수직형 음식물류폐기물 가연성 가스 발생장치 개발

한두희*
*청운대학교 건축공학과
e-mail:hanknu@hanmail.net

Development of Vertical Type Flammable Gas Generator for Food Waste.

Doo Hee Han*
*Chungwoon University

요 약

본 논문에서는 음식물류폐기물을 건조 및 탄화시켜 감량화하는 과정에 필요한 수직형 음식물류폐기물 가연성 가스발생장치에 관한 것을 보고하였다. 수직형은 열효율이 좋고 수평공간을 작게 차지하여 토지의 효용을 높이고 구조가 상대적으로 단순하여 제작비를 줄일 수 있다.

1. 서론

2005년부터 음식물류폐기물의 매립이 금지되어 재활용처리시설이 많이 만들어진 바 있다. 그런데 재활용품으로 생산한 퇴비나 사료는 수급 불균형 및 미숙성, 염분, 독성 등의 이유로 사용을 꺼리는 면이 없지 않다. 퇴비의 경우 제조 및 판매 허가를 얻어야 처리할 수 있게 되었다[1].이렇게 남은 재활용품은 다시 폐기물이 되어[2] 새로운 방법의 처리방법이 모색되게 되었는데, 그중 하나가 열에너지로 재활용한 후 탄화물을 이용하는 방법이다[3]. 본 기술은 음식 폐기물, 하수, 오수, 폐수 슬러지, 농 수 축산 폐기물, 가축 분뇨 등과 종이, 비닐, 목재, 고무, 폐플라스틱 등을 파쇄한 각종 가연성 쓰레기를 내부기류 순환상태에서 건조처리를 행하고 수직형으로 탄화처리하여 보다 안정적이고도 경제적으로 유기성 폐기물 및 가연성 쓰레기를 건조 탄화처리하여 연료화할 수 있는 수직형 탄화방식에 의한 폐기물의 처리방법 및 장치에 관한 것이다.

2. 제조 공정 개선

2.1. 종래 기술의 문제점

일반적으로 각종 형태의 다양한 폐기물 및 쓰레기를 처리하기 위하여 사용되는 방식은 매립, 발효 건조처리, 건조 또는 연소시키는 방식이 주종을 이루고 있다. 그 중 매립하는 방식은 매립지 주변을 오염시키거나 침출수나 악취 등의 발생으로 인하여 극히 제한적으로 허용되고 있어 폐기물을 처리하는 근본적인 해결책이 되지 못하고 있다. 또한, 발효 처리하는 방식으로서 퇴비로 활용하는 방식은 퇴비로 활용할 수 있도록 하는 데엔 많은 시간과 노력이 필요하고 발효 건조과정에서 유해한 가스나 악취의 발생이 심하여 외부오염문제가 해결되기 어렵고, 염분이 다량 함유되어 있는 관계로 곧바로 퇴비로 활용하기에는 부적합한 문제가 있으며, 특히 이러한 발효 건조처리가 가능한 소재로서 미처리된 폐기물 중 이러한 발효 건조처리를 행할 수 있는 폐기물의 종류에 제한성이 있는 단점이 있다.

건조시키는 처리방식으로서는 열풍건조, 부상식 공기투입건조, 로타리 킬론식 건조, 마이크론 분사식 건조 등이 있으나, 이들 모두 외부 공기를 혼합하여 내부로 투입하고 내부 기류의 배기가스가 차지하는 비중이 높아 배기가스에 대한 처리가 곤란하여 대기오염을 확산시키고, 처리과정 중에 직접 외부 배기에 의하여 연료손실이 많고 건조 중에 외부공기의 공급으로 인하여 건조물질이 부상된 내부기류를 흡착하지 못하여 고체연료로서 연소율이 매우 낮은 단점이 있고 별도의 외부 열원을 이용하여 건조되므로 연료비용이 많이 소요되어 비경제적이며, 건조처리

가 이루어진 물질의 경우에도 그 성상이 불균형을 이루어 이를 재활용하기가 어렵고 이와 같은 건조처리과정에서 발생되는 외부 오염물질은 주변 환경을 오염시키게 되어 혐오시설로 인식되는 문제점이 있다.

