

# 건설폐기물 에너지화를 위한 고효율 건식선별기술

글 | 한완수 | 환경사업부 대리 || 전화 : 02-3433-7764 || E-mail : hws74@ssyenc.com

## 1 머리말

“녹색성장은 온실가스와 환경오염을 줄이는 지속가능한 성장이며 녹색기술과 청정에너지로서 신성장동력과 일자리를 창출하는 신국가발전 패러다임!” (2008년 대통령 8·15 경축사)

정부는 최근 ‘저탄소 녹색성장 기본법’을 시행하면서 온실가스 감축과 녹색성장을 본격적으로 추진하고 있으며 이와 관련하여 환경 분야에서도 폐기물 에너지화를 위한 움직임이 활발하게 진행되고 있다. 특히 우리나라는 에너지 수요의 97%를 수입에 의존하는 세계 10위의 에너지 소비국가로 전체 수입액의 25%를 에너지 수입으로 소비하고 있는 실정이며, 전체 신·재생에너지의 76%를 차지하고 있는 폐기물 에너지화 사업에 대해서는 상대적인 정부지원 및 관련 기술이 부족하기 때문에 에너지 위기 극복을 위해 버려지는 폐기물을 에너지로 회수하기 위한 정책과 사업을 활발히 펼쳐나가고 있다.

이에 따라 본고에서는 건설폐기물에 포함된 가연성 물질의 에너지화를 위한 선별기술의 현황과 전망 그리고 우리 회사가 개발한 건설폐기물 고효율 건식선별기술을 소개하고자 한다.

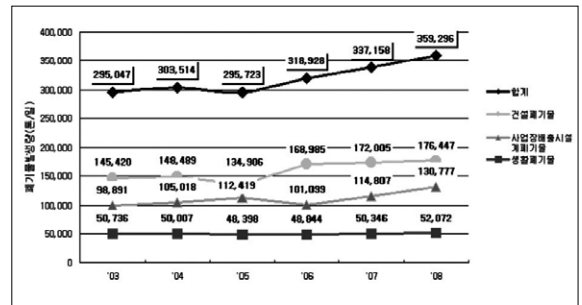
## 2 건설폐기물 에너지화 배경 및 필요성

우리나라에서 발생하는 생활폐기물의 양은 2008년 기준(지정폐기물 제외)으로 359,296톤/일로, 전년도 337,158톤/일에 비하여 약 6.6% 증가 추세에 있으며, 이중 건설폐기물의 발생량이 49.1%로 가장 큰 구성 비율을 차지하고 있다. 이렇게 발생하는 건설폐기물은 매립처리되거나 중간처리를 거쳐 콘크리트나 골재 등은 순환골재로 재활용하고, 목재류 등 가연물은 대부분 소각처리되고 있는 실정이다.

특히 가연물만 분리하여 소각처리 할 경우, 매립처리 비용보다 약

2.5배 이상의 비용이 소요되기 때문에 대부분 중간처리 과정에서 재활용이 어려운 불연물과 혼합한 후 매립지로 반입하여 처리되고 있는 실정이다.

그러나 수도권 매립지에 반입되는 건설폐기물 중 가연물에 대한 발열량 조사결과에 따르면 직반입의 경우 습윤저위발열량이 1,858~6,989kcal/kg으로서 평균 3,993kcal/kg이며, 중간처리 후 반입되는 경우 습윤저위발열량이 2,507~7,703kcal/kg으로서 평균 3,918kcal/kg으로 나타나 발열량에 의한 고�형연료제품(RDF)의 등급기준이 4등급(발열량 3,500kcal/kg 이상 4,500kcal/kg 미만)을 만족하므로 재생연료로의 활용 가능성이 높은 것으로 확인되었다.



