

# 세계환경의 중심지 '비엔나'

## 비엔나市를 사례로 본 하수슬러지 처리 및 소각

예술의 도시 비엔나. 그러나 비엔나市는 예술만큼이나 도시 곳곳이 우수한 환경기술과 활발한 기업활동으로 쾌적한 도심환경을 이루고 있는 것으로도 유명하다.

지난 70년대초 이미 종이류와 유리를 분리수거한 선견지명이 이를 말해 준다. 이후 80년대에 들어서는 금속, 플라스틱, 유기물질을 분리수거에 포함시켜 버려지는 자원을 최소화하고 철저히 자원화하되 폐기물의 마지막 재활용과정까지도 친 환경적이어야 한다는 철저함을 잃지 않는다.

이에 본지는 지난 5월 비엔나시 주최로 웨스턴조선호텔에서 열린 환경과 경제의 중심지 비엔나 세미나의 내용 중 하수슬러지 처리 및 소각에 대해서 요약 정리했다. -편집자주-

### 서론

70년대 초반, 비엔나 시의회는 자치단체인 비엔나 전체의 하수정화를 위해 하수시설 확충 및 하수처리시설 설치를 결정하였다. 시의회는 또한 하수처리지를 소각하기로 하였다.

1980년 6월, 환경의 질을 향상시키기 위한 두 곳의 주요시설이 비엔나의 접머링이라는 지역에서 가동에 들어갔다. 하수처리시설인 하우프트클레란라거 비엔이라는 곳과 유해폐기물과 결합된 하수슬러지를 처리하고 소각하는 엔트소그공스베트리베 짐머링이라는 곳이다.

### 하수처리장 시설현황

비엔나의 주요 하수처리시설은 2백5십만 주민 규모에 맞게 설계가 되었고, 확충사업 이후에는 4백만 주민 규모의 하수처리능력을 보유하게 될 것이다.

기존의 시설은 12m<sup>3</sup>/s의 생물학적 처리와 12m<sup>3</sup>/s의 기계적인 처리를 할 수 있도록 설계되었다. 시설확충 이후에 하수처리시설은 우기동안 18m<sup>3</sup>/s의 생물학적처리능력을 보유하게 될 것이다.

기계적·생물학적처리의 산물인 1차 및 잉여슬러지는 4개의 농축조 펌프를 통해 유입된다.

그리고 유입된 슬러지는 건조 고형물(DS)의 4.5

~50%까지 중력농축 되어진다. 농축조는 13,500m<sup>3</sup>의 용량을 지니고 있으며 덮혀져 있다.

### 하수슬러지 처리공정

현재, 약 5% DS(건조 고형물 = Dry Matter Solids)의 슬러지가 매년 1백5십만톤씩 하수처리시설에서 생성되는데, 이는 일일 210MT의 DS에 달하는 것이다.

1차 농축된 하수슬러지는 농축조에서 선택적으로 2개의 저장탱크 중 하나로 유입된다. 이 저장탱크는 불안정적인 슬러지가 잘 이동되도록 하는 조절 장치의 역할을 한다. 이 저장탱크로 부터 1차 농축된 슬러지가 링 모양의 2개의 파이프를 통해 슬러지 탈수조로 유입된다. 슬러지의 탈수를 용이하게 하기 위하여 슬러지를 예열하고 원심분리기로 유입되기 이전에 응집제를 첨가한다. 인접해 있는 원심분리기에 의해 생성된 탈수형태의 슬러지는 피스톤 펌프의 호퍼에 집적된다. 이 피스톤 펌프는 탈수슬러지를 고압의 파이프 시스템을 통해 유동층 소각로로 이동시킨다.

탈수슬러지는 약 850°C로 연소되며, 그 가스는 전력생산에 이용된다. 소각과정에서 생긴 재는 배가스와 함께 이동되어 전기집진기에 의해 제거된다. 이 불용성인 재는 매립지에 매립된다. 배가스는 습

식세정기 및 활성탄 필터에 의해 정화된다.

