

# 환경고려설계를 위한 환경성 평가방법과 휴대폰의 적용 예

강윤철<sup>\*</sup>, 안성훈<sup>#</sup>

## Evaluation Method of Design for Environment (DFE) and Case Study for Cellular Phone Case

Y. C. Kang<sup>\*</sup> and S. H. Ahn<sup>#</sup>

### ABSTRACT

In this paper, the concept of design for environment (DFE) was introduced to mechanical design and manufacturing of cellular phone case. A new evaluation method integrated in existing product manufacturing process was developed and applied to two different types of cellular phone cases: foldable type and slider type. The evaluation results suggested that scores for 'refurbishments & recycle' criterion were relatively low for their cases. This evaluation method may assist designers to draw a checklist of the product's weak points from the perspective of DFE. From the checklist, the designers can consider possible improvements in future design.

**Key Words** : Cellular phone (휴대폰), Design for Environment(환경고려설계), Environmental evaluation method(환경성 평가 방법)

### 1. 서론

최근에 우리 사회에서는 몇몇 이유로 환경을 고려한 제품 설계의 중요성이 점점 더 커지고 있다. 산업화 이후 인간의 활동은 오존층의 파괴, 숲의 파괴, 스모그 현상, 온실효과, 산성비, 부영양화, 자원의 급격한 소비와 화석연료의 과다 소비 등 충격을 지구 환경에 가해 왔다. 이에 따라, 많은 사람들이 이러한 피해를 최소화 하여 하나뿐인 지구를 보존하고 가꾼 상태로 후손에게 물려주어야 한다는 사실을 인지하고 있으며, 그 결과로 환경에 대한

관심이 급격하게 커지고 있는 것이 사실이다.

또한, 비즈니스의 측면에서 보면, 이러한 사람들의 관심 증대를 기반으로 하여 유럽을 중심으로 한 여러 나라에서는 환경규제를 통한 통상 압력을 가중시키고 있다. 또한, 많은 글로벌 기업들이 환경을 충분히 고려하여 만든 제품을 자사의 경쟁력 있는 상품으로 출시하고 있기 때문에 이것이 경쟁우위의 요건으로 작용하고 있으며 제품을 소비하는 소비자들도 보다 더 환경을 생각한 제품을 소비하려고 노력하는 등 실질적인 시장의 압력으로 나타나고 있는 실정이다. 이와 같은 이유로 많은 기업

접수일: 2006년 1월 6일; 게재승인일: 2006년 4월 27일

\* 서울대학교 기계항공공학부

# 교신저자: 서울대학교 기계항공공학부

E-mail: ahnsh@snu.ac.kr Tel. (02) 880-7110

들은 기존의 자사의 제품 개발 프로세스에 환경에 대한 고려를 포함시키기 위한 노력을 하고 있으며 이에 따라 관심을 가지게 된 것이 환경고려설계 (Design for Environment)이다.

## 2. 환경고려설계의 환경성 평가 방법

### 2.1 환경에 대한 고려의 통합

환경에 대한 고려가 기업의 중요한 제품개발 고려대상으로 떠오르게 된 것은 사실이지만, 이것은 기본적으로 기업에 있어서 이윤을 더 높이기 위한 하나의 방법으로써 가능하게 되며, 기존 제품 개발 프로세스에 자연스럽게 통합되어야 한다는 전제를 가지고 있다.

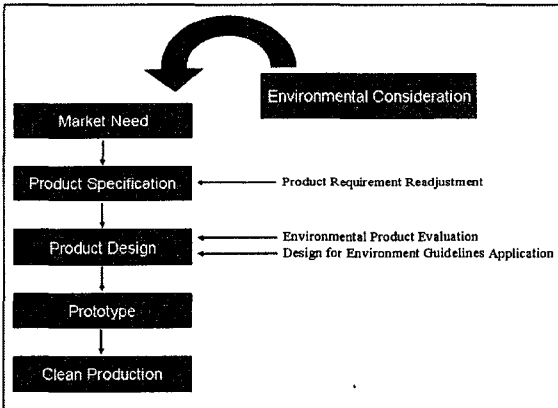


Fig. 1 Integration of environmental consideration in product development process<sup>1</sup>

