

전처리[MBT : Mechanical Biological Treatment] 설비를 통한 폐기물 재활용 극대화

장 직순, 조 재범

1. 서론

현대사회는 인구증가 및 산업화로 폐기물 증가로 인해 문제점이 대두되고 있는 실정이다. 환경부의 제2차 국가폐기물 종합계획에 의해 각 지자체는 재활용을 목표를 53%이상으로 상향 조정하는 목표 조정에 의해 광역소각시설과 관련하여 광역재활용 선별시설을 운영하고 있다. 그러나 각 지자체에서 발생하는 폐기물의 재활용을 높이는 데에는 기술적 한계 및 재활용 인프라가 미흡하고 쓰레기 종량제, EPR 제도 등의 시행에도 불구하고 폐기물 감량에 한계를 보여 효율적인 재활용을 목표를 달성하는데 어려움을 겪고 있다.

음식물류 폐기물 분리배출에 따른 쓰레기의 발열량 증가로 대형생활폐기물 소각시설의 소각량이 감소하는 등 현재 소각방식은 쓰레기 발열량 변화에 대한 대응능력이 약하고 폐기물의 단순 혼합소각은 가연성폐기물의 잠재에너지를 효율적으로 회수하지 못한다. 이에 따라 가연성폐기물의 재활용을 높여 잠재에너지를 효율적으로 회수하기 위해 유럽 및 일본 등과 같은 선진국에 널리 보급되어 있는 생활폐기물 전처리설비(MBT) 도입에 많은 관심을 기울이고 있다.

전처리설비 도입 목적으로는 재활용 자원 최대 회수와 폐기물 최종처리의 적절한 조정에 있다. 폐기물 재활용 및 에너지회수 극대화를 통해 폐기물을 순환 자원으로 적극 활용하고 이를 통해 고유가 시대에 대응하기 위한 신재생에너지 확보 및 원자재난을 극복하여야 한다. 또한, 매립·소각되는 폐기물량을 최소화하여 매립지안 및 대기 환경오염을 사전에 예방하여야 한다.

최근, 환경부에서는 생활폐기물 전처리시설(MBT) 도입을 추진하고 있는데 이는 폐기물을 단순 소각·매립의 처리방식에서 자원순환형 방식으로 전환하고자 함이다. 자원순환형 사회란 투입의

최소화와 배출의 최소화를 통해 환경 부하를 최소화하면서 자연자원을 가장 효율적으로 이용하는 사회 형태를 말한다. 자원순환형 사회를 위해 환경부는 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 생산, 발열량, 쓰레기 분리배출 실태, 운반거리, 시설 입지 등이 다르므로 각 특성에 맞는 전처리시설 공정을 설계하고, 사례별 시설 설치·운영방식을 정립한 후 전국적으로 확대할 계획이다.

2. 국내 생활폐기물 발생/처리현황 및 성상변화 추이

2.1 국내 생활폐기물 발생 및 처리현황

국내 생활폐기물 발생을 살펴보면, 소득증가 및 소비화로 1996년 49,925톤/일에서 2004년 50,007톤/일로 소폭 증가하는 경향을 나타내었다.

국내 생활폐기물 처리현황을 살펴보면, 재활용 및 소각이 증가하는 경향을 나타내었고 매립은 감소하는 경향을 나타내었다. 재활용의 경우 1996년 2,725톤/일에서 2004년 7,224톤/일로 약 3 배 증가하였고 소각의 경우, 1996년 13,084톤/일에서 2004년 24,588톤/일로 약 3 배 증가하였다. 반면 매립의 경우 1996년 34,116톤/일에서 2004년 18,195톤/일로 약 2 배 감소하였다.

