



농어촌 폐기물 처리용 최적의 열분해로 연구

김성중[†]

인천대학교 안전공학과

(2005년 11월 9일 접수, 2005년 11월 28일 채택)

A Study on Optimal Thermal Decomposition Furnace to Dispose of the Wastes in Rural Area

Seong Jung Kim[†]

Dept. of Safety Engineering, University of Incheon

ABSTRACT

The wastes generated in farming or fishing villages are mostly those of high moisture content or those once used for farming or fishing work, which require a complex process even for disposing of them alone, and moreover they have been recognized to cause a secondary side effects.

The study thus is intended to conduct the basic character analysis and incineration test so as to develop the thermal decomposition furnace which will be optimal in disposing of the wastes generated from urban area that mostly have a high thermal energy or require a complex treatment process. And the subject included in the study, in addition, is to design and develop the furnace aimed at reducing the harmful ingredient as well as recycling the heat generated in the course of incineration.

Keywords : Thermal decomposition Furnace

초 록

농어촌에서 발생하는 폐기물을 소각하는 최적의 소각로의 필요성이 대두된다. 농어촌에서 발생하는 수분이 다량으로 함유된 음식물 쓰레기나 폐비닐 또는 어촌에서 사용하고 남은 폐 그물 등은 그 처리에 더 큰 어려움을 겪고 있다. 또한 농어촌 폐기물의 성분분석 결과 도시의 폐기물과 마찬가지로 고열량을 가지고 있기 때문에 그에 맞는 설계도 고려대상이 된다. 본 연구에서는 농어촌 폐기물을 A, B지역으로 나누어 물리·화

[†]Corresponding author (seongkim@incheon.ac.kr)

학적 조성 및 발열량 등을 비교 분석하고, Lab Scale의 연소로를 이용하여 농어촌 폐기물의 유해가스 발생량에 대하여 각각 20회에 걸쳐 실험하였다. 특히 농어촌 지역 특성상 발생하기 쉬운 페비닐, 폐 그물에 중점을 맞추어서 조사하였으며, 그에 따른 폐기물의 배출현황 및 시료를 채취하여 성분을 분석하였다. 연구결과 농어촌 폐기물 특성상 발생하기 쉬운 폐 그물이나 페비닐 등의 합성수지계의 폐기물로 인해 발열량이 도시와는 1,000~1,900kcal/kg 가량의 큰 차이를 보였다. 이를 효과적으로 소각하기 위해서는 열분해 소각방식이 가장 적합하다는 결론을 얻게 되었다.

핵심용어 : 열분해

1. 서론

농어촌에서 발생하는 폐기물은 대부분 수분을 다량으로 함유하고 있는 폐기물이거나 기타 농업생산 또는 수산업에 사용되었던 폐용품들로서 그것 자체만의 처리문제 뿐만 아니라 그로 인한 2차적인 문제점들도 수반하고 있는 것으로 알려져 있다. 현재로서는 농어촌 종합폐기물처리장 건립 등으로 문제점을 해결하려고 노력하고 있으나, 예산이나 부지면에서 큰 문제점을 들어내고 있다. 따라서 많은 어려움을 겪으면서도 농어촌의 폐기물 처리는 주로 불법 매립이나 노천소각 해양투기로 이어지는 악순환을 거치며 해결하고 있는 실정이다.

이러한 실정에 의해 농어촌에서 발생하는 폐기물을 소각하는 최적의 소각로의 필요성이 대두된다. 소각시 발생하는 유해성물질 등이 문제로 거론될 수 있지만 그것에 대한 대책은 이미 여러 다른 소각로에서 개발되고 있고, 또한 계속해서 연구되고 있으며, 본 연구 과정에서도 병행하여 문제를 최소화 할 수 있을 것이다. 농어촌에서 발생하는 수분이 다량으로 함유된 음식물 쓰레기나 페비닐 또는 어촌에서 사용하고 남은 폐 그물 등은 그 처리에 더 큰 어려움을 겪고 있다. 또한 농어촌 폐기물의 성분분석 결과 도시의 폐기물과 마찬가지로 고열량을 가지고 있기 때문에 그에 맞는 설계도 고려대상이 된다.

