

지속가능 성장을 위한

# VIP 리포트

유해폐기물 재활용 산업 현황 및 시사점

①제강분진: 중금속 미세먼지를 자원으로

발행인 : 한 상 완  
편집주간 : 김 동 열  
편집위원 : 주 원, 백흥기  
발행처 : 현대경제연구원  
서울시 종로구 연지동 1-7  
Tel (02)2072-6305 Fax (02)2072-6249  
Homepage. <http://www.hri.co.kr>

- 본 자료는 기업의 최고 경영진 및 실무진을 위한 업무 참고 자료입니다.
- 본 자료에 나타난 견해는 현대경제연구원의 공식 견해가 아니며 작성자 개인의 견해를 밝혀 둡니다.
- 본 자료의 내용에 관한 문의 또는 인용이 필요한 경우, 현대경제연구원 산업연구본부(02-2072-6245)로 연락해 주시기 바랍니다.

# 목 차

---

## ■ 유해폐기물 재활용 산업 현황 및 시사점

### ① 제강분진: 중금속 미세먼지를 자원으로

Executive Summary .....	i
1. 개 요 .....	1
2. 분진 발생 및 처리 현황 .....	6
3. 제강분진 처리의 문제점 .....	10
4. 시사점 .....	14
<b>【첨부】 주요국의 환경 관련 규제 .....</b>	<b>16</b>

## &lt; 요약 &gt;

## ■ 개요

최근 환경오염을 방지하고 자원소비를 절감할 수 있는 '자원순환사회'로의 전환을 서둘러야 한다는 공감대가 빠르게 확산되고 있다. '자원순환사회'란 폐기물의 소각, 매립을 최소화하고 재활용을 극대화함으로써 환경오염을 방지하고 자원과 에너지를 절약하는 사회를 의미한다.

국제적으로도 인류의 경제·산업 활동이 환경과 인체에 미치는 부정적 영향을 최소화하기 위한 환경오염 관련 규제가 강화되는 추세이다. 폐기물 해양투기 금지(런던 협약), 유해폐기물 국가간 이동 규제(바젤협약) 등으로 폐기물의 자국 내 처리 원칙이 강화되고 있으며, 주요 선진국은 글로벌 환경보호 트렌드에 부응하여 이를 자국의 산업 경쟁력 강화의 계기로 적극 활용하고 있다.

최근에는 폐기물 처리 기술이 빠르게 발전함에 따라 환경오염 물질을 유용한 자원으로 바꾸는 '유해폐기물 재활용' 산업이 부상하고 있다. 한국을 포함한 주요국에서는 유해폐기물을 지정폐기물로 지정하여, 폐기물의 처리 및 관리에 규제를 두고 있다. 국내 지정폐기물 중 ①분진, ②폐유, ③폐유기용제 등 3대 폐기물은 발생량이 많고 증가율도 높아서 환경에 큰 부담을 초래하고 있다. 특히 최근 미세먼지에 의한 대기오염 피해가 급증함에 따라 분진의 발생 원인 및 제거 방안에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 본고에서는 이들 3대 지정폐기물 중 첫 번째로 분진의 처리 현황 및 문제점을 점검하며, 분진 중에서도 특히 중금속 오염도가 높은 '제강분진(製鋼粉塵)'을 중심으로 검토하여 시사점을 도출한다.

## ■ 분진 발생 및 처리 현황: 제강분진을 중심으로

분진이란 일반적으로 대기 중에 부유하는 미세한 고체상의 입자를 의미하며 연소나 파쇄 등의 과정에서 주로 발생한다. 분진의 처리 방법을 보면 과거에는 단순 매립이 일반적이었으나 토양·지하수 오염에 대한 우려 증가 및 기술 발전에 따라 점차 재활용 비중이 증가하고 있다.

제강분진이란 철강에서 불순물을 제거하는 제강(製鋼) 공정에서 발생하는 분진으로 유해 중금속을 포함하고 있어서 철저한 관리가 더욱 중요하다. 국내 제강분진 발생량은 2005년 31.6만톤에서 2014년 36.3만톤으로 증가한 것으로 추정된다. 2013년 이전까지 제강분진은 건설 자재로 활용되는데 그쳤으며, 2013년부터 본격적인 자원화가 이루어지고 있다.

### ■ 제강분진 처리의 문제점

첫째, 제강분진 자원화를 촉진하기 위한 법·제도가 미흡한 수준이다. 한국을 제외한 주요 선진국에서는 제강분진의 매립을 금지하고 있으나, 한국은 OECD국가 중 아스콘 충전재로서의 제강분진 활용을 허용하는 유일한 국가이다. 한국은 주요 선진국과 다르게 제강분진의 매립과 건설자재로서의 활용을 허용하고 있어 재활용 촉진 제도가 미흡한 것으로 평가된다.

둘째, 국내 제강분진 발생량 대비 재활용 설비 용량이 부족하다. 미국 내 시장점유율 1위 기업인 Horsehead Holdings는 미국 내에서 발생하는 제강분진의 최대 96.5%까지 처리가 가능하고, 유럽 시장점유율 1위 기업인 베페사는 연간 EU 내 발생하는 제강분진의 최대 67.7%까지 처리 가능하다. 그러나 국내 시장점유율 1위 기업인 징콕스코리아사는 연간 국내 발생하는 제강분진의 최대 49.2%까지 처리가 가능한 것으로 평가된다.

셋째, 제강분진에 포함된 유해성분이 완전히 제거되지 않은 상태에서 매립되거나 재활용됨으로써 환경오염을 유발하는 사례가 발생하고 있다. 제강분진이 도로포장용 아스콘, 건축용 시멘트 등으로 재활용되거나 매립되는 경우 잔존 오염물질에 의해 심각한 환경오염 피해가 발생할 수 있다. 특히, 방사능 오염 가능성이 있는 일본산 철스크랩의 수입이 증가함에 따라 제강분진에 의한 방사능 피폭 우려도 높아지고 있다.

