

환경친화적 디자인개발을 위한 프로세스 -DFD설계기법을 중심으로-

이경화, 서홍석
전북대학교 산업디자인학과

A STUDY ON DFD(Design for Disassembly) for Environment Friendly DesignDevelopment

LEE KYONG-HWA, SEO HONG-SEOK
Chon-Buk National Univ. Department of Industrial Design

I. 서론

환경문제의 근본적인 원인은 결국 인류가 사용하고 있는 도구와 자원의 이용 행태에서 비롯된 것이다. 지구의 환경과 생태계의 균형이 깨어지는 상황이 심각해지면서 '환경보존'은 인류가 해결해야 할 가장 중요한 문제로 부각되고 있다. 이로 인해 제조업자들은 환경친화적 제품을 생산해야만 했고 전체적인 디자인프로세스에서도 환경문제를 최우선적으로 고려하도록 요구하고 있다.

따라서 디자이너들은 디자인 결정과 디자인 프로세스에 영향을 미치고 있는 모든 환경문제를 인식하며 이러한 문제를 최소화하는데 기여할 수 있는 새로운 디자인 방법을 모색해야 할 것이다. 그중에서도 특히 현재 생활속에서 폐기되고 있는 수많은 제품들로 인한 환경폐해의 문제를 최소화시킬 수 있는 디자인 방안이 필요한 때이다.

이에 본연구에서는 환경친화적 제품 개발을 위한 핵심적 디자인 접근방법으로서 Recycling 개념의 '분해를 위한 디자인(Design For Disassembly, 이하DFD)'에 대한 방법론적 고찰을 통하여 현재 생활속에서 폐기되는 수많은 제품들로 인한 환경의 피해를 최소화시킬 수 있는 디자인적 해결 방안을 모색하고, 디자인 초기 단계에서부터 재활용이 가능한 구조 설계 및 소재를 사용, 제품 폐기 및 리사이클링 문제를 해결할 수 있는 환경친화적 개념의 제품디자인 개발프로세스를 제안하고자 한다. 따라서 본연구는 관련분야에 대한 고찰과 사례분석을 중심으로 진행하였으며, LCA(Life Cycle Assesment)의 개념적 이해를 통하여 환경친화적 디자인의 이론을 정립하였고, DFD의 접근방법에 대해 분석하여 이를 바탕으로 환경친화적 제품개발을 위한 DFD의 기본적인 가이드라인 설정과 이에따른 사례연구를 통하여 DFD의 개념을 구체화시킴으로써 궁극적으로 환경친화적 디자인의 제 방향을 정립하고자 하였다.

II. 환경친화적 디자인과 DFD

2.1. 환경친화적 디자인 개념 및 접근방법⁸⁾

환경친화적인 디자인이란 그동안 자연생태계에 악영향을 끼친 산업화의 부산물인 제품이 자연생태계에 더이상 피해를 주지 않으면서 자연의 순환과정에 순응할 수 있도록 디자인하는 것을 의미한다. 따라서 환경과 소비자 그리고 기업이 상호 만족하는 환경친화적인 디자인을 위해서는 소비자의 만족과 제품의 수명을 장기간 유지할 수 있도록 제품의 기본 기능에 충실하고 확장이 용이하며 형태적 영속성을 갖는 디자인을 추구하여야 한다.

2.2. 소비자 및 디자인의 환경변화

소비자가 환경오염에 끼치는 영향은 결코 적지 않다. 이와 동시에 소비자는 환경으로부터 지대한 영향을 받는다. 그러므로 환경문제에 참여할 수 있는 가장 손쉬운 방법은 환경보호 제품을 구매하는 것이다. 물론 소비자들은 기능이 줄어든 상품을 구매하지 않으려하며 또한 환경에 영향을 미치지 않으면서도 추가적인 지출이 필요없는 제품을 선호할 것이다.

What can design do to solve the environment problems?

제품 폐기 및 리사이클링 문제 해결
Design for Disassembly

DFD

환경친화적 제품 개발을 위한 디자인 방법 연구

Recycling 개념의 Audio Design 제안

8) 서홍석, "환경친화적 제품개발을위한...", 홍익대학교 대학원 석사논문, 1998.