[그림 1] 연도별 폐기물발생량 변화추이

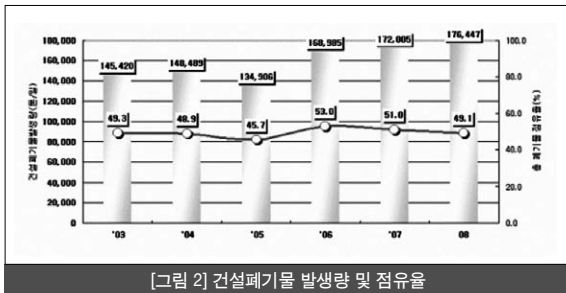
이에 따라 환경부에서는 부적절하게 처리되는 건설폐기물 중 가연성폐기물의 연료화 및 자원화를 위한 방안을 모색 중에 있으며, 이를 위하여 혼재도가 높은 건설폐기물로부터 순도 높은 가연물을 효과적으로 선별 할 수 있는 기술이 필요한 실정이다.

## 3 건설폐기물의 발생 및 처리현황

우리나라의 폐기물관리법에서는 발생하는 폐기물에 대해 크게 생활폐기물과 사업장폐기물로 구분하고 있으며, 건설폐기물은 사업

장폐기물의 한 분류에 포함된다. '건설폐기물'이라 함은 토목공사·건축공사·산업설비공사·조경공사 및 환경시설공사 등 시설물을 설치·유지·보수하는 공사 등 건설산업기본법 제2조 제4호에 해당하는 건설공사의 착공하는 때부터 완료하는 때까지 건설현장에서 발생하는 5톤 이상의 폐기물로서 페콘크리트, 페아스팔트 콘크리트, 폐벽돌, 건설폐토석 및 혼합건설폐기물 등을 포함하여 17종류로 분류하고 있다.

이러한 건설폐기물은 가연성과 불연성 폐기물로 구분할 수 있으며, 가연성 폐기물에는 폐목재, 폐종이, 폐섬유, 폐합성수지 등이 있으며 불연물에는 페콘크리트, 폐벽돌, 폐기와, 폐블록 등이 있다. 건설폐기물의 발생은 주로 신축공사에서 발생하는 폐기물과 해체공사에서 발생하는 폐기물로 나눌 수 있으며, 그 외 증축 및 개축공사에서 배출되는 폐기물도 있다. 이들의 연도별 발생량의 추이를 살펴보면 [그림 2]와 같이 2008년 현재 176,447톤/일로 증가 추세에 있으며, 이는 국내 도시화 및 산업화 초기과정에서 신축된 시설물의 수명도래와 함께 해체되는 시설물이 증가하고 있는 것으로 생각된다.



건설폐기물 성상은 <표 1>과 같이 2008년도의 경우, 건설폐재류 81.1%, 가연성건설폐기물 1.2%, 비가연성 건설폐기물 0.7%, 건설폐토석 4.3%, 혼합건설폐기물 12.7%로 구성되어 있다.

이 중 RDF 등으로 에너지화가 가능한 물질은 가연성류 2,203톤/일과 건설폐기물이 2종 이상 혼합된 혼합건설폐기물 22,403톤/일 중 선별된 가연물로 예상하고 있다.

이러한 혼합건설폐기물로부터 에너지화가 가능한 순도의 가연성 폐기물 선별은 그리 쉬운 일은 아닌 것으로 판단된다.

<표 1> 연도별 건설폐기물 성상 현황

구분	'05'	'06'	'07'	'08'	
<b>총계</b>	134,906	168,985	172,005	176,447	
건설폐재류	소계	94,303	132,954	141,158	143,053
	페콘크리트	78,506	110,296	117,866	115,842
	페아스팔트 콘크리트	15,384	21,674	22,176	25,291
	기타 <sup>1)</sup>	413	984	1,116	1,920
가연성 폐기물	소계	4,729	2,737	1,688	2,203
	폐목재	3,697	1,772	727	923
	폐합성수지	1,009	947	948	1,266
기타 <sup>2)</sup>	23	18	13	14	
비가연성 폐기물	소계	497	487	317	1,156
	건설소니	399	473	300	1,145
	기타 <sup>3)</sup>	98	14	17	11
건설폐토석	6,806	8,817	7,102	7,632	
혼합건설폐기물	28,571	23,990	21,740	22,403	