최근에는 이와 같은 문제점을 어느 정도 해소하기 위한 목적으로 각종 폐기물을 무산소 내지 저산소 열분해에 의하여 탄화시키는 기술이 알려져 있으나, 이 경우에는 내열 혼합에 의한 연소방식을 채택하여 유해한 배기가스가 많이 발생하게 되고 저농도의 건류가스가 발생하여 연소율의 저하로 연료손실이 많게 되어 연료손실이 많고, 고온 열분해로 장치의 수명을 단축시키게 되고 내부에서 발생되는 건류가스를 분리하여 연소시킨다 하여도 다량의 외부공기와 혼합하여 연소가 이루어지기 때문에 유해한 연소가스의 배출이 많게 되어 대기오염의 문제가 발생하고 건조 중 혼합배기로 인하여 열회수가 곤란하게 되어 연료손실이 크고 연료비가 많이 소요되게 되어 경제성이 낮아 실용화되지 못하고 있다.

2.2. 개선 사항

본 기술은 이와 같은 종래의 문제점을 해소하기 위하여 다음과 같은 목적을 가지고 연구 개발이 이루어졌다.

본 기술의 주목적은 유기성 폐기물을 건조처리과정을 수행하고 건조처리된 유기성 폐기물은 수직형 연속탄화기에서 탄화처리과정을 수행하여 감량화된 활성탄소 또는 고체연료를 생산하며 건조처리과정에서 생성되는 일부의 잔류기류와 탄화처리과정에서 생성되는 가연성 건류가스를 이용하여 보일러에서 연소가열처리과정을 수행하여 건조처리과정에서 요구되는 가열원으로 활용할 수 있도록 하여 외부오염문제를 해결하고 연료비용을 절감할 수 있도록 하고자 함에 있다. 또한 건조처리 및 탄화처리 후에 생성되는 탄화물은 흡수성이 좋은 활성탄소 또는 연소율이 양호한 고체연료의 형태로 제조가 이루어지고 초기에 투입되는 가연성 유기폐기물의 용량에 비하여 그 체적을 크게 감량화할 수 있도록 하며, 수직형 연속탄화기를 채택하여 투입되는 공기의 량을 조절하여 필요한 열원의 확보와 온도의 조절로 안정성 있는 운용이 가능하며, 건류가스의 생성을 보다 효율적으로 이루어지도록 하고 정량배출기의 상단에 레벨게이지를 장착하여 레벨게이지의 감지에 따라 적절한 이송 및 배출이 이루어져 과도한 압력분출을 배제하고 점진적인 냉각 배출이 가능하도록 하고자 함에 있다.

2.3. 탄화처리과정

이 과정은 건조처리과정에서 건조처리된 유기성폐기물을 수직형연속탄화기에서 외부공기의 조절유입과 착화 열분해에 의하여 탄화처리를 행하여 활성탄소 또는 고체연료를 생산하여 감량배출하고, 탄화처리과정 중에 생성되는 가연성 건류가스는 연소가열처리과정에서 연소열원으로 활용할 수 있도록 송풍하는 탄화처리과정이다[3].

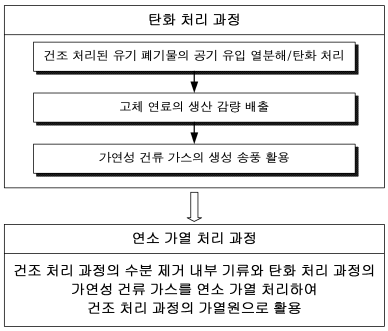
우선, 건조처리과정에서 건조처리된 가연성 유기폐기물을 투입스크류의 투입호퍼에 레벨게이지에 의하여 적재량을 조절하여 투입되고 구동모터의 작동으로 급송된 내용물은 수직형연속탄화기의 투입구를 경유 고정본체의 내부로 투입시키되, 수직형교반기를 구동모터에 의하여 제자리에서 회전 구동이 이루어지도록 하고 송풍기에 의하여 외부공기를 투입라인과 로타리조인트, 외부공기 투입통로, 외부공기배출구를 경유 내부에 외부공기를 공급하며 전기점화봉이 가동된 상태에서 내용물을 투입시키게 된다.

