

제10장. 폐기물에너지

1. 폐기물에너지의 종류

※ 폐기물이란? 쓰레기, 연소재, 오니, 폐유, 폐산, 폐알칼리, 동물의 시체 등 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 않게 된 물질

- ① 이용하는 방법에 따른 분류
 - 소각열 회수에너지
 - 고체연료에너지
 - 열분해 생성물에너지
- ② 폐기물의 종류에 따른 분류
 - 생활폐기물에너지
 - 사업장폐기물에너지(지정폐기물에너지)
- ③ 폐기물 상태에 따른 분류
 - 고상 폐기물에너지
 - 액상 폐기물에너지
 - 기상 폐기물에너지

2. 폐기물 국내의 분류

- 1961년 오물청소법
- 1963년 공해방지법
- 1977년 환경보전법
- 1986년 12월 폐기물관리법 → 본격적인 관리제도 마련 : 일반폐기물, 산업폐기물
- 1991년 개정된 폐기물관리법 : 일반폐기물, 특정폐기물 - 유해성 기준
- 1994년 개정된 폐기물관리법 : 일반폐기물, 특정폐기물
- 현재 특정폐기물(18종)
 - 1) 폐산(pH < 2.0)
 - 2) 폐알칼리(pH > 12.5)
 - 3) 폐유
 - 4) 폐유기용제
 - 5) 폐합성고분자화합물 - 폐합성수지, 폐합성고무, 폐합성피혁 등
 - 6) 폐석면
 - 7) 광재
 - 8) 분진
 - 9) 폐주물사 및 샌드블라스트폐사
 - 10) 폐내화물 및 재별구이전에 사유된 도자기편류
 - 11) 소각잔재물
 - 12) 안정화 또는 고형화처리물
 - 13) 폐촉매
 - 14) 폐흡착제 및 폐흡수제

- 15) 폐농약
- 16) 폴리클로리네이티드 비페닐함유 폐기물
- 17) 오니
- 18) 기타 환경처 장관이 지정·고시한 물질

- 일반폐기물 - 가연성 : 종이류, 나무류, 고무·피혁류, 오니류, 동식물성 잔대물
- 사업장일반폐기물 - 불연성 : 광채, 연소재, 분진류, 건축물폐채류, 금속초자류, 모래류
- 생활폐기물 - 가연성 : 음식물·채소류, 종이류, 나무류
불연성 : 연탄재, 금속초자류

3. 폐기물에너지 이용의 필요성

- 생활폐기물 : 매립(72.3%), 소각(4.0%), 재활용(23.7%)
- 사업장폐기물 : 매립(32.6%), 소각(5.9%)

※ 주요수치(1993년)

1) 일반폐기물

i) 생활폐기물 - 가연성(70.8%) : 음식물·채소류(31.4%), 종이류(18.3%), 나무류(4.5%)

불연성(29.2%) : 연탄재(15.5%), 금속·초자류(5.9%)

ii) 사업장 일반폐기물 - 가연성(13.1%) : 오니류(4.4%), 종이류(3.0%), 동식물 잔채물(2.9%), 나무류(2.6%)

불연성(86.9%) : 광채(47.9%), 연소재(16.1%), 분진류(7.9%), 건축물폐채류(6.9%)

2) 특정폐기물(918톤) - 오니(46.4%), 폐합성고분자화합물(9.4%), 폐석고(26.0%), 폐산(5.6%), 폐유(2.9%) 등

4. 소각기술

- 연소방법 : 회분식, 연속식
- 회격자 구조별 : 계단식회격자, 이상식회격자, 역동식회격자, 병렬요동식회격자, 회전물러식회격자, 부채형반전회격자
- 상연소방식
 - 1) 고정상식 : 경사고정상식, 회전로상식
 - 2) 회전로상식 : 0.3~1.5rpm - 오니, 수분이 많은 폐기물, 가축의 분뇨류, 도료 찌꺼지
 - 3) 다단로상식 : 수분이 많은 저칼로리의 폐기물 소각
 - 4) 회전로식(rotarg kiln) : 1~3°
- 유동상식(fluidized bed) : 유동화(760~870℃), 연소효율이 좋음, 열전달, 집축이 좋음
- 분무연소방식 : Atomizer, 분무입경 10~30μm

