

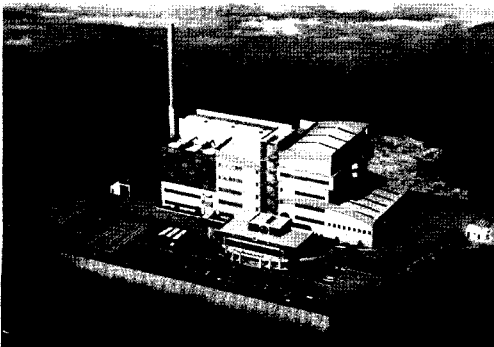
# 천안시 생활쓰레기 소각장 건설 소개

오 경 렬

지난 1998년 5월 턴키(turn-key)방식으로 수주하여 2001년 11월 준공을 목표로 공사 중인 천안시 생활쓰레기 소각장에 대한 개략적인 소개를 통해 일반시민이 갖고 있는 소각장에 대한 부정적인 시각을 조금이나마 개선하는데 기여코자 한다.

## 공사개요

천안시 생활쓰레기 소각장은 천안시 백석동 531번지 일원에 위치하고 있으며, 전체 대지면적 약 5,300평에 지하 1층 지상 6층 규모로 천안시에서 배출되는 생활쓰레기 중 1일 200톤을 소각시킬수 있는 스토카식 소각로, 소각시 발생하는 열을 회수하기 위한 폐열보일러설비, 소각시 배출되는 오염물질을 저감하기 위한 대기 수질오염방지시설 및 부대설비 등을 갖추고 있다.



〈그림 1〉 천안시 생활쓰레기 소각장 전경

## 시설 설계기준

소각대상 쓰레기는 일반 수거지역, 상가지역, 식품시장, 사무실지역 및 아파트 지역등 전역에서 수거되는 쓰레기로써 지정폐기물은 제외되었다. 소각대상 성분조성비는 아래 표 1과 같다.

표 1에서 볼 수 있듯이 천안시 생활쓰레기는 계절별 발열량의 변화가 심하며, 수분 함유량과 회분의 함유량이 매우 높다. 이러한 원인으로는 음식물 쓰레기의 혼입, 분리수거 미흡에 따른 불연물 혼입, 쓰레기 배출,

〈표 1〉 소각대상 성분 조성비

항 목	단 위	저질쓰레기	중질쓰레기	양질쓰레기	
3 성분	수 분	%	52.10	51.60	41.10
	가연분	%	27.10	31.70	45.20
	회 분	%	20.80	16.70	13.70
합 계		%	100.00	100.00	100.00
원 소	C	%	13.70	17.11	24.70
	H	%	2.10	2.59	3.76
	O	%	0.19	0.17	0.76
성 분	N	%	11.03	11.62	15.92
	S	%	0.03	0.13	0.00
	Cl	%	0.05	0.08	0.06
	합 계	%	27.10	31.70	45.20
습량기준저위발열량		%	1,000	1,300	2,200
길보기 비중			0.25		

보관, 이송 과정에서 수분의 유입 등에 기인된다고 판단된다.

### 환경오염 방지시설 설계기준

소각시 배출되는 오염물질은 크게 대기오염물질, 수질오염물질로 구분된다. 대기오염물질로는 다이옥신을 포함하여 먼지, 질소산화물, 염화수소, 황산화물, 일산화탄소, 기타 중금속류 등이 있으며, 수질오염물질로는 부유물질, 총질소, 총인 및 각종 중금속류 등이 있다. 이러한 오염물질등의 배출을 최소화하기 위해서는 무엇보다도 소각로 내에서 완전연소를 통해 오염물질 발생을 최대한 억제하고, 실증플랜트에서 검증된 최고의 기술과 운영의 경제성을 고려한 완벽한 방지시설을 계획하여야 한다. 이에 따라 당사에서는 그간 소각시설의 시공경험과 노하우(know-how)를 바탕으로 아래 표 2, 표 3과 같이 오염물질에 대한 설계기준을 계획하여 환경친화적인 소각시설이 되도록 하였다.

