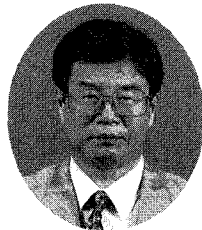


# HBC法에 의한 오·폐수 처리에 있어서 BOD제거 속도



金亨泰  
((株)대호종합환경 회장)

## —목차—

1. 緒論
2. HBC법의 BOD 除去 影響因子
  - 1) 緒言
  - 2) 汚泥의 凝集, 吸着, 増殖 및 分解力
  - 3) 酸素利用率
3. 結論

유기성, 오, 폐수의 생물학적 처리 MECHANISM은 주지한 바와 같이 유입된 유기성 기질(BOD)이 이성개체집단 미생물 배양체(MLVSS)와 산소가 식물연쇄(FOOD CHAIN)를 산화 동화 및 자기분해를 거치면서 오탁물질(BOD)를 제거시키는 공정이다. 여러가지 변형된 UNIT SYSTEM은 상기 MECHANISM을 보다 효율적이고 신속하게 하기 위한 기술의 수단이다.

처리공법의 대별은 포기조내 이성개체집단 미

생물 배양체(MLVSS)형성내지 공급방법에 따라 비산 FLOC식 활성오니법과 생물막(MEDIA)법으로 나눈다.

즉, 활성오니법의 MLVSS 공급은 포기조 다음 공정의 침전조로부터 반응오니에 의하고, 생물막법은 MEDIA에 부착된 오니에 의한다.

본론에서는 HBC의 BOD제거 속도는 생물막형성 MLVSS와 유입 BOD와의 반응속도이며 이는 활성오니 보다 반응속도가 빠르고 또한 반응단계가 다단계로서 보다 BOD 제거율이 높은 이유를 이론적 배경에서 기술코자 한다.

HBC법에 있어서 BOD제거속도가 어느 타법보다 빠르다는 논리를 요약하면 다음과 같다.

일반적으로 생물학처리에 있어서 BOD제거 속도는 BOD 용적부하가 주요인자이나 더욱 주요한 인자는 오니부하(F/MRATIO)이다.

HBC법의 F/M비를 좌우하는 이성개체집단 미생물배양체(MLVSS해당)는 위에서 말한 바와 같이 막부착생물오니로서 이는 활성오니법의 비산 FLOC형 MLVSS와 달리 농도가 높고 생물상이 다종다양하므로 BOD제거속도가 빠르다.

## 2. HBC법의 BOD제거 영향 인자

### 1) 서언

생물학처리에 있어서 BOD제거 속도의 주요 영향인자는 ①오니의 응집, 흡착, 증식 및 분해력 ② 산소이용 속도 등이다.

기질이 주어진 BATCH CULTURE내에서 미생물군과의 반응단계를 그림으로 나타내면 그림.1과 같다.

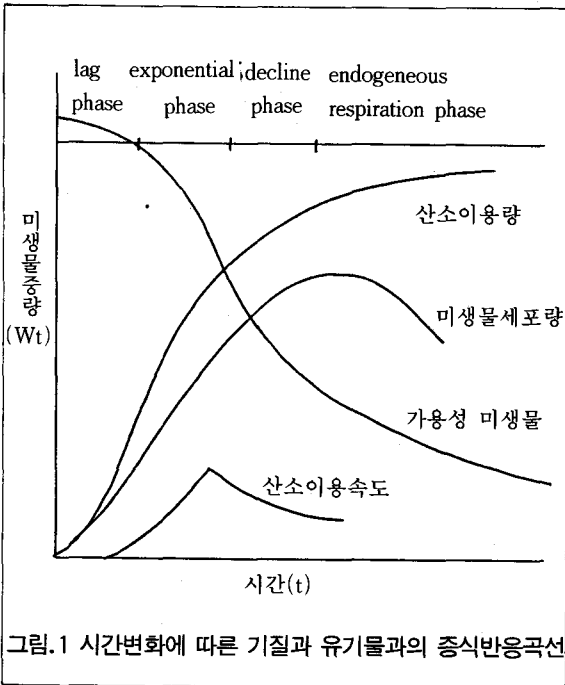
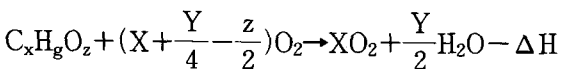