일반적으로 이와 같은 경우 위의 Fig 1.에서 살펴볼수 있듯이, 제품의 개발 과정 중 시장 요구를 제품으로의 상세화 하는 Product Specification 과정에서 제품에 대한 요구서를 환경에 대한 요구조건을 포함하여 재구성 하게 된다. 이 요구서에는 제품의 전 과정에 걸쳐서 환경 부하를 최소화 하는 방향의 요구 내용이 포함되게 된다. 한편, 이후 실제 제품의 설계 과정에는 이 요구서를 기반으로 하여 제품에 대한 환경성 평가가 함께 이루어 져야 하며, 이 평가를 토대로 환경고려 설계의 가이드 라인이 적용되어 져야 한다.

본 연구에서는 이와 같은 과정 중에서 핸드폰 케이스에 있어서의 환경 고려 설계를 위한 새로운 환경성 평가 방법을 제시하고자 한다. 이 새로운 평가방법은 그 평가방법의 특성상 평가결과의 도출

과 동시에 환경고려설계의 가이드 라인을 바로 획득할 수 있게 되는 장점을 가지고 있다.

### 2.2 환경성 평가 방법 개발

본 환경성 평가 방법의 개발은 기존의 여러 가지 환경성 평가 방법과 지속가능성에 대한 연구들을 참고하여 마련된 것이다. 이 평가방법의 특징은 최근의 경향을 반영하여 제품의 전체 Life Cycle을 Premanufacture, Product Manufacture, Product Delivery, Product Use, Refurbishments & Recycle의 5 단계로 나누어 이에 대하여 평가를 진행하려는 시도를 했다는 점이다.<sup>5</sup> 또한, 각각의 단계에서 중점적으로 살펴보아야 할 환경성과 관련된 사안을 Cycle, Energy Preservation(E.P.), Efficiency(Effi.), Sociality(Socia.), Safety, User Acceptance(U.A.)의 6 개의 범주로 나누었다.<sup>7</sup> 그리고, 이 두 가지를 매트릭스화 하여 평가하도록 하였다. 환경성에 대한 평가와 더불어 최근에 유럽과 일본을 중심으로 시도되고 있는 지속가능성으로의 확장까지도 염두에 두고 개발된 것이 그 특징이라고 할 수 있다. 아래의 Table 1은 이 평가방법에 의한 평가 Matrix의 예이다.

Table 1 Example of the evaluation table developed in this study

	Cycle	E. P.	Effi.	Socia.	Safety	U. A.
Premanufacture	2/5	N/A	3/5	3/5	5/5	N/A
Product Manufacture	1/5	3/5	2/5	N/A	2/5	N/A
Product Delivery	3/5	3/5	3/5	N/A	2/5	N/A
Product Use	4/5	4/5	1/5	2/5	4/5	3/5
Refurbishments & Recycle	1/5	N/A	1/5	2/5	1/5	2/5

#### 2.2.1 평가 매트릭스의 행 구성

평가 매트릭스의 행은 제품의 전체 Life Cycle을 5단계로 나누어 각각의 단계에 대한 평가를 시도하고 있다. 기존의 여러 LCA 및 환경고려설계 관련 논문을 참고하여 가장 적절하다고 생각되는 Life Cycle 분류단계를 참고하여 다섯 단계로 나누었는데, Fig 2는 이 단계를 도식적으로 표현한 그림이다. 이 그림에서 1단계인 Premanufacture 단계는 제품의 전체 Life Cycle중에서 시작단계인 부품제작, 원료물질 준비 등의 단계를 포함한다. 2단계인

Product Manufacture의 단계는 준비된 재료의 가공, 모듈의 조립, 그리고 제품의 조립 생산단계를 포함하며, 3단계인 Product Delivery는 제품의 포장과 운송단계를 포함한다. 4단계인 Product Use는 사용자가 제품을 사용하는 단계를 말하며 마지막으로 5단계인 Refurbishments & Recycles는 소비자의 사용이 끝난 재료와 부품의 재활용 및 재사용, 폐기의 단계를 포함하고 있다

