

## 생활폐기물을 이용한 RDF(Refuse Derived Fuel) 발전

### RDF(Refuse Derived Fuel) Generation using MSW(Municipal Solid Waste)

장 직순<sup>1)</sup>, 조 재범<sup>1)</sup>

**Key words** : MBT(폐기물전처리시설), MSW(생활폐기물)

**Abstract** : For resource Recycle society, the Ministry of Environment is recently propeling the introduction of MSW(Municipal Solid Waste) pretreatment facilities(MBT) from advanced country such as Germany. On the basis of this,

The Ministry of Environment plans to expand all over the country after the adaption of wide area style(Sudokwon landfill : 200 ton/day), urban communities style(Bucheon City : 90 ton/day), Semi-urban(Gangreung City : 150 tons/a day), farm village style (Buan : 30 ton/day).

#### 1. 서론

현대사회는 인구증가 및 산업화로 인한 폐기물 증가로 사회적 문제점이 대두되고 있다. 환경부의 제 2 차 국가폐기물 종합계획에 의해 각 지자체는 재활용율 목표를 53%이상으로 상향 조정하는 목표 조정에 의해 광역소각 시설과 관련하여 광역 재활용 선별시설을 운영하고 있다. 또한 산업자원부의 폐기물 에너지화 정책 강화에 따라 폐기물을 에너지화(예 : 음식물폐기물을 혐기성소화 후 바이오가스 발전, 생활폐기물을 RDF 성형 후 발전, 간벌목을 이용한 바이오매스 발전 등) 하는데 큰 관심을 기울이고 있다. 그러나 각 지자체에서 발생하는 폐기물의 재활용율을 높이고 에너지로 자원화하는 데에는 기술적 한계 및 재활용 및 에너지 인프라(Infra)와 시장(Market)이 미흡함에 따라 효율적인 재활용율 목표 달성 및 에너지화 하는데 어려움을 겪고 있다. 1)

음식물류 폐기물 분리배출에 따른 폐기물의 발열량 증가로 대형생활폐기물 소각시설의 소각량이 감소하는 등 현재 소각방식은 쓰레기 발열량 변화에 대한 대응능력이 약하고 폐기물의 단순 혼합소각은 생활폐기물 중 가연성 폐기물의 잠재에너지를 효율적으로 회수하지 못한다. 이에 따라 각 지자체는 생활폐기물 중 가연성폐기물의 재활용율을 높여 잠재에너지를 효율적으로 회수하기 위해 유럽 및 일본 등과 같은 선진국에 널리 보급되어 있는 생활폐기물 전처리시설(MBT) 도입 및 이를 이용한 발전에 많은 관심을 기울이고 있다.

전처리시설 도입은 재활용 자원 최대회수와 폐기물 최종처리의 적정한 조정에 있으며 폐기물 재활용 및 에너지회수 극대화를 통해 폐기물을 순환 자원으로 적극 활용하고 이를 통해 고유가 시대에 대응하기 위한 신재생에너

1) (주)태영건설 플랜트사업본부 플랜트영업팀

지 확보 및 원자재난을 극복하여야 한다. 또한, 매립·소각되는 폐기물량을 최소화하여 매립지난 및 대기 환경오염을 사전에 예방하여야 한다.

최근, 환경부와 산자부에서는 생활폐기물 전처리시설(MBT) 도입과 폐기물의 에너지화 정책을 각각 추진하고 있는데 전자는 폐기물을 단순 소각·매립의 처리방식에서 자원순환형 방식으로 전환하고자 함이며 후자는 폐기물을 최대한 활용하여 독립적인 에너지 생산기지를 건설하기 위함이다. 환경부는 자원순환형 사회를 위해 2007년부터 광역형(수도권매립지 : 200톤/일), 도시형(부천시 : 90톤/일), 준도시형(강릉시 : 150톤/일), 농촌형(부안군 : 30톤/일)의 4개 시범사업을 추진하고 있으며 이를 토대로 지역별로 쓰레기 성상, 발열량, 쓰레기 분리배출 실태, 운반거리, 시설 입지 등이 다르므로 각 특성에 맞는 전처리시설 공정을 설계하고, 사례별 시설 설치·운영방식을 정립한 후 전국적으로 확대할 계획이다. 또한 산자부는 각 지자체에 폐기물을 이용한 에너지화 방향을 제시하고 있으며 이에 부응하여 최근 부산광역시의 경우에는 국고보조금과 민간자본을 영입하여 생활폐기물 연료화(RDF) 및 발전 민간투자사업을 추진하고 있다.