이때, 내용물은 회전되는 교반날개에 의하여 고르게 분산되는 상태로 낙하하여 적재되고 투입레벨게이지에 의하여 적정량을 투입시킨 상태에서 투입작동을 중단시키고 탄화처리과정을 수행하되, 외부공기배출구를 통한 공기의 조절공급과 전기점화봉에 의하여 점화가 이루어지도록 한 상태에서 계속적으로 교반날개와 스크래퍼를 가동시켜 내용물이 골고루 혼합되도록 하게 되면, 내용물은 천천히 건류 및 탄화가 이루어지기 시작하게 되고 탄화처리과정이 순차 반복적으로 이루어지게 된다.

이때, 내부에 투입되는 내용물의 적재량은 수직형 교반기의 회전에 의하여 하부에서 회전 작동하는 스크래퍼의 작동과 배출구를 통하여 외부로 배출되는 배출량에 따라 내부에 잔류하게 되는 적재량이 투입레벨게이지에 의하여 조절되게 되고, 위와 같은 탄화처리 중에 생성되는 내부의 건류가스는 건류가스 유도라인을 경유하여 보일러로 급송이 이루어져 연소열원으로 활용되게 된다.

위와 같이 반복적으로 탄화처리가 계속되어 필요한 만큼의 탄화처리가 이루어지게 되면, 탄화처리된 내용물은 배출구를 경유하여 외부로 배출되고 배출투입기에 의하여 정량배출기로 급송되고 결국 배출기를 경유하여 정량배출되게 되며, 정량배출기에 공급되는 내용물의 적재량은 배출레벨게이지에 의하여

체크되고 공급 및 배출량 조절이 이루어지게 되며, 정량배출기의 내부에 보관 중에 내용물로부터 발생되는 건류가스는 별도의 건류가스유도라인을 경유하여 보일러로 급송이 이루어져 연소열원으로 활용되게 된다. 그림1은 탄화 및 연소가열처리과정을 요약하여 보여준다.



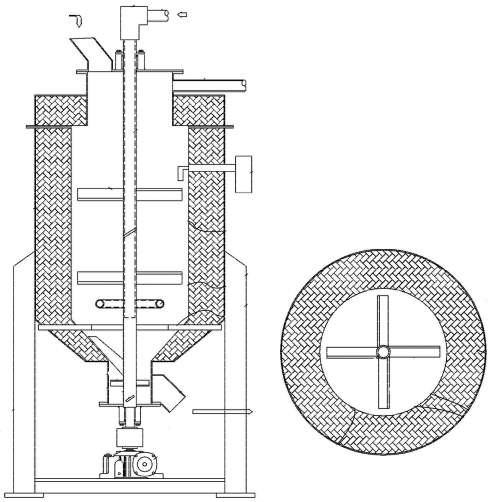
[그림 1] 탄화 및 연소가열처리과정

2.4. 연소가열처리과정

이 과정은 건조처리과정에서 순환되는 내부기류를 제외한 나머지 내부기류를 송풍받아 보일러에서 연소열원 및 공기로 활용하고 탄화처리과정 중에 생성되는 가연성 건류가스는 송풍받아 보일러에서 연소열원으로 연소시켜 건조처리과정에서 활용되는 건조기의 가열원으로 활용할 수 있도록 하는 연소가열처리과정이다. 즉, 내부기류 유도라인을 경유하여 보일러로 급송되는 내부기류는 보일러가 가동되면서 보일러의 내부에서 연소열원 및 공기로 활용되게 되고, 수직형연속탄화기의 내부에서 생성되는 건류가스는 건류가스유도라인을 통하여 보일러로 급송되고 정량배출기로부터 생성되는 건류가스는 별도의 건류가스유도라인을 통하여 보일러로 급송되어 결국 가스공기혼합유도기에서 내부기류유도라인에 의한 내부기류와 연소공기공급라인에 의한 외부공기가 서로 혼합된 상태에서 연소에 적합한 상태를 유지하여 보일러의 내부로 급송되어 버너에 의한 착화 및 연소가 계속적으로 이루어져 연소가열처리가 이루어지게 된다.

