

시멘트의 환경성능평가를 위한 기초적 연구

김홍주* · 이승현 · 이세진

<군산대학교>

1. 서 론

국가·기업의 녹색경영 촉진, 온실가스의 총량 제한 배출권거래제 도입 등 온실가스 배출 감축과 관리 표준화가 국제 이슈로 부각됨에 따라 선진국을 중심으로 온실가스의 배출권 거래 활성화 및 국제표준의 주도권 장악을 위한 경쟁이 본격화되고 있다. 현재 제품이나 서비스의 LCA를 위한 표준은 ISO 14040s로 제안되고 있으나 이는 일반적인 기준으로 특정 제품군에 적합한 규준은 아니다. 따라서 시멘트 산업을 위한 LCA 규칙도 필요하고, 이를 활용한 시멘트의 환경성 정보를 포함하는 환경선언 표준도 필요한 실정이다.

시멘트의 환경성 정보는 건축물의 전생애주기에서 발생하는 환경영향이나 부하의 정도를 파악하고 이를 이용하여 각 분야별 혹은 각 단계별로 환경부하를 저감시킬 수 있는 방안이나 기술을 도출하기 위한 기초 정보라 할 수 있다. 따라서 시멘트 제품의 환경성 정보는 정량적으로 제공될 필요가 있으며, 이러한 정보는 지속가능한 건축을 실현하는데 실질적인 도구로 활용될 수 있다.

이를 위해서는 시멘트산업에 대한 환경성능을 규정하고 대상 범위를 설정하며, 평가방법에 대한 국내외 표준의 조사와 관련 업계의 의견수렴과, 해외 사례에 대한 조사와 반응을 통하여 시멘트 산업의 환경성능을 평가하는 표준으로 제정될 수 있도록 해야 한다.

이러한 시멘트산업의 온실가스 저감을 위한 표준화 기반 마련은 대표적 온실가스 배출산업으로 인식되고 있는 시멘트산업의 온실가스 저감

활동을 적극적으로 지원하기 위한 여건을 조성하여 탄소경제시대에 대비한 기업의 경쟁력을 확보하고 국민 삶의 질을 향상시키기 위한 기술 혁신을 적극적으로 주도하는데 있다. 우리나라의 제조업 중 비금속광물분야의 배출량은 전체 배출량의 12% 정도이고, 그 중 절반 정도를 시멘트산업에서 배출하고 있는 것으로 분석되어 시멘트산업의 전체 배출기여도가 단일 제조업으로는 가장 높은 수준이고, 시멘트산업의 환경영향은 제조단계에서만 국한되는 것이 아니라 사용 단계나 폐기 단계에서도 자원고갈이나 대기오염, 폐기물 발생 등의 환경부하를 발생시키고 있어 산업자체의 환경 친화적인 체제로의 전환이 시급한 실정이다.

이에 시멘트를 생산하고 공급하는 과정에서의 온실가스 배출을 저감하기 위해서는 시멘트에 대한 환경성능 평가기술이 표준화가 되어야 하며 이를 활용하여 시멘트산업의 온실가스 배출을 저감하기 위한 방안을 도출 할 수 있어야 한다. 이를 위하여 시멘트제품의 환경성과를 객관적이며 신빙성 있는 근거에 따라 공표할 수 있는 기준의 개발이 필요한 실정이다.

2. 시멘트 환경성능 평가 방법의 일반 원칙

2.1 적용 범위

시멘트 환경성능 평가를 위해서는 시멘트의 생산에서 최종소비자까지 전달되는 전 과정에

관련된 에너지 소비, 천연자원 소비 및 온실가스 배출과 관련된 정량적인 환경성능 평가기법에 대한 일반원칙에 대하여 규정해야 한다.

본 방법은 시멘트의 환경제품 선언(EPD, Environmental product declarations)을 위한 설명과 요구사항을 담고 있다. 즉, 이 표준은 시멘트 제품의 제 3유형 환경성 선언을 위한 KS I ISO 14025에 정의된 바와 같이 제품범주(PCR, Product category rules)를 위한 체계와 기본 요구조건을 제공할 수 있다.