비엔나 시는,

- 주요 하수처리시설의 확장
- 인산염 침전도 개선
- 향후 10년 안의 비엔나 인구증가
- 비엔나 하수시스템의 확장

의 이유로 하수슬러지가 약 20% 더 증가할 것이고, 그런 이유로 EbS(엔트소그공스베트리베)에서의 슬러지 처리용량이 증가되어야 한다.

**원심분리기(유리병 모양)에서의 탈수과정**

원심분리기에 의한 슬러지 탈수작업은 지속적이고 밀집된 그리고 폐쇄적인 과정으로서, 유기전해물로 처리된 물은 슬러지가 회전용기의 고속회전에 의해 고형물과 액체로 분리되는 것이다. 고형물은 상이한 속도로 회전하는 동심형 스크류 컨베이어에 의해 회전로터에서 용기로 제거된다.

비엔나 하수처리시설의 슬러지는 22개의 원심분리기를 통하여 DS가 5%에서 약 35%로 탈수된다.

초기단계에서 부터 하수슬러지는 자체소각 한다는 목표로 시작되었는데, 이것은 탈수장치를 이용하여 가능한 만큼 슬러지의 함수율을 줄임으로써, 기름을 사용하지 않고 슬러지를 소각처리 하고자 하는 것이었다. 원래 슬러지에 대한 기계식 탈수작업의 한계는 약 40~45% DS 이다.

공정을 가속화하기 위하여 슬러지는 열교환기에서 약 50°C로 예열된다. 이 예열과정을 통해 DS가 35%에서 39%로 증가되고 응집제 소비가 약 10% 정도 줄어든다.

**유동상 소각로를 이용한 소각**

유동상 기술(FBC)은 하수슬러지 소각에 있어서 이미 증명된 시스템이다.

이 유동상 소각로의 장점은 다음과 같다.

- 유동상의 훌륭한 반응조건
- 비교적 낮은 온도 하에서의 고온 온도 배분
- 뛰어난 연소와 소각효율
- 연소실내의 이동 부분이 없음

- 배가스량을 감소시킴으로써 공기공급량을 줄일 수 있음

EbS 슬러지처리시설에서 탈수된 슬러지는 2중 피스톤 펌프에 의해 고압 배관 시스템을 통과하여 유동상 소각로로 이동된다. 펌프와 소각로 간의 거리는 가장 긴 것이 220m에 달한다. 탈수슬러지의 이동을 향상시키기 위하여 전해용 윤활제가 고압 펌프에 의해 첨가된다.

소각로는 상응하는 온도에 도달할 때까지 버너에 의해서 작동된다. 최소 베드(Bed) 온도는 약 600°C 이고, 프리보드(Freeboard)부의 온도는 700~800°C에 달한다. 슬러지는 직접 모래층으로 투입되는데 베드위에 투입하는 것과 비교했을 때, 거의 10% 이상의 용량 증가를 나타낸다.

EbS는 3개의 유동상 설비를 가동하는데 이 중 두개는 120t DS/d의 용량이고 나머지 하나는 36% DS의 탈수슬러지에 따라서 160t DS/d로 설계되었다.

슬러지량의 증가가 예상되기 때문에 추가로 유동상 반응탑을 설치하는 것이 필요하다. 독특한 구조의 네 번째의 유동상 소각로는 전처리된 도시폐기물과 탈수된 하수슬러지를 동시에 소각할 수 있게 될 것이다. 특별하게 채택된 소각로의 설계용량은 탈수된 하수슬러지의 경우 160t DS/d(36%의 DS; 68%의 유기물 DS; 14 MJ/kg의 발열량) 또는, 도시폐기물의 경우 288t/d(20%의 재; 20%의 수분; 11 MJ/kg의 발열량)이다.

준비된 도시폐기물은 최대 길이 250mm로 분쇄되고, 철과 비철 금속이 포함되지 않은 상태로 공급될 것이다. 하수슬러지와 폐기물의 혼합소각도 가능하다.

