

環境微生物學講義

第一回

705920-1



考友社 出版發行

第一講 廢水處理與微生物

◎ 命題重點 ◎

一、廢水處理

(一)概要：

1. 廢水處理就是把廢水中懸浮與溶解之物質除去的操作。未經處理的廢水排入河流、湖泊及海洋時，由於有機物的分解與腐敗，引起溶解氧減少、水生生物死亡、污泥堆積及藻類的異常繁殖，而造成水質污染。為達到防止水質污染法所規定的水質排放標準，就得對各種廢水進行處理。通常因被除掉污染物質的性狀不同，採用的廢水處理方法也不同，大致可分為物理化學處理及生物處理。物理化學的處理過程有沈澱、吸附、離子交換、中和、凝聚、上浮與反滲透等方法。主要用於除掉廢水中的懸浮物與無機物。
2. 生物處理分為好氣性處理、厭氣性處理、特殊生物處理及營養鹽類處理等。見表（1-1）。它們都是利用微生物代謝反應的處理方法，主要用於除去廢水中的有機物。然而，單獨採用生物處理的情況較少，多半是根據廢水的性質、狀態與沈澱等物理化學處理配合一起應用。
3. 好氣性處理，尤其是活性污泥法由於處理效率高，所以最為普及，這種設施在日本全國各處均有。由於活性污泥法難於維修管理，所以最近發展以生物膜法為主的各種新處理法。

表（1-1）廢水的生物處理

生物處理	好氣性處理	活性污泥法：高速法、標準法、長時間法、純氧法等
		生物膜法：撒水濾床法、浸漬濾床法、回轉圓盤法等
		穩定化塘法：氧化塘法等
	厭氣性處理	厭氣性降解法：中溫降解法、高溫降解法
厭氣性貯留池法		
	利用特殊微生物的處理法：光合成細菌、酵母、小球藻等	
	營養鹽類的處理法：生物脫氮、生物脫磷	

(二)生物處理的基本目標：

1. 降低以 BOD、COD 等所表示的有機物濃度，以得到清淨的水。
2. 盡可能減少產生的污泥量。
3. 盡可能除掉氮、磷等營養鹽類。
4. 在處理過程中產生的微生物體（污泥）如何便於利用的問題。

(三)要求：

為達到這些目標，生物處理也同物理化學處理一樣，要求：

1. 反應時間短（反應速度快）。
2. 消耗的能量與藥品少。
3. 易於維修管理等。

(四)條件：

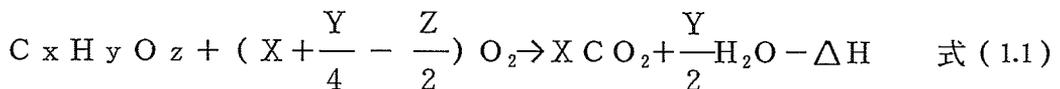
1. 處理設施要佔地少，反應槽的容積小。
2. 節省資源與能源。
3. 減輕勞動體力。

要想同時滿足所有這些條件幾乎是不可能的。例如，為縮短時間進行曝氣等所要的動力費就高，在多數情況下要求較複雜的管理技術。在生物處理中，雖然反應速度很重要，可是若用地等不受到格外限制時，最好不把反應速度作為限制因素。在日本，除溫排水外，冬季與夏季的反應槽溫度一般往往相差 20℃，所以在生物處理中，溫度對反應速度的影響很明顯。因此應該採取充分保持反應時間的處理方法。

(五)除利用特定微生物的處理外，普通的生物處理同應用微生物工業不同，不是使用純粹培養的微生物，而是對自然生長的微生物加以繁殖利用。因此，不論那一種處理法都是採用數十種以上的微生物混合培養。在好氣性處理中，有很多的細菌、真菌、原生動物、藻類、袋形動物及節肢動物等參與淨化。

