

생물학적 폐수처리방법중 BIOLETTE (MEDIA)를 이용한 처리기술 (연재II)

우윤진/ 선경건설(주)
환경사업부

5. BIOLETTE 충전폭기법의 설계인자

일반 활성오니법과 마찬가지로 폐수처리시설을 설계함에 있어서 폐수량, 원수수질, 환경보전법의 규제치가 가장 중요한 설계요소이다. 즉, 처리해야 할 폐수의 정확한 양과 폐수수질, 생산공정의 파악, 지역에 따른 배출허용기준치 등의 제반 기초자료를 고려하여 처리방법을 결정하고, 이때 중요한 사항은 전술한 바와 같이 전처리시설의 필요여부를 파악하여야 한다.

그러나, 활성오니법에서는 BOD용적부하에 의한 폭기조 용적을 계산하지만 Biolette 충전 폭기법에서는 폭기조 용적을 산정하는 공식이 별도로 있으며 이는 (그림 1)을 참조하면 되고 상세한 경험식 유도과정은 다음 장에서 논술하고자 한다.

Biolette 는 특히 비중이 0.97 ± 0.1 이며 공극률이 95% 이상이 되고 P.E(Poly Ethylene) 재질로 제작되어 폭기조 용적의 55%~75%까지 충전하도록 설계되어진다.

이때, Biolette 충전층 하부에서 Aeration 을 하면 선회류가 발생하여 Biolette 가 유동하게 되

며, 기포가 Biolette 층을 통과하면서 기포의 비표면적이 증대되고 체류시간이 길어짐에 따라 산소용해율이 높아지는 유리한 면이 있다.

단, 폭기조 내에서 Aeration 시 주의할 사항은 Aeration 의 효과가 조내에서 골고루 미쳐 사각지대가 발생치 않도록 설계하여야 하며, 만약 사각지대가 발생하면 Media 의 편중에 따른 침적현상이 초래되어 시간이 경과하면서 혐기성화되어 처리효율이 저하되므로 Aeration System 설계시 산기관 배열 및 공기량의 방출량, 방출속도 등을 신중히 검토하여야 한다.

6. BIOLETTE 적용을 위한 경험식 유도

생물처리에 있어서 BOD제거속도 $dc/d\theta$ 를 BOD농도 1차식인 식(1)로 표시할 수 있으며, 식(1)을 적분하면 식(2)가 된다.

$$dc/d\theta = -K \cdot C \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{적분하면, } \theta = K \times \ln C_0/C_e \dots\dots\dots(2)$$

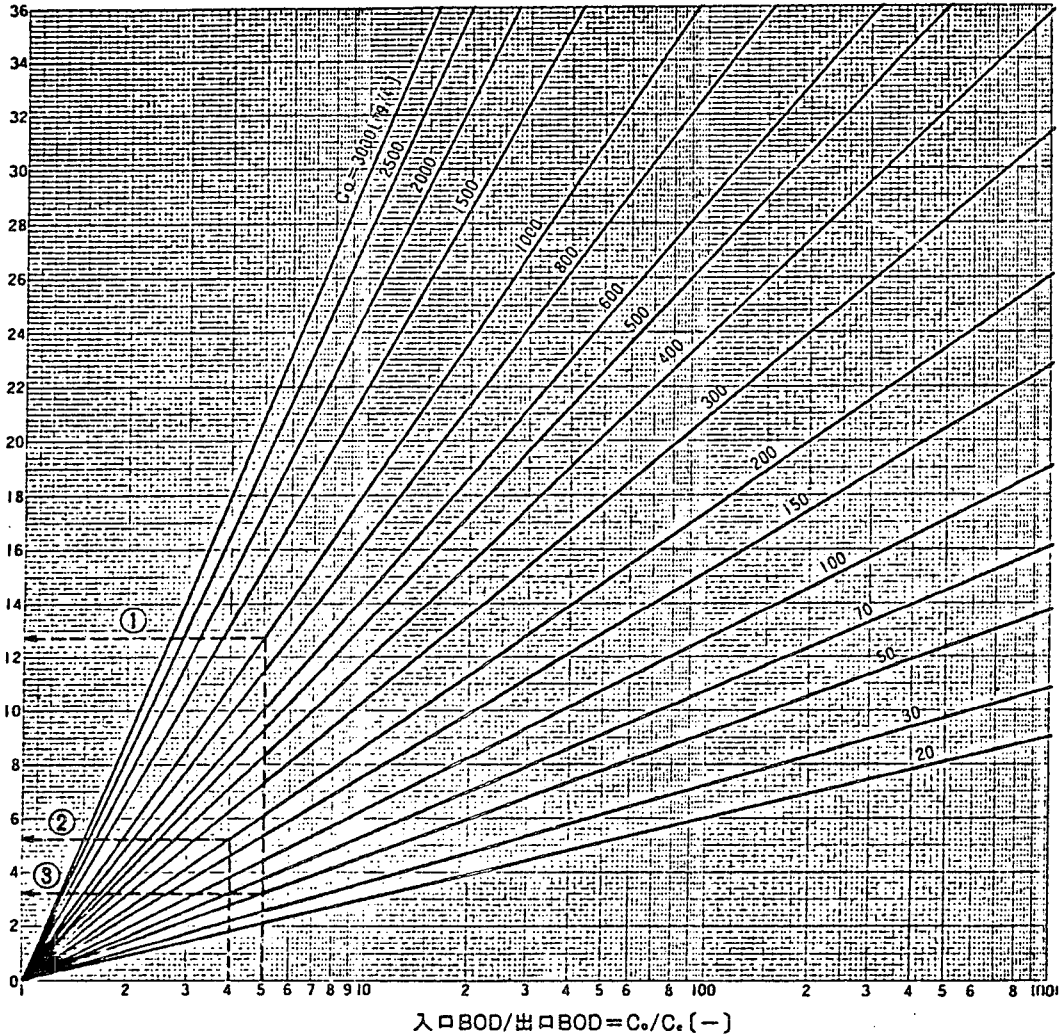
여기서, θ : 실제류시간(HR)