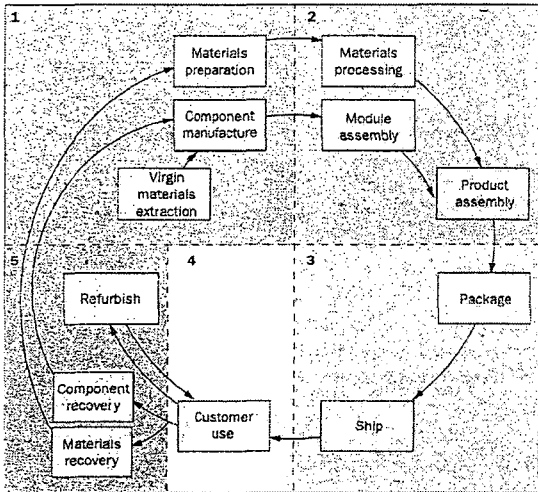


Fig. 2 Classification of five life cycle stages<sup>5</sup>

이와 같은 분류는 제품의 전체 Life Cycle을 생태계의 자원순환과 마찬가지로 여기고 제품을 구성하는 물질의 순환을 강조하는 최근의 흐름과도 잘 맞아 떨어지고 있다.

### 2.2.2 평가 매트릭스의 열 구성

평가 매트릭스의 열은 제품의 개별 Life Cycle 단계에서 환경성과 관련하여 고려해야 할 사안을 6개의 범주로 나누어 구성하였다. 첫 번째로 Cycle 범주는 제품의 개별 Life Cycle 단계에서 사용되는 원재료 및 도구재료의 재활용/재사용성을 평가하고자 하는 범주이다. Energy Preservation은 개별 단계에서 사용되는 에너지 중 자연에너지나 청정에너지의 사용에 관하여 평가하는 범주이고, Efficiency는 개별 단계에서 사용되는 에너지를 포함한 환경적 의미에서의 통합적인 효율성에 관한 평가 범주이다. Safety는 각 단계에서 유독물질 사용 방지나 제조시의 근로자 안전과 같은 제품의 종합적인 안전성을 평가하는 범주이다. Sociality는 사회적인 이슈

의 해결방안이나 지역성 등의 개념을 얼마나 많이 반영하고 있는지에 관한 평가 범주이다. User Acceptance는 사용자의 사용 용이성과 사용자의 요구에 맞는 디자인, 기능성, 적절한 가격 등을 평가하는 범주인데, Sociality와 User Acceptance는 환경성에 대한 고려와 더불어 이를 지속가능성에 대한 고려와 그의 반영까지로 확장하기에 적합한 범주라고 볼 수 있다.

### 2.2.3 평가 매트릭스의 구체적인 평가방법

이 평가 매트릭스는 평가결과를 제품의 설계 과정에서 반영하기 위해서 매트릭스의 개별 셀 하나 하나에 5점 만점의 평가 점수를 매기고 있다. 이 평가 점수를 매기는 방법은 이 평가 매트릭스의 활용을 위해서 아주 중요하기 때문에 기존의 환경성 평가 방법들에 대한 연구를 참고하여 가장 적절하다고 생각되는 셀에 대한 평가방법을 연구하였다. 그 결과 시간이 너무 많이 걸리는 Full LCA 기법은 실무 활용성이 떨어지는 관계로 배제하고, 제품의 체크리스트 평가방법을 응용하여 각각의 셀에 해당하는 체크리스트를 개발하고 그 체크리스트들을 종합적으로 고려하여 5점을 만점으로 점수를 평가하도록 하였다.

이렇게 점수를 매긴 후에는 상당히 여러 가지 용도로 사용 가능한데, 각각의 행의 합과 열의 합의 평균치를 서로 다른 제품끼리 스파이더 웹과 같은 방법을 사용하여 비교함으로써 소비자가 한눈에 비교하기 쉽도록 사용하는 용도와, 또 상대적인 우위에 있는 요소와 상대적으로 열세를 보이는 요소를 찾아내어 체크리스트를 설계에 반영 하는 용도로 쓰일 수가 있다.