2.2 국내 생활폐기물 성상 변화 추이

연도별 생활폐기물 성상 변화를 살펴보면, 가연분의 경우 1997년 35%에서 2005년 52%로 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 낮아진 함유수분과 음식물류 폐기물의 분리, 비닐, 플라스틱류, 종이

1) (주)태영건설 플랜트영업팀

류, 나무류, 섬유류 등의 성분이 증가하였기 때문이다. 이중 음식물류 폐기물과 종이류, 나무류, 폐합성수지류 등은 RDF(Residue Derived Fuel)의 원료로 사용할 수 있으며 에너지 잠재량을 살펴보면, 발생량 기준 음식물류 폐기물 257,920 TOE, 종이류 1,379,950 TOE, 나무류 954,900 TOE, 폐합성수지류 3,145,725 TOE로 나타났다. 이는 국내의 최종 1차 에너지 소비량(2001년 152,950천 TOE)의 약 4%로 가연성폐기물의 재활용을 증가는 미래 국가 에너지 지원의 확보차원에서 매우 중요한 역할을 할 것으로 판단된다.

3. 전처리설비(MBT) 개요 및 타당성/도입효과

3.1 개요

전처리설비(MBT)란 생물학적으로 감량시킬 수 있음에도 불구하고 매립장으로 반입되는 쓰레기 양을 줄이고 재활용 가능한 자원을 회수하기 위한 시스템이다. MBT는 기계적 처리와 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 파쇄 및 자력, 풍력, 비중 선별 등이 있으며 생물학적 처리 단위공정으로는 유기물과 함유율이 높은 경우 바이오가스를 생산하여 대체에너지로 이용할 수 있는 혐기성 소화와 유기물과 함유율이 낮은 경우 사료화 및 퇴비화로 이용할 수 있는 호기성 공정이 있다.

그림 1에 MBT 처리 시스템을 나타내었다. 지역의 여건에 따라 일부 공정이 달라질 수 있다.

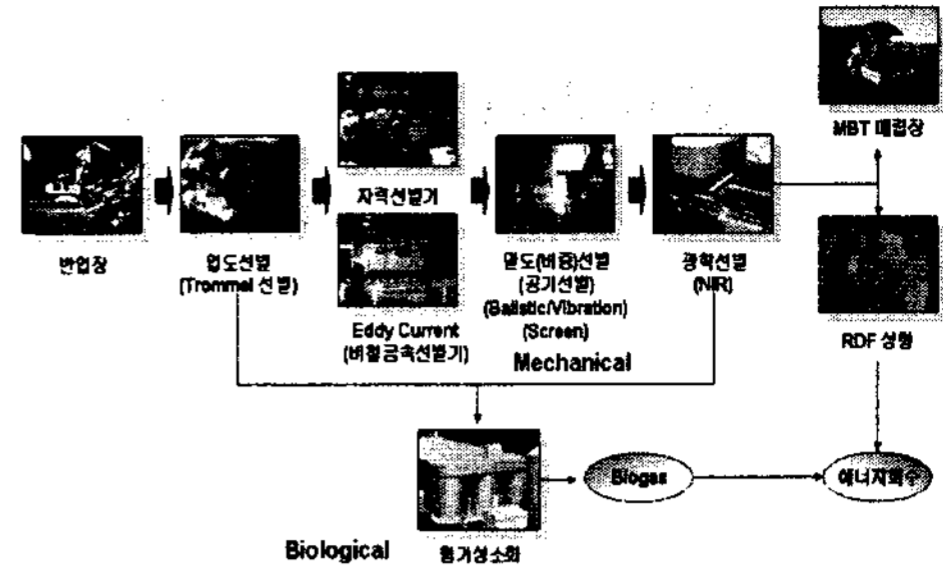
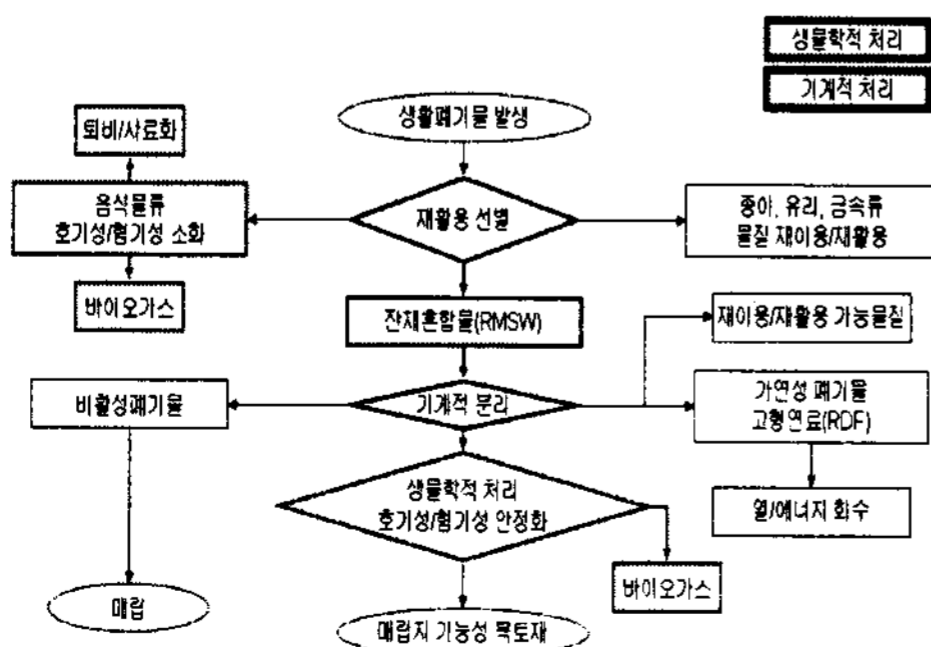


