전기 · 전자제품의 환경친화적 물질선택을 위한 지원 도구 개발

Development of Supporting Tool for Environment-friendly Material Selection in Electrical and Electronic products

김선영

(주)에코프론티어 에코시스템연구소

Kim, Sun-Young

Institute of Eco System research , Eco-Frontier Co.

• Key words: 환경친화, 물질선택, 환경규제, 환경성, 재활용성

1. 서 론

우리나라의 환경정책과 환경규제는 1990년대 후반까지 기업의 제조공정 및 사이트 중심(End of Pipe 관리)이었으나, 그 이후부터 지속적으로 제품중심의 환경정책으로 변화하고 있다. 이는 점차 수출비중이 높아지고 있는 유럽시장(EU회원국)의 환경규제와 정책방향을 수용하고 대비해야할 필요성에 의한 것으로 분석된다. 이러한 흐름에 따라 국내기업들도 환경규제에 대응하기 위한 다양한 활동들을 진행하고 있으나, 아직까지는 제품개발단계에서의 반영은 국제환경규제를 만족하지 못하고 있는 실정이다.

이에 현 시점에서 EU회원국의 환경규제가 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 전기 · 전자제품을 중심으로 관련 국제환경규제 동향을 파악한 후, 이러한 규제에 부합하면서 환경적으로도 영향을 덜 미칠 수 있는 재료를 선택할 수 있도록 하는 지원도구 개발에 대해 연구하였다.

2. 전기 · 전자제품의 국제환경규제 동향

유럽시장에 전기 · 전자제품을 수출하기위해 향후 반드시 준수해야 할 규제에는 전기 · 전자제품의 유해물질사용제한지침(RoHS), 폐전기 · 전자제품처리지침(WEEE), 전기 · 전자제품의 친환경 설계규정(EuP)을 들 수 있다.

2.1 RoHS

RoHS(directive on the Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment)는 전기 · 전자제품의 유해물질사용제한지침으로 그 내용은 다음과 같다.

- 2006년 7월 1일부터 EU시장에서 판매되는 전기 · 전자제품에는 납, 수은, 카드뮴, 6가 크롬 등 중금속 4종과 폴리브로모비페닐(PBB), 폴리브로모디페닐에테르(PBDE) 등 브롬계 난연제 2종의 6가지 물질이 포함되면 안 된다(단, 10가지 예외항목 존재함).
- 적용대상제품군: 대 · 소형 가전, IT통신기기, AV기기, 조명관련기기, 전동공구, 완구, 자동판매기

2.2 WEEE

WEEE(directive on Waste Electrical and Electronic Equipment)는 폐전기 · 전자제품처리지침으로 그 내용은 다음과 같다.

- 2006년 12월 31일까지 생산자는 사용 후 제품의 정해진 재생 또는 재활용 비율을 준수해야 한다.
- 2005년 8월까지 폐가전 반납시스템을 설치하고 무료수거의 의무가 있다. 2005년 8월 13일 이후 시장에 출시된 제품에 대해서는 각 생산자 자신의 제품에서 발생하는 폐기물과 관련하여 수거와 처리, 재생 및 환경적으로 안전한 폐기를 위한 최소한의 재정에 대한 책임을 가진다.
- 제조업체는 수거된 폐가전을 재생, 재활용 공정으로 보내기 전에 특정 물질이나 부분품을 제거해야 한다.
- 제품군별 기준: 냉장고, 세탁기 등 대형가전, 자동판매기(재생[1] 비율80%, 재활용[2]비율75%이상), 컴퓨터 등 정보통신 장비, TV, 오디오(재생비율75%, 재활용비율65%이상), 진공청소기 등 소형가전제품, 조명기구(재생비율70%, 재활용비율50%이상)

2.3 EuP

EuP(Directive of the European Parliament and of the Council))는 환경친화적으로 디자인되지 않은 전기 · 전자제품은 EU시장에서 판매를 금지하는 법안으로 2001년 2월에 논의되었으며 2006년에 법안이 통과될 예정이다. 그 내용은 다음과 같다.

- 제품 설계단계에서 제품 전과정에 걸친 환경성을 고려하도록 유도하는 지침
- 제품의 전과정에 걸친 환경성평가 의무화
- 환경영향평가 결과가 디자인에 반영된 내용 보고 의무화

3. 환경친화적 물질선택 지원 도구 개발

제품에 의한 환경영향이라는 것은 결국 제품의 제조전 단계에서부터 폐기되기까지의 물질흐름에 의한 영향이다. 이러한 관점에서 볼 때, 전기 · 전자제품의 개발단계에서 제품 전과정에 걸친 환경성을 반영하기 위해서 무엇보다 중요한 것은 환경친화적 재료를 선택하여 적용하는 것이며, 이는 제품 전과정 환경성 뿐 아니라, 폐기단계의 재활용(비율)에도 상당한 영향을 주게 된다.