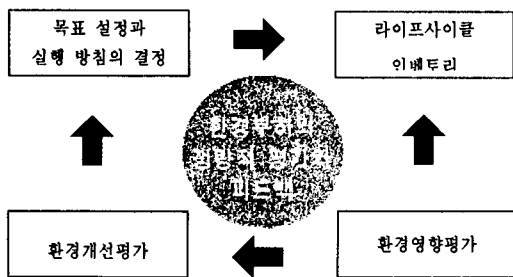
따라서 이제 기업들도 환경문제를 고려하지 않고는 기업의 궁극적인 목표인 기업가치를 극대화할 수 없는 상황에 이르렀고 디자이너 또한 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 디자인 프로세스에 임하기 전 철저한 조사연구를 수행할 의무를 가지며 환경문제의 이해를 통한 보다 적극적인 디자인 개발이 요구되어진다.

III.DFD의 기본개념 및 방법론적 연구

3.1. LCA의 개념⁹⁾

제품과 환경에 관련된 복합적인 문제를 해결하기 위한 새로운 방법으로서 '전과정 평가(Life Cycle Analysis, LCA)'가 있다. LCA는 제품생산 혹은 서비스 활동, 더 나아가 정책결정에 대한 전과정 즉 계획단계부터 원료 선택, 제품 제조과정, 판매,유통과정, 소비의 전과정에 대한 에너지 자원소비 및 환경에 미치는 각종 부하들을 가능한 정량적으로 분석, 평가하여 환경오염부하를 최소화시킬 수 있는 개선방안을 모색하는 기술적이고 체계적인 과정을 의미한다.

LCA의 궁극적인 목적은 '환경적으로 건전하고 지속가능한 발전(Environmentally Sound and Sustainable Development)'을 실현하기 위하여 환경오염부하를 최소화시키고 그 개선방안을 모색하는데 있다. 이를 위해 LCA는 크게 4단계에 걸쳐 진행되는데, 이들 4과정은 ①1단계: 목표설정 ②2단계: 환경부하 데이터 수집 ③3단계: 환경영향평가 ④4단계: 환경개선평가 이다.



3.2. DFD의 개념 및 접근방법

3.2.1. DFD의 의미와 목적

DFD의 개념은 재사용, 재활용이라는 폐기물의 재자원화를 구체적으로 실현하기 위한 방법이다. 즉 리사이클링을 위한 분해 기술이라 할 수 있고 이는,부품과 재료에 있어 복합적인 것을 배제하여 최대한 단일한 성격의 재료와 부품을 사용하도록

하는 것이다. 그러나 부득이하게 서로 다른 재료를 사용해야할 경우 제품의 조립시간을 단축시키고 쉽게 분해될 수 있도록 제품 설계에서 적극 고려되어야 한다. 말그대로 DFD는 분해가 쉽게 되는 제품을 만든다는 의미이며, 즉 제품의 품질조정과 생산전략, 생산비용 등과 같은 전 라이프사이클의 중간단계의 목적을 만족시키는 것 뿐 아니라, 제품 구입후 그리고 폐기과정까지의 전과정을 고려한 디자인이라고 할 수 있다. 그러므로 DFD의 궁극적 목적은 장기적 관점에서 제품 디자인에 대한 연구와 실행을 통해 환경적 문제점을 개선하려는 노력이라 할수 있다.

3.2.2. DFD 적용범위

DFD의 적용범위는 제품이 갖는 특성 및 속성과 제품공정, 소비자 분석, 관련분야의 지원등에 따라 유동성을 가질 수 있다. 따라서 DFD의 보다 효과적인 적용을 위해 이러한 사항에 대한 사전 조사와 평가를 실시하여 이에따른 적절한 프로세스의 정립이 필요한 것이다.

3.2.3. DFD 관련기술¹⁰⁾

DFD는 재료, 기계, 생산 방법에 관련된 다양한 기술이 함께 발전됨으로써 이루어진다.

DFD의 기초가 되는 분해과정은 수동과 자동, 그리고 비파괴와 파괴라는 방법상의 차이로 구분된다. '비파괴 분해방법'은 제품의 보수나 수리과정에서 볼 수 있는 개념으로 조립된 부품의 전부나 일부분을 분해하기 위하여 이를 자르거나 분리시키는 방법으로 전통적으로 Drilling, Sawing 등이 사용되었으며, 최근에는 물과 레이저빔을 이용한 절삭방법도 사용되고 있다. 또한 분해과정의 효율성을 높이기 위하여 컴퓨터 로봇을 이용한 분해(Robot Assisted Disassembly), 인공지능(AI)을 이용한 분해의 최적화 과정(Optical Disassembly Sequence)에 관한 연구들을 이용한 분해(Computer Aided Disassembly)도 이루어지고 있다.

