

# 工業廢水の処理法

大阪大学教授 新 良 宏 一 郎

工業廢水浄化の処理法には大別して生物学的処理法と化学的処理法の二つがある。両者共先づ廢水中に浮遊又は懸垂して混入する固形又は油状物質を除くための、スクリーニング（篩）、スキミング（掬取）、捕砂等の物理操作を前処理として行う場合が多い。

工業廢水の種類によつては、まれに斯様な物理的処理のみで浄化の大体の目的を達しうる場合もある。又生物学的及び化学的処理の實際操作では通気、攪拌、沈降、加熱、濾過等の物理的操作が常に必要である。更に生物学的処理ではバクテリアの發育を阻害する如き廢水成分は取除かねばならないし、時には發育促進のため必要な成分を添加しなければならないこともある。即ち若干の化学的処理を要することが多い。従つて實際の廢液処理では物理的・化学的及び生物的的操作が少くとも2つ以上が組合わされて出来ている。

## I 化学的處理法

化学処理とは化学薬品を用いるもので、廢液中の酸を生石灰で中和するとか、また含有有機物を低廉な酸化剤で除去する種類は勿論之に属しているが、化学処理の大部分は適当な凝析剤或いは沈澱剤を加えて水中の有害成分を微細な沈澱となし、これを沈降分離して液から除去するものである。凝析物或いは沈澱を生成せしめる化学的処置は主として排液の種類により種々適当に撰択せられるべきものであるが沈降及び分離等の化学工学的な工程は排液の種類に関せず、略々同一原理によるものであり種々の排液について類似のものが使用されている。

### (1) 化学処理に使用する凝析剤

化学処理に用いる化学薬品とは、その廢水量に比して極めて小量にして有効なるものであり、且つ価格も極めて低廉でなければ実用性に乏しいことは当然である。

最も多く用いらるるものは粉末CaCO<sub>3</sub>または生石灰であり、これらは酸性成分の中和のみならず、これ自体種々の成分の凝析沈澱剤として有効である。

然しながら化学処理の主体である凝析沈降分離には有害成分の吸着及び共沈の性能が強く、且つ生成する沈澱の沈降速度が大きいことが要求される。そのために比重の大きな沈澱を作る必要がある。アルミニウム又は鉄の塩類と生石灰とがしばしば併用されるが、この場合生石

灰の役割は水酸化アルミニウム或いは水酸化鉄を生成せしめるもので廢液自体がアルカリ性の場合にはこれを要しない。

凝析又は沈澱剤としては、この他に吸着力の強い粘土ベントナイト等も用いられる。

次表は一般に使用される普通試薬と、余り安価でないので一般には用いられないが、廢液の種類に応じ時に用いられることがある特殊試薬とを列記したものである。

斯様な試薬は単独または2種類が組合わされて使用される。

第1表 凝析剤及び沈澱剤

名 称	化 学 式	通 常 名 (市販名)
普 通 試 薬		
硫酸アルミニウム	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·14H <sub>2</sub> O	明 礬
酸化カルシウム	CaO	生 石 灰
水酸化カルシウム	Ca(OH) <sub>2</sub>	消 石 灰
硫酸第一鉄	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	コツパラス
炭酸カルシウム	CaCO <sub>3</sub>	
硫 酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	濃 硫 酸
塩 酸	HCl	
塩化第二鉄	FeCl <sub>2</sub>	無水塩化鉄
粘 土		
硅藻 土		
Boathal		
ベントナイト	H <sub>2</sub> O(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	膠質粘土
特 別 試 薬		
塩化バリウム	BaCl <sub>2</sub>	
塩化カルシウム	CaCl <sub>2</sub>	
Cataphoresis (電離作用)		
塩素化石灰	Ca(OCl) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	
活性炭	C	
膠		
醋酸鉛	Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·3H <sub>2</sub> O	
磷酸	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	
塩化ナトリウム	NaCl	食 塩
硫酸アンモン・アルミニウム	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·24H <sub>2</sub> O	ア ン ニ ャ 礬
硫酸第二鉄	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	
ナトリウム・アルミネート	Na <sub>2</sub> O·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ソーダ明礬
硅酸ソーダ	Na <sub>2</sub> O·SiO <sub>2</sub>	水 硝 子