전기 · 전자제품의 개발에 있어, 이러한 영향을 고려한 환경친화적 재료를 선택하기 위해서는 데이터베이스를 포함한 물질검색 지원 도구가 필요하게하며, 지원도구 개발에 대한 상세한 연구내용은 다음과 같다.

3.1 물질선택 모듈의 로직

물질선택 모듈은 제품에 적용될 가능성이 있는 재료에 대한 데이터베이스의 구조와 항목을 설정하고, 이를 바탕으로 환경친화적 물질을 검색할 수 있도록 한 모듈이다. 검색로직은 크게 물질명 또는 물질고유번호(CAS No.)로 검색하는 단순검색과 물질의 유해물질포함 여부 또는 물질에 대한 특정 조건하에 검색하는 조건검색으로 나뉠 수 있다.

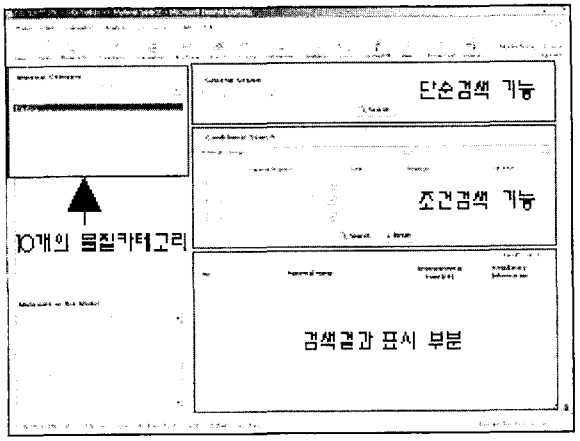
데이터베이스의 구조를 이루는 물질의 분류는 정확한 하부구조를 따르기보다는 제품개발자가 인지 및 접근하기 쉽도록 넓고 얕은 인터페이스 구조를 취하였으며, 플라스틱, 금속, 비금속, 유리, 고무, 종이, 세라믹, 화학물질, 섬유, 기타의 10카테고리 약 400개 물질로 구성되었다.

다음 그림은 환경친화적 물질선택을 위한 지원 도구를 에

1) 재생(Recovery): 재활용과 소각을 통한 열에너지로의 회수

2) 재활용(Recycling): 원자재로의 재활용과 부품의 재사용

코디자인 지원 소프트웨어의 일부 모듈로 개발하여 그 구조를 표시한 것이다. 그림의 오른쪽 중간에 위치한 조건검색 기능은 물질의 범주를 선택한 후 환경성 점수(EP[3])가 높은 물질 순 또는 그 범주에서 환경규제물질이 포함된 물질리스트를 검색할 수 있으며, 동등한 물리적 조건하에 환경영향이 적은 물질을 검색할 수 있다.



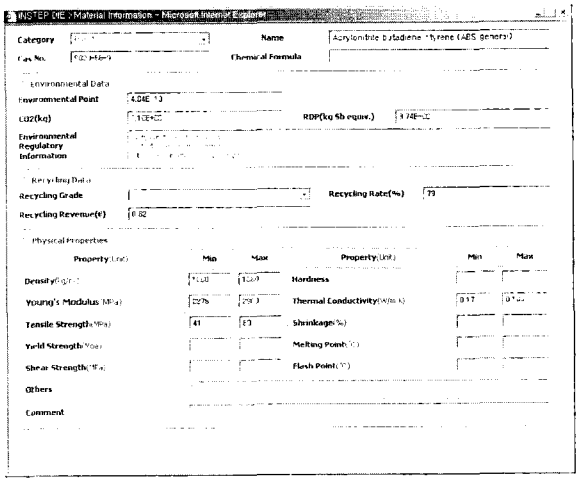
[그림1] 데이터베이스구조와 물질검색 로직

3.2 데이터베이스 구축 및 활용

물질선택 모듈의 데이터베이스에는 물질을 검색하기 위한 데이터베이스뿐 아니라, 에코디자인 지원 소프트웨어의 다른 도구들(Eco-Tracer, S.LCC, S.LCA)이 필요로 하는 거의 모든 데이터베이스가 포함되어 있다.

