

7. 한외여과법에 의한 분뇨처리기술

한림대학교 환경생명공학과 교수 박진용

1. 개요

1970년대 중반까지 분뇨처리 분야는 분뇨 중의 BOD와 질소를 주로 활성 슬러지법(Activated Sludge Process)으로 동시에 제거하는 생물학적 탈질소방법이 수계의 환경보전측면에서 널리 보급되어져 왔다. 그 이후 10배 희석의 표준탈질소 처리방식과 무희석 고부하 탈질소 처리방식이 분뇨처리 시설 구조지침으로 취급 되어져 널리 보급되고 있다.

이 고부하 탈질소 처리방식은 용수량 절감이 가능하고 광범위한 용지의 절감도 가능해져 종래 방법에 없었던 이점을 살리는 한편, 다음에 나타난 운전 조작상의 문제점을 내포하고 있다.

첫째, 반입되는 분뇨량 및 질의 영향을 받기 쉬워 생물반응조에서 질화와 탈질의균형이 결여되거나 무너져 이상발포(發泡)가 일어나기 쉽다.

둘째, 높은 혼합액부유총고형물(MLSS) 농도 때문에 슬러지의 침강성이 나빠지며, 고액분리(Solid-Liquid Separation)가 곤란해져서 고부하 처리에 지장을 초래하여 수질이 악화된다.

NS (New Separation) 시스템은 한외여과막 (Ultrafiltration membrane)을 이용한 분뇨처리 시스템으로 고부하 탈질소 처리방식의 장점이 있으며, 운전 조작을 향상시키는 고부하 탈질소 막분리 처리방식이다.

NS 시스템은 각 처리 공정의 간소화와 컴퓨터에 의한 제어로 조합되어 처리시스템 전체의 합리화를 도모할 수 있다. 이러한 NS 시스템의 흐름도 개요를 그림 1에 나타내었다.

이 NS 시스템은 각각의 설비로 다음과 같이 구성된다.

- (1) 투입저류 설비: 투입조, 협잡물 제거 장치, 저류조, 투입펌프 등
- (2) 주처리 설비: 질화 및 탈질조 (생물반응조, 단일 탱크 구성), 한외여과막에 의한 고액분리 장치 등
- (3) 고도처리 설비: 응집 막분리 장치, 연속 활성탄 흡착탑 등
- (4) 소독 및 방류 설비
- (5) 슬러지 처리 설비: 슬러지 탈수기, 탈수 슬러지 소각로 등
- (6) 악취제거 설비

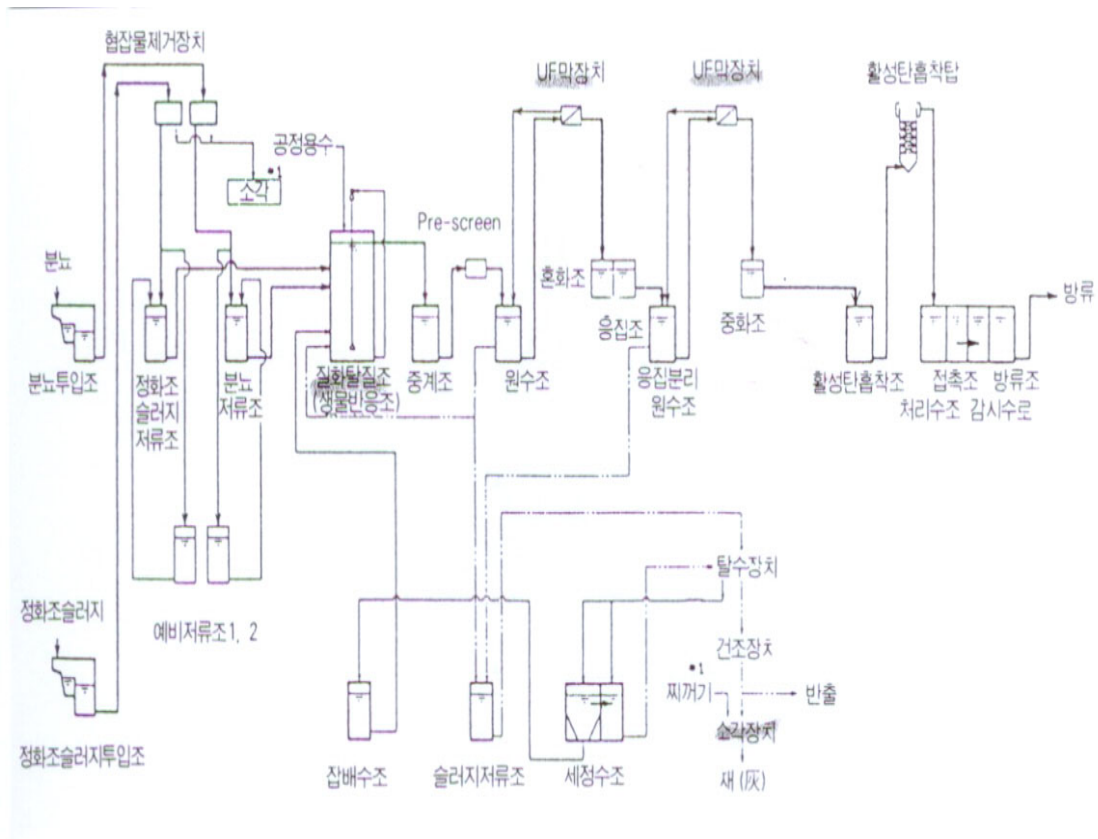


그림 1. NS 시스템의 처리 흐름도

2. 특징

이러한 NS 시스템은 다음과 같은 특징이 있다.

