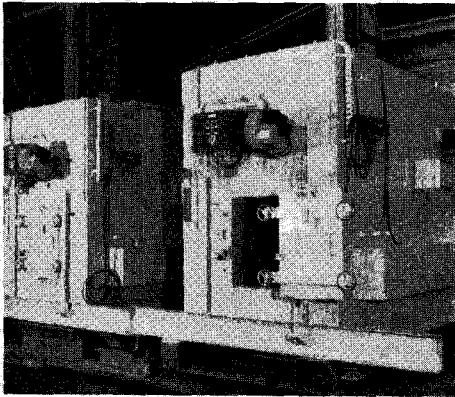


소각 시스템

이병기

삼성건설 건축공사본부 설비(특화)팀 과장



1. 서론

현대 산업구조의 고도화, 복잡화에 따른 각종 유해물질의 증가는 인간이 생활하고 있는 모든 지역에서 인간의 생명을 위협하고 있는 실정이다. 인간의 생활을 발전시키기 위해 구축해 놓은 각종시설로 인해 인간은 스스로 위협받고 있는 것이다.

산업사회에서의 필연적인 부산물인 각종 폐기물을 수용할 수 있는 매립시설의 부족, 처리능력의 한계등은 더이상 간과할 수 없는 상황에 이르렀기 때문에 폐기물 처리에 관한 기술과 장치가 개발되어 적용되어지고 있다. 이에 부응하여 당사에서도 새로운 건축문화를 창조하는 과정에서 필연적으로 뒤따르는 작업부산물의 효과적인 처리 방법을 다각적으로 검토한 결과 건설현장 및 도심지 빌딩내에서 발생하는 가연성 쓰레기의 100% 처리를 위한 소각 SYSTEM을 개발하기에 이르렀다.

이러한 소각 SYSTEM의 개발은 제반기술의 향상 뿐만 아니라 환경오염을 방지할 수 있는 가연성 쓰레기 분리 수거에도 일익을 도모할 것으로 생각한다.

2. 본론

가. 소각 SYSTEM의 개요

소각 SYSTEM이라하면 말 그대로 탈 수 있는 물체나 재질을 爐내부에 넣고 점화원으로서 소각시키는 것이라 할 수 있다.

그러나 현재 우리나라에 소개되고 있는 국내 제작 및 수입 소각 SYSTEM은 그 종류나 성능이 천차 만별로서 적용하고자 하는 용도와 목적에 맞게 적용하지 않으면 제 기능을 발휘하지 못할 수 있다.

따라서 어떠한 용도에도 충족시킬 수 있는 소각 SYSTEM의 개발은 선결과제라 할수 있다.

삼성의 소각 SYSTEM은 다음과 같은 성능을 지니고 있어 다양한 용도에 적극 대응할 수 있다.

① 소각재 투입 방식

사람의 힘을 거의 이용하지 않는 자동 FEEDING SYSTEM을 갖추고 있다. 구성요소로는

파쇄기, DOUBLE FEEDING GATE, 소각재 이송용 CONVEYOR, RAM FEEDER 등이 있다.

② 소각 방식

열분해 방식으로서 소각재를 투입하면 1차, 2차 필요에 따라서는 3차 연소실을 갖추어 연소가스를 완전 열분해 한다.

(3차 연소실에서의 로 내부 온도 $900^{\circ}\text{C} \sim 1,200^{\circ}\text{C}$)

③ 밀도 측정에 의한 소각재 투입 및 잠금 장치

배기가스의 연속적인 농도 측정용으로 소각 SYSTEM 후단의 배기가스 PIPE에 설치되어 있다. 배기가스의 농도를 측정하여 1차로내부로의 쓰레기 투입을 효과적으로 조절한다.