C_0 : 유입수 BOD농도 (mg/l)

C_e : 처리수 BOD농도 (mg/l)

$$\theta = (0.33)(75/P)(C_o^{0.46}) \times \ln(C_o/C_e) \text{ (Hr)}$$

C_o, C_e : 入口, 出口 BOD(ppm) P: 충전율(%)



<그림 1> BIOLETTE 충전폭기조의 체류시간 산출도표

K: 비례정수

본 자료는 생물막법의 설계를 가능한 실무위주로 파악하기 위해 수온, DO 등을 동일한 조건하에서 유입수 BOD농도(C_e)를 변수로 하여 시행된 연구결과 식(3)과 같은 실험식이 유도되었다.

$$K = 0.33 \times C_o^{0.46} \dots\dots\dots (3)$$

식(3)을 식(2)에 대입하고 표준충진율은 75%이고 실충진율을 P%로 하면 다음 식(4)가 도출되며, 식(4)를 변형하면 식(5)가 된다.

$$\theta = 0.33 \times (75/p) \times C_o^{0.46} \times \ln(C_o/C_e) \dots\dots\dots (4)$$

$$C_e = C_o \times \text{Exp}(-0.0404 \times \theta \times P/C_o^{0.46}) \dots\dots\dots (5)$$

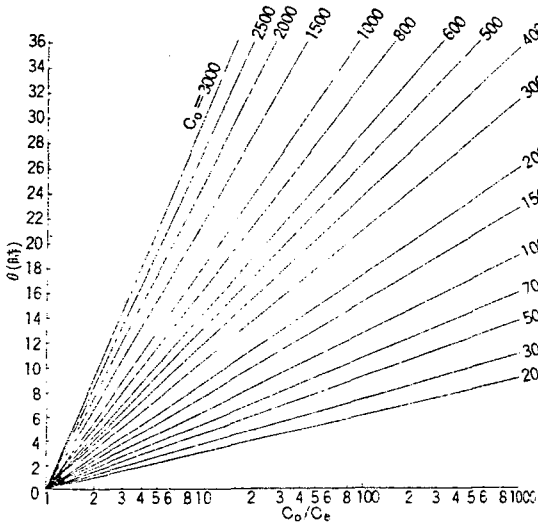
여기서, P: Biolette 충전율(%)

식(4), (5)를 적용할 경우 생물여재(Biolette)는 고정상 또는 부유상으로 전면폭기를 하고 수온은 13℃ 이상, 유입수 BOD농도는 3,000 ppm 이하가 되도록 해야 한다.

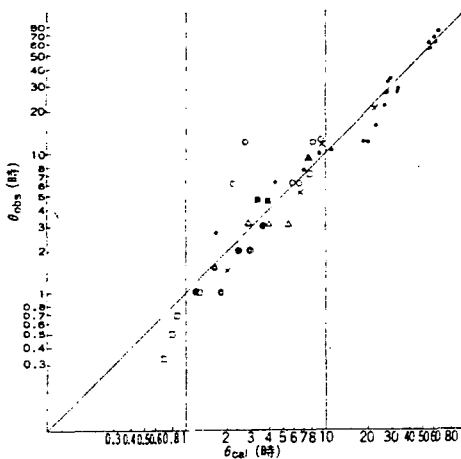
식(4)를 도표화하면 다음 <그림 2>와 같이 되

는데, 본도로부터 유입 BOD농도 (C_o)에 대한 목표치로 하는 처리수 BOD(C_e)를 얻기 위해 필요한 체류시간을 계산할 수 있다.

또한 각종 생물여재의 체류시간 실측치(θ_{obs})와 식(4)에서 계산된 체류시간 이론치(θ_{cal})와의 관계를 Plot 한 결과 <그림 3>과 같이 나타났는데, 이를 고찰하면 θ_{obs} 와 θ_{cal} 은 수온에 따라 높은 상관관계를 유지하고 있고, 위에서 얻어진 경험식이 타당함을 알 수 있다.



