

# 활성슬릿지 평화, 원인과 해결 방안

## <2>



李相垠

(한국건설기술연구원, 연구위원)

3) 유기물 부하가 낮은 경우 : 유기물농도가 낮은 경우의 대책

유기물농도가 낮은 경우는 앞의 경우와 같이 유기물농도를 높여서 해결할 수는 없다. 왜냐하면 포기조내의 유기물농도가 높다는 것은 BOD나 COD가 높다는 의미이며 이것이 곧 처리수의 농도가 되기 때문에 처리수의 BOD를 낮추어야 한다는 입장에서 취할 수 있는 방법이 아니다.

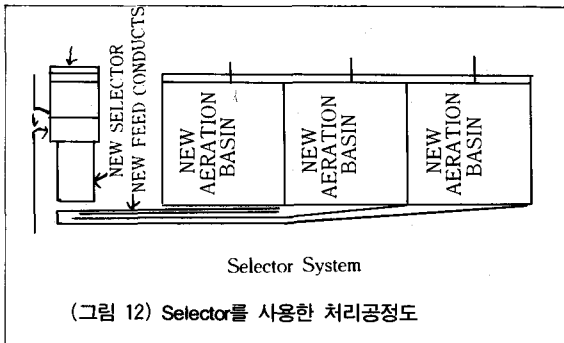
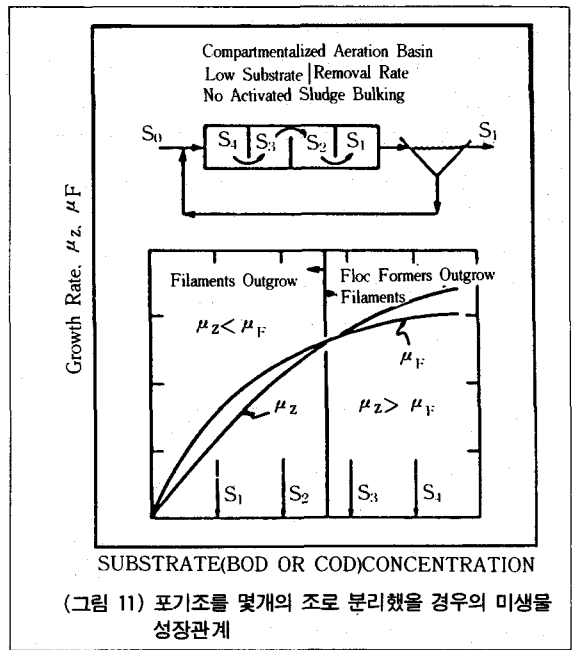
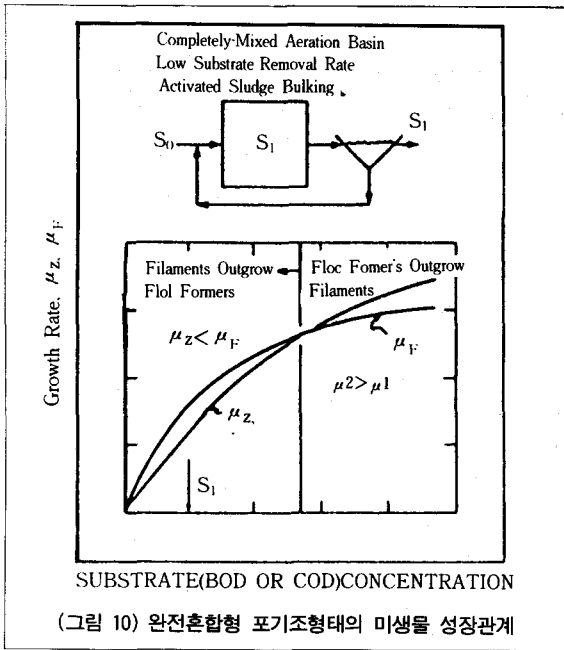
따라서 다른 방법을 강구해야 하는데 이 경우 사용되는 방법은 포기조의 형태를 바꾸는 것이다. 즉, (그림. 10)과 (그림. 11)에서 비교된 바와같이 포기조의 형태가 완전혼합형인 경우는 앞서 언급한대로 처리수의 농도가 포기조의 농도와 같아 낮은 유기물농도에서 사상형미생물이 우세하게 되나 포기조를 몇개의 조로 나누어 직렬로 운전하면 처리수의 농도는 낮으나 대부분의 유기물이 제거되어 포기조내에서 우세하게 번식하는 미생물이 선택되는 첫번째나 두번째 조에서는 Floc형성균의 성장이 우세한 농도가 되어 슬릿지평화를 억제하게 된다.