나. 소각 SYSTEM 사양

1) 소각 SYSTEM의 기술적 자료(시간당 100KG 기준)

- ① 소각량: 가연성 쓰레기 100KG/HR
- ② 배기가스와 공기 혼합의 총량: 약 9,600m³/HR
- ③ 연소실 온도: 최대 $1,200^{\circ}\text{C}$
- ④ 배기가스의 공기 혼합후 온도: 350°C
- ⑤ 로내 음압: 200PA
- ⑥ 표면온도: 주위온도 $\pm 20^{\circ}\text{C}$
- ⑦ 연소용 공기필요량: 1,500m³/HR
- ⑧ 냉각용 공기필요량: 3,000m³/HR
- ⑨ 배기가스내 먼지농도: 50MG/Nm³(O₂ 17% 기준)
- ⑩ 배기가스 농도: BACHARACH NO. 1
- ⑪ 소각로의 규격: 3,000L×1,550W×2,200H
- ⑫ 소각로 무게: 0.9TON

2) 소각 SYSTEM의 특징

① 배기가스를 연소실내에서 오래 머물러 있도록 해서 배기가스중의 NO, CO, 다이옥신의 농도가 낮고, 배기가스 농도를 투명의 BACHARACH NO. 1이 되도록 한다.

② 소각로는 다음과 같은 종류의 쓰레기를 처리한다.

- 가연성 고품 쓰레기
- 불연성 쓰레기
- 플라스틱류

- 음식 쓰레기(GALLEY WASTE)

③ 2-CHAMBER형의 소각로이다. (필요에 따라 3차로 채택 가능)

- 1차 CHAMBER: 연소공정용이고

- 2차 CHAMBER: 연소후의 공정(배기가스의 열세척)용이다.

④ 로 CASHING은 용접된 완전 밀폐형이다.

⑤ 연소와 관련되는 모든 자재는 불연성으로, 최고급으로 만들어진다.

⑥ 이중벽을 갖춘 소각로로서, FULL 부하시로의 표면온도는 주위 온도보다 약 20°C 정도 높으며, 추가의 냉각용 공기는 불필요하다.

⑦ 불연소된 물질과 재는 부피가 큰 경우에는 INCINERATOR DOOR를 열고 제거할 수 있으며 작은 경우는 회입구를 사용하여 제거할 수 있다.

⑧ 2개의 DIESEL OIL BURNER가 있으며 용량은 개당 15ℓ/HR이다.

⑨ 완전연소가 되기 위해서 연소용 신선외기가 화격자 위에서 약 60%, 화격자 밑에서 40%가 공급된다.

다. 소각 SYSTEM의 특성 및 설명

1) 소각 SYSTEM의 일반적 특성

- ① 용량: 고체용량 100KG/HR
- ② 소각물질
 - 일반 생활 및 건설현장에서 발생하는 쓰레기 일체
 - 소각물질의 발열량 설계기준: 평균 3,440 KCAL/KG

- PLASTIC류의 소각물질: 발열량이 18,000 KCAL/KG~27,000KCAL/KG으로 높으므로 전체소각물질의 무게비 10%이내로 섞어서 소각함. 이경우 별도의 후처리 설비가 필요없음. PLASTIC이라함은 PVC, PE, PP, PTFE임

③ 조연버너: DIESEL BURNER를 사용하여 소각물질의 FLASH POINT보다 60°C 이상에서 소각토록 함

④ 특기사항: BURNER의 ON-OFF가 자동으로 이루어질때까지는 운전시작후 계속해서 운전자가 상주해야 함

⑤ 참고내용: 일반외형 사진 참조

2) 소각재의 투입에서의 특성

① 투입구는 로내부 온도가 100°C이하로 될 경우만 열수 있게 되어 있음

② MAIN SWITCH가 "ON"이고 CONTROL 전원이 "ON"인 경우에 한하여 SOLENOID 잠금장치가 열려서 투입구를 열 수 있음

③ 투입구가 열려 있으면 투입구 힌지(HINGE)에 LIMIT SWITCH가 있어서 BURNER가 가동되지 않음

④ 쌓인재를 제거한후, 조각물질을 PLASTIC BAG에 넣어서 묶거나 풀어 놓은채로 로속으로 집어 넣어서 BURNER에 의해서 잘 연소되도록 함

⑤ 조각로 밑부분에 간격을 충분히 두어서 연소공기의 공급이 원활히 되도록 하여야함

3) 정상작업을 위한 조정작업

① CONTROL PANEL의 최고온도 S/W의 조정장치를 다음과 같이 SETTING함

— 하부온도 : 600°C

— 상부온도 : 800°C

이것은 800°C에서 BURNER가 꺼지고 600°C에서 재작동함을 의미함

② 다음에 2온도를 SETTING함

— 900°C : 조각로 온도 900°C이상 과열 경보

— 100°C : 점검구의 잠금장치 해제

상기내용은 공장에서 이미 SETTING되었으며 수정될 수 없다.

