

건설폐기물의 RPF 재활용 특성에 관한 연구

박성순^{1,†} · 김세훈² · 박비오² · 이영동²

¹한국산업단지공단 전북EIP사업단, ^{1,2}전북대학교 환경공학과

A study on the RPF Recycling Characteristics of Construction Waste

Seong-Soon Park^{1,†}, Se-Hoon Kim², Bi-O Park², and Young-Dong Lee²

¹Jeonbuk EIP Development Division, Korea Industrial Complex Corp, Gunsan 573-540, Korea

^{1,2}Dept. of Environmental Engineering, Chonbuk University, Jeonju 561-756, Korea

Received December 17, 2012/Revised February 21, 2013/Accepted February 15, 2013

As part of the construction of a recycling-based society and responding to climate change, necessity for recycling waste plastics to solid fuel generated and incinerated in the workplace and the construction field have been risen. For the production of solid fuel based on waste plastic, we configured the network to maximize the resources of waste plastic in the area at first. In addition, basically evaluating basic characteristics of the waste, mixing ratio, ratio of chlorine-contained have been carried, as well as the process development for the production of RPFs and the field test. Developing typical waste categories (10 types), moisture, volatile, ash content, elemental analysis, calorific value test and heat analysis (TG-DTA, DSC) were carried out in order to evaluate the thermal potentials. screening the samples (16 types) and chlorine content (using SEM-EDX) were performed to assess the risk of HCl generated in the incineration of RPFs. Resultly, Moisture content is about 29.8 to 36.0%, ash content 4.0 to 13.8%, combustible content is 52.5 to 66.3%, calorific value was 4,834.7~7,776.9 kcal/kg. As a result of molding test of RPFs with plastic waste, the calorific values are 1 to 2 grade. Contents of moisture and ash are satisfied to the national standard. Not detected are mercury, cadmium, arsenic, and lead content is about its criteria.

Key words: RPFs, Recycling, Waste plastic, Process development

1. 서 론

폐기물을 자원화하는 방법에는 고형연료 생산, 바이오가스 생산, 열 및 전기생산 등 다양한 방법이 있으나, 사업장 가연성폐기물의 경우는 고형연료로 재활용하는 방법이 기술적 및 경제적 측면에서 유리하다. 현재 건설폐기물(2009년 기준)의 재활용은 배출되는 골재류 성분이 99% 이상을 차지하기 때문에 무기성 자원화방법의 개발에 집중되어 있는 게 현실이다. 나머지의 경우 매립이나 소각되는데, 특히 가연성 및 혼합 건설폐기물 내 가연성성분의 소각량은 대략 1일 1,000톤 정도 되는데 주로 공사현장부터 배출단계에서 종류별로 분리 배출되도록 규정된 것 중 적정단계를 거치지 않고 혼

합 발생되며, 분리 선별하여 에너지자원으로 사용가능성은 높으나, 실제 중간폐기물 처리시설에서 대부분 일부 폐목재와 함께 소각처리되고 있다.

이 중 폐합성수지 및 폐섬유의 소각량은 생활폐기물 중 종량제봉투로 소각되는 폐플라스틱류(주로, 비닐 봉지류)양과 비교할 때 1/2 수준에 해당되며, 성상이 복잡하지 않고, 분류가 용이하며, 균일도가 상대적으로 높은 특징을 갖는다. 온실가스 배출저감방안으로, 폐기물 부문에서 폐자원의 대체연료 등 재활용 에너지화 기술이 주요 정책으로 추진되고 있는 상황에서, 건설 폐플라스틱류의 고형연료 생산가능성을 검토가 요구되는 상황이다.

미국 등 폐기물 에너지 이용기술이 선진화된 외국에

[†]To whom correspondence should be addressed.

서는 폐플라스틱 등 가연성폐기물을 하나의 자원으로 간주하고 있으며, 다양한 에너지 회수기법을 적용하고 있을 뿐만 아니라 가연성폐기물의 연소효율을 높이기 위해 연소화 기술 개발에 중점적인 연구를 진행하고 있다. 국내에서는 고체연료의 연소로로, 대부분 스토커 소각로방식을 이용하고 있으나, 국외의 경우 이보다 연소효율이 좋은 유동층 연소로를 이용하고 있다. 또한 고형폐기물의 연소시 문제가 되고 있는 염화수소가스에 대한 대책도 일부 이루어지고 있는 실정이다.