### 주요 처리설비에 대한 소개

소각시설은 크게 반입·공급설비, 소각설비, 연소가스 냉각설비, 증기발전설비, 연소가스 처리설비, 급배수설비, 폐수처리설비, 급배기설비, 재반출설비, 유틸리티설비 등으로 구성된다. 이러한 일련의 설비들의 궁극

〈표 2〉 대기오염물질 설계기준

오염물질의 종류	단 위	배출허용 기준	당사 설계기준
다이옥신	ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	0.5 이하	0.1 이하
먼지	mg/Sm <sup>3</sup>	80(12) 이하	10(12) 이하
질소산화물(NOx)	Ppm	200 이하	50 이하
염화수소(HCl)	Ppm	50(12) 이하	10(12) 이하
황산화물(SOx)	Ppm	300(12) 이하	10(12) 이하
일산화탄소(CO)	Ppm	600(12) 이하	20(12) 이하

주) 기준란의 ( )는 표준산소농도(O<sub>2</sub>의 %)를 의미한다.

〈표 3〉 수질오염물질 설계기준

오염물질의 종류	단 위	배출허용기준	당사 설계기준
수소이온 농도	PH	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6
생물학적산소요구량	mg/l	120 이하	50 이하
화학적 산소요구량	mg/l	130 이하	50 이하
부유물질량	mg/l	120 이하	50 이하

적인 목표는 반입된 생활쓰레기를 완전연소시켜 2차 공해 유발물질을 최소화 시키는데 있다. 따라서, 각 설비들은 최적설계가 이루어져야 하며 철저한 설계검토와 품질관리를 통해 제작, 시공되어야 한다. 당사의 최적설계를 통해 채택된 각 설비들에 대한 간략한 설명과 함께 설계 및 시공시 주안점을 둔 사항을 소개하면 아래와 같다.

### 반입·공급설비

반입·공급설비는 쓰레기 수거차에 의해 수거된 쓰레기를 계근대에서 반입량을 계근한 후 쓰레기 병커에 투입하여 일시저장, 혼합, 숙성과정을 거친 후 크레인을 이용하여 소각로에 일정량씩 공급하는 설비로 구성하였다.

쓰레기 저장병커는 일일 생활쓰레기 수거량의 변동율을 고려하여 최대 소각용량의 약 3일분 이상을 저장할 수 있도록 계획하였으며, 쓰레기 저장과정에서 생성되는 악취의 외부유출을 방지하기 위해 병커내 공기를 소각로 연소용공기로 사용토록 계획하였다.

### 소각설비

소각설비는 쓰레기 크레인에 의해 투입된 쓰레기를 소각시키는 설비로서 쓰레기투입 호퍼 및 슈트, 체절문, 급진장치, W 타입 화격자, 착화 및 보조버너, 1차, 2차 연소실, 침출수 분무노즐 등으로 구성하였으며, 화격자로 이송된 쓰레기는 건조, 연소 및 후연소

과정을 거쳐 재가되어 재추출기로 낙하되며 연소가스는 폐열보일러로 배출된다. 그림 2는 상기 설명을 이해하기 쉽도록 도식화한 소각 계통도이다.

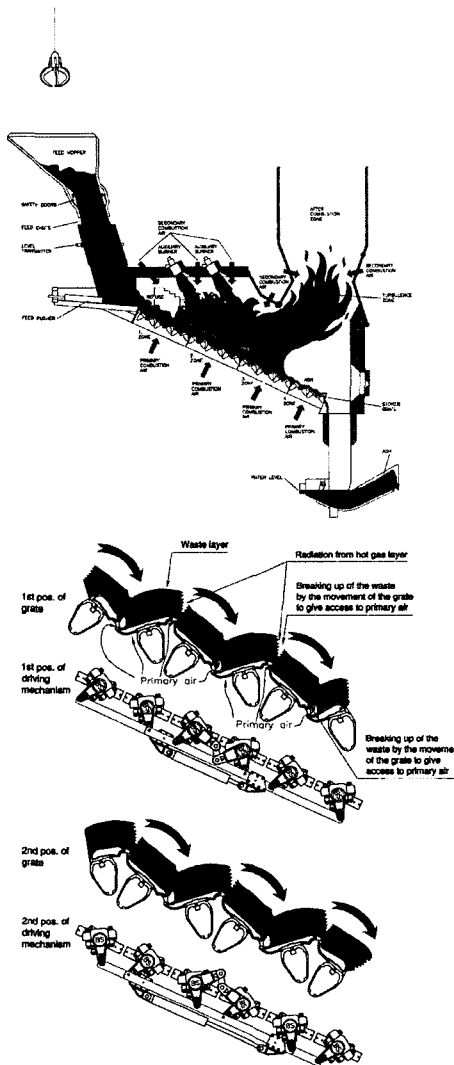
당사에서 계획한 연소실 형식은 쓰레기의 이송방향이 연소가스 흐름이 같은 방향인 병행류연소방식으로서 연소가스의 대부분이