넷째, 제강분진에 함유된 유가금속을 추출하지 않고 단순 매립함에 따라 경제적 손실이 발생하고 있다. 제강분진 전량이 자원화되는 경우를 가정하는 경우, 제강분진의 경제적 가치는 총 2억 3,657만 달러에 달하는 것으로 평가된다. 한편 분진 매립에 소요되는 비용은 2013년 기준 약 1,041만 달러에 이른다. 2013년 기준 제강분진의 경제적 가치와 매립비용을 감안한 제강분진 매립에 따른 기회비용은 약 2억 5천만 달러로 추정된다.

### ■ 시사점

첫째, 사업자들이 자발적으로 유해폐기물 재활용에 나설 수 있도록 인센티브를 강화하는 방향으로 법·제도를 정비해야 한다.

둘째, 국내 제강분진 처리 용량을 충분히 확충하여 제강분진의 재활용 비율을 높여야 한다.

셋째, 자원순환 과정에서 오염물질에 의한 피해가 발생하지 않도록 관리·감독 기준을 강화해야 한다.

넷째, 자원순환 관련 연구개발(R&D) 투자를 확대하고 자원순환형 산업을 새로운 성장동력으로 육성하는 데 주력해야 한다.

## 1. 개요

- 최근 환경오염을 방지하고 자원소비를 절감할 수 있는 '자원순환사회'로의 전환을 서둘러야 한다는 공감대가 빠르게 확산
  - 폐기물 소각시에는 미세먼지에 의한 대기오염이 발생하고, 폐기물 매립시에는 토양 및 지하수 오염이 발생할 우려가 상존
    - 우리나라의 하루 평균 폐기물 배출량은 2000년 22.7만톤에서 2013년 38.2만톤으로 꾸준히 증가하는 추세
    - 배출되는 폐기물 중 재활용되는 비중은 84.6%이며, 나머지는 매립(9.4%), 소각(6.0%), 하역배출(0.7%) 등으로 처리 (2013년 기준)
  - '자원순환사회'란 폐기물의 소각, 매립을 최소화하고 재활용을 극대화함으로써 환경오염을 방지하고 자원과 에너지를 절약하는 사회를 의미
    - 현재 '자원순환사회 전환 촉진법' 제정안이 국회에 제출되어 이해당사자들 사이에 활발한 논의가 진행 중
    - 사회 구성원의 역할분담과 적극적인 협력을 통해 폐기물의 발생을 억제하고 순환 및 적정처분을 촉진해야 한다는 공감대가 확산

< 국내 폐기물 발생 현황 >



자료 : 환경부  
 주 : 생활폐기물은 사업장생활폐기물 포함.  
 사업장(배출시설)은 지정폐기물 제외.

< 국내 폐기물 처리 현황 >



자료 : 환경부.

- 국제적으로도 인류의 경제·산업 활동이 환경과 인체에 미치는 부정적 영향을 최소화하기 위한 환경오염 관련 규제가 강화되는 추세
  - 폐기물 해양투기 금지(런던협약), 유해폐기물 국가간 이동 규제(바젤협약) 등으로 폐기물의 자국 내 처리 원칙이 강화
    - 오존층 파괴물질 배출 제한(비엔나 협약), 온실가스 감축(리우환경협약) 등 공기 중으로 대기오염물질을 배출하는 것까지 규제
  - 초기에는 단순히 오염물질 저감에 초점을 맞추었으나 최근에는 지속가능한 산업 발전을 목표로 하는 환경 패러다임이 대두
    - ~1980년대: 런던협약('75년 발효), 비엔나협약('98년 발효) 등 초기의 환경 관련 논의는 주로 일부 오염물질 배출 저감의 사후처리 위주로 전개
    - 1990년대: 바젤협약('92년 발효), 리우협약('93~'94년 발효) 등 환경 패러다임이 점차 폐기물 최소화는 물론(Reduce), 자원의 재활용(Recycle)과 재이용(Reuse)을 강조하는 '3R'로 이동
    - 2000년대 이후: 지속가능한 제품 개발을 목표로 생산에서 폐기(또는 재활용)까지 전 과정을 관리하는 '지속가능산업 발전' 패러다임이 대두

< 국제 환경 규제 >

명칭	발효시기	내용
런던협약	1975	해양오염을 방지하기 위한 폐기물의 해양투기 금지
비엔나협약	1998	오존층 파괴물질 배출 제한
바젤협약	1992	유해폐기물의 국가간 이동과 처리 규제
기후변화협약 (리우환경협약)	1994	지구온난화 현상을 막기 위해 이산화탄소 등 온실가스의 배출 규제
생물다양성협약 (리우협약)	1993	①생물다양성의 보전, ②생물자원의 지속가능한 이용, ③생물자원을 이용하여 얻어지는 이익의 공정하고 공평한 분배를 목표
스톡홀름협약	2004	잔류성 유기오염물질 규제
사전통보승인절차에 관한 협약 (로테르담협약)	2004	엄격히 제한된 화학물질의 이동시 사전 통보 승인 의무화
도하개발어젠다	(-)	환경과 무역의 연계 및 산업 전반에 대한 환경규제 강화

