

# 철강슬래그 발생, 재활용 현황 및 전망

Current Status and Prospect of Utilization of Steel Slag

김동현 Dong-Hyun Kim  
 (주)포스코 환경에너지기획실  
 부산물자원그룹 매니저

진수종 Soo-Jong Jin  
 (주)포스코 환경에너지기획실  
 부산물자원그룹 팀리더

전장곤 Jang-Gon Jeon  
 (주)포스코 환경에너지기획실  
 부산물자원그룹리더

## 1. 머리말

철강슬래그는 철을 생산하는 과정에서 발생하는 산업부산물로, 철강공정에서 발생하는 철 이외의 불순물과 이 불순물을 제거하기 위해 투입되는 원료의 물리화학적 혼합에 의해 형성되며, 발생하는 공정에 따라 고로슬래그와 제강슬래그로 분류한다(그림 1).

고로슬래그는 고로에서 선철을 제조하는 과정에서 철광석과 코크스, 석회석 등에 존재하는  $SiO_2$ 와  $Al_2O_3$  등이 고온에서 석회와 반응하여 생성된다. 고로슬래그는 냉각방식에 따라 수재(급랭슬래그), 괴재(서냉슬래그)로 분류할 수 있으며, 수재는 포틀랜드시멘트와 유사한 화학성분을 나타낼 뿐만 아니라 잠재수경성이 있어 시멘트 혹은 시멘트 대체재로, 괴재는 파쇄 및 입도선별의 과정을 거쳐 도로 노반재, 성토재 등으로 활용하고 있다.

제강슬래그는 철을 강으로 제조하는 과정에서 발생하는 부산물로, 공정에 따라 다시 전로슬래그와 전기로슬래그로 분류할 수 있다. 제강슬래그에는 미반응된  $CaO$ (Free- $CaO$ )가 잔존하고 있어 물과 접촉하면 부피팽창이 일어나므로 콘크리트용 골재 등으로 활용하고자 하는 경우, 일정 기간 야적하거나 증기를 이용하는 등의 에이징(aging) 과정을 거치도록 하고 있다. 철강슬래그는 1,500℃ 이상의 고온의 용광로에서 형성되므로 불순물이 포함되지 않고 크롬이나 납과 같은 유해중금속이 용출되지 않는 친환경적인 부산물이라 할 수 있다(표 1, 그림 2). 철강슬래그는 시멘트 원료, 토목용 골재 등으로 100% 재활용하고 있으나 철강 생산량이 매년 증가함에 따라 슬래그의 발생량도 증가하고 있으며, 대부분 건설 산업에 활용되는 특성상 건설경기 따라 활용시기 및 활용폭에 제한이 있을 수 있다. 이에 중장기적인 관점에서 새



그림 1. 철강슬래그의 종류

표 1. 폐기물공정시험법에 따른 용출시험 결과(경북 보건환경연구원)

항목	Pb	Cu	As	Hg	Cd	Cr6+	CN
고로슬래그	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
제강슬래그	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
기준치(단위:ppm)	3.0	3.0	1.5	0.005	0.3	1.5	1.0

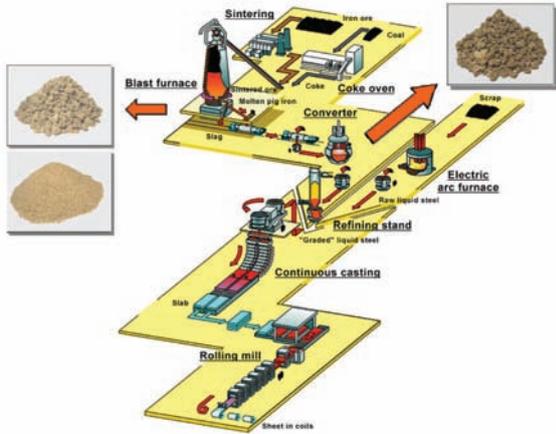


그림 2. 철강 공정에서 슬래그의 발생

로운 용도 개발을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다(그림 3).

## 2. 고로슬래그 발생 현황 및 전망

고로슬래그 발생량은 꾸준히 증가하여 국내에서는 2011년 1,360만톤이 발생되었으며, 이 중 63%인 860만톤이 시멘트 원료 혹은 콘크리트용 혼화재로 활용되었다. 고로슬래그의 70% 이상은 고로에서 발생된 용융슬래그를 물로 급속분사시켜 급랭시킨 수재로, 비정질로 형성되며 잠재수경성을 지니고 있어 고로슬래그시멘트 및 고로슬래그미분말 제조 시 원료로 주로 활용되고 있다. 이외에 최근 콘크리트용 잔골재로 활용하기 위한 시공지침이 제정되었다.

괴재는 용융슬래그를 공기 중에서 서냉시킨 것으로, 입도선별 등의 과정을 거쳐 도로 노반재, 성토용 골재 등으로 활용되고 있으며 일부 규산질 비료로 활용하고 있다. 고로슬래그 발생량은 고로의 선철 생산량에 좌우되



그림 3. 2011년 고로슬래그 용도별 활용현황(철강협회)

며, 우리나라의 경우 최근 이어지는 고로 증설에 따라 계속 증가하여 2014년 연간 발생량은 2011년 대비 200만톤 증가한 1,500만톤 수준에 이를 것으로 전망되므로 고로슬래그 수요 및 용도 확대를 위한 다양한 방안을 강구할 필요가 있을 것으로 사료된다(그림 4).