따라서 본 연구는 농어촌의 기본적인 성분분석과 연소 실험을 거쳐 고열량의 폐기물이나 기타 처리 곤란을 겪는 농어촌폐기물의 처리를 위한 농어촌형 최적의 열분해로를 연구하는데 목적이 있다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

농어촌지역에서 발생하는 폐기물의 성분분석을 통하여 물리·화학적 조성 및 발열량등을 A, B지역으로 나누어 비교 분석하고, Lab Scale의 소각로를 이용하여 농어촌 폐기물의 유해가스 발생량에 대하여 각각 20회에 걸쳐 실험하였다. 특히 농어촌 지역 특성상 발생하기 쉬운 페비닐, 폐 그물에 중점을 맞추어서 조사하였으며, 그에 따른 폐기물의 배출현황 및 시료를 채취하여 성분을 분석하였다.

2.2 연소실험방법

2.2.1 연소로

용량 : 3kg/h Lab Scale의 모의 연소로

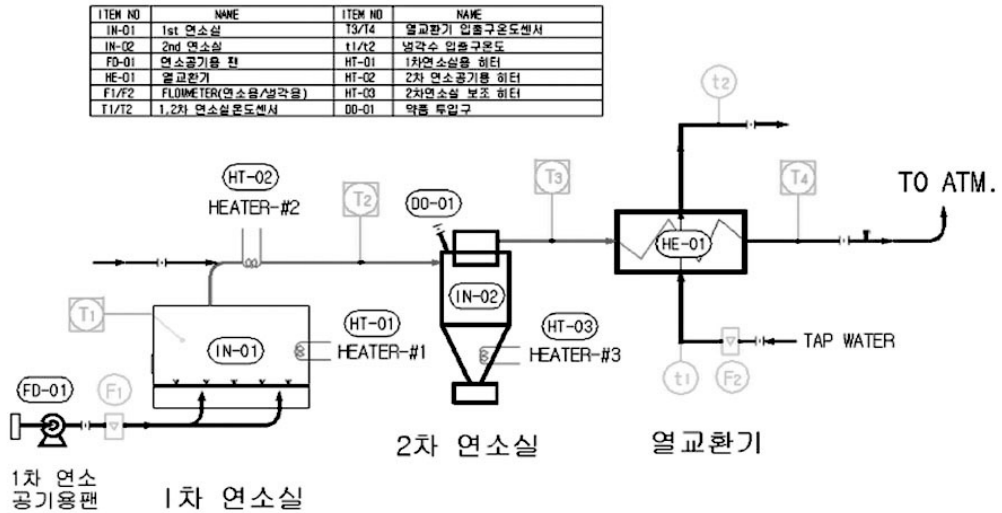
연소로타입 : 전기를 이용한 고온열분해로

가스분석기(MK-2) : CO, CO₂, O₂, NO, NO₂, SO₂ 분석가능

모의 연소로 공정구성 : 투입부-1차로-2차로-열교환기-싸이클론-스택으로 구성되어 있으며, 1차 연소실에서 500℃ 이상으로 연소로를 가열하여 폐기물 자체의 연소를 유도하여 연소하게 된다. 연소후의 발생 가스는 2차로로 이동하여 850℃로 가열하여 다이옥신이나 기타 유해 물질의 생성을 억제한다. 이후 열교환기를 통하여 가열된 연소 가스를 냉각하여 대기중으로 배출하게 된다(Fig. 1).

2.2.2 시료채취방법

매립장에 반입되는 생활폐기물을 충분히 혼합한



[Fig.1] The conditions of thermal decomposition for the wastes in rural area.

후 각각 200kg씩 비닐 시트위로 옮겼다. 그 다음 원추4분법에 의한 방법으로 각각 100kg씩 분취하여 연구에 사용하였고 이를 5회에 걸쳐 반복하였다.

2.2.3 물리적 조성분석

폐기물 중의 삼성분 분석은 소각시설의 설계에 있어서 공기량, 연소 가스량 등 연소시설계획 및 저위 발열량 추정에 중요한 기초 자료가 된다. 가연분은 소각의 타당성, 저위발열량, 소각로의 운전 및 용량 결정에 중요한 인자이며, 수분 함량은 소각시 증발잠열현상 때문에 소각을 위한 폐기물의 성상에서는 아주 중요한 인자이다. 일반적으로 생활폐기물의 함수율은 폐기물의 조성, 계절, 강우량 등에 따라 차이가 날 수 있다. 회분은 매립 처리됨으로 매립계획의 검토요소이다. 삼성분의 수분을 측정하기 위하여 쓰레기의 물리적 조성별로 분류한 각각의 시료를 105±5℃로 유지한 열풍건조기(Dry Oven)를 이용하여 무게가 항량이 될 때까지 2~3일간 건조하여 건조 전 무게와 건조 후 무게 변화를 측정하였다. 회분 함량 실험은 수분 측정후의 시료를 600℃에 30분간 강열 후 황산데시게이터에서 방냉한 다음 무게를 측정한다. 수분 측정후의 시료의 무게와 600℃ 강열 후 무게의 차이가 강

열감량이 된다. 강열 후 남은 시료가 회분이 된다.

