

# 소각로의 종류별 처리기술

## 〈2〉

■환경관리공단발행「폐기물소각처리실무」

### 라. 로타리킬른식 소각로

#### 1) 개요

##### 가) 구조

내부에 내화물을 입혀 쌓아놓은 회전식소각로로 건조, 주연소, 전연소를 겸한다. 폐기물 수분의 많고 적음에 따라 투입물과 연소가스 흐름이 같은 방향인 병류식과 반대인 향류식을 사용하는 것으로 분류된다. 구조가 간단하고 로용량에 비해 통과하는 폐기물의 양이 적지 않기 때문에 광범위 폐기물의 단독 또는 혼합처리가 가능한 소각로이다.

##### 나) 특징

(1) 대상폐기물의 범위가 넓고 혼합처리가 가능

(2) 내부구조가 없어 내화물이 외의 고장이 없기 때문에 장치내 구성이 양호

(3) 연속운전이 가능(간헐운전은 열손실이 커서 비경제적임)

(4) 보통 연소(직접연소)외에 폐기물의 성상, 처리목적에 따라 열분해, 부분연소, 건류가스화연소 등도 가능

##### 다) 적용 분야

화학공장 폐기물 등의 발열량이 높은 것부터 하수, 분뇨처리오니 등의 발열량이 낮은 것까지 광범위하게 사용되고 있다.

#### 2) 설비성능 조건

##### 가) 투입물의 크기 및 형상

(1) 투입물<sup>1)</sup>의 크기에 따라 제한된다. 또 투입기 크기는 킬른단면에 의해 제한되지만 킬른내경에 따라 300~500mm크기로 결정되어진다. 연소에 시간이 걸리는 것(목재, 탄소 등)에 대하여는 될 수 있는 대로 예비파쇄하는 것이 필요하다.

##### (2) 투입물의 물성

(가) 저위발열량 제한없음(보조연료 사용)

(나) 함유수분 제한없음(보조연료 사용)

(다) 소-다염류 제한필요(5% 이하로 제한)

##### 나) 처리물의 성상

#### (1) 소각재

(가) 입경 : 보통 수mm이하의 소각재로 되지만 운전실수에 따라 덩어리상의 클링커가 생성하여 인력 또는 파쇄에 의해서 제거할 경우가 있다.

(나) 강열감량 : 보통 5%이하(600°C)로 되지만 소-다 염을 함유할 경우, 환원염의 생성에 따라 거꾸로 양이 증가하는 경우도 있어 주의가 필요하다.

(다) 중금속 : 금속의 종류에 따라 휘산률이 달라서 소각재중에 잔류하는 중금속의 용출에 주의가 필요하다.

(라) 비산 : 소각재가 미세하므로 소각재 반출장치내에 물을 분

사하고 핏트에 재를 낙하시켜 반출시 비산하지 않게 할 필요가 있다(40~50% 함수율로 한다).

#### (2) 연소배가스

온도는 800~1,100°C의 범위로 소각로출구의 연소가스중에는 배진이 포함되어 유해물질로서는 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl을 포함하고 처리대상물에 따라서는 유해중금속이 휘산해 산화물상태의 분진 또는 금속 흄(fume)으로서 포함되어 있다.

#### (3) 폐수

유해가스 흡수설비로부터 폐수가 발생하므로 일반적인 오염물질의 처리와 처리대상물에 따라 다르지만 중금속도 포함될 경우가 있으므로 이에 대한 처리방안이 강구되어야 한다.

#### 다) 처리능력 범위

유기성슬러지를 기준할 경우, 보통 300~10,000kg/h(7.2~240ton/day)

