廃水処理対策の考え方と解決法*

——とくに共同排水処理について——

長 沢 満**

1. 廃水処理対策の考え方

1.1 水質保全面よりみた工場立地状況の適否の検討

1.1.1 廃水の排出状況（質ならびに量）と公害発生状況の把握

1.1.2 水質規制に関する法令の施行状況とその見直しについて十分検討を加えること。

1.1.3 工場所在地に下水道建設計画の有無を調べ、下水道計画があるときは、下水道流入についての条件を検討する。

④ 廃水の水質よりみて前処理の必要性の有無。

㊤ 下水料金（前処理が必要なときはこれに要するコストも含む）と自己処理の場合の費用との比較。目下の下水料金は東京都の浮間処理場を除き濃度別料金は採用されていないが、将来採用される可能性がある。今浮間処理場の濃度別料金を紹介すれば、 $\text{pH } 5.7 \sim 8.7$, $\text{SS} < 300 \text{ ppm}$, $\text{BOD} < 300 \text{ ppm}$, $\text{CN} < 2 \text{ ppm}$, $\text{Cr} < 3 \text{ ppm}$ の制限内の廃水は低料金で処理されるが、制限を超える汚水濃度の場合には表1の前処理料金が課される。

1.1.4 下水道利用が不可能のときは自己処理のケースについて検討を加えるが、この場合複数工場で共同処理が可能かどうか検討する。

④ 廃水の相互作用による特性の改善

中和作用（酸性廃水とアルカリ性廃水、酸化性廃水と

還元性廃水）、補完作用（活性汚泥処理における P, N を含む廃水、凝集沈殿処理における凝集剤たとえば第一鉄を含む廃水）、希釈作用（濃厚廃水と希薄廃水）

㊤ 装置の高度化に伴うスケールファクター（0.7 乗）による施設費の低減

㊤ 共同作業による運搬費（人件費、動力費、薬品代の節減）の低減

㊤ 汚泥処理の集中合理化などがあげられる。

1.1.5 共同処理を行なうケースとして、現地点においてパイプまたは運搬車で廃水を集合させるか、あるいは工場移転や工場アパートの建設による共同処理の可能性を検討する。

1.1.6 上記の計画が不可能なときは、個別処理で廃水処理計画をたてる。この場合にも立地条件によっては、④立地地点を変更（工場移転）して、移転先で廃水処理を進めるケースと㊤現地点のまま廃水処理を行なうケースがある。

1.2 廃水処理を具体化する前に検討すべき事項

1.2.1 廃水の水質面よりみた生産工程の変更、改善例

④ ガス工業における石炭乾溜より油分解への転換

㊤ レーヨン工業より合成繊維工業への転換

㊤ サルファイドパルプよりクラフトパルプへの転換

㊤ さく酸製造におけるカーバイト法より石油化学法への転換

㊤ パルプ工業での塩素添加法の改善

㊤ パルプ工業でのパルプ向流洗浄法

④ 石油精製工業やガス工業での間接冷却法の採用

㊤ 染色工業での染色装置の改善

1.2.2 用廃水の再利用

1.2.3 廃水配管システムの再検討の合理化

1.2.4 廃水中から有効成分の回収

1.2.5 処理後に発生する汚泥処分の検討

1.3 適正なる廃水処理法の採用

工場廃水の水質は業種によりあるいは工場ごとに多岐多様にわたることが多いのでケースバイケースに適正な

表1 前 処 理 料 金

汚水の濃度	料 金	
800 未満	3.80 円/m ³	但し濃度は次の算式により算出した数値
800~1,200	4.70	による
1,200~1,800	5.50	$A + 1.7(B + S) + P$
1,800~2,700	6.60	A: pH 5.7~8.7 を超える場合のアルカリ度 (mg/l)
2,700~4,000	8.30	B: BOP ₁ より 300 を減じた値 (mg/l)
4,000~6,000	11.00	S: SS より 300 を減じた値 (mg/l)
6,000~9,000	15.00	P: シアン又は Cr の mg/l 値より夫々 2,3 を減じた値の合計
9,000~14,000	20.00	
14,000~20,000	29.00	
20,000~50,000	35.00	
50,000 以上	管理者が算定	

* 昭和43年3月29日受理

** Mitsuru Nagasawa 公害防止事業団業務部事業第一課長

廃水処理法を選択適用しなければならない。なお汚水処理における単位工程、操作の種類はつぎのように分類される。

1・3・1 ((物理的方法)): 沈降分離、沈降濃縮、スクリーニング、浮過、浮上分離、遠心分離、気曝(沈降促進、脱気などのため)、吸着、加熱、脱水、蒸発、乾燥など

