

# 유동층식 생활폐기물 발전플랜트

\*† 강승균

## 1. 서론

최근 지구환경보전에 대한 사회적 관심이 고조되고, 미이용 되는 에너지의 유효이용이라는 측면에서 소각폐열을 이용한 <생활폐기물 발전>이 주목을 받고 있다. 이와 같은 사회적 추세로 생활폐기물로 발전하는 발전플랜트를 제주도 광역폐기물 소각 시설에 설치하고 있다. 우리회사의 유동층로는 화력용, 산업용으로는 다수의 대형로 실적을 가지고 있는 일본국 바브콕히타치사의 기술이며 특히 Scale-Up에 대한 로구조의 검토, 수리학적 Model Test, 연소 Simulation등을 거듭한 결과가 반영된 설비

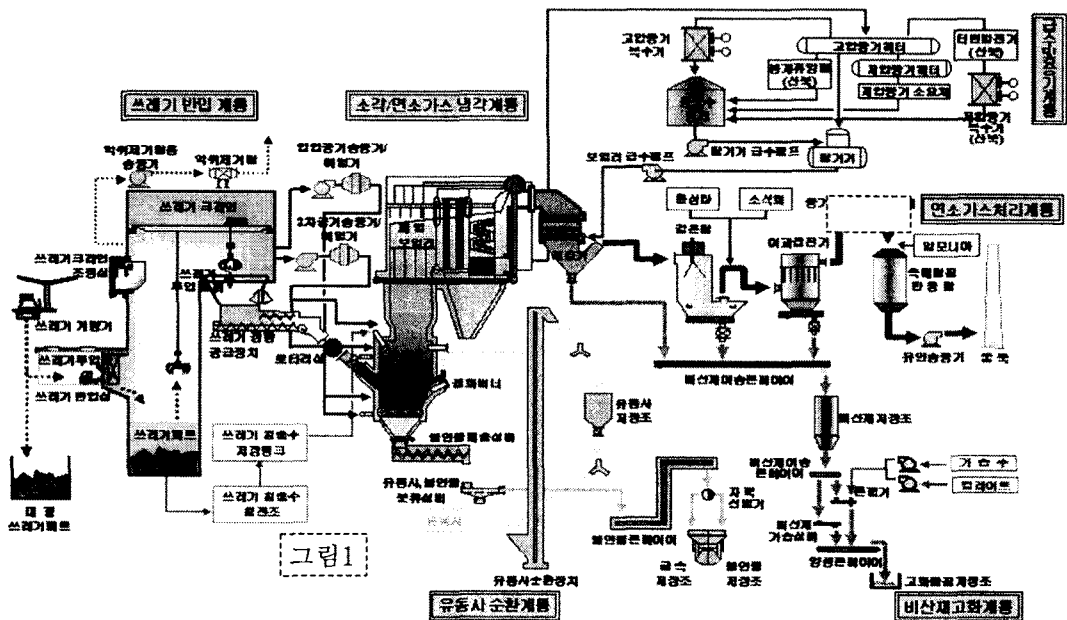
로서 2003년 2월에 준공 예정이다.

## 2. 소각시설의 개요

계통도를 <그림1>에 나타냈다.

## 3. 소각로 폐열보일러 일체형 구조의 채용

유동층 생활폐기물 소각로의 특징으로, 스토카식과 비교해서 연소속도가 빠르고, 화상부하를 높게 유지할 수 있기 때문에 설치면



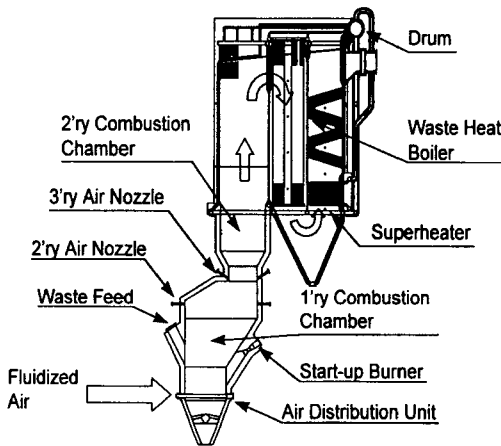
\* (주)대우건설 플랜트본부 제주소각로현장  
† 연락처자, kangseki@dwconst.co.kr

적을 감소시킬 수 있다. 이러한 특징을 살리기 위하여 2실형 소각로-폐열보일러 일체형 로를 개발하여, 저CO, 저NOx를 달성가능한 로 구조로 했다.

