

지속가능한 발전과 제품설계



허 탁

건국대학교 화학생물공학부 교수

☎ 02-450-3503, takhur@konkuk.ac.kr

- 서울대학교 공과대학 공업화학과 졸업('81)
- 미국 Lehigh University 고분자공학 박사('88)
- ISO/TC 207 한국 대표
- International Journal of LCA 편집위원
- 한국전과정평가학회 부회장

서론

대량생산과 대량소비의 패턴 속에서는 우리 인류가 현재와 같은 풍요로운 삶을 영위할 수 없을 거라는 위기의식이 팽배해지면서 경제개발과 환경보전을 동시에 달성하기 위한 개념으로 1987년에 세계환경 발전 위원회(World Commission for Environment and Development, WCED)에서 “환경적으로 건전하고 지속가능한 발전(Environmentally Sound and Sustainable Development, ESSD)”을 주장하였으며, 1992년 리우회담에서는 이를 위한 실행방안으로 ‘의제 21(Agenda 21)’을 채택하였다.

지속가능한 발전을 달성하기 위해서는 그림 1에서 보는 바와 같이 국가, 기업, 제품차원의 접근이 각각 필요하다. 즉, 산업생태학의 도입 또는 생태도시의 조성 등과 같은 국가 또는 지방자치 단체 차원의 조직적이고 체계적인 접근과 더불어 기업 차원에서는 ISO14001 인증 등을 통한 환경경영의 도입과 환경보고서를 작성하여 기업의 환경활동을 투명하게 공개하는 접근이 필요하다.

대량소비와 직접적으로 관련된 환경문제를 보다 근원적으로 예방하기 위해서는 제품 차원에서 환경 측면을 개선시키는 것이 필요한데, 이를 위해서는 제품시스템의 전과정에서 발생하는 환경영향을 평가하고 개선기회를 파악하여 이를 토대로 환경개선을 위한 제품 설계방안을 모색하여야 한다. 그리고, 환경라벨링제도 등과 연계하여 환경친화적인 제품의 시장경쟁력을 높임으로써 기업들이 보다 환경친화적인 제품을 생산하도록 유도해야 한다. 환경친화적인 제품의 생산은 기능성 및 경제성, 성능 등을 고려하는 전통적인 제품의 설계방식에 환경적인 요인을 통합하여 고려하는 환경친화적인 설계(Design for Environment 또는 eco-design)를 도입을 통하여 이루어질 수 있다. 최근에는 선진기업들을 중심으로 제품의 설계단계에서부터 자원생산성을 고려한 factor X의 개념을 접목시킴으로써 보다 환경친화적인 제품을 생산하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

이처럼 지속가능한 발전을 위해서는 국가간 및 국가, 지방자치단체, 기업과 제품시스템 수준을 포함한 총체적이고 유기적으로 연계한 접근이 수반되어

야 한다. 이들 중에서 제품수준의 접근은 총체적인 지속가능한 발전을 위한 기초기반이 될 수 있을 뿐만 아니라 향후에 기업, 국가 및 국가간의 수준으로 까지 확장될 수 있으므로 지속가능한 발전을 달성하는데 크게 기여할 수 있을 것이다.

본 고에서는 지속가능한 발전을 위한 제품수준에서의 대안으로 제시된 지속가능 제품설계 및 발전 (Sustainable Product Design & Development)에 대한 개념 및 전략들을 소개하고, 현재 적용 가능하고 지속가능 제품설계에 반드시 필요한 에코디자인에 대하여 설명하고자 한다.