#### 라) 고장발생요인

(1) 알카리 금속이 다량 함유되어 있는 경우 클링커에 의한 고장과 알카리에 의한 내화물의 침식

(2) 알카리 금속 dust의 비산에 따라 후속시설(보일러, 제진, 세연계통)의 폐쇄

(3) 반입물의 성상에 따른 전처리(파쇄, 이송, 투입 등)부분의 기계적 고장

마) 부대시설

(1) 반입, 전처리설비

반입 Pit, 반입 호-퍼, 정량, 천정크레인, 계량기, 파쇄기, 혼합기, 이송기, 투입 호-퍼, 정량공급기 등

(2) 보조 연소설비

열풍발생로, 2차연소로, 버너류, 보조설비 등

(3) 배가스 처리설비

가스냉각장치, 제진장치, 유해가스 제거, 백연방지장치 등

(4) 소각재 처리기술

소각재 Pit, 소각재이송기, 가습장치, 소각재 저장호퍼, 반출장치 및 필요에 따라 중금속함유 소각재처리 제조

(5) 통풍설비

압력송풍기, 흡입송풍기, 비상용송풍기, 연도, 굴뚝

(6) 폐수처리 설비

반입 Pit 폐수, 소각재 냉각 Pit 폐수, 세연폐수 등

3) 안전운전이 보증되기 위한 조건

가) 내열, 내마모, 내식

내화벽돌의 손상이 크다. 특히 알카리염류가 유입될때는 이러한 현상이 나타나는데, 그 가능성이 있을 때는 내화벽돌을 잘 선정한다. 내화벽돌의 내스폴링(Spalling)성이 특히 요구된다.

나) 폭발방지

(1) 향류식의 로에 휘발성 가연물이 포함되어 있을 때 저온부에서 발생한 가열된 가스에 공기가 흡입되어 폭발한계로 될때가 있다. 이때 2차연소실이 착화원으로 폭발의 위험성이 생긴다. 저온부에 있어서 공기흡입을 방지하는 것은 로타리킬른의 구조상 사실적

**슬래깅 킬른은 금속드럼상 폐기물을 받아들일 수 있다. 슬래키 녹는 온도에서 공용회분은 킬른안으로 투입된 철재 금속 드럼을 용해시키려는 성질을 갖는다. 킬른으로 폐기물을 채운 채로 드럼을 투입하는 것은 안정성 및 유지비 관점에서 볼때 바람직하지 못하다.**

으로 불가능하다.

(2) Batch식 연속운전의 킬른, 병류식 킬른에는 보조연료 또는 버너 주변의 로벽 온도가 낮아서 불꽃이 끊어지는 경우 폭발의 위험이 있다.<sup>2)</sup>

(3) 로타리킬른은 연속운전작

업이 간단하기 때문에 작업자가 없이 운전되는 경우가 많다. 정전, 단수, 기기고장, 연소의 안전관리를 위한 차단 또는 방지 기구, 감시기구, 경보장치 등 설비규모의 정도에 따라 설치하기가 좋다.

다) 유지관리

(1) 소화작업

하루중 운전에 매일 소화와 점화를 반복할 때, 내화벽돌 내장, 캐스터블 내장의 로에는 스포일링에 의한 손상이 현저하다. 소화시 공기를 뿜때는 물론, 공기 빼기 종료후, 로의 크기에 따라 20만~40만회 킬른의 회전을 행하면서 온도를 내린다.<sup>3)</sup>

(2) 내부점검, 수리를 위한 점검공, 입구는 반드시 필요하다.

(3) 규모가 큰 경우는 로의 설치 건물도 높게 되어서 로의 주변에는 순시용, 보수용의 보도 등이 필요하다.

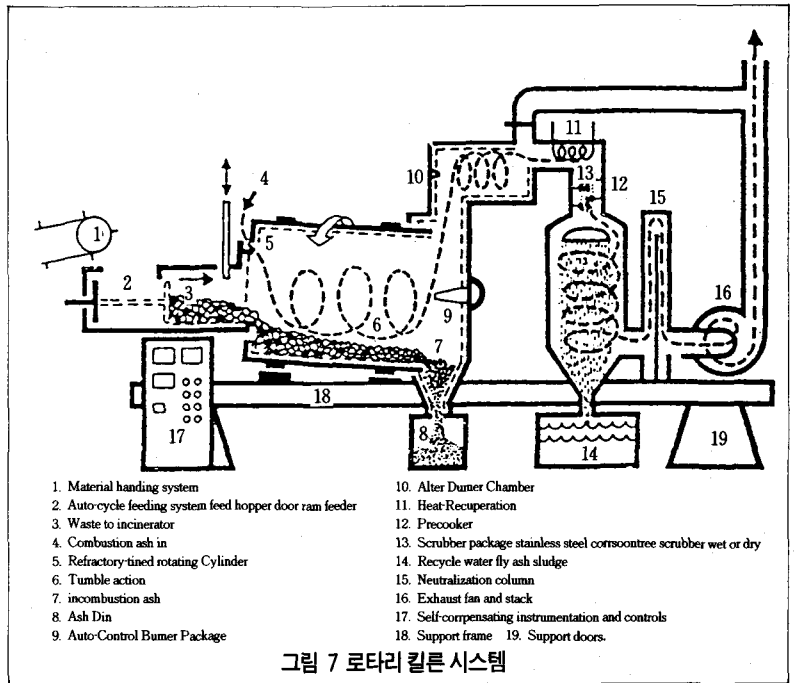


그림 7 로타리 킬른 시스템

(4) 그의 기타에 대해서는 다른 로에 있어서의 일반사항이 적용된다.