한편 6개의 카테고리에 대한 평가는 평가 항목의 특성상 절대적 수치로 평가할 수 있는 항목과 상대적 수치로 평가할 수 있는 항목이 혼재되어 있는데, 이 중에서 상대적 평가가 필요한 항목은 기준이 되는 제품과의 비교 평가를 이용하였다. 또한 정성적 분석이 필요한 항목과 정량적 분석이 필요한 항목도 혼재되어 있는데, 정성적 분석이 필요한 항목의 경우는 전문가의 의견/평가 및 설문 조사 등의 방법을 활용할 수 있다. 각각의 셀에 대한 구체적인 평가항목 체크리스트는 부록에서 확인해 볼 수 있다.

## 3. 평가방법을 이용한 실제 평가 예제

이 평가 방법을 핸드폰의 외장 케이스에 적용하여 보았다. 여기서 핸드폰의 외장 케이스란 핸드폰의 PCB기판부분과 LCD패널 부분을 제외한 모든 부분을 의미한다. 본 평가 방법을 서로 다른 2가지의 핸드폰에 적용하여 평가를 해 보았으며, 평가 결과를 토대로 하여 각각의 핸드폰의 취약점이 무엇인지를 파악한 후에, 비교대상이 되는 핸드폰과 비교하여 어떠한 점을 개선해야 하는지를 체크리스트의 형태로 도출할 수 있다.

**3.1 P사의 슬라이드형 핸드폰 케이스 평가**

아래의 Table 2는 P사의 슬라이드형 핸드폰에 대한 평가 결과를 나타낸 것이다. 이 평가에서 N/A로 표시된 것은 해당되는 셀의 평가내용이 핸드폰 케이스와는 무관한 내용이거나 제작 관련 정보의 보안유지에 따른 제약으로 인한 정보 부족으로 판단하지 못한 경우이다. 평가를 하고 평균점수를 도출함에 있어 N/A로 표시되는 부분은 제외하는데, 서로 다른 제품을 평가 할 때마다, 이 N/A로 표시되는 cell은 달라 질 수 있다. 아래의 Fig 3은 체결에 사용된 나사를 제외한 슬라이딩 폰의 케이스 부품들이다.

Table 2 Evaluation of sliding mobile phone

	Cycle	E. P.	Effi.	Socia.	Safety	U. A.
Premanufacture	3/5	N/A	3/5	3/5	5/5	N/A
Product Manufacture	2/5	3/5	3/5	N/A	4/5	N/A
Product Delivery	3/5	3/5	3/5	N/A	2/5	N/A
Product Use	4/5	4/5	3/5	2/5	4/5	4/5
Refurbishments & Recycle	1/5	N/A	2/5	2/5	2/5	2/5

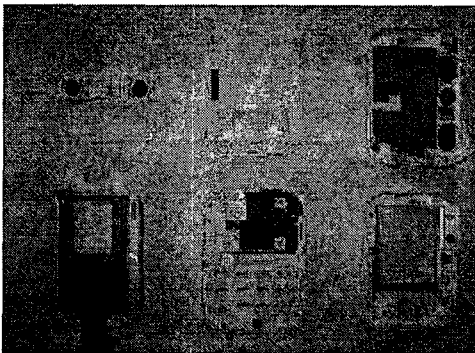


Fig. 3 Parts of the sliding mobile phone

**3.2 P사의 폴더형 핸드폰 케이스 평가**

아래의 Table 3은 폴더형 핸드폰에 대한 평가 결과를 나타낸 것이다.

Table 3 Evaluation of foldable mobile phone

	Cycle	E. P.	Effi.	Socia.	Safety	U. A.
Premanufacture	2/5	N/A	3/5	3/5	5/5	N/A
Product Manufacture	1/5	3/5	2/5	N/A	2/5	N/A
Product Delivery	3/5	3/5	3/5	N/A	2/5	N/A
Product Use	4/5	4/5	1/5	2/5	4/5	3/5
Refurbishments & Recycle	1/5	N/A	1/5	2/5	1/5	2/5

3.1절에서 사용한 방법과 마찬가지로 방법을 사용했으며, 표를 살펴보면 알 수 있듯이, refurbishments & Recycle 단계에서의 평점 평균이 낮은 것을 포함하여 전체적인 평가 점수의 구성은 슬라이드형 핸드폰 케이스 평가와 비슷한 평점을 보인다. 다만, 세부적인 점수를 살펴보면 약간 차이를 보이는데 이는 다음 절에서 구체적으로 비교해 보도록 한다. 아래의 Fig 4는 체결나사를 제외한 폴더형 핸드폰 케이스의 부품들이다.

