

독일 오베르하우젠 시(市)의 공동쓰레기 소각현황



김 장 호/ 동아대학교 환경공학과 부교수

서 언

80년대의 급속한 경제성장과 인구의 증가, 그리고 생활수준의 향상으로 말미암아 선진국에서와 마찬가지로 우리나라에서도 생산과 소비의 활동이 대량화 되었고 자원의 수요증대로 많은 쓰레기를 배출하게 되었다.

이와 같이 산업발전의 고속화와 도시의 거대화에 따라 쓰레기의 처리문제가 심각하게 되었으며 쓰레기의 배출강도가 높아지고 도시지역의 팽창에 따라 쓰레기를 매립할 수 있는 매립지의 부족이 심각한 문제로 부상되고 있다.

현재 우리나라는 대부분의 쓰레기를 매립하고 있는 실정이며 매립장이 거의 포화상태에 도달되어 있어 앞으로의 매립지의 확보가 문제가 되며 실제로 매립지의 확보는 지역주민의 반발과 지가상승 등으로 매우 어려운 실정이다.

따라서 쓰레기를 처리함에 있어서 부피를 줄이고 무해화 할 수 있는 소각처리 방법을 시도해야 할 것이다.

우리나라는 경제나 국민생활 수준이 선진국화되어 가면서 쓰레기의 성상이 불연성에의 점점 가연성으로 변화되어가는 추세이므로 쓰레기를 충분히 소각할 수 있는 조건이 되어지기 때문에 본문에서는 독일의 쓰레기 소각방법을 소개하고 이로인해 우리나라의 현 실정에 맞고 미래의 적합한 방법을 보완, 개

선하고자 한다.

1. 독일의 공동쓰레기 소각장치

독일은 여러지역이 쓰레기를 한곳에 집결시켜 공동으로 쓰레기를 소각처리하고 있다.

쓰레기를 공동으로 소각처리하는데 있어서 소각처리에 참여하는 지역이 중심지역을 선정하여 상수도, 폐수처리, 수자원 보존의 업무를 연합하여 수행하게 하고 이러한 업무를 공동작업하여 실행하고 있다. 또한 공동쓰레기 소각처리 위원회를 설립하여 운영하고 있으며 이는 18인의 구성위원으로 되어 있고 쓰레기를 소각처리하기 위한 목적단체들이 제어·조

절 기능을 가지고 있다.

위원회는 가장 작은 지역단체라 하더라도 최소한의 의석과 투표권을 보장하고 있으며 각 지역의 의견을 철저히 수렴하여 각 지역의 단체들이 적극 참여할 수 있도록 유도하여 효율적인 운영을 꾀하고 있다.

다음 <그림 1>은 공동쓰레기 소각장치를 운영하고 있는 독일의 한주를 예로든 것이다.

<그림 1>이 보여주는 바와 같이 한 주거의 각 지역에서 오베르하우젠으로 쓰레기를 운반하고 오베르하우젠에서 공동쓰레기 소각장치를 설치하여 소각처리하고 있다.

<그림 1> 독일의 공동 쓰레기 소각지역의 예



루르 탄광지역에서는 루르전체를 중심부, 서부 그리고 동부로 분할하여 지역적인 상호협력하에서 쓰레기를 소각처리하고 있으며 근본적으로 루르탄광지역의 공동쓰레기 소각단체는 Oberhausen, Duisburg, Dinslaken 그리고 Essen지역의 상호협력하에서 쓰레기를 공동소각처리하고 있다.