그림.1 시간변화에 따른 기질과 유기물과의 증식반응곡선

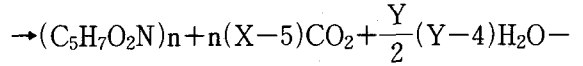
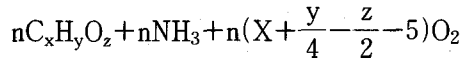
유기성(기질)이 미생물군(MLVSS:반송오니)과의 FLOC 형성은 부유미립자가 기·액 및 고·액계면에 고착되어 농축되므로서 이루어지며 기질(유기영양물)과 미생물과의 대수 증식기, 감퇴증식기, 체내호흡기의 순서에 의한 반응은 다음의 대사공식에 준한다.

· 유기물의 산소 반응



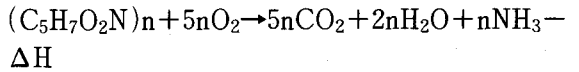
· 유기물의 합성(동화)

환경관리인. 1992.7



$\Delta H$

· 세포질의 자기분해



활성오니법에서의 오니증식속도인자는 비산 FLOC표면, 폐수와 FLOC과의 상대접촉속도(균일성, 수유속도)이다. HBC법의 오니증식속도인자는 MEDIA(기재)표면, 유효막두께, 막부착균일성, 상대수유균일성 및 상대수유속도 등이다.

그런데, 상기 영향인자를 결정시켜주는 설계인자는 활성오니법의 경우와 HBC법의 경우는 전연다르다.

### 2) 오니의 응집, 흡착, 증식 및 분해력

활성오니법에서의 오니응집, 흡착능력은 유입되는 BOD와 반응된 오니가 적당한 비율(F/M 비율)을 이루면서 비산 FLOC화되는 힘으로서, 이는 반응오니의 량과 질(농도) 그리고 호기성 작용에 따라 속도(BOD 제거속도)를 달리한다.

기질(유입 BOD)과 미생물군과 비연속배양(BATCH CULTURE)에서 대수성생단계(세포 증식: VOD 제거)는 1차반응으로서 다음과 같다.

$$\frac{dx}{dt} = \mu(X) \text{-----(1)}$$

바꾸어 말하면,

$$\frac{d(BOD)}{dt} = \mu(MLSS) \text{-----(2)}$$

여기에서,  $\frac{dx}{dt}$ : 세포농도증가율(g/l · HR)

$\mu$ : 세포비증가율(HR<sup>-1</sup>)

X: 세포농도(g/l)

$$\frac{d(\text{BOD})}{dt} : \text{BOD제거율}(g \ell \cdot \text{HR})$$

MLSS : 혼합부유물농도( $g / \ell$ )

기질이 고갈되면 BOD는 제한기질(Limiting Substrate : S)이 되는 바, S와  $\mu$ 와의 관계를 이용한 MONOD식은 다음과 같다.

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{K_S + S} \quad (3)$$

여기서,  $\mu_{\max}$  : 세포의 비증가율 최대치( $\text{Hr}^{-1}$ )

S: Limiting Substrate(BOD :  $g / \ell$ )

$$K_S : \mu = \frac{1}{2} \mu_{\max} \text{時} S \text{치}(g / \ell)$$

(3)식을 (2)식에 대입하면 (4)식이 된다.

$$\frac{d(\text{BOD})}{dt} = \frac{\mu_{\max} [\text{MLSS}] [\text{BOD}]}{K_S + [\text{BOD}]} \quad (4)$$

