廢棄物 焼却爐의 최근의 진보

이 창 헌
〈한국에바라인휠코(주) 기술조사실장〉

1. 서 언
2. 구미제국에 있어서 소각로의 기계화
3. 우리나라의 쓰레기 소각로의 기계화
4. 쓰레기의 예비 건조에 대하여
5. 쓰레기의 餘熱 이용에 대하여
6. 문제점

4. 쓰레기의 예비 건조에 대하여

쓰레기는 일반적으로 〈그림-1〉과 같이 연소된다.

火層에서 생성하는 열량을 Q로 하면 火層上에 쌓인 쓰레기층에 Q의 일부분 Q′를 뺏기고 Q′는 쓰레기를 건조시켜 착화 시키게 된다.

화층상의 쓰레기의 층이 두꺼우면 폐가스 온도는 떨어진다. 반대로 말하면 충분히 火層으로부터 폐가스의 餘熱을 이용한 것이 된다.

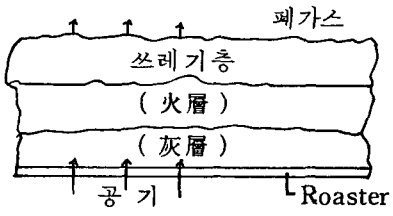
화층을 두껍게 하면 화층에 침입하는 공기가 여열되어 灰의 온도의 형태로 爐外에 내보낼 열손실이 적게 된다.

이같은 이유로 층을 두껍게 해서 증기 소각을 행하는 것이 유행해 왔다.

그러나 화층으로부터 발하는 폐가스 중에는 가스 상태로 연소를 하는 CmHn등이 포함되 폐가스 자체는 에아로졸과 같이 되고 있다. CO는 실험에 의하면 거의 검출되지 않는다.

그러나 화층상의 쓰레기층이 너무 두꺼우면 쓰레층 중에서 폐가스의 온도가 너무 낮아져 미연상태로 배출되며 煙道로부터 배출되는 가스중의 오염원은 이 타르상 물질의 에아로졸과 종이류, 나무등의 灰가 주된 것으로 되고 있다.

〈그림-1〉



일본의 한 도시 쓰레기 소각로에서 실측 한예를 들어보면 煙道가스 1㎥중에 灰分 0.81-0.24 g, 可燃分 1.20-1.41 g가 포함돼 있다.

이때의 煙道가스 온도는 140-196 ℃였다.

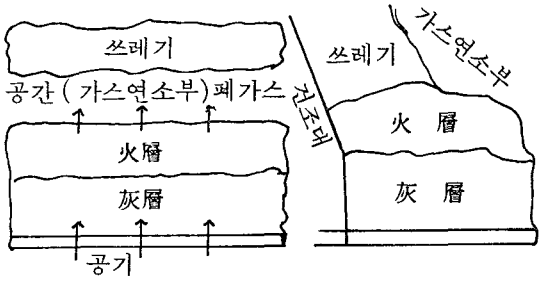
또 CO_2는 3.2-4.1%를 넘지 않고 따라서 이 때에는 2차 공기의 부족에 의한 불완전 연소가 이루어지지 않은 것으로 생각해도 좋다. 이렇게 해서 배출되는 未燃分은 60-70KCal /Kg 쓰레기 정도로 된다.

발열량이 낮은 쓰레기에 대해서는 쓰레기의 발열량을 모두 사용해서 태우는 것이 쓰레기를 自燃시키기 위한 필요 조건이다. 만약 〈그림-2〉와 같이 폐가스가 쓰레기 중에서 냉각되지 않은 채 가스 중의 未燃分이 연소될 수 있는 공간이 주어지면 未燃分은 연소하고 그후 이 열량을 다시 쓰레기 건조에 도움이 되도록 하는 것이 가능하다.

그러나 실제로는 〈그림-2〉에서 처럼 쓰레기를 支持하는 것은 매우 어렵다. 재료의 耐熱性의 문제와 쓰레기가 건조하기 시작하면 단단하게 되어 火層에 떨어지는 것이 곤란하게 되는 2가지 점의 해결에 곤란이 발생하기 때문이다.

따라서 재래의 소각로는 대체로 〈그림-3A〉와 같은 형으로 개량되었다. 즉, 화층으로부터의 폐가스등의 未燃分은 그 상부의 공간에서 연소하고 乾燥帶상의 쓰레기의 예비 건조 가열에 폐가스를 이용한다.

〈그림-2〉



〈그림-3A〉

쓰레기를 예비 건조하는 것에 의해 쓰레기 1kg의 수분 중 Xg이 제거되는 것으로 하면 쓰레기 중량은 (1 - a) kg이 되어 저위발열량은 a x 600 KCal 만큼 증가하는 것으로 보아도 좋으므로 건조 쓰레기 1kg (생쓰레기 $\frac{1}{1-a}$ kg 에 해당) 에 대해서는

$$H_1 = \frac{H_1 + a \times 600}{1-a} \text{ KCal } /kg \text{ 건조쓰레}$$

가 된다.

