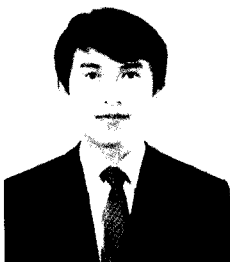


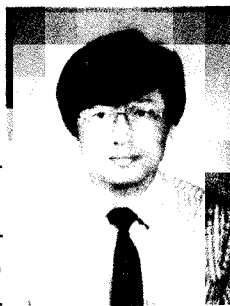
# 폐기물 소각기술 및 기술개발동향



김 우 현

(KIMM 시험평가부)

- '78. 2 동아대학교 공과대학 환경공학과(공학사)
- '92. 8 부산수산대학교 공과대학 환경공학과(공학석사)
- '81-현재 한국기계연구원 선임연구원



심 성 훈

(KIMM 열유체시스템연구부)

- '78-'85 부산대학교 공과대학 기계설계학과(공학사)
- '86-'88 한국과학기술원 기계공학과(공학석사)
- '88-현재 한국기계연구원 선임연구원

## 1. 서 론

국내 경제가 급속하게 발전하고 생활수준이 향상하면서 우리들의 가정이나 산업체에서 발생하는 폐기물의 양은 매년 증가하고 있으며, 성상도 갈수록 다양하고 복잡해져 폐기물 처리문제가 환경정책의 중요 현안으로 대두되고 있다. 현재 폐기물의 최종처분을 위한 주처리방식인 매립 방법으로는 완벽한 처리가 될수 없고 토양이나 지하수 수질등에 대한 2차오염을 유발하기 때문에 먼저 재생이용등을 통하여 감량화를 한 다음 무해하고 안정된 처리를 하도록 하는 것이 필요하다. 지금까지 우리나라의 폐기물 발생량이나 처리실태를 살펴보면 지난 1990년 한해 동안 전국에서 발생한 폐기물 배출량은 53,000천톤 정도로서 이중 주로 가정에서 배출되는 생활폐기물은 30,650천톤이며, 산업체에서 배출되는 폐기물이 22,350천톤으로써 매년 계속적인 증가 추세를 보이고 있다. 그러나 산업체에서 발생하는 특정폐기물을 적정하게 처리하지 않고 일반폐기물과 섞어 처리하거나 불법 투기하는 경우등을 감안한다면 그 발생량은 더욱 많으리라는 것이 전문가들의 의견이다. 한편 1970년대까지는 우리 생활폐기물중 연탄재가 80% 가까이 차지하였으나 1980년대 말에는 연탄재의 비율이 거의 40% 이하로 줄어들었고 다시 1990년대 말에는 연탄재가 생활폐기물중에 거의 함유하지 않을 것으로 예상되는데 비하여 주방폐기물, 종이류, 비닐류, 유리, 캔류등 소각과 재생이용이 가능한 폐기물의 비율이 크게 증가하고 있다.

이러한 폐기물의 처리실태를 살펴보면 재생 또는 재활용되는 일부 폐기물을 제외하고는 일

반폐기물의 경우 대부분 매립처분하고 있으며, 산업체에서 배출되는 특정폐기물의 경우 전국의 약 20,000개소에 달하는 배출업소에서 배출되는 특정폐기물의 종류 및 발생현황은 표 1과 같고, 1991년을 기준으로 1일 20,000여톤, 연간 683만톤에 이르고 있으며 매년 배출량은 증가하고 있으므로 심각한 문제가 아닐 수 없다. 그리고 이러한 특정폐기물의 처리실태를 살펴보면 표 2와 같으며 전체 발생량의 약 56%가 재생 또는 재활용되고 나머지 약 34%가 매립되며 9%정도만이 소각처리되고 있는 실정으로서 일반폐기물을 함께 고려할 경우 소각처리되는 비율은 4-5%에 불과하며 절반 이상이 매립에 의존하고 있다. 그외에 배출업소에서 자가처리하는 비율은 전체 배출량은 29%에 불과하며 2/3 이상인 71%가 외부에 위탁처리되고 있기 때문에 적정처리 여부에 대한 시시비비가 야기되기도 한다.

현재 이러한 특정폐기물 또는 일반폐기물의 최종처분방법으로서 절반 이상의 비율을 차지하고 있는 토양매립은 토양이나 수질오염등의 2차오염을 유발할 수 있을 뿐만 아니라 매립지 선정이나 확보에 어려움이 따르고 있다. 특히 최근 폐기물 매립시설이 혐오시설로 인식되기 시작하면서 새로운 사회현상으로 부각되고 있는 지역이기주의(일명 NIMBY: Not In My Back Yard)는 매립지 확보에 많은 어려움을 가중시키고 있다. 따라서 정부나 지방자치단체에서는 갈수록 심각해지는 폐기물 문제를 해결하기 위한 방법으로 가장 큰 배출원인 가정에서부터 폐기물 배출량을 줄이기 위하여 재생이나 재활용이 가능한 폐기물 분리수거, 재생용품 사용권장등 전국민을 상대로 하는 운동에서부터 폐기물의 예치금제, 폐기물수거료 개편, 폐기물 재활용센터 확대, 폐기물 유통정보 센터운용등 폐기물의 효율적인 관리를 위한 시