③ 배출가스 온도는 330°C로 공장 SETTING되었다. 더 높은 온도로 조정되어서는 않된다.

④ 조각물질위로 연소공기가 잘 공급되고 BURNER LANCE를 COOLING하기 위해서, THROTTLE CAP은 50% OPEN한다. 이 CAP은 연소실 하부에 9EA가 있다. 연소중 연소상태, 연소물질에 따라 재조정 한다. 이때, 연소실내 압력이 진공 1-2mber가 반드시 되도록 해야 하며 그렇지 않으면 지압 SENSOR에 의한 전체 조각로가 꺼진다.

4) 점검구(INSPECTION GLASS)

① 2개의 유리 점검구가 있다.

한개는 투입구에 또 한개는 벽에 있다.

이들은 DIESEL OIL/공기 비율을 조정하여

최상의 연소가 되도록 하는데 주 목적이 있다.

5) 보조 BURNER

① 보조 BURNER는 자체에 붙어있는 BLOWER에 의해서 필요한 연소가스가 공급된다. 이 BURNER를 위한 THROTTLE FLAP의 조정은 기술자에 한하여 조정해야 한다.

6) 조각의 시작

① BURNER까지의 OIL LINE이 다 열렸는지를 확인후 START BOTTON을 누른다. 이는 OIL PUMP의 손상을 방지하기 위함이다.

7) 조각의 진행

① 연소실이 BURNER로 가열되어 충분히 높은온도로 도달되면 조각물의 상부층에 점화된다. 조각물은 위에서 밑으로 한겹씩 연소된다.

② 연소가스가 연소실을 떠나기전 BURNER FLAME CONE을 지나야만 한다.그리고 연소가스내에 아직 존재하는 모든 입자들이 연소될 수 있는 온도까지 가열된다.

③ 상한온도값(800°C)에 도달하면 BURNER는 자동으로 꺼진다. 만일 온도가 이 값보다 낮아지면 BURNER는 재점화 된다. 만일 온도가 900°C이상이면 경보가 울리고 이때 운전자는 연소가 줄어들도록 9EA의 AIR CAP을 닫아서 AIR 공급을 줄여야 한다.

④ 2차 연소실에서 연소가스의 흐름은 내부의 CYCLONE구조에 의하여 난류로 변하고 밀도차에 의한 이동으로 연소가 가능한 모든 미립자는 재연소된다. 따라서 연소가스는 완전연소에 따라 WHITE SMOKE가 된다.

8) 연소중단

① 연소실 온도가 한시간 이상 800°C를 넘으면 유기물이건 무기물이건 더이상 조각물질이 연소실내에 없는 것으로 간주된다. 따라서 보조 BURNER에 의한 지원은 더 이상 필요 없으므로 "STOP BURNING WASTE"의 BUTTON을 눌러서 BURNER를 끈다.

② I. D FAN은 잔류 연소가스를 제거하고 조각로를 식히기 위하여 3.5시간이 계속해서 운전된다.

CONTROL PANEL에서 I. D FAN의 MAIN S/W가 자동으로 꺼진후에야 비로소 FAN S/W를 끌 수 있다.

9) 소각로 본체

① 소각로 본체는 가스 밀봉의 6MM 철판으로 만들고 T형강의 지지대로 고정되어 있다. 이 본체는 불충물의 지지대로 사용된다.

10) 소각로의 내화벽돌과 보온

① 철구조물 본체를 다음과 같이 내화 및 보온한다.