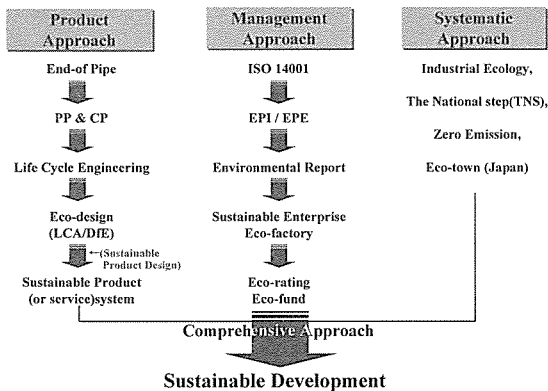


그림1 지속가능한 발전을 위한 통합 접근법

지속가능 제품설계

그림 2는 지속가능한 발전과 제품설계, 에코디자인, 지속가능 제품설계와 지속가능한 발전 사이의 관계를 보여주고 있다. 일반적으로 제품설계는 경제성, 기능성, 안전성, 심미성 등을 반영한 전통적인 설계를 말하며, 에코디자인 또는 환경친화적 설계는 기업의 전통적인 제품설계의 초기단계에 환경측면을 통합함으로써 제품시스템의 전과정인 원료채취 및 가공, 제품제조, 수송, 사용, 폐기단계에서 발생하는 환경부하를 최소화하려는 설계방식을 의미하는 것으로 현재 선진국을 중심으로 여러 기업들이

제품설계에 실용적으로 활용하고 있다.

지속가능 제품설계는 제품과 서비스를 창출하는데 있어서 이른바 “triple bottom line”이라고 일컬어지는 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 측면을 조화롭게 통합하려는 설계기법으로 제품시스템의 전 과정에서 지속가능성에 역행하는 영향을 최소화하고 지속가능한 최고의 가치를 추구하려는데 목적이 있다. 표 1은 지속가능 제품설계 시에 경제적, 환경적, 사회적 측면에서 일반적으로 고려하는 사항들을 보여주고 있다.

경제적인 측면에서는 기술적, 재정적인 실행가능성 및 수익성 등이 고려되며, 환경적으로는 자원의 사용 및 폐기물 발생의 최소화, 재활용 등이 고려되며, 사회/윤리적인 측면에서는 작업장의 보건과 안전 및 작업환경, 기업윤리, 인권, 노동관행 등이 고려된다.

이러한 고려사항들 중에서 경제적 측면과 환경적 측면은 설계 시에 반영되고 있으나, 사회/윤리적인 이슈들은 아직 대부분의 기업들에서 고려하지 못하고 있으며, 특히 일부의 선두 기업들에서만 기초적인 연구를 진행하고 있는 실정이다.

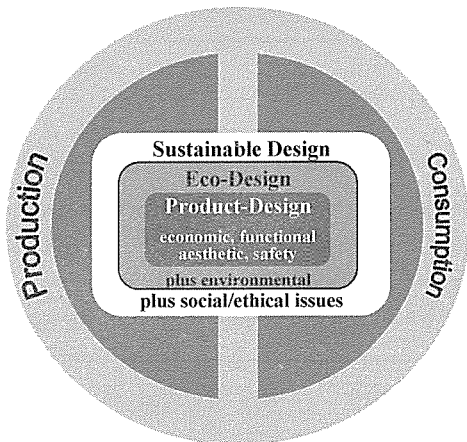


그림2 제품설계, 에코디자인, 지속가능제품설계, 지속가능한 개발의 사이의 관계

표 1 지속가능제품설계 시 고려범위

경제적 측면	환경적 측면	사회/윤리적 측면
<ul style="list-style-type: none"> 기술적 실행가능성 재정적 실행가능성 장·단기적 수익성 적정 가격 	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물 최소화 청정 제조 청정 소재 생태효율성 적은 물질 사용 적은 에너지 사용 재생가능 자원 재생가능 에너지 재활용 	<ul style="list-style-type: none"> 공정 거래 평등한 정책 평등 고용 작업환경 지역사회 투자 지역경제 지원 육구 만족 우수한 시스템 참여

효율적인 지속가능 제품설계를 위해서는 사회적/윤리적 측면을 경제적이고 환경친화적인 설계에 적절하게 반영하여야 한다. 현재까지는 기업들이 이를 효율적으로 반영할 수 있는 설계 전략 및 이를 뒷받침할 만한 기술력이 개발되어 있지 않으므로, 단지 개념적인 수준의 지속가능 제품설계 전략 및 요건이 제안되고 있는 실정이다.

