

LCA(Life Cycle Assessment)

편집팀

1. 개요

LCA는 원료획득에서 부터 생산, 사용 및 폐기에 이르기까지 제품이 사용되는 연속적인 과정과 관련된 환경 측면 및 잠재적인 환경영향을 연구하는 것이다. 즉 모든제품은 생산단계 부터 최종폐기물이 되기 까지 제품의 전생애에 걸쳐 얼마간의 환경부하를 초래하게 된다. 모든 제품에 있어 환경부하량의 크고 작음을 논할때는 단편적인 요소만을 주목하는 것이 아니라 그 상품의 <요람에서 무덤까지>를 고려하여 가능한 정량적이고 종합적으로 평가해야 한다. 실제 환경부하의 평가에 있어서 모든 단계와 인자를 포함하여 수행한다는 것은 거의 불가능할 뿐만아니라 각 인자의 중요성 및 영향도를 모두 고려할 수 없다.

구체적인 환경부하 항목은 대기, 수역, 토양에 대한 배출물 및 고형폐기물에 한정되고 제품기능으로서 효용이나 문화적인 가치는 포함하지 않는다.

환경부하 평가를 위한 LCA계산기법은 크게 두가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 방법은 <산업연관법>으로 약 5백항목에 걸친 산업연관표를 사용하여 부문간의 금액기준으로 특정제품에 관계되는 에너지와 부하를 산정하는 것으로 거시적인 수준에서 분석할

수 있는 특징이 있다.

다른 한가지 방법은 <적산법>으로 제품을 생산하는 각 프로세스의 단계에서 사용한 자원, 에너지와 배출물을 상세하게 계산하여 집계하는 것이다. 이 방법은 제조단계에서의 환경부하를 구하는 것이며 환경부하의 실체와 원인을 명확하게 하고 대책의 검토와 효과를 평가할 수 있기 때문에 구미는 물론 일본에서도 널리 실시되고 있다.

2. 평가의 순서

LCA평가는 목적 및 범위의 설정 → 목록분석 → 영향평가 → 개선평가의 4단계에 따라서 추진된다.

① 목적 및 범위의 설정

연구를 시작하는데 있어 그 목적 및 범위를 설정하는 것은 매우 중요하다.

제품간의 환경부하 크기를 단순히 비교하는 것인가, 제품 및 프로세스의 개량효과를 판단하는 것인가, 소비자에게 제품정보를 제공하는 것인가 또는 생활이나 생태계의 환경부하를 밝히는 것인가, 나아가 경제성, 편리성, 안전성, 자원고갈의 문제 까지도 포함하여 검토하는 것인가 아니면 부하의 저감이나 영향의 최소화까지 의도하

는가에 따라 기법이나 수집하는 데이터의 수준 및 내용이 달라진다.

목적에 맞게 LCA대상이 설정되는데 제품이 아니라 간호나 교육과 같은 서비스를 대상으로 하는 경우 분석내용은 사물이 아닌 사람이 되기 때문에 복잡해진다. 실제로 제조, 유통분야에서 종사하는 노동자의 일의 내용을 수치화하기가 어렵다.

때문에 제품에 대한 LCA라고 하는 부분에 한정해 설명하고자 한다. 제품이라고 하여도 종이팩, 플라스틱 병, 알루미늄캔과 같은 단순소재의 것에서 자동차, 컴퓨터와 같이 소재가 복잡한 조합으로 이루어지는 것이 있으며 대상이 복잡해질수록 분석도 복잡해진다. 대상에 대한 또 하나의 측면은 제품을 에너지소비형과 비에너지소비형으로 구분하는 방식이다. 에너지소비형은 제품제조에 필요한 에너지에 비해 사용에 소비하는 에너지가 압도적으로 많은 형태로 자동차, 냉·온방기 등이 해당되며 비에너지소비형과는 명확한 차이가 있다.

목적 및 대상의 설정에 이어 범위를 설정한다. 예를 들어 폴리에틸렌 필름을 대상으로 한 경우 원유채굴에서 유조선 수송, 원유증류, 나프타분해, 중합이라는 제조단계로 부터 필름가공, 식품포장, 도·소매점에서의 판매, 일반가정에서의 사용을 거쳐

폐기, 자치단체에 의한 수거, 소각·매립에 이르는 일련의 흐름중에서 <어디서 부터 어디까지>를 연구대상으로 할 것인가를 결정해야 한다.

② 목적분석

연구의 목적, 범위의 설정은 기획주체가 정하는 것이고 전문가집단은 실질적인 실행을 지도하는 자문그룹이다. 자원채취에서 폐기에 이르는 각 프로세스를 통하여 에너지, 물, 광물, 나무 등의 자원이 투입되고 대기, 수역, 토양 등 환경에 여러가지 물질이 배출된다. 이 물질은 환경에 직접적으로 영향을 주는 것과 간접적으로 그 원인이 되는 것으로 구분할 수 있고 대기오염, 수질오염, 토양오염 이외에도 방사성물질, 악취, 소음, 야생생물의 손상, 생태계에의 영향, 경관파괴, 공간소비 등 다양한 것이 포함되며 연구의 목적에 따라 데이터질이 확정된다.

데이터의 내용은 산업시스템, 즉 제품을 만들기 위한 몇 가지의 기능, 조작의 집합체이고 데이터의 수집이라는 것은 <상정한 시스템의 경계를 넘어 도입되는 에너지, 자원 및 환경부하의 배출되는 그들 전체의 흐름을 수량적으로 기술한 것>이라고 정의한다. 중요한 점은 이 시스템이 에너지 보존법칙이나 열역학법칙에 따르는

물리적 시스템으로 에너지수지, 물질수지의 적용이 가능하다.

