

철강산업 부산물의 재활용 확대를 위한 기술개발의 필요성

The need for technology development to expand the recycling of by-products from the steel industry



박성호 Sung-Ho Park
자원순환산업인증원
사무국장
E-mail : webmaster@gr.or.kr

1. 머리글

정부가 '2021 P4G 서울 녹색미래 정상회의'에서 올해를 순환경제 원년으로 삼아 순환경제 선도 모델을 발굴, 지원하는 공정한 순환경제로의 전환을 밝힌 가운데, 철강산업은 사용 후에 재활용이 무한한 순환경제 시대에 주목받는 산업 중 하나로, 산업부문의 순환경제 전환을 통한 탄소중립을 촉진하기 위해 철강산업에서 발생하는 부산물(이하 '철강부산물')의 재활용 용도확대 및 고부가가치가 필수적이라 할 수 있다. 현재 철강제품은 사용 용도별 수요처의 요구에 맞게 국가표준을 보유하고 있다. 하지만 철강부산물과 이를 활용한 산업간 연계제품에 대한 표준은 전무한 상태이다. 철강부산물이 거의 대부분 재활용돼 자원으로 재사용되고 있다는 것을 고려하면 구조적 문제점을 확인하여 정책적 지원 및 제도적 개선방안에 대해 적극적인 검토가 필요하다. 이에 본 특집기사에서는 첫째, 어떤 수준의 재활용 제품을 만들어야 할지에 대한 품질기준 제시의 필요성, 둘째, 산업통상자원부의 우수재활용제품(GR) 인증제도의 철강부산물 재활용제품의 표준화 진행 현황과 철강부산물 재활용 문제점 검토, 마지막으로 국내 상용화 및 세계시장을 선점할 수 있는 철강부산물 재활용 기술의 고도화 및 산업간 연계제품의 표준화를 통하여 새로운 이용가치를 부여하는 정책적 지원 및 제도적 개선 방안을 제시하고자 한다.

2. 재활용 현황

철강 생산 각 공정에서 다양한 부산물이 발생하는데, 철강부산물 중 슬래그가 80%로 대표적인 부산물이다. 우리나라는 세계 6위의 조강 생산국으로 철강부산물의 발생량도 매우 막대하여 연간 약 3,200만 톤 규모로 우리나라 전체 사업장 폐기물 발생량의 23.4%를 차지하고 있으며, 발생되는 철강슬래그의 자원재활용률은 100.2%로 전량 재활용되어 철강부산물은 버릴 필요 없이 제각기 쓰임새를 갖고 있는 또 다른 '제품', 즉 '병행 생산 제품'이라고 산업계에서는 보고 있다.

철강슬래그는 고온에서 생성되어 매우 안정적인 광물상(鑛物相)을 갖게 되어 폐기물

연도	고로슬래그	제강슬래그	계
2017	99.8 %	100.6 %	100.1 %
2018	96.5 %	94.6 %	95.7 %
2019	99.3 %	96.9 %	98.4 %
2020	99.7 %	101.0 %	100.2 %

구분	고로슬래그	제강슬래그	계
합계	16,431,477톤	10,233,416톤	26,664,893톤

그림 1. 철강슬래그 연도별 재활용률 및 발생량

구분	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Pb	F ⁻	Cr ⁶⁺	Hg
1지역 기준치	100	150	300	25	4	200	400	5	4
2지역 기준치	200	500	600	50	10	400	400	15	10
3지역 기준치	500	2000	2000	200	60	700	800	40	20
고로슬래그	불검출	1.3	6.5	불검출	불검출	불검출	329	불검출	불검출
제강슬래그	2.6	불검출	18.3	불검출	불검출	6.4	339	불검출	불검출

그림 2. 철강슬래그의 토양오염물질 함량 분석 결과(자원순환산업인증원 '17년 2월 분석)

관리법 상 유해물질의 용출은 거의 일어나지 않으며, 토양환경오염 우려 기준 이하의 수준이며, 물리적, 화학적 성질도 우수해 친환경 건설자재로의 적용성이 높은 편이다.

국내 법률에서도 이러한 철강슬래그의 유용성 및 친환경성을 인정하여 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」에서 ‘지정부산물’로서의 법적 지위를 부여하고, 「철강슬래그 배출사업자의 재활용지침」을 통해 철강슬래그 재활용 용도의 확대 및 품질향상을 위한 기술개발, 공동협력 등을 규정하고 있다. ‘지정부산물’이란 법에서 재활용하는 것이 그 자원을 효율적으로 이용하는데 특히 필요한 것이라고 정의하고 있다.

3. 철강슬래그 재활용의 문제점

철강슬래그는 친환경 재활용 자원으로 대부분 재활용되고 있지만, 실상은 자원으로서의 가치를 제대로 인정받지 못하고 있다. 외국의 현황과 비교해보면 대부분 ‘성토 및 복토용’으

로 통계적인 수치상의 재활용율을 높인 폐기물 처리로 추정되기 때문이다.