2.2.4 화학적 조성분석

발열량은 소각로 설계 및 운전에 있어 가장 기본이 되는 자료이다.

Calorific, Heating Value, 연료단위(kg/m³)당 완전 연소생성물 즉 수분, 회분, 잔사가 최초의 온도까지 냉각되는 경우 외부에 방출되는 열량으로 이것은 처리시설규모, 열 회수 시설 선택설계 등 최적소각조건과 폐열이용 극대화에 필요한 인자이다. 발열량은 통상 고위발열량 및 저위발열량으로 구분하는데 고위발열량은 연소에 의해 생성된 모든 수분이 응축하였을 경우의 발열량으로, 본 실험에서 사용된 단열열량계의 측정값이며, 이 고위발열량은 연소 중의 수소가 연소하여 H₂O로 되어 이것이 전부 냉각되어 상온의 물로 될 때 방출되는 전열량을 포함하고 있다. 이러한 고위발열량으로부터 응축잠열을 뺀 값이 저위발열량으로서, 저위 발열량은 소각로 설계의 기준이 된다. 쓰레기의 화학적 조성성분은 가연분을 대상으로 건조 및 파쇄가 끝난 시료의 일부를 자동원소분석장치를 이용하여 탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S)을 측정하였다.

3. 농어촌지역 폐기물의 특성

농어촌지역의 특성상 폐기물의 분리수거가 이루어지지 않으며, 많은 양의 음식물쓰레기와 어업을 기반으로 하는 섬의 경우에는 어업의 부산물인 어패류 쓰레기와 폐그물 등의 성분이 주를 이룬다. 어업이 아닌 관광사업이 주가 되는 지역의 경우에는 일회용품 등의 폐기물과 음식물 쓰레기가 주된 폐기물의 성상이 되는 실정이다.

3.1 A지역 폐기물의 물리적 조성

A지역은 어업을 기반 산업으로 하는 섬으로 폐기물의 물리적 조성을 본다면 [Table 1]과 같다. 음식물이 차지하는 비중이 34%로 전체 쓰레기

중 가장 많은 부분을 차지하며, 다음으로는 종이류·비닐·플라스틱류와 같은 생활용품들이 차지하고 있다. 또한 방치되는 폐 그물은 합성수지이므로 비닐·플라스틱류에 포함하였다.

3.2 A지역 폐기물의 화학적 조성

폐기물을 구성하고 있는 주요 원소인 C, H, O, N, S를 원소분석기를 사용하여 측정하였다. 자체 매립지에서 수거되어진 시료에 대해 수분량을 측정 후의 건조 시료를 2mm이하로 분쇄한 다음, 충분히 혼합하여 원소분석기를 이용한 화학적 조성 분석을 행하여 [Table 2]로 나타내었다.

발열량의 경우 도서지방이 분리수거가 이루어지지 않는 이유로 다른 내륙의 도시와는 1,000~

[Table 1] Physical Composition of Waste in A

	중량(kg)	함량(%)
비닐·플라스틱류	1.6	16
종이류	1.95	19.5
금속류	0.3	3
목재류	0.7	7
음식물	3.4	34
섬유류	0.65	6.5
유리류	0.6	6
토사류	0.8	8
도자기류	0	0
전체쓰레기	10	100

[Table 2] Chemical Composition of Waste in A

분류	성분비율(%)						발열량(kcal/kg)	
	수분	회분	가연분	탄소	수소	질소		
비닐·플라스틱류	24.85	12.21	62.94	51.24	6.147	0.384	고위발열량	저위발열량
종이류	26.15	13.04	60.81	40.91	5.472	0.184		
목재류	31.2	3.18	65.62	40.51	5.801	0.745		
음식물류	51.74	22.54	25.72	29.6	4.841	0.417		
섬유류	42.41	7.85	49.74	5.514	6.24	2.48		
기타	11.21	38.51	50.28	-	-	-		
전체쓰레기	39.21	15.85	44.94	41.21	5.14	1.11	4,230.51	3,717.69

1,900kcal/kg 가량의 큰 차이를 보인다. 또한 비닐·플라스틱류로 분류된 폐기물에 수분이 많이 포함되어 있으며 그물에 붙어있는 죽은 어패류들 또한 발열량이 낮아지는 원인이 된다.