표 1. 특정폐기물의 종류별 발생현황

구 분	발생량(톤/년)	구 분	발생량(톤/년)
폐 산	315,532	분 진	38,284
폐 알 카 리	190,186	폐 주 물 사	9,882
폐 유	202,212	오 니	3,309,673
폐 유 기 용 제	51,588	폐 석 고	1,765,555
폐합성고분자화합물	483,092	폐 석 회	189,183
폐 석 면	7,211	동 물 성 잔 재 물	175,140
광 재	71,866	기 타	23,701
		계	6,833,114

자료 : 환경백서(1992)

표 2. 특정폐기물 처리현황(1991년)

(단위 : 톤/년)

합 계	처 리 현 황				
	재 활 용	소 각	매 립	기 타	
6,833,114 (100%)	2,682,770 (39.3%)	629,757 (9.2%)	2,337,669 (34.2%)	1,182,919 (17.3%)	
	배출업소	위 탁 처 리			
	자가처리	재활용업소	처리업소	공공처리	기 타
	1,992,167 (29.1%)	2,409,484 (35.3%)	2,197,182 (32.2%)	32,757 (0.5%)	201,074 (2.9%)

책과 새로운 기술개발을 위한 연구과제 확대등의 노력을 하고 있다. 최근 환경처에서는 폐기물관리법을 개정하여 폐기물처리 기본 이념인 폐기물 감량화와 자원화의 적극적인 추진을 위하여 폐기물 분리수거 및 자원재활용, 가연성 쓰레기의 소각에 의한 감량 및 폐열의 에너지 이용, 주방쓰레기 퇴비화등으로 폐기물처리정책이 전환되고 있다. 또한 지방자치단체들은 계속 증가하는 폐기물의 효율적인 처리를 위하여 대도시를 시작으로 대규모의 폐기물 매립장과 소각장을 설치하거나 계획을 세우고 있으나 부지선정에 대한 민원등 아직 여러가지 문제로 인하여 적극적으로 추진되지 못하고 있다.

본고에서는 여러종류의 폐기물 처리방법중 감량화 및 안정적처리 측면에서 최근에 주목받고 있는 소각처리방법에 대한 기술현황, 기술개발동향, 소각설비 업체현황등에 대하여 간략하게 소개하고자 한다.

## 2. 소각설비의 종류 및 특성

폐기물 소각로는 소각대상물을 공급, 건조, 연소, 연소잔재 배출, 가스냉각, 연소가스등에 따라 설비, 장치, 기기가 조합하여 기본적인 구조가 되며 배출가스, 급배수등의 공해방지설비, 폐열 이용설비 등이 덧붙여져 전체 소각설비가 구성된다. 이러한 소각설비는 소각기능이나 연소방법등에 따라 여러 종류로 나누어 진다.

### 2.1 소각기능에 따른 분류

#### 가. 회분식소각시설

회분식 소각로는 소각로 내부로 투입되는 피소각물을 기계화된 설비를 사용하지 않고 인력에 의존 소각하므로써 연소상태가 간헐적으로 이루어지는 소각방식으로 1일 8시간 가동을 원칙으로 한다. 로 내부로 투입된 피소각물의 건조, 연소, 탄화공정이 간헐적으로 이루어지기 때문에 소각로 내부의 화격자 연소율, 연소실 열부하, 급배기량, 연소온도등이 일정하지 않아 연소효율이 그다지

우수하지 못하다. 회분식 소각로는 일반적으로 구조가 간단하고 단순하기 때문에 소용량의 간헐적 소각에 적합하다. 유지관리에는 많은 경험과 기술이 필요로 하지만 설치비가 저렴하고 유지관리비도 적게드는 장점이 있는 반면 소각로의 운전조작에 많은 노동력을 필요로 하며 작업환경이 나쁘기 쉽고 공해방지대책, 폐열이용등에 효과적이지 못한 단점이 있다.

#### 나. 연속연소식 소각시설

연속연소식 소각로는 소각로 내부로 투입하는 피소각물의 이송, 투입, 교반, 연소잔재 배출등을 연속적으로 할 수 있는 기계화된 설비를 갖추었기 때문에 정상적인 연소관리를 할 수 있는 소각설비로써 1일 24시간 운전을 원칙으로 한다. 연속연소식 소각로는 대용량의 소각에 적합하며 일정한 연소조건을 유지할 수 있기 때문에 완전연소에 가깝게 운전이 가능하며 공해방지와 폐열 이용등에 효과적이다. 또한 대부분의 설비가 기계화되어 있기 때문에 노동력이 적게 필요하고 위생적인 처리가 이루어질 수 있다. 반면 건설비, 유지관리비가 고가이고 운전조작에 비교적 숙련된 기술인력을 필요로 한다.