1・3・2 ((化学的方法)): 化学的処理(酸化剤、還元剤の使用、電気分解など)、中和、凝集沈殿、イオン交換、焼却など。

1・3・3 ((生物化学的方法)): 散水汚床法、活性汚泥法、メタン発酵法、ラグーン池法など。

1・3・4 ((その他の方法)): 希釈法、地下注入法、海中流入法、投棄法、これらは何れも本格的処理方法ではないので別の公害が発生されない場合にのみ限られなければならない。

以上が理論的に考えられる実施可能な処理方法であるが、公害処理に関する技術にはすべて経済的可能性とも関連があるのでこの点よりも考慮されなければならない。なかんずく水質のみならず水量のとくに多い業種については理論的可能性一杯の処理は経済的に追従できないので実現不可能の場合が多く、この場合には立地地点の選択配慮に重点をおいて考慮されなければならない。また以上のべてきたのは理論的に処理方式が確立された業種の場合にいえる事柄であるが、産業排水の種類によっては処理に困難を感じるものも存在する。酸アルカリ型は中和と沈殿分離の組み合わせにより、有機型は大略生物化学的処理により処理可能な廃水とみることができ、薬品含有型廃水中には複雑なものが多くて、上記単位処理方法の組み合わせでそれぞれに解決しなければならないが、それでも単独処理では問題を残して解決できないものも散見される。たとえば染色廃水や染料医薬品中間物がそれである。このような場合都市周辺の下水道普及地域では下水道流入ということで解決されるが、下水道の未設置地区に対する工業立地の場合には下水道と類似の方法で微生物に栄養源となる有機性廃水との共同処理(活性汚泥処理)により有害薬品の影響を緩和しつつ処理してしまうケースも考えられる。以上の見地からも、廃水処理施設を先行投資して誘導立地を進めるためにもこの薬品含有型と有機型廃水の合併処理の場合の未解決技術を解明する必要があるのである。

2. 廃水処理に対する助成措置と公害防止事業団

公害防止施設に対する助成措置は工場排水法第16条、ばい煙規制法第30条に規定されているが、現在つぎのような税制上、金融上の措置が講ぜられている。

2・1 税制上の措置

2・1・1 固定資産税の非課税

法の指定地域に関係なく、新設、既設の区別なく適用されている。

2・1・2 固定資産税の軽減措置

重油脱硫装置およびバラスト水処理施設に対して昭和42年1月2日以降3年間に新設されたものについて、3年間の固定資産税に限り、固定資産税の課税標準価格の1/2の軽減措置をとる。

2・1・3 特別償却

重油脱硫装置およびバラスト水処理施設に対して、昭和42年6月1日以降2年間に新設されるものには初年度1/3の特別償却が適用される。

2・1・4 耐用年数の短縮

2・2 金融上の措置

2・2・1 中小企業に対するもの

中小企業設備近代化資金による無利子貸付け、公害防止事業団、中小企業金融公庫、中小企業振興事業団などによる融資がある。

2・2・2 大企業に対するもの

日本開発銀行ならびに公害防止事業団による融資がある。

2・3 公害防止事業団の事業概要

前述のように公害防止事業団は融資事業も行なっているが、事業団の行なう事業については公害防止事業団法第18条に規定してあるとおり、つぎの5つの事業から成り立っている。

① ばい煙処理施設、汚水処理施設などの共同公害防止施設

② 共同利用建物いわゆる工場アパート

③ 公害多発地域から移転する工場などが集団して設置されるための工場移転用地

④ 共同福利施設いわゆるグリーンベルト

⑤ 公害防止施設に対する貸付け

なお譲渡または貸付けの金利は事業団業務開始以来、中小企業6分5厘、大企業7分で行なってきたが、昭和43年4月以降は表2ならびに表3の条件により業務を行なうこととなっている。

2・4 公害防止事業団の実施例

2・4・1 四日市地区工場廃水共同処理施設

四日市鈴鹿地先海域には四日市港を中心として南北20km、東西7kmの範囲に異臭魚が発生しているが、これを防止するため昭和41年2月に水質基準が設定され、油分については本基準(各工場とも活性汚泥処理後の石油系油分1ppm以下)と暫定基準が作定され、同年10月より暫定基準が適用されていて将来本基準が適用されることになっている。それより先、三重県より発酵研究