고온영역을 통과하기 때문에 완전연소가 가능하며, 연소가스의 체류시간이 길어 대기오염물질 발생량이 타형식에 비해 상대적으로 적은 저공해 연소방식이다. 특히 건조, 착화 단계에서 발생하는 미연소가스가 긴 체류시간과 함께 최고온영역을 통과하기 때문에 다이옥신 및 CO농도 저감효과가 매우 우수한 특성을 지니고 있다.

연소실 형식과 더불어 소각로 성능을 결정짓는 중요한 설비는 화격자 형식이다. 당사에서 계획한 W-그레이트(grade)는 1960년 Bruun & Sorensen A/S사가 처음으로 개발한 이래 현재까지 유럽의 117여개의 도시쓰레기 소각로에 적용되어 사용되고 있는 매우 우수한 화격자이다.

화격자는 쓰레기가 건조, 착화 및 연소, 주연소, 후연소 단계를 거치면서 연소가 이루어지도록 4단계로 분리되어 독립운전이 가능토록 구성되어 있다. 쓰레기 연소상태에 따른 연소제어가 매우 용이하기 때문에 특히 고수분, 고회분 쓰레기에 적합한 특성을 지니고 있다.

화격자는 마치 파도를 연상케 하는 파동운동을 하기 때문에 연소용 공기의 균일한 연속공급과 함께 뭉친 쓰레기를 펼치고, 균일하게 교반, 혼합시킨다. 이에 따라, 연소실 내부 고온의 복사열이 젖은 쓰레기에 용이하게 전달이 가능하기 때문에 쓰레기의 완전연소와 함께 소각재 중의 미연분을 최소화할 수 있어 매우 높은 열작감량율을 기대할 수 있다.



〈그림 2〉 소각 계통도

### 연소가스 냉각설비

연소가스 냉각설비는 쓰레기 연소에 의해 발생된 고온의 연소가스를 200°C까지 냉각시키기 위한 폐열보일러 설비를 계획하였다. 폐열보일러 설계시 주안점을 둔 내용은 보

일러 출구온도를 일정(200℃)하게 유지시키므로써 절탄기에서 저온부식 방지와 대기오염방지시설의 안정적인 운전을 도모하기 위해 출구가스 온도조절 댐퍼를 설치하였다. 폐열보일러에서 생산되는 증기는 연소용공기 예열, 백필터 출구 연소가스 가열, 장내 냉 난방 열원 이용, 유리온실 열원이용, 증기 발전에 사용토록 계획하였다.

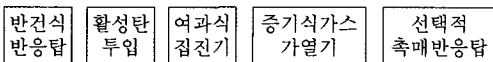
### 증기발전설비

증기발전설비는 소내 전력 사용량 중 약 800kW 생산하기 위해 배압식 증기터어빈 발전기를 계획하였다. 증기터어빈 고장이나 소각설비 가동중지시에도 한전으로부터 수전이 가능토록 병렬운전방식을 구성하였다. 설계시 주안점을 둔 사항은 소각로 부하변동(증기 생산량)에 따른 증기터어빈의 안정적인 운전이다.

### 연소가스처리설비

연소가스 처리설비는 2개의 계통 즉, 분진, 염화수소(HCl), 황산화물(SO<sub>x</sub>) 및 다이옥신 제거설비와 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 제거설비로 구분된다. 처리설비 구성은 아래 그림과 같이 구성하여 최종 굴뚝에서 배출되는 연소가스의 오염물질 함유량이 최소화 될 수 있도록 계획하였다.