<그림 2> 체류시간(θ)와 유입수 및 처리수 BOD비(C_o/C_e)와의 관계



<그림 3> 체류시간 실측치 θ_{obs} 와 계산치 θ_{cal} 과의 관계

다음 장에서 경험식으로부터 유도된 식(6), (7), (8)의 기본식을 적용한 설계계산을 하기로 한다.

$$V = (\theta/24) \times W \dots\dots\dots (6)$$

$$L_o = \frac{(C_o/1,000) \times W}{V} = 0,024 \times \frac{C_o}{\theta} \dots\dots\dots (7)$$

$$\theta/24 = C_o/L_o \times (1/1,000) \dots\dots\dots (8)$$

7. 설계산출

유입수 BOD농도 (C_o)가 1,000ppm인 유기성 폐수 600 m^3 /일을 생물막법으로 처리하여 처리수 농도 (C_e)를 10ppm으로 처리하기 위한 조용적 및 생물여재량을 3조 직렬로 할 경우와 1조 단독으로 처리하는 2가지 방법에 대해 고찰하기로 한다.

처리조건은 생물여재로서 Biolette # 50 Type을 75% 부유상으로 충전시켜 전면폭기를 하는 것으로 한다.

1) 3조 직렬의 경우

제 1조의 C_e 를 200 ppm으로 가정하여 식(4)에 대입하면, $\theta_1 = 0,33 \times (75/75) \times 1,000^{0,46} \times \ln(1,000/200) = 12,7HR$

조용량 $V = (12/24) \times 600 = 300 m^3$
 생물여재 충전량은 $300 \times 0,75 = 225 m^3$ 이며,
 식(5)에 의해

$$C_{e1} = 1,000 \times \text{EXP}(-0,0404 \times 75 \times 12/1,000^{0,46}) = 219,6mg/l$$

식(7)에 의해

$$L_{o1} = \frac{(1,000/1,000) \times 600}{300} = 2,0kg/m^3 \cdot \text{day}$$

이와 같은 방법으로 생물여재량, BOD부하, 체류시간, 조용량 등을 산출할 수 있으며 제 2조에 대하여는 $C_{e2} = 50mg/l$, 제 3조에 대하여는 $C_{e3} = 10mg/l$ 로 보고 설계하면 된다.

2) 1조 단독의 경우

$C_0 = 1,000 \text{ mg/l}$, $C_e = 10 \text{ mg/l}$ 을 식(4)에 대입한다.

$$\theta = 0.33 \times (75/75) \times 1,000^{0.46} \times \ln \frac{1,000}{10} = 36.5 \text{ HR}$$

$$V = (36.5/24) \times 600 = 912.5 \text{ m}^3$$

$$\text{생물여재량} = 912.5 \text{ m}^3 \times 0.75 = 684.4 \text{ m}^3$$

$$C_e = 1,000 \times \text{EXP}(-0.0404 \times 75 \times 36.5 / 1,000^{0.46}) = 9.95 \text{ mg/l}$$

$$L_0 = \frac{(1,000/1,000) \times 600}{694.4} = 0.685 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{일}$$

위에서 얻어진 유기성 폐수의 3조처리와 단조처리 경우의 설계계산 결과를 비교해 보면 다음 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 보면 3조처리방법이 단조처리 방법보다 생물여재량이 약 40% 정도 적게 소요됨을 알 수 있다.

또한 생물막법으로 처리비용을 절감하기 위해서는 조용적 및 생물여재량을 적재해야 함이 매우 중요하다.

<표 2> BIOLETTE의 단조처리와 3조처리의 비교

區 分 項 目	3 槽 處 理				單槽處理
	1 槽	2 槽	3 槽	計	
BOD (mg/l)	219.6	47.9	10.3	-	10.0
θ (HR)	12	6	3	21	36.5
V. (m ³)	300	150	75	525	912.5
생물여재 종류	# 50	# 50	# 65	-	# 50
생물여재량 (m ³)	225	112.5	56.3	393.8	684.4
BOD 負荷 (kg/m ³ ·日)	2.00	0.878	0.383	1.14	0.658

8. 결 론

이상과 같이 본 고에서는 생물막법중 Biolette 충전 폭기법을 이용하는 방법에 대한 특성 및 장단점, 설계 Factor 등을 고찰하였는 바, 생물막법은 각 여재별로 독특한 설계 Factor를 갖고 있으므로 이를 사전에 충분히 검토하여 적용

시켜야만 본래의 목적했던 성능 및 효율을 발휘할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 생물막법에는 아직까지도 정확히 규명되지 못한 분야가 상당 부분 있으므로 지속적인 관심과 연구를 통해 보다 좋은 Process가 개발될 소지가 충분히 있는 것으로 사료된다.*

UNEP '89년 제17회 世界環境의 날 주제

전 인류에 대한 경고 : 더워지는 지구

Global Warming