따라서 본 고에서는 정부의 여러 가지 정책 방향 중 생활폐기물을 이용한 RDF 발전에 대하여 소개하고자 한다.

## 2. 전처리시설(MBT) 및 순환유동층 소각시설

### 2.1 개요

전처리설비(MBT)란 생물학적으로 감량시킬 수 있음에도 불구하고 매립장으로 반입되는 쓰레기 양을 줄이고 재활용 가능한 자원을 회수하기 위한 시스템이다. MBT는 기계적 처리

와 생물학적 처리를 시스템화 한 설비로서 전자는 투입된 폐기물로부터 오염물질과 재활용 가능물질을 최대한 선별하는 공정을 나타내며 후자는 폐기물과 분별수집으로 직접 투입되는 유기성폐기물을 처리하는 공정을 나타낸다.

기계적 처리 단위공정으로는 금속물질과 가연성물질을 분리하는 과쇄 및 자력, 풍력, 비중 선별 등이 있으며 생물학적 처리 단위공정으로는 유기물과 함수율이 높은 경우 바이오가스를 생산하여 대체에너지로 이용할 수 있는 혐기성 소화와 유기물과 함수율이 낮은 경우 사료화 및 퇴비화로 이용할 수 있는 호기성 공정이 있다.

순환유동층 소각시설(CFBC : Circulating Fluidized Bed Combustion)은 고온의 불활성 물질로 이루어진 공기 유동층에 연료(RDF : Refuse Derived Fuel)를 주입하여 연소시키는 기술이며 연료(RDF)와 유동매체(모래)가 로내에서 공기 수송상태로 붙어 올려지고, 혼합되면서 연소된다. 또한 입경이 큰 유동매체나 미연분은 사이클론에서 분리되어 완전연소될 때까지 다시 로내로 재순환되며 연소반응이 매우 빠르고 층 내 탄소농도가 약 1% 정도로 매우 낮게 유지되는 특징을 가지고 있다.

### 2.2 도입의 타당성

전처리설비(MBT)는 소각처리 방식에 비해 시설비, 처리단가가 저렴하며 환경순환정책에 가장 부합하는 처리방식으로 과거에는 중간생성물(RDF 등)에 대한 수요처가 부족한 실정(사유 : 시멘트소성로의 석탄 의무 사용량, 화력발전소의 Dead Space 존재 등)이어서 도입이 어려웠으나 최근에는 시멘트 소성로, 석탄 화력발전소, 산업용 보일러 등 수요처에 대한 건설이 고려되고 있어 향후에는 전처리시설

도입이 타당할 것으로 판단된다.

유럽에서는 생분해성물질(유기탄소 5% 이상) 및 가연성 물질(발열량 1,433 kcal/kg 이상)의 폐기물 직매립을 억제함에 따라 전처리시설(MBT)의 설치가 확장되는 추세이다. 독일의 경우 2007년부터 100% 직매립을 금지하고 있으며 MBT 처리 후 매립이 가능하다.

CFBC의 경제성 분석결과, 건설비와 유지관리비 측면에서는 스토커식과 열분해식과 비교 시 다소 불리한 반면, RDF를 이용한 CFBC 발전의 경우, 높은 발열량과 에너지 회수율(30%)로 인해 연간 발전량이 2.4~2.8배 높게 나타나 RDF를 이용한 CFBC 발전의 경우 경제적 과급효과가 클 것으로 판단된다.

