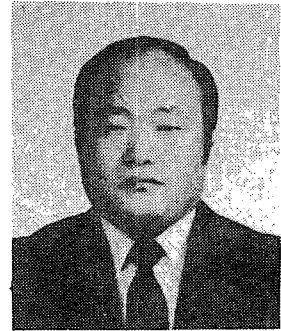


심층폭기법에 의한 무희석 분뇨처리 및 탈질에 관하여



閔 誠 基
(國際技術開發(株) 常務)

목 차

1. 개 요
2. 심층폭기법에 의한 분뇨의 무희석처리
3. 심층폭기조의 구조와 원리
4. 심층폭기법에 의한 분뇨 처리 설비구성
5. 심층폭기법에 있어서 소화탈질
6. 심층폭기법에 의한 분뇨처리의 특징 및 결론

1. 개 요

심층폭기법의 2단 활성오니법에 의한 분뇨처리법은 소위 일본에서 분뇨처리 시설구조 지침으로 불리우는 저희석 2단 활성오니법의 제1교반조에 상당하는 장치 대신으로 심층폭기조를 사용한 것이다.

본 처리법은 SS의 제거와 고도처리를 위하여 2차처리 설비로서 응집분리 Process를 조합하였으며 <그림-1>에 기본처리 계통도를 나타내었다.

현재 국내에서는 20배 희석처리를 하고 일본에서는 10배 희석을 표준으로 하고 있으나, 본 법은 1.5배 정도의 거의 무희석에 가까운 희석 배율로서 활성오니 농도를 10,000mg/l 이상의 고농도로 유지해서 운전하는 것이다.

심층폭기법에 의한 분뇨의 정화는 소화액 순환에 의하여 저희석 2단 활성오니법과 같은 형식의 원리에 의해 알카리제 첨가없이 심층폭기조에서 BOD 98% 이상 총질소 90% 이상의 제거

율을 얻을 수 있다.

심층폭기조의 배출액중에 남아있는 무기성 질소는 오니분리조에서 고액 분리되고 계속해서 소화조, 탈질조, 재폭기조의 순서로 점차 제거된다.

특히 탈질조에서는 심층폭기조의 질소 제거율이 높기 때문에 내생호흡형 탈질소를 할 수 있게 되고 메탄올 등의 유기탄소원의 첨가가 불필요하게 되는 이점이 있다.

2. 심층폭기법에 의한 분뇨의 무희석처리

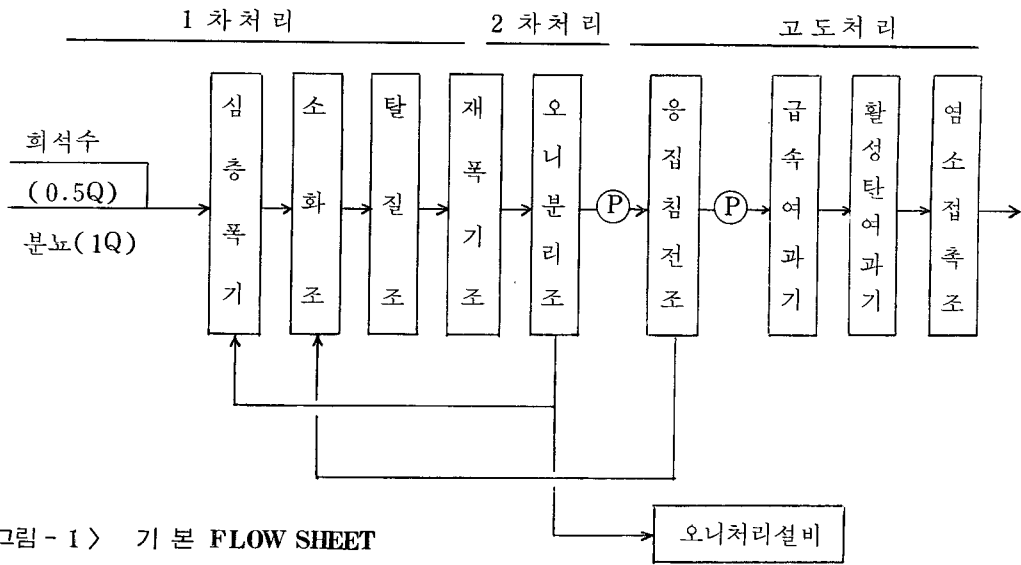
분뇨는 BOD 성분과 함께 질소성분을 다량 함유하고 있다. 활성오니 처리에서 NH_4^+ 가 200-300mg/l 이상 존재하면 활성오니 활동을 억제하기 때문에 현재의 분뇨처리는 청수로 20배 희석한 후 처리하여 왔다.