- 주요 선진국은 글로벌 환경보호 트렌드에 부응하여 이를 자국의 산업 경쟁력 강화의 계기로 적극 활용
  - EU, 미국, 일본, 중국 등 세계 각국은 환경 규제를 강화하고<sup>1)</sup> 자국 내 산업 및 수출입 활동에 적용
    - 특히 EU는 기본 환경 원칙 수립과 규제 마련에 앞장서고 있으며 이러한 규제는 EU 가입국 및 교류국에 파급효과가 높음
  - 최근 국제적으로 대두되고 있는 환경규제들의 특성을 고려하여 아래와 같이 크게 세 가지로 구분 가능
    - 온실가스 배출 규제: 이산화탄소, 메탄 등 기후변화에 영향을 미칠 수 있는 온실가스 발생을 억제
    - 에너지 효율 규제: 대표적으로 EU에서는 에너지 효율 표기 등 친환경 소비를 유도하는데서 나아가 제품의 친환경 설계·개발을 촉진하는 친환경설계지침을 시행
    - 유해물질(폐기물) 규제: 주요국에서는 일반 제품에서의 유해물질(납, 수은 등)의 사용을 금지하고 있으며 폐기물, 특히 유해폐기물에 대한 엄격한 관리(처리)를 요구

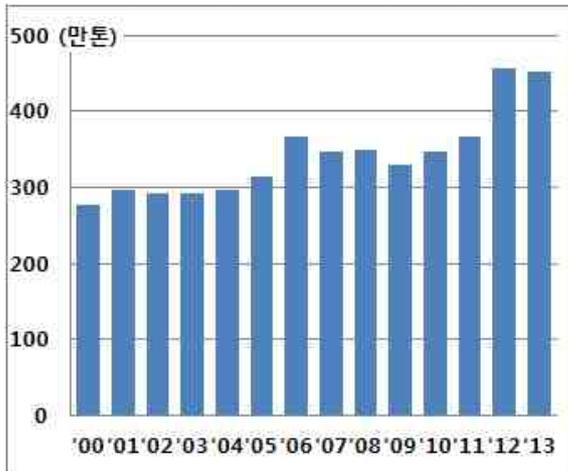
< 유형별 규제 및 규제 내용 >

	주요 규제	내용 (규제 항목)
온실가스 배출 규제	-EU 배출권 거래제 -자동차 연비 및 배기가스 규제	- 온실가스(이산화탄소, 메탄, 질소산화물, 수소화불화탄소 등)
에너지 효율 규제	-친환경설계지침(EuP) -절전형 TV 규제 -에너지 효율표기 등 제품 사용에 따른 에너지 효율관련 규제	- (EuP) 모든 에너지이용 제품 <sup>2)</sup> 에 대해 아래 사항을 의무화 · 친환경 설계·개발방법 준수 · 인증마크 부착 · 지침준수여부의 증명
유해물질 (폐기물) 규제	-유해물질사용제한지침(RoHS <sup>3)</sup> ) -폐전기·전자제품처리지침(WEEE <sup>4)</sup> ) -EU 유해폐기물 규정(Directive on hazardous waste)	- 전기·전자제품에 유해물질(납, 수은, 카드뮴, 6가크롬, PBB, PBDE) 사용 금지 - 폐전기·전자제품의 재활용 비율 의무화 - 유해폐기물(고위험, 감염성, 독성 폐기물)의 매립 금지

1) 자세한 내용은 【첨부1】 참조.  
 2) 동작을 위해 전기, 화석연료, 재생연료 등을 사용하는 제품 및 부품. 단, 운송수단은 제외.  
 3) 'Restriction of Hazardous Substances'. 전기전자제품에 대한 유해물질(납, 수은 등) 규제 제도.  
 4) 'Waste from Electrical and Electronic Equipment'.

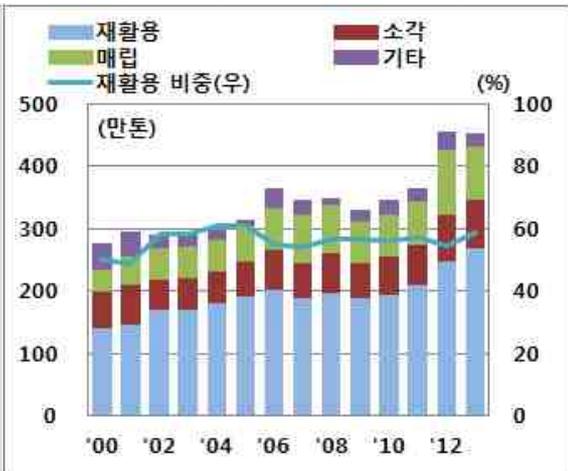
- 폐기물 처리 기술이 빠르게 발전함에 따라 환경오염 물질을 유용한 자원으로 바꾸는 '유해폐기물 재활용' 산업이 부상
- 유해폐기물<sup>5)</sup>이란 인간의 건강이나 환경에 유해하거나 잠재적 위협을 초래하는 폐기물을 의미
  - 유해특성별: 인화성(ignitability), 부식성(corrosiveness), 반응성(reactivity), 용출독성(toxicity) 등을 가진 폐기물
  - 방사성 폐기물 및 감염성 폐기물(의료폐기물)은 제외
- 한국을 포함한 주요국에서는 유해폐기물을 지정폐기물<sup>6)</sup>로 지정하여, 폐기물의 처리 및 관리에 규제를 두고 있음
  - 우리나라의 연간 지정폐기물 배출량은 2000년 277.9만톤에서 2013년 453.2만톤으로 꾸준히 증가하는 추세
  - 지정폐기물 중 재활용되는 비중은 59.0%이며, 나머지는 매립(19.1%), 소각(17.4%), 기타(4.7%) 등으로 처리 (2013년 기준)
  - 지정폐기물의 재활용 비중(59.0%)은 일반 폐기물의 재활용 비중(84.6%)에 비해 낮은 수준

< 국내 지정폐기물 발생 현황 >



자료 : 환경부.

< 국내 지정폐기물 처리 현황 >



자료 : 환경부.  
주 : 2013년 기준.