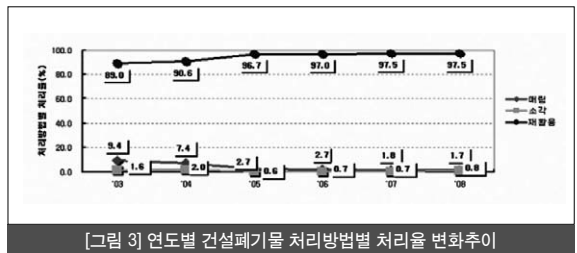
<sup>1)</sup> '05년 자료는 서울시 건설폐기물 통계 정정에 의해 수정된 수치

<sup>2)</sup> 폐벽돌, 폐블럭, 폐기와

<sup>3)</sup> 폐섬유, 폐벽지

<sup>4)</sup> 폐금속류, 폐유리

건설폐기물의 처리는 [그림 3]와 같이 발생년도에 따라 재활용처리 비율은 계속 유지 또는 증가하고 있는 반면 매립율은 지속적으로 감소하고 있다.



이중 재활용의 경우, 주로 콘크리트, 건설폐토석 등 불연성류 폐기물은 중간처리 후 순환골재로 활용하지만 페플라스틱, 폐목재 등 건설폐기물에서 발생하는 가연성류 폐기물은 제조업 등 기타 산업장에서 발생하는 가연성 폐기물류와는 달리 다음과 같은 특성으로 인하여 정부의 에너지화 및 자원화에 대한 요구가 꾸준히 증대되고 있음에도 불구하고 방치폐기물로 처리되거나 매립 처분되는 비율이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다.

- 폐기물의 종류가 다양함
- 폐기물의 발생장소가 일정치 않음
- 건축, 토목 공사가 활발한 봄, 가을철에 많이 발생함
- 건축, 토목 공사의 하도급 구조로 인해 폐기물 취급 주체가 다양함
- 혼합 배출되는 경우가 많음

## 4 건설폐기물 연료화 기술 현황

건설폐기물은 건설공사의 착공에서부터 준공에 이르기까지 장시간에 걸쳐 여러 종류의 폐기물이 발생되기 때문에 이를 적절하게 처리하기는 어려운 실정이나 폐콘크리트, 페아스팔트콘크리트 및 혼합건설폐기물 등 불연성류는 심각한 환경오염 유발과는 무관한 관계를 가지고 있기 때문에 발생 상태 또는 비교적 간단한 중간처리과정을 거쳐 재활용될 수 있는 특징을 가지고 있다.

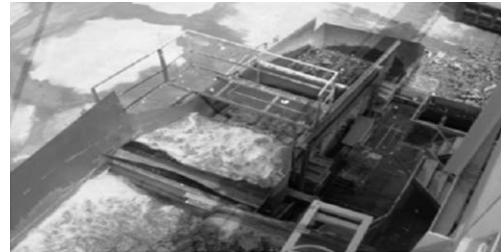
따라서 국내의 경우 건설폐기물에 대한 전처리 기술은 순환골재 품질에 영향을 주는 철재류 및 유기성이물질 등을 제거하여 순환골재를 생산하는데 초점이 맞추어져 기술개발과 상용화가 진행되어 왔다. 이에 반하여 건설폐기물의 가연성폐기물중 대표적으로 발생하는 폐목재의 경우, 보드류 생산업체를 통하여 일부 재활용이 진행 중에 있으며, 폐목재를 칩(Chip)으로 생산하여 방음벽, 종이 펄프 및 목탄 등으로 활용하고자 연구는 아직 미미한 상태이나 최근 환경부 Eco-STAR 사업의 일환으로 건식 및 습식 분리방법을 조합한 건설폐기물 에너지 연료화기술 개발이 진행되고 있으므로 폐목재에 대한 연료화가 곧 진행 될 수 있을 것으로 사료된다. 폐플라스틱의 경우, PVC, PE, PP 및 발포성플라스틱 등 다양한 폐플라스틱이 발생되고 있으나 재활용 기술이 부족하여 거의 전량 소각처리 되거나 혼합폐기물로 매립되는 추세이다.