#### 4) 로타리 킬른 소각로의 처리 기술

로타리 킬른 소각로는 폐기물 처리시스템중 가장 보편적인 소각로이다. 이것은 다양한 고체 폐기물, 슬러지 폐기물 처리 및 액체 폐기물과 기체 폐기물 소각에 사용된다. 이 시스템은 산업 폐기물 소각과 도시 폐기물 소각에 응용되며, 더욱이 최근에 와서는 유기성 물질로 오염된 토양을 처리하는데 이용되기도 한다. 여기서는 로타리 킬른의 처리기술에 대해 구체적으로 알아본다.

폐기물 소각에 사용되는 로타리 킬른 시스템은 그림 7에 나타내었다. 그것은 원료공급, 공기주입, 소각로 몸체 및 소각회 배출 시스템 등의 설비를 갖추고 있다. 후연소기에서 배출된 가스는 공기방출 조절시스템으로 향하게 된다. 장치를 통해 가마에서 가스를 끄집어 내서 굴뚝을 통해 대기로 방출하기 위해 방출조절 시스템내에는 유도통풍 또는 배기팬이 갖추어져 있다.

그림 8에서 나타낸 것과 같이 에너지 회수를 위해 후연소기와 스키카라바 사이에 폐열 보일러가 갖추어져 있다. 세정탑은 물과 알칼리 분사시스템을 이용하여 산성 가스를 처리한다. 습식 세정 시스템 또는 건식 세정 시스템을 사용할 수도 있다.

킬른은 고체 폐기물, 폐기물 펄이나 드럼 및 타르 폐기물 등을 처리하는 데에도 이용된다.

이 시스템에서는 유출이 일어날

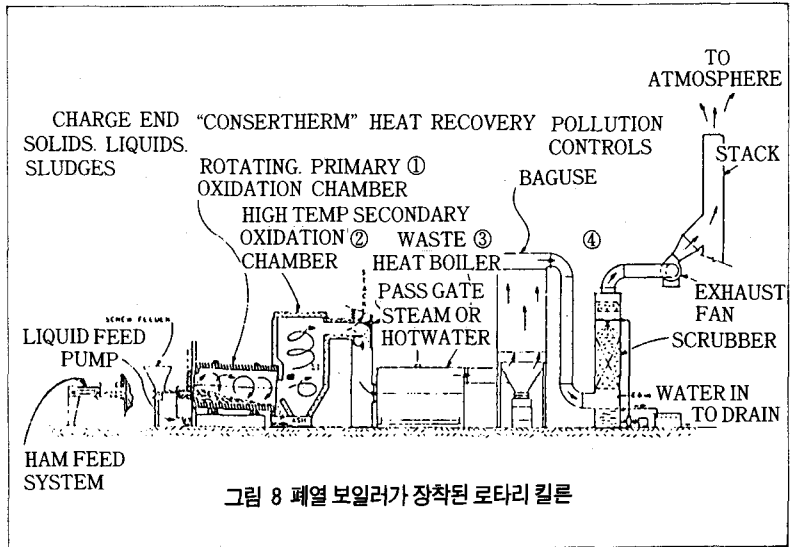


그림 8 폐열 보일러가 장착된 로타리 킬른

수 있는 곳이 많다. 원료공급구는 완전히 밀폐될 수 없기 때문에 밀봉부분에서 로내 연소조건에 따라 유출이 일어날 가능성이 많다. 소각회처리시스템에는 공기유입기 밀을 방지하기 위해 보통 물밀봉(water sealing)이 갖추어져 있으나 건조상태로 소각회를 수거하는 경우는 밀봉이 완전히 되지 않는다.

가) 로타리 킬른 시스템의 응용  
로타리 킬른은 다양한 종류의 폐기물을 소각할 수 있다. 그러나 그것을 적용하는 데는 한계가 있으며 이 시스템 장점과 단점은 다음과 같다.

#### 1) 장점

가) 다양한 폐기물을 소각할 수 있다.

나) 최소한의 폐기물 전처리공정이 필요하다.

다) 금속드럼내의 폐기물도 처리가 가능하다.

라) 다양한 형태의 폐기물(고체, 액체, 슬러지 등)을 동시에 소각할 수 있다.

마) 다양한 형태의 원료공급기를(ram공급기, 나사형, 중력공급, 액체와 슬러지의 직접주입 등) 사용할 수 있다.