5) 유해폐기물이란 '방사성 폐기물 및 감염성 폐기물을 제외한 고형물, 슬러지, 액상폐액, 용기에 담긴 폐가스들로 화학적인 반응성, 독성, 폭발성, 부식성, 그 밖의 특성으로 인해 인간의 건강이나 환경에 위해를 야기시킬 수 있는 폐기물'로 정의. (UNEP)

6) '지정폐기물'이란 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물 등 인체에 위해를 줄 수 있는 해로운 물질을 의미하며, 폐산, 폐알칼리, 폐유, 폐유기용제, 폐합성고분자화합물, 분진, 오니류, 의료폐기물 등으로 분류. (폐기물관리법)

○ 연구 목적 및 범위

- 국내 지정폐기물 중 폐유, 폐유기용제, 분진은 발생량이 많고 증가율도 높아서 환경에 큰 부담을 초래
  - 폐유, 폐유기용제, 분진은 전체 지정폐기물의 56.6%를 차지
  - 폐산, 폐알칼리, 폐합성고분자화합물 등은 최근 발생량이 감소하는 추세인데 비해 폐유, 폐유기용제, 분진은 발생량도 지속적으로 증가
- 특히 최근 미세먼지에 의한 대기오염 피해가 급증함에 따라 분진의 발생원인 및 제거 방안에 대한 관심이 증가
  - 미세먼지를 장기간 흡입 시 천식이나 폐질환의 유병률, 조기사망률 증가에 영향을 미칠 수 있음
  - 환경부에 의하면 국내 대기오염물질 중 국외로부터 유입되는 비중은 30~50%, 국내 발생 비중은 50~70%로 추정
- 이에 본고에서는 먼저 지정폐기물 중 분진의 처리 현황 및 문제점을 점검
  - 분진 중에서도 특히 중금속 오염도가 높은 '제강분진(製鋼粉塵)'을 중심으로 검토하여 시사점을 도출

< 사업장 지정폐기물 종류별 발생 현황(2013년) >

	발생량(톤/년)	비중	연평균증가율('00~'13)
폐산	695,874	15.9%	-1.3%
폐알칼리	63,916	1.5%	-6.8%
<b>폐유</b>	<b>890,244</b>	<b>20.3%</b>	<b>3.9%</b>
<b>폐유기용제</b>	<b>1,056,801</b>	<b>24.1%</b>	<b>5.9%</b>
폐합성고분자화합물	14,848	0.3%	-9.4%
<b>분진</b>	<b>617,595</b>	<b>14.1%</b>	<b>4.2%</b>
오니류	361,832	8.3%	6.0%
기타	676,277	15.4%	12.6%
<b>합계</b>	<b>4,377,387</b>	<b>100.0%</b>	<b>3.6%</b>

자료 : 환경부.

주 : 전체 지정폐기물 중 감염성 폐기물(의료폐기물) 제외.

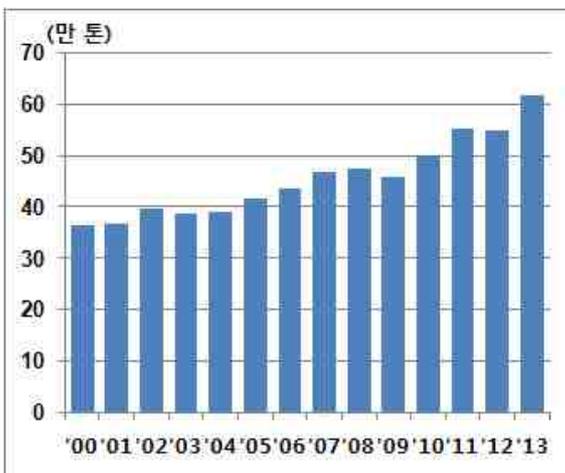
7) 유해폐기물 재활용 산업 현황 및 시사점은 ①분진(제강분진), ②폐유, ③폐유기용제 순으로 발간할 계획.

## 2. 분진 발생 및 처리 현황: 제강분진을 중심으로

### ○ 분진(粉塵) 개요

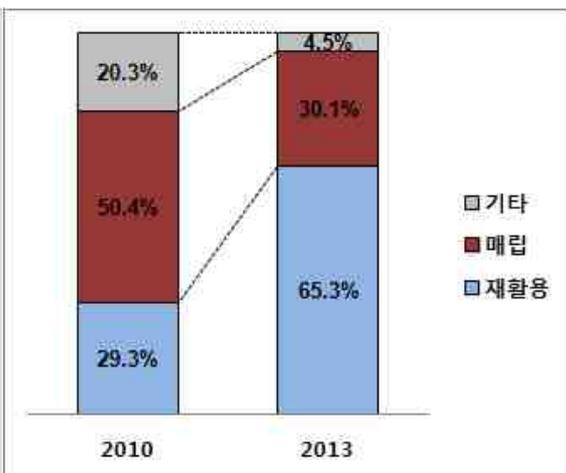
- 분진이란 일반적으로 대기 중에 부유하는 미세한 고체상의 입자를 의미하며 연소나 파쇄 등의 과정에서 주로 발생
  - 국내 분진 관리는 1983년 「환경보전법 시행규칙」에 별도의 크기를 설정하지 않은 부유분진 기준을 설정하면서 시작
  - 이후 1995년 10 $\mu$ m이하의 먼지(PM10)를 대기환경기준에 포함시키고, 2011년 2.5 $\mu$ m이하의 먼지(PM2.5)에 대한 기준을 신설하며 관리를 본격화
  - 폐기물관리법에서 지정폐기물로 분류하는 '분진'은 대기오염방지시설에서 포집된 것에 한하여 적용
  - 우리나라의 연간 분진 발생량은 2000년 36만 톤에서 2013년 62만 톤으로 연평균 4.2% 증가(지정폐기물 기준)
- 분진의 처리 방법을 보면 과거에는 단순 매립이 일반적이었으나 토양·지하수 오염에 대한 우려 증가 및 기술 발전에 따라 점차 재활용 비중이 증가
  - 우리나라의 분진 처리 방법은 매립 30.1%, 재활용 65.3%, 기타 1.9%, 보관 2.7%로 나타남 (2013년 지정폐기물 기준)
  - 분진의 재활용 비중은 2000년 29.3%에 불과하였으나 이후 꾸준히 증가하여 2013년에는 65.3%에 도달

< 국내 분진 발생 추이 >



자료 : 환경부.  
주 : 지정폐기물 기준.