지금까지 소개된 지속가능 제품설계의 전략들 중에서 널리 알려진 4R에 대한 개념을 소개한다. 그림 3은 지금까지 제안된 지속가능 제품설계의 전략 중에서 널리 알려진 4R 개념을 보여주고 있는데, 이는 M. Charter and A. Chick (1997)이 제안하였으며 Re-Pair, Re-Fine, Re-Design, Re-Think에 의한 4 단계 모델이다. 현재 대부분의 회사들은 사후관리(end-of-pipe treatment)에 의하여 기업의 환경관리를 수행하는 Repair의 수준에 와 있고, 일부의 선진 기업들에서만 자원생산성과 부가가치를 동시에 고려함으로써 생태효율성(eco-efficiency)을 향상시키고자 하는 Re-Fine단계에서 제품을 설계하여 개발하고 있다. 그러나, 기업들이 지속가능 제품설계를 하기 위해서는 Re-Design은 물론 Re-Think의 개념을 제품 설계 시에 고려해야 할 것이다. 이를 위해서는 창조적인 문제해결 능력과 기회 포착 능력을 통한 중대한 발상의 전환이 필요하며, 제품시스템 내에서 자원과 에너지의 순환적인 흐름

등과 같은 설계요건을 만족시킬 수 있는 체계적이고 조직적인 구조를 개발하는 것이 중요하다.

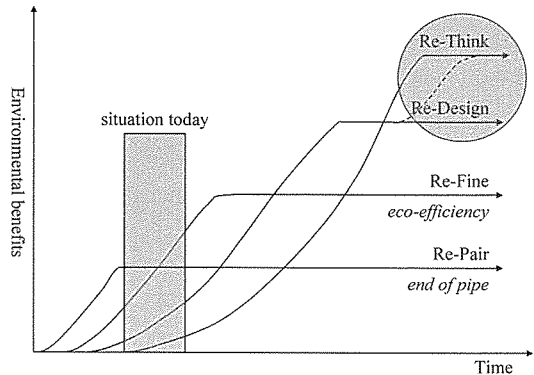


그림3 지속가능 제품설계를 위한 4단계 모델 (M. Charter, A. Chick, 1997)

지속가능 제품설계를 위해서는 다분히 자연계의 시스템을 모방한 "산업생태학(industrial ecology)"적인 시스템을 도입해야 하는데 현재는 사후관리와 제한적인 생태효율성을 달성하려는 극히 초보적인 수준이므로, 우선 지속가능 제품설계의 전 단계인 에코디자인에 대한 이해를 확실히 하고 이를 하루 빨리 제품설계에 도입하는 것이 필요하다.

지속가능 제품설계와 에코디자인

에코디자인은 품질과 가격, 성능, 안전, 법적 기준 등을 고려한 기존의 제품설계 방식에 환경성을 동일한 수준으로 통합한 설계를 의미하는 것으로 2001년에 ISO/TR 14062 (Integrating environmental aspects into product design and development)로 표준화가 되어 이를 토대로 국내외의 여러 국·공립 연구소 및 선진기업들을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있다.

현재 기업에서 수행되고 있는 에코디자인의 수준은 환경성과 경제성의 단편적인 향상에 초점을 맞춘 생태효율성의 개념에 따른 접근을 하고 있으며, 아직 지구의 수용능력을 반영하여 그 효과를 평가하는 생태효과성(eco-effectiveness)적인 접근은 이루

어지지 못 하고 있다. Rathenau 연구소(1996)에서는 생태효율성의 달성 정도에 따라 제품설계 시에 적용할 수 있는 에코디자인의 4가지 유형을 제시하였다. 우선, 이미 기업들에서 원가절감과 같은 관점에서 이루어지는 제품개선(product improvement)과 제품의 재질변경 또는 부품교체 등과 같은 제품재설계(product redesign), 제품이 아닌 제품의 기능성에 초점을 맞추어 기능성의 혁신을 달성하려는 기능혁신(function innovation), 마지막으로 시스템의 관점에서 시스템의 혁신을 달성하려는 시스템 혁신(system innovation) 등이다.