국외의 경우, 폐콘크리트, 페아스팔트콘크리트 및 혼합건설폐기물 등 불연성류는 일본, 미국 및 유럽 등의 많은 나라에서 전처리를 거쳐 도로건설용 자재 및 도시근교 골재로 재활용이 비교적 잘 이루어지고 있으며, 폐목재 및 폐플라스틱 등 가연성류는 일본의 경우, 단지 소량이 재활용되고 대부분이 매립 및 소각되고 있는 추세이며, 미국과 유럽의 경우, 보강재를 이용하여 폐플라스틱을 재생하고 있으며, 목재 대용품으로의 사용이 활발하게 이루어지고 있지만 가연물 연료화에 대한 기술개발 및 적용사례를 찾기는 어려운 실정이다.

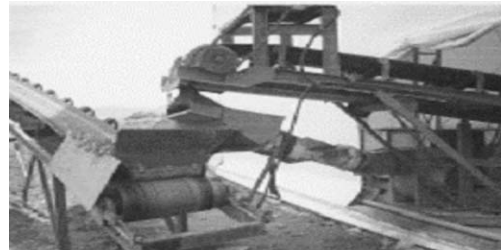
현재 국내에서는 정부차원의 신·재생에너지 정책 중 폐자원에 대한 에너지화 목표를 2013년까지 전체폐기물 발생량의 33%(약 386만톤/년), 2020년까지 100%(약 1,169만톤/년)로 계획하고 있으므로 풍력, 조력 및 태양력 등의 재생에너지와 더불어 폐기물 에너지화에 대한 요구가 증가하고 있는 상황이다. 환경부에서는 가정에서 발생하는 생활폐기물의 연료화에 대한 사업으로 폐자원에너지화 시설 확충계획에 따라 전국을 8대 권역으로 구분하여 총 14개의 '환경에너지 타운'을 조성하여 지역 거점화 등 지원정책을

통하여 적극적으로 추진 중에 있으며 이와 더불어 건설폐기물에 대한 연료화에 대한 관심이 집중되고 있는 추세이다.

혼합건설폐기물 중 가연성폐기물을 연료화하기 위한 핵심은 혼재도가 높은 혼합건설폐기물 중 가연성폐기물에 대한 효과적이고 순도 높은 선별·분리기술이다. 기존에 국내외에서 건설폐기물에 대한 중간처리 기술에 적용되었던 가연성 물질 분리기술은 [그림 4]와 같이 주로 비중선별 방식(건식풍력선별방식과 습식(水)선별방식)으로서 단순히 건설폐기물에서 유기성이물질 등을 제거 후 순환골재 등을 생산하기 위하여 적용되어 왔으나 작업장환경 악화, 폐수 및 공정슬러지 등 2차 오염물질 발생 등으로 인해 현장적용에 한계를 가지고 있다.



(a) 습식선별방식



(b) 뿌리산업 제품

[그림 4] 건식선별방식(풍력)

특히 건설폐기물류로 RDF를 제조하기 위해서는 선별가연물의 수분함량 및 순도의 조절이 필요하지만 풍력선별 방법은 강한 바람을 이용하기 때문에 모래, 자갈 등 무기성 이물질이 가연물류에 다량 함유되어 있으므로 순도 저하 및 목재와 섬유 등의 회수를 저하가 발생할 수 있다.

또한 습식선별 방법은 다량의 공정수를 사용함으로써 선별가연물의 수분함량 증가, 목재와 섬유 등의 회수를 저하로 인해 선별된 가연성폐기물의 RDF 제조 시 문제를 발생시킬 수 있다.

## 5 건설폐기물 연료화 기술 전망(건식선별기술을 중심으로)

건설폐기물에 대한 처리기술은 현재까지 주로 폐콘크리트 등 건설폐기물을 중간 처리하여 순환골재를 생산하는데 초점이 맞추어져 기술개발과 사업화가 이루어져 왔으나 중간처리 후 발생한 '잔류 건설폐기물' 과 건설현장에서 매립지로 직접 반입되는 '직반입 건설폐기물' 은 단순 매립과 소각처리 되어 폐자원의 낭비와 환경오염이라는 숙제를 남고 있다.

특히 잔류 건설폐기물은 순환골재를 생산하고 남은 가연성폐기물이 다량 함유되어 있기 때문에 이를 매립할 경우 매립지 수명단축 등을 야기할 수 있다.