表2 譲渡の条件

		中小企業地方公共団体	大企業
頭 金	共同公害防止施設	20%	30%
	共同利用建物 工場移転用地 共同福利施設	5%	10%
	共同公害防止施設	機械装置 その他	10年以内 20年以内
支払期間	共同利用建物 共同福利施設		20年以内
	工場移転用地		15年以内
	共同公害防止施設	機械装置 その他	なし 2年以内
据置期間	共同利用建物 工場移転用地 共同福利施設		2年以内
	共同公害 当初3年間 防止施設 4年目以降	6分 6分5厘	6分7厘5毛 7分
	共同利用建物 当初3 工場移転用地 年間 共同福利施設 4年目 以降	6分5厘 6分5厘	7分 7分

表3 貸付条件

		中小企業地方公共団体	大企業
融資比率	共同公害防止施設	80%以内	70%以内
	共同処理関連施設		
	個別公害防止施設	80%以内	50%以内
償還期限	共同公害防止施設	機械装置	10年以内
	共同処理関連施設	その他	20年以内
	個別公害防止施設		10年以内
据置期間	共同公害防止施設	機械装置	1年以内
	共同処理関連施設	その他	3年以内
	個別公害防止施設		1年以内
利 率	共同公害 当初3年間 防止施設 4年目以降	6分 6分5厘	6分7厘5毛 7分
	共同利用建物 当初3 工場移転用地 年間 共同福利施設 4年目 以降	6分5厘 6分5厘	7分 7分

表4 建設経費分担方式

項 目	対 象 施 設 名	備 考
1. 共通部分 (均等割)	(1) 建屋 (2) 建屋設備工業 (3) 電気 工事 (4) 仮設工事 (5) 機械設備基礎 工事 (6) ケーブルピット (7) 計装器 機 (8) 雑工事 (以上のうち共通部分のみ)	
2. 水量部分 (指数・比例 部分)	(1) 貯留槽 (2) 硫酸貯留槽 (3) オイ ルトラップ (4) 排水ポンプ (5) 配管 (6) 計装器機 (以上の通水系統部分とその工事費)	指数とはスケ ールファクタ ーを考慮
3. 水質負荷部 分(指数・ 比例部分)	(イ) SS+BOD (1) 脱水機 (2) 真空ポンプ (3) 汚過 槽 (ロ) BOD+ COD (1) 曝気槽 (2) 沈殿槽 (3) フロー (4) 空気系配管 (5) ポンプ (6) 塩化 鉄貯槽 (7) 計装器機 (8) 電気工事 (9) 建屋工事 (10) 雑工事 (以上のうち曝気、沈殿に関するもの および工事費)	指数とはスケ ールファクタ ーを考慮

表5 運転経費分担方式

項 目	内 容	分 担 方 式
1. 固定費部分	(1) 人件費 (運転員を除く) (2) 減価償却 (3) 金 利 (4) 税 金 (5) 地 代 (6) 修 理 費 (7) 雑 費	均 等 割 建設費負担割 " " " " "
2. 変動費部分	(1) 人件費 (運転員) (2) 薬品費 (3) 電力費 (4) スラッジ処理費	BOD 負荷割 " {75%: BOD負荷割 25%: 水量割 (SS+BOD) 負荷割

施設建設経費ならびに運転経費の分担方法について通産省、四日市市、三重県、事業団、4社などにおいて協議を行なった結果一応の結論をえたので昭和42年12月公害防止事業団と4社の間に建設業務受託および譲渡契約を交した。運営管理母体は4社のほか四日市市より出資された資本金1千万円の有限会社により行なうこととし、3月8日に新会社の設立登記が行なわれた。経費分担のうち建設経費分担方式は表4、運転経費分担方式は表5のとおりである。

つぎに本計画の概要をのべるとつぎのとおり

(1) 処理方式： 活性汚泥法（エアージェスター法による）

(2) フローシート

(3) スラッジについて

(イ) 発生量： 日量約22トン（85%含水率とし

所に研究依頼を行なって、石油化学系、洗毛系、有機系の対象10工場の排水について活性汚泥法とメタン発酵法の併用により実施しうる見通しを、その後昭和41年12月より数ヶ月にわたりさらに検討を進めたところ洗毛系廃水中には洗剤のABSが含まれて処理に害を及ぼすことと、石油化学系廃水中にもP、Nの栄養源が生物処理を行なうのに必要な量が含まれていることが分り、石油化学系4社の廃水のみ活性汚泥処理結果では、BOD約500ppm、油分15~20ppm、の4社総合廃水がBOD8~15ppm、油分2.2~2.7ppmまで低減することが実証され、同時にBOD負荷1.2~1.5kg/m³/日、スラッジの生成量；除去BODの50~60%という成績もえている。