이와같은 원리를 이용하여 Selector개념이 도입되어 낮은 F/M에서 발생하는 슬릿지평화를 제어

하도록 하였으며 (Lee et al.(1983) Cludoba et al. (1975)) Selector를 사용한 처리 공정도는 (그림. 12)와 같다.

낮은 F/M비에서 포기조형태가 슬릿지평화현상에 영향을 미치는 기본원리에는 많은 의견이 제시되어 있으나 본 강의에서는 생략하기로 한다. 이와같은 원리를 이용하여 슬릿지평화를 억제하는 처리방안은 산화구(Oxidatis Ditch)법과 회분식 활성슬릿지법(SBR)등이 있으며, 앞서설명한 Selector는 호기성인 경우가 보통이나 혐기성으로 운전하여도 슬릿지평화를 제어할 수 있다.

4) 이상 살펴본 바와같이 슬릿지평화를 근본적으로 해결하여 슬릿지 침전성을 향상시키기 위해서는 평화현상에 발생한 슬릿지를 현미경으로 관찰하여 우생종이 무엇인가를 판단하여 이 사상형 미생물이 성장하는 최적조건을 없애주는 방안을 사용하여야 하나 이를 위해서는 많은 경험이 필요하고, 또한 고도의 전문인력이 필요하고 장시간이 소요되어 현장에서 당장문제를 해결하는 방안으로는 적합하지 못하다. (표. 4)는 이와같은 방법에 의해 슬릿지평화문제를 해결한 예를 종합한 것이다.



(표 4) 운전조건의 변화에 의해 슬러지 팽화를 해결한 예

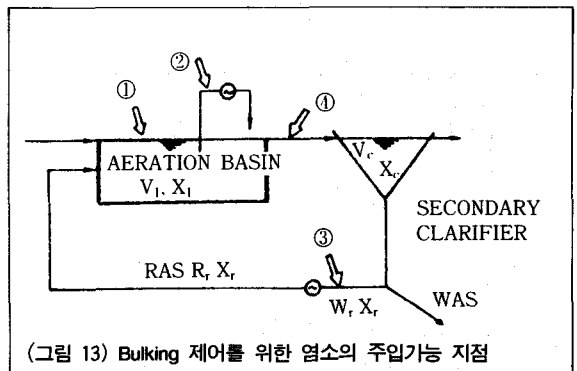
처리장	주요상형미생물	운전조건의 변화	결과
A	Thiothrix sp. Type 1701	가) 암모니아 주입 나) 산소공급 증가	가) Thiothrix 가 없어짐 } Bulking 나) Type 1701 } 해결 없어짐
B	H. hydrossis Type 0803	가) 포기량 증가 나) 슬러지 폐기량 증가	가) H. hydro- ssis없어짐 } Bulking 나) Type 0303 } 해결 없어짐
C	M.Parvicella	슬러지 폐기량 증가	Bulking해결
D	type 021 N	암모니아 주입	Bulking해결
E	type 0675 type 0041	plug flow로 포기조형태 변화	두가지 미생물 줄어듬 bulking해결
F	type 1701	DO농도 상승	bulking해결
G	type 1851 type 0041	selector 설치	bulking해결

### 3. 살균제에 의한 선택적 살균방법

슬러지팽화가 발생되었을때 많이 사용되는 방법으로서 염소나 과산화수소에 의한 선택적 살균에 의해 현재 진행되고 있는 슬러지 침전성의 악화를 막는 방법이 있는데 과산화수소보다는 염소를 많이 이용하고 있다.

활성슬러지 공정에서 염소를 투입할 수 있는 지점은 (그림. 13)과 같이 4가지 지점이 되는데 이를 설명하면 다음과 같다.