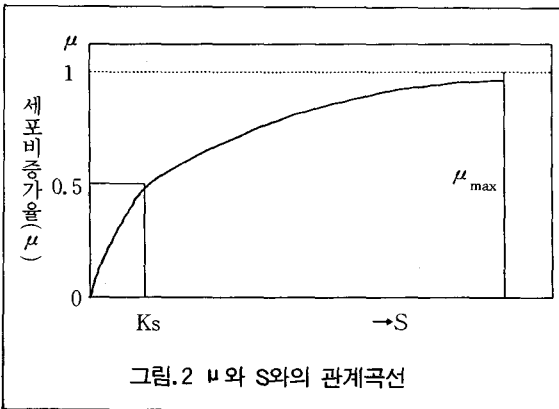


그림.2  $\mu$ 와 S와의 관계곡선

(4)식에서 주어진 시간내의 BOD제거속도(세포농도 증가율  $g / \ell \text{ Hr}$ )  $d(\text{BOD}) / dt$ 는 반응속도정수( $\mu_{\max}$ )와 유효오니농도(MLSS)의 적에 비례한다. 한편, HBC법의 오니응집흡수능력은 포기조내의 일부 비산FLOC(유입기질)과 MEDIA 부착 미생물군과의 반응이다.

그런데, HBC법의 포기조내의 MLSS는 활성오니법의 것과는 달리 막부착오니균으로서 농도

가 아주 높고, 생물상이 다종다양하므로  $\mu$  (MLSS)가 크다. 즉, BOD제거속도( $d(\text{BOD}) / dt$ )가 크다.

환언하면, HBC법의 BOD 제거속도는 정성적, 정량적 BOD제거영향인자가 활성오니법보다는 크다고 볼 수 있다.

### 3) 산소이용율

폐수중에 공기(산소 21%, 질소 78% 정도의 VOLUME)를 주입시키는 행위(포기: AERATION)를 하게 되면 산소는 수중에서 빠르게 용존된다.

시간  $dt$ 중의 용존산소농도( $do / dt$ )는 다음 식과 같다.

$$do / dt = \alpha K_{La} (\beta C_s - Ct) \times 1.024^{(t-20)}$$

여기에서,  $K_{La}$  : 총괄산소이동계수( $\text{hr}^{-1}$ )

$C_s$  : 1 기압하의 산소포화농도( $\text{mg} / \ell$ )

$T^\circ\text{C}$  : 온도( $^\circ\text{C}$ )

$\alpha$  : 폐수와 증류수와의 표준상태하의  $K_{La}$  비율

$\beta$  : 폐수와 증류수와의 표준상태하의  $C_s$  비율

위 식에서 폐수중의 용존산소농도크기는( $dt / do$ )  $K_{La}$ (OVERALL OXYGEN TRANSFER COEFFICIENT)의 크기에 비례함을 보여주고 있다.

한편,  $do / dt$ 크기는 폐수중의 산소이용율과 밀접한 관계로서 기질과 미생물군과의 생물학적 반응속도를 좌우시킨다.

그런데,  $K_{La}$ 값을 크게 하려면 공기방울(BUBBLE)의 비표면적( $A / V$ )이 커야 하고 접촉시간이 길면서 균일하여야 하며 포기강도가 커야 한다.

포기조의 하부로 부터의 전면포기 혹은 측면포기시 상하향류 속도와 폐수와 오니와의 접촉에 의하여 상대속도는 포기량에 비례하여 결국 기질의 확산(DIFFUSION) 속도가 크게 된다.

포기량( $G \ell / \text{min}$ )과 반응속도  $\mu$ ( $\text{mg} / \ell / \text{Hr}$ )와의 미치는 영향을 조사한 그림은 그림.3과

같다.

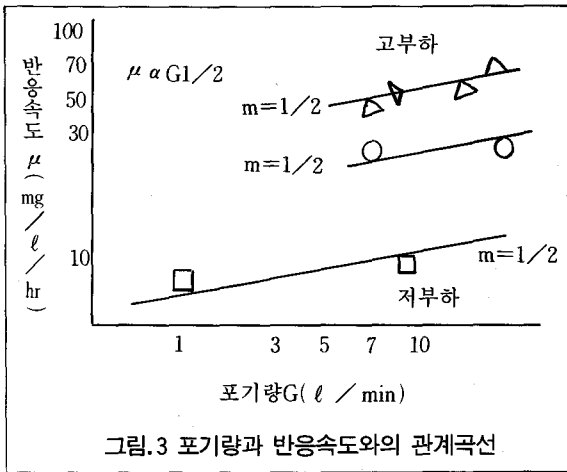


그림.3 포기량과 반응속도와의 관계곡선

즉, 위 그림에서 나타난 바와 같이 부하조건에 관계없이 반응속도( $\mu$ )는 포기량의  $1/2$ 승에 비례한다. ( $\mu \propto G^{1/2}$ )