그러므로 이러한 건설폐기물을 기계식으로 선별하여 회수된 가연성폐기물을 에너지화 하고, 건설폐토석 등 불연성폐기물을 복토재 및 성토재 등의 건설자재로 재활용 할 수 있는 기술은 버려진 폐자원에 새로운 가치를 부여하고, 정부에서 추진 중인 저탄소 녹색성장에 따른 폐기물 에너지화 정책에 일조할 수 있을 것으로 판단된다. 기존에 개발된 대표적인 가연성폐기물 선별기술인 풍력선별과 습식선별은 강한 풍력과 다량의 공정수의 사용으로 인하여 선별가연물의 회수율 및 온도저하와 폐수 및 공정슬러지 등 2차 환경오염물질 발생이 우려되므로 이러한 문제점을 해결할 수 있는 건식선별기술에 대한 개발과 수요가 증가할 것으로 생각된다.

이에 따라 건식선별기술에 대한 기술개발이 현재 진행 중이나 주로 택지개발지구 내 발견되는 비위생매립폐기물을 선별하기 위한 건식 선별기술과 건설현장에서 발생하는 건설폐기물의 순환골재를 생산하는 건식선별기술을 중심으로 진행되고 있다. 최근에 들어 건설폐기물 중 에너지화가 가능한 가연물의 회수를 목적으로 가연성폐기물에 대한 건식선별기술의 중요성이 인식되어 일부에서 연구가 진행되고 있지만 실제적으로 기술개발 및 사업화가 이루어진 사례는 없는 실정이다.

## 6 건설폐기물 에너지화를 위한 고효율 건식선별기술

건설폐기물의 에너지화를 위해 우리 회사는 건설폐기물에서 에너지화 및 재활용이 가능한 가연성폐기물 및 순환골재를 동시에 생산할 수 있는 최신 건식선별기술(특허등록 제10-0930324호)을 개발하였으며 본 기술로 인해 건설폐기물의 효과적인 에너지화 및 자원화가 가능할 것으로 판단된다.

[그림 5]과 [그림 6]에 나타난 본 건식선별시스템의 구성은 반입 및

투입 공정, 전처리 선별 공정, 건식 선별 공정(50mm 이상, 50mm 이하), 폐목재 선별 공정으로 이루어져 있다.

## (1) 반입 및 투입 공정

건설현장 등에서 발생하는 건설폐기물이 계량대를 통과한 후 반입장으로 운반되어 투입호퍼 내부로 투입하는 단계로서 일반적인 공정으로 구성된다.

## (2) 전처리 선별 공정

전처리 선별 공정은 투입된 건설폐기물을 1차적으로 100mm 이하로 파쇄한 후, 철재류를 선별하고 20mm 이하의 불연물(토사류)을 제거하기 위한 공정으로서 건설폐기물을 회전하는 2축의 롤로 이루어진 1차 파쇄기를 이용하여 목재류 및 콘크리트 등을 100mm 이하로 파쇄하여 입도를 균질화 시킬 수 있는 1차 파쇄단계를 거친 후, 진동스크린의 작동시 문제를 유발할 수 있는 요인을 제거하기 위하여 1차 자력선별기를 적용하여 철재류를 효과적으로 선별할 수 있도록 되어 있다.

철재류가 분리되고 파쇄단계를 거친 100mm의 건설폐기물은 이후 2단 진동바 스크린 장치에 의해 입도를 세분화하여 후속공정인 건식 선별 공정으로의 적절한 분배 및 20mm 이하의 불연물(토사류)을 제거하기 위한 1차 스크린 단계로 구성되어 있다.

## (3) 건식 선별 공정

건식 선별 공정은 전처리 선별 공정에 의해 분리된 50mm이상의 건설폐기물을 선별하기 위한 제1건식 선별 공정과 50mm이하의 건설폐기물을 선별하기 위한 제2건식 선별 공정으로 구성되어 있다.

## 1) 제1건식 선별 공정(50mm 이상)

전처리 선별 공정을 거친 50mm 이상의 건설폐기물에 대한 제1건식 선별 공정은 폐목재류를 제외한 가연물을 1차적으로 분리하기 위하여 회전레이크를 적용한 1차 가연물 분리장치를 적용하였으며, 이후 1차적으로 파쇄된 건설폐기물을 50mm 이하로 파쇄하기 위하여 2축의 롤로 구성된 2차 파쇄기를 적용하였다.