밀면 : 65MM 내화벽돌-보온

150MM 최대 1,300°C용 내화 CONCRETE

측벽 및 천장 : 40MM 보온(1,000°C용)

25MM 보온(1,000°C용)

159MM 최대 1,300°C용 내화 CONCRETE

점검문(Access Door)

- 4×40MM 보온 (1,300°C용)

- 1,500MM 최대 1,300°C용 내화 CONCRETE

천장 배기가스 출구 : 고내열강의 침(NEE-DLE)로 보강된 1,300°C용 내화 CONCRETE

② 측벽과 천장사이의 신축이음(EXPANSION JOINTS) 사이에는 1,100°C에서 견디는 탄성체를 넣어서 이음새 사이로 끼지 않도록 한다.

③ 특기사항

- 일반적으로 케스타블의 LINING방법은 일체형으로 되어진다. 이러한 일체형 케스타블 LINING방법은 폐기물의 소각중 발생하는 연소가스의 누출을 방지한다. 그러나 이러한 일체형 LINING방법은 고온소각시 온도의 급격한 변화를 수반하는 열팽창과 수축의 반복현상에 적응되지 못하여 케스타블 내부의 CRACK을 발생시켜 수명을 급격히 단축시킨다. SEEBECK사의 소각로 케스타블 LINING은 오랜연구와 경험을 토대로 열팽창, 수축열에 따른 CRACK의 방지를 위해 적절한 SIZE로 분리 LINING되어 있다.

분리 LINING으로 생긴 틈새는 소각을 위한 충분한 분위기 온도가 되면 BURNER에 의해 조성되면 케스타블의 팽창으로 연소가스의 누출을 방지시키면서 케스타블의 수명을 장기화

한다.

11) 외부냉각 장치

① 소각로 본체와 외부철판 사이의 중간 공간은 공냉 장치로서 COOLING AIR를 제공한다. 이 공기는 연소가스와 섞여서 온도를 300°C까지 내린다. COOLING AIR는 밑에서 들어와서 COVER상부 혼합 DUCT로 올라간다.

② 소각로는 4개 지지대로 고정되어 있어서 밀면도 주위공기의 순환에 의해 COOLING된다. 소각로 밀면과 바닥면 사이 간격이 가깝지 말아야 한다.

③ 특기사항

- SEEBECK사의 소각로 운전중 운전자는 어떠한 보호구를 착용하지 않아도 안전하다. 폐기물 투입구는 2중 구조로 역화가 발생될 우려가 없으며 소각로 외부온도는 독일 VDI(독일기술자협회)의 소각 시설의 기준 및 DIN 규정에 의거하기 때문에 운전자는 어떠한 화기라도 보호되도록 되어있다. 내부확인을 위한 점검공조차 2중 구조로 운전자의 안전에 만전을 기하고 있다.

12) 공기혼합장치

① 소각로 천장의 한 귀퉁이로 연소가스는 배출되면서 곧바로 COOLING AIR와 혼합된다. 공기입구의 THROTTLE FLAPS를 조정해서 배출가스 온도가 300°C이하가 되도록 조절한다.

② 연소가스와 COOLING AIR는 주로 ID. FAN전에 180° 회전하여 DUCT부에서 혼합된다. 공기 혼합 DUCT는 밑부분에 여러개 구멍을 뚫어서 AIR가 흡입되도록 한다.

③ 분사장치의 예열장치용 HEATING COIL은 혼합 DUCT에 설치한다. HEATING COIL은 압력 7BAR 온도 300°C에 견디게 설계한다.

13) 화격자 구조 및 재질

① 일반적으로 상연소방식 소각로의 경우 하부로부터 연소공기에 의해 연소된다. 국내 대부분의 소각로에는 화격자의 재질을 케스타블로 제작하거나 직접 소각로 바닥에 소각물을 적재하여 소각한다. 그러나 이러한 방법들은 연소실에 많은 DEAD SPACE를 발생시키므로 연소실을 크게 만들어야 하며 열가소성 PLASTIC과 같이 용융하는 소각물등을 소각할 경우 소각된 재

(ASH)의 CLINKER 현상이 발생되어 화격에 부착하여 연소를 저해한다. 특히 CLINKER화 된 물질을 인력으로 제거할때 케스타블에 치명적인 손상을 입혀 소각로 수명을 단축시키게 한다.