한국환경공단에서 인증한 전국 고형연료 인증업체는 2011년 기준 139개 업체로, RPF 생산업체는 전체 56.8%를 차지하며, WCF는 36.0%, 나머지 RDF와 TDF가 7.2%를 차지한다. 지역별로 보면, 경기도(42개), 충북(17개), 전남·광주(17개), 충남·대전(14개), 경북·대구(14개), 경남·부산(13개), 기타 4개광역시·도(22개) 순으로 인증되었으며, 국내 RPF 시장 규모는 2011년 기준으로 볼 때 554,000톤(사용량 기준)으로, 최근 5년간 증가율이 92%에 달하는 것으로 보다, 향후 2~3년 동안은 이와 같은 속도로 증가하리라 예상되며, 사업이 완료된 후에는 대략 1,064,000톤이 공급될 것으로 전망되고 있다.

2. 실험방법

2.1. 폐기물의 성상 및 특성조사

고형연료(RPF: 폐플라스틱을 이용한 고형연료)로 재활용하려는 목적에 부합되는 폐기물로는 사업장 가연성폐기물인 폐플라스틱류와 건설혼합폐기물내 폐플라스틱을 선정하였다. 구체적으로 보면, RPF용으로 선정한 폐기물류는 사업장 일반폐기물 재활용선별장에서 발생되는 Rejects(다양한 플라스틱 잔재물)를 대상으로 하였다. 또한 사업장 일반폐기물 이외에, 건설폐기물내 폐플라스틱 혼합물로는 건설폐기물 발생지에서 bulk형태로 반입된 폐플라스틱, 합성수지 폐기물을 RPF용 원료로 선정하여, 건설폐기물 중 선별되어 보관된 폐플라스틱류의 성상조사를 위해 기본적인 삼성분, 발열량, 원소분석을 수행하였다.

특히, 건설폐기물로 유입되는 폐플라스틱류에는 다양한 합성수지 폐기물이 혼합되어 있고, 일부 포장된 채로 통째로 배출되는 것이 대부분이다. RPF 제조를 위해서는 1차 수선별이 필요한데, 이때 PVC 등 염소화합물이 함유된 폐플라스틱류를 제거해야 최종 고형연료의 연소시 Cl류 대기오염물질을 저감할 수 있다.

이를 위해 먼저 건설폐기물은 보관중이 폐플라스틱류를 외관상 제품 종류별로 분류한 다음, 대표시오 16개를 선별한 다음 RPF로 재활용할 때 소각시 Cl성분이 함유된 폐기물을 배제하기 위해, 전자주사현미경(UHR FE-SEM, EMAX-resolution 136 eV)을 이용하여 Halogen류 함유 여부를 추가적으로 평가하였다.

2.2. RPF 규격 시험

산단 내 고형연료 자원화를 위한 일환으로 폐합성수지를 이용하여 RPF 제조시 적정한 물성을 가진 제품을 생산하려면 실제 폐기물 선정이 중요하다. RPF 고형연료의 경우 폐플라스틱이 중량기준으로 60% 이상 함유되어야 하며, 기본적으로 저위발열량 6,000 kcal/kg 이상을 1차적으로 충족시켜야 한다. 이를 위해서는 폐기물을 최종 고형연료로 제조하기 이전에 RPF 품질관련 법적기준의 부합여부를 판단할 필요가 있다.

2.3. RPF 연소특성 평가

제작된 고형연료의 연소특성 평가를 위해, 실제 운영되고 있는 2.6 ton/hr 소각로에 건설폐기물 25%, 사업장 폐기물 75%가 혼합된 고형연료 1톤을 25분간 연소테스트를 수행하여 일반폐기물 연소와 고형연료 연소특성을 비교 평가하였다.

연소특성 평가를 위한 항목은 연소가스의 입자상물질 농도, 황산화물농도, 질산화물 농도, 염화수소 농도, 일산화탄소 농도, 연소온도 등을 기존 TMS 모니터링 시스템을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 건설혼합폐기물의 삼성분 분석 및 염소함유 평가

건설혼합폐기물 중 가연성 폐기물을 분리선별한 결과 폐목재가 56.3%, 페비닐 및 폐플라스틱류(폐섬유포함) 21.7%, 페스티로폼 16.5%, 기타 5.5%의 성분분포를 나타냈다. 폐기물의 화학적 원소분석결과 Fig. 1과 같이 탄소 63.1%, 수소 8.1%, 산소 26.6%, 질소와 황은 1% 미만으로 매우 낮은 값을 보였다.