그림 1. 전처리시설(MBT) 처리 시스템

3.2 전처리설비(MBT) 도입의 타당성

전처리설비(MBT)는 표 1에 나타난 바와 같이 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, 석탄화력발전소, 산업용 보일러 등 수요처에 대한 건설이 고려되고 있어 향후에는 전처리시설 도입이 타당할 것으로 판단된다.

표 1. 각 처리방식 별 평가내용

처리 시설별	스토카스카 처리	열분해용용 처리	MBT+ 시멘트소성로 (RDF)	MBT+ 자체RDF발전
평가 내용	-검중성우수 -환경성 경제성 불리	-환경성우수 -기술성 경제성 가장불리	-환경성 기술성 경제성 가장우수 -자원순환 가장 부합	-환경성 기술성 경제성 우수 -자원순환 부합
시설비 (억원/톤)	25 ~ 30	3.5	1.0	3.5
처리단가 (만원/톤)	10.6	17.3	5.0	7.0

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.

3.3 전처리설비(MBT) 기술도입 효과

1) 일반적 효과

- ① 지속 가능 자원순환형 폐기물 관리체계 구축 기여

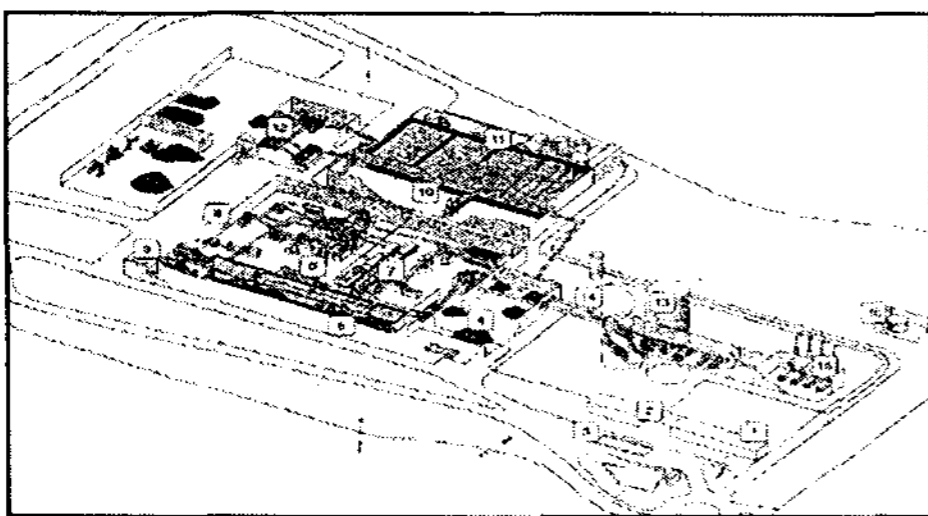
- ② 매립 처리되는 유가자원(금속 및 비금속류 등)의 회수율 제고
- ③ 생분해성 물질 처리로 인한 매립지 침출수 및 악취의 억제 효과
- ④ 기존 소각처리 체계 최소화를 통한 환경 갈등(대기오염)의 축소
- ⑤ 비반응성 물질의 선별적 매립을 통한 효율적 토지 이용 및 수명연장 (약 2.5배 ~ 13 배)
- ⑥ 생분해성 종량제 봉투 원가상승 억제
- ⑦ 전처리시설을 통한 RDF 제조, 연료로 사용 시 신재생에너지 확보에 큰 기여
- ⑧ 단순 소각시설을 단계적으로 MBT로 대체 유도 효과
- ⑨ EPR 플라스틱 재활용 사업체의 경쟁력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