따라서 소각율은 상승하고 그 위에 저위발열량이 높아지며 과잉 공기를 적게하여 태울 수 있으므로 보다 유리하다.

현 상태로 乾燥帶는 고정식의 것이 대부분이다.

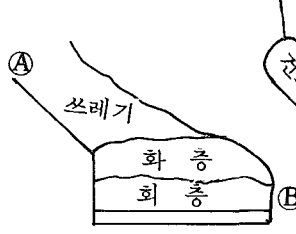
즉, 〈그림-3B〉와 같이 A점에서 투입해서 B점으로 灰를 빼면 乾燥帶상의 쓰레기가 연소부에 회를 빼낸만큼 낙하해 오는 형식으로 되어 있다.

화부가 숙련되 있어도 쓰레기는 〈그림-3B〉와 같이 연소부에서 극단으로 두껍게 되어 가스연소를 위한 공간을 막아버려 가스연소가 충분히 일어나지 않는 것이 많다.

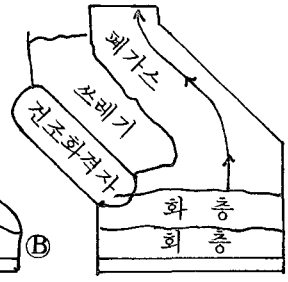
그 위에 乾燥帶에 쓰레기가 충분히 체류되지 않아 豫備 乾燥帶가 단지 형식화된 것에 지나지 않는 것이 적지 않다.

따라서 〈그림-4〉와 같이 移床火格子 등에서 乾燥帶를 만들어 쓰레기를 일정 두께로 천천히 보내면서 건조시켜 연소부의 소각상황에 맞춰 쓰레기를 공급하는 방식의 소각로가 생각 되었다.

〈그림-3B〉



〈그림-4〉



이 결과에 의하면 300~450 m/m의 두께로 쓰레기를 보내 25~40분 건조시키는 것이 최대 소각율을 얻기 위한 조건으로 파악되었고 또한 건조부와 소각부의 비는 1:4정도가 좋다는 것이 인정 되었다.

미국에 있어서는 H_1 = 2,300KCal /Kg 정도의 쓰레기에 대해 건조부는 소각부의 2/3 (단, 연소부, 건조부 모두 移床火格子를 사용하고 있다),

건조부 쓰레기 두께는 1,000m/m 건조시간은 약 25분으로 하고 있는 실례가 있다.

일본의 실험 예에서는 쓰레기 두께를 300m/m로 하고 그 상부에 500~600℃의 가스를 40분 정도 보내면 쓰레기 수분은 60%정도의 것이 30%정도로 된 예가 있다.

건조부의 爐高 H(m)는 다음 식에 의해 계산된다.

$$H = A^3\sqrt{\frac{(Qt)^2}{B^2 t}} + h$$

여기서

Qt : 온도 t℃에 있어서 가스 유량(m^3/sec)

B : 爐幅(m)

t : 온도(℃)

A : 상수(爐幅 2m때 3.2~3.4)

h : 쓰레기 두께(m)

이상과 같이 상부에 폐가스를 흘려 건조시키는 형식을 표면 건조 방식이라 한다.

표면건조 방식의 결점은 乾燥帶의 상부에 놓인 쓰레기 두께가 너무 두꺼우면 전체적인 건조 효과가 매우 나쁘게 된다.

실제 프란트 운전 조사결과 자료로서 쓰레기 두께가 600m/m정도를 넘으면 스토카 가까운 부분의 쓰레기는 질척할 정도의 수분을 포함한 경우가 있다.

이 원인은 건조에 의해 일차 증기로 된 수분이 막힌 부분에 접촉하여 다시 물방울로 되어 쓰레기의 밑쪽으로 낙하해 가기 때문으로 생각되며 이러한 측정 결과의 일례를 〈표-5〉에 나타낸다.

〈표-5〉

쓰레기 두께	건조전 수분	건조 시간	건조후 수분	폐가스 온도
300m/m	48.75 %	40 분	22.22 %	620 ℃
300	56.66	40	28.33	570
300	66.66	40	35.92	540
300	45.50	40	24.20	680
600	57.14	80	50.00	480
600	62.10	80	54.60	410

표면건조 방식 보다 폐가스를 직접 쓰레기층에 통과 시키는 쪽이 건조효과가 좋은것은 자명하다.

移床火格子의 하부로부터 직접 폐가스를 불어 넣는 것은 스토카의 재질면에서 곤란하나 폐가스에 외기를 더해 300℃ 이하로 온도를 저하시켜 불어 넣는 것은 가능할 것으로 생각된다.

*** 환경속에 사는 우리**
보전하고 보호받자.