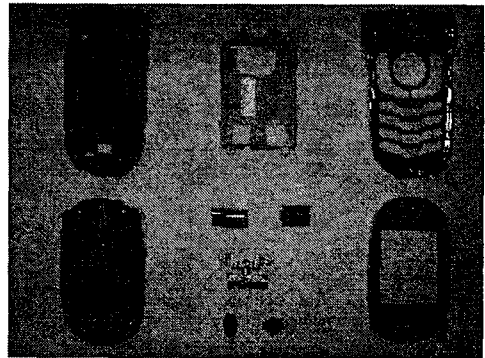


Fig. 4 Parts of the foldable mobile phone

**3.3 각 핸드폰 케이스의 평가 비교**

평가 결과의 비교를 보다 쉽게 하기 위하여 스파이더 웹 형태의 비교방법을 이용하였다. 이 방법의 장점은 제품의 환경성 정보를 한눈에 쉽게 알아볼 수 있고, 하나의 웹에 여러 제품의 정보를 표기하거나 넓이를 비교해 보는 식으로 비교에 편리하다는 점이다. 아래의 Fig 5는 다섯 개의 Life Cycle

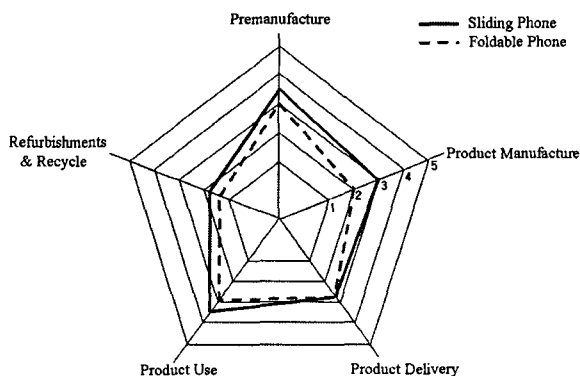


Fig. 5 Spider web diagram of five life cycle stages

Stage 별로 셀이 가지는 점수를 평균하여 스파이더 웹 그래프에 나타낸 것이다. 이 그래프를 참고하면, 각각의 단계에서 어느 정도의 환경적 영향을 미치는 지를 한눈에 알아 볼 수 있으며 포함하고 있는 넓이의 단순 비교만으로도 어느 제품이 더 지속가능성을 고려한 제품인지를 비교 할 수 있다.

예제로 살펴 본 두 제품의 경우 그래프에서 살펴볼 수 있는 것처럼, 폴더형 핸드폰에 비하여 슬라이딩형 핸드폰이 더 환경성의 측면에서 우수한 핸드폰임을 알 수 있다. 아래의 Fig.6은 여섯 개의 범주별로 셀이 가지는 점수를 평균하여 스파이더 웹 그래프에 나타낸 것이다. 위에서 비교해 본 것과 마찬가지로의 방법으로 비교하면 쉽게 각각의 범주별로 더 나은 환경성을 보이는 제품과 전체적으로 환경성을 더 잘 구현한 제품을 한눈에 알아볼 수 있다. 예제로 살펴본 두 제품의 경우 그래프에서 볼 수 있는 것처럼 슬라이딩형의 핸드폰이 각각의 비교 범주에서도 더 나은 환경성을 보여줌을 알 수 있다.