### 2.2 연소방법에 따른 분류

#### 가. 상연소식 소각로

소각로 내부의 고정된 화상위에 피소각물을 적재하여 연소시키는 방식으로 화상의 형태에 따라 수평고정상식, 경사고정상식, 회전상식, 단로상식 소각로등으로 세분된다. 고정상식 소각로의 경우 기계적인 가동부가 없어 단순하며 건설비가 저렴하고 회분이 적은 고분자계 폐기물 소각에 적합하며 연소용공기는 송풍기에 의해 강제로 균등하게 공급하므로써 연소효율을 높일 수 있다. 인력에 의존하기 때문에 소용량의 간헐적 운전에 적합하다. 회전상식 소각로는 저속으로 회전하는 회전상위에 설치된 교반장치에 의해 피소각물이 교반되고 이동하면서 건조와 연소가 이루어진다. 연소용공기는 로내부의 벽체를 따라

접선방향으로 주입하여 연소가스가 선회류를 이루도록 하므로써 체류시간을 길게 해주어 완전 연소를 유도한다. 주소각 대상물은 수분이 많은 오니, 가축분뇨류, 도로찌꺼기등에 적합하며 24시간 연속운전이 가능하다.

다단상식 소각로는 로내부의 중앙에 설치된 교반장치에 의해 각단의 상부로부터 투입된 피소각물이 교반되면서 하단으로 이동하게 되고, 하단에 설치된 조연장치로부터 고온의 가스가 상승하면서 건조, 연소과정을 거치게 된다. 주로 하수·분뇨처리장의 오니 소각처리에 많이 사용되고 있으나 국내에는 설치 실적이 거의 없다. 다단상식 소각로는 보조연료의 사용량이 많으며, 로의 상부로 배출되는 연소가스의 악취문제 때문에 재연소장치를 필요로 하는 단점이 있다.

나. 회전식(Rotary kiln type) 소각로

회전식 소각로는 연소가스의 흐름 방향에 따라 향류식과 병류식으로 나누어지며 향류식은 연소가스의 흐름이 피소각물 투입방향과 서로 반대방향으로 수분이 많고 난연성인 물질에 적합하며, 병류식은 연소가스의 흐름방향이 향류식과는 정반대의 방향으로 가연성이며 용융연소하는 물질의 연소에 적합하다. 회전식 소각로는 피소각물의 교반효과가 아주 우수하기 때문에 건조효과가 대단히 좋고 착화, 연소하기 쉬운 것이 특징이다. 짐착성 물질이나 섬유상 물질등은 회전을 반복하는 동안 조립화현상이 일어나 표면만 고온에서 급속히 회화되면서 clinker가 형성되어 내부가 완전히 연소되지 않는 단점도 있지만 대체적으로 수분이 많은 오니상태 폐기물이나 용융하는 액상폐기물 소각에 우수한 기능을 가지고 있다.

다. 화격자식 소각로

화격자식 소각로는 로 내부에 고정된 또는 구동하는 화격자를 설치하고 그 화격자위에서 피소각물을 연소시키는 방식으로서 연소잔재는 화격자 사이를 통하여 로 하부로 떨어지게 되며, 연소공기는 통상 화격자 아래쪽에서부터 로상부로 통과하면서 피소각물의 연소를 촉진시킨다.

화격자의 형식은 크게 고정화격자, 구동화격자

2가지로 구분되며 소형소각로의 경우에는 대부분 간헐적으로 사용하기 때문에 설치비가 저렴한 고정화격자식 소각로를 주로 설치하게 되고, 비교적 소각용량이 많아 연속가동을 목적으로 하는 경우 구동화격자식 소각로를 설치하게 된다.

화격자식 소각로는 가장 일반적으로 널리 사용되고 있으며, 비교적 발열량이 낮은 폐기물에서부터 발열량이 높은 폐기물에 이르기까지 적용 범위가 넓기 때문에 산업체에서 발생하는 고품 폐기물이나 도시쓰레기 소각에 널리 적용되고 있다. 다만 피소각물이 용융, 적하 연소하는 특성을 지녔거나 분말상태일 경우에는 적합하지 않다.

라. 유동상식 소각로

유동상식 소각로는 일정한 압력을 갖는 상온의 공기 또는 열풍을 소각로의 하단 분산판을 통하여 로 내부로 공급하여 유동매체로써 유동층을 형성시켜 유동매질의 온도를 피소각물의 연소에 적절한 온도까지 상승시킨 후, 폐기물을 균일하게 연속 투입하여 연소시키는 방식의 소각로로써, 유동매체의 열용량이 대단히 크고 피소각물이 계속 유동상태에 있기 때문에 교반과 매체간의 접촉빈도가 높고 열전달계수가 아주 크므로 건조속도, 연소효율등이 타소각방식에 비하여 대단히 좋다. 유동매체의 열용량이 대단히 크므로 액상 물질, 수분이 많은 물질, 고품물등의 단독 뿐만 아니라 혼합연소도 가능하며 연소시간이 짧고 연소효율이 높아 미연분이 극히 작다. 또한 낮은 과잉공기비로서 연소가 가능하여 배가스량이 작으며 로 내부의 온도제어와 폐열의 회수가 용이하다. 로내에 기계적 가동부분이 없기 때문에 유지관리가 쉬우며 소각로 자체도 구조가 compact하다. 그리고 유동매체 또는 피소각물에 석회나 lime등을 직접 혼합하므로써 로내에서 탈황, 탈염, 탈질등의 공해방지효과도 기대할 수 있다. 단 유동상식 소각로는 대형의 고품폐기물은 투입전에 파쇄하여 일정한 입경 이하로 전처리를 해야 하며, 유동매체의 마모가 심하여 주기적으로 소모되는 양 만큼은 보충해 주어야 한다. 또한 타 소각방식은 연소잔재의 대부분이 소각로 하부로 배출되나 유동상식 소각로는 대부분이 미세한 입자화되어