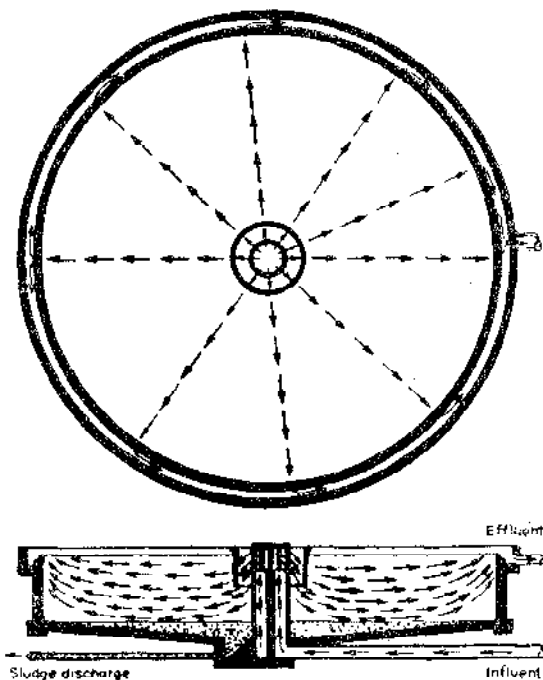
凝析剤の使用量は廃液の種類により相異なるが廃液に対し通常10乃至50P.P.m.以下である。

## (2) 化学処理の装置

化学処理工程の主なものは廃液溜、凝析沈降、汚泥処理等であつて、その内主要なものは沈降工程である。

沈降槽の大きさは廃液の排出量と生成した凝析物或いは沈澱の沈降速度によつて決定せられる。沈降槽は多くは連続式のもので絶えず凝析物を含有した懸濁液を槽に流入し、同時に他方より清澄した滲液を排出するものである。これら各工程の化学工学的装置には各種の型式のものがある。

凝析槽はゆるやかに回転する水掻き型攪拌器又は通気パイプをそなへ、これにより攪拌を行う。沈降槽は長方形、方形、円形の型があり、流入液が槽の中央に入り放射状に外周に向つて流れ周部より流出する型が新しいものとされている。形状如何に拘らず流出口の広い方が上澄液の分離がよい。又槽の容量一定なれば面積の広いもの程上澄液の分離がよい。(第1図は沈澱槽の1例である。)



第 1 図

まず廃液は廃液溜にためられ均一化され、次に凝析槽に移され、ここで凝析剤の添加により凝析沈澱を生成する。この間の滞留時間は通常15分~20分程度とする。次に沈降槽に移され1時間~2時間滞留する。

以上の化学処理により浮遊物では70~90%、B.O.D.では60~80%程度の減少が可能である。

尚沈降槽の下部の泥渣を含む液溜はポンプを用いて排

出しこれを泥渣濃縮床に移し自然の濃縮乾燥を行うか、或いは真空濾過器にかけ濃縮し最後は焼却する。

## II 生物学的処理法

廃液中に常に空気を補給し、好気性バクテリアの作用を促進し、含有有機物質を生化学的に酸化、消失せしめる方法である。これを大別すれば、撒布濾床法と活性汚泥法の2種がある。

### (1) 撒布濾床法

小石(2~2.5inch)、砕石、レンガ破片等をコンクリート槽内に積重ね、その上に廃水を常時撒布するものである。操作を始めてから4~6週間もたてば小石の表面は好気性バクテリアからなる青黒い粘泥膜で覆われる。廃水が小石の間を通過する間に、空気とよく混和し、且上の生成膜にふれて浄化される。

廃液撒布のための装置には噴霧口によるものと、回転撒布器によるものがある。噴霧口は高い位置にある溜からサイホンで廃液が送られ動作される。回転撒布器は円形濾床に用いられるもので、中心軸の周りを緩やかに回転する腕からなつていて、腕に穿つた多数の孔から液を流出する。

濾床の従来形式は低速型と云われ、床の小石の層は少くとも6~9 feetの深さで、廃水処理率は2.10<sup>6</sup> gallon per acre per day、新しい高速型では廃液を再循環してバクテリアと接触せしめるもので、小石層は約3 feetで前者より3~6 feet浅く、処理率は2.510<sup>6</sup> gallon per acre per day程度で約12倍である。勿論高速型では原廃水とほぼ同量の処理水を混合して通過せしめるから、実際廃水処理率は低速型の約6倍程度である。このため高速型では濾床の面積が甚しく減少することが出来、経済的である。(濾床1m<sup>2</sup>当り処理水量前者は約2.2m<sup>3</sup>、後者は約27m<sup>3</sup>)

大体撒布濾床法で処理する廃水のB.O.D.は或る一定限界内にあるべきであるから、この点からも浄化水を返送して原廃水と混じり再循環せしめる。高速型はB.O.D.の高い工業廃水の処理に特に適しているわけである。

第2~3図は撒布濾床法の装置を示す、第2図は標準型、第3図は高速型の1例である。高速型のものにはAero-filter 或いは Bio-filter の別名がある。