그러나 생물학적 소화탈질소법의 적용에 의해 분뇨중의 질소는 잘 제거될 수 있게 되므로서 저희석화의 보급화가 가능하게 되었다.

심층폭기조는 전술한 바와같이 다량의 순환액에 의해 조내의 충분한 혼합이 되기 때문에 BOD와 질소등의 수직농도 분포는 거의 균일화 되었다.

조내 농도와 유출액 농도는 동일치를 나타낸다.

<표-1>은 기본 Flow Sheet <그림-1>를 기초로 하여 분뇨처리 실험을 한 실증 실험처리수의 성적을 표시한 것으로 사용된 분뇨로 재사 분뇨의 공급을 받아 희석수는 전혀 사용하지 않고 운전한 Data에서 보듯이 심층폭기조 유출액이 NH_4^+ 는 평균 45.4mg/l로서 NH_4^+ 의 독성 한



〈그림 - 1〉 기본 FLOW SHEET

〈표 - 1〉 처리 성적 표 상단 평균치
하단 표준편차

	공시분뇨	심층반응조	소 화 조	탈 질 조	오니분리조	응집침전조	활 성 탄 수 처 리
PH	8.2 (0.21)	7.36 (0.25)	7.4 (0.23)	7.3 (0.18)	7.6 (0.31)	6.83 (0.75)	7.0 (0.3)
BOD (mg/l)	7401 (1588)	33.6 (0.2)	16.2 (10.3)	24.2 (14.2)	30.3 (8.7)	8.7 (4.7)	2-5
COD (mg/l)	6019 (502)	485 (50)	472 (50)	475 (49)	491 (52)	173 (25)	2-10
SS (mg/l)	15125 (2234)	15588 (1861)	-	-	664 (284)	20.4 (7.6)	1
Ni-N (mg/l)	3550 (275)	101 (26.1)	-	-	58.8 (11.9)	19.3 (3.6)	5-10
NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	2772 (252)	45.4 (19.5)	5.6 (3.3)	12.8 (7.6)	8.9 (6.6)	9.0 (6.5)	-
NOX-N (mg/l)	0	17.5 (13.5)	35.2 (25.5)	3.6 (10.0)	0.3 (0.8)	0.3 (0.7)	-
T-N (mg/l)	-	116 (18.7)	-	-	58.8 (11.7)	19.6 (3.6)	-
Or _g -N (mg/l)	778	55.6	-	-	49.9	10.3	1.4
PO ₄ ⁻³ (mg/l)	1092 (225)	-	-	-	250 (107)	< 1	< 1
Cr (mg/l)	3222 (244)	-	-	-	2874 (353)	2905 (360)	2509 (360)

제농도 200-300mg/l 보다는 훨씬 낮은 농도까지 제거되었다.

이것이 분뇨의 무회석 처리를 가능케한 중요한 요인이 된 것이다.

3. 심층폭기조의 구조와 원리

심층폭기조는 1958년 오란다에서 개발된 U-TUBE AERATION의 원리를 이용한 심층폭기법으로 그 기본 구조는 <그림-2>에 표시하였다.

그 원리는 기포의 종단 상승 속도로 부터 빠른 유속으로 하향으로 흐르는 원수중에 공기를 주입하면 공기는 주입전에서부터 미세한 기포로 되어 원수와 함께 하향하는 현상을 이용하는 것이다.

심층폭기조는 <그림-2>에 표시한 것과 같이 반응조와 하향튜브로 구성되고 반응조내 혼합액은 PUMP 순환에 의해 하향튜브의 상부 입구로 양수되어 하향튜브에서 하향해서 반응조를 경유하여 순환펌프까지로 순환류를 형성한다.

하향튜브 상부 입구에 주입된 공기중의 산소는 하향튜브 내에서의 격심한 교반현상과 심층화에

의한 기액간의 산소 분압차의 증대에 따라 고속도로 용해된다.

