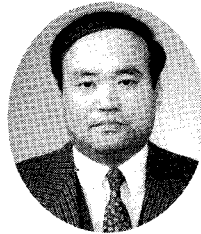


슬러지처리 및 처분

〈마지막회〉



奇文奉

〈환경관리공단 기술부장, 환경(수질)기술사〉

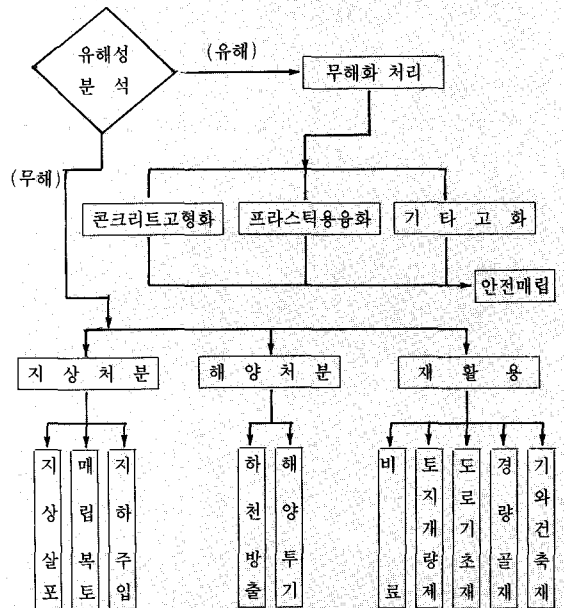
4. 슬러지의 최종처분

슬러지를 포함한 폐기물처리의 의미는 인간 생태계에서 여러가지 경로로 배출되는 물질을 자연환경에 환원 처분하기 위하여 인위적으로 그 변환 속도를 빠르게 하여 환경의 생태계 사이클에 문제가 없도록 하는데 있다. 종래의 슬러지 처분은 자연환경으로 환원시키는 개념이었으나 요즘은 유효이용 측면으로 즉, 자원을 재활용하고 에너지를 회수하는 등의 처분방법을 택하고 있다.

따라서 슬러지를 처분하는 방법을 살펴보면 슬러지가 생성된 그 상태로 최종처분하기는 어렵기 때문에 중간적 처리단계를 거친후 최종처분 된다. 여기서 중간적 처리는 탈수, 건조, 소각 등의 조작을 말하며 특히 유해물질을 함유한 경우에는 최종처분전에 전처리로서 고형화 등의 안정화 처리해야 할 필요가 있다.

우리나라에서는 아직도 슬러지를 처리는 하고 있으나, 처분은 하고 있지 못하는 실정으로 슬러지의 발생량, 처리량과 그 처분량이 얼마인지 정확한 통계가 없다. 이것은 하천의 수계관리를 위해 하·폐수처리장을 건설하여 방류수의 수질만 지도·감독하고 있지 하·폐수가 정화된 만큼의 발생슬러지의 처리, 처분 환경관리인. 1992. 9

〈표 22〉 슬러지 처분방법의 개요



에 대한 관리가 소홀한 것이라 추측된다. 아무리 방류의 수질을 높이기 위해 처리기술 및 효율을 제고 한다고 해도 슬러지의 부적절한 처리, 처분은 수계의 정

화, 토양의 오염방지에 아무런 도움이 되지 못한다.

표 22는 슬러지를 최종처분하기 위하여 크게 나누어 보면 지상처분과 해양처분 및 재활용으로 나눌 수가 있는데 그 전에 슬러지의 유해성 여부를 검사하여 완전히 무해화하거나 생태계와 차단시키는 방법을 통하여 최종 처분하게 된다.

본 장에서는 최종 처분을 위하여 매립, 해양투기 및 재활용의 방법을 나누어서 설명하고자 한다.

4.1. 지상처분

지상처분의 경우는 우리나라와 같이 국토의 면적이 좁고 유희지가 적은 경우에는 적용하기가 어려운 점이 있으나, 크게 나누어서 지상살포에 의한 방법과 매립하는 방법 및 지하에 주입하는 방법으로 나눌 수가 있다.