- 1) 포기조에 직접투여
- 2) 포기조의 MLSS의 일부를 재순환시키면서 이 재순환 라인에 투여



3) 반송슬러지 라인에 투여

4) 포기조와 2차 침전조사이에 투여

이상 4가지 지점중 운전조건에 따라 적합한 지점을 선택해야 하나 중요한 것은 염소와 미생물의 혼합이 잘 이루어지는 지점이어야 하며 Chlorine demand가 낮은 지점을 선택해야 한다.

(그림. 14)를 이용하여 염소의 주입량을 결정하는 인자들을 고려하면 다음과 같다.

a) Overall mess dose rate, T

$$T = \frac{M}{V_1 X_1 + X_c X_c} \quad (\text{g cl}_2 / \text{kg ss/day}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

b) 염소주입지점에서의 염소주입농도, C

$$C = \frac{M}{Q} \quad (\text{mg cl}_2 / \text{l}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

c) 염소주입지점에서의 염소주입율, T<sub>m</sub> ... (5)

$$T_m = \frac{M}{Q X_q} \quad (\text{g cl}_2 / \text{kg} \cdot \text{ss}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

d) 하루에 활성슬러지가 염소에 접촉하는 빈도, f

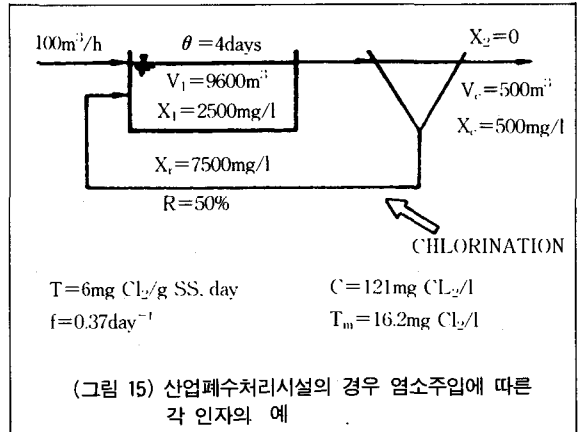
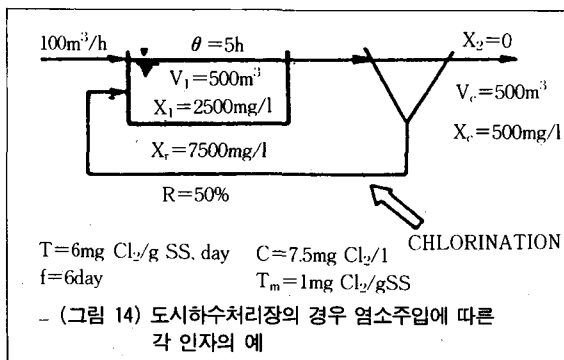
$$f \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$f = \frac{Q X_q}{V_1 X_1 + V_c X_c} \quad (\text{day}^{-1})$$

단, M=염소주입율, g cl<sub>2</sub>/day

Q=염소가 주입되는 line의 유량 (1/day)

(그림. 14)와 (그림. 15)는 도시하수처리장의 경우와 체류시간이 긴 산업폐수처리 시설의 경우



같은양의 염소주입율에 대해 위의 네가지 인자들이 어떻게 변화하는가를 보여주는데 도시하수의 경우는 모든 인자들이 염소살균에 의한 효과가 나타날 수 있는 정도가 되나 (그림. 15)와 같은 경우는 각 인자들의 값이 효과적이지 못하는 범위에 있는것을 알 수 있다. 따라서 (그림. 15)의 경우는 포기조에 직접투여하거나 포기조의 Side stream을 두어 염소를 주입하는 것이 효과적이다.

그러므로 발표된 자료에 의해 (a)~(d)까지의 인자들의 범위를 정리하면, T(2~10mg Cl<sub>2</sub>/g SS.d), C(2.5~15 mg Cl<sub>2</sub>/l), f(3~6 day<sup>-1</sup>) T<sub>m</sub>(1.0~10 mg Cl<sub>2</sub>/g SS)인데 질산화가 진행되는 처리장의 경우 T값은 S mg Cl<sub>2</sub>/g SS-day를 초과하지 않는 것이 좋다.