다이옥신 저감을 위해서는 소각로 내에서 어떻게든 완전연소를 시켜 저CO화를 시키는 것이 중요하다.

이 목표를 달성하기 위해서는 로내에서 3T (고온 유지, 가스 체류시간, 가스의 혼합) 확보가 필요하며, 이 조건을 만족하기 위해서는

- ① 폐열보일러의 편심구조 : 복사냉각열 감소에 의한 연소실 온도 유지
- ② 축류(縮流)·후연소실 복합 소각로 : 축류부에서 난류에 가스를 혼합 촉진시켜 연소실에서 가스 체류시간 2초 이상 확보
- ③ 2차, 3차 공기 노즐 최적배치 : 공기혼합 촉진에 의한 저CO화, 2단 연소방식에 의한 저NOx화 하였다. <그림2>에 소각로-폐열보일러 일체형로의 구조를 나타냈다.



<그림2>

#### 4. 2개의 연소실

생활폐기물 소각로에 있어서 다이옥신류는 염소화합물을 포함한 쓰레기를 소각시킬 때 발생하는 염화수소와 미연탄화수소가 반응하여 생성된다고 알려져 있으며, 쓰레기로부터 발생하는 CO와 탄화수소 등의 가연가스를 완전 연소하므로 제어할 수 있다.

완전 연소하는 인자로서 로내온도, 체류시간, 공기비등을 들 수 있지만, 이런 조건을 만족시키는 경우라고 하더라도 가연가스는 충분히 연소되지 않는 경우가 있으므로 로내 가스의 혼합상황이 연소에 큰 영향을 미친다.

우리회사에서의 기술제휴선에서는 로내가스의 혼합 촉진을 목적으로 후연소실을 부착한

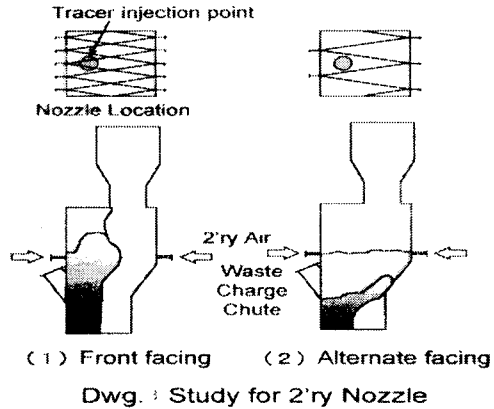
2개의 연소실로 개발했다.

##### ① 2실형 화로의 개요

후연소실을 만들어서 체류시간을 길게 하는 것과 축류부의 설치 및 Air Curtain식 공기 주입법에 의해 혼합 개선하므로 완전연소가 가능해졌다.

##### ② 2차, 3차 공기 노즐의 최적화

2차 공기 노즐의 검토 결과를 그림 3에 나타



냈다.

<그림3>

#### 5. 폐열 보일러의 개선

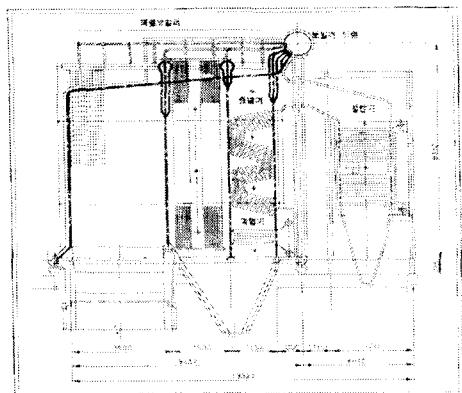
우리회사의 기술제휴선은 보일러 메이커로써 사업용 보일러를 시작으로 다수의 실적을 가지고 있으며, 생활폐기물용 폐열보일러 분야에서는 15개소 이상의 납품실적을 가지고 있다.