본 방법의 적용대상이 되는 시멘트의 종류 및 환경영향평가 범위는 다음과 같다.

2.1.1 적용대상

- 1) KSL5201, 포틀랜드 시멘트
- 2) KSL5210, 고로슬래그 시멘트
- 3) KSL5401, 포틀랜드 포졸란 시멘트
- 4) KSL5204, 백색포틀랜드 시멘트

2.1.2 시멘트의 환경영향평가 범위

- 1) 기본단위, 기준흐름 및 시스템 경계 정의
- 2) 데이터수집및분석방법
- 3) 전과정 단계별 입출력 물질의 종류 및 특성의 분석방법
- 4) 전과정 단계별 환경영향평가 요소
- 5) 결과의 해석

2.2 방법론적 원칙

2.2.1 시멘트의 환경제품선언의 목적

시멘트의 환경제품선언의 최종목적은 시멘트의 환경적인 영향에 대한 검증가능하고 정확한 정보의 교류를 통하여 환경에 미치는 영향이 적은 시멘트의 공급과 생산을 장려하고, 나아가 시장 주도적이고 지속적인 환경개선의 가능성을 고무하기 위함이다.

이 방법은 시멘트의 제 3유형 환경성선언을 개발하는데 적용되는 방법론의 투명성을 보증하기 위하여 제공된다. 방법론은 일관성 있고 과학적으로 확실하며 모든 환경적 영향들이 이중 계산 없이 완전히 설명됨을 보증해야 한다.

본 방법론의 요구사항에 더하여 국내표준인

KS I ISO 14025와 국제표준인 ISO 15392에 있는 원칙과 절차가 적용되어야 한다. 이 표준은 시멘트의 EPD를 위한 추가적인 설명과 요구사항을 포함하고 있다. 본 방법에서 보다 더 구체적인 요구사항을 담고 있는 부분은 건축제품 EPD를 위한 KS I ISO 14025를 보완한다. 또한 KS Q ISO 14020에 설명된 환경성 선언 원칙이 적용된다.

시멘트는 건축제품에 포함되는 재료로서, 건축제품의 제 3유형 환경성선언은 건축물의 계획과 평가를 위한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다. 제 3유형 환경성 선언은 또한 구매자, 건축가 등과 같은 다른 이해관계자들이 특정한 조건하에서 건축제품의 환경적 영향을 비교하기 위해 사용될 수 있다. 제 3유형 환경성선언은 전과정 평가 및 전과정 목록분석의 정보모듈에 기반을 둔다. 전과정 평가에서 다루지 않는 관련 환경측면들은 추가적인 환경정보로 다루게 된다.

2.2.2 전과정 기초

제 3유형 환경성선언 준비를 위한시멘트의 제품범주규칙지침은 시멘트 제품의 전생애 주기에서 발생하는 모든 환경측면을 고려해야 한다.

2.2.3 모듈화

시멘트 제품은 콘크리트 및 건축물의 구성하는데 활용되는 원료로써 시멘트의 생산과 관련된 데이터는 정보 모듈로써 언급되어야 한다. 본 평가지침에서 제시하는 시멘트의 제품범주규칙에서 규정하는 시멘트의 정보모듈을 따르도록 한다.

2.2.4 비교성

유사한 성능을 지니고 동일한 용도로 활용되는 시멘트 제품 간의 환경적 성과를 비교할 수 있도록 제공되는 정보는 전과정 평가 기법에 근거해야 하며, 활용된 데이터 소스와 평가 절차는 투명하게 공개되어야 한다.

2.2.5 검증

평가과정과 결과를 재현성있게 검토하기 위하여 시멘트의 제품범주규칙의 근거가 되는 전과정 평가(LCA), 전과정 목록분석(LCI), 정보모듈 및 추가적인 환경정보를 기록하고 보고한다.