바) kiln내에서 폐기물의 체류 시간을 조절하기 쉽다.

사) kiln내에서 공기와 효과적인 접촉을 할 수 있으며 고난류(High Turbulence)가 일어난다.

#### 2) 단점

가) 폐기물 흐름의 난류로 인하여 가스흐름으로서의 입자성 물질 동반배출이 꽤 높게 일어난다.

나) 휘발성 물질을 분해하기 위해 보통 독립된 후연소기가 필요하다.

다) 효과적인 킬른 밀봉을 유지하기가 어렵다.

#### 나) 1차 연소실(Rotary kiln)

대표적인 로타리 킬른은 수평축을 중심으로 회전하고 로내부를 내화물질로 축조한 수평실린더이다. 폐기물을 투입시 그들은 킬른 한쪽 끝에 쌓이고 그것이 반대편 끝에 갈때까지 연소되어 재로 변한다. 킬른의 회전속도는 보통 2~

4rpm의 범위이다. 폐기물처리에 사용되는 킬른직경에 대한 길이의 비는 보통 2:1~5:1의 범위이다.

특히 낱알모양의 물질(먼지나 가루)을 처리하기 위한 설계에서는 kiln길이를 따라 운동을 촉진시키고 공급원료의 난류를 증진시키기 위해 kiln안에 바람개비나 폐달을 달기도 한다. 내부에 방해판을 설치할 경우에는 조심해야 한다. 10~20%의 수분을 함유한 오물과 같이 어떤 물질의 농도에 관하여 방해판은 kiln을 통과하는 물질의 움직임을 방해하는 경향이 있다. kiln은 적어도 두개의 지지롤러에 의해 지탱된다. 하나 또는 그 이상의 회전롤러는 동력 전달 기어이다.

다) 배출가스 흐름

그림 7에 나타낸 것처럼 킬른을 통과하는 기체흐름과 폐기물 흐름 방향이 같을 때, 그 킬른은 병류흐름을 가진다고 말한다. 향류의 경우에는 기체흐름은 폐기물 흐름과 반대방향이다. 버너는 킬른 정면에 위치한다.

일반적으로 향류식 킬른은 수분 함량이 적어도 30%정도 되는 수용 폐기물을 소각하고자 할 때 사용된다. 폐기물은 버너에서 수분을 건조시킬 것이며 이때 가스 온도는 떨어질 것이다. 만약 폐기물이 병류식의 킬른안에 투입되면, 킬른의 입구부분부터 수분이 증발할 것이다. 폐기물공급부분이 킬른 중 가장 낮은 온도 부분이다. 따라서 폐기물 연소완결을 위해서는 길이가 긴 킬른이 필요하다.

그리스를 함유하는 약간의 휘발성분을 가진 폐기물은 병류식 킬

른 입구에서 공급되면 즉시 공급 폐기물로부터 방출될 것이다. 이러한 휘발성 물질들의 효과적인 연소완결을 위해서 향류식 킬른을 사용하는 것보다 병류식 킬른을 사용함으로써 보다 더 긴 체류시간을 얻을 수 있다.

라) 슬래깅 방식

많은 폐기물의 경우 1,090~1,200°C범위의 온도에서 회분은 변형하기 시작한다. 따라서 온도가 증가함에 따라 회분은 유동화된다. 초기 변형의 실제온도와 회분의 물리적 변화는 잔류 폐기물에 존재하는 화학적 성분의 함수관계에 있다. 그들은 또한 로내에 존재하는 산소의 함수이기도 한다.

슬래깅 대 비슬래깅 킬른의 차이점을 표 1에 나타내었다.

슬래깅 킬른은 금속드럼상 폐기물을 받아들일 수 있다. 슬래이 녹는 온도에서 공융회분은 킬른안으로 투입된 철재 금속 드럼을 용해시키려는 성질을 갖는다. 킬른으로 폐기물을 채운 채로 드럼을 투입하는 것은 안정성 및 유지비 관점에서 볼때 바람직하지 못하다.<sup>4)</sup>

염분을 함유한 폐기물은 700~870°C범위에서 용융되며 비슬래깅 킬른안에서 덩어리와 침전물을 형성할 수 있고, 또한 염분을 함유한 폐기물은 킬른 내부 내화물 표면에서 킬른을 막히게 할 수 있는 퇴적물을 생산하기 때문에 킬른에 투입하면 안된다. 그러나 슬래깅 킬른에서는 소금이 용융상태로 유지될 정도로 높은 온도가 유지된다.