그 결과로 산소 용해율 및 산소용해 동력효율이 대폭 향상이 가능하게 되는 것이다.

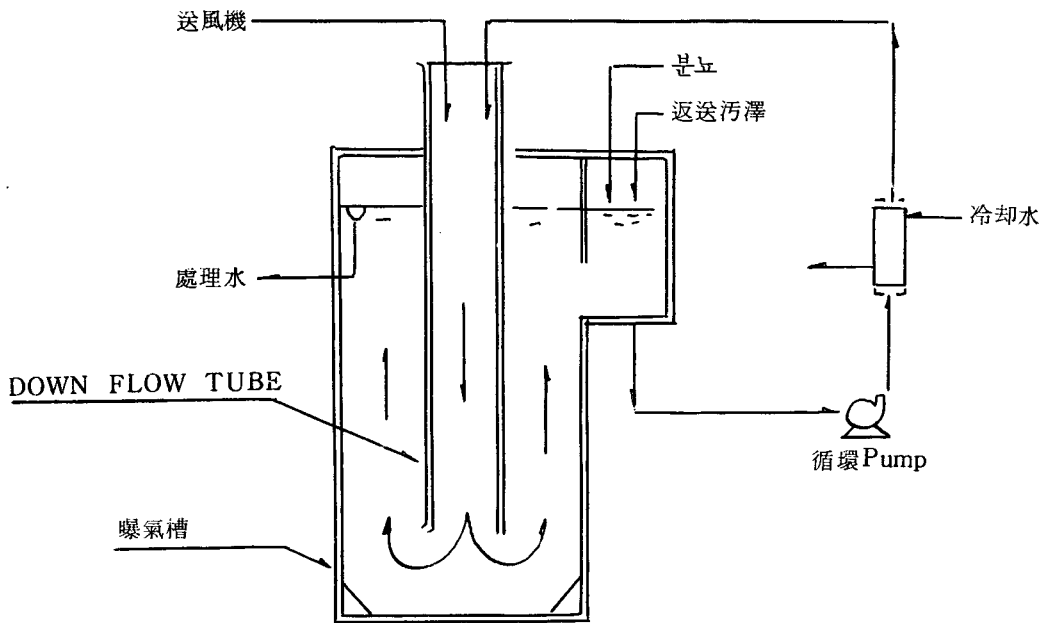
반응조 저부에 도달한 기포는 잔류산소를 다시 한번 액중에서 용해하면서 반응조를 상승하고 생물학적 탈질소 반응으로 생성한 질소가스, 탄산가스와 함께 대기로 방출되게 되는데 대기 방출전에 탈취장치에 의해 탈취후에 방출한다.

그리고 제사된 분뇨 및 반응오수는 순환펌프조에 유입하면 순간적으로 대량의 순환류와 혼합되어 하향튜브를 경유하여 반응조 저부에 도달하여 U-Turn 해서 반응조를 상승하고 그 일부는 다음 공정인 소화조로 월류된다.

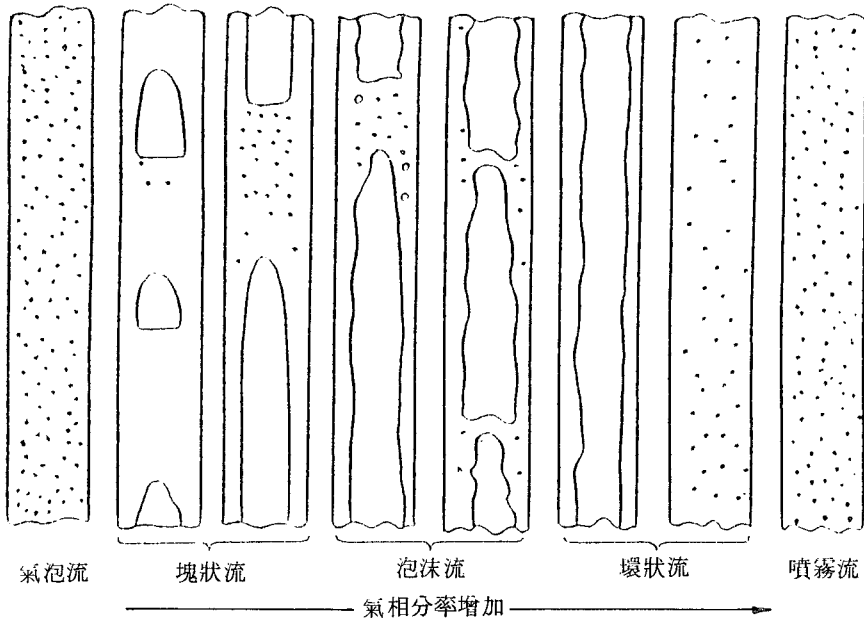
하향튜브내에서의 기액 혼상류는 기액비를 증가시킴에 따라 <그림-3>에 표시한 것과 같은 패턴을 나타낸다.