그래프를 잘 살펴보면, 전체 Life Cycle Stage 중에서 사용 후 Refurbishments & Recycle 단계에서의 평점 평균이 특히 낮았는데 이는 분석에 사용된 예제 휴대폰 케이스들이 사용 후 재활용 및 재이용하기가 어려움을 보여주는 결과이다. 이와 같이 점수 평가 결과가 도출되면 거꾸로, 상대적으로 낮은 점수를 도출하게 된 평가 범주의 체크리스트를 살펴보고, 어떤 셀의 체크리스트가 점수의 하향에 큰 영향을 끼쳤는지 살펴보고 이의 개선을 도모함으로써, 평가 결과가 자연스럽게 제품의 환경성 개선을

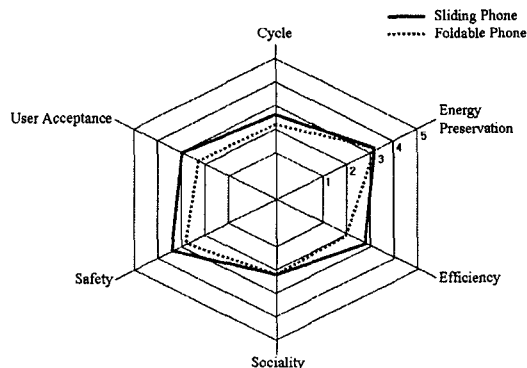


Fig. 6 Spider web diagram of six category

위한 체크리스트의 도출로 이어질 수 있다는 점이 이 평가방법의 장점이 된다. 실제 각각의 셀에 대한 체크리스트와 평가 과정, 그리고 개선 체크리스트의 도출은 부록에서 확인해 볼 수 있다.

### 3.4 평가 결과의 활용

이 평가방법의 가장 큰 장점은 평가 결과를 곧바로 환경고려설계를 위한 체크리스트로 활용 할 수 있다는 것이다. 즉, 앞의 예제의 평가 결과를 절대적인 수치 측면에서 살펴볼 때에 다섯단계의 Life Cycle 중에 특히 Refurbishments & Recycle 부분에서의 점수가 낮게 나타났고, 여섯 개의 카테고리 중에는 Sociality와 Cycle 부분에서 낮은 점수를 나타내었다. 따라서, 이 평가 결과를 가지고 재설계를 하기 위해서는 점수를 낮게 평가 되게 한 바로 그 체크리스트가 곧바로 주의하여 개선해야 할 체크리스트가 되게 되는 것이다. 예를 들어, 다음 페이지의 Table 4는 슬라이딩형 핸드폰에 대한 평가에서 Refurbishments & Recycle 단계의 Cycle 카테고리의 셀은 5점 만점중 1점을 획득하게 된 경과이다. 따라서, 기획된 제품을 검토하거나 재설계를 할 때에, Table 4의 평가 결과 점수를 검토하여 현재 제품에서 구현 가능하면서도 점수를 상승시킬수 있는 체크리스트 항목을 판단하여 이 항목부분의 개선을 이루어 낸다면, 이 Cell에서 좋은 평가 점수를 얻게 될 수 있을것이다. 또한, 이와 같은 과정이 평가 테이블 내의 모든 셀에서 이루어 진다면 전체적으로 환경성이 개선된 제품을 개발 할 수 있는 도구가 된다.

Table 4 The specific evaluation of Refurbishments & Recycle - Cycle Cell

평가 체크리스트를 통한 평가 결과	점수
* 재활용 부품과 재이용 부품, 폐기처리하여야 할 부품에 대한 손쉬운 식별 및 분리에 대한 배려가 없음	0/0.5
* 제품의 해체가 어렵도록 설계되어 있으며, 해체가 되더라도 분리수거가 가능한 형태로 설계되어 있지가 않다.	0.5/1.5
* 부품의 수를 줄이기 위한 노력은 일정 부분 이어져 왔다.	0.5/1
* 제품의 분해는 일반인들의 경우 3분 이상이 걸린다.	0/1
* 체결부위 중 중요한 부분은 외부에서 접근하기가 힘들고, 표면 결합보다는 홀결합위주로 되어 있어, 제품의 분해가 상당히 까다롭다.	0/1

#### 4. 결론

본 연구에서는 환경을 고려한 설계의 필요성을 확인하고 기존제품의 제작 프로세스와 통합된 환경 고려설계는 어떠한 과정으로 이루어지는지 알아 보았다. 또한, 이 통합과정 중에서 제품의 환경성 평가부분에 대한 기존 평가방법을 토대로 개선한 새로운 평가방법을 제시하였으며, 이 평가방법을 실제로 핸드폰 케이스에 적용하여 평가해 봄으로써, 이 평가방법이 환경적으로 취약한 부분을 찾아내는 것 뿐 아니라 그 부분의 개선을 위한 체크리스트의 도출까지 가능함을 알 수 있었다.