그 소금은 킬른바닥의 파진곳안의 용융회분과 결합하여 급냉될 때까지 용융상태로 유지된다.

표 1 슬래깅 대 비슬래깅 킬른

인자	효과
구조	슬래깅이 더 복잡 슬래깅은 소금이 함유된 폐기물드럼을 수용할 수 있다(단, 비슬래깅에는 제한적이다.)
온도	슬래깅이 더 높다.
체류시간	비슬래깅에서 더 긴 체류시간을 필요로 한다.
공정제어	슬래깅에서는 열적관성이 있다.
방출	슬래깅의 경우 입자상물질의 방출량이 더 적고, NO <sub>x</sub> 방출량은 더 많음
슬래	슬래깅은 드럼, 염료를 용해시키는 CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> 첨가제를 필요로 한다.
회분	슬래깅의 경우 습식회분, 비슬래깅의 경우 습식 또는 건식회분
유지비	슬래깅이 더 많이 든다.
내화재	슬래깅이 더 흠이 많다.

슬래깅 킬른에서의 온도는 회분이 용융상태의 슬래기로 유지될 정도로 충분히 높아야 한다. 1,400~1,550°C 정도의 온도가 보통이다.

비슬래깅 킬른은 보통 1,100°C 이하에서 운전된다.

고온상태와 긴 체류시간의 운전으로 유기화합물을 분해할 수 있다. 일반적으로 온도가 높아짐에 따라 분해에 필요한 체류시간은 점점 더 짧아진다. 거꾸로 체류시간이 길어짐에 따라 필요한 온도는 점점 더 낮아진다. 슬래깅 킬른에서는 고온을 이용함으로써 폐가스의 경우 필요한 체류시간은 감소한다. 흔히 슬래깅 킬른과 붙은 후연소기는 비슬래깅 킬른에서의 후연소기보다 작다.

용융된 슬래크의 무게는 수백 또는 수천 파운드이다. 액체상태의 농축물질이므로 그것은 킬른안에서 중요한 열적 관성을 나타낸다. 용융된 슬래크는 시스템에 열적 안

정성을 제공하는 열수용기로 작용한다. 슬래깅 킬른에는 이렇게 크고 무거운 용융물이 존재하기 때문에 비슬래깅 킬른보다 온도극한을 덜 겪는다. 그것은 킬른 부하의 급격한 변화하에서 비교적 일정한 온도형상을 유지한다. 배출가스 세척탑 또는 유도 통풍팬과 같은 후단장치의 설계 및 운전에 사용되는 안전인자(rafty factor)는 슬래깅 kiln을 사용할 때 줄어들 수 있다.

킬른 회전의 텀블링(Tumbling) 작용으로 입자상 물질들이 연소가스 흐름으로 혼합방출된다. 전형적인 비슬래깅 킬른의 사용시, 연소가스중 비회발성 고체중의 5~25%가 혼합방출된다. 슬래는 가스 흐름으로부터 입자상물질을 흡수하고 킬른으로부터의 입자방출을 비슬래깅 킬른 방출보다 25~75%까지 감소시킨다. 그러나 NO<sub>x</sub>의 방출은 비슬래깅 킬른보다 슬래깅 킬른의 경우 더 크다. 일반적으로 NO<sub>x</sub>의 생성은 연소온도가 1,100°C 이상에서 증가한다. 1,430°C에서의 NO<sub>x</sub> 발생은 990°C 경우보다 약 10배에 이른다.

슬래깅 킬른 운전시 위험한 점은 용융물이 응고될 것이라는 점이다. 이런 현상이 일어나면, 편심 회전상태에 있는 킬른의 경우, 킬른 회전이 멈춰지지 않으면 킬른 지지롤러와 구동에 손상이 발생할 것이다. 온도강하 이외에 용융슬래 손실의 한가지 이유는 공급폐기물 특성의 변화이다. 적절한 용융물을 유지하도록 첨가제를 사용해야 한다. 이러한 첨가제로는 CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>의 성질과 유사한 화합물 또는 그밖의 화합물 등

이 있다. 첨가제는 공용물을 유지하여 용융물이 용융상태로 남아있도록 하는데 도움을 준다. 용융슬래는 슬래깅 킬른으로 부터 수조(water bath)로 떨어진다(뜨거운 슬래는 수조에서 냉각수와 접촉할 때 터지거나 폭발할 수 있다.) 슬래는 자갈이나 검은 유리모양의 날알모양 물질(일명 유리원료)로 단단해진다. 비슬래깅 킬른에서 나오는 회분은 건조 혹은 젖은상태로 수거된다.