지상살포의 경우는 운반차량에 의해 슬러지를 살포 장소로 이동하여 균일하게 토양에 뿌려주는 방법으로 그 살포방법은 인력 또는 기계적으로 균일하게 하나 국내의 경우 거의 사용되지 않으며, 지하 주입의 경우도 마찬가지로 지상처분의 경우는 다음 사항에 대한 문제점이 고려되어야 한다.

1) 지상처분의 문제점

지상처분의 최대의 이점은 저렴한 가격으로 최종 처분이 가능하나 다음의 문제점이 고려되어야 한다.

○땀새에 의한 감각 장애

○수자원에 대한 독성의 오염

○곡물성장에 유해한 영향

○곡물을 매개체로 한 인체나 동물에 오염

따라서 지상처분은 유해한 화학물질이나 유기물의 이동에 대한 처리장의 위치, 지형 및 지질의 조사가 선행되어 결정하여야 한다.

따라서 우리나라의 경우 매립에 의한 최종처분 방법을 채택하고 있으며 “폐기물관리법”상 최종 처리시설에 대하여 규정 되어져 있다.

2) 매립시설 기준

매립처분은 일반폐기물의 경우는 위생매립으로 유해폐기물은 안전매립을 하도록 크게 2가지로 분류하고 있으나, 폐기물관리법에는 최종 매립시설을 차단형, 관리형, 침전지형, 안정형 매립시설로 분류하고 있으며, 그 설치기준 및 관리기준은 표 23과 같다.

〈표 23〉 매립시설의 기준

시설명	설치 기준	관리 기준
공통기준	<ol style="list-style-type: none"> 매립시설의 주위에 사람 또는 가축 등의 출입을 방지할 수 있는 철망 등의 외곽시설을 지상 1.5m 이상의 높이로 설치할 것. 다만, 매립시설에 사람 등이 무단으로 출입할 수 없는 사업장안에 있는 경우와 그 주위가 사람 등의 출입이 곤란한 해변, 하천, 절벽 등의 지형인 경우에는 그 주위에 외곽시설을 설치하지 아니할 수 있음. 매립시설에 접근이 용이한 지역 또는 사람의 통행량이 많은 지역에 특정폐기물 매립시설임을 표시하는 가로 100cm 이상, 세로 50cm의 표지판을 지상에서 100cm 이상의 높이에 설치하여야 한다. 이 경우 표지판에는 매립시설의 종류, 관리자의 주소, 성명, 전화번호 등을 기재할 것. 특정폐기물의 유출을 방지할 수 있는 옹벽 및 제방은 매립되는 특정폐기물의 하층 등을 고려하여 안전하게 설치할 것. 반입되는 특정폐기물의 중량을 측정할 수 있는 계량시설을 설치하여야 한다. 다만, 지방환경청장이 필요하지 아니하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니함. 매립시설의 지반은 지반 침하 등의 우려가 없도록 할 것. 매립시설 외부에서 빗물이 유입되지 아니하도록 빗물 배제시설을 갖출 것. 폐기물을 고르거나 압축할 수 있는 장비와 운반차량의 세륜세차시설을 갖출 것. 다만, 지방환경청장이 처리대상폐기물을 고려하여 필요 	<ol style="list-style-type: none"> 매립시설에는 사람 또는 가축 등이 무단으로 출입하지 아니하도록 할 것. 매립시설 주변의 지하수 검사정의 수질검사는 월 1회 이상 실시할 것. 침출수 집수설비 등은 정상적인 기능의 유지를 위하여 정기적으로 토사를 제거하는 등 필요한 조치를 할 것. 관리형 매립시설은 발생하는 가스를 처리할 것. 관리형 매립시설에 특정폐기물을 매립하는 때에는 매립 작업종료후 복토재를 사용하여 15cm 이상의 두께로 일일복토를 하여야 하며, 매립된 특정폐기물의 높이가 3m 이상인 경우에는 3m마다 60cm 이상의 중간복토재를 하여야 한다. 다만, 파쇄, 절단 또는 용융처리한 폐합성 고분자 화합물 등 악취가 발생되거나 흠날릴 우려가 없는 특정폐기물만을 매립하는 경우에는 일일복토 및 중간복토를 하지 아니할 수 있음. 오니중 유기성의 것, 동물성 고형잔재물 등 부패성 특정폐기물만을 매립하는 경우에는 부패성물질의 함량이 40% 미만인 경우에는 3m 이하의 두께에 대하여 50cm 이상의 복토를, 부패성물질의 함량이 40% 이상인 경우에는 50cm의 두께에 대하여 50cm 이상의 복토를 할 것. 차단형 매립시설의 사용을 종료한 때에는 콘크리트 등을 이용하여 밀폐화시켜야 함. 매립시설의 옹벽 및 제방은 특정폐기물이 유출되지 아니하도록 유지관리할 것.