5. Plastic의 열분해

- 고분자의 특성 : 튼튼하고 가벼움, 자연상태에서 햇빛이나 미생물에 의해 쉽게 물성이 변하지 않음, 기계적 강도, 내화확성
- 폐기물로서의 고분자 : 분해가 어렵고 부피가 큼, 열에 약하여 열량이 높다.
(PE, PS : 10,000kcal/kg)
- 소각시의 어려움 : 열에 약하여 연소반응이 급격하게 진행됨 → 불완전연소
- 열분해 : 무산소 또는 저산소상태에서 가열하여 분해, 단량체 등 고가의 원료물질 회수 가능, 최소한 고열량의 연료가스나 오일을 회수
- 대분류 : 열가소성수지(주 대상), 열경화성수지, 페타이어
(열분해처리공정의 효과) = +(폐기물처리)-(공정비용)+(생성물회수)+(이차오염감소)
: 현재는 “-”
- 열분해 : 흡열반응 - 직접가열 : 연료가스 회수
간접가열 : 오일 회수
- 국내 주요 열가소성 수지 발생구성비 : PP(31%), LDPE(27%), PVC(23%), HDPE(11%), PS(8%)
- 열가소성 수지 주요 열분해 연구 현황(대표적)
 - 1) 일본북해도 공업 개발시험소
 - i) 부분산화유동층 : PE(0.1~2kg/h), PP(2~2.6kg/h), PS(8~43kg/h)
 450~550℃ 450~640℃ 430~520℃
 오일 90%이상 오일 52~85% 오일 56~82%
 (C₁₅-C₁₃) (중 styrene 28~51%)
 - ii) 수소침가 autoclave : 반응기 5ℓ, PP
 - iii) 간접가열 2단 tank reactor : 1.8~6.6kg/hr, PE
 - 2) 독일 Hamburg 대학
 : 간접가열유동층 : 10~40kg/h
 온도 : PS 580℃, 나머지 740~760℃
 PE : 가스 55.8%, 오일 42.4%
 PP : 가스 49.6%, 오일 48.8%
 PS : 가스 9.9%, 오일 89.5% (이중 72.5%가 styrene)
 PVC : 가스 6.8%, 오일 28.1%, HCl 56.3%
- 생성물의 이용이 문제시

6. 페타이어의 열분해

- 타이어의 조성 : 고무 40%, 카본블랙 20%, 연화오일 10%, 섬유 10%, 철심 10%, 황 1%, 가황보조제 5%, 산화아연 2%
- 원소별 조성 : C 80%, H 7%, O 4%, ash 3%, N 1~2%
- 열량 : 8,000kcal/kg
- 주요 개발현황(대표적)
 - 1) 일본 Nippon Zeon/Japan Gasoline/북해도공업개발시험소
 : 부분산화유동층 : 20~50mm 시료, 28~69.5kg/h, 350~600℃, 수율 40~

50%, S 1.3~1.5%, 가스 20~30%

: 통타이어 1ton/h, 400~550℃, 오일 52%, 황함량 1.3~1.4%, char 34%, 가스 14%

2) 일본 Kobe steel

: 간접가열 rotary kiln - 50mm 이하 120kg/h, 550~750℃

100~150mm 시료, 1.1ton/h, 600℃ 이하

3) 독일 Hamburg 대학

: 간접가열유동층 - 통타이어 1.5~2.5ton/day, 700~720℃

[알아보기 10] 국내 폐기물관리법은 그동안 많은 변천을 겪어 왔다. 폐기물관리법에 대한 최근의 자료를 조사해 보고 현재 국내에서 진행 중인 폐기물재활용 관련 연구과제에 대하여 조사하여 정리해 보기 바랍니다.