2.3 시멘트의 환경성능 평가를 위한 제품 범주 규칙

2.3.1 일반정보

제품범주규칙은 특별한 제품의 범주를 명확히 하기 위한 기준으로 정의되고 환경제품선언을 준비하기위한 요소를 나타낸 것이다.

본 방법론의 목적은 시멘트 제품의 환경영향 평가 및 제 3유형 환경성선언을 위한 방법을 정의하고 이를 명확히 하는데 있다.

- 시멘트의 용도와 성능 특성을 명확히 한다
- 시멘트의 전과정 평가 연구에서 사용되는 기준을 명확히 한다.
- 시멘트의 환경제품선언에서 보고해야 하는 정보를 명시 한다.

2.3.2 제품범주 규칙(PCR)

본 제품범주규칙은 표준 KS L 5201:2011 포틀랜드 시멘트, KS L 5210:2006 고로슬래그 시멘트, KS L 5401:2007 포틀랜드 포졸란 시멘트, KS L 5204:2007 백색 포틀랜드 시멘트 제품에 대한 제품 범주규칙이다.

2.3.3 기능단위 및 선언단위

시멘트는 건축물의 다양한 부위 및 시공단계의 건축재료로 활용되기 때문에 시멘트에 대한 환경선언에서는 시멘트의 사용단계 및 폐기단계를 포함하지 않는다. 시멘트는 다양한기능을 충족시켜야하므로 기능단위는 KS F ISO 21930에 의거한 선언단위를 활용한다.

시멘트의 선언단위는 최종제품 1000kg을 단위로 하며, 환경성능은 제품의 양에 대해 선언되고, 선언단위와 연관된 전과정적접근은 선언단위와 관련하여 간략하게 기술한다.

2.3.4 정보 모듈

시멘트의 환경제품선언은 건축물의 환경성능의 평가를 위한 정보를 제공한다. 이러한 정보는 시멘트를 구성하는 원료를 포함한 구성체나 제품 생산 및 시공과 관련된 활동들에서 발생하는 환경영향의 평가에 사용될 수 있다.

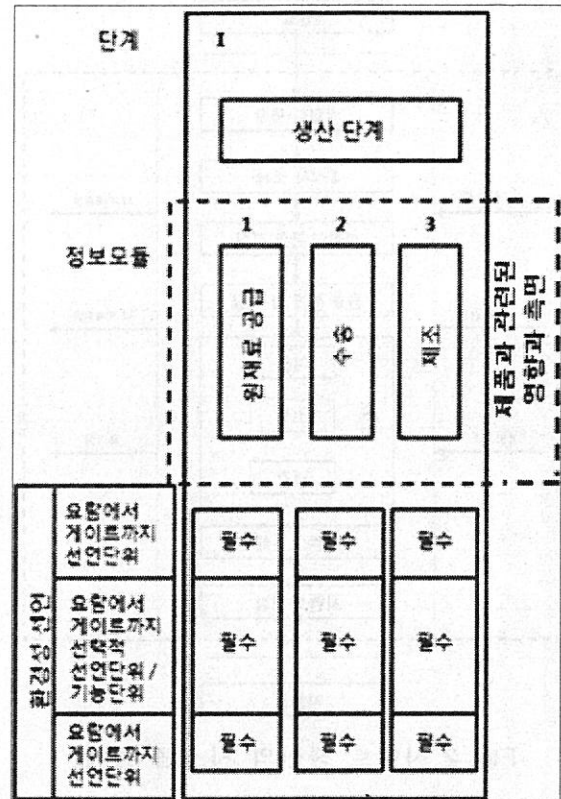


Fig. 1 시멘트의 환경성선언을 정보모듈에 대한 도식

시멘트의 환경제품선언은 시멘트의 생산단계만을 포함한다. 이처럼 환경제품선언이 단지 특정 전생애 주기 단계만을 포함하고 있다면, 그 환경제품선언은 하나의 정보모듈로서 활용될 수 있다. 이러한 경우 환경제품선언은 선언단위별로 표현될 수 있으며, 시멘트의 정보 모듈은 그림 1과 같이 표현된다. 시멘트 산업에서 수송은 생애주기 단계로서 간주되지 않는다. 그러나 데이터 공백이나 이중계산을 피하기 위하여 정보모듈로의 수송의 포함은 어떠한 것이든 문서화될 필요는 있다.