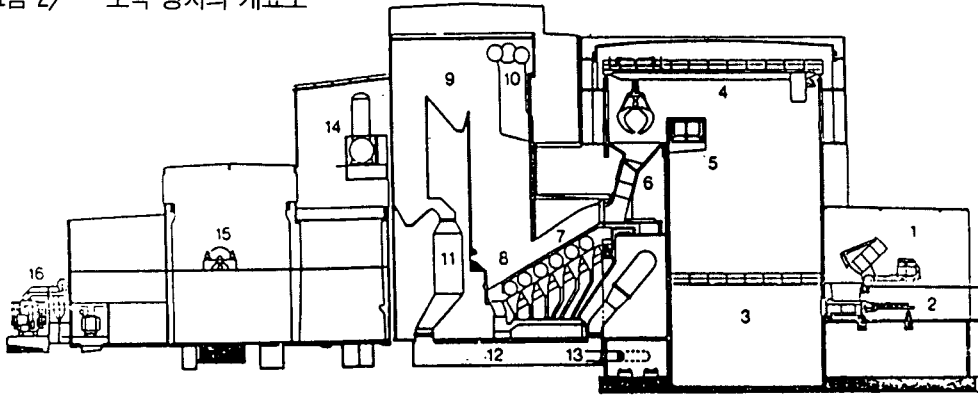
이들 공동 쓰레기 소각처리 단체의 내부에는 기술

-경제위원이 선정되어 있으며 이들 위원들이 공동쓰레기 소각장치를 관할한다.

1) 공동쓰레기 소각장치

다음 <그림 2>에서 보여주는 장치의 개요도는 독일내의 어떤 지역이 쓰레기 소각장치를 나타낸 것이다.

〈그림 2〉 소각 장치의 개요도



- | | | | |
|---------------|----------------|-------------|-----------------|
| 1. 쓰레기 투입구 | 5. 쓰레기 대기대 | 9. 증기 발생기 | 13. 재-운반대 |
| 2. 쓰레기 투입 베드 | 6. 쓰레기 투입구-갈때기 | 10. 회 전 로 | 14. 급수전과 가스 제거기 |
| 3. 쓰레기 저장고 | 7. 로울러 장치 | 11. 루 브 | 15. 터 빈 |
| 4. 크레인 (7톤/회) | 8. 연 소 실 | 12. 연소로 가스관 | 16. 운 반 기 |

〈그림 2〉의 소각장치는 12,000m³의 저장고를 가지고 있는 저장-저면은 52×15m의 크기로 설치되어 있다.

쓰레기를 저장하기 위해서 열개의 투입구를 가지고 있다.

쓰레기 저장고는 훼손을 방지하기 위해서 경재(硬材)를 사용한 철근-콘크리트구조로 되어있다.

저장고에서의 쓰레기를 운반하는 설비로서는 7톤/회의 운반능과 22-25m의 폭을 가진 용적 7m³인 교량 크레인을 사용하여 운반하고 있으며 전자동 시스템으로 운전되고 있다.

쓰레기를 저장고에 투입한 후 쓰레기의 크기를 조절하기 위해서 절단하게 되는데 이 때에는 유압절단기를 사용하고 있다.

이 절단기는 250톤의 절단압을 가지며 시간당 80~150m³의 쓰레기 절단을 실행할 수 있다.

이 소각장치로 연간 355,000톤~400,000톤의 쓰레기를 소각할 수 있으며 화격자의 최대 실행은 시간당 22톤의 쓰레기 소각능을 가지고, 열량 2,000 kcal/kg인 경우 시간당 50~55톤의 증기를 발생한다.

2) 연소가스 정화

쓰레기 소각장치를 운영할 시에는 필연적으로 연소가스가 발생된다. 따라서 가스정화장치를 사용하

여 배출가스를 제거해야 한다.

독일에서는 일반적으로 TA-Luft로 배출가스 한계치를 규정하고 있는데 다음 〈표 1〉은 독일의 배출가스 한계치를 나타낸 것이다.

〈표 1〉 독일이 가스 배출한계치의 법적인 변화

mg/m ³ (11% O ₂ 중)	*TA-Luft 74	TA-Luft 86
Hcl	100	50
HF	5	2
SO ₂	-	100
NO _x	-	500
CO	1,000	100
Dust	100	30

* TA-Luft : 독일의 공기(가스)처리를 위한 기술적인 규정

① 가스 정화

전기집진기로는 연소가스온도 220℃ 일때 99.5%의 집진효율에 도달한다.