< 분진 처리 방법의 변화 >

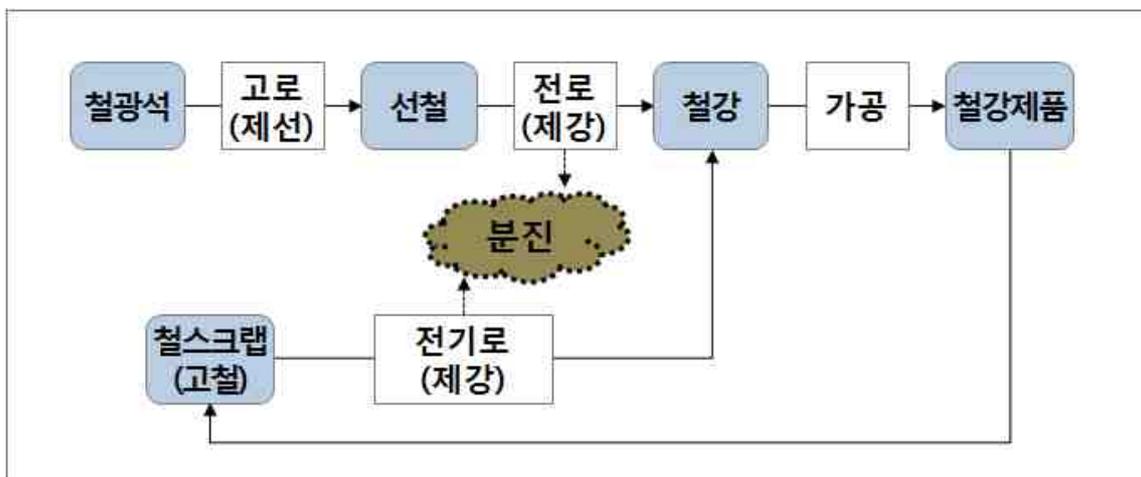


자료 : 환경부.

○ 제강분진(製鋼粉塵) 개요

- 제강분진이란 철강에서 불순물을 제거하는 제강(製鋼) 공정에서 발생하는 분진으로 유해 중금속을 포함하고 있어서 철저한 관리가 더욱 중요
  - 철강 제품을 제조하는 방법은 철광석을 이용하는 방법과 스크랩(고철)을 원료로 하는 방법으로 구분
  - 스크랩(고철)을 전기로에서 녹이는 과정에서 발생하는 분진은 철광석을 이용한 선철의 제강 분진에 비해 유해물질을 더 많이 포함
  
- 제강분진은 납, 아연, 수은 등 중금속 물질이 포함된 지정폐기물이므로 매립 등 폐기 처리시 고가의 처리비가 요구
  - 철 100t을 생산한다고 가정하면 통계적으로 1.5t가량 분진이 발생하며, 분진은 아연(24%) 납(2%) 카드뮴(0.4%) 등을 함유
  - 고철 중에 들어 있는 도금물질, 코팅물질, 유기물질 등은 전기로 제강공정에서 발생하는 분진의 성상에 영향을 미침
  
- 반면, 제강분진은 아연, 납, 철 등 다량의 유가금속을 함유하고 있기 때문에 적절한 재활용 기술이 개발된다면 오히려 높은 수익을 창출할 수 있음
  - 독일의 경우 전기로 제강분진 내 유가금속인 아연과 납의 합이 17.5% 이상의 경우에는 매립보다 자원화하는 것이 바람직하다고 평가하고 있음
  - 국내 전기로 제강분진 중 아연과 납의 평균 함유량은 약 20% 이상으로 자원화 가능성이 충분한 수준