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%

4. 전처리설비(MBT) 기술 적용

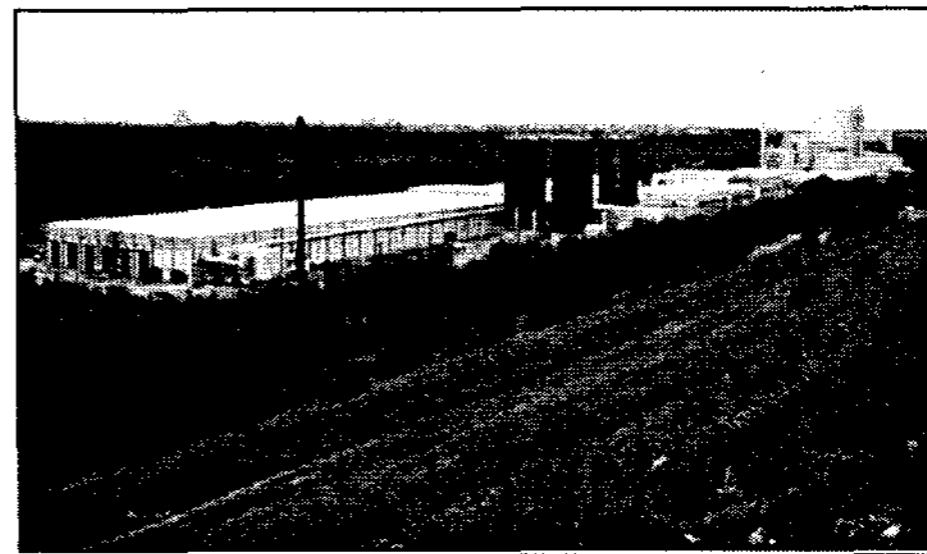
4.1 바로셀로나 에코파크



- 호기성 퇴비화(8주, 70℃)

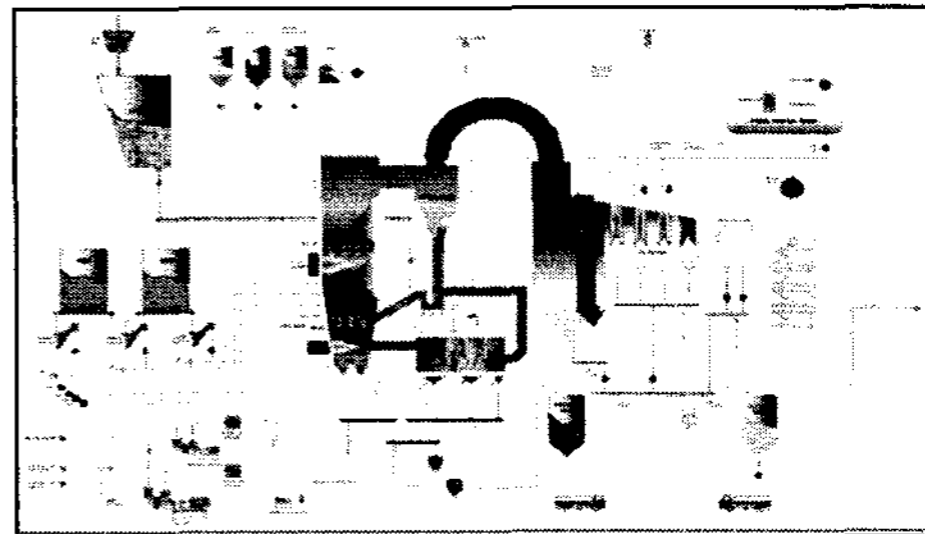
- 혐기성 습식 2단 혐기성 소화시설(산, 메탄 생성 단계로 구성 : 바이오가스 생성)
- 가연물은 선별하여 동일 부지 내 소각시설에서 에너지 회수
- 투자비 700억원(생활폐기물 870톤/일)
- 발전용량 3.4MW/h