시설명	설치 기준	관리 기준
	<p>하지 아니하다고 인정하는 경우에는 이를 갖추지 아니할 수 있음.</p> <p>8. 매립시설로 인한 지하수 오염 여부를 확인할 수 있도록 매립시설 주변에 4개소 이상의 지하수 검사정을 설치할 것.</p>	
차단형 매립시설	<p>1. 매립가능 면적이 50m² 이상 또는 매립가능 용적이 250m³ 이상이어야 함.</p> <p>2. 바다 및 외벽은 한국공업규격에프 2405(콘크리트의 압축강도시험방법)에 의하여 측정된 압축강도(이하 압축강도라 한다)가 210kg/cm² 이상인 철근콘크리트로서 두께가 15cm 이상 또는 이와 동등한 차단효력을 가진 구조물로 설치하되 방수처리할 것.</p> <p>3. 내부막의 1개 구획의 면적은 매립가능 면적 50m² 이하 또는 매립가능 용적 250m³ 이하가 되도록 하고 내부막의 두께는 10cm 이상으로 하되 압축강도 210kg/cm² 이상의 콘크리트로 설치할 것.</p> <p>4. 빗물을 차단할 수 있는 덮개를 설치할 것.</p>	
관리형 매립시설	<p>1. 매립가능 면적이 1,000m² 이상 또는 매립가능 용적이 3,000m³ 이상이어야 함.</p> <p>2. 침출수가 매립시설에서 유출되는 것을 방지하기 위하여 매립시설의 측면 및 바닥은 특정폐기물의 성상, 매립높이 등을 감안하여 점토, 고밀도 폴리에틸렌 등의 차수재료를 사용하여 다음의 방법에 따라 차수 처리할 것. 다만, 매립시설의 측면과 바닥의 토양의 투수계수가 1초당 1천만분의 1cm 이하인 경우 또는 동등이상의 차수효과를 가지고 있는 경우에는 그러하지 아니함.</p>	

시설명	설치 기준	관리 기준
	<p>가. 고밀도 폴리에틸렌 또는 이에 준하는 재질의 합성수지를 사용하는 경우 두께 1mm 이상의 것을 2겹이상(동물성잔재물, 폐수처리오니, 공정오니, 폐석고 또는 폐석회만을 매립하는 매립시설의 경우에는 1겹이상 포설하여야 하며, 라이너 사이에는 부직포를 이용하여 보호층을 두고 차수재 상·하부는 30cm 이상의 점토 등을 포설할 것.</p> <p>나. 점토, 벤토나이트 등 점토류를 사용하는 경우에는 1. 5m 이상(동물성잔재물, 폐수처리오니, 공정오니, 폐석고 또는 폐석회만을 매립하는 매립시설의 경우에는 76cm 이상)의 두께로 포설하여 투수계수가 1초당 1천만분의 1cm 이하가 되도록 하여야 함.</p> <p>다. 기타의 차수재료를 사용하는 경우에는 “가” 또는 “나”와 동등한 차수효과를 가지도록 차수처리하여야 한다.</p> <p>3. 매립시설의 바닥에는 침출수를 집수할 수 있는 유공판 및 집수정과 이를 처리시설로 이송할 수 있는 설비를 설치할 것.</p> <p>4. 침출수는 최근 10년간 1일 강우량이 10mm 이상인 강우일수중 최다 빈도의 1일 강우량의 7배 이상에 해당하는 침출수를 적정하게 처리할 수 있는 시설을 할 것.</p> <p>5. 유기성 특정폐기물을 매립하는 경우에는 매립시설에서 발생하는 가스를 모아 처리할 수 있는 시설을 설치하여야 함.</p>	
침전지형 매립시설	<p>1. 침전지 면적이 1,000m² 이상 또는 침전지 용적이 3,000m³ 이상이어야 함.</p>	