안정된 기포류는 Griffith & Wallis <그림-4>에 따르면 기포비가 0.2 이하일 경우에 얻어지게 된다.

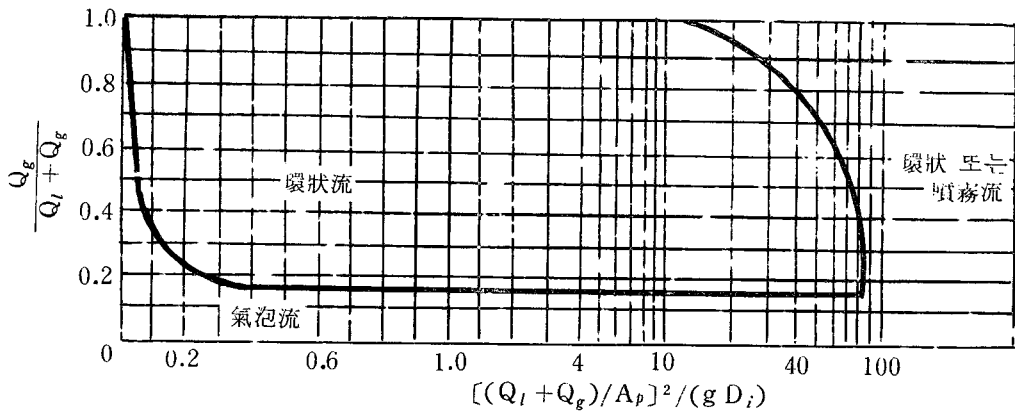
하향튜브내에서의 액의 유속은 하향튜브 상부



<그림-2> 심층폭기조 구조



〈그림 - 3〉 수직관내 2상류의 양식(1)



〈그림 - 4〉 수직관내 2상류의 양식의 추정(2)

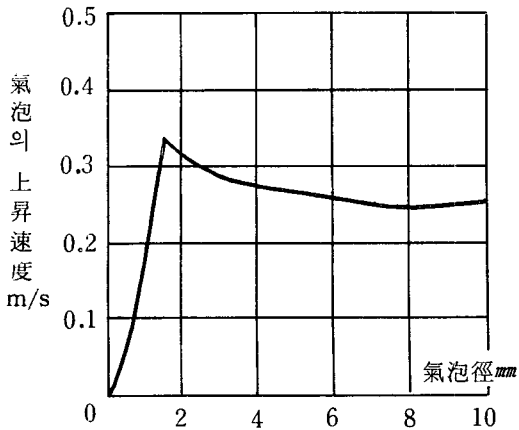
에 주입되는 공기를 기포류로서 액과 함께 하강 되기 때문에 기포가 수중에서 종단 상승속도보다 빠르게 하지 않으면 안된다.

기포가 수중에 있어서의 종단 속도를 〈그림-5〉에 표시하였다.

〈그림 - 5〉에 의하면 액유속은 0.3 m/sec 이상이면 좋으나 실장치에서는 안정된 기포류를 유지하기 위해 0.35 m/sec 이상으로 운전하게 된다. 심층폭기조에서 고속 산소용해는 하강튜브에서 얻어지게 된다.

일반적으로 종래의 산기식 폭기장치로는 폭기 강도 ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)가 일정치를 초과하면 기포의 간섭이 일어나 산소용해 효율이 저하하기 때문에 폭기 강도는 증가하여도 산소 이동 속도는 어느 한계까지만 증가하고 그 이상은 증가하지 않게 되며 그 한계는 $50 \sim 100 \text{ mg}/\ell \cdot \text{h}$ 이었다.