3.2.4. DFD 요소에 대한 분석

재활용의 목적은 제품의 디자인 설계단계에서 리사이클을 감안하여 해체, 분리 및 선별 수거가 용이하도록 설계방법이 검토되어야 하며, 재활용과정에서 부품제거나 재료분류공정을 단순화하고 비효율적인 공정을 생략할 수 있도록 부품 감소 및 결합방식 개선에 의한 분해성이 검토되

10) Alan Redford & Jan Chal, "Design for Assembly -Principles and Practice", McGraw-Hill Book Company, 1994, pp.121-134.

9) 종합기술정보, 1996.7., pp.46-47.

어려야 한다. 또한 제품이 쉽게 재활용될 수 있는지 또는 폐기처리시 위험요소가 무엇인지를 알려주는 요인이 되는 재료선택에 있어서의 검토사항은 다음과 같다.

- 재활용 재료의 사용
- 첨단재료
- 해로운 성분의 사용회피
- 재료의 최소한 사용

4. 기업별 DFD 에 의한 디자인 개발 사례분석

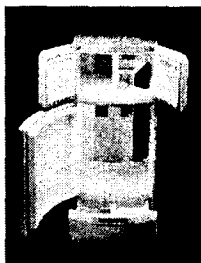
4.1. 사례연구

선진국 기업의 DFD에 의한 연구 개발이 가속화되고 있다. 이에 따라 기업에서 환경정책을 경영전략으로 활용하는 사례는 쉽게 찾을 수 있다. 여기서는 GE Plastics를 비롯한 기타 여러 선진기업과 국내 전자업체의 개괄적인 사례를 중심으로 소개하고자 한다.

1) 국내기업 동향

국내 가전 3사의 환경친화제품 개발이 활기를 띠고 있다. 관련업계에 따르면 삼성전자, LG전자, 대우전자 등 가전3사는 그동안 일부 제품을 대상으로 실시해온 LCA 기법을 최근 TV, 모니터, 세탁기, 냉장고, 에어컨, 전자레인지 등 주요 가전제품으로 확대, 본격적인 환경친화 제품개발에 다투어 나서고 있다. LCA는 국제환경규격인 ISO14000 시리즈의 한 항목으로 세계적으로 도입이 확산되고 있는 추세다.

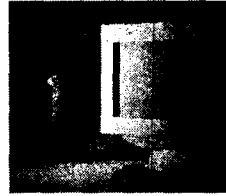
2) GE 플라스틱(GE Plastics)사



해체를 위한 디자인 분야를 주도해가고 있는 GE 플라스틱사는 '디자인에 의한 라이프 사이클(Life Cycle Management by Design)'을 디자인과 환경문제를 함께 해결하는 새로운 사고이자 전략으로 발전시키고 있다. GE 플라스틱사가 DFD

의 개념을 바탕으로 개발한 냉장고 디자인은 재활용된 재료와 내구성있는 디자인의 개발 방향을 제시하였다. 이 디자인에서는 재활용이 불가능한 재료를 피하고 재활용된 재료의 물성을 최대한 활용하는 방법과 함께 페인트, 코팅의 장식을 피하는 등 DFD를 위한 다양한 방법을 적용하였다. 가장 눈에 띄는 것은 커브가 진 문짝이다. 이것은 스타일링상의 배려 이외에 열기와 냉기가 끊임없이 균형을 이루는 냉장고에 강도를 더해 주며 구조상 상당한 이점을 준다.

3) 휴렛 팩커드(Hewlett-Packard Co.)사



1994년 휴렛 팩커드사가 개발한 평면 모니터(Flat Panel Display)는 기존의 CRT보다 400%정도 부피와 무게를 축소시킨 새로운 제품이다. 휴렛 팩커드사로부터 차세대 워크

스테이션용 모니터 디자인을 의뢰받은 지바디자인(Ziba Design Co.)사는 '부피의 감소, 기능의 선별, 분해를 위한 디자인' 개념을 설정하였다.

탁상 위에 놓이는 이 제품은 냉각용 팬을 효율적인 공기순환 방식으로 대체함으로써 가격, 소음, 에너지의 소비를 줄였다. 또한 단 2개의 나사를 조이는 것만으로 조립과 분해를 쉽게 할 수 있게 하였다. 고가의 제품이기에는 좋은 재료로 제작되어 제품의 수명이 다한 후에 전면의 패널은 다른 모니터 패널 등의 용도로 재사용되거나 캐스캐이딩 되어 다른 제품으로 개발되는 것까지 고려하여 디자인되었다.