일본의 Yamamoto는 이와 같은 4가지 유형의 에코디자인을 생태효율성의 척도인 factor X를 활용하여 설명하고 있다. 여기서 X는 탈물질화(dematerialization)의 정도 또는 생태효율성 등을 포괄하는 자원생산성을 의미한다. 많은 전문가들은 지구의 인구가 향후 50년 동안에 미개발국가를 중심으로 50%증가(현재 약 60억에서 90억으로)가 예상되는 상황에서 지구의 지속성을 유지하기 위해서는 에코디자인을 통하여 제품 또는 시스템의 생태효율성과 자원생산성을 현재의 최소한 10배(factor 10)로 향상시켜야 한다고 주장하고 있다. 즉, 10%의 자원으로 과거와 동일한 가치 또는 기능을 창출할 수 있어야 한다. Yamamoto는 원료 교체 및 회수시스템을 도입하는 등 제 1유형의 에코디자인인 제품개선을 통하여 자원생산성을 2배, 즉 factor 2를 달성할 수 있고, lead-free soldering과 같은 무독성소재들의 사용을 증가시키고 재활용과 해체를 용이하게 할 수 있도록 하는 제품재설계(제 2유형)를 통하여 factor 5를 달성할 수 있다고 주장한다. 또한, 기존의 종이를 활용한 정보의 교환체계를 E-mail을 활용하는 시스템으로 전환하는 것과 같은 제품개념의 혁신(제 3유형)을 통하여 factor 10까지를 달성할 수 있다. 마지막으로 시스템 혁신(제 4유형)을 통하여 MP3와 같은 무포장 음악유통시스템을 도입함으로써 기존보다도 20배의 자원생산성인 factor 20을 달성할 수 있다고 주장하고 있다.

따라서, 에코디자인을 통하여 지속가능한 발전에 접근하기 위해서는 위에서 설명한 4가지 유형의 에코디자인을 적절하게 제품설계 및 개발 시에 적용시켜야 할 것이다.

요 약

지속가능한 발전은 21세기를 살아가는 우리 인류가 풀어야 할 최대의 과제임에 틀림이 없다. 현재와 같은 산업시스템으로는 이를 달성하기는 매우 어려우므로 근본적인 발상의 전환과 함께 이를 뒷받침할 만한 혁신적인 기술개발이 수반되어야만 한다. 특히, 대량생산 및 소비와 직접적인 관련이 있는 제품의 측면에서는 설계 및 개발 과정에서 지속가능 제품설계가 이루어져야 한다.

그러나, 현재의 제품설계의 수준은 아직까지 전통적인 사후관리와 제품의 환경적, 경제적인 효율성을 단편적으로 고려하여 생태효율성에 있어서 극히 제한적인 향상에 머물러 있다. 제품의 경제적, 환경적, 사회적 측면을 총체적으로 고려하여 제품의 설계 및 개발 시에 반영하는 지속가능 제품설계로 가기 위한 첫 단계로 우선 제품설계 시에 경제적인 측면에 환경측면을 통합하는 에코디자인을 도입할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 이를 토대로 추후에 사회적인 측면을 추가함으로써 지속가능한 제품설계가 가능하도록 해야 한다. 지속가능 제품설계를 통한 제품의 개발은 세계 경제, 사회의 새로운 패러다임인 지속가능한 발전 하에서 우리기업의 국제 경쟁력을 제고시킬 수 있는 기회를 제공할 것이다.