#### 후 기

서울대 BK21과 실험에 조언 및 자료를 제공한 펜텍엔큐리텔 제품신뢰성 3팀의 정준규 차장에게 감사드립니다.

#### 참고문헌

- Rodrigo, J., Castells, F. and Alonso, J. C., "Electrical and Electronic Practical Ecodesign Guide," University Rovira i Virgili, 2002,
- United Nations Environment Programme, UNEP's

- 7<sup>th</sup> International High-Level Seminar on Cleaner Production(CP-7), <http://www.unep.org/pc/cp7/>
- Ishii, K., "Design for Environment and Recycling: Overview of Research in United States," Invited Presentation, CIRP 5th International Seminar on Life Cycle Design September 17, 1998.
- UNEP, "Sustainable consumption - A global status report," 2002.
- Graedel, T. E., Comrie, P. R. and Sekutowski, J. C., "Green Product Design," AT&T Technical Journal, Vol. 74, No. 6, 1995.
- Kim, S. D., Lee, J. H., Eun, J. H., Nam, T. J., Kang, H. Y., Kwon, M. J. and Yun, C. H., "Base construction method for sustainable production," Korea National Cleaner Production Center, 2004,
- Nam, T. J., "Evaluation method for sustainability of product," Workshop for sustainable production, 2004.
- Ha, S. S., "Practical environmental design methodology," Ajou University, 2001.

#### 부 록

##### A1. 환경영향평가 테이블의 구체적 평가방법

##### A1.1 환경영향 평가 테이블

환경성 평가를 위한 평가 테이블은 본문의 Table 1을 통하여 살펴볼 수 있다. 본 부록에서는 테이블의 각각의 셀들의 점수를 평가하기 위한 체크리스트를 간단히 소개하고자 한다. 지면의 한계상 체크리스트 내용의 전제는 어려우므로, 이 부록에서는 다섯 개의 제품 Life Cycle 중에서 일반적으로 가장 이해하기 쉬운 Refurbishment & Recycle 단계에 대하여 이를 구성하는 셀들의 평가 체크리스트를 살펴보도록 한다. 각각의 셀은 점수비율 100%를 5점 만점으로 하여 획득한 점수만큼을 합산하여 해당 셀의 점수를 판단한다. 또한, 평가는 주관적 평가와 객관적 평가가 혼재되어 있으므로, 서로 다른 제품에 대한 동일한 채점기준의 적용을 위하여 평가자는 한사람 혹은 한 팀이 되어야 한다.

이 체크리스트는 각종 환경 규제 및 새로운 환경위험요인의 발생과 더불어 지속적으로 업데이트 되고 있다.

## A1.2 Refurbishments & Recycle

제품의 전체 Life Cycle 중 Refurbishment & Recycle 단계는 재료의 재활용과 부품의 재활용, 또는 이들의 재이용 혹은 폐기와 관련한 단계를 의미한다. 이 과정에서는 우선 순위가 정해지는데 최우선은 사용단계에서의 폐기물의 저감을 의미하는 Reduce이고, 그 다음 우선순위는 발생한 폐기물을 같은 기능으로 재이용하는 것을 의미하는 Reuse, 그리고 그 다음 순위는 같은 목적으로 사용하기 어려운 폐기물을 그 물리, 화학적 특성을 이용하여 다른 목적으로 활용하는 Recycle, 그리고 마지막으로 이마저도 불가능할 때에는 최종순위로 폐기를 하게 된다.