4) 허먼 밀러(Herman Miller, Inc.)사 - 아비앙 의자

최근 가구시장은 인간공학적 가구의 개발뿐 아니라 환경문제를 고려한 새로운 가구의 개발을 중요 이슈로 다루고 있다.



아비앙은 100퍼센트 재활용될 수 있는 제품이다. 아비앙은 조립(Assembly)과 재활용을 위하여 분해(Disassembly)를 쉽게 할 수 있도록 디자인 되었다.

4.2. 사례연구를 통한 DFD 가이드라인 설정

상기 사례분석에서 얻어진 결과를 정리해 보면 환경개선적 제품의 디자인에 대한 궁극적 목적을 다음과 같이 요약할 수 있고 이에 따라 DFD요소의 지침을 설정할 수 있다.

- 1) **제품의 수명**: 제품 수명의 확장은 쓰레기를 줄이는 가장 확실한 방법이다.
- 2) **재료의 선택**: 재료의 요소는 제품이 어떻게 사용될 것인가, 재활용이 가능한가, 요구되는 재료특성은 무엇인가와 같은 선택의 내용을 지닌다.
- 3) **재료사용의 최소화**: 사용되는 재료의 양을 최소화하는 것은 자원의 절약과 원가절약을 위해 필수적이다. 이는 세가지 요소로 세분화되는데,

단순화, 소형화, 다기능제품이 그것이다.

4) **에너지의 사용방법** : 에너지의 효율적 사용 방법, 가능한 한 적은 양의 에너지의 사용, 재생 원료로 얻어진 에너지의 활용방법 등은 디자이너들이 환경개선을 위해 유의해야 할 에너지 활용 분야에서의 주요 요소들이다.

5) **공해의 최소화** : 대기, 수질, 소음공해는 디자이너들이 제품재료의 선택을 신중하게 고려함으로써 감소시키고 예방할 수 있다.

6) **새로운 환경기술적 접근** : 새로운 기술은 자원을 줄이고 효율적으로 사용할 수 있게 한다. 새로운 기술의 진보는 제품 혹은 생산과정에 결합하여 환경을 개선하는데 기여하게 될 것이다.

V. DFD 디자인 제안

사례연구를 통해 고찰된 내용을 근거로 현재의 문제점을 파악하고 이에 대한 개선안을 제시하여 디자인 접근에 있어서 환경이라는 복잡한 문제를 제품폐기시 분해 및 재활용 문제의 해결이라는 관점에서 대안을 강구함으로써 본 연구의 목적에 충실하려 하였으며 좀더 환경문제에 근접할 수 있는 실험적 대안을 제시하고자 한다.

5.1. 현재의 문제점 및 개선 방향

5.1.1. 현재의 문제점

▶ 기존의 오디오 환경은 다양한 소재의 적용에도 불구하고 환경친화성에 대한 개념이 희박하여 제품 폐기의 문제가 전혀 고려되지 않은 상태에서 생산되고 있어 오랜 기간동안 환경오염의 원인이 되고 있다.

▶ 기업의 마케팅 측면에서의 친환경적 상품에 대한 마인드가 부족한 실정이다.

▶ 음질위주의 설계 및 고급화 경쟁으로 무분별한 소재의 적용과 시스템간의 상호 연계성이 미흡하고, 시스템 구성이 복잡하다.

▶ 생산공정에서의 자동조립화가 이루어지고 있는 반면 사용후 해체의 용이성에 대해서는 간과되고 있는 실정이며, 재료의 캐스케이딩에 대한 연구가 거의 없는 실정이다.

▶ 각기 다른 세트의 구입에 따른 비용 부담이 크며, 시스템 구성의 조화가 전체이미지로서 연출되지 못하는 경우가 많다.

▶ 주거환경의 변화에 따른 공간효율성 및 인테리어성을 감안한 제품의 개발이 시급하다.

▶ 기존 콤포넌트 스타일의 오디오는 설치 및 이동이라는 가변적인 상황에 효과적으로 대처하지 못하고 있으며 항상 전선의 처리문제가 있다.

5.1.2. 개선 방향

환경친화적 개념의 오디오는 분해 및 재활용성 향상을 목적으로 시스템 구성요소 상호간의 기능성, 조형성, 상징성을 중심으로 다음의 내용을 전제로하여 총체적인 조화를 지향하도록 계획되어야 할 것이다.

