキ工業団地の多くの工場の中で、一部にこのような工場が存在することは、日本においてもかつては良く見られた初期のメッキ工業団地の廃水処理における特有な問題である。

A. 廃水の分別

現地での訪問調査において、廃水処理施設の各廃水受槽で採取した廃水の分析結果をみると、次の問題点が指摘される。

- a. シアン系廃水受槽の廃水はpHがアルカリ性であるはずのものが、第1事業場の廃水処理施設で2.07、第2事業場の廃水処理施設で1.84と低い。ただし、六価クロムは検出されていない。
- b. クロム系廃水受槽の廃水にシアンが検出されている。第1事業場の廃水処理施設で170mg/ℓ、第2事業場の廃水処理施設で113mg/ℓの値である。
- c. 酸・アルカリ系廃水受槽でシアンが検出されている。第1事業場の廃水処理施設で127mg/ℓ、第2事業場の廃水処理施設で116mg/ℓの値である。ただし、六価クロムは検出されていない。

このことは廃水の分別が十分になされないで排出されていることを示している。

この原因として、次のことが予想される。

- a. 1.6 その他関連する状況で報告したとおり、一部のメッキ工場で見られた例のように、水洗槽が異なる廃水系統で共用されている。これは廃水の分別以前の問題である。
- b. 各メッキ工場で廃水の分別が十分になされないで排出されている。
- c. 産業廃棄物処理として受け入れる廃水が、既に種々の廃水が混合された状態である。
- d. 産業廃棄物として受け入れる際に、誤って他の受槽に投入したか、または、受槽が満杯なため他の受槽に投入した。

シアン系廃水受槽の廃水のpHが酸性であるということは、多量の酸系廃水が混入していることが推測される。シアン系廃水受槽に酸系廃水が混入することにより廃水のpHが酸性側になると、廃水中のシアン化合物が分解して有毒なシアンガスが発生して非常に危険である。また、クロム系廃水にシアン系廃水が、酸・アルカリ系廃水にシアン系廃水が混入されると、これらの廃水を当廃水処理施設で処理を行っても、当然、処理不十分になることが予想される。その状況は、廃水処理施設の各処理工程ごとに試料を採取して分析した結果にあらわれている。例えば、沈殿槽で銅、ニッケル、亜鉛の重金属とシアンが検出されている。この状態での放流は不可能であるので、再度、処理を行うことになる。これは処理費の増加を招き、また、他の廃水を処理する時間を妨害することになる。そのために、廃水処理施設の運転・管理に従事する作業者は、これらのことを適切に処置することにおいて大きな問題を抱えている。

B. 産業廃棄物処理事業としての廃水の受入れ

S社では、メッキ工業団地の外部に位置するメッキ工場の廃水を受け入れて、産業廃棄物処理事業として当廃水処理施設で廃水処理を行っているが、その受入れ方に問題を有しているようである。

廃水の受入れ当初においては廃水分析が行われて、当該廃水処理施設での処理方法が十分に検討されているが、その後になってメッキ工場での水量、水質の変動が当然予想される。また、分別が十分に行われていないおそれもある。

日本における産業廃棄物処理の事業者は処理するために、持ち込まれた廃水とそのつど分析を行って処理の可能性を確認した上で、その廃水を受け入れている。

この共同廃水処理場においても、廃水を受け入れる際に、廃水の組成分析を十分に行ってから、受槽に廃水を投入することが肝要である。当廃水処理施設で処理の困難な物質が含まれていたり、他の廃水が混入しているおそれがあるからである。それらを知らずに受け入れて、廃水の処理を行った場合には、処理水質に問題を生じることが起こり得る。また、濃度を確認することにより処理コストの適正化を図ることもできる。

C. 廃水受槽

廃水の受槽は、廃水種別に各1槽が設けられている。訪問調査を行った各メッキ工場では、浴液の更新頻度は年に1回以上程度と少ないが、浴液は排出されている。排出する浴液は劣化してはいるものの濃度は高いため、この廃水が排出されるときは、受槽の廃水濃度が急激に上昇することになる。このとき、廃水処理施設では、中和、酸化、還元等の処理工程で注入される必要薬品量は多くなるが、ポンプの設定量が必要量より不足していれば、処理が不完全となるおそれがある。