### A1.2.1 Cycle

- \* 재활용 부품과 재이용 부품, 폐기처리하여야 할 부품에 대한 손쉬운 식별 및 분리가 가능한가? (점수비율 : 10%)
- ① 재이용(Reuse)
  - \* 가능한 기능을 단순화하여 재활용시에도 성능과 외관이 유지되도록 설계되었는가? (점수비율 : 10%)
- ② 재활용(Recycle)
  - \* 부품의 해체 및 재활용 목적에 따른 분리수거가 쉽도록 설계되어 있는가? (점수비율 : 15%)
  - \* 재활용이 가능한 부분의 분리가 용이하도록 설계되었는가? (점수비율 : 15%)
  - \* 유독물질이 사용된 경우 다른 물질과 섞이지 않은 상태에서 회수될수 있도록 설계되었는가? (점수비율 : 10%)
- ③ 부품수 줄이기(Reduce)
  - \* 불필요한 부품이나 불필요한 체결부위를 제거함으로써 부품의 수를 최소화 하려는 노력이 이루어 졌는가? (점수비율 : 10%)
- ④ Design for disassembly
  - \* 분해 방법 및 시간이 가능한한 쉽고 짧게 걸리고 있는가? (점수비율 : 15%) - 분해가 어렵거나 시간이 많이 걸릴 경우 대부분의 소비자들은 분해를 통한 재활용 부

품 분류를 포기하게 됨

- \* 재활용을 위한 접근성의 항상 측면에서 체결부위에 대한 외부에서의 접근이 용이한가? (점수비율 : 15%).

### A1.2.2 Energy Preservation

- \* 제품의 재활용에 사용되는 에너지는 최대한 청정에너지의 사용을 염두에 두고 있는가? (점수비율 : 100%)

### A1.2.3 Efficiency

- \* 구조가 견고하여 반복 재생산이 가능하도록 설계 되었는가? (점수비율 : 10%)
- \* 체결부위의 최소화를 추구하고 있는가? (점수비율 : 25%)
- \* 제3의 제거 도구가 필요한 체결부위는 최소화 되고 있는가? (점수비율 : 25%)
- \* 체결부품의 재료와 체결되어지는 제품의 재료가 서로 Compatible한가? (점수비율 : 20%)
- \* 가능한 한 접촉체의 사용은 꼭 필요한 부분에서만 이루어지고 있는가? (점수비율 : 10%)
- \* 줄이나 케이블에 의하여 연결되는 경우 그 길이가 가능한 한 짧게 되어 있는가? (점수비율 : 10%)

### A1.2.4 Sociality

- \* 제품의 재활용 및 폐기시설에 대한 지역 사회의 사회적 합의가 도출되어 있는가? (점수비율 : 40%)
- \* 원하는 소비자에 대한 제품의 재활용 교육은 충분히 이루어 지고 있는가? (점수비율 : 60%)

### A1.2.5 Safety

- \* 부품의 해체시에 사용자에게 대한 안전이 적절히 보장되고 있는가? (점수비율 : 50%)
- \* 적절한 최종 폐기 처분이 안전하게 이루

어 지고 있는가? (점수비율 : 30%)

- \* 사용자의 안전 측면에서 살펴 보았을 때  
에 체결부위에 대한 외부에서의 접근이  
용이한가? (점수비율 : 20%)

#### **A1.2.6 User Acceptance**

- \* 사용자에게 제품의 폐기에 대한 적절한  
정보가 제공되고 있는가? (점수비율 :  
40%)
- \* 제품의 폐기과정 및 폐기물의 처리에 있  
어서, 사용자의 편의성이 보장되어 있는  
가? (점수비율 : 30%)
- \* 제품의 폐기 과정에서 소비자에게 금전적  
부담을 강요하고 있지는 않은가? (점수비  
율 : 30%)

#### **부록참고문헌**

- A1 Rodrigo, J., Castells, F. and Alonso, J. C.,  
“Electrical and Electronic Practical Ecodesign  
Guide,” University Rovira i Virgili, 2002.
- A2. Graedel, T. E., Comrie, P. R. and Sekutowski, J.  
C., “Green Product Design,” AT&T Technical  
Journal, Vol. 74, No. 6, 1995.
- A3. Kim, S. D., Lee, J. H., Eun, J. H., Nam, T. J.,  
Kang, H. Y., Kwon, M. J. and Yun, C. H.,  
“Base construction method for sustainable  
production,” Korea National Cleaner Production  
Center, 2004.
- A4. Nam, T. J., “Evaluation method for sustainability  
of product,” Workshop for sustainable production,  
2004.
- A5. Ha, S. S., “Practical environmental design  
methodology,” Ajou University, 2001.