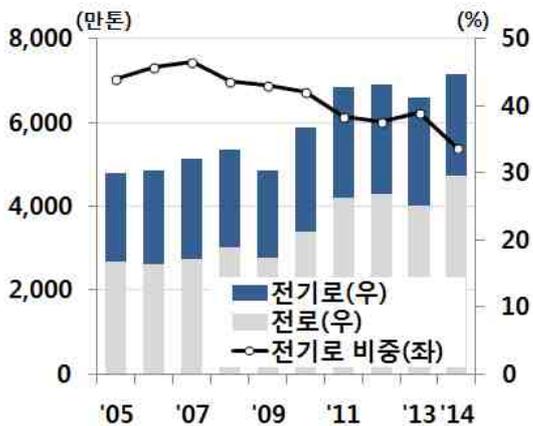
< 철강산업 자원순환구조 및 제강분진 발생지점 >



○ 제강분진 발생 현황

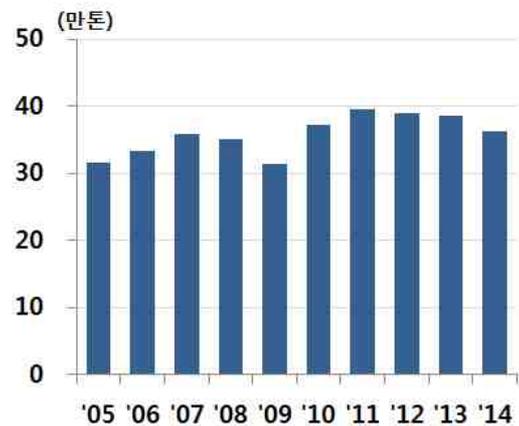
- (조강 생산량 추이) 전기로를 이용한 조강생산은 2,109만 톤에서 2,420만 톤으로 연평균 1.5% 증가
  - 국내 전체 조강생산은 2005년 4,782만 톤에서 2014년 7,154만 톤으로 연평균 4.6% 증가
  - 전로를 이용한 조강생산은 2005년 2,673만 톤에서 2014년 4,735만 톤으로 연평균 6.6% 증가
  - 전기로를 이용한 조강생산은 2005년 2,109만 톤에서 2014년 2,420만 톤으로 연평균 1.5% 증가
  - 전기로를 이용한 조강생산이 상대적으로 느리게 증가하면서 전체 조강생산 중 전기로 조강생산 비중은 2005년 44.1%에서 2014년 33.8%로 하락
  
- (제강분진 발생량 추정) 국내 제강분진 발생량은 2005년 31.6만톤에서 2014년 36.3만톤으로 증가한 것으로 추정됨
  - 일반적으로 전기로를 이용한 조강생산 시, 제강분진 발생량은 전기로를 이용한 조강생산량의 약 1.5%로 알려져 있음
    - ※ 이는 업체별로 차이가 있으며, 국내 업체의 경우 약 1.6~1.8% 수준인 것으로 알려져
  - 제강분진 발생 비중을 1.5%로 가정하여 제강분진 발생량을 추정한 결과, 국내 제강분진 발생량은 2005년 31.6만톤에서 2014년 36.3만톤으로 증가

< 조강생산량 추이 >



자료 : 한국철강협회.

< 제강분진 발생 추이 >



자료 : 현대경제연구원 추정.

○ 제강분진 재활용 현황

- (동향) 2013년 이전까지 제강분진은 건설 자재로 활용되는데 그쳤으며, 2013년부터 본격적인 자원화가 이루어짐
  - 2013년 이전: 제강분진의 대부분이 매립되었으며, 일부가 아스콘 채움재로서 재활용되는데 그쳤음
  - 2013년 이후: 징콕스코리아와 베페사징크코리아 등 2개사가 국내 제강분진 자원화 시설을 가동하면서 본격적인 재활용이 이루어지기 시작
- (재활용 규모 추정) 자원화시설이 도입된 2013년 이후 제강분진의 재활용 규모는 지속 증가할 전망
  - 2013년 이전: 아스콘 채움재로서 제강분진의 재활용 규모는 연간 약 10만톤으로 추정<sup>8)</sup>되며, 이는 연간 제강분진 발생량 대비 약 30% 수준
  - 2013년: 제강분진 재활용 규모는 아스콘 채움재로서 10만톤, 자원화 처리 방식으로 7만톤, 총 17만톤 정도로 추정
  - 이는 2013년 제강분진 발생량(추정) 38.7만톤 대비 44.0% 수준
  - 향후 제강분진 재활용 비중이 지속 증가할 전망이나, 아직 일반 분진(지정폐기물 기준)의 재활용 비율과 비교해 미흡한 수준
  - \* 환경부에서는 '제강분진'을 별도로 분류하여 관리하지 않고 있으며, 이에 따라 정확한 재활용 규모 및 용도 확인은 불가능

< 분진의 재활용 규모 추이 >

기간	재활용 현황(추정)		비고
	처리 방식	규모	
2005~2012	아스콘 채움재	약 10만톤	
2013	아스콘 채움재	약 10만톤	
	자원화 (유가자원 회수)	약 7만톤	징콕스코리아(4만톤/연간) 베페사징크코리아(3만톤/연간)
2014	아스콘 채움재	약 10만톤	
	자원화 (유가자원 회수)	약 24만톤	징콕스코리아(12만톤/연간) 베페사징크코리아(12만톤/연간)

자료 : 국립환경과학원, 언론 보도 종합.

8) 국립환경과학원(2007), '지정폐기물의 처리기준 선진화방안 연구'.

### 3. 제강분진 처리의 문제점

#### ① (법규정비 미흡) 제강분진 자원화를 촉진하기 위한 제도가 미흡

- (제강분진의 매립) 한국을 제외한 주요 선진국에서는 제강분진의 매립을 금지
  - 일본: 1974년부터 전기로에서 배출되는 제강분진의 매립을 금지하고, 자원화 하도록 제도화
  - 미국과 유럽, 대만의 경우도 제강분진의 매립을 금지
  - 한국: 제강분진을 포함한 분진(지정폐기물)은 안정화<sup>9)</sup>, 또는 고형화<sup>10)</sup> 처리를 거쳐 매립하도록 규정
  
- (건설자재로서의 제강분진 활용) 한국은 OECD국가 중 아스콘 충전재로서의 제강분진 활용을 허용하는 유일한 국가
  - 한국: 도로포장용 아스콘 충전재로서 제강분진의 활용을 허용
  - 기타 OECD국: 제강분진을 아스콘 충전재로 사용할 경우, 우천시 유해성분이 용출되어 주변 환경으로 유입, 환경오염을 일으킬 우려가 있어 아스콘 충전재로서 제강분진의 활용을 엄격히 금지
  
- 한국은 주요 선진국과 다르게 제강분진의 매립과 건설자재로서의 활용을 허용하고 있어 재활용 촉진 제도가 미흡한 것으로 평가

< 제강분진 자원화 촉진 제도 비교 >

관련 제도	한국	주요 선진국
제강분진의 매립	허용	일본, 미국, 유럽, 대만 등 금지
건설자재로서의 제강분진 활용	허용	OECD 33개국 모두 금지

9) 유독물질을 포함한 폐기물의 독성을 감소, 또는 제거하기 위해 첨가제(반응물)를 적용하는 공정.