3.3 B지역 폐기물의 물리적 조성

B지역의 경우에는 어업에 종사하는 인구는 매우 적으며 대부분의 주민이 여름철 관광사업이나 낚시배를 운영하며 생계를 유지한다. B지역에서 발생하는 폐기물의 조성은 [Table 3]과 같다.

3.4 B지역 폐기물의 화학적 조성

폐기물을 구성하고 있는 주요 원소인 C, H, O, N, S를 원소 분석기를 사용하여 측정하였다. 자체

매립지에서 수거되어진 시료에 대해 수분량을 측정 한 후의 건조 시료를 2mm이하로 분쇄한 다음, 충분히 혼합하여 원소 분석기를 이용한 화학적 조성 분석을 행하여 [Table 4]로 나타내었다.

음식물 쓰레기의 비중이 높으나 종이류와 비닐·플라스틱류의 양이 많고 종이류 등에 수분이 많이 포함되어 있지 않아 A지역에 비하여 발열량이 200kcal/kg가량 높게 측정되었다. 다른 지역과 마찬가지로 분리수거와 쓰레기 종량제의 시행이 되지 않고 있어 음식물 쓰레기의 양이 35%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 또한 관광을 주업으로 취하는 가구가 많은 관계로 관광객들에게서 나오는 일회용품으로 인해서 종이류와 비닐·플라스틱류가 많이 발생하고 있다[Table 5].

[Table3] Physical Composition of Waste in B

	중량(kg)	함량(%)
비닐·플라스틱류	2.8	28
종이류	2.0	20
금속류	0.3	3
목재류	0.65	6.5
음식물	3.5	35
섬유류	0.3	3
유리류	0.1	1
토사류	0.25	2.5
도자기류	0.1	1
전체쓰레기	10	100

[Table4] Chemical Composition of Waste in B

분류	성분비율(%)						발열량(kcal/kg)	
	수분	회분	가연분	탄소	수소	질소		
비닐·플라스틱류	25.94	11.92	62.14	53.54	6.849	0.421	고 위 발 열 량	저 위 발 열 량
종이류	27.44	13.72	58.84	40.96	5.158	0.189		
목재류	32.58	5.27	62.15	41.94	5.203	0.714		
음식물류	57.14	24.67	18.19	30.24	4.915	0.398		
섬유류	41.24	7.89	50.87	9.14	6.44	2.11		
기타	11.24	39.66	49.1	-	-	-	4,494.88	4,008.64
전체쓰레기	34.15	16.04	49.81	44.18	5.21	1.02		

[Table5] Character of General Incineration

	화격자식 연소장치	유동층 연소장치	열분해 연소장치
일반 구조	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물의 이송과 함께 연소공기의 공급을 통한 연소를 이루게 하는 주요장치인 화격자는 이송과 혼합을 위한 운동을 하며 화격자 상에서 연소되는 폐기물은 건조, 연소 그리고 후연소 공정을 거치게 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> 투입된 폐기물이 유동매체와 함께 균일하고 안정된 유동화가 일어나면서 소각재가 원활히 배출되도록 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 저산소 또는 무산소 분위기의 열분해로에 폐기물을 투입하여 고온으로 가열된다. 이때 가연성가스가 잔류물과 분리되며, 가연성 가스는 세정과정을 거쳐 가스 또는 오일 상태로 회수된다.
장점	<ul style="list-style-type: none"> Bulky Waste외에는 전처리 불필요. 소비전력이 적고 운전,보수관리가 용이. 기술적 완성도가 높음. 	<ul style="list-style-type: none"> 건조상태의 소각잔사 배출 로내의 구동부분이 적고 구조가 단순 배기가스량이 스토커보다 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 연소과정에서 생성되는 2차 오염원을 줄일 수 있다. 발열량 및 폐기물 적용 범위가 넓음 소비전력이 적고, 운전보수관리가 용이 기술적 완성도가 높음
단점	<ul style="list-style-type: none"> 고발열량 플라스틱류의 소각이 제한. 시동/정지 장시간 소요 소각가능 쓰레기의 발열량 범위가 제한 연소효율이 다소 낮음(평면소각) 2차오염물질이 많다.(분진, 다이옥신) 슬러지 소각에 부적합 	<ul style="list-style-type: none"> 전처리 설비로 건설비 및 유지비 증가 마모에 강한 재질을 사용해야 함 소각로 보수작업이 비교적 어려움 로내 연소제어, 운전조작 복잡 부피가 큰 폐기물이나 Tar성, 회분, 용융되는 폐기물에는 적용이 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> 대형화 곤란(최고 125톤/일) 가격이 약간 비싸편이다. Ash로 배출된다. (열작감량 5%)
적용 폐기물	<ul style="list-style-type: none"> 생활쓰레기, 혼합폐기물 		<ul style="list-style-type: none"> 합성수지계, 혼합폐기물에 최적 슬러지, 폐유, 생활쓰레기 적용가능