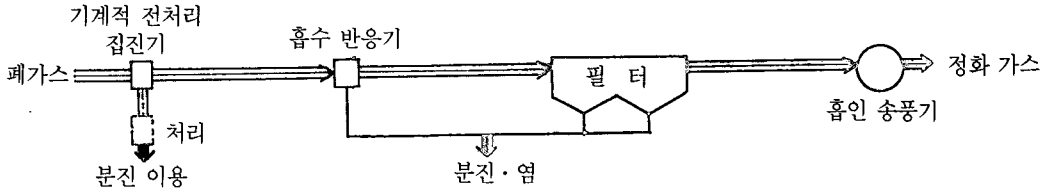
다음 data는 전기집진기의 실행정도를 나타낸 것이다.

필터당 폐가스량	130,000Nm ³ / h
폐가스 최대온도	290℃
연소가스 분진함량	0.5~20g / Nm ³
연소가스 분진에서 가연성	최대 6%
집진효율	99.5%
정화가스 분진함량	100mg / Nm ³

배출가스의 정화는 크게 건식과 습식으로 대별하고 있다.

다음 <그림 3>은 건식연소가스 정화장치의 흐름도이다.

<그림 3> 건식 연소 가스 정화장치 흐름도



건식 집진 장치의 장점은 초기 투자비용이 적게 연소가스 함유물질인 염화수소, 불화수소, 이산화황을 건식으로 처리하고, 로에서 정화장치로 가스가 유입될때 수조에 의해서 130~160℃로 냉각된다.

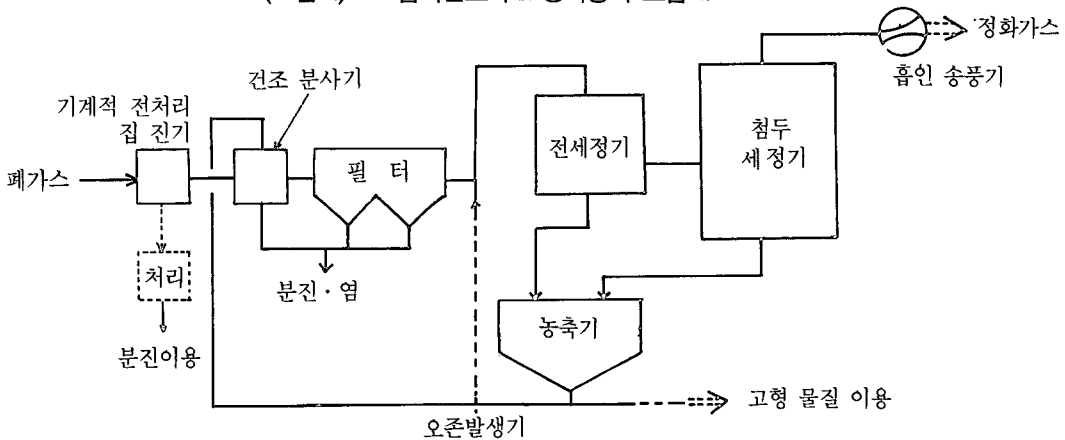
증기상의 중금속을 침전시키기 위해서 온도를 낮추어야 하고, 그리고 분진이 필터에 부착하지 않도록 주의하여야 한다.

들고 운전이 간단하며 그리고 폐수처리의 2차적인 문제가 거의 없다.

단점으로는 잔사량이 많고 반응·생성물과 비산재의 퇴적량이 많고 여러 경우에 있어서 찌꺼기의 처리가 곤란한 점이 있다.

다음 <그림 4>은 습식 연소가스 정화장치의 흐름도를 나타낸 것이다.

<그림 4> 습식연소가스 정화장치 흐름도



습식 정화처리는 산성의 연소가스 함유물질을 액상 세정을 통하여 흡수한다. 필터 위에서 전처리 집진에 따라 관습적인 방법으로 맨 처음 단계에서 염화수소와 불화수소를 세정한다. 동시에 세정조를 통하여 포화온도에서 연소가스를 60~70℃로 냉각시킨다. 흡수후 폐수처리의 문제가 발생하는 이런 경우에는 중화·고형물질분리 그리고 중금속 침전등의 관습적인 방법을 이용하여 처리한다.

또한 폐수처리에 있어서 증발장치를 사용하여 처리하고 있다.

습식은 건식에 비하여 초기 투자비용이 높은 것이 단점이다.