배기가스와 함께 상부로 배출되기 때문에 분진 제거에 대한 대책이 완벽하여야 한다.

#### 마. 분무식소각로

Atomizer에 의해 폐액을 미세한 액적으로 만들어 소각로 내부로 분사하고 내부에서 복사, 대류 전열, 증발 가스화를 촉진시켜 연소속도, 연소효율을 높이는 연소방법으로써 분무형식에는 가압분무, 2유체분무, 회전식분무등이 있다. 분무하는 액체의 입경은 10-30 $\mu$ m 범위가 일반적이며 액적 입경이 작을수록 연소상태는 양호해 진다. 액적의 연소 시간은 분무입경의 자승에 비례하며 미립화하면 불완전연소, 분진감소에 현저한 효과가 있다. 석유화학계통의 공정에서 발생하는 고농도 유기성 폐수나 유기용제류, 같은 액상폐기물의 소각처리에 주로 사용되고 있다.

#### 바. 건류가스화식 소각로

폐기물을 열분해하여 연료를 회수하는 공정에서 파생된 기술로 볼 수 있는데 폐기물의 건류가스화 공정을 살펴보면 폐기물이 열을 받으면 온도가 상승하면서 수분이 건조하게 되고 건조된 폐기물은 더욱 높은 열을 받게 되면 열분해가 일어나 휘발분이 가스화되면서 char가 남게 된다. 폐기물이 보다 높은 온도로 되면 가스화 반응이 진행되고 마지막으로 char는 산소와 반응하여 연소하고 회분만 남게 된다.

연소시 발생하는 열은 상부의 폐기물 건조, 열분해 및 가스화공정에 제공되어 동일한 반응이 계속 이루어지게 된다. 폐기물이 건류가스화되는 각 과정에 대한 명확한 구분이 어렵고 또한 폐기물의 종류에 따라 각각의 반응온도가 다르기는 하나 대략 200 $^{\circ}$ C이하에서 건조과정, 700 $^{\circ}$ C 이하에서 열분해과정, 1,000 $^{\circ}$ C 이하에서 가스화과정, 1,000 $^{\circ}$ C 이상에서 연소과정이 일어나게 된다. 페타이어나 고분자계 폐기물을 무산소상태에서 열분해하여 얻게 되는 oil이나 char는 높은 열량을 가진 좋은 연료이지만 건류가스화에 의해 얻은 연료가스는 공기, 건류가스, 및 연소가스가 혼합된 상태이기 때문에 보통 3,000kcal/Nm<sup>3</sup> 정도 또는 그 이하의 낮은 열량을 가진다.

최근 가연성 폐기물로부터 에너지를 회수, 이용하는 기술의 하나로 주목받아 페타이어, 폐합성수지류와 같은 고분자계폐기물 처리에 많이 이용되고 있으며 열분해 방법의 경우 가열장치를 비롯 가스 냉각, 포집, oil 저장장치등 많은 부대 설비를 필요로 하지만 건류가스화 방법은 생성 가스를 그대로 연소시킬 수 있어 중소규모 처리에 적합하다.

#### 사. 기 타

표 3은 최근 선진각국에서 개발중에 있거나 개발이 완료되어 실용화 내지 상용화단계에 있는 새로운 소각기술을 간략하게 소개한 것으로써 특정폐기물의 성상이 갈수록 복잡해지고 복합물질로 구성되어 처리하기 어려운 유해물질을 함유한 폐기물이 발생되기 때문에 계속적으로 새로운 소각기술의 개발을 병행하여 실시할 필요가 있다.

### 3. 소각기술 현황

#### 3.1 소각기술 개발 현황

폐기물의 소각처리기술은 일찌기 유럽을 중심으로 발전되어 왔으며 스위스, 독일, 프랑스, 덴마크등이 대표적인 국가들이다. 현재 세계적인 주요 소각기술은 Vonroll, Brunn & Sorenson, Volund, VKW, Martin등 5개사가 대부분을 지배하고 있으며 일본은 유럽에 비하여 뒤늦었지만 일찍부터 유럽기술을 도입하여 자기것으로 소화하고 더욱 발전시켜 이제는 역으로 외국으로 기술을 공여하는 입장이 되어 있으며 가와사키, 구보다, 다꾸마 같은 업체들은 외국의 기술제휴 없이 완전한 독자기술을 개발하여 보유하고 있는 기업도 있다. 특히 유동층 연소방식에 관한 기술개발이 많이 이루어지고 있으며 최근에 와서는 도시쓰레기의 유동층소각, 폐기물과 저급연료를 혼합처리할 수 있는 유동층 소각기술의 개발등에 많은 노력을 기울이고 있고, 현재 세계에서 가장 많은 소각로 보유국이 되어 있다. 한편 미국은 유럽보다 다소 늦게 시작하였으나 1980년대에 들어서면서