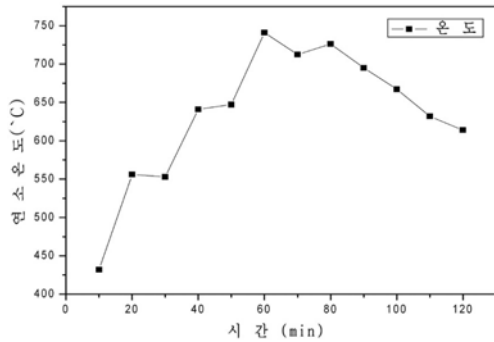
농어촌 폐기물의 물리적 화학적 성상을 비교·분석한 결과 열분해 연소장치가 가장 적합한 것으로 판단되어진다. 화격자식 연소장치는 도시폐기물 성상에는 적합하겠지만, 농어촌 폐기물에서 발생하는 고발열량의 합성수지계의 폐기물을 효율적으로 소각하기에는 부적합한 것으로 판단되어진다.

3.5 A·B지역 폐기물의 유해가스 발생량

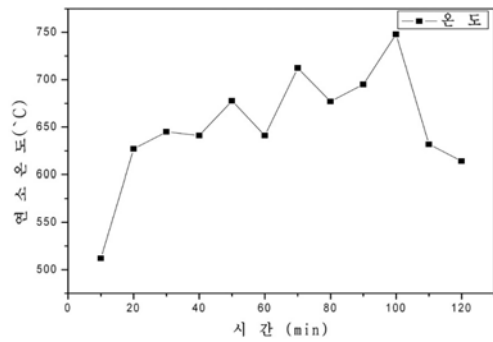
현재 실험중인 Lab Scale의 연소로를 이용한 농어촌 폐기물의 소각실험에 대한 20회의 결과실험치의 평균에 의한 값이 다음과 같이 나왔다.

위 실험의 결과를 살펴보면 [Fig. 4]의 CO의 발생량은 최대 2760ppm이고 평균 1850ppm이 발생하였으며, [Fig. 5]의 CO의 발생량은 최대

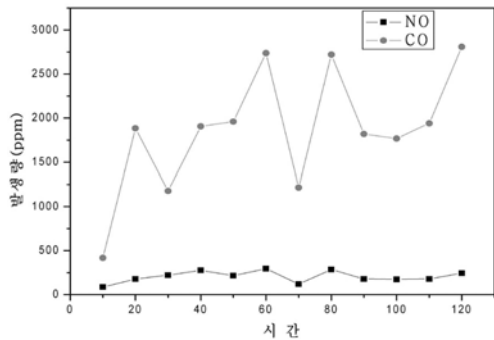
2800ppm이고 평균1500ppm이 발생하였다. 또한 NO는 최고 297ppm의 발생량에 평균 150ppm이상의 발생량을 보이고 있다. 이는 현재 실험중인 Lab Scale의 소각로에는 2차 오염물질을 처리할 수 있는 후단설비가 사이클론만 설치되어 있는 상태에서 나온 결과 수치이다. 그렇기에 이로 인해 발생하는 오염물질의 발생량이 대기환경보전법에서 규제하는 규제치보다 매우 많은 배출량을 나타내고 있다. 또한 CO가 다량으로 발생하는 이유 중에 하나가 완전연소가 이루어지지 않고 있다는 것인데, 이는 연소부에 적당량의 연소공기가 들어가지 못함으로 인해서 CO의 발생이 많다고 추정된다. 이러한 문제는 실질적인 소각로의 연소공기 투입장치의 개선과 [Table 6]과 같이 유해가스제어