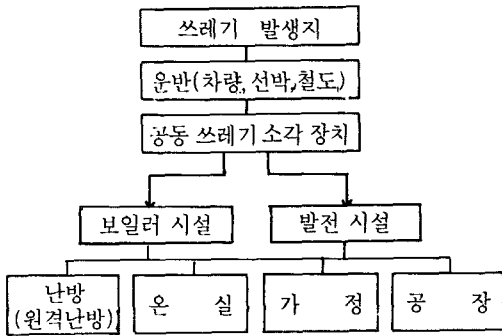
② 폐수처리

폐수처리 장치를 사용하여 정화할 경우는 다음과 같은 물질이 발생하며 이러한 물질들의 요구치와 처리했을 경우의 결과치를 나타낸 것이다.

	요 구 치	실 제 값
온 도	-	26℃
침전가능물질	0.5mg/ℓ	<0.1mg/ℓ
PH값	6.5-9.5	8.5
동	0.55mg/ℓ	0.003mg/ℓ
Pb	0.1mg/ℓ	0.02mg/ℓ
Cd	0.1mg/ℓ	0.008mg/ℓ
Hg	0.02mg/ℓ	0.01mg/ℓ
Cr	0.5mg/ℓ	0.125mg/ℓ
Ni	1.0mg/ℓ	0.041mg/ℓ
Zn	1.0mg/ℓ	0.022mg/ℓ

중화처리장치의 용적은 900m³이다.
 오니의 처리는 일반적인 폐수처리에서의 오니 처리와 같은 방법을 사용한다.
 소각장치를 설치 운영시에는 쓰레기를 연소시킴으로써 고압의 증기가 발생한다.
 다음 <그림 5>는 쓰레기 발생지에서부터 에너지 회수 이용까지의 흐름도를 나타낸 것이다.

<그림 5> 에너지 회수 흐름도



발생된 고압의 증기는 여러장치를 거침으로써 에너지를 회수한다.

다음 데이터는 증기발생기에 대한 설명이다.

증기실행 55t/h
 적용압력 84kg/cm²
 잠정적용압력 67 "

작업압력 64 "
 기계압력 60 "
 과열증기온도 460℃
 급수온도 190℃
 폐가스온도 220℃
 과열공기온도 180℃
 발생한 증기는 두개의 16MW 역압기에서 전기를 발생한다.

다음의 데이터는 공기응축을 설명한 것이다.

실 행 2×60t/h
 입구증기상태
 압 력 14.5kg/cm²
 온 도 200℃
 출구 증기상태
 압 력 13.5kg/cm²
 온 도 40℃
 배출소음 200m 거리에서 45dB(A)
 16MW 역압기를 사용하여 전기를 발생시켜 약 15,000의 주민들에게 충분한 전기를 공급하고 한다.
 그리고 폐열을 이용하여 난방과 온실등에 사용하고 있다.

3) 경제성

쓰레기 소각비용은 주어진 경제조건에 강하게 의존한다.

쓰레기를 소각함으로써 발생하는 열을 이용하여 전기 에너지 회수나 열 에너지를 회수함으로써 소각시에 소모되는 비용을 저감시킬 수 있다.

전기를 발생시키거나 열에너지를 회수하기 위한 초기투자비용을 최소화 시키고 장치를 운영할 시에는 다음 <표 2>와 같이 쓰레기 소각 처리시의 비용과 소각과정중의 이익금의 회수량이 상승함을 보여준다.

<표 2>에서 보면 연간 쓰레기 소각량이 355,000톤인 쓰레기 소각장치의 경우 증기생산공급량은 730,000톤/년, 전력공급은 105,000MWh/년, 쓰레기 수수료는 25,200천원/년의 이익을 가져올 수 있다.

쓰레기 소각장치를 에너지 회수 시스템과 연결시킴으로써 막대한 이익을 지속적으로 얻을 수 있다. <표 2>은 처리비용과 이익금을 비교한 도표이다.