표 3. 폐기물 소각설비의 신기술 개요

소각설비 종류	기본 원리	소각물성상	조업조건	비 고
Infrared incinerator	적외선을 이용하여 고온에서 유해폐기물을 산화처리	고체 슬러지	온도 : 260 -1000°C	
Circulating fluidized bed incinerator	유동화속도를 크게 하여 유동 매체를 순환시키면서 소각	고체 액체 기체	온도 : 650 -800°C	
Oxygen burner incinerator	공기 대신에 연소산화제로서 고농도의 산소를 이용하여 소각	고체 액체 기체	온도 : 260 -1600°C	
Electric pyrolyzed (pyroplasma)	Plasma를 이용하여 고온에서 열분해	고체 슬러지 기체	온도 : 4500°C	
Plasma-fired cupola	용광로 형태의 로에 Plasma torch를 이용하여 산화처리	고체 슬러지	온도 : 4500°C	
Molten salt combustor	고온에서 염을 용융시켜 유해 폐기물과 접촉시켜 유해성분을 파괴하는 촉매공정	고체 액체 슬러지	온도 : 750 -1000°C	
Supercritical water treatment	물의 임계상태에서 산소 또는 공기분위기하에서 유해폐기물을 산화처리	액체	온도 : 374°C 압력 : 218atm	

표 4. 국·내외 소각기술 비교

기술분류		기술수준	기초연구 단계	응용연구 단계	실용화 단계	상용화 단계	경제성 확보단계
직 접 소 각	화격자식소각로			---	---		
	회전상식소각로			---	---		
	분무식 소각로			---	---		
	유동상식소각로			---	---		
	혼합소각			---	---		
열 분 해	고정상식열분해			---	---		
	유동상식열분해			---	---		
	진공열분해			---	---		
건 류	고정상식건류로			---	---		
	유동상식건류로			---	---		
	회전식2단건류로			---	---		
고형연료 제조기술				---	---		
2차오염 방지기술				---	---		

주) —: 선진국 기술수준  
 ---: 우리나라 기술수준

본격적으로 폐기물의 소각에 주력하기 시작하였으며 폐기물의 소각에 의한 에너지회수율의 극대화, 소각시 발생하는 2차오염문제의 최소화, 기존의 화석연료를 사용하여 에너지를 생산하는 시설에 독자적으로 소각이 어려운 슬러지 또는 난연성폐기물등을 혼합하여 소각할 수 있는 기술개발등을 수행하고 있다.

우리나라의 폐기물 소각기술은 선진 외국에 비하여 아주 뒤떨어져 있으며 우리의 경제나 산업기술 수준과 비교하더라도 많이 뒤떨어져 있는 실정이다. 특히 도시쓰레기 소각설비의 경우 정부가 외국기술에 의존하고 있으며 최근에는 산업체에서 발생하는 폐기물 소각설비도 외국과의 기술제휴나 기술도입 추세가 급증하고 있어 국내 시장은 외국기술이 장악하고 있다고 해도 과언은 아닐 것이다. 참고로 국내·외 소각기술 수준을 비교한 내용을 살펴보면 표 4와 같으며 우리나라의 소각기술 수준은 이제 기초연구단계를 지나 응용연구단계에 있는 것으로 판단되며 부분적으로는 실용화단계에 들어선 기술도 있지만 아직 완벽하게 정착되었다고 볼 수는 없다.

국내에서 폐기물의 소각기술 개발과 관련한 연구는 1980년도 후반부터 정부출연연구소, 대학,

기업등이 관심을 가지고 참여하면서 부터 본격적으로 수행되기 시작하였으며 과학기술처 특정연구개발사업, 상공자원부 대체에너지 기술개발사업, 공업기반기술개발사업등 정부주도로 연구개발이 진행되고 있고 일부 기업에서는 자체적으로 꾸준히 새로운 소각기술을 개발하기 위한 노력을 기울이고 있다. 특히 1992년 하반기부터 범국가차원에서 시작된 21세기 선도기술 개발사업 (Highly Advanced National Projects, 일명 G7 Projects)에 환경공학 기술분야가 포함되어 있는데 폐기물 처리기술분야는 표 5와 같으며 저공해 소각시스템 개발분야에서는 (주) 대우, 삼성중공업(주), 진도종합건설(주), 코오롱 엔지니어링(주) 등의 대기업들이 주축이 되어 한국기계연구원과 같은 정부출연 연구기관과 한국과학기술원을 선두로 한 학계등 산·학·연이 공동으로 참여하여 도시쓰레기 및 산업체에서 발생하는 특정폐기물 저공해 소각기술의 국내 기반기술 확립 및 실용화를 위하여 중장기간에 걸친 지속적인 연구가 진행중에 있다.