10) 유독물질을 포함한 폐기물에 고화제(경화제)를 첨가하여 고형물질을 형성시키는 공정을 말한다. 안정화 및 고형화는 처리공정상 동시에 이루어지기 때문에 두 공정을 고형화라고 통칭하는 경우가 많다.

② (처리용량 부족) 국내 제강분진 발생량 대비 재활용 설비 용량이 부족

- (미국) 시장점유율 1위 기업인 Horsehead Holdings는 연간 미국 내 발생하는 제강분진의 최대 96.5%까지 처리 가능
  - 2011년 기준 전기로를 통한 제강 생산은 약 5천만톤으로, 약 75만톤 가량의 제강분진이 발생하는 것으로 추정
  - 시장 점유율 1위 기업인 Horsehead Holdings의 제강분진 처리 용량은 73.5만톤으로(2013년 기준) 미국 내 발생하는 제강분진의 최대 96.5%까지 처리 가능
  
- (EU27개국) 시장점유율 1위 기업인 베페사는 연간 EU 내 발생하는 제강분진의 최대 67.7%까지 처리 가능
  - 2011년 기준 전기로를 통한 제강 생산은 약 7천만톤, 제강분진은 약 103만톤 가량의 발생하는 것으로 추정
  - 시장 점유율 1위 기업인 베페사(아벵고아 그룹)의 제강분진 처리 용량은 70.0만톤으로 EU 내 발생하는 제강분진의 최대 67.7%까지 처리 가능
  
- (한국) 시장점유율 1위 기업인 징콕스코리아사는 연간 국내 발생하는 제강분진의 최대 45.3%까지 처리 가능
  - 2013년 기준 전기로를 통한 제강 생산은 약 2천만톤, 제강분진은 약 35만톤 가량의 발생하는 것으로 추정
  - 시장 점유율 1위 기업인 징콕스코리아의 제강분진 처리 용량은 17.5만톤으로 국내 발생하는 제강분진의 최대 45.3%까지 처리 가능

< 제강분진 자원화 시설 비교 >

국가(지역)	제강분진 발생량 (만톤, 추정)	최대기업 처리용량 (만톤, 추정)	발생량 대비 최대 처리용량(%)
	(A)	(B)	(B/A*100)
미국	76.2	73.5	96.5
EU27개국	103.4	70.0	67.7
한국	38.6	17.5	45.3

자료 : Horsehead Holdings, 베페사, 세계철강협회, 현대경제연구원.

③ (환경오염 유발) 제강분진에 포함된 유해성분이 완전히 제거되지 않은 상태에서 매립되거나 재활용되는 사례가 발생

- 제강분진이 도로포장용 아스콘, 건축용 시멘트 등으로 재활용되거나 매립되는 경우 잔존 오염물질에 의해 심각한 환경오염 피해가 발생
  - 도로포장에 사용된 분진에 남아있는 유해성분이 타이어와 마찰을 통해 미세 먼지로 공기 중에 배출
  - 2013년 전남 여수에서는 납과 카드뮴 등 중금속 성분이 포함된 검은 비가 내렸는데, 이는 인근에 있는 제강분진 매립장에서 유출된 것으로 추정
- 특히, 방사능 오염 가능성이 있는 일본산 철스크랩의 수입이 증가함에 따라 제강분진에 의한 방사능 피폭 우려가 고조
  - 국내 철스크랩 수요 3,300만톤 중 900만톤 정도를 수입에 의존하고 있으며 일본산 철스크랩이 차지하는 물량은 470만톤 규모 (2013년 기준)
    - \* 폐금속류는 「폐기물의 국가간 이동 및 그 처리에 관한 법률」에 따라 고시된 폐기물(바젤협약 A목록 및 OECD황색폐기물)에 해당되지 않고 「폐기물관리법」에 따른 수출입 신고대상 폐기물에 해당
  - 2011년 서울 노원구에서는 아스팔트 포장도로에서 방사능이 검출되었는데, 이는 방사능에 오염된 철스크랩 재활용 과정에서 발생한 제강분진이 아스콘에 혼입되었을 것으로 추정

< 제강분진 환경오염 사례 >

일시	지역	피해 내용	추정 원인
2011.11	서울 노원구	아스팔트 포장도로에서 방사능 검출	방사능 오염 철스크랩 재활용 과정에서 발생한 제강분진이 아스콘에 혼입
2013. 6.	전남 여수	납과 카드뮴 등 중금속 성분이 포함된 검은 비 내림	인근 산업단지 제강분진 매립장에 강한 바람이 불면서 유출

자료 : 언론 보도 종합.

④ (금속자원 손실) 제강분진에 함유된 유가금속을 추출하지 않고 단순 매립함에 따라 경제적 손실 발생

- (제강분진의 경제적 가치) 제강분진 전량이 자원화되는 경우를 가정하는 경우, 제강분진의 경제적 가치는 총 2억 3,657만 달러
  - 국내에서 발생하는 제강분진 전량이 자원화되는 경우를 가정하면, 철과 아연 회수를 통한 제강분진의 경제적 가치는 총 2억 3,657만 달러
  - 특히 제강분진으로부터 회수되는 아연의 양은 9.1만톤으로 국내 연간 수요의 20%에 달함
- (제강분진 매립 소요 비용) 한편 분진 매립에 소요되는 비용은 2013년 기준 약 1,041만 달러
  - 2010년 기준 국내 전기로 9개사는 연간 40만톤의 제강분진을 배출하며 톤당 5~6만원, 연간 총 180억원 이상의 매립비용을 부담<sup>11)</sup>
  - 2013년 기준, 매립되는 제강분진(19만톤)의 매립비용은 톤당 6만원 적용시 총 114억원(2013년 평균 환율적용 1,041만 달러)
- 제강분진에서 유가금속을 추출하지 않고 단순 매립함에 따라 발생하는 경제적 손실은 약 2억 5천만 달러에 이를 것으로 추정 (2013년 기준)