삼성분 분석결과 Table 1과 같이 나타났으며, 섬유류, 목재류 수분함량이 상대적으로 높았다. 이는 건설폐기물의 외지 보관시 발생할 수 있는 강우흡수의 영향으로 판단된다.

선별된 폐플라스틱을 총 16개 종류로 세분한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 페비닐, 폐 PE관, 폐플라스틱 박

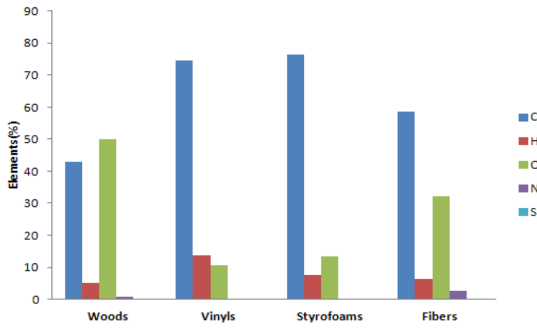


Fig. 1. Elemental composition of combustibles in construction wastes.

스, 폐보온재, 제품 케이스 등이 주종으로 구성되었으며, 분류과정은 생활폐기물보다 용이하였고, 대체로 원형보존율은 양호한 편이었다.

건설폐기물 내 플라스틱류를 고형 연료로 재활용 시 염산가스 등 유해가스 발생량을 억제하기 위해 종류별 Halogen류 물질함유 여부를 확인하기 위해 EDAX 분석을 수행한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 분석결과, Sample-7, 9, 15에서 염소함유량(Cl)이 평균 20% (weight %) 이상으로 나타났으며, Sample 1, 2, 3, 10,

Table 1. Proximate analysis result for combustibles in construction wastes

구분	Moisture (%)	Ash (%)	Volatile (%)	Calory ¹ (kcal/kg)
목재류	43.8	4.82	51.8	3,084
비닐류	0.81	2.26	96.89	10,281
스티로폼류	0.98	0.01	90.32	7,758
섬유류	63.7	15.1	21.1	5,516

$$^1\text{Calory(Hh, kcal/kg)} = 81\text{C} + 342.5(\text{H}-\text{O}/8) + 22.5\text{S}$$

11에서는 브롬(Br) 함량이 약 1% 이하로 나타났다. 브롬의 경우 알루미늄(Al-1,487 keV)과 비슷한 1,480 keV에서 스펙트럼의 Peak가 나오는데, 검출기기의 resolution이 133 eV이므로, 양 물질 간 구분에 한계가 있어, 브롬의 함유여부는 판단하기 어렵다고 본다. 일반적으로 브롬이 함유된 플라스틱을 고형연료로 활용할 경우 연소시 다이옥신의 전구물질로서 역할을 할 가능성이 상존하기 때문에 선별시 배제항목에서 포함될 수 있다. 그러므로, 본 연구에서는 건설폐기물 내 플라스틱류 16개 중 Cl 함유량(weight %)과 Br 함유량(weight %)이 각각 10% 이하로 검출된 11개 중(Sample-1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 16)을 RPF 제작실험을 위한 원료로 이용하였다(CW-1).