이 소각용 폐열 보일러의 과제로서는 쓰레기 처리량의 증가와 함께 대형화와 고효율 발전을 목적으로 하는 증기조건인 고온 고압에 적용가능한가 하는 것이다. 제주소각플랜트의 증기조건은  $18\text{kg/cm}^2 \times 250^\circ\text{C}$ 이지만 보일러 구조로서 고온고압에 적용 가능한 단동형 보일러를 채용했다.

이것은 유동층로서 처음으로 채택한 것이다. 이 단동형 보일러의 특징은

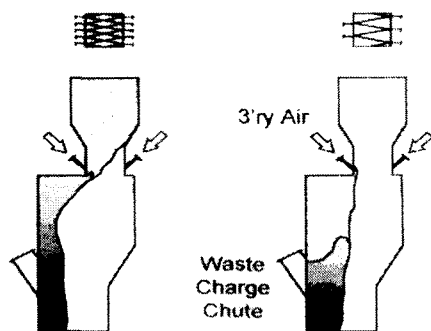
- ① 이동식 보일러에서 주로 발생하는 하부의 Dust 퇴적, 부식문제가 해소되었다.
- ② 과열기를 가스온도  $600^\circ\text{C}$  이하의 부분에 배치하여 고온부식을 억제했다.
- ③ 차세대 기술인 증기온도의 고온화에 적용 가능한 구조로 했다.
- ④ 과열기를 탈착가능한 구조로 Maintenance가 용이하다.

는 것을 들 수 있다. <그림5>에 현재 일본 최고온도( $400^\circ\text{C}$ )의 폐열보일러 구조를 나타



<그림5>

났다. 대향충돌(對向衝突)배치에서는 가연가스 성분이 2차 공기 분사위치 보다도 상부에서 미반응인 채로 남겨져 있으며, 또 쓰레기 투입구 측에 치우쳐 있다. 여기에 비해 대향교차(對向交叉)배치에서는 가연가스 성분은 2차 공기 분사위치에서 완전하게 소멸시켜 가연가스 성분이 잔존해있는 부분에서도 가연가스 성분은 균일하게 분산되어있다. 이 결과 2차 공기 노즐을 대향교차배치로 한 경우가 양호한 혼합상태를 보이는 것을 알 수 있었다. 3차 공기 노즐의 검토결과를 <그림4>에 나타냈다.



(1) Front facing (2) Alternate facing

Dwg. 4 Study for 3'ry Nozzle

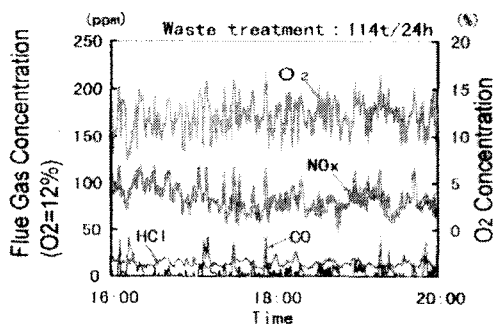
<그림4>

대향충돌배치에서는 주 연소실로부터 후연소실 입구에 걸쳐 가연가스 성분이 전면 측에 치우쳐 있고, 후연소실에서도 완전하게 소멸되지 않는 것에 비해, 대향교차배치에서는 주 연소실 상부에서 가연가스는 약간 확산되

고, 후연소실에서는 완전하게 소멸하여, 2차 공기의 노즐의 경우와 같은 결과를 얻었다.