(六)生物處理原理

1. 生物處理，是把河川中有機廢水的自淨過程中某一部份搬到反應槽中，由人工高效率地處理之過程。由於活性污泥及撒水濾床的生物膜本身為自然界系統，所以可把它們視為一生態系。
2. 關於好氣性處理與厭氣性處理的代謝比較，如圖（1-1）所示。經好氣性處理得到的產物，有二氧化碳與水、含氮化合物的氨以及硝酸鹽。在厭氣性處理中，從有機物產生的有機酸、醇類等最後分解為 CO₂、H₂、SH₂、N₂ 及甲烷等。在好氣性代謝過程中，有機物被結合成為微生物體的比率高，而在厭氣性代謝則低。
3. 好氣性微生物在有氧存在下，如下式所示，利用酶把廢水中的有機物氧化分解，獲得能量（呼吸），利用這能源的一部份合成新原生質。其式如下：



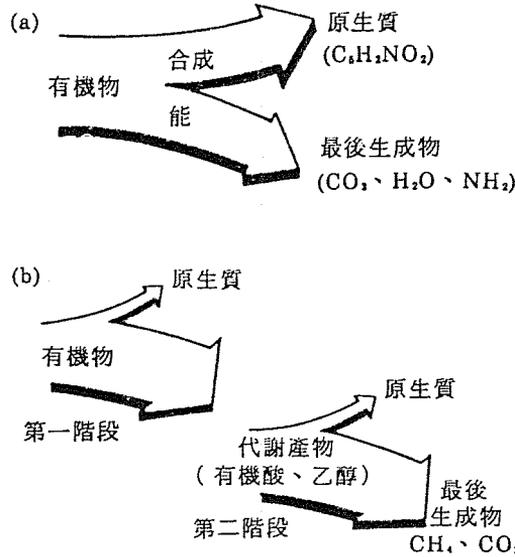
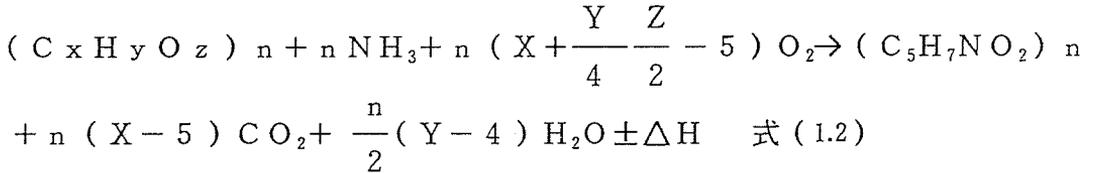


圖 (1-1) (a) 微生物的好氣代謝與 (b) 厭氣性代謝



另外，微生物本身同時還進行部份氧化，其氧化分解如下式所示：



式中 $\pm \Delta H$ ，用於反應的能量。

4. 活性污泥及生物膜的物質收支平衡模式，如圖 (1-2) 所示。表示流入水中的 BOD，除部份流入處理水中外，大部份以微生物體形態除去。未被內呼吸氧化的細胞質被剩下或脫落變成污泥。