< 제강분진 재활용의 경제적 가치 >

회수금속		철(Fe)	아연(Zn)
분진 내 함유량(%)	(A)	30.0	25.2
회수량(만톤)	(B= A*분진량)	10.9	9.1
가격(달러/톤)	(C)	406	2,103
경제적가치(천달러)	(D=B*C)	44,208	192,362
비고		국내 연간 생산량의 0.1%	국내 연간수요의 20%

주 : 1) 철 가격은 철스크랩(수입)의 2014년 하반기 평균 가격.  
 2) 아연가격은 런던금속거래소(LME) 2015.2월 평균 가격.

11) 산업통상자원부 보도자료(2011.3.11), '전기로 분진, 아연 등 산업용 소재로 재탄생'.

#### 4. 시사점

- 첫째, 사업자들이 자발적으로 유해폐기물 재활용에 나설 수 있도록 인센티브를 강화하는 방향으로 법·제도를 정비해야 한다.
  - 폐기물 배출량 감축, 순환제품 의무 사용 등 사업자에 대한 규제에만 지나치게 의존할 경우 오히려 자발적인 자원순환 동력을 저해할 우려가 있음
  - 불법 처분 등 부작용을 최소화하기 위해서는 사업자들이 자발적으로 자원순환에 동참할 수 있도록 유인책을 설계
  - 현재 입법 추진 중인 「자원순환사회 전환 촉진법」이 실효성을 가질 수 있도록 이해관계자 및 시민사회의 의견을 적극 반영하여 보완
  
- 둘째, 자원순환 과정에서 오염물질에 의한 피해가 발생하지 않도록 관리·감독 기준을 강화해야 한다.
  - 소각재, 슬러지, 슬래그 등의 폐기물이 시멘트 등으로 재활용되는 경우 품질 등급 구분, 성분 표시, 재활용폐기물 원산지 표기 등의 기준 마련
  - 특히 방사능 오염 우려가 있는 일본산 철스크랩 및 석탄재 수입 시 철저한 전수조사를 의무화
  - 유해 폐기물을 일부 가공·처리하는 방식으로 바젤협약을 피해 수출입하는 사례가 근절될 수 있도록 법규를 정비하고 관리감독을 강화
  
- 셋째, 친환경·고기능 제강분진 처리 용량을 충분히 확충하여 환경오염 우려가 없는 재활용 비율을 높여야 한다.
  - 국내 철스크랩 재활용 과정에서 발생하는 제강분진을 충분히 처리할 수 있는 수준으로 재활용 설비 용량을 확충
  - 기업에서 발표하는 처리가능 용량과 실제 처리 용량과의 괴리를 줄이는 한편, 유·무형 진입장벽을 완화하여 신규 기술기업의 시장 진입을 유도
  - 철강 대기업과 제강분진 처리 기술을 갖춘 중소기업이 공생발전할 수 있도록 건강한 자원순환 생태계 구성에 주력

- 넷째, 자원순환 관련 연구개발(R&D) 투자를 확대하고 자원순환형 산업을 새로운 성장동력으로 육성하는 데 주력해야 한다.
  - 국가적 차원에서 자원순환 관련 연구개발 투자를 확대함으로써 기술경쟁력을 확보하고 글로벌 자원순환 시장을 선점
  - 우수한 기술력을 기반으로 고부가가치를 창출할 수 있는 능력을 갖춘 중소기업을 선별하여 지원을 확대
  - 자원순환 과정에서 중요한 역할을 담당하고 있는 영세 자원순환사업자에 대한 구체적인 지원책을 마련 **HRI**

산업전략본부 장우석 연구위원 (2072-6237, jangws@hri.co.kr)

전해영 선임연구원 (2072-6241, hjeon@hri.co.kr)

【첨부】 주요국의 환경관련 규제

구분	명칭	발효	내용
EU	폐차처리지침(ELV)	2000	자동차 폐차 시 생산자 비용부담 및 재활용 비율 의무화
	친환경설계지침 (EuP)	2005	에코디자인이 적용되지 않은 에너지 사용품목의 시장진입 금지
	폐전기·전자제품처리 지침(WEEE)	2005	폐전기·전자제품 회수 및 재활용 의무화
	유해물질사용제한 지침(RoHS)	2006	전기전자제품 내 6개 유해물질 함유 금지
	신화학물질관리제도(REACH)	2007	일정규모 이상 수입되는 모든 제품의 화학물질 등록 및 허가
미국	평균연비제도(CAFE)	1979	자동차의 평균연치 규제
	캘리포니아 폐전기전자제품활용법	2005	폐전자제품에 대한 재활용 요금 부과
중국	전자정보제품오염 관리법	2007	전자정보제품에 포함된 6대 오염물질 허용함량 준수 여부
	폐전기전자제품의 회수처리관리 조례	2009	제품판매, 수리 및 A/S업체는 폐기제품의 회수정보를 표시해야 함
	폐가전 및 전자제품회수처리 관리규칙	2011	전자제품의 에코디자인, 제품정보회수 및 처리가제의무 부과
일본	PC리사이클법	2003	PC에 포함된 유해물질의 회수 및 분리 처리 의무화
	가전리사이클법	2006	제조업자 및 수입업자의 리사이클 의무화
	특정화학물질함유 표기법(J-MOSS)	2006	전기전자기기 특정 화학물질 표시방법