## 3. 제강슬래그 발생 현황 및 전망

제강공정에서 발생하는 슬래그를 제강슬래그라고 통칭하며, 공정별로 세분화하여 분류할 수 있으나 일반적으로 전로슬래그 및 전기로슬래그로 나누어볼 수 있다. 2011년 제강슬래그 발생량은 1,030만톤으로, 주로 토목용 성토재(56%), 도로 노반재(26%) 등으로 활용되고 있으며, 이외에 제철공정에 재활용하거나 일부 벽돌용 골재 등으로 활용하고 있다(그림 5). 제강슬래그는 고로슬래그와 달리 잠재수경성이 낮아 시멘트용으로는 활용이 곤란하여 토목용, 콘크리트용 골재로 주로 활용하고 있으며, 이를 위해 최근 전기로 산화슬래그를 콘크리

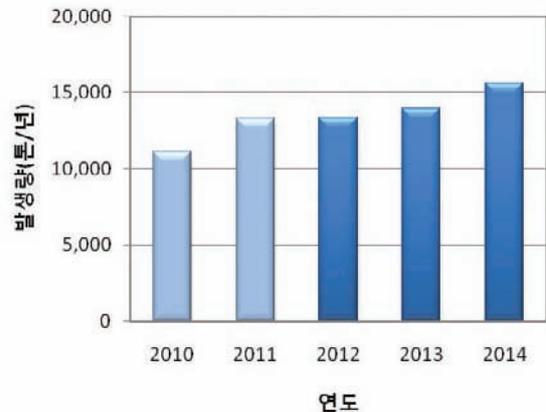


그림 4. 고로슬래그 발생량 전망(철강협회)



그림 5. 2011제강슬래그 용도별 활용현황(철강협회)

트용 골재로 활용할 수 있도록 규격이 개정(KSF 4571, 2011.5)되었다. 이러한 제강슬래그의 친환경, 고부가가치 활용 방안의 하나로, 바다생태계 보전을 위한 슬래그 바다 숲 조성도 정부 주도하에 추진되고 있으며, 제강슬래그를 골재로 활용한 콘크리트 구조물을 인공어초로 활용하고 있다.

제강슬래그의 발생량은 꾸준히 증가할 것으로 예상되므로 발생 공정별로 다양한 물리화학적 특성을 가지는 제강슬래그를 종류별로 용도를 특화시키기 위한 연구개발 등의 활동이 지속적으로 이어져야 할 것이다(그림 6).

#### 4. 맺음말

철강슬래그는 1,500℃ 이상의 고온의 용광로에서 형성되므로 불순물이 포함되지 않고 환경호르몬, 다이옥신과 같은 유해물질이 없으며, 크롬이나 납과 같은 유해중금속이 용출되지 않는 자원순환형 재료라고 할 수 있다. 또한 시멘트 원료 혹은 토목용, 콘크리트용 골재로 활용할 경우 천연자원을 보전함과 동시에 에너지, CO<sub>2</sub>를 저감할 수 있는 재료로써 슬래그의 가치가 재조명되고 있다.

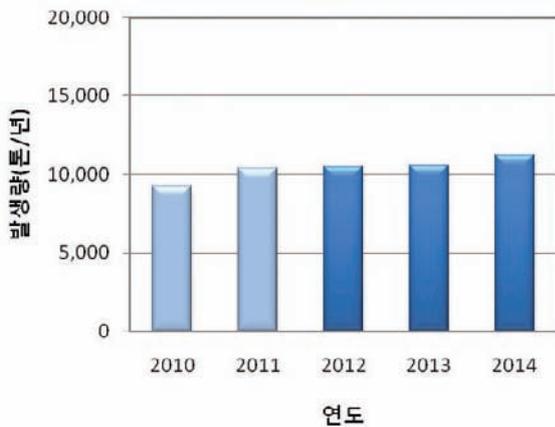


그림 6. 제강슬래그 발생량 전망(철강협회)

이와 같은 탄소저감형, 자원순환형 재료로서 철강슬래그 고부가가치 활용확대를 위한 학계 및 산업계의 많은 연구와 현장적용이 진행되어야 하며, 특히 근래 부각된 슬래그 다량치환 콘크리트 등의 슬래그 다량 활용을 위한 방안 모색을 위해 노력해야 하겠다. 

담당 편집위원 : 유성원(우석대학교) imysw@woosuk.ac.kr



**김동현 매니저**는 한양대학교 토목공학과에서 '제강슬래그의 에이징 전, 후 장기용출거동에 대한 연구'로 석사학위를 취득하였으며, 2010년부터 (주)포스코 환경에너지기획실 부산물자원그룹에서 철강슬래그 신수요 개발 업무를 맡고 있다.  
dieichi@posco.com



**진수종 팀리더**는 1992년부터 (주)포스코의 부산물 재활용 분야에서 근무하였으며, 현재 환경에너지기획실 부산물자원그룹 슬래그 수요개발팀리더로서 (주)포스코에서 발생하는 슬래그의 고부가가치화를 위한 다양한 기획업무를 진행하고 있다.  
soojong@posco.com



**전장곤 그룹리더**는 '제강공정 Stopping 현상에 관한 수치해석적 연구'로 포항공대에서 석사학위를 취득하였으며 1990년부터 (주)포스코의 환경분야에서 근무하였으며 현재 환경에너지기획실 부산물자원그룹리더로서 (주)포스코 및 패밀리사의 슬래그를 비롯한 부산물의 안정적 재활용 및 부가가치 향상을 위해 힘쓰고 있다.  
jgjeon@posco.com