また、酸・アルカリ系廃水受槽に、濃厚な酸系廃水とアルカリ系廃水が同時に排出されると多量の中和熱が発生して危険である。また、受槽を損なうおそれがある。

(2) 廃水の処理システム

廃水処理システムにおける不備は、いずれも廃水の処理不完全を引き起こす原因となるものである。

A. シアン錯体の処理

シアン錯体のうち、ニッケルのシアン錯体及び鉄シアン錯体は、当廃水処理システムでは処理されない。

a. ニッケルのシアン錯体

ニッケルのシアン錯体は次亜塩素酸ナトリウムによって分解されるが、その

反応は極めておそく長時間（24時間）を要するため、連続処理システムに混入しないように流入管理に注意を要する。

第1事業場の廃水処理施設の沈殿槽でニッケル及びシアンが検出されている。ニッケルはシアン錯体の状態であることも予想される。

ニッケルのシアン錯体が混入した場合は、廃水を当連続処理システムではなく、別途に処理をする必要がある。

b. 鉄シアン錯体

鉄シアン錯体は次亜塩素酸ナトリウムによってほとんど分解されない。また、キレート樹脂によっても完全に吸着除去されない。

メッキ廃水処理でシアン処理の不完全である事例の原因に、鉄シアン錯体によるシアンの検出例は多い。それはメッキ槽に落ちた素材の鉄が溶出して鉄シアン錯体が形成され、すくい出されてメッキ廃水中に入ることが原因と推測されている。

鉄シアン錯体が混入した場合は、廃水を当連続処理システムではなく別途に処理をするか、または、処理をする単位操作を当処理システムに加える必要がある。

B. クロム還元槽のpH計

クロム還元槽には ORP計とともにpH計を設置して、pH値も制御する必要がある。ORP値は酸化還元物質の電位（濃度）とともに水素イオン濃度を測定する。還元剤の添加とともに廃水のpHも変化するため、還元剤の添加量を ORP値により制御（ON-OFF）させるためには、pHは一定にしておく必要がある。そのためにpHの制御は必要である。

C. 硫酸バンドの添加

当廃水処理システムでは、まず重金属を含む廃水を中和槽に導いてアルカリ処理をして重金属を水酸化物として析出させた後に、次の反応槽に導いてここで硫酸バンドと水酸化カルシウムが添加されている。この理由は、凝集性の向上を図っているものと考えられる。

アルミニウムが水酸化物を生成するpHは中性付近が適当である。生成した水酸

化アルミニウムのフロックは、微細化しやすいメッキ汚泥の凝集性を向上させる。しかし、生成した汚泥を含んだままpHを低下させることは、水酸化物として析出した重金属が再溶解するおそれがある。そのため、沈殿槽で固液分離した後に、再度、硫酸バンドを添加して固液分離を行うシステムの方がより安全である。また、硫酸バンドの添加は汚泥発生量を増加させる。

しかしながら、実際の廃水処理においては理論と異なることも多く、共沈により十分な処理水質が得られておれば、特に問題視する必要はないと考える。

D. 水質監視槽のpH計

処理水の放流に際し、水質監視槽が監視の用をなしていない。処理水を槽に貯留して目視観察ができるようにするとともに、pH計を設置してその値を監視及び記録することが必要である。

E. 無電解メッキ液等の別途処理

無電解メッキ液はCOD濃度は高く、また高濃度のアンモニアを含有しているものがある。一般の廃水に混入させずに、別途に処理することが適切である。キレート剤含有廃水も同様である。

(3) 施設

当廃水処理施設は、当初は狭い敷地に各種の槽や単位機器が合理的に配置されていたが、時間が経過するに従い各種の槽等が増設されて手狭になっているように見受けられる。第1事業場の廃水処理施設にその傾向がみられる。

廃水処理場は薬品溶解等の作業を伴うので、操作盤は脱水機室等と共に別室に設置されることが望ましい。

作業者の作業性、安全性を配慮した手すり付きの通路や階段の確保も大切である。

また、廃水受槽は事業場の敷地を有効に使うために、マンホール付き地下槽となっているが、作業者による水位の確認、亀裂等の点検、槽の清掃等がやり易い構造とする配慮も必要と思われる。

(4) 運転

廃水処理施設に従事している作業者は、受け入れる廃水の水質、水量の変動が大きいため、施設の運転に多くの困難な問題を抱えている。

外部から委託を受けた廃水の処理や、処理不完全になった廃水を再度処理をすること等で、通常の運転に加え、それらに対処することに時間が割かれているようである。

廃水種別の各廃水受槽や各反応槽をやりくりして、どうにか全量を処理しているのが現状である。当然のことながら、代用の反応槽ではこのやりくりに対応できる制御機器は設置されていない。そのため、そのような運転方法はさらに不完全な処理を引き起こす危険性をはらんでいる。また、これらの事情のため廃水処理に携わる作業者は、安定した運転を行うのに必要な数以上とならざるをえない。産業廃棄物処理事業の特性を考慮した、抜本的な対策が必要である。