슬래깅 킬른의 내화재는 비슬래깅 킬른의 내화재보다 훨씬 더 강해야 할 것이다. 용융물의 부식효과와 마찬가지로 더 높은 운전온도는 내화재의 수명에 직접적인 영향을 미친다. 게다가 강철드럼이 킬른안에 떨어지면 킬른 표면에 대한 드럼의 물리적 충격은 심각하다. 용융슬래는 다른 금속뿐 아니라 내화재에 대해 부식성이 강한 강철과 철을 함유한 금속을 흡수할 것이다. 내화재는 이러한 부식반응, 고온 및 충격부하 등을 견뎌낼 수 있어야 한다. 그 결과 내화시스템은 비용이 많이 들게 되고 상시점검이 필요하다.

#### 마) 조작

킬른안에서의 폐기물 체류시간은 변할 수 있다. 폐기물 체류시간은 다음의 식에 나타난 것과 같이 킬른의 기하학적 구조 및 킬른속도의 함수이다.

$$t = \frac{2.28L/D}{S \cdot N}$$

여기서 t=평균체류시간, min

L/D=킬른 직경에 대한

킬른 내부길이의 비

S=킬른 레이크 경사(=

기울기)

N=회전속도, rpm

L/D비와 레이크 경사가 주어 진 경우, 장치내에서의 고형물 체류시간은 킬른 회전속도에 반비례한다. 킬른 회전속도를 두배로 하면 체류시간은 1/2이 된다. 이러한 계산의 예는 다음과 같다.

회전속도 N=0.75rpm, 1%의 경사(S=0.12in/ft·길이), 내경 4, 길이가 12ft인 경우 체류시간을 계산하면 다음과 같다.

$$t = \frac{2.28(12/4)}{0.12 \times 0.75} = 76 \text{min}$$

회전속도 N을 2배하면 체류시간은 1/2배가 되고 레이크경사 S를 1/2배 하면 체류시간은 2배가 된다는 점에 주의한다.

위의 계산은 킬른 배출가스가 아니고 킬른내에 있는 고형물이나 기타 물질들의 체류시간을 계산한 것이다.

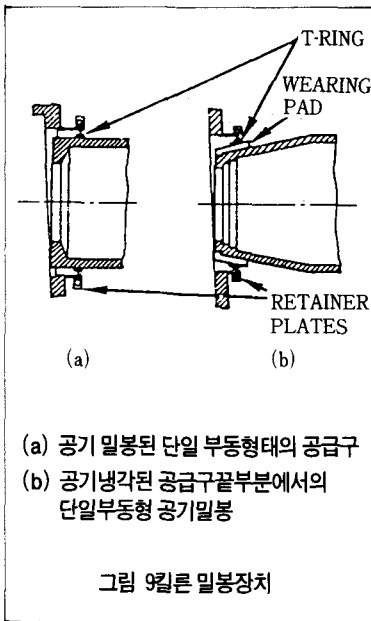
#### 바) 킬른 밀봉

킬른을 밀봉하는 것은 어려운 일이다. 킬른을 효율적으로 운전 하려면 킬른을 밀봉하고 불필요한 공기가 시스템 안으로 유입하는 것을 가능한 적게 유지하는 것이 필요하다. 외부 유입 공기가 너무 많으면 열손실로 인한 연료소모가 증가하고 공정제어가 어렵게 된다.

킬른은 두개의 고정된 요우크 사이를 회전한다. 122~610cm에 이르는 킬른 직경은 366~1,830cm의 원주를 갖게된다. 30.48cm/min의 속도에서의 킬른 표면은 1,830cm/min까지의 속도로 움직인다. 킬른이 이런 표면 속도로 움직이는 동안 요우크와 킬른 표면 사

이의 틈을 꼼꼼히 밀봉해야 한다. 킬른 표면은 기계표면이 아니고 구조와 크기에 있어 변화가 심하므로 밀봉을 하는 일은 매우 어렵다. 더 나아가 보통 킬른 내부의 온도는 꽤 높아서 이때문에 킬른 표면이 손상되는 문제가 일어난다.

그림 9에는 밀봉의 두가지 형태를 나타냈다. 그림에 T-ring으로 표시한 밀봉중 회전부분은 킬른 표면에 붙어있다.