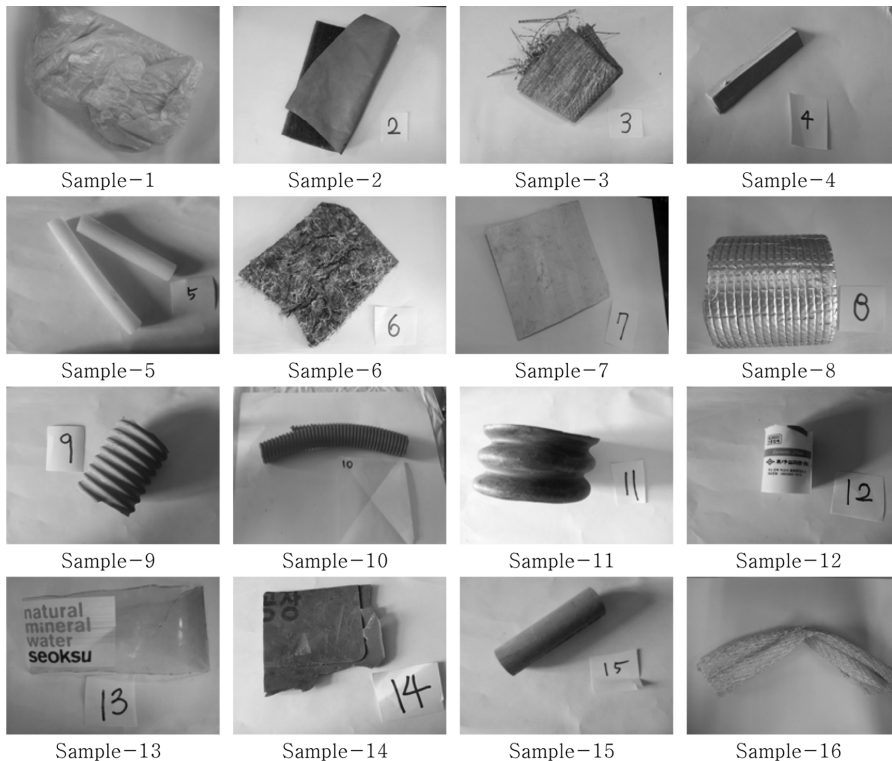


Fig. 2. Classification of combustibles in construction wastes (total 16 matters).

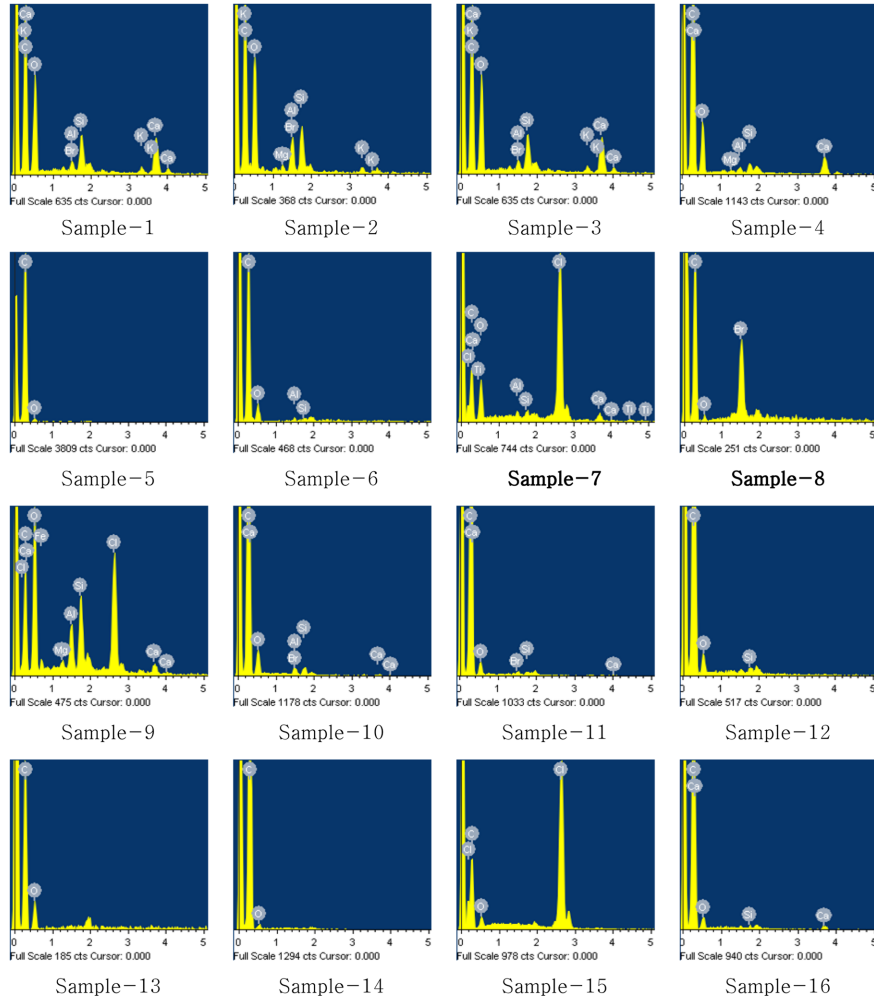


Fig. 3. EDAX analysis result for classified plastics in construction wastes.

3.2. 사업장 일반폐기물 재활용 Reject의 성상분석

생활폐기물 중 재활용성 폐기물을 분리수집하여 재활용선별장에서 분류단계를 거친 후 발생하는 Reject 물질은 선별도가 높은 지역의 경우 PE, PET, PS를 제외한 혼합플라스틱류나 기타 플라스틱류가 주로 나오는데, 여기에 전자폐기물 케이스, 장난감 등 다양한 제품들이 혼합되어 나온다.