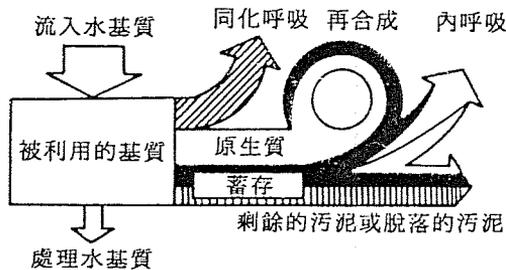


圖 (1-2) 好氣性處理中的物質平衡計算

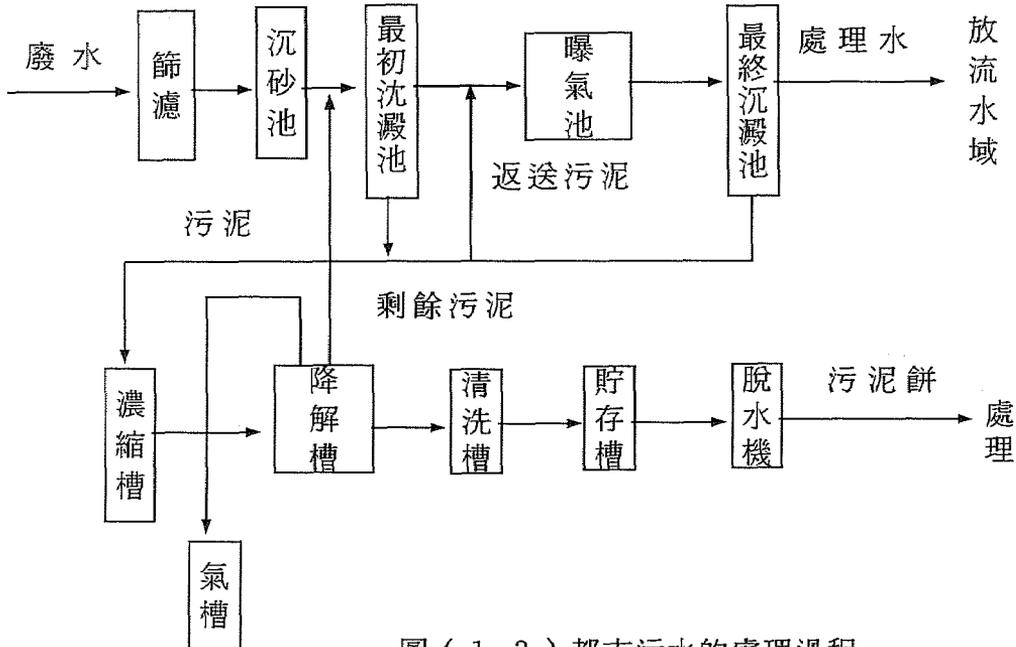


圖 (1 - 3) 都市污水的處理過程

二 活性污泥法

(一) 處理過程

1. 一般污水處理是分為一級處理與二級處理進行的，而現在則在二級處理後另進行三級處理。
2. 一級處理是除去砂石、垃圾與沈澱物所構成的懸浮物。圖 (1-3) 表示大規模的污水處理場所採用的處理過程。在此，由篩子至最初沈澱池為一級處理。
3. 二級處理，指的是在沈澱後進行的生物處理，是由曝氣槽至最終沈澱池為止的過程。一級處理是以除去懸浮性污染源為對象，而二級處理則是利用好氣性微生物除掉有機物。在曝氣槽中，把沈澱的污水與返送污泥（活性污泥）相混合，進行三至八小時的通風，污水中的有機物成為活性污泥微生物之營養源而被除去。對於標準活性污泥法，規定返送污泥量為廢水量的 25 % 左右。在最終沈澱池進行活性污泥與處理水的固液分離。在最終沈澱池的停留時間一般為二至三小時，把沈澱的污泥收集至污泥刮落槽內，大部份返送曝氣槽，部份剩下的污泥（剩餘污泥）則與沈澱污泥（最初沈澱池中的污泥）一起送至污泥處理設施。在污泥濃縮槽內，把這些污泥濃縮至含水量 95 % 左右，再投入污泥降解槽內。然後在 37 °C 的條件下，經 20d 厭氣性微生物分解作用，除去污泥中的可被分解物。
4. 在一級處理中，BOD 約除去 30-40 %，SS（懸浮物質）約除去 50-60 %。用活性污泥法約有 85-95 % 的 BOD，90-95 % 的 SS 被除去。最好的處理水，有時可

● 精選試題 ●

一、試述生物處理的基本目標、要求及其條件。

〔答〕

(一)生物處理的基本目標在於：

1. 降低以 BOD、COD 等所表示的有機物濃度，以得到清淨的水。
2. 盡可能減少產生的污泥量。
3. 盡可能除掉氮、磷等營養鹽類。
4. 在處理過程中產生的微生物體（污泥）如何便於利用的問題。

(二)為達到這些目標，生物處理也同物理化學處理一樣，要求：

1. 反應時間短（反應速度快）。
2. 消耗的能量與藥品少。
3. 易於維修管理等

(三)條件：

1. 處理設施要佔地少，反應槽的容積小。
2. 節省資源與能源。
3. 減輕勞動體力。

二、試述活性污泥法的操作條件。

〔答〕

(一)BOD 負荷：

1. 在活性污泥法中，活性污泥量與污水中有機物量之比很重要。由於活性污泥中含有各種非活性物質，所以無法嚴格地測定微生物數量，微生物濃度一般用 MLSS（活性污泥的懸浮物）來表示，有機物濃度用 BOD 來表示。BOD 負荷是表示微生物的食物比，有下列二種表示方法。