2차로 파쇄된 건설폐기물은 2차 자력선별기를 적용하여 철재류를 분리한 후, 원통형 트롬멜 스크린을 적용하여 20mm 이하의 불연물(토사류)을 제거할 수 있도록 구성하였다. 트롬멜 스크린에 의해 제거되고 남아있는 영긴 상태의 폐기물 층을 분리하기 위해 층분리 장치를 적용하고, 회전레이크를 적용한 2차 가연물 분리장치에

의해 20~50mm 사이의 불연물 중 폐목재류와 가연물을 효과적으로 선별할 수 있도록 구성되어 있다.

본 공정에서 트롬멜 스크린은 고함수율의 건설폐기물이 투입시 눈막힘 현상을 최소화하기 위하여 내외부에 각각 내부 러버비터와 외부 브러쉬가 장착된 장비가 적용되어 있다.

또한 1차 및 2차 가연물 분리장치로서 적용된 회전레이크는 스프링 강 또는 플라스틱 재질의 유연하고 길이와 간격 조절이 가능하며, 가연물과 불연물의 선택적인 분리가 가능한 장치로서 폐기물의 성상에 따라 형태 및 구조를 변경하여 각 단계에 따른 가연물과 불연물 분리의 레이크 교체 등 유지보수가 용이하며, 밀폐형으로 분진 등 환경오염 발생하지 않고 효과적인 선별이 가능할 것으로 판단된다.

회전레이크는 1차, 2차, 3차, 4차로 구성되어 있으며, 1차 및 2차 레이크는 중량의 가연물, 3차 레이크는 작은 가연물, 4차 레이크는 미세 가연물을 분리할 수 있도록 구성되어 있어 폐목재와 기타 가연물을 크기에 따라 적절히 선별할 수 있으며, 이에 따라 고효율 선별 및 높은 회수율로 추후 고품연료(RDF) 제조시 품질을 향상시킬 수 있다.

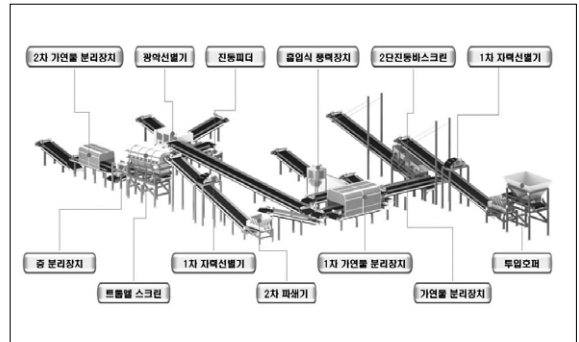
2) 제2건식 선별 공정(50mm 이하)

전처리 선별 공정을 거친 50mm 이하의 건설폐기물에 대한 제2건식 선별 공정은 가연물 분리장치에 의해 가연물을 선별한 후, 남은 불연물에 대하여 풍력장치의 흡입력으로 비산먼지와 가연물을 동시에 포집하고, 송풍기를 거쳐 집진기로 공급된 다음 폐목재 선별 공정으로 공급될 수 있도록 구성되어 있다.