(1) 분뇨의 양과 질적 변화에 대응한다.

컴퓨터 제어로서 장래에 닥쳐 올 분뇨 및 정화조 슬러지의 양과 질적 변화에 따라 대응할 수 있다.

(2) 단일 생물반응조에서 질화 및 탈질 작용이 이루어진다.

포기 조건하에서 질화 및 탈질화 후 마무리 시기에 탈질화를 조합한 회분식 운전을 컴퓨터로 제어한다.

생물반응조 (질화 및 탈질조)는 수심이 10 m인 침층형 포기조 (Deep-shaft aeration tank)로서 산소의 이용 효율이 대단히 높다. 산소 공급은 펌프 순환성 포기장치로 이루어지며, 산소용해 효율은 40~50%로 높고 소비전력은 종래 방법의 약 절반 정도인 에너지 절약형이다.

(3) 한외여과막에 의한 활성슬러지의 고액분리가 가능하다.

생물반응조에서 생성된 슬러지 성상에 전혀 영향이 미치지 않는 고액분리가 가능하다. 또한 NS 시스템에서는 평막과 관형막의 채택이 모두 가능하다. 특히 평막 (상품명: Filter-Capsule)은 사진 1에서 보는 바와 같이 자동개폐 장치가 부착된 자동세정장치를 장착해 일상 작업시 에너지 절약을 도모하고 일정한 투과수량을 항상 얻도록 고안되었다.

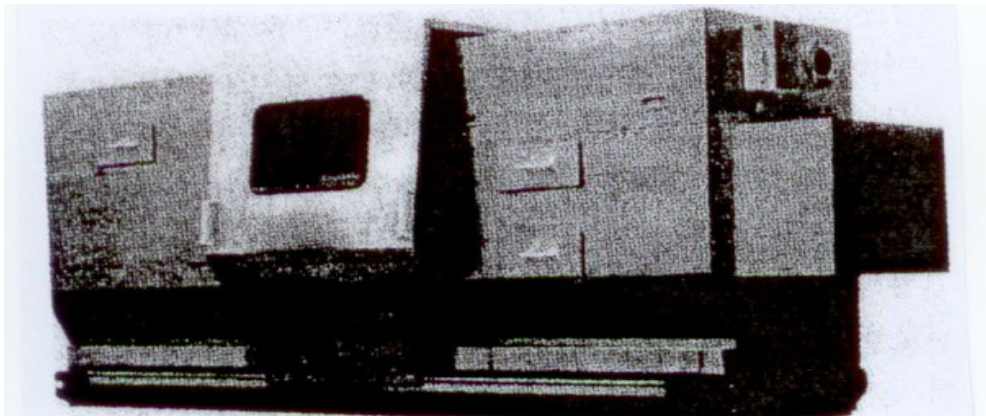


사진 1. 분뇨처리용 평막 (상품명: Filter-Capsule) 한외여과장치.

3. 실제 운영 사례

이러한 NS 시스템은 일본 나가사키 현 환경위생조합에 설치하여 실제 운전 결과를 표 1에 정리하였다.

표 1. NS 시스템의 분뇨처리 실제 운전 결과.

항 목	방류 수질 기준	처리 수질
pH	5.8 ~ 8.6	7.2
BOD (mg/L)	<10	<1.0 (일평균)
COD (mg/L)	<10	3.5 (일평균)
SS (mg/L)	<5	<2.0 (일평균)
TN (mg/L)	<10	6.9 (일평균)
TP (mg/L)	<1	0.1 (일평균)
색도 (도)	<20	<1.0 (일평균)
대장균수 (개/mL)	<200	<30 (일평균)

본 시설은 저류조 관계의 수조나 생물반응조는 분뇨 및 정화조 슬러지의 양과 질적 변화에 대응하도록 설계 되었으며, 컴퓨터 제어를 병행시켜 처리의 안정성을 높이고 있다. 또한 Filter-Capsule은 통상적인 부하에 대해 50%의 막면적을 예비로 갖추도록 설계 되었다.

4. 처리 효과

표 1에 나타낸 나가사키 현 환경위생조합 운전결과에서 보면 처리수의 수질이 BOD 1 mg/L 이하, COD 3.5 mg/L, SS 2 mg/L, 총질소(TN) 6.9 mg/L, 색도 1도 이하이고 모두 방류수 기준치 이하의 양호한 상태로 운전이 계속되고 있다.

또한 배출가스 및 소음, 진동, 악취 등의 기준치도 모두 만족시킨다. NS 시스템에서 채용한 한외여과막은 병원균은 물론 모든 고형물질을 투과시키지 않으므로 위생상 대단히 안전한 처리수를 얻을 수 있다.