각각 대상폐기물의 성상별로 Table 2와 같이 분류한 결과, 비닐·플라스틱류가 67.3%, 금속류 10.4%, 종이류 9.9%, 고무피혁류 4.2%, 유리도자기류 3.9%, 섬유류 2.1% 순으로 구성되며, 가연성 물질이 전체 중량대비 약 84%를 차지하였다. 이와 같은 성상 중 불연분을 제외한 가연분만을 선별하여 RPF 원료로 이용하였다 (KC-2). 그리고, 삼성분을 분석한 결과 가연분은 76.3%,

회분은 14.7%. 수분함량은 9.0%로 나타났다.

3.3. RPF 제조를 위한 성형방식 결정

현재 국내 고형연료 시장에서 적용되고 있는 성형방식은 크게 링다이스(Ring Dice)와 휠다이스(Wheel Dice), 스크류타입(Screw Type)의 3가지로 대별된다. 이 중 지자체 폐기물 재활용장에서는 링다이스 방식이 대부분을 차지하나, 폐기물의 특성이나 성형제품의 종류, 운영관리 등에서 다양한 방식으로 진화되어 왔고, 최근에는 다양한 조건에 큰 무리가 없는 휠다이스 방식도 개발되어 다양한 형태의 성형기가 보급되고 있다. 일본의 경우 스크류방식의 성형기가 시장에서 주로 적용되고 있다.

연구의 대상폐기물의 특성상, 사업장에서 발생하는

Table 2. Proximate analysis result for recycling rejects of industrial wastes

종류	함량 (%)	수분 (%)	회분 (%)	가연분 (%)
비닐/플라스틱류	67.3	5.2	1.6	93.3
종이류	9.9	22.7	2.3	75.0
금속류	10.4	20.1	77.3	2.6
토사/연탄재류	1.1	17.4	67.2	15.5
기타	0.7	15.5	52.1	32.4
섬유류	2.1	15.8	4.9	79.3
나무/목재류	0.4	10.5	2.5	87.0
유리/도자기류	3.9	4.2	94.6	1.2
고무피혁류	4.2	9.1	11.5	79.3
음식물류	0.0	0.0	0.0	0.0
평균	100.0	9.0	14.7	76.3

다양한 종류의 폐플라스틱류가 발생하며, 고품연료 제품의 질을 유지하기 위해서는 선별작업을 통해 이물질의 초기에 효과적으로 제거해야 된다. 그러나 현실적으로 여러가지 불순물, 특히 합성수지로 피복된 작고 가는 금속성 불순물의 제거가 완벽히 되지 않고, 일부는 파쇄 분쇄를 거친 후 성형기 내부에서 흐름을 방해하고 막힘 현상을 자주 유발시켜 기기 부품의 마모와 훼손을 야기한다.

따라서 가능하면 운전 및 보수가 용이하고 수분함량이나 분쇄크기의 유지 등의 폐기물 원료 조건에 크게 영향을 받지 않고, 생산량이 비교적 높은 휠다이시 방식을 적용하였다. 다만 휠다이시의 경우 링다이시와는 다르게 수십개의 다이시 단위체들로 결합되어 교체 및 마모에 따른 보수 및 유지비용이 높은 탓에 기존에 제작되는 개별형 단위체를 일체형 단위체로 개선하여 부품을 신속하고 간편하게 교체, 점검할 수 있도록 구조를 변경하였다.

Table 3과 같이 고품연료의 크기는 일반적으로 적용되는 40 mm type으로 결정하였다. 40 mm type(변동폭, 40 mm × 1.2 = 최대 48 mm까지 부풀림 발생)의 경우 국내 RPF 기준에 부합되고, 이물질에 의한 fouling 현상이 감소되고, 길이당 무게나 유지시간이 증가하는 등의 잇점이 있으나, 기존 성형공정을 구성하는 일부 기기나 부속물(모터, 축, 지지체, 전원 등)에 미치

는 영향을 파악하고 조정해야 할 필요가 있다. 추후 본격적으로 사업을 추진할 때 이점을 고려해서 보다 현장 적용성을 높일 계획이 있다.