한편 HBC법에서는 기포가 상하향류시 MODULE과 충돌시 미세화되어 비표면적이 커져서 산소흡수속도( $K_La$ )는 MODULE이 없을 때와 비교하여 2배의 계수를 나타낸다. MODULE이 있을 시와 없을 시의 포기강도(cm/sec)와 총괄

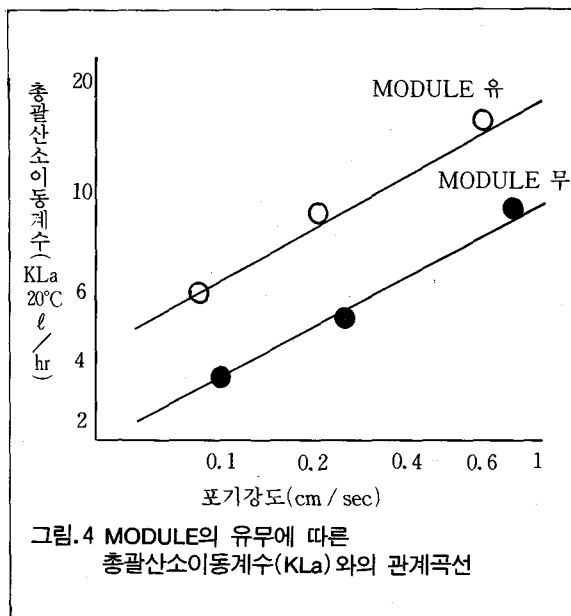


그림.4 MODULE의 유무에 따른 총괄산소이동계수( $K_La$ )와의 관계곡선

산소이동계수( $K_La$  20°C : ℓ / hr)와의 관계그림은 그림.4와 같다.

### 3. 결론

이상, 각론에서 HBC법의 BOD제거속도가 활성오니법보다 크다는 사실을 포기조내의 오니 응집, 흡착, 증식 및 분해력의 면에서와 오니의 산소이용율면에서 논하였다.

이와같은 HBC법의 특징중의 하나인 BOD제거속도가 클 수 있는 필요·충분한 주요인자조건으로 다음과 같은 장치상 특수성을 가져야 한다.

첫째, 막부착오니가 떨어지지 않으면서 부착상태가 안정해야 한다.

둘째, 폐쇄현상이 일어나지 않으면서 생물상이 농축되고 다종다양하여야 한다.

셋째, 산소이동계수( $K_La$ )가 크면서 필요공기량과의 접촉효율이 커야 한다.

HBC법은 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 장치로서 다음과 같은 특징을 나타내고 있다.

- 1) 생물막 부착상태가 안정하다.
- 2) 폐수와 막부착오니와의 접촉효율이 크다.
- 3) 포기조내의 총괄산소이동계수( $K_La$ )가 크다.
- 4) 오니의 폐쇄현상이 발생하지 않는다.
- 5) 필요공기량이 적다.
- 6) 포기조를 단단계로 설치한다.

따라서 다음과 같은 처리효과를 보여주고 있다.

- 1) 장치가 타법보다 작아도 좋다.
- 2) SHOCK LOAD가 강하여 처리수가 안정하다.
- 3) 잉여 SLUDGE 발생이 극히 적다.
- 4) 난분해물질의 제거율이 어느 타법보다 양호하다.
- 5) 유지관리가 용이하다.
- 6) 개·보수가 용이하다.
- 7) 원수의 농도가 낮고, 높고를 막론하고 이차 및 삼차처리까지 병행할 수 있다.