4.2 독일 하노버 AHA MBT Plant



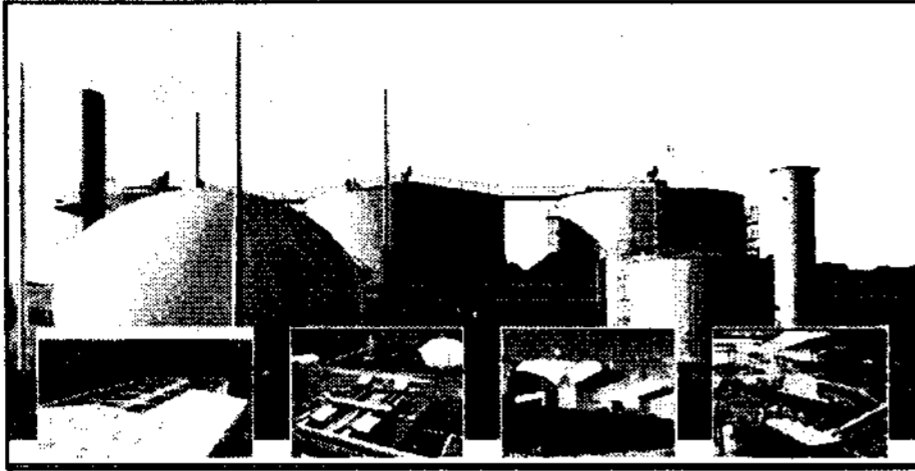
- 시설용량 : 700 톤/일(가정 및 상업폐기물, 포장 폐기물, 도로청소폐기물, 산업폐기물, 건설폐기물, 유기성폐기물, 하수슬러지)
- 처리공정 : 반입 → 육안선별 → 전파쇄 → 입도 선별(트롬멜 80 mm) → 80 mm 이상은 RDF → 미만은 생물학적 처리

4.3 독일 노이뮌스터 RDF 발전시설 (CFBC)



- 시설용량 : 150,000 톤/년(생활폐기물 RDF 기준)
- 평균발열량 : 3,341 kcal/kg
- 소각대상물 : 100% 유연탄 또는 100% RDF 소각이 가능하도록 설계
- 전기생산량 : 6,500MWh/년(16,000 가구에 전기 공급 가능)
- 석탄대체효과 : 80,000톤/년(석탄사용 120,000톤에서 40,000톤으로 저감)
- RDF 성장조건 : 입도 100mm미만, 금속함량 1% 미만

4.4 독일 LUEBECK MBT 시설



- 시설용량 : 500톤/일
- 소요부지 : 길이 295m × 폭 100 m
- 공정 : 반입장 → 기계적 전처리시설 → 혐기성소화시설(바이오가스/탈수여액 처리시설포함) → 호기성탈취(Tunnel Composting 시설로 암모니아 탈취 목적)

5. 결론

1) 우리나라의 경우 음식물류폐기물의 분리수거에 따라 유기성 성분의 함량이 낮지만 수거 체계의 미흡으로 인해 전체 폐기물의 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 판단되나 에너지 회수 측면에서 RDF 성형시와 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, 전용 보일러시설에 사용하여 에너지를 회수하는 방법도 적합할 것으로 판단된다.