수집해야할 항목이 결정되었다면 어떤 데이터가 필요한가, 누가 데이터 베이스를 만들 것인가, 누가 관리하는가, 기본데이터의 취급을 어떻게 하는가 등의 문제에 대한 대응책을 검토한 후 작업을 개시한다.

③ 영향평가

경계를 통해 시스템에 도입된 에너지, 환경부하의 데이터에 관한 상세한 기술을 환경문제로서 식별할 수 있는 형태로 해석하고 각각의 수치가 갖는 의미나 상호관련성을 명확히 할 필요가 있다. 그러나 <데이터의 측정 또는 산정은 가능하여도 환경영향과의 인과관계를 명확하게 하는 것은 쉽지 않다>라는 것이 1990년 버몬트에서 열린 제1회 LCA 회의에서 도출한 결론이고 이것이 현재까지도 바뀌지 않고 있다.

CO₂, SO_x, NO_x 등의 수치를 안다 하더라도 그것들이 얼마만큼 사람의 건강이나 생태계에 영향을 주는가를 연관짓는 것은 매우 어렵다. 더욱이 배출된 물질은 단독이 아니라 복합적으로 작용하여 환경에 대해 복잡한 영향을 준다.

예를 들면 SO_x는 지구환경의 산성화나 독성과 관련되어 있는데 SO_x 그

LCA(Life Cycle Assessment)

자체보다는 물과 반응한 수소이온 형태로 작용하기 때문에 영향의 정도는 SOx의 상태에 따라 현저히 좌우된다. NOx도 산성화와 부영양화의 쌍방에 기여하고 있다. 매탄은 온난화에 영향을 주는 물질로 되어 있으며 광화학옥시산트의 생성에 관여하여 간접적으로 오존층파괴에도 관련되어 있다. 목록분석을 위하여 수집한 측정물질은 대부분이 1:1의 대응이 아니라 직, 간접적 또는 시간적인 차를 가지면서 환경에 영향을 주고 있다고 생각된다. 현재까지도 그 연관성을 명확히 파악하는 것은 어렵고 그 자체로서도 인과관계를 설명하는데는 매우 불충분하다. 그럼에도 불구하고 데이터해석을 통해 이들 배출물이 환경에 주는 영향을 연관지으려는 시도가 있다.

④ 개선평가

LCA는 프로세스, 제품의 환경을 평가함과 동시에 분석결과를 사용하여 소비자에게 정보를 제공하고, 프로세스·제품의 비교, 비용효과 분석, 제품개발이나 판매방법에 사용될 수 있다. 또한 더 나아가서는 지구규모의 환경문제에 대한 문제제기의 기본이 되고, 기업경영지침의 판단기준이 될 많은 가능성을 갖고 있다. 이런 의미에서는 개선평가단계는 반드시

최종단계가 아니라 제1단계의 목표설정으로부터 시작하여 데이터 수집, 영향평가의 각 단계에서 얻어진 데이터, 고찰·검토결과 정부가 개선분석의 출발점이 된다.

어느 단계, 어느 부문에서 어떠한 환경부하물질이 배출되는가를 직접 파악하는 것이므로 공정·설비의 효과적 개선이 가능하게 되리라는 것은 자명하다.

평가(개선해야 할 환경부하의 평가)→개선평가(개선의 가능성이 있는 선택사항 열거)→종합평가(실현 가능한 선택사항 열거)→인벤토리 영향정량화 / 평가(비교LCA)→적용(보다 환경에 적합한 제품의 실현)은 라이덴대학 그룹에 의한 LCA구성요소의 수행순서를 나타내는데 이것을 통하여 ① 사용량의 삭감, ② 대체물질의 사용, ③ 공정의 변경, ④ 물류면에서의 변경 등의 개선을 도모할 수 있다.

3. LCA의 과제와 대책

LCA는 오늘날의 복잡한 기술사회가 만들어낸 여러문제를 다루는 시스템분석법의 일종이다. 그것은 제품과 기술 전과정에서 발생하는 여러 문제, 특히 환경문제를 중심으로 사회

에 미치는 영향을 종합적으로 분석하는 연구이다. 그리고 복잡한 환경영향을 개개의 성분에 대하여 명확하게 밝힘으로써 환경부하를 저감하는 구체적인 해결책을 모색하게 된다.

LCA연구는 다음과 같이 3개의 기본프로세스로 구성된다.

① 목록분석

제품과 기술에 대하여 자원, 노동, 금액(자본), 환경부하가 어느 정도 투입, 산출되고 있는가를 밝히는 LCA의 가장 기본적인 프로세스이다.

② 영향평가

대상제품 등에서 산출하는 환경부하가 사회에 어떠한 영향을 미치는가를 밝히는 것이다. 그러나 사회영향은 사람, 장소, 시간에 따라 크게 다르므로 정량화가 어렵다.

③ 개선평가

영향평가에서 밝혀진 문제점을 구체적으로 개선하기 위한 시책을 검토하여 그 효과를 정량화하는 것이다. 시책은 기술적으로 개선 뿐만아니라 제품의 라벨링,제도의 개선 혹은 세제나 자금원조 등 재정적인 대책도 있다.

서울시립대 환경공학센터 발행
『LCA 환경부하를 평가한다』에서 발췌