② SEEBECK사의 소각로는 화격자 연소방식에서 발생할 수 있는 DEAD SPACE를 최대한으로 줄이기 위해 화격자를 주위로한 상부 케스타블의 설계에 특별히 고안된 경사 각도를 유지하고 있다. 설계된 경사에 의해 화격자로 연소될 소각물이 단계적으로 DEAD SPACE없이 적재, 연소될 것이다.

화격자의 재질은 특수한 합금으로 제작되어 하부로부터 흡입되는 연소공기의 통풍을 용이하게 하여 소각물에 충분한 표면적을 제공한다.

이 특수한 합금은 ASH 반출에 용이할 것이며 케스타블 화격자와 같이 장기사용이나 급속등과 같이 화격자에 충격이 가해지는 소각물이 투입될 경우 소각로에 발생하는 치명적인 손상을 방지해 줄 것이다.

14) 운전자의 부주의로 인한 불안전연소에 대한 방안

SEEBECK사의 소각로는 운전중 배기가스의 밀도와 온도에 의해 폐기물 투입구가 자동으로 LOCKING 또는 OPEN된다. 운전이 적합하지 않은 온도 및 배기가스의 밀도에서는 자동으로 투입구가 LOCKING되므로 운전자 부주의로 인한 불완전 연소현상등이 발생될 수 없다. 또 이런 자동 CONTROL 기능은 만일 폐기물중 많은 발열량을 가진 특수한 물질이 투입 되었을 경우 더 이상의 LOADING을 방지하여 수명을 보호하고 위험을 예방하여 줄 것이다. 또한 이러한 기능은 운전조건의 상태를 소각로가 자동으로 제공하므로 누구나 손쉽게 안심하고 운전할 수 있다.

15) 전원공급 중단 또는 FAN의 운전정지시

전원공급 중단시 FAN의 운전 정지등 EMERGENCY 상황이 발생되면 이러한 상황은 PANEL의 EMERGENCY에 감지되어 조연 BURNER가 정지되고 폐기물 투입장치의 LOCKING 등 모든 SYSTEM이 일시에 정지되어 SYSTEM

정지후 4~5분 경과후 소각중이던 폐기물은 연소가 중단된다.

3. 향후 연구과제 및 결론

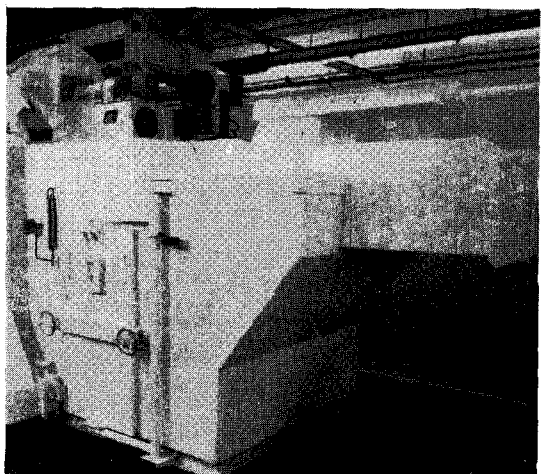
이상과 같이 소개한 소각 SYSTEM은 종래 소각 SYSTEM과는 차별화되는 방식으로서 가능한 사람의 손이 가지 않고 가연성 폐기물을 처리할 수 있어야 할 것이다. 그래서 향후에 개발되어야할 소각 SYSTEM은 다음과 같이 정리되어질 것이다.

첫째, 쓰레기 투입에서 부터 배기가스 배출까지의 일련 작업이 무인화 및 자동화가 되도록 SYSTEM 연구 개발

둘째, 어떠한 성분을 소각하여도 대기환경에 전혀 영향을 주지 않는 후처리 SYSTEM의 개발

셋째, 각종 성분의 가연성 폐기물을 처리할 수 있는 TOTAL 폐기물처리 SYSTEM의 구축

이상과 같은 소각 SYSTEM이 가장 이상적인 소각 SYSTEM이라고 할 수 있다. 현재 당사가 추진하는 소각 SYSTEM도 이러한 취지아래 진행하고 있으며 우리의 환경은 우리가 지켜야 한다는 생각으로 좀더 나은 SYSTEM을 개발하는데 더욱더 노력을 할 것이다.



소각 SYSTEM 개념도