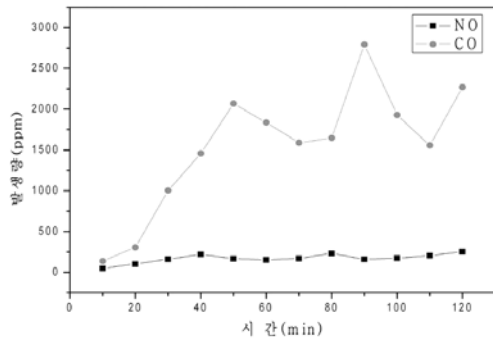
[Fig2] Combustion temp of A area.



[Fig3] Combustion temp of B area.



[Fig4] CO and NO gas rate of A area.



[Fig5] CO and NO gas rate of B area.

[Table6] Prevention of Pollution Equipment

	분진처리	유해 가스 처리	다이옥신 처리
반건식 세정기	<ul style="list-style-type: none"> 반응 생성물의 축류 효과에 의한 하부 호퍼 내 침강집진 	<ul style="list-style-type: none"> 가성소다 슬러리에 의한 가스의 흡수, 흡착제거 	<ul style="list-style-type: none"> 가스 및 입자상 다이옥신류의 흡수, 흡착제거
여과 집진기	<ul style="list-style-type: none"> 고효율에 의한 미세분진 제거 	<ul style="list-style-type: none"> 흡착된 유해가스 미세 분진과 같이 집진 SOx, HCl의 고효율 접촉 건식 처리 	<ul style="list-style-type: none"> 입자상 다이옥신의 여과제거 가스상 다이옥신류의 분해제거

설비 등을 설치함으로써 이러한 문제는 해결될 수 있을 것으로 예상된다.

4. 결과 및 고찰

농어촌에서 발생하기 쉬운 폐 그물이나 폐비닐 등의 합성수지계의 폐기물을 효율적으로 소각하

기 위해서는 각각의 장단점을 비교한 결과 열분해 소각 방식이 가장 적합한 것으로 판단되어진다 [Table 7].

열분해 소각방식은 발열량 및 폐기물 적용범위가 넓고 소비전력이 적으며 운전과 관리비가 용이하다는 장점이 있다. 또한 농어촌지역 특성상 전문 관리 인력의 부족과 민약의 기계적인 고장으로 발