도시 및 산업체에서 발생하는 폐기물의 양은 매년 계속 증가하고 있으나 이미 확보된 매립지의 한계와 지역이기주의의 팽배로 인한 새로운 매

표 5. 폐기물분야 처리기술 체계(G7 projects)

기술구분	중점기술	세부개발분야
감량기술	폐기물의 자원화기술	-관리기술 및 정책개발 -재생 및 물질회수 기술 -물질전환 및 이용기술
중간처리기술	유해폐기물처리기술	-물리·화학적 처리기술 -생물학적 처리기술 -단위고정의 조합 및 최적화 기술
	저공해 소각시스템 개발	-저공해소각 및 에너지회수 기술 -건류 및 고온열분해 기술 -유해가스 제어 및 자동화기술
최종처분기술	폐기물의 매립 신기술	-매립 전처리설비 및 차수재료 개발 -토지절약형 매립기술 -쓰레기 인공섬 조성기술
사후관리기술	오염토양 및 지하수 정화기술	-오염현황조사, 유해물질 거동규명 -차폐기술 및 확산방지기술 -물리·화학 및 생물학적 정화기술

립지 확보뿐만 아니라 폐기물의 감량화, 안정적처리를 위해 소각처리방법을 선호하는 추세에 있기 때문에 폐기물 저공해 소각기술에 대한 연구개발 노력은 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고로 최근 국내 산업체, 학교, 연구소등에서 폐기물 소각기술과 관련하여 연구가 수행되었거나 진행중인 과제들을 표 6에 나타내었다.

### 3.2 소각설비 업체 현황

최근 산업폐기물과 도시쓰레기의 최종처분이 기존 매립방법에 의한 처리가 2차오염문제 및 새로운 매립지 확보난으로 인하여 심각한 사회문제로 대두되자 소각에 의한 처리방법이 많은 관심을 끌기 시작하면서 국내 소각로 시장은 그

표 6. 국내 소각 기술개발 현황

연 구 과 제 명	수 행 기 관	비 고
폐기물의 열분해 소각처리공정(PLASMA PYROLYSIS) 기초연구	대우엔지니어링	1988
폐기물의 열분해 소각처리공정 기초연구	(주)진도엔지니어링	1988
폐열이용을 위한 소규모 산업폐기물 소각시스템 개발	한국기계연구원	1989
폐기물 열분해반응 연구	동력자원연구소	1988-1990
고형산업폐기물의 유동층 연소보일러 적용 연구	동력자원연구소	1989-1990
도시 고형폐기물 열분해 공정개발을 위한 기초연구	서강대학교	1989-1990
폐목재와 폐FILM을 이용한 연료 및 열회수시스템 개발	승실대학교	1989-1991
건류가스시스템을 이용한 페타이어의 에너지화 기술개발	한국과학기술원	1990-1991
도시폐기물 소각로 폐열회수장치 개발	동력자원연구소	1988-1991
하·폐수 슬러지의 열분해 공정연구	아주대학교	1989-1991
고분자폐기물 연속 건류소각과 폐열회수 및 건식가스처리 기술개발	한국기계연구원	1989-1991
산업폐기물 소각열이용 시스템 개발	한국건류환경(주)	1990-1991
대체에너지원으로서의 도시폐기물 최적 처리방안 연구	자원산업연구소	1990-1991
폐플라스틱 유동층 열분해공정 개발연구	동력자원연구소	1991-1993
공업단지 공동 산업폐기물 소각에 의한 열회수이용 시스템개발	릭엔지니어링(주)	1991
액상 석유화학폐기물 소각처리설비 및 폐열 회수 기술개발	(주)진도엔지니어링	1991-1992
슬러지 열분해 이용기술 실용화	삼성종합건설(주)	1992-1994
쓰레기 포집장의 LFG 포집, 정제, 활용에 따른 최적화개발	거신양행(주)	1992-1994
특정폐기물 소각 폐열이용기술 실용화개발	(주)코스트	1993-1994
폐합성고분자 폐기물의 소각폐열 회수를 위한 하향식 건류소각기술 실용화개발	고려소각로제작소	1993-1994
산업폐기물 소각장치 개발	한국기계연구원	1989-1990
페타이어 소각장치 설계 및 제작기술 개발	생산기술연구원	1992-1993
산업폐기물 유동층 소각로의 개발	한국기계연구원	1989-1990
대도시형 저공해 소각시스템 개발	동부건설(주)	1993-1994
난연성폐기물 유동층 소각기술 개발	삼성중공업(주), (주)대우	1992-1996
난연성폐기물 유동층 소각기술 개발	한국기계연구원	1993-1995