사업장 및 건설 폐기물 내 폐플라스틱을 원료로 한 RPF 제조를 위해 Wheel Dies type의 test용 성형 Dies를 제작하였다. 시제품의 제원은 다음과 같다. hole의 지름은 40 mm 짜리며, hole 수는 기존 132개 분리형에서 66개 일체형으로 개선하여 제작하였으며, 다이시 단위체는 1단위 당 5 hole개로, 총 11개가 장착되었고, 사출온도는 170~210°C이며, 사출능력은 시간당 6.7톤에 달한다.

3.4. RPF 제조 시험결과 및 고찰

따라서 Table 4와 같이 플라스틱 비율이 매우 높으며, PE, PET, PS, PP 등의 재활용성 폐기물 선별장에서 발생하는 Reject인 KC-2와 폐비닐과 천막, 파이프 등 폐플라스틱 및 폐합성수지류가 많은 CW-1을 RPF 제조용 원료로 결정하였다.

폐플라스틱 원료를 재활용하여 제조한 RPF를 대상으로 고품연료제품 품질시험분석방법기준(자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률 제25조 3 및 동법 시행규칙 제20조 5 제3항) 의거하여 시험한 결과 Table 5와 같으며, RPF 제조용 기자재는 Fig. 4와 같이 나타내었다.

Table 3. Machine specifications for molding test of RPF

제 원	특 징
Hole Diameter	40 mm
Hole number	66 ea (기존 132개 분리형 → 일체형으로 교체(66개), 강선에 의한 fouling 현상 감소)
Dies unit	hole/unit, 총 11개 장착
Extrusion temperature	180~200°C
Extrudability	6.7 ton/h

Table 4. Evaluation combustible waste select for manufacturing RPF

Sample	수분 (%) ¹	회분 (%) ²	페플라스틱 ³ 함유율 (%)	저위발열량 ⁴ (kcal/kg)	비고
성형 전 평가기준	25% 이하 (비성형상태)	20% 이하	60% 이상	6,000 이상	
CW-1	=10	=8%	92=	6,642.6	페비닐, 천막, 파이프, 판 등
CW-2	29.8	4.0	43.7	5,978.6	
PK-1	34.8	5.3	64.2	7,393.3	
PK-2	33.7	13.8	64.3	4,834.7	
KC-2	9.0	14.7	67.3	8003.6	

¹비성형 페플라스틱 fluff 제품의 기준으로, RPF용 제조를 위한 분쇄후 수분함량을 맞추기 위한 기준임.

²건조 상태 RPF 회분(%) 기준임. ³RPF의 제조를 위해 페플라스틱 최소함유량(중량기준 W%) 기준임. ⁴RPF의 제조를 위한 저위발열량 기준임.

Table 5. Comparison of quality test result for RPF

시험 항목	시험결과 (CW-1:KC-2)					품질기준	단위	
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100			
저위발열량	5829	6631	6591	6306	7,272	1급(=6500) 2급(=5500)	Kcal/kg	
수분	2.1	1.4	1.6	2.1	3.2	=10%	wt.%	
회분	19.24	14.2	15.3	18.1	9.8	=20%	wt.%	
금속분석 (건기준)	수은	ND	ND	ND	ND	=1.2	mg/kg	
	카드뮴	ND	ND	ND	ND	=9.0	mg/kg	
	납	114.19	168.93	172.40	216.78	189.43	=200.0	mg/kg
	비소	ND	ND	ND	ND	ND	=13.0	mg/kg
	크롬	46.01	56.98	107.34	116.70	40.57	=30.0	mg/kg
	안티몬	ND	ND	ND	ND	ND	-	mg/kg
	코발트	3.48	5.03	6.89	9.71	6.99	-	mg/kg
	구리	333.56	9898.16	2653.43	478.59	450.2	-	mg/kg
	망간	168.86	193.03	286.67	442.07	171.09	-	mg/kg
	니켈	16.49	44.99	52.97	68.15	16.3	-	mg/kg
탈륨	ND	ND	ND	ND	ND	-	mg/kg	
바나듐	ND	ND	ND	ND	ND	-	mg/kg	
염소	3.54	4.38	6.43	1.36	2.02	=2.0(4급)	wt.%	

1차 시험결과 저위발열량은 5,636~5,999 kcal/kg 범위의 값을 보였고, 2급 품질특성을 나타냈다. 수분 1.8~5.9%, 회분 7.5~26.6%를 보여 건설폐기물 내 페플라스틱과 재활용선별장 Reject가 1:1로 혼합된 시작품에서 회분이 기준치보다 높게 나타났다. 금속성분의 경우, 품질기준에 항목 중 납과 크롬성분이 전반적으로 기준치보다 높았다. 전반적으로 크기나 형태, 그리고 발열량 기준에서는 RPF용으로 적합한 것으로 확인되었다.