〈표 2〉 쓰레기 소각장치 운영비용과 이익의 비교

비 용			이 익 금		
	천 원/년	%		천 원/년	%
운 전 비 용	53.3	4	발 전/ 열	3,667.5	30
감독, 관리비용	1,566	13	기 타	360	3
자 체 손 실	963	8	쓰레기수수료	8,064	67
기 타	963	8	총 계	12,087.5	100
인 건 비	2,407.5	20			
감 가 삼 각 비	5,656.5	47			
총 계	12,037.5	100			

설 치 시	
쓰레기량	355,000 톤/년
증 기 공 급	730,000 톤/년
전 력 공 급	105,000 MWh/년
수 수 료	252,000천원/톤·쓰레기

2. 우리나라의 쓰레기 추세

1) 쓰레기 배출현황

우리나라는 대부분의 쓰레기를 종류에 관계없이 무작위로 쓰레기 수거차량에 적재하여 매립장에서 인부들에 의해 선별되어 지거나 매립되어져 왔다. 하지만 1990년 말 현재 쓰레기의 분리수거가 시행되고 있으며 이로인해 쓰레기 수거시 가연성 불연성, 그리고 재이용 물질과 소각, 매립하여야 할 물질로의 분리가 가능하게 되었다.

다음 〈표 3〉은 성상별 쓰레기 배출량을 나타낸 것이다.

〈표 4〉에서 나타난 것과 같이 해를 거듭할 수록 경제의 발전과 생활수준의 향상, 그리고 교육수준의 향상등으로 총 쓰레기 배출량에 대해 불연성 쓰레기 배출량은 점점 감소하고 가연성 쓰레기의 배출량이 증가하는 추세를 알 수 있다.

2) 쓰레기의 물리·화학적 특성

년도별 쓰레기의 물리·화학적 특성의 변화는 〈표 5〉에서 보여 주듯이 도시가정의 연료대체 즉 연탄사용의 감소, 소비생활이 향상등으로 인한 가연성 물질의 증가추세에 따라서 발열량은 증대하고 있다.

〈표 3〉 성상별 쓰레기 배출량 추세(증량별)

(단위 : 톤/일)

구 분	1970	1975	1980	1985	1986	
계	611.6	1,067	3,043.0	5,335.0	6,012.7	
소 계	67.3	170.0	797.3	2,459.4	3,149.5	
가 연 성	종 이 류	5.5	9.6	85.2	432.1	644.2
	섬 유 류	7.3	14.9	60.9	261.4	71.6
	프 라 스 틱 류	4.3	16.0	70.0	149.4	214.7
	음 식 물 류	50.2	130.2	581.2	1,616.5	2,219.0
소 계	544.3	896.3	2,245.7	2,875.6	2,863.2	
불 연 성	유 리 · 금 속 류	16.5	25.6	88.2	293.4	286.3
	재 · 미 소 물	527.8	870.7	2,157.5	2,582.2	2,576.9

다음 <표 4>는 구성비별 쓰레기 배출량의 추세를 나타낸 것이다.

<표 4> 성상별 쓰레기 배출량 추세(구성비별)

(단위 : %)

구 분		1970	1975	1980	1985	1986
계		100	100	100	100	100
가연성	소 계	11.0	16.0	26.2	46.1	52.4
	종 이 류	0.9	0.9	2.8	8.1	10.7
	섬 유 류	1.2	1.4	2.0	4.9	1.2
	프 라 스 틱 류	0.7	1.5	2.3	2.8	3.6
	음 식 물 류	8.2	12.2	19.1	30.3	36.9
불연성	소 계	89.0	84.0	73.8	53.9	47.6
	유 리 · 금 속 류	2.7	2.4	2.9	5.5	4.8
	재 · 미 소 물	86.3	81.6	70.9	48.4	42.8

<표 5> 쓰레기의 물리·화학적 특성의 연도별 변화

종 류 별	1972	1973	1982	1983	1988
밀 도 (kg/ℓ)	0.466	0.390	0.368	0.345	0.328
함 수 율 (%)	19.13	21.94	27.31	28.47	31.06
열 작 감 율 (%)	-	13.23	18.59	20.68	21.37
저위발열량(kcal/kg)	200	-	500	500-600	1,250
C/N		54.3	41.2	45.7	32.3
pH					7.5
유 기 탄 소 (%)					9.37
질 소 (%)					0.29
P ₂ O ₅ (mg/ℓ)					530
Zn (mg/ℓ)					42.7
Cu (mg/ℓ)					37.0
Pb (mg/ℓ)					31.3
Cd (mg/ℓ)					4.3
Hg (mg/ℓ)					0.07
Cr (mg/ℓ)					24.3