표 7. 소각로 제작업체 현황

업 체 명	업 체 명	업 체 명
(주)E.S.T 환경	(주)한농	삼한개발공업(주)
(주)거성종합엔지니어링	3A산업	삼환기업(주)
(주)경산종합엔지니어링	경일환경기계	샤론종합환경(주)
(주)고려종합엔지니어링	고려소각로제작소	서울로공업
(주)광일종합플랜트	광명기계공업사	서울삼보산업(주)
(주)구산환경산업	국제자원재생기술공사	서울샤프공업(주)
(주)극동플루션엔지니어링	극동건설(주)	서울패밀리
(주)녹산종합엔지니어링	금로기계(주)	선경건설(주)
(주)녹색	남일환경(주)	선일기계진흥(주)
(주)대일열기	대경	선진그린텍(주)
(주)대우	대림산업(주)	성일환경(주)
(주)더모아코퍼레이션	대림엔지니어링(주)	세아환경(주)
(주)도현소각로	대성산업(주)	세일기술교역(주)
(주)동성진흥	대우엔지니어링(주)	세창환경공업(주)
(주)동아수공업	대웅플랜트	신일환경산업
(주)동화기계	대한로공업(주)	쌍용건설(주)
(주)마스타산업기계	대한로제작소	쌍용엔지니어링(주)
(주)벽산기공	대한증식	우원종합엔지니어링(주)
(주)보명플랜트	대한화학기체공업(주)	원광엔지니어링
(주)보양ENG	대한플랜트	원엔지니어링(주)
(주)부림기공	동녕물산(주)	유니슨산업(주)
(주)삼광엔지니어링	동부건설(주)	이와타니 대통(주)
(주)삼주플랜트	동산토건(주)	일국중공업(주)
(주)삼화환경개발	동신기공	재성산업(주)
(주)새생활	동양환기산업	정일산업
(주)선두환경	동일로엔지니어링	제일환경엔지니어링
(주)세진엔지니어링	동화솔루션	제철엔지니어링(주)
(주)신풍공업	두리환경(주)	지현소각로
(주)아성엔지니어링	두산건설(주)	코오롱엔지니어링(주)
(주)요업개발	두원산업	태양산업기계
(주)우신테크	럭키개발(주)	태양열기
(주)원진	럭키엔지니어링(주)	한국긴세이산업(주)
(주)일신종합환경	롯데기공(주)	한국보일러
(주)일흥기연	미래환경	한국비료공업(주)
(주)임호엔지니어링	미성소각로	한국우노중공업(주)
(주)정우플루션엔지니어링	백석엔지니어링	한국인시너레이터
(주)정진종합환경	백산엔지니어링(주)	한국환경자원(주)
(주)중원산업	사우산업	한라중공업(주)
(주)진도종합건설	삼도산업	한양기공산업(주)
(주)콘테크	삼동산업	현대건설(주)
(주)코스트	삼보이에스(주)	현대기계
(주)코오롱	삼성에너지산업(주)	현대산업개발(주)
(주)태림파이오니아	삼성엔지니어링(주)	현대정공(주)
(주)한일소각로공업	삼성중공업(주)	현대중공업(주)

표 8. 국내기업의 외국 기술제휴 현황

업 체 명	기술제휴사	기술도입내용	비 고
(주)대우	HITACHI, JAPAN	쓰레기 소각설비	목동, 150톤/일, 화격자식 대구, 200톤/일, 화격자식 중동, 200톤/일, 화격자식
삼성중공업(주)	MITSUBISHI, JAPAN FOSTER WHEELER ENERGY CORP., USA	쓰레기 소각설비 순환유동층 보일러	일산, 300톤/일×2기 화격자식
한라중공업(주) 현대산업개발(주)	VOLUND, DENMARK CKD DUKLA A.S. CZECHOSLOVAKIA	소각플랜트 제작 쓰레기소각설비 제작	
현대정공(주)	W+E UMWELTTECHNIK A.G, SWISS	쓰레기 소각설비	
동부건설(주)	STEINMULLER, GERMANY		평촌, 200톤/일, 화격자식
선경건설(주)	SERGHERS, SELGIUM		목동, 200톤/일×2기 화격자식
대림산업(주) 벽산개발(주)	TAKUMA, JAPAN KAWASAKI 중공업, JAPAN	case by case 소각로 엔지니어링 및 제작기술	
(주)코오롱 현대중공업(주)	LURGI, DEUTSCH BABCOCK A.G GERMANY	case by case 소각로 제작기술	노원, 400톤/일×4기 화격자식
현대건설(주) 삼성건설(주) 쌍용건설(주)	N.K.K, JAPAN STEIN INDUSTRY, FRANCE MITSUI ZOSEN, JAPAN		성남, 50톤/일×2기 유동상식
한국중공업(주)	JOY ENVIRONMENT CO. USA	회처리설비 국산화	
삼성엔지니어링(주) (주)원진 (주)한농	TAKUMA, JAPAN 열기연공업(주), JAPAN 사토공업(주), JAPAN	폐기물소각로 제작 폐기물 소각로 소각로, 폐수·폐액 증발장치	
한국그립에너지(주) 원산업(주) (주)중원산업	(주)IDD, JAPAN (주)동양제작소, JAPAN ARCUS RECYCLING SYS. GMBH, GERMANY	가스화연소 소각로 건류식다단소각로 가스화 소각보일러등	
(주)삼광엔지니어링	덕강, JAPAN	각종 소각로 및 방지시설	
대정종합프랜트(주)	ARCUS RECYCLING SYS. GMBH, GERMANY	에너지재생식 가스화 소각보일러	
(주)롯데기공	KURIMOTO, JAPAN		

규모가 계속 증가하고 2000년대에는 수조원을 상회할 것으로 전망되고 있다. 이처럼 수요가 늘어나는 소각로시장을 두고 대기업은 물론 중소기업도 앞다투어 진출하는 실정에 있다.