(5) 維持・管理

反応槽に設置してある ORP計のセンサーの不良が一部にみられる。処理に支障が起こる前に交換することが、維持・管理の原則である。

また、現在はフッ素に腐食されにくい電極が開発されて、広く使用されているので、それを使用することが好ましい。

2.2 現在のシステムの改善案

現在の共同廃水処理場の処理システムは合理的なものであるが、抽出された問題点は分別の不完全な廃水の排出と、施設の運用上に起因するものが多い。

メッキ廃水処理は、産業廃水のなかでも最も注意を要して行わねばならぬもののひとつである。また、メッキ工業団地の廃水は、多くのメッキ工場から排出されてくる各種廃水からなる総合廃水であるため、廃水は極めて複雑な性質を持っている。その上、同一の廃水処理施設で産業廃棄物処理業を併せて行っていることから、それらの廃水を処理するには高度の技術を要することになる。

そのため、メッキ工業団地に入居しているメッキ工場は言うまでもなく、メッキ工業団地の外部の立地しているメッキ工場においても、廃水の排出に際しては分別されていること、廃水の排出元がはっきりしていること等が徹底して実施されていることが、受け入れ側である共同廃水処理施設においては前提条件となる。

また、メッキ工場は小規模事業であり、経済的にも十分な余裕がないのは、韓国ばかりでなく日本や欧米においても同様である。

以上の現状を踏まえて、既設の装置を生かした方法により、抽出された問題点に対処すべき改善案を提案するものとする。

(1) 研究室の整備

廃水の受入れ、廃水処理性の確認、廃水処理技術及びメッキ技術等の研究・開発を目的として、以下を整備されることが望ましい。

① 廃水種別の組成、処理技術に関する資料の整備

② 自動分析装置の設置

共 通 ; pH計, OPR計, 導電率計, 吸光光度計等

重 金 属 ; 原子吸光分析装置

誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP)

アニオン ; イオンクロマトグラフ

シ ア ン ; シアン自動分析装置 (錯体の確認も可能)

③ 技術者の養成

(2) 廃水受槽の改善

- ① 酸・アルカリ系廃水受槽を酸系廃水受槽とアルカリ系廃水受槽に分別
- ② 各廃水系ごとの高濃度用廃水受槽の設置または既設槽の分割

高濃度廃水は少量ずつ低濃度廃水とともに処理、またはアルカリ系廃水の中和処理に向けて有効利用を図る。

(3) 鉄シアン錯体含有廃水の処理

現状の廃水処理システムでは、鉄シアン錯体を含有する廃水のシアンの処理は期待できない。

現状のシアン分解工程の後に、亜鉛白法による処理操作を追加することが望ましい。

処理の原理、条件等については、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。

(4) バッチ用反応槽の機能付加

バッチ用反応槽 (MIXING TREATMENT TANK) に pH 計、ORP 計等を設置し、また、現状のフローにある水酸化ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウム、硫酸及び高分子凝集剤以外に水酸化カルシウム、無機凝集剤、亜硫酸ナトリウム等の還元剤、及びその他の酸化剤等が注入できるようにし、さらに加温できるようにして、別途処理をすべき廃水の処理や資源回収に対応できるようにする。

処理の対象として考えられるものは次のとおりである。なお、処理の原理、処理の条件等については、V. ガイドラインを参照のこと。

- ① ニッケルシアン錯体を含むメッキ浴液の処理
- ② 重金属錯体を含む脱脂液、メッキ剥離液の凝集沈殿処理
- ③ 無電解メッキ浴液のフェントン法等による COD 酸化処理、及びりんの凝集処理
- ④ ホウフッ酸の処理
- ⑤ 粉末活性炭吸着法による有機溶剤含有廃水、キレート含有廃水の処理、COD、BOD の処理