**킬른을 효율적으로 운전하려면 킬른을 밀봉하고 불필요한 공기가 시스템 안으로 유입하는 것을 가능한 적게 유지하는 것이 필요하다. 외부 유입 공기가 너무 많으면 열손실로 인한 연료소모가 증가하고 공정제어가 어렵게 된다.**

그것을 분해하려면 특정체류시간에서 아주 높은 온도가 유지되어야 한다. 이것이 2차 연소실 또는 후연소기가 필요한 이유이다. 후연소기는 보통 킬른 후단에 위치한다. 후연소기는 킬른에서 발생된 연소가스가 특정시간 동안 유기물질 분해를 하기 위해 온도범위에서 운전될 수 있도록 설계된다. 방출된 휘발성물질은 연도가스와 같이 킬른을 떠나 그림 7과 그림 8에 나타낸 킬른 시스템의 후연소기로 들어갈 것이다. 후연소기는 가스흐름내의 유기물질의 연소완결을 위해 필요한 보충연료를 공급하도록 적어도 한개의 버너를 장착하는 것이 보통이다.

킬른에서 방출된 휘발성물질이 매우 높은 열량을 가지기 때문에 완전연소를 위한 보충연료가 필요 없는 킬른시스템 모형이 있다. 이러한 경우, 후연소기는 보충연료를 필요로 하지 않으며, 킬른의 연장부분인 유기물질의 연소완결을 위해 필요한 체류시간을 제공하는

2차 연소실로 작용한다.

자) 설계변화

킬른 길이에 따른 공기 분포와 온도형상을 조절하기 위해 로타리 킬른은 공기 주입부분의 개발과 더불어 발달해왔다. 그림 10에 나타내는 이러한 킬른은 처음부터 끝까지 연소공기로 가득차 있다.

그림 11에 나타낸 로타리 킬른 시스템은 일반폐기물 소각을 위해 개발되었다. 킬른 또는 회전 연소기는 내화재를 갖고 있지 않다. 내화재가 없으므로 시스템 유지비가 줄어든다. 킬른은 폐기물을 태울 때 발생하는 열의 25~35%를 흡수하는 수관으로 구성되어 있다.

킬른에서는 튜브벽의 구멍을 통해 주입된 공기로 인해 연소가 시작된다. 폐가스는 보일러에서 완전 연소되며 보일러도 내화재 없이 수관으로 구성된다.

킬른의 더운물 순환시스템에서의 회전 접합부는 튜브의 물리적 운동 및 더운 유체의 상대적 고압 조건하에서 물밀봉을 유지한다.

(킬른 크기 계산에)

로타리 킬른은  $1.3 \times 10^5 \sim 2.6 \times 10^5 \text{ Kcal} / \text{m}^3 \cdot \text{h}$ 의 열을 방출할 것이다.  $900 \text{ kg} / \text{h}$ 의 슬러지케익이  $1,220 \text{ Kcal} / \text{kg}$ 의 열량으로 연소되는 킬른의 크기를 결정하려면 다음과 같이 계산한다.

열방출 :

$$900 \text{ kg} / \text{h} \times 1,200 \text{ Kcal} / \text{kg} = 1,098,000 \text{ Kcal} / \text{h}$$

폐기물로부터의 열방출은

$$2.2 \times 10^5 \text{ Kcal} / \text{h} \cdot \text{m}^3$$

kiln 안에서 필요체적은

$$V = \frac{1,098,000 \text{ Kcal} / \text{h}}{2.2 \times 10^5 \text{ Kcal} / \text{h} \cdot \text{m}^3}$$