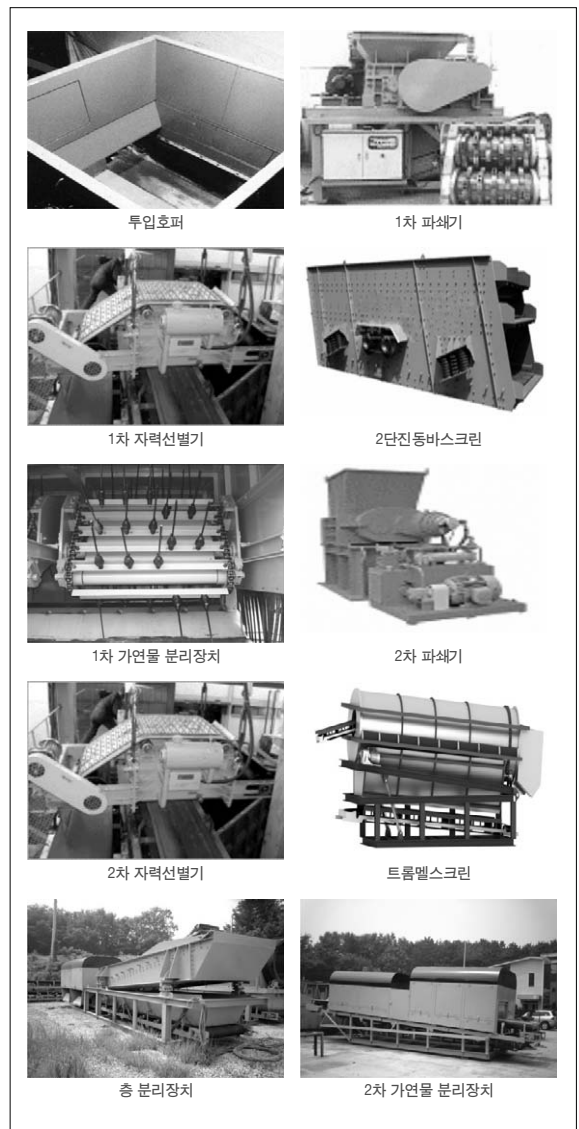
(4) 폐목재 선별 공정

폐목재 선별 공정은 건식 선별 공정에서 배출된 폐목재와 기타 가연물이 본 공정으로 투입된 후 압축공기와 건식용 진동피더 및 자동화 근적외선 광학선별기를 이용하여 폐목재와 기타 가연물을 최종적으로 분리하기 위한 공정으로서 진동피더에 의해 폐목재와 기타 가연물을 펼쳐서 후단의 광학선별기에 일정하게 투입된다.

본 시스템의 특징은 기존에 많이 적용되었던 습식 및 풍력을 이용한 비중선별 방식에서 탈피하여 건설폐기물에 포함된 폐목재 및 기타 가연물을 [그림 8]과 같이 기계식 회전레이크를 통하여 순도 높게 효과적으로 회수함으로써 가연성폐기물의 고효율 연료화가 가능하게 하였다.