- Eco-Tracer : 제품의 환경친화디자인 전략수립 지원도구
- S.LCC : 간이 전과정비용평가 도구
- S.LCA : 간이 전과정평가 도구

아래 그림은 데이터베이스의 상세정보를 볼 수 있는 정보시트인데, 크게 물질의 환경성정보, 환경규제정보, 재활용성정보, 물리적특성 정보 등으로 구성되어 있다.



[그림2] 물질의 데이터베이스 정보 시트

3.2.1 환경성 정보

환경성정보는 물질의 EP(Environmental Point), CO2, RDP (Resource Depletion Potential)로 구성되어 있다. 이 데이터베이스는 우리나라 환경부와 산업자원부가 구축한 데이터베이스가 약 180개 포함되어 있으며, 그 나머지 데이터베이스는 연구과정에서 물질의 조성비와 투입물 및 산출물을 조사하여 직접 구축하였다. 이 환경성 데이터베이스는 물질의 조건검색에서 뿐 아니라, S.LCA도구를 이용하여 제품의 전과정평가를 수행할 때도 활용된다.

3.2.2 환경규제정보

환경규제정보는 재료 및 그 재료에 포함된 물질이 환경규제에 의해 저촉되는지에 대한 정보로서, 그 범위는 RoHS 포함물질, GPN[4]의 규제물질리스트, 발암물질, 내분비계 장애물질, 생식장애물질로 제한하였다. 또한 이 물질들은 사용금지만을 의미하는 것은 아니며, 향후 사용이 제한되거나 금지될 가능성이 있는 물질도 포함되어 있다.

3.2.3 재활용성 정보

재활용성 정보는 물질 및 재료의 재활용 등급, 재활용비율, 재활용재료가격에 대한 데이터베이스이다. 이 정보는 국내에서 실제 재활용되고 있는 재료를 바탕으로 조사하여 구축하였다. 재활용 등급과 재활용비율 정보는 Eco-Tracer라는 도구를 이용하여 제품의 폐기단계 재활용 비율을 산출하는 과정의 데이터베이스로 활용되며, 재활용재료가격 정보는 S.LCC라는 도구를 이용하여 제품의 전과정비용을 산출하는 과정의 데이터베이스로 활용된다.

3.2.4 물리적 특성 정보

물리적 특성정보는 재료간의 물성을 비교하는데 유용하게 활용되는 대표적인 특성 10가지를 선정하고 조사하여 데이터베이스를 구축하였다. 특성을 조사하는데 있어서는 재료제조업체가 공개한 MSDS와 인터넷사이트 및 문헌을 참고하였으며, 10가지 물리적 특성은 Density, Young's Modulus, Tensile Strength, Yield Strength, Shear Strength, Hardness, Thermal Conductivity, Shrinkage, Melting Point, Flash Point이다.

4. 결 론

지금까지 전기·전자제품의 환경친화적 물질선택을 위한 지원도구를 개발하고 데이터베이스를 구축한 연구과정에 대해 설명하였다. 이 지원도구는 단순검색과 조건검색이라는 기능을 통해 보유정보량에 따라 환경친화적인 물질을 검색할 수 있도록 하며, 환경성정보, 환경규제정보, 재활용성 정보, 물리적 특성정보 등의 데이터베이스를 구축함으로써 그 기능을 지원하고 있다.

또한 이 지원 도구는 Instep-DfE라는 환경친화디자인 지원 소프트웨어의 일부 모듈로서, 현재 국내외 전문가에 의해 그 유용성을 검증받고 있는 상태이다. 향후, 검증을 통해 발견된 문제점을 반영하여, 로직 및 데이터베이스를 보완할 예정이다. 소프트웨어의 로직 및 데이터베이스가 보완되면, 앞에서 언급한 RoHS와 WEEE에 대응할 수 있는 강력한 도구가 될 것으로 예상된다.

*이 논문은 차세대핵심환경기술개발사업의 지원으로 연구되었음.

3) EP는 자원고갈, 지구온난화, 산성화, 부영양화, 광화학산화물생성, 오존층파괴, 인체독성, 수상생태계독성, 육상생태계독성의 9개 영향범주를 고려한 정규화, 가중화 값이며, 네덜란드의 CML2000 DB를 사용하였다.

4) 일본의 그린구매 네트워크(Green Purchasing Network)에서 정한 물질리스트로 일본 대부분의 기업에서 정하는 규제물질의 약 90%를 만족할 수 있다.