철강슬래그 중 고로슬래그 외에 뚜렷한 재활용 용도가 마련되지 않은 것은 「철강슬래그 배출 사업자의 재활용지침(산업부 고시 제2015-257호)」에서도 확인할 수 있다. 동 지침 별표 1에서는 철강슬래그의 재활용용도를 시멘트원료, 콘크리트용 혼화재, 규산질 비료원료 등 총 16종을 규정하고 있으나, 지침에서 규정한 재활용 용도별 기술개발 및 표준화가 미흡하여 별표 3에서 용도별 한국산업규격 등 관련 규격을 총 7종만 규정하고 있기 때문이다.(콘크리트용 고로슬래그 골재 및 아스팔트 표면 처리용 부순골재 등 2종의 해당 KS는 폐지됨)

철강슬래그가 환경규제 강화로 폐기물관리법의 규제에 묶여 활성화되지 못하고 있기 때문에, 제도적 보완과 규제 개선도 필요하다. 세계 각국에서는 철강슬래그의 재활용 용도 개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 따라서, 국내에서도 단순 재활용으로서 성·복토의 수준에서 벗어나 지정부산물로서 부가가치가 높은 ‘신규 건설용 Eco-product 제조기술

유럽 (2018)	고로 슬래그 (2,070 만 톤)			제강 슬래그 (1,150 만 톤)								
	시멘트	도로	기타	시멘트	도로	제철원료	기타					
	81.4 %	20.9 %	2.5 %	5.2 %	59.7 %	19.5 %	15.6 %					
미국 (2017)	고로 슬래그 (830 만 톤)					제강 슬래그 (770 만 톤)						
	레미콘	아스콘	도로	시멘트	기타	아스콘	도로	채움재	기타			
	12.2 %	11.8 %	30.2 %	35.3 %	10.5 %	20.3 %	42.3%	15.5%	21.9 %			
일본 (2018)	고로 슬래그 (2,386 만 톤)				제강 슬래그 (1,372 만 톤)							
	시멘트	도로	콘크리트	기타	시멘트	제철 원료	도로	토목	기타			
	75.8 %	13.1 %	6.7 %	4.4 %	3.6 %	18.6 %	37.1 %	30.5 %	10.2 %			
한국 (2020)	고로 슬래그 (1,645 만 톤)						제강 슬래그 (1,077 만 톤)					
	시멘트 원료	내화물 제품	비료 생산	도로 보조기중	성복토	기타	제철 원료	시멘트 원료	내화물 제품	도로 보조기중	성복토	기타
	88.9%	0.2%	1.7%	2.7%	6.1%	0.4%	18.2%	5.3%	2.2	19.7%	47.6%	7.0%

그림 3. 철강슬래그의 용도별 재활용 현황

철강슬래그 배출사업자의 재활용 지침 (산업부 고시 제2015-257호)	
[별표 1][별표 2] 철강슬래그 재활용 용도 및 관련 규격	
가. 시멘트원료 - 고로슬래그 시멘트(KS L 5210)	나. 콘크리트용 혼화재 - 콘크리트용 고로슬래그 미분말(KS F 2563)
다. 규산질 비료원료	라. 벽돌용 콘크리트용 골재 - 콘크리트용 고로슬래그 골재(KS F 2544) * 2016년 12월 28일 폐지
마. 성토용 골재	바. 복토용 골재
사. 호안공사용 골재	아. 공유수면매립지 뒷채움재 - 케이슨 채움재용 슬래그(KS F 2579)
자. 도로용 아스콘용 골재 - 도로용 철강슬래그(KS F 2535)	차. 요업용 골재 및 재료
카. 배수층 골재(고로슬래그에 한한다.)	타. 미끄럼방지용 골재 - 아스팔트 표면 처리용 부순골재, 부순슬래그 골재 * 2017년 10월 17일 폐지
피. 옹벽 및 뒷채움재	하. 기초 잡석용
거. 암면 원료 - 인조 광물섬유 단열재(KS L 9102)	너. 제철 원료

그림 4. 철강슬래그 재활용 용도 및 관련 규격

개발' 및 이를 통한 '철강부산물의 재활용 용도 확장'이 무엇보다 선행되어야 한다고 생각한다.

특히 2018년 세계철강협회 주도하에 '철강제품에 대한 전과정목록 산정(ISO 20915)' 국제표준 제정으로 철강산업 규제가 전 생애 주기 이산화탄소 배출량 기준으로 전환될 것으로 전망되므로 철강슬래그를 활용한 용도의 2차 제품 확장을 통해 잠재적인 편익의 정량적 산정 및 반영이 필요하고 생각된다.

4. 산업통상자원부 우수재활용제품(GR) 인증제도

다양한 정부 인증제도 중 재활용제품에 특화된 우수재활용 제품(GR, Good Recycled product. 이하 'GR'이라 함) 인증 제도는 '97년 5월 산업계의 자원재활용촉진 종합대책 수립 이후, 산업통상 자원부에서 재활용제품의 품질향상을 유도하여 소비자 인식 제고 및 수요기반을 확충하기 위하여 품질이 우수한 재활용제품에 대해 국가가 품질을 보증하는 제도이다.

국내에서 발생한 재활용 가능 자원을 활용하여 기술개발 및