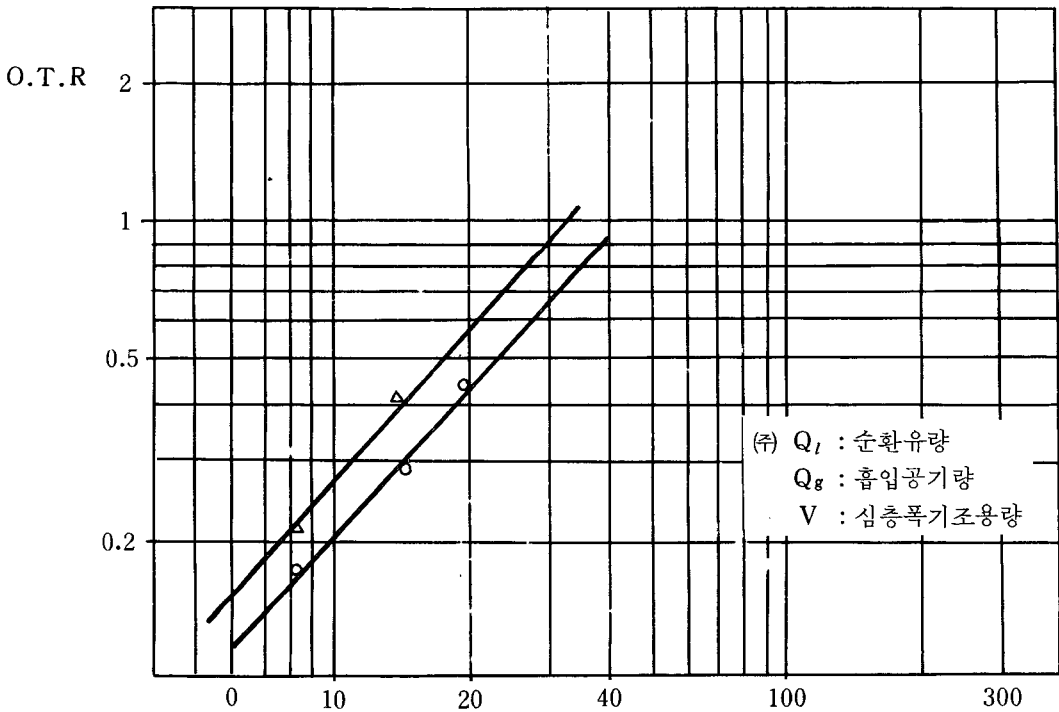
그러나 심층폭기조에서는 하향튜브의 기액비를 0.2 이하, 액유속을 0.35 m/sec 이상의 범위로 설계하는 한 기포의 상호 간섭은 일어나지 않는다. 따라서 순환 유량비를 증가시킴에 따라 임의



〈그림 - 5〉 수중에 있어서 기포의 종단상승속도

〈표-2〉 심층폭기조 Off-gas의 측정결과

배 가스 조성	농 도
산 소	8.2 %
이 산 화 탄 소	11.0 %
암 모 니 아	1.0ppm
메 탈 멜 카 푸 탄	0.013ppm
유 화 수 조	0.005ppm이하
유 화 메 탈	0.0055ppm
2 유 화 메 탈	0.0053ppm
트 리 메 탈 아 민	0.02ppm이하
아 세 트 알 데 이 드	0.005ppm이하
스 치 렌	0.02ppm이하



〈그림 - 6〉 심층폭기조의 산소이동속도(O.T.R)

(주) Q_l : 순환유량
 Q_g : 흡입공기량
 V : 심층폭기조용량

로 높은 산소용해 속도를 달성하게 되는 것이다.

심층폭기조의 산소용해 속도의 실측치는 〈그림 - 6〉에 표시하였다. 〈그림 - 6〉의 실측치는 정상적으로 분포를 처리하고 있는 상태하에서 반응조 Off-Gas의 산소농도를 측정해서 구한 값이

다. 〈표 - 2〉에 심층폭기조 Off-Gas의 측정결과 의 일례를 나타내었다. Off-Gas의 분석에 의해 구한 산소용해 효율은 약 60%로서 종래의 산기 폭기장치의 약 10배에 상당한다. 〈다음호에 계속〉