昭和42年3月には「日本合成ゴム(株)」「味の素(株)」「三菱油化(株)」「三菱化成工業(株)」の四社連名にて譲受申込書の提出を行ない、その後施設の運営管理母体と

て)

(ロ) 処分方法 試運転の結果、発生するスラッジにより検討する。処分方法が確立する間は海洋投棄を行なう。

(ハ) 処分費 日額約5万4千円

(4) 施設建設費 約2億円(土地代を含まず)

(5) 運転経費 1日当り約9万円(人件費を含まず)

(6) 施設の設置場所 日本合成ゴム(株)四日市工場内(四日市市川尻地区)

(7) 建設期間

(イ) 着工予定 昭和43年5月

(ロ) 施設完工予定 昭和43年12月

(ハ) 試運転予定 昭和44年1月~3月

(ニ) 引渡予定 昭和44年3月

含油性廃水を下水に混合し活性汚泥法により処理を行っている例は外国で色々見聞されるが、工場排水のみで共同処理を行ない油分などを除去しようとする試みは本事業が最初である。したがって本事業成功の暁は四日市の他の地区のみならず、日本各地の石油コンビナートにも波及してゆくものと思われる。

2・4・2 東京葛飾地区工場アパート(工場廃水共同処理施設)

メッキ工場の廃水中にはシアンやクロムが多量に含まれていて各地で公害を起こすことが多い。この廃液対策としては排水処理装置を設置するか、下水道に流入させるかであり、しかも下水道にも多量のものを流入させる時は終末処理の機能を損なう恐れもあるので前処理をする必要も生じてくる。処理装置といっても構造上より二段処理法、循環処理法、回収処理法、混合処理法、錠剤処理法などといった高級なものから簡易なものがあり、全国の電気メッキ業者のほとんど全部が中小企業者である点からも高級高額の処理装置を個別に設置させることは不可能に近く、結局は簡易装置の設置ということになり不完全処理の恐れなきにしもあらずといえる。このような観点から、共同処理により集約して完全処理を行なうことが得策であると考えられるが、メッキ工場の現下の分布状況ではパイプを引いて集水するケースはまず考えられず、バキュームカーにより濃厚老化廃液のみを集めるか、または工場を一個所に集合させて共同処理を行なうケースが考えられる。都市に存在する多くのメッキ業者の場合、親企業の受注関係からも都市を離れて移転することは不利であり、結局は都市内で集合する場合として共同利用工場アパートの建設を行なうのがもっとも有利となる。このほかこの工場アパートには、各企業の経営の合理化、作業の共同化、付帯施設の共同利用など多くの利点をもつものであり、本計画は東京都

葛飾地区の約12工場に適用したもので、昭和42年4月に着工し、昭和43年2月に完成をみた。以下その内容をのべると、

(1) 対象業者

葛飾地区所在の東平鍍金(株)外4鍍金工場と10研摩工場

(2) 工場アパート(共同排水処理施設を含む)建設地

場所: 東京都葛飾区四ツ木5丁目

敷地面積: 1,725m²

(3) 工場アパート建造費

工場アパート地上6階延床面積3,792.5m²(作業面積2,036m²)を建設、共同排水処理施設および排気ガス処理施設の計約4,000万円を含めて、合計35,000万円である。

(4) 処理排水量 450m³/日

(5) 排水処理方法

シアン系: 次亜塩素酸ソーダによる酸化中和方式

クロム系: 重亜硫酸ソーダによる還元中和方式

中和スラッジ: 機械沈殿

なお、処理計画設定にあたり、用水の使用管理をはかり、一次洗浄水は還流使用、二次以降を要処理廃水として、種類別に別系統として集水をはかった。なお建築関係では、床面とサッシュの防食に考慮を加えた。

2・4・3 宮城県塩釜水産加工工場アパート(共同排水処理施設)

宮城県塩釜市はいわゆる“ささかまぼこ”を中心とする大小200社の水産加工業者を擁する水産加工地帯でこれから発する廃水のため松島湾の汚染はかなり進んでいる。たまたま魚市場の移転新設に伴い加工業者の移転対策が講ぜられるにおよび、このさい第1段階としてカマボコ業者約62社を工場アパートに収容、第2段階として残余の業者を集合させて、これらの廃水をすべて共同処理する計画がたてられた。その概要はつぎのとおり。