### (2) 活性汚泥法

これ生物学的処理法の1種であつて、廃水に適量の活性汚泥を混じこれに充分な空気を通じる方法である。

廃水に長時間空気を通じると泥泥 Flog が生成する、これは通常バクテリアその他微生物の繁殖により廃液から生成される沈澱物である。通気後の廃液を次の沈降槽

第 2 圖

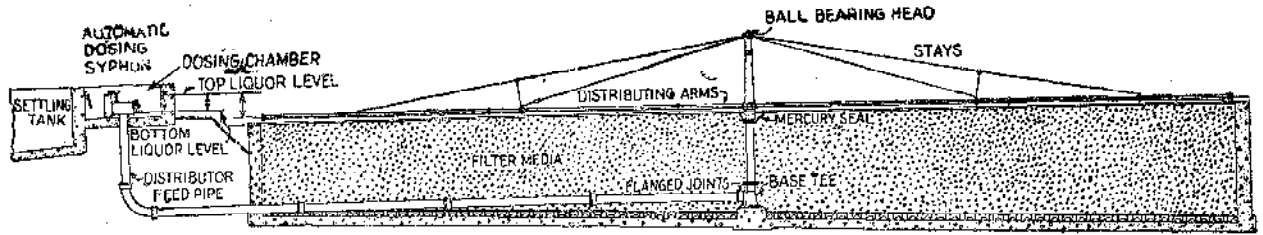
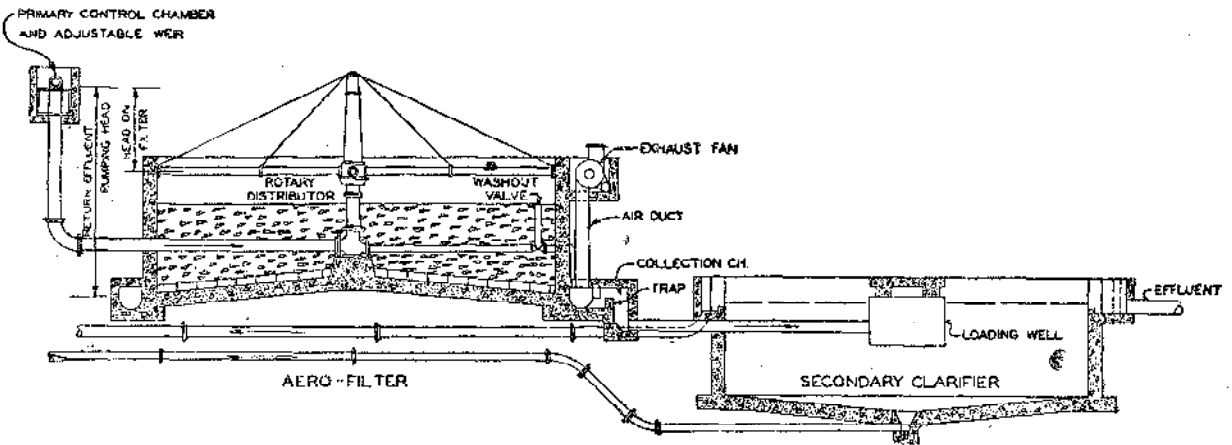


Fig. 21.—Standard trickling filter



第 3 圖

に移し、そこにたまった汚泥の1部を元の通気槽に連続的に返送して、通気槽中の汚泥濃度を一定に保ちながら空気を通じる。斯くすると液中の汚泥に寄生した好気性菌と溶存酸素との作用によつてB. O. Dの原因である廢液成分が漸次酸化せられるのである。

この方法は処理槽の面積が比較的小さくて処理能率を挙げることが特徴であり、液量の多い廢水を処理するのに適している。然し一方多量の空気の吹込を必要とするので動力費がかさむ欠点がある。通気は溶存酸素の供給と液の攪拌の二つの目的のために行うのであるが、通気量を減じ動力費を節約するため機械的攪拌を併用する方法もある。

通気時間は廢水の強度により異なるが一般に6～8時間程度であり、常に溶存酸素が少くとも1 P.P.mを維持せしめることが必要である。このための空気量は1 ft<sup>3</sup>/allon 処理排水、動力は30馬力/10<sup>6</sup> gallon 処理排水、返送活性汚泥の量は混合液の浮遊物の量により調節する。通常下水では浮遊物の量は1,000 P.P.mより低いことが要求されるが、工業排水では3,000 P.P.m程度に増

加してもよいとされている。

本法は、先の撒布濾床法と比べ処理動力費が稍々高つくことと、通気量と活性汚泥の返送量の調節に相当の技術を要することが難点である。

さて生物化学的方法は多量の有機物を含有しB. O. Dの高い排水に応用して経済的なものであるが、実際に適用し得る可否はその排水成分に左右せられるものであつて炭素元素に対し若干量の窒素元素等を含む時は微生物の生育を促進するが、反対に排水成分として重金属、染料、殺菌剤等のものが相当含まれている時は微生物を死滅せしめ、成功しない。撒布濾床法では毒物の影響は比較的少く、シアン化物、フェノール等の工業廢水も自己淨化水で適当に稀釈することにより充分成功をおさめているが、活性汚泥法では毒物の影響が大きく採用出来ない場合がある。この場合は予めこれら成分を化学処理で除去しておかねばならない。