시설명	설치기준	관리기준
	<p>2. 매립시설에서 넘쳐 흐르는 침출수를 적정하게 처리할 수 있는 시설을 설치할 것.</p> <p>3. 매립시설의 차수처리 및 침수처리 등에 관하여는 관리형 매립시설의 설치기준 "2" 및 "3"을 준용함.</p>	
안정형 매립시설	<p>1. 매립가능 면적이 1,000m² 이상 또는 매립가능 용적이 3,000m³ 이상이어야 함.</p> <p>2. 특정폐기물이 유실되지 아니하도록 안전성을 고려하여 제방을 축조할 것.</p>	

매립지의 조성시는 폐기물성분 방출에 의한 주변 환경오염 가능성을 최소한으로 줄이도록 매립지 구조물의 설계, 시공, 운영 및 사후관리시 제반사항이 고려되어야 한다. 또한 매립지 위치 자체가 주원인인 전망, 소음, 교통체증, 매립지바닥 및 사면붕괴 그리고 홍수범람 등의 문제는 매립지 위치를 적절하게 계획하거나 완충지대 설치, 수림대 조성 등을 통하여 해결될 수 있다.

3) 매립지 입지선정 및 고려사항

슬러지의 최종처분을 위한 매립지는 폐기물의 매립지 입지 선정시 검토하여야 할 사항과 마찬가지로 아래의 목표를 달성할 수 있도록 입지가 선정되어야 한다.

- 인간 환경오염의 최소화
- 자연 환경에의 영향 최소화
- 매립지 설치운영의 용이성 극대화

따라서 매립지 입지선정시 검토하여야 할 사항을 크게 대별하면 아래와 같으며 각 항목들을 어느때에 검토하는가 하는 입지선정 절차 또한 중요한 검토 대상이다.

- 관련법규등-정책적 사항
- 주민의견 수렴-사회적 사항
- 입지선정 기준-기술적 사항
- 경제적 사항

관련법규 지역안배 또는 장래 국토이용계획 등 국가적 차원의 정책적 배려는 가능한 한 입지선정 절차 초기에 반영하는 것이 바람직 하며; 주민 및 공공단체 등에게 처음부터 매립지 계획에 대하여 알리는 것이 바람직하나 최소한 일차적인 기술적 검토가 끝난 상태이 후부터가 바람직하다.

또한 매립지의 조성시는 폐기물성분 방출에 의한 주변 환경오염 가능성을 최소한으로 줄이도록 매립지 구조물의 설계, 시공, 운영 및 사후관리시 제반사항이 고려되어야 한다.

매립지 위치 자체가 주원인인 전망, 소음, 교통체증, 매립지바닥 및 사면붕괴 그리고 홍수범람 등의 문제는 매립지 위치를 적절하게 계획하거나 완충지대 설치, 수림대 조성 등을 통하여 해결될 수 있다:

매립지 구조를 고려하여 환경오염을 최소화하기 위한 시설물을 몇 부분으로 나누어 보면 아래와 같다.

- 차수설비(Liner System)
- 침출수 집배수설비(leachate Colxction and Removal System)
- 덮개설비(Cover System)
- 우수 집배수설비
- 발생가스 대책설비
- 지하수 검사공 등 사후관리

4.2. 해양처분

폐기물 처분방법은 대지와 해양 그리고 대기와 우주로의 처분으로 나누어 볼 수 있으며, 그중 해양과 해양 처분이 가장 보편적으로 이용되고 있다. 해양처분은 주로 유해하지 않은 산업폐기물이나 하수슬러지 처분에 이용되어 온 방법으로 바지선에 의한 투기방법은 폐기물을 신고 5.6-11km / hr(3-6knot) 속도를 유지하면서 4-20ton / min 정도의 투기율로 해수면 및 2-4.6fathoms에 투기한다.

도시폐기물의 해양처분은 바람직하지 못한 방법으

로 미국에서는 1933년 도시폐기물의 해양처분을 법으로 금지 하였다.