1) 対象業者

塩釜市所在の煉製品業者ならびに一般加工業者62社

2) 建設予定地

場所: 塩釜市杉ノ入、敷地面積: 14,926m²(4,515坪)

3) 一次処理工場(2棟) 4,472.4m²(1,352坪)

1日320tの原魚を解体し、無頭肉192t(収率60%)をうる施設を建設する。

4) すり身工場(1棟) 1,080m²(246坪)

1日50tの原魚の洗浄、解体、すり身を行ない正肉15t(収率30%)をうる施設を建設する。

5) 保蔵設備 1,715m²(518坪)

魚肉ならびに無頭助宗の需給調整を図り魚価安定のため保存庫を併設する。

6) 廃水処理施設

680m³/日の廃水を活性汚泥法により処理し、余剰汚泥は化成工場に送り原料とする。

7) 化成工場

工場内より発生する頭骨皮の残滓 104t/日と廃水処理場より回送されるスラッジ 4t/日 合計 108t/日を原料とするフィッシュミールと腸の残滓 60t/日を原料とするフィッシュリユブルよりなる化成機械を施設する。とくに悪臭を発生せしめないよう密閉構造とし水洗施設を付置させる。なお洗浄水は廃水処理施設に送り処理するとともに曝気槽の加温にも役立たせることを図っている。

8) 総経費

土地買収費を含め約5億円を予定している。

2・4・4 兵庫県西脇地区染色廃水共同処理

西脇市は加古川の上流部に位置し染色工場が31工場所在していて他に所在するパルプ工場とともに加古川水質汚濁の著しい汚染源となっている。一方、加古川は沿岸に所在する西脇市や高砂市の上水道、工業用水道の水源となっているが、目標水質であるCOD 2.5ppmをかなり上回り、同時に同沿川の農業用水にも害を与えている。これにともない水質基準は昭和42年9月に制定され、染色関係についてはCOD 150ppm, pH 5.8~8.6の規制が公布され、昭和43年11月より適用されることになっている。さて西脇の染色廃水の処理法の研究はいろ

いろ試みられてきたが、たとえば、活性炭による吸着処理について試みられたが、結局は成功しなかった。また硫化染料を主とするため廃水はpH 11以上というアルカリ性を呈し、これを酸で中和すれば不溶性となって沈殿分離するという特性を利用した処理法が試みられた。この場合中和する酸に硫酸や廃硫酸を用いたりあるいは煙導排ガスを利用するガスリアクターによる排水処理法が提唱された。ガスリアクター法は他の酸を用いる場合よりも薬品代がかからないのでランニングコストも安く、かつスラッジ生成量も少ないので有利とみられているが、この点を明確にするため通産省より昭和42年度の鉱工業試験研究補助金の交付をうけて試験プラントを42年10月に設置して試験を進めてきた。その結果によれば、亜硫酸イオンの影響で沈殿効果に悪作用を及ぼすこともあり、廃硫酸を以て中和する場合との経済的優劣を目下検討中であり、近日中に結論をみて実施にふみきることとなろう。

2・4・5 その他

新潟県燕金属加工団地共同排水処理計画、大阪鉄工団地共同排水処理計画、沼津地区共同排水処理施設、林田川地区共同排水処理施設、広島県呉地区ヤスリ工業団地共同排水処理計画、群馬県高崎金属加工団地共同排水処理計画などが実施または実施予定されている。

物理処理：—凝集沈降法と浮遊法*

野 田 道 宏**

1. 水に関する諸問題

水とエネルギーは産業の基幹物質である。近年におけるわが国、鉱工業の急速な発展にともない水とエネルギーの消費量は飛躍的上昇の一路をたどっている。

水使用量の増大は雨量に恵まれている国内においても水資源の不足をまねき、最近では深刻な水不足の声が聞かれる。

量の問題のみならず、最近の水質汚濁および産業の水質に対する高度要求から質の点においても大きな問題が提起されている。

人間の物質文明の豊かさは水の量ではかられるといわれる。こんご科学技術の進展、産業の発達にともないますます水消費の増大、水質に対する高度要求をまねくことは明らかである。

このような水に対する要求に対処するため、上水、工業用水の供給・処理、下水、し尿の集合・処理はおもに地方自治体の事業として大きな企業形態を整えており、

* 昭和43年4月20日受理

** Michihiro Noda 通商産業省 工業技術院 資源技術試験所 産業公害第2部