2차 테스트에서는 초기인력 선별시 불순물의 선별하여, 페플라스틱류를 재활용해서 만든 RPF 2차 테스트 결과, 저위발열량은 5,829~7,272 kcal/kg을 값을 보였으며, 수분은 모두 1.4~3.2% 수준으로 매우 낮았고, 회분은 모두 20% 이하로 나타났다. 자체열량면에서는 모

두 2급 이상의 우수한 페플라스틱 고품연료임을 확인할 수 있었다. 금속성분의 경우 수은, 카드뮴, 비소는 불검출 되었으며, 납의 경우 건설폐플라스틱이 25% 혼합된 시작품에서만 기준치를 초과하였을 뿐, 다른 시작품은 기준 미만의 값을 나타냈다. 크롬의 경우 모든 시작품에서 기준치이상의 값을 보였는데, KC-2 혼합비가 증가함에 따라 증가하는 것으로 확인되었다. 이 부분은 해당 폐기물이 생활계폐기물 재활용 선별장에서 선별 후 남은 Reject로, 가정내에서 배출되지만 전자폐기물류가 상당부분 함유되어 RPF 원료에 잔류되었기 때문에 나타나는 결과라고 판단된다. 추후 본격적으로 RPF를 생산하여 품질인증을 받고자 할때는 반드시 중금속 증가의 원인을 찾아 초기선별을 강화하여 고품연료에 혼입



Fork lift for plastics transferring



First Shredder



Second shredder(grinder)



Thermostat



Extruder



Dies manufactured

Fig. 4. Test devices for manufacturing RPF.

되지 못하게 배제할 필요가 있다고 본다.

염소함량의 경우 건설폐기물 25% 혼합한 시료를 제외하고는 모두 4급 수준을 초과하였다. 초기 염소가 함유될 수 있는 PVC와 같은 플라스틱류를 건설폐기물에서 염소여부평가를 통해 걸러냈지만, 실제 사업장폐기물과 혼합할 때도 상당부분 높게 나타났다. 일반적으로 도시가정의 재활용품 분리함에서 추가로 선별되는 비닐봉지류 등의 생활폐기물 플라스틱류를 원료로하는 RPF를 제외하고는 높은 등급의 염소기준은 만족하기 어렵다는게 시설운영 현장의 중론이다. 현장시설물 관점에서 염소영향을 저감하기 방안으로, 기존의 산업단지 내 스팀생산이나 열병합 발전소에서 HCl 성분을 제거하기 위해 반건식, 건식축매탑을 설치 운용하여 배출 염소 농도를 기준 이하를 유지하려고 노력한다. 유연탄이나 병커C유의 대체원료로 RPF를 사용할 경우에는 일반적으로 고행연료 제조시 소석회 등을 혼합하여 제품을 생산하면 배출염소량이 저감된다. 본 연구에서는 염소의 함량을 낮추기 위해 고행연료 제조시 소석회의 투입량을 산출한 결과, RPF 1kg당 소석회 0.29kg을 성형과정에서 혼합할 경우 0.5% 이하(1등급)로 염소함

량을 저감시키 수 있는 것으로 예측되었다.

3.5. RPF 연소특성 평가결과

연소특성 평가결과는 Fig. 5와 같이 배출가스 중 황산화물 및 질소산화물 농도, 연소온도 변화는 일반폐기물 소각시와 유사한 형태를 보여주었으나, 배출가스 중 일산화탄소의 농도가 일시적인 불완전 연소에 의하여 미량 증가하는 경향을 보여주었다. 또한, 염화수소의 농도는 고행연료 연소시 지속적으로 증가하는 경향을 보

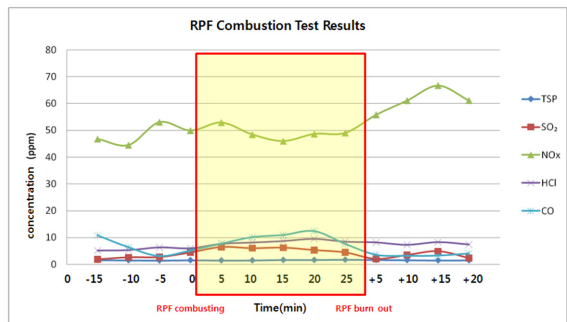


Fig. 5. RPF combustion test results.