(1)容量負荷：

每 1m^3 的曝氣槽 1d 流入的 BOD 用 kg 表示時，單位為 $\text{kgBOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

(2)污泥負荷：

每 1kg 的 MLSS1d 內流入的 BOD 用 kg 表示時，單位為 $\text{kgBOD}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ 。

2. 容量負荷與污泥負荷間有如下的關係

容量負荷 $[\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})] = \text{污泥負荷} [\text{kg}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})] \times \text{MLSS} (\text{kg}/\text{m}^3)$ 。

3. 通常當 BOD 負荷增大時，則未分解的有機物就殘存下來，致使 BOD 的除去率下降。一般，當 BOD 負荷在 $0.5\text{kg}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$ 以下時，BOD 的除去率可達 90% 以上。

(二)污泥容量指標：

採用活性污泥法時，處理水與污泥的分離過程是很重要的，污泥沉降性的

指標一般用污泥容量指標（SVI）來表示。即將活性污泥混合液靜置 30min（污泥容量用 % 表示），使其沈降時，1g 活性污泥所佔的體積毫升數。SVI 在管理 MLSS 濃度方面是個重要的指標。人為控制 SVI 是很困難，SVI 值最好在 50-150 範圍內。活性污泥若發生膨脹時，SVI 可達 200 以上。

(三) 污泥的繁殖：

被除去的 BOD 中，當以某一時間內被污泥交換的比例為 a 時，則污泥增加量 ΔS 可用如下的關係式表示

$$\Delta S = a \cdot L_r - b \cdot S + f S_i$$

其中 L_r — 除去的 BOD 量 (kgBOD/d)

b — 污泥的內呼吸速度常數 (d^{-1})

S — 活性污泥量 (MLSS) (kg)

f — 流入水中 SS 對分解的抵抗率

S_i — 流入水的 SS (kg/d)

a 與 b 的值，因污水的種類及污泥之形狀而異，一般 a 多為 0.5-0.6， b 多為 0.05-0.1 d^{-1} 。

(四) 其它：

曝氣槽中的溶氧濃度，污水中氮及磷等營養鹽類的濃度、溫度、pH 等，與好氣性微生物的繁殖有密切關係，所以均為重要的操作條件。

三、試述活性污泥的指示生物。

[答]

(一) 出現在優質活性污泥中的微生物（活性污泥生物）：

1. 有鐘蟲屬、累枝蟲屬、楯纖蟲屬、蓋蟲屬、聚縮蟲屬、獨縮蟲屬等，各種吸管蟲類及輪蟲類附著性或匍匐性的種類。
2. 通常這些生物在 1ml 的混合液中的個體數達 80 % 以上時，即可判定它是淨化效率高的活性污泥。即使有相當數量的絲狀微生物存在，活性污泥生物也仍然佔壓倒性的多數。但若絲狀微生物顯著增殖時，則附著性原生動物減少。

(二) 出現在劣質活性污泥的生物（非活性污泥生物）：

1. 有波豆蟲屬、長棘波豆蟲屬、側滴蟲屬、屋滴蟲屬、豆形蟲屬、草履蟲屬等，是一些游動較快的種類。
2. 在這些生物出現的情況下，絮凝物一般均小（100 μm 左右）
3. 在活性污泥狀態較不良的情況下，只有波豆蟲屬、長棘波豆蟲屬及屋滴蟲屬出現，另外在污泥極端惡化時，原生動物及後生動物就完全不出現。

(三) 活性污泥由不良狀態恢復時出現的生物（中間污泥性生物）：

1. 有漫游蟲屬、斜葉〔纖〕蟲屬、斜管蟲屬及尖毛蟲屬等，屬於游泳慢或匍匐性的生物。
2. 這些種生物有時能持續保持一個月的優勢。

(四) 在活性污泥分散與解體時出現的生物：