물론, 연소가열처리과정은 건조처리과정에서 생성되는 내부기류 전체를 송풍받아 보일러에서 연소열원 및 공기로 활용하고 탄화처리과정 중에 생성되는 가연성 건류가스도 송풍받아 보일러에서 연소열원으로 연소시켜 건조처리과정에서 활용되는 건조기의 가열원으로 활용할 수 있도록 행할 수도 있다.

이때, 건조기의 내부에서 생성되는 내부기류나 수직형건조탄화기 및 정량배출기에서 생성되는 건류가스는 보일러를 가동시키기 위한 연료와 공기로서 활용되어 연료의 절감차원에서 바람직하고 나쁜 냄새를 연소 및 제거하면서 외부 오염의 문제를 발생할 가능성을 사전에 배제시킬 수 있게 된다.



[그림 2] 수직형 가스발생장치의 구조[4]

3. 개발효과

이상 살펴본 바와 같이, 본 기술에 의하면 함수율이 높은 부패성 폐기물 및 가연성 쓰레기인 유기성 폐기물은 건조처리과정을 수행하고 건조처리된 유기성 폐기물은 수직형연속탄화기에서 탄화처리과정을 수행하여 감량화된 탄화물은 활성탄소원 및 고체연료를 생산하며 건조처리과정에서 생성되는 일부 또는 전부의 잔류 내부기류와 탄화처리과정에서 생성되는 가연성 건류가스를 이용하여 보일러에서 연소가 이루어져 열처리과정을 수행하여 건조처리과정에서 요구되는 가열원으로 활용할 수 있도록 하고, 외부오염문제를 해결하고 소요되는 연료비용을 절감할 수 있게 된다.

또한, 본 기술은 건조처리 및 탄화처리 후에 생성되는 탄화물은 흡수성이 좋은 활성탄소원 및 연소율이 양호한 고체연료의 형태로 제조가 이루어지고 초기에 투입되는 유기성 폐기물의 용량에 비하여 그 체적을 크게 감량화할 수 있으며, 탄화처리과정에서 사용되는 수직형연소탄화기의 경우 수직형의 다단 이송 교반으로 적재압력을 분산시키고 열에 의하여 굳어가는 물질을 교반날개 및 스크래퍼에 의하여 간헐적으로 분쇄하여 과부하의 원인을 줄이며 이송 배출이 원활하게 이루어지고 탄화처리과정에서 외부공기배출구에 의하여 외부공기의 조절된 투입이 이루

어져 자체적인 탄화를 유도하고 적재된 중간의 내용물에 의하여 압력에 의한 순수한 건류가스를 유도할 수 있게 되는 등의 우수한 효과를 갖게 된다.

4. 결론

수직형 음식물류폐기물 탄화장치는 좁은 공간에 설치가 가능하고 소형으로도 제작이 가능하여 설치설치 비용을 줄일 수 있다. 또한 건류시 발생하는 탄화수소 가스를 처리에 필요한 열로 재활용할 수 있으므로 연료비를 거의 사용하지 않고 처리할 수 있다. 앞으로 유기성폐기물을 처리하는 과정에서 발생하는 탈리액은 종전에 해양투기에 의존하였지만 앞으로 금지될 전망이다. 따라서 수직형 음식물류폐기물 탄화장치는 새로운 대안을 줄 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 충남환경기술개발센터의 지원에 의하여 이루어졌습니다.

참고문헌

[1] 농림부 보도자료, “비료관리법 개정안(2003. 3. 19) (2003)
[2] 김두환, “음식물류 폐기물 관리정책 방향”, 음식물쓰레기 분리수거 자원화 현황 및 개선방향 세미나 자료집, 한국폐기물학회, 2005.
[3] 한두희, “탈리액 방출 없는 음식물류폐기물 완전 재활용 공법 개발”, 충남확경기술개발센터 최종보고서, 2007.
[4] 민병욱, 한두희, “고체연료 가연성 가스 발생 방법 및 장치”, 특허출원서, 2008.