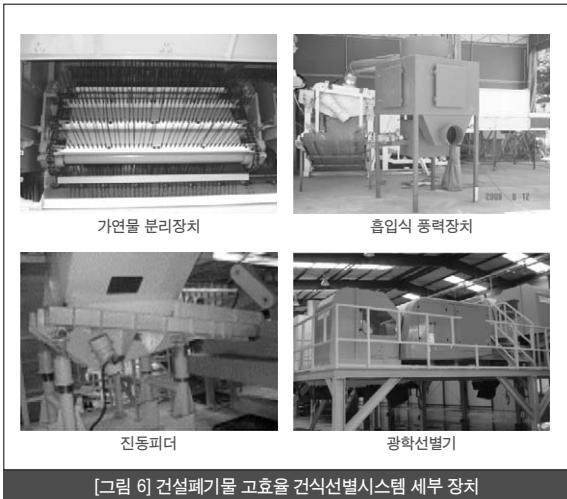


[그림 5] 건설폐기물에 포함된 폐목재 및 가연물의 입도 · 성상별 건식선별시스템



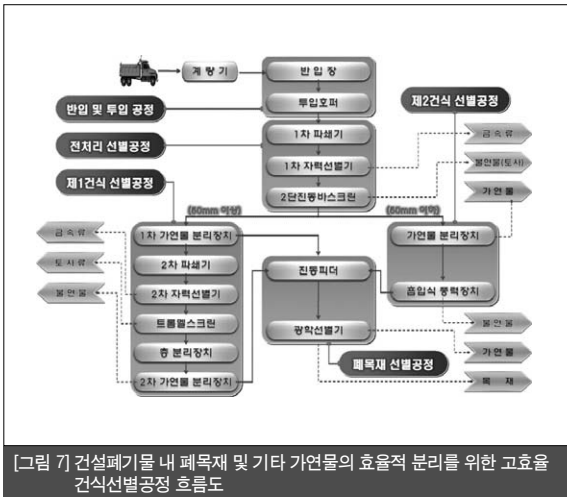
[그림 6] 건설폐기물 고효율 건식선별시스템 세부 장치





[그림 6] 건설폐기물 고효율 건식선별시스템 세부 장치

이러한 새로운 개념의 건식선별기술은 기존 습식 및 풍력 선별에서 발생하는 폐수, 비산먼지 및 공정슬러지 등 2차 환경오염을 저감하여 작업장 환경을 개선할 수 있으며, 회수된 가연물의 양과 순도를 크게 개선하여 건설폐기물의 에너지화가 가능할 것으로 판단되어 향후 지속적인 연구개발과 사업화가 진행될 것으로 전망하고 있다. 또한 건설폐기물의 에너지화는 현재 모든 인류의 주된 에너지원인 화석연료의 대체에너지원으로 사용이 가능하며, 이는 천연자원보 호뿐만 아니라 화석연료 연소시 발생하는 다량의 CO<sub>2</sub> 발생(2007년도 발생량 기준으로 폐목재의 경우, 903천톤 CO<sub>2</sub>/년, 기타 가연물의 경우, 786천톤 CO<sub>2</sub>/년의 온실효과 저감효과 예상)을 효과적으로 저감하여 지구온난화 방지 등 세계적인 환경문제 해소에도 일조할 수 있을 것으로 보인다.

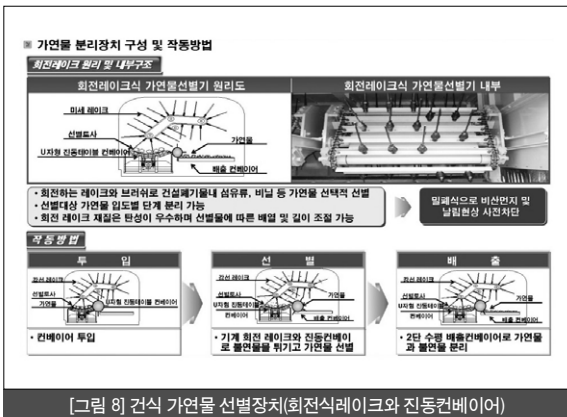


[그림 7] 건설폐기물 내 폐목재 및 기타 가연물의 효율적 분리를 위한 고효율 건식선별공정 흐름도

### 7 결론

건설폐기물에 대한 건식선별기술 개발은 현재까지 건설폐기물의 중간처리에 사용되던 건식풍력선별 및 습식비중선별 방법에 의해 발생된 가연물 회수량 및 순도 저하 문제와 폐수 및 공정슬러지 등 2차 환경오염물질 발생 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 건설폐기물의 중간처리가 주로 순환골재 생산에 초점이 맞추어져 기술개발과 사업화가 진행되어 왔으나 최근에 개발된 당사의 건식선별기술은 건설폐기물의 활용 분야를 건설폐기물의 순환골재 재활용과 더불어 가연성 폐기물 에너지화 분야로도 확대시킬 수 있기 때문에 현재 정부가 추진 중인 중저탄소 녹색성장의 새로운 신성장동력 기술로 각광 받을 수 있을 것으로 판단된다.

이와 더불어 건설폐기물로부터 회수된 가연성폐기물을 화석연료의 대체연료로 사용 할 경우, 지구촌에서 발생하고 있는 환경재앙의 주범인 CO<sub>2</sub> 등 지구온난화 가스의 저감에도 크게 기여 할 수 있을 것으로 판단되므로 현재 초기단계에 있는 건설폐기물 에너지화에 대한 향후 정부차원의 기술개발 지원과 사업화가 보다 적극적으로 필요할 것으로 판단된다. S



[그림 8] 건식 가연물 선별장치(회전식레이크와 진동컨베이어)

참고문헌

1. 수도권매립지관리공사, 2005, 매립장 반입 건설폐기물의 감량 및 재활용 촉진방안 연구보고서
2. 수도권매립지관리공사, 2009, 수도권 폐자원에너지타운 조성사업 타당성조사 보고서
3. 한국토지공사, 2006, 건설폐기물 처리기준 수립을 위한 연구
4. 환경부, 2008, 건설폐기물 재활용촉진 관련규정 및 민원사례집
5. 환경부, 2009, 2008 전국 폐기물 발생 및 처리현황
6. 환경부 외 6, 2009, 저탄소에너지 생산·보급을 위한 폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획