2.3.5 시스템 경계

시스템 경계는 시멘트의 제조공정에 대하여 잘알지 못하는 대상에게도 시멘트의 환경성선언의 범위를 정확히 이해시키기 위하여 요구된다. 시스템경계의 결정요인에는 환경제품선언의 의도된 적용, 수행가정, 컷오프기준, 정보 및 비용 제약, 그리고 대상 청증을 포함한다.

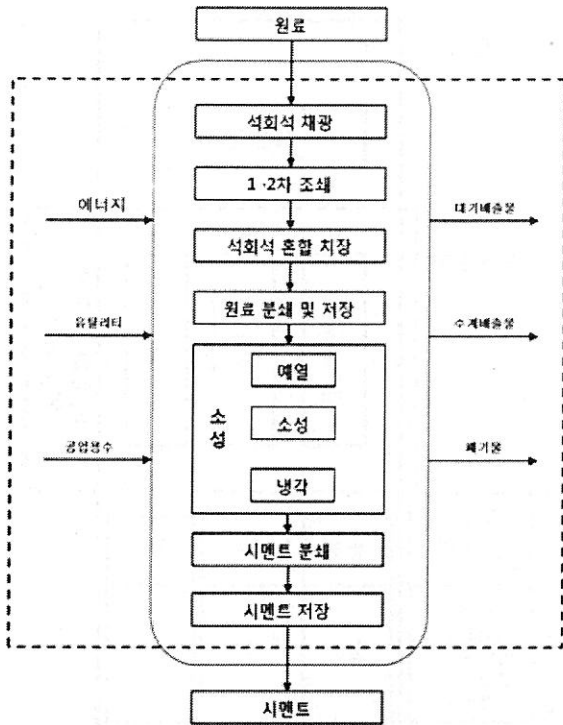


Fig. 2 시멘트 생산의 시스템 경계

시스템경계는 KS I ISO 14044, 4.2.3.3의 일반 규정과 조화를 이루며 수립되어야 한다. 시멘트의 전과정 평가 연구는 원칙적으로 생산단계(요람에서 게이트)까지의 연구이다. 시멘트의 환경성 선언을 위한 시스템 경계의 작성방법은 자원의 채취로부터 최종 제품의 전달까지를 대상 범위로 한다. 그러므로 시스템 경계는 시멘트 공장 내의 생산공정, 시멘트 공장 전의 공정(연료와 전기의 공급 등)의 제조공정으로 구분될 수 있다. 여기서 시멘트 생산 전의 공정은 시멘트 생산 공장 경계 바깥의 공정이다. 그러나 이 공정도 마찬가지로 시스템 경계 내에 포함되어야 한다. 시멘트의 시스템경계는 아래의 그림 2와 같이 표현 될 수 있다.

2.3.6 제외 기준

투입물에 대한 제외기준을 적용할 때, 누적질량 기여도 이외에 일반적으로 누적에너지 기여도 및 환경관련성을 고려하게 된다. 그러나 데이터 수집에 사소한 기여를 한공정과 활동은 누적질량기여도 95%를 기준으로 제외시킬 수 있다.

단, 필요에 따라 다음의 기준을 적용할 수 있다.

- 각각의 환경영향범주가 총 환경영향의 1% 미만인 경우
- 투입량이 총 물질 투입량의 1% 미만인 경우

투입물에 대한 제외 기준을 적용하기 위하여 질량, 에너지, 환경관련성 등을 고려해야하며, 제외된 물질은 반드시 기록해야 한다.