유해가스(SO<sub>x</sub>, HCl)등은 반건식반응 방법으로 Ca(OH)<sub>2</sub> 슬러리를 사용하여 무해한 중화염(CaCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>)를 생성시키므로써 완벽하게 제거토록 계획하였으며, 반응탑 내에서 충분한 체류시간(10초 이상)과 함께 하부로



<그림 3> 연소가스 처리설비 계통도

배출되는 비산재 및 중화염의 배출을 원할히 하기위해 하부호퍼 및 배출설비를 특별히 설계하였다.

활성탄 분무를 통해 다이옥신을 1차 제거토록 활성탄 주입설비를 계획하였으며, 활성탄 분무량은 소각로 굴뚝 배가스량에 따라 자동 조절되도록 계획하여 운전비를 절감토록 계획하였다.

분진제거설비는 다이옥신 및 유해가스 제거효율이 우수한 여과식집진기(백필터)를 계획하였으며, 탈진효율 증대 및 안정적인 연속운전을 위해 off-line으로 계획하였다.

여과식집진기 출구가스는 증기를 이용한 증기식가스가열기를 통해 140℃에서 180℃로 승온토록 계획하여 연소가스 승온에 따른 보조연료비 사용을 최소화할 수 있도록 하였다.

질소산화물(NO<sub>x</sub>)제거는 소각로 출구가스 온도 제어를 통해 1차적으로 억제시키고, 암모니아수를 분사시켜 환원처리하는 선택적 촉매반응탑(S.C.R)을 설치하여 2차적으로 저감시키도록 계획하였다. 특히, 촉매는 저온에서도 반응 활성도가 높은 저온촉매를 사용하였으며, 반응탑을 5단(1단 예비)으로 설치하여 다이옥신 및 질소산화물의 배출을 최소화할 수 있도록 하였다.

### 폐수처리설비

소각장 운전시 배출되는 유기계, 무기계 폐수를 분리 집수하여 생물학적처리, 화학적처리를 통해 설계기준치 이하로 최종 방류할 수 있도록 설비를 계획하였다.

유기계폐수는 협잡물, 유분 등을 분리, 제거한 후 미생물 처리로 BOD 원인인 유기물을 활성슬러지로 분해 제거하고, 무기계폐수는 화학약품을 주입하여 flocc을 형성시킨 후 침전, 분리하는 물리 화학적 처리를 실시토

를 계획하였다.

최종 처리된 폐수중 약 70%는 장내 세차수, 청소수, 분진 가습수 등으로 재활용되도록 계획하여 운영유지비를 절감토록 계획하였다.

### ■ 악취제거설비

쓰레기 침출수 저장조, 재오수 저장조, 폐수처리장 및 재피트에서 발생하는 고농도 악취는 활성탄흡착탑을 설치하여 악취를 제거토록 계획하였다. 특히, 쓰레기 침출수 저장조에 대해서는 신선한 공기를 급기하면서, 배기할 수 있도록 계획하여 안전사고를 예방하는데 주안점을 두고 설계하였다.

쓰레기 벙커에서 발생하는 악취는 송풍기로 흡입하여 1차, 2차 연소용공기로 사용하도록 계획하였다.

### ■ 세차설비

쓰레기 수거차량 및 재반출차량을 세차할

수 있는 1일 최대 84대 세차가 가능토록, PLC에 의한 전자동 자주식 세차설비를 계획하여 혐오시설의 차량이라는 이미지를 불식시키도록 하였다. 특히, 겨울철 동파방지를 위해 전기히터, 온풍기 등을 갖춰 연중 가동될 수 있도록 하였다.

### ■ 향후 건설계획

당사는 최적화된 설계를 바탕으로 상세설계, 구매, 제작, 설치 등 일련의 건설수행 과정에서 철저한 품질과 완벽한 시공을 통해 국내 최고의 소각장을 건설하여 국민에게 사랑받고, 믿음을 줄 수 있는 시설이 될 수 있도록 부단한 노력을 기울일 것이다. 끝으로 당 소각시설 건설을 위해 혼신의 힘을 다하는 천안시 관계자, 감리단, 현장직원들의 노고에 깊은 감사를 드린다. ㉔

〈기획 : 김병주 이사(bjkim@wow.hongik.ac.kr)〉