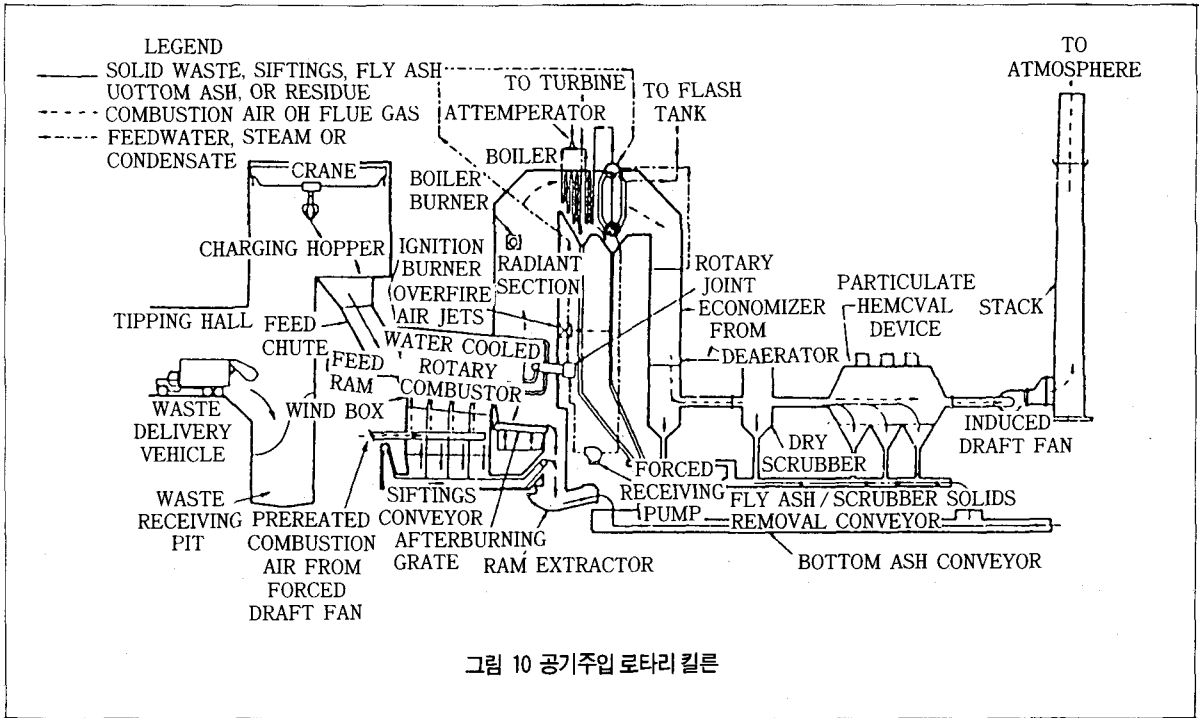


그림 10 공기주입 로타리 킬른

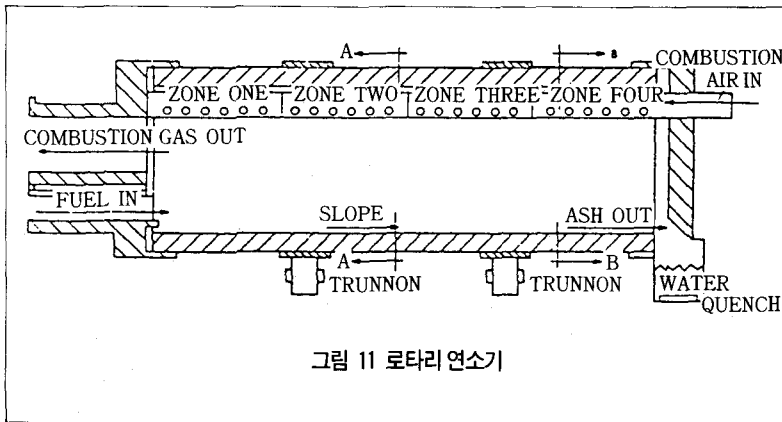


그림 11 로타리 연소기

$$\text{실제부피} = \frac{\pi (122)^2 \times 366}{122}$$

$$= 140,207 \text{cm}^3$$

$$\text{방출량} = \frac{1.1 \times 10^6 \text{Kcal/h}}{4,267 \text{m}^3}$$

$$= 257 \text{Kcal/h} \cdot \text{m}^3$$

註

- 1) 보통 압입식 pusher를 사용함
- 2) 특히 가동시작때와 소각로 온도가 상승할 때 폐유층의 수분변동이 커서 수분함유율이 극단적으로 높아졌을 때 등
- 3) 로의 아래쪽, 옆쪽, 윗쪽에 방열속도가 다르게 생각되면 벽돌 부위에 온도차가 발생되어 내화물의 균열, 외부철판의 휨 또는 스프링의 원인이 됨
- 4) 드럼의 상부를 제거하더라도 드럼의 국부가열로 인해 폭발의 원인이 되기도 하며 드럼을 멀어뜨림으로서 생기는 충격은 킬른내 내화물의 손상을 일으킬 수 있다.

$$= 5.0 \text{m}^3$$

길이가 직경의 약 3배인 킬른의 경우

$$L = 3D$$

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4} = \frac{\pi D^2}{4} \times 3D = \frac{3\pi D^3}{4}$$

$$D = \left( \frac{4V}{3\pi} \right)^{1/3}$$

$$= \left( \frac{4 \times 5.0 \text{m}^3}{3\pi} \right)^{1/3} = 1.28 \text{m}$$

D=1.2m라 하면

$$L = 3D = 3 \times 1.2 \text{m} = 3.6 \text{m}$$

그러므로 필요한 kiln크기는 내경 122cm길이 366cm이다. 실제 열 방출은 다음과 같다.