2.3.7 측정단위

측정단위는 SI unit을 사용하며, 전기 단위는 전력에 대해서는 kW, 전기에너지는 kWh를 사용한다.

에너지 - MJ 또는 Kwh

질량 - ton, kg, g

면적 - m^2

부피 - m^3

2.3.8 데이터 범주

투입물의 데이터 범주는 제품 전과정에서 사용되는 물질(원료물질, 보조물질), 에너지로 한다.

산출물의 데이터범주는 제품 및 부산물, 환경 배출물(대기 배출물, 수계 배출물, 폐기물 등)로 한다. 환경 배출물 중 환경오염 물질의 데이터 범주는 대기환경보전법, 수질환경보전법, 폐기물관리법 등에서 규제하는 환경오염물질 및 사업장의 자체관리항목을 포함하며, 폐기물은 매립, 소각, 재활용 폐기물로 구분한다.

대기환경보전법에서 규정한 대기오염물질 이외에 이산화탄소 등을 포함하여야한다.

수집 대상이 되는 투입물 및 산출물의 종류를 명시한다.

물질명은 IUPAC(International Union of Pure and Applied Chemistry)명 혹은 관용명으로 기재한다.

2.3.9 데이터 수집

데이터수집 항목은 데이터 범주에서 명시한 항목 및 다음의 내용을 포함하여야하며, 측정이 어려운 데이터항목은 타당한 방법으로 산출하고 산출근거를 명시하여야 한다.

- a) 데이터출처 및 수집방법
- b) 데이터(누락데이터포함) 처리과정 및 가정
- c) 처리방법 및 결과

인벤토리 데이터는 연평균 값과 대표성을 띄는 값을 사용해야한다. 전과정평가 연구결과는 타당한 시간적 범위에 의해 규정되어야하고 이는 환경제품선언에 포함되어야 한다.

2.3.10 데이터 품질

데이터는 현장데이터(측정치, 계산치 등) 사용을 원칙으로 하며, 현장데이터가 없는 경우에는 유사제품 또는 유사공정 데이터를 사용할 수 있다.

현장데이터는 3년 이내의 최근 1년 누적평균 데이터로 한다. 다만, 생산기간이 1년 미만인 신제품의 경우에는 생산시점부터 데이터수집시점까지 누적평균 데이터를 사용할 수 있다.

제품생산, 데이터 측정기술 및 방법 등의 기술적 범위는 현장에서 사용되고 있는 기술수준 및 공법을 적용한다.

현장 데이터 사용이 어려운 경우에는 정부가 구축한 제품의 전과정 목록 분석 데이터베이스(이하“ 국가 LCI 데이터 베이스”라 한다.) 등 공개된 일반 데이터를 사용할 수 있다.

일반 데이터는 지역적 범위, 시간적 범위, 기술적 범위 순으로 적용한다.

유사제품 데이터 사용, 유사 공정 데이터 사용, 일반 데이터 사용, 데이터가 누락된 경우에는 그 사유 및 타당성 등을 검토하고 이를 명시하여야 한다.

3. 환경제품선언(EPD)에 포함 될 내용

환경제품선언은 위에서 제시한 방법을 토대로 제품범주규칙(Product Category Rules)에 규정되어 있는 매개변수를 포함하여 다음의 항목들에 관한 정보를 제공해야 한다.