[Table7] Character of Pyrolysis

		열분해 소각로	열분해 용융소각로	열분해 가스화 용융소각로
적용용량		<ul style="list-style-type: none"> 1~125TPD(1unit) 중, 소용량 산업폐기물 및 생활쓰레기 소각에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> ~200TPD(1 unit) 중, 대형 산업폐기물 및 생활쓰레기 소각에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> > 200TPD(1 unit) 대형 고발열량 쓰레기 처리에 적합
연소실 형식		<ul style="list-style-type: none"> 1차 열분해실 : 건조, 건류 연분해 및 고정탄소 소각 2차 연소실 : 휘발성분, 열분해가스 소각 	<ul style="list-style-type: none"> 열분해 소각로에 Ash 용융화 장치를 첨가한 System 	<ul style="list-style-type: none"> 쓰레기를 열분해 가스화하여 가스를 생산하고 Ash는 용융화하여 외부에 배출하는 System
연소 구조		<ul style="list-style-type: none"> 1차 연소실에서 건조 및 열분해, 고정탄소연소, 후 연소로 진행되며 각단계마다 왕복 운동하는 RAM FEDDER와 단차에 의해 폐기물이 이송 교반 되어 소각됨. 2차 연소실에서는 1차 연소실에서 발생된 건류 가스와 열분해가스가 연소됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 열분해 소각로와 같이 1차 열분해 dust로에서 고정탄소일부 연소 및 가스와 하고 발생된 가스를 2차 연소로에서 연소함. 단, 고온(700~1,000℃)의 잔재(고정 탄소포함)를 용융로로 직송하여 용융화한 후 무해한 상태로 배출시키는 구조가 첨부됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 쓰레기를 압출 이송하고 이때 외부에서 열을 가해 건조 건류 탄화시키는 공급이송 장치와 이송된 쓰레기를 고온의 산소 버너에 의해 가스화 및 용융화 시키는 반응로와 이때 발생된 가스를 물로 급냉한 후 수분 및 불순물을 제거
연소실 온도		<ul style="list-style-type: none"> 1차 열분해 : 800~950℃ 2차 연소실 : 950~1,100℃ 	<ul style="list-style-type: none"> 1차 열분해가스화 : 600~1,100℃ 2차 연소실 : 950~1,100℃ 용융부분 : 1,400~1,600℃ 	<ul style="list-style-type: none"> 건조, 열분해 Zone : 50~800℃ 가스화 Zone : 1,200℃ 용융 Zone : 2,000℃
폐열회수		<ul style="list-style-type: none"> 2차 연소실 이후에 복사열 교환기, 보일러 등을 설치하여 회수함. 	<ul style="list-style-type: none"> 2차 연소실 이후에 복사열 교환기, 보일러 등을 설치하여 회수함. 	<ul style="list-style-type: none"> 열을 회수하는 것이 아니고 가스로 회수하여 가스를 사용함.
소각대상물	합성수지계	●	●	●
	폐유	○	●	●
	생활쓰레기	○	○	△
	혼합폐기물	●	●	●
장점		<ul style="list-style-type: none"> 2차 공해물질발생이 적다.(다이옥신 및 분진 등) 발열량 및 폐기물 적용 범위가 넓음 소비전력이 적고 운전, 보수관리가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 2차 공해물질발생이 아주 적다. 발열량 및 폐기물적용 범위가 넓음. 소각로 효율에 비해 운전비가 저렴 Ash유리화 및 재활용(열작감량 0%) 	<ul style="list-style-type: none"> 2차 공해오염물질이 거의 없다. 고발열량폐기물처리에 적합하다. 고발열량폐기물일 경우 경제적이다. Ash유리화 및 재활용(열작감량 0%)
단점		<ul style="list-style-type: none"> 대형화가 곤란(최고 125톤/일) 가격이 약간 비싼편이다. Ash로 배출된다.(열작감량 5%) 	<ul style="list-style-type: none"> 초기설치비가 약간 비싸다. 운전비용이 약간 높은편이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 초기 설치비가 아주 높다. 저발열량 생활폐기물 적용시 경제성이 없다.
향후전망 (국내)		<ul style="list-style-type: none"> 중소형소각 방법으로 확대 적용 가능성이 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> 차세대 폐기물 소각처리 방식으로 확대 보급될 전망이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 고발열량 대형 소각일 경우 적용 가능성이 있음.
경제성		<ul style="list-style-type: none"> 경제성이 좋은편임. 	<ul style="list-style-type: none"> 경제성은 스토커나 열분해로에 비해 떨어짐. 	<ul style="list-style-type: none"> 고발열량 대형일 경우에 가 능하나 경제성이 불투명함.

※ ● : 최적, ○ : 적합, △ : 가능, × : 부적

생활 수 있는 유지보수의 어려움도 해결할 수 있을 것으로 판단되어진다. 또한 열분해 소각방식은 오염물질의 배출에도 다이옥신이나 분진 등의 발생이 적기 때문에 농어촌 발생 폐기물의 소각방식에 적합하다 하겠다[Table 8].

또한 농어촌 폐기물에 적합한 최적의 열분해 소각방식을 설계하기 위해서는 다음과 같은 조건을 만족해야 하겠다.

- 1) 화상면적이 직접 연소하는 스토커 타입보다 훨씬 커야한다. 이는 폐기물 또는 소각로 크기에 따라 다르지만 보통 화상부하율을 $60\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \sim 120\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 로서 스토커타입 보다 훨씬 작게 산정한다. 즉 화상면적이 스토커 타입에 비해 2배이상 커져야한다.
- 2) 연소공기 공급은 노즐에서 공급되므로 건류화가 급격히 이루어지는 폐기물의 경우 건류액에 의해 막힐 염려가 있으므로 건류액이 흘러 들어가지 않는 구조로 이루어져야 한다.
- 3) 투입구 부분의 상부는 가능한 한 낮은 온도 ($400 \sim 500^\circ\text{C}$)로 운전되고 2차 연소로 유입부분은 높은 온도($700 \sim 800^\circ\text{C}$)로 유지되도록 구조되어야 하며 특히 하부층은 가능한 한 고온

으로 유지되도록 설계되어야 한다.