### 2.3 기술도입 효과

#### 1) 일반적 효과

- ① 지속 가능 자원순환형 폐기물 관리체계 구축 기여
- ② 매립 처리되는 유가자원(금속 및 비금속류 등)의 회수율 제고
- ③ 생분해성 물질 처리로 인한 매립지 침출수 및 악취의 억제 효과
- ④ 기존 소각처리 체계 최소화를 통한 환경갈등(대기오염)의 축소
- ⑤ 비반응성 물질의 선별적 매립을 통한 효율적 토지 이용 및 수명연장(약 2.5배 ~ 13 배)
- ⑥ 생분해성 종량제 봉투 원가상승 억제
- ⑦ 전처리시설을 통한 RDF 제조, 연료로 사용시 신재생에너지 확보에 큰 기여
- ⑧ 단순 소각시설을 단계적으로 MBT로 대체 유도 효과
- ⑨ EPR 플라스틱 재활용 사업체의 경쟁력 강화를 통한 재활용 시장의 활성화

#### ⑩ CDM 사업 및 기후 협약에 부응

#### 2) 경제적 효과

- ① 폐기물 처리예산 저감효과(67% 이상의 예산 저감)
- ② 소각처리 방식에 비해 설치비 30~60%, 운영비 50% 수준으로 절감효과
  - 운영비 단가 : 소각 10.6만원/톤·일, MBT : 5.0만원/톤·일
- ③ 소각처리에 비해 RDF를 연료화할 경우, 연간 41.2%의 에너지 회수 증가효과
  - 에너지 회수 증가 :  
소각 153,000Gcal/년, RDF CFBC 발전 216,000Gcal/년(1,200톤/일 규모의 경우, 300일 가동 기준)
    - 에너지 회수율 : 소각 17%, RDF CFBC 발전 30%

#### 3) 환경적 효과

- ① 보통 연소온도는 850~950℃이며 비교적 낮은 연소온도로 인해 공기 중의 질소로부터 thermal NOx 생성이 극히 적고, 공기분급 방식으로 연료중 질소의 산화를 억제하며 싸이크론에서 우레아 주입하여 질소산화물을 다시 환원
- ② 보통 Ca/S mole 비 1.5~1.7에서 탈황 효율이 90% 이상
- ③ 다이옥신을 완벽히 제거

### 3. 결론

- 1) 우리나라의 경우 음식물류폐기물의 분리수거에 따라 유기성 성분의 함량이 낮지만 수거 체계의 미흡으로 인해 전체 폐기물의 15~20% 정도가 반입되는 것으로 나타나 유기성폐기물 처리를 위해 유럽의

MBT 시스템 중 BT 적용시 혐기성소화에 의한 에너지 회수 방법이 적합할 것으로 판단된다.

- 2) MT 공정구성은 RDF 제조시설과 CFBC RDF 보일러를 이용한 에너지 회수 시스템 도입을 선정하는 것이 가장 타당할 것으로 판단되며 에너지 회수 측면에서 RDF 성형사와 성형하지 않는 경우 에너지 회수량이 차이가 거의 나지 않으므로 (2%정도) RDF를 제조·사용하는 것이 특별히 불리하고, 기계적 분리·선별과정을 거쳤으나 성형되지 아니한 것을 부지 내 또는 인근 에너지회수시설, 전용보일러시설에 사용하여 에너지를 회수하는 방법도 적합할 것으로 판단된다.
  
- 3) 최근 부산광역시를 비롯한 광역규모의 지자체에서 RDF 성형 후 CFBC 발전에 관해 관심을 보이고 있으며 생활폐기물의 재활용이라는 환경부의 환경적 측면과 폐기물의 에너지화라는 산업자원부의 정책적 측면 및 경제적 측면을 모두 고려해보면 생활폐기물을 이용한 RDF 발전도입이 필요할 것으로 판단된다.

## Reference

1. 환경부, “제2차 국가폐기물 종합계획”, 2001
2. 김우현, “폐기물 재활용 극대화를 위한 신기술”, 한국기계연구보고서, 2007
3. 환경부, “전국 폐기물 통계연보”, 1997 ~ 2005
4. 신병철, “국내 무연탄 활용을 위한 국산 유동층 보급확대 방안 타당성연구”, 산업자원부, 2000
5. 환경부, “생활폐기물 전처리시설 도입추진”, 2006