① 일반 정보

- 가) 제조자의 명칭과 주소
- 나) 건축제품의 사용 기술 및 건축제품과 관련된

데이터의 기능단위 또는 선언 단위

- 다) 명칭(예를 들면 모델 번호)에 따른 제품 확인 및 관련된 데이터에 대한 건축제품의 간단한 시각적 묘사
- 라) 프로그램 명칭 및 프로그램 운영자 주소, 관련된 경우 로고 및 웹사이트
- 마) 제품범주규칙 파악
- 바) 선언 발간일 및 유효일자
- 사) 전과정평가(LCA), 전과정목록(LCI) 또는 정보 모듈로부터 나온 데이터
 - 아) 추가 환경정보
 - 자) 선언될 원료 및 물질을 포함하는 위에서 언급된 제품의 내용
 - 차) 만일 그 선언이 모든 전과정 단계를 포함한 전과정 평가에 근거하지 않는다면, 어떤 단계가 고려되지 않았는지에 대한 정보
 - 카) 다른 프로그램들의 환경성 선언들이 비교 가능하지 않을 수 있다는 언급
 - 타) 다수의 제품을 위한 평균적인 성능을 선언하는 환경제품선언(EPD)에서 본 선언이 성능을 보여준다는 언급; 또한 평균값을 고려한 제품 성능의 오차에 관한 정보
 - 파) 전과정평가(LCA) 결과가 대표성이 있다는 것을 보여주는 현장, 제조자 또는 제조 단체 또는 그것들을 대표하는 것
 - 하) 설명 자료를 얻을 수 있는 곳에 대한 정보

② 환경 측면의 정보

- 가) 환경적 영향의 선언, 자원의 사용 및 폐기물의 생성
- 나) 전과정영향평가(LCIA)의 영향 범주 용어로 표현되는 환경적 영향
 - 기후변화(온실가스)
 - 대기오존층파괴
 - 토양 및 수자원 산성화
 - 부영양화
 - 광화학산화물 형성
- 다) 자원의 사용 및 재생가능한 1차에너지 - LCIA의 영향 범주에 명시되지 않는 LCI에서 추출되는 데이터
 - 비재생에너지 자원의 고갈
 - 비재생에너지 원료의 고갈

- 재생가능한 원료 자원의 사용
 - 재생가능한 1차 에너지의 사용
 - 담수 소모
- 라) 폐기물- LCIA의 영향 범주에 명시되지는 않지만 LCI에서 추출되는 데이터
- 유해폐기물 또는
 - 비유해폐기물
- 마) 수계, 토양 및 실내공기로의 배출
- 바) 그 밖의 환경성 정보

4. 결 론

시멘트의 환경성 정보는 건축물의 전생애 주기에서 발생하는 환경영향이나 부하의 정도를 파악하고 이를 이용하여 각 분야별 혹은 각 단계별로 환경부하를 저감시킬 수 있는 방안이나 기술을 도출하기 위한 기초 정보라 할 수 있다.

따라서 시멘트 제품의 환경성 정보는 정량적으로 제공될 필요가 있으며, 이러한 정보는 지속 가능한 건축을 실현하는데 실질적인 도구로 활용될 수 있다.

본 방법론을 통하여 시멘트제품의 계량화된 전과정적인 환경영향을 정확하고 입증된 절차를 통하여 제품의 환경성 정보를 소비자에게 공개 및 전달하고, 환경적으로 유리한 의사결정을 이끌어

내며 환경적으로 영향을 적게 일으키는 시멘트의 수요와 공급을 촉진시켜 장기적으로는 시장 기능에 의하여 점진적인 환경개선을 유도하도록 한다. 더 나아가 시멘트 제품의 환경성 정보는 시장에서 녹색소비자의 확산 및 환경적으로 건전한 시멘트 제품의 생산, 소비 패턴을 정착시키는 계기가 될 뿐만 아니라 기업의 경쟁력 확보 및 이미지 개선에 중요한 요소로 작용하게 될 것이다.

< 참 고 문 헌 >

1. KS Q ISO 14020, 환경라벨 및 환경선언 - 일반원칙
2. KS I ISO 14025, 환경성 표시 및 선언 - 제 3유형 환경성선언 일반원칙 및 절차
3. KS I ISO 14040, 환경경영-전과정 평가-원칙 및 기본구조
4. KS I ISO 14044, 환경경영-전과정 평가-요구 사항 및 지침
5. 환경과 콘크리트, 한국콘크리트학회, 2010