도시폐기물의 해양처분을 금하는 주된 이유중 하나는 도시폐기물의 주 구성물질이 종이, 목재, 플라스틱, 고무 등으로 해양투기시 부상하기 때문이다. 이는 미관상, 해양물질, 환경적 관점에서 바람직하지 못하다.

우리나라의 경우 폐수처리장의 슬러지를 해양처분하는 것을 제한적으로 허용하고 있으나, 외국의 경험에 비추어 본다면 바람직한 처분방법이 될 수가 없다고 본다. 계속적인 슬러지의 해양처분은 대륙붕에 슬러지의 축적이 어패류의 생존을 위협하게 될 뿐아니라 해양 유기체 전체에 개체군의 변화를 일으키는 등의 해를 끼치는 결과를 초래하게 된다.

4.3. 재활용

폐기물의 재활용은 재이용과 자원화로 구분하며 재이용은 Recycle를 의미하는 것으로 주로 순환이용의 개념으로써 예를 들면 프라스틱 인젝션에 의한 성형품의 경우 성형에 실패한 것이나, 펠스크랩을 모아서 다시 제품을 만드는 것을 말하며, 자원화는 자원으로 사용하거나 재료화하는 것을 의미하는 것으로 예를 들면 폐목재를 가열분해시켜 가스화하여 그 가스를 이용하여 연료로 하는 것을 말하는 것으로 슬러지의 경우는 자원화하는 쪽이 대부분이므로 보다 상세히 검토하여 보고자 한다.

1) 자원화의 가능성과 문제점

슬러지를 자원화하는 데는 우선 선행되어야 할 사항은 최종처분한 슬러지가 생태계에 2차 오염을 주지 않아야 하기 때문에 다음과 같이 분류하여 검토되어야 한다.

○중금속류 등의 함유 유해물이 적은 경우

식물연쇄에 의한 인체에 영향을 미치지 않는 정도의 중금속류를 함유하고 있는 슬러지에 대해서는 퇴비화하여 비료로 사용한다. 또한 소각재의 경우는 비산되

지 않도록 적당한 크기로 가공시켜 비료화하며, 이 경우는 주로 퇴비화가 질소를 위주로한 유기비료에 대비하여 인, 칼리, 철, 망간 등 미량 영양염류가 들어가는 무기비료이다.

비료로서 사용분야는 안정성을 고려하여 농지용(야채, 쌀, 과수, 목초 등)과 녹지용(가로수, 잔디, 원예, 산림 등)으로 구분된다.

○생활환경에 직접 영향이 없는 정도의 중금속을 함유하는 경우 식물연쇄에 영향을 주는 량의 중금속류를 함유하고 있으나, 이것이 용출하여도 생활환경에 영향을 미치지 않는 정도이면 가공이나 제조의 과정을 거쳐 매립용재료나 도로기반 재료로서 토목재료, 경량골재나 용융슬래그 골재 등의 토목, 건축재료로 사용한다.

2) 자원화 방법

슬러지를 자원화하는 것은 아직도 연구가 되어야 할 분야가 많이 있으나, 지금까지 알려진 것을 요약하면 다음과 같다.

○퇴비화

발생된 슬러지나 탈수케익을 고속퇴비화를 주로 하는데 현재 퇴비화를 위한 설비는 연속식과 회분식으로 각각 연구되어 있다.

슬러지 퇴비화는 그 설비가 대부분 대형화로 되어 있으나, 향후는 소형화 할 필요가 있다고 본다.

○소각재의 비료화 또는 토양개량제

슬러지를 소각하여 발생한 소각재는 쉽기 때문에 가공하여 비료나 토양개량제로서 사용할 경우 대부분 입상으로 가공하여 토양개량재료로 사용한다.

○소각재의 도로기반 재료

소각재(응집약품으로서 석회를 사용한 것)에 보통 포틀랜드시멘트를 가하여 도로기반 재료로 사용하므로 시멘트의 첨가량은 10-15%로 하여 사용하면 도로의 지지력이 증가한다. ◀

상담 및 문의전화 563-7228

낭비하면 공해물질 회수하면 유용자원