아래와 같은 물질들이 작은 양이라면 소각이 가능하다.

- 건조된 하수슬러지
- 사용된 활성탄
- 폐유
- 폐용제
- 전처리된 페플라스트릭

**배가스 정화 시스템**

하수슬러지나 유해폐기물을 대상으로 하는 모든 소각설비에서는 배가스 정화를 위한 아래와 같은 공정도를 가지고 있다.

- 분진제거를 위한 전기집진기
- 탈질시스템-SNCR(선택적 비촉매 NOx 흡착제거)
- 열교환 시스템
- 할로젠족 및 SO<sub>2</sub>제거를 위한 습식세정시스템
- 배출규제치 이하로 다이옥신/퓨란/수은을 배출하기 위한 활성탄 흡착 필터
- 분석제어 시스템
- 액상 잔류물 처리

탈질 프로세스의 원리는 850°C에서 1050°C사이의 온도에서 연소되는 후단에 25% 액상 암모니아 용액을 분사함으로써 질소산화물(NOx)를 제거하는 것이다.

배가스는 두개의 습식세정탑에서 세정된다. 염화수소(HCl), HF(Hydrogen Flouride), 중금속, 그리고 수은은 1차 세정탑(스크라바)에서 제거되고, 유황산화물(SO<sub>2</sub>)은 2차 세정탑(스크라바)에서 제거된다. 소각시설의 수처리 시스템에서 배출되는 배수(or 폐수)는 두개의 폐수처리시설에서 정화되게 된다.

배가스 정화 시스템의 마지막 단계는 활성탄 흡착 필터이다. 습식세정후 남은 오염물질(유기물, 다이옥신류, 퓨란 및 수은)은 그곳에서 제거된다. 그리고 역류타입의 반응기(리액터)가 사용되어 진다.

여기에서 회수된 탄소는 유동상 소각로로 보내어져 처리된다.

전체 배가스 정화 시스템은 현재 464000Nm<sup>3</sup>/h의 처리능력을 가지고 있다. 네 번째의 유동상 설비가 설치되고 나면, 처리능력은 538000Nm<sup>3</sup>/h로 강화될 것이다.

소각공정에서 나온 소각재와 수처리 시스템에서 발생하는 탈수케익(Filter Cake)은 매립지에 처분된다.

다단계 정화과정은 오스트리아의 대기정화법에서 허용하는 배출기준에 맞게 되는 것을 보증하게 된다.

**전력관리**

각 소각처리 라인에는 3방향 통기(通氣) 스팀 보

일러가 장착되어 있다. 보일러 드럼에서 생성된 스팀은 53bar의 압력과 350°C의 온도로 보일러에서 방출된다.

발전기를 갖춘 두개의 증기터빈이 장착되어 있는데, 증기터빈의 용량은 약 90t Steam/h에 이른다.

스팀은 먼저 전력생산에 사용되는데, 설비전력용량은 80MW 이다.

전력생산에 사용된 후의 스팀은 연소공기 예열과 보일러 순환수로 이용되며, 열교환 후에는 지역난방용으로 이용하게 된다. 설치된 열용량은 400MW이다.

**결론**

EbS의 폐수와 하수슬러지 처리 및 소각에 있어서의 오랜 경험은 시설운영과 성능, 유지관리와 배출규제치 준수 등에 높은 안전성을 제공하고 있다.

2004년 이후부터 유기탄소함유량 5% 이상의 유기물을 포함하는 물질을 매립장에 처분하는 것이 법으로 금지되게 되었다. 미소화 하수슬러지의 유기물함량과 사업장에 배출되는 슬러지의 50%가 여기에 해당한다는 사실에서 엄청난 양의 하수슬러지가 농업, 조경 그리고 토질개량에 사용되도록 남겨져 있다고 볼 수 있다.

따라서 비엔나 시의회의 하수슬러지 소각방침 결정은 매우 시의 적절한 결정이었던 것이다. ◀