⑥ 重金属のフェライト化処理

⑦ EDTA含有の脱脂液、メッキ剝離液からEDTAの回収

EDTAが低pHで析出する性質を利用して、分離回収する方法である。

(5) 自動化

① 廃水受槽に水位計の設置

水位を表示するとともに揚水ポンプのON-OFFと連動させる。

② 高分子凝集剤供給ポンプと揚水ポンプとの連動

③ 現状把握用のグラフィックパネルの設置

以上に述べた現在の廃水処理システムにおける問題点とその改善案を表2.2.1.にまとめて示す。

表 2.2.1. 現在の廃水処理システムの問題点と改善案

項目	問題点	改善案
廃水の受入れ	(1) 廃水の分別排出の不十分	① 教育の徹底, 抜打ち検査 ② 研究室の整備, 廃水処理に関する資料の整備 1) 廃水処理に使用する装置の設置 2) 自動分析者の養成 3) 技術者の養成 ③ 産業廃棄物処理として受入れる 廃水の分析の徹底
廃水処理システム	(1) 廃水受槽の分別の不十分	① 酸・アルカリ系廃水受槽を酸系槽 廃水受槽とアルカリ系廃水受槽 に分別 ② 各系ごとに高濃度廃水受槽を 設置
	(2) 鉄シアン錯体の処理が不可能	① 遊離シアン処理の後に、亜鉛白 法による操作を付加する
	(3) クロム還元槽での pH 計の不備	① クロム還元槽に薬注ポンプと連 動する pH 計を設置
	(4) 水質監視槽での pH 計の不備	① 水質監視槽に記録計を伴う pH を 設置
	(5) 不十分な自動化	① 廃水受槽に水位計を設置 ② 高分子凝集剤の供給ポンプと揚 水ポンプの ON-OFF を連動 ③ 現状把握用のグラフィックパネ ルの設置
廃水処理施設	(1) 操作盤の設置場所の不適切	① 別室に移転または雰囲気遮断
	(2) 安全管理	① 手すり付き通路や階段の確保
	(3) 廃水受槽の構造の不備	① 水位の確認, 亀裂等の点検, 槽 の清掃が可能な構造にする
	(4) 混合槽の使用価値がない	① 高濃度廃水、錯体含有廃水、ほ うふっ酸含有廃水、有機物質含 有廃水等の回分式処理やフェー イト化処理、EDTA の回収機 等として有効利用するための機 能を付加する。
運転及び維持・管理	(1) 産業廃棄物処理業としての設備, 自覚の不十分	① やりくりするための制御機器を 各反応槽に設置すること ② 現状でやりくりをすることをや り、上記を実施する
	(2) 維持・管理の不徹底	① 不備を修理する ② 新技術, 新製品等の情報を常に 入手する

3. 最適システムの検討

韓国のメッキ工業団地の代表的な実例としてS社の工業団地を取り上げ、その廃水の共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メッキ工業団地のモデルと考え、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

最適システムの選定基準を表3.1.1.に示す。

- ① 廃水処理施設においては、現在、韓国で実施されているか、あるいは近く実施が予定されている各種の公害関連の規制を満足させる、最も経済的な廃水処理システムを最適システムとする。CASE-1及びCASE-2について概念設計及び経済試算を行う。
- ② 再生利用システムにおいては、再生水として現在の使用している上水道の水質以上の用水が得られる、最も経済的なシステムを最適システムとする。CASE-3について概念設計及び経済試算を行う。CASE-4、CASE-5は参考として検討を行う。

表3.1.1. 最適システムの選定基準

Treatment Levels \ Case	Existing Standards	High Reduction of COD	Closed system
Wastewater treatment only	CASE-1 ◎	CASE-2 ◎	×
Wastewater treatment and recycling	CASE-3 ◎	CASE-4 ○	CASE-5 ○

Note) ◎ ; Will be selected ○ ; Studied for reference
 × ; Will not be selected

最適システムの検討の対象とするメッキ工業団地は、第2事業場とする。その理由は、第1事業場、第2事業場の各々に入居するメッキ工場の数、内容、規模等及び各事業場の共同廃水処理場はほぼ同じであること、第2事業場はメッキ工業団地としてコンパクトにまとまっていること、同事業場について提供を受けた情報が豊富であること、第2事業場は産業廃棄物の処理量が少なく現状の把握が容易であること等である。

検討の基本方針は次の通りである。

A. ①、②の最適システムの検討は、現在、S社が行っている産業廃棄物処理の事業は除外し、入居しているメッキ工場の廃水のみを対象とする共同廃水処理、再生利用について実施する。

B. 各メッキ工場は作業面積が狭く、メッキ工場個別に廃水処理装置または再生利用装置を設置することは不可能である。そのため、処理の対象とする廃水はメッキ工業団地の総合廃水とする。

C. 処理の対象とする廃水の水量、水質については、訪問調査で得られた資料及び日本における各種の資料を基に検討を加えて想定する。

まず、廃水の分別が完全に実施されて排出されたときの水量・水質を定め、これを現状の廃水とする。次に、低減対策がなされ、廃水を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して排出された場合の水量、水質を定める。これを低減対策後の廃水として廃水処理システムを検討する対象とする。さらに、水洗工程に向流多段洗浄方式を採用した場合の水洗廃水を半高濃度廃水と水洗廃水とに分別する。このときの廃水を向流多段洗浄方式後の廃水とし、再生利用システムを検討する対象とする

D. 提案する最適システムに一般性を持たせるために、第2事業場の持つ地域の特殊性は除外し、処理施設の設置場所を仁川市内とする。

E. 建設費、運転費等の経済試算においては、設置場所を配慮した韓国における標準的な価格を採用する。