국내 소각로 시장은 주로 도시쓰레기 대형소각로를 대상으로 하는 대기업군과 중소기업 폐기물소각로를 대상으로 하는 중소기업군으로 분류할 수 있으며, 대형설비의 경우 순수 국내기술로써 추진되고 있는 시설은 드물고 대부분 외국소각로 전문업체와 기술제휴나 기술도입에 의존하고 있는 실정이다.

소각로 제작에 참여하고 있는 업체의 수는 국내 유수의 대기업들은 거의 전부가 참여하고 있으며, 중소기업의 경우에는 폐기물 위탁처리업체의 소각로를 전문으로 제작하고 있는 (주)코스트 이외에 고려소각로제작소, 한국건류환경 (주)등이 비교적 견실하고 활발하게 움직이고 있으며 그외 많은 업체들이 소형소각로 제작사업에 참여하고 있으나 그 숫자를 정확하게 파악하기 어려울 정도이다.

참고로 1994년 3월 현재 국내 소각로시장에 참여하고 있는 업체들의 개략적인 현황을 표 7에 나타내었으며 표 8은 소각로 사업에 참여하고 있는 국내 기업들이 외국업체와 기술제휴 또는 기술이전 계약을 맺고 있는 현황을 나타낸 것이다. 표 8에서 나타난 바와같이 국내 소각로 제작기술은 대부분이 외국기술에 의존하고 있으며, 환경산업에 대한 막연한 기대감속에서 확실한 기반기술을 보유하고 있지도 않으면서 우후죽순처럼 생겨난 중소 소각로 제작업체들 때문에 현재 소형소각로의 경우 여러가지 문제점을 안고 있기도 하다. 하지만 이러한 과도기적인 시간이 지나면 가까운 시일내에 그 기술의 우열에 따라 어느정도 정리가 되리라 판단된다. 또 한가지 우리가 반드시 인식하고 넘어가야 할 것은 외국기술이라고 하여 전부가 우수한 것은 아니라는 점을 깨달아야 하며, 우리가 배출하는 폐기물의 특성이 그들과 상이하다는 점과 국내 법규를 적용할 때 맞지 않거나 기술사양이 상이한 부분들에 대하여 충분히 기술검토를 한 후 정말 우리가 꼭 필요로 하는 부분만을 도입하므로써 무분별한 기술도입은 지

양되어야 할 것이다.

#### 4. 결 론

국가경제가 발전하면서 부수적으로 발생하는 산업사회의 환경문제는 다양성을 지니고 있으며, 환경오염에 의한 피해는 대규모이고 집단적이며, 일단 오염된 환경의 회복에는 긴 시간과 많은 비용이 소요된다. 환경문제의 해결에는 이와같이 그 복잡성에 대비한 전문지식과 다양성의 극복을 위한 지식의 종합이 필요하며, 나아가 앞으로 환경에 미칠 영향을 예측하여 사전에 대처하는 예방적 노력이 절실히 요구된다. 따라서 최소의 투자로 최대의 효과를 창출하기 위해서는 종합적이고 균형있는 연구개발 계획수립과 다양한 분야의 전문가가 공동으로 참여하는 범국가적인 연구개발 필요하다. 그리고 이러한 연구개발에서 얻어진 결과가 쉽게 기업에 기술이전이 되어 실용화, 상용화를 할 수 있도록 정부나 기업 상호간에 노력이 있어야 할 것이다.

끝으로 우리가 버리는 쓰레기 때문에 우리가 생활하는 주변이 오염되고, 국가경제의 발전에 부수적으로 발생하는 폐기물이 역시 우리의 환경을 오염시키는 주범이 되어 그 처분 문제가 심각한 사회문제로 대두되어 있는 현실을 지금부터는 지켜보고만 있을 것이 아니라 우리의 환경을 우리가 지켜 우리 후손들에게 깨끗한 환경을 물려줄 수 있도록 함께 노력하여야 할 시점에 있다고 생각한다. 따라서 정부의 적극적인 지원과 함께 산, 학, 연이 힘을 모아 우리가 배출하는 폐기물은 우리기술로 처리할수 있도록 우리 실정에 적합한 독자적인 소각기술개발에 끊임없는 연구노력이 필요하며, 나아가 우리의 환경보전을 위하여 스스로가 앞장서서 근원적으로 쓰레기나 폐기물의 발생량을 줄이는데 더 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 한마디 덧붙이고 싶은 말은 쓰레기를 어떻게 처리하느냐 보다는 어떻게 하면 쓰레기를 적게 발생시키느냐 하는데 더 많은 관심과 연구개발을 하여야 할 때가 아닌가 생각한다.