여주어 고행연료제품 성형시 생석회 등의 혼합에 의한 염화수소 배출가스농도 저감의 필요성을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

건설폐기물 중 폐플라스틱류를 고행연료로 재활용하기 위해 성분분석 및 Halogen류 함유 여부를 평가한 결과, 연료로서 충분한 발열량(> 4000 kcal/kg)을 가지는 것으로 확인되었으며, 기본적으로 폐기물의 특성, 혼합비, 염소함유여부의 기초평가를 비롯하여 RPF 제조를 위한 공정도출, 현장 성형 test 등 기술 및 공정개발이 진행되었다. 대상 폐기물의 가연성 함량은 RPF 생산에 충분할 정도였으며, 2차례의 고행연료 품질시험을 실시해보니, 시작품은 비교적 성형체의 단절도가 낮고, 표면이 고른 수준의 압축형태를 띠며, 발열량은 1~2급 수준이었다. 금속성분(납, 크롬)의 함량이 2차 시험에서 일부 시작품에 따라 기준치를 상회한 변동이 있었다.

사업장 폐플라스틱 RPF 생산품은 전반적으로 연료로서 품질은 우수하였고, 대상 폐기물들의 수분함량은 29.8~36.0%, 회분 4.0~13.8%, 가연분 52.5~66.3% 수준이었으며, 발열량은 4834.7~7776.9 kcal/kg이었다. 기본물성을 고려한 후 CW-1(건폐플라스틱), KC-2(선별장 Rejects)을 혼합폐기물로 결정하였으며, 건폐플라스틱의 경우 Cl 함유가 높은 파이프류, 전선관류, 보온재류는 선별 및 배제물질로 제거하여, 파분쇄방식으로 free shredding 방식을, 성형은 휠다이스 방식으로 결정하였으며, 다이스 hole은 40 mm로 하여 RPF 성형 테스트 결과 저위발열량은 1~2급의 품질을, 수분, 회분은 만족, 수은, 카드뮴, 비소는 불검출, 납은 대체로 기준을 만족하였다.

RPF 연소테스트 결과, 연소배출가스의 농도는 모두 배출허용기준의 70% 내외로 측정되어 환경적인 영향도 미미하나, 유해배출가스의 최적관리를 위해 고행연

료 제조시 소석회의 첨가에 의한 염화수소 농도를 저감해야한다.

지역 내 분산되어 있는 가연성 폐기물을 이용하여 소각 보조연료생산 및 공급 Network와 RPF 성형물 pellet화 기술을 확립하였다. 또한 연간 240백톤의 RPF를 생산하여 판매할 경우 이산화탄소 배출량 2,490백톤을 저감할 수 있을 것으로 예측되었다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부에서 시행한 한국산업단지공단 2단계 생태산업단지구축사업(2011) 지원에 의해 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 윤오섭 외 3인, 건설폐기물의 물리화학적 특성에 관한 연구, *한국폐기물자원순환학회*, 2007, 24(2), 158-162.
2. 김상범, 최명재, 폐플라스틱의 재활용기술 동향, *공업화학 전망*, 2007, 10(3), 10-21.
3. 이희선, 김정완, 건설폐기물 재활용을 위한 현장분리배출방안, *한국폐기물학회 춘계학술발표논문집*, 2004.
4. 이상순, 장하익, 폐기물 고행연료의 에너지 발열량 특성분석, *한국지반환경공학회 학술발표회 논문집*, 2009, 330-330.
5. 최연석, 폐기물에너지 기술개발 전략로드맵 수립 공청회 폐기물 고행연료분야, 고등기술연구원, 2012.
6. 정일기계, 휠다이스 성형방식의 고행화연료 성형기의 성형부 구조, 대한민국특허청(등록특허 10-1031863), 2011.
7. 김세훈, 박비오, 박성순 외 3인, 건설폐기물내 폐플라스틱 성분 및 Halogen류 물질 함유 평가, *한국폐기물자원순환학회 추계발표회* 11월 8-10일, 343-346, 2012.
8. Rosa Taurino et al., Facile characterization of polymer fractions from waste electrical and electronic equipment (WEEE) for mechanical recycling, *Waste Management*, 2010, 30(12), 2601-2607.