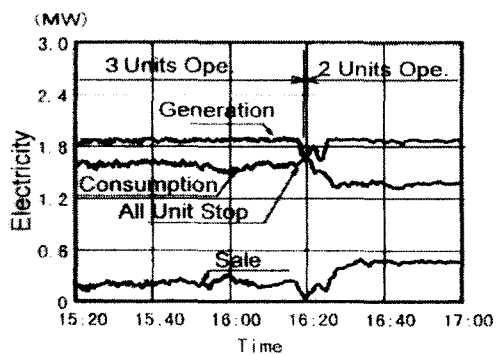
### 6. 운전 자료

일본의 고이지(戀路)소각로에서 성능시험 시 측정된 배출가스 특성의 일례를 <그림6>에, 또 3개 소각로 및 2개 소각로를 동시 운전시 전력



Dwg.6 Flue Gas Level

<그림6>



Dwg.7 Electricity Balance

<그림7>

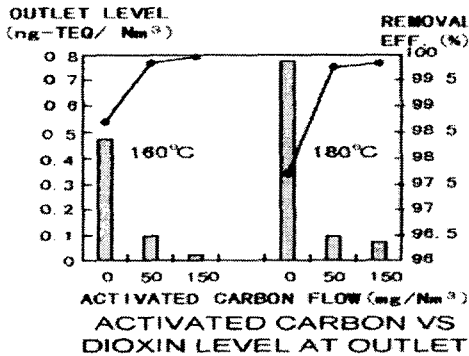
Balance를 <그림7>에 나타냈다. <그림6>에서, 배출가스 특성은 비교적 안정한 결과로 나타난다. 이것은 급진이 안정적으로 이루어지는 것과, 로구조, 2차, 3차 공기의 분사위치, 분사량 등이 적절하게 형성되었기 때문이라고 판단된다. 또 NOx에 대해서는 암모니아의 로내 분사를 통하여 70~80ppm(1시간 평균)을 얻었다. 탈질효율로서는 30~40% 정도이다.HCl은 건식처리에서 여과집진

기 입구온도 170℃로 제어하고, 소석회 분사량 Ca/Cl<sub>2</sub>비 2.5~3.0으로 할 경우 20ppm 이하로 안정적인 결과를 얻었다.

또 <그림7>에서 발전출력을 1,900KW로 일정하게 운전할 경우 2개 소각로 운전에서 350~450KW, 3개 소각로 운전에서 150~250KW를 전력회사에 판매가 가능했다.

### 7. 다이옥신 저감 대책

- ① 감온탑을 설치하고 집진기 입구 가스온도를 150℃까지 저온화한다.
  - ② 다이옥신과 수은 등의 제거에는 흡착성능이 높은 분말 활성탄을 집진기 입구연도에 분무하여 제거했다.
  - ③ 집진기 여과포 재료는 Fiber Glass+Teflon을 채용하고 미세한 Dust를 제거했다.
  - ④ 집진기 출구에 증기식 가스 재가열기(210℃) 및 촉매탑을 설치하고, NO<sub>x</sub> 제거와 병행하여 다이옥신의 분해제거 하였다.
- 다이옥신 측정결과에 대해서 활성탄 흡착특성을 <그림8>에 또 촉매탑을 포함한 전체계에서 측정한 자료(예)를 <그림9>에 나타냈다.



<그림8>

RUN	로출구	Bag입구	Bag출구	연돌입구
	활성탄에의한 제거율 97%		촉매탑	
RUN ①	0.1	→ 2.0	→ 0.09	→ 0.02
RUN ②	1.7	→ 4.7	→ 0.14	→ 0.03

<그림9>

### 9. 결론

우리회사에서는 처음인 유동층식 생활폐기물 소각발전 플랜트를 우리와 유사한 일본의 실례와 각종 기술검토를 반복하여 검증한 결과를 토대로 제주도 광역폐기물 소각시설(산북/산남)건설공사를 진행중에 있으며 산북은 금년 9월부터 생활폐기물을 반입하여 소각예정이며, 또 차후의 유동층식 소각설비에 대한 중요기술을 확립할 수 있다고 생각된다. 차후 고효율 발전, 환경보전을 목표로 장점이 있는 기술개발을 실시할 것이다. 최종적으로 다이옥신에 대하여는 그 동안 입증된 활성탄 분무 및 촉매에 의한 시스템으로 규제기준인 0.1ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>을 충분히 그 이하로 만족하는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

### 10. 참고자료

- 바브록히타치 기술보고서
- 대우건설  
/제주도 광역폐기물 기본설계보고서  
/제주도 광역폐기물 실시설계보고서