쓰레기의 성장을 가연성과 불연성으로 나누어 배출량을 산출하면 <표 5>와 같이 1986년에는 가연성 쓰레기가 52.4%(3,149.5톤/일), 불연성 쓰레기가 6%(2,863.2톤/일)인 것이 2001년에는 가연성 쓰레기가 71.4%(5,862.6톤/일), 불연성 쓰레기가 28.6%(2,352.9톤/일)로 연탄사용의 감소와 종이류 및 플라스틱

의 사용이 증가하는 추세가 전망된다.

이와같이 우리나라의 배출량을 성상별로 비교해 본 결과 외국의 예를 도입하여 우리 실정에 맞게 보완·개선하여 사용하면 소각처리를 충분히 효율적으로 할 수 있으리라 예상된다.

〈표 6〉 가연성 및 불연성 쓰레기의 배출량 예측

년도	1986		1991		1996		2001	
	일 간 (톤/일)	년 간 (톤/일)	일 간 (톤/일)	년 간 (톤/일)	일 간 (톤/일)	년 간 (톤/일)	일 간 (톤/일)	년 간 (톤/일)
계	6,012.7	2,194,635	7,015.9	2,560,803	7,740.2	2,825,100	8,235.5	3,005,957
가연성	3,149.5	1,149,568	3,879.3	1,415,944	5,116.4	1,867,413	5,882.6	2,147,149
불연성	2,863.2	1,045,067	3,136.6	1,144,859	2,623.8	957,687	2,352.9	8,858,808

자료 : 전국환경보전 장기종합계획사업 폐기물부문 보고서, 환경청(1986)

결 언

지속적인 인구의 증가, 도시화, 산업화, 대량생산, 대량소비 등으로 폐기물은 대량으로 발생하고 있지만 매립장 등의 부족은 더욱 심화되고 있는 실정이다. 따라서 현재의 쓰레기 처리방법에 대한 대체방안으로 소각방법을 활용하여 쓰레기의 부피를 최소화 하여야 한다.

실제 소각방법으로 처리하면 쓰레기의 부피를 6~8:1의 비율로 줄일 수 있다. 소각처리를 하므로써 폐열의 재활용과 증기생산, 전력발생 등으로 에너지를 회수하여 난방, 온실, 공장 등에 공급하여 소각처

리 운전비용을 절감할 수 있다.

소각장치에 대한 기술적인 경험의 부족을 메꾸기 위해서 제기된 문제점을 기술적인 측면에서 재분석 되어야 한다.

또한 소각시설을 설치하기 위해서 폐기물 소각으로 발생되는 폐열이나 다른 대체물을 상호 보완적으로 이용하는 기술의 도입과 개선이 필요하다. 그리고 구체적인 쓰레기에 대한 자료를 수집하여 외국의 경우와 비교함으로써 우리 실정에 맞는 확실한 방법을 선택하여야 한다.

91년도 경력및 신입사원 공개채용

당사는 탈수기 전문제 조업체로서 91년도 사세 확장에 따라 창의적이고 유능한 영업경력사원및 신입사원을 다음과 같이 모집합니다.

직책	모집분야	모 집 인 원	제 출 서 류	접 수 방 법
과장	영 업	○ 명	-이력서 1부 -자기소개서1부	-개별접수및 우 편접수 -우편접수는 91년 3월 31일 까지 소인유효
신입	영 업	○ 명	(경력사원에 한 함)	
신입	기계시운전 및 A/S	○ 명 (운전면 허소지 자우대)	-주민등록등본 1통 -졸업증명서 1통	

(株)裕泉엔지니어링

문의처 : 서울 구로구 오류동 135-94(유천B/D)

TEL : (02)686-2576(代)~80