4. 슬러지팽화의 해결을 위한 2단계 접근방법  
슬러지팽화 현상을 해결하는데 있어서는 슬러지팽화현상을 없애는 단기적인 방법과 슬러지팽화의 원인을 없애는 장기적인 조치를 2단계로 취하는 것이 필요하다.

첫번째 단계는 염소나 과산화수소에 의한 선택적 살균이며 이에앞서 처리장이 처리효율에 미치는 영향이 없는 한도내에서 최대한 견딜 수 있는 SVI값은 경험에 의해 설정해야 한다. 일반적으로 알려진 SVI 150m l/g은 어느 처리장이나 적용되는 표준치가 아니기때문에 처리장의 특성에 따라 목표 SVI를 설정하는 것이 중요하며 SVI가 지속적으로 이 SVI값을 초과했을 경우에 염소살균등

을 실시한다. 혐소살균을 시작하기전에도 슬러지 팽화에 의해 미생물이 처리수로 유출되는 것을 막기 위해서는 슬러지 반송율을 높이는 등의 조치를 취한다. 두번째 단계는 미생물에 의한 사상형미생물의 종류와 원인을 분석하여 근본적인 해결책은 장기적으로 모색하는 단계로서 단기적인 조치와 장기적인 조치가 병행되어야 한다.

### 5. 기타방법

이밖에 슬러지팽화를 위해서 반송슬러지를 포기조내 유입시키기전에 금속 교반시켜 작은 입자를 형성시킨후 유입시키는 방법이 있으며, 우리나라 산업폐수처리장에서는 별도의 미생물을 첨가하여 슬러지팽화현상을 제어하는 예가 많이 있다.

포기조내에 미생물을 투입하여 슬러지팽화를 조절하는 것은 산업폐수의 유입수의 변화에 의해 슬러지 침전성이 나빠졌을때 어느정도 효과가 있다고 보나 근본적인 해결책은 아니다. (그림. 15)는 실험실 규모의 실험장치에서 잘 조절된 운전조건에 의해 운전되고 있으나 유입수의 유입방법이 약간 변화함에 따라서 포기조내에서 번식하는 미생물이 변화되는 것을 보여주고 있다. 이는 미생

염소나 과산화수소에 의한 선택적 살균이며 이에앞서 처리장이 처리효율에 미치는 영향이 없는 한도내에서 최대한 견딜 수 있는 SVI 값은 경험에 의해 설정해야 한다. 처리장의 특성에 따라 목표 SVI를 설정하는 것이 중요하며 SVI가 지속적으로 이 SVI 값을 초과했을 경우에 혐소살균 등을 실시한다.

물체를 투입한다해도 포기조내에서 우점종이 될 수는 없으며 결국 유입폐수에 적합한 미생물이 번식하게 되어 미생물체의 사용에 의해 슬러지팽화를 해결하기 위해서는 계속적인 투여가 필요하다는 것을 간접적으로 나타낸다고 볼 수 있다.

### IV. 결론

활성슬러지의 사용은 앞으로도 계속 늘어날 것이며, 따라서 활성슬러지법 운전상의 가장 큰 문제점인 슬러지팽화현상에 대한 제어방안의 마련은 시급하다고 본다. 지금까지 슬러지 팽화현상 자체의 해결방법을 살펴보았는데 아직도 적합한 해결책을 강구하기 위해서는 많은 노력이 필요하다.

슬러지팽화 한가지 문제만을 해결하는데에도 선진외국에서는 20여년의 연구개발을 해왔으며 아직도 보다 나은 방법을 찾기위해 노력하고 있어서 기술발전이 큰 기여를 했는데 폐수처리 역사가 짧은 우리나라에서 이 문제를 단 시간에 해결할 수 있는 획기적인 방법을 사용할 수 있을 것이라는 자세는 버려야한다. 임시 방편적인 방법에 의존하기 보다는 근본적인 해결책을 모색하는 자세로 문제에 임해야만 기술이 축적되고 슬러지팽화현상 이외의 다른 문제점의 해결에도 능동적으로 대처할 수 있을 것이다. ◼