- 4) 2차 연소로로 유입되는 열분해 가스는 고속으로 분사되는 연소 공기에 의해 순간적으로 혼합연소 되도록 구성하여야 한다. 또한 농어촌에서 발생하기 쉬운 페그물이나 폐비닐 등의 합성수지계의 고발열량 폐기물일 경우에는 어떤 경우에도 2차 연소실 온도가 1200°C 미만에서 운전 될 수 있도록 충분한 냉각공기를 주입 할 수 있는 장치이어야 한다.
- 5) 내부 내화 및 단열은 1600°C 이상에서도 충분히 견딜 수 있는 재질을 사용해야한다. 특히, 화상은 고온에서도 내마모성이 좋은 재질을 선정해야 하고 산 알카리에도 내부식성이 좋아야한다.
- 6) 외부 공기의 유입이 최대한으로 차단되어 외부 공기의 주입이 조절장치에 의해서만 이루어지게 하여야 한다.

5. 결론

본 연구의 주된 목표는 농어촌에서 발생하는 폐기물의 원활하고 효과적인 처리를 위해 소각이라는 방법을 채택하여 농어촌 폐기물에 알맞은 소각

[Table8] Character of Pyrolysis by Waste Property

분 류	폐기물 성상-A	폐기물 성상-B	폐기물 성상-C	비 고
종류 및 성분	PE, PP등 폐합성수지류(고발열량 이면서 잔류탄소 5%이하)	고함수율이며 발열량 범위가 넓고 잔류탄소 15%이하	페타이어등 고발열량 잔류탄소다량(20%이상)	발열량(함수율) 및 잔류탄소 함량에 따라 열분해로 및 연소실 조건 선정
발열량	4,000~8,000kcal/kg	800~6,000kcal/kg	5,000~7,000kcal/kg	
열분해로 온도조건	500°C 이하	$800^\circ\text{C} \pm \alpha$	500°C 이하	성상 및 성분
열분해로 체류시간	1시간 이내	2시간 $\pm \alpha$	6~8시간	잔류탄소량, 열분해로 조건, 함수율
연소로 체류시간	1~2초	1.5~2초	1~2초	연소로 온도조건 및 열분해 가스성상
연소로 온도조건	$1,100 \pm \alpha$	$1,000 \pm \alpha$	$1,100 \pm \alpha$	발열량 및 열분해가스 성상
열분해로 공기량	이론 공기량의 20%이하	이론 공기량의 30~70%	이론 공기량의 30~35%	잔류탄소 함량, 함수율 및 운전온도 조건
과잉 공기량	$\triangleright 150 \sim 200\%$	80~150%	100~160%	잔류탄소 농도 혹은 2차연소로 온도조건

로 연구에 중점을 두었다. 연구결과 현재 발생하고 있는 농어촌 폐기물의 발열량은 처음 예상하였던 2500kcal/kg~3800kcal/kg 보다 매우 높은 4230.51kcal/kg와 4494.88kcal/kg의 발열량을 나타내었으며, 가연분의 비율도 매우 높게 나타나 도시 고열량 폐기물에 근접하는 수치를 보이고 있다. 따라서 농어촌 폐기물 특성상 발생하기 쉬운 폐 그물이나 폐비닐 등의 합성수지계의 폐기물을 효과적으로 소각하기 위해서는 열분해 소각방식이 가장 적합하다는 결론을 얻게 되었다.

사사

본 연구는 2002년도 인천대학교 자체연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김성중 “최첨단 쓰레기처리용융기술” 환경공업신문사
2. 윤오섭 “폐기물 분석과 실험” 동화기술, (1997).
3. 박현서 “폐기물처리기술” 환경공업출판사
4. 이경욱, “생활계 폐기물 성상 변화에 관한 연구 (중, 소도시를 중심)”, 동아대 산업대학원 석사학위논문집, (1994).
5. 인천광역시, 도서지역 폐기물 수거·처리방안, (2003).
6. 박영재 외, “도시폐기물 자원조사 및 특성에 관한 연구”, 한국동력자원연구소, (1998).
7. 김성중 “소각기술의 변천과정 및 열분해 용융 기술 동향” 열환경공학, 제2권 1호, (2005).
8. 김미경외 “대기제어공학” 성안당, (2003).
9. Harrison R.M , Hester R.E “Waste incineration and the environment”. 