1) 기능적 측면

▶ 모듈러 시스템에 의한 기능적 연계성을 갖도록 설계방안 모색

▶ 기능의 단순화를 통한 부품 수의 절감

▶ 시스템 구성요소의 기능별 Option화

▶ 설치공간 및 이동 등 가변적 상황에 능동적으로 대응할 수 있는 기본 모듈을 개발하고 이를 시스템화

▶ 사용성 향상과 복합기능화를 통한 상품성 추구

2) 조형적 측면

▶ 디자인의 기본 체계 확립을 통한 구성 요소의 유형별 체계화

▶ 해체 및 분리가 용이한 단순 구조적 형태 접근

▶ 소비자에게 매력적으로 느껴질 수 있는 미적인 측면 강조

▶ 재활용 소재의 적용으로 환경성 부가

▶ 제품의 감량화 및 부피의 축소로 공간효율성 증대

3) 상징적 측면

▶ DFD의 의미론적 접근

▶ 근미래 지향의 환경친화적 이미지 구현

▶ 환경마케팅 측면에서의 시장성 고려

5.2. DFD가이드라인 설정에 따른

디자인 전개방향

1) 구조적인 측면

구조적인 측면에서는 부품별로 동일한 소재를 사용하여 분해가 용이한 조립식 구조로 설계되어 폐기시 분리 수거가 가능하고 재활용이 가능하도록 하였다.

2) 재료적인 측면

재료적인 측면에서는 Recycling 소재인 생분해성 플라스틱(PPO)을 사용하여 재활용될 수 있도록 하였으며, 사용후 수거된 소재는 캐스케이딩될 수 있도록 고려하였다.

3) 형상적인 측면

형상적인 측면에서는 분해적 스타일의 은유적 표현을 통해 단순하면서도 소비자에게 매력적으로 느껴질 수 있도록 하였으며, 성(城)의 이미지를

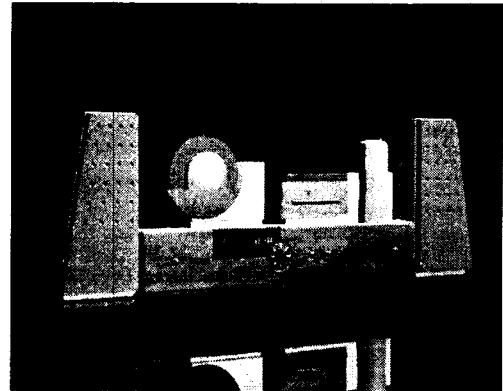
모티브(Motif)로 하여 하나의 음악을 듣는 풍경을 연상케하여 인테리어 오브제로서의 가치를 갖도록 하였다.

4) 기능적인 측면

기능적인 측면에서는 개전(個電) 개념의 오디오로서 꼭 필요한 기능만을 추가하여 부품 수를 최소화하고 기존의 결합방식을 개선하여 조립·분해가 용이하도록 하였다.

5) 환경친화적인 측면

환경친화적인 측면에서는 제품을 슬림화해서 재료의 사용을 최소화 하였으며, 오디오의 가장 기본적인 것에 충실하고 모든 기능을 버리지 않더라도 불필요한 기능을 제거해 나가려 하였으며, 3R(Reduce, Reuse, Recycle)의 개념을 근간으로 DFD라는 기본 컨셉트를 구현하고자 하였다.



5.5.. 디자인 개발안 제시(3D Rendering)

5.3. DESIGN CONCEPT

- ▶ DFD 설계기법을 도입한 Recycling 개념의 Audio Design
- ▶ 제품 폐기 및 재활용 문제해결을 위한 환경친화적 Audio 개발
- ▶ 소비자에게 매력적으로 접근할 수 있는 New Environmental Image 구현

5.4.. CONCEPT IMAGE

- 1) New PRODUCT(Enviroment Friendly Design)
 - ▶ Recycling 개념의 Audio
 - ▶ DFD Concept 도입
 - ▶ 재활용 소재의 적용
- 2) New IMAGE & STYLE (오브제를 통한 가치 창조)
 - ▶ 단순한 구조적 제품이미지
 - ▶ 개전(個電) 개념의 일체형 오디오
 - ▶ 인테리어성 추구
- 3) New FUNCTION (Audio & Communication)
 - ▶ 기능의 복잡화 및 사용상의 단순화 추구
 - ▶ User Interface를 고려한 Control Unit Layout
 - ▶ Modular System을 통한 기능의 Option화
- 4) New SPACE(공간활용성 추구)
 - ▶ Slim & Compact Size
 - ▶ 공간 창조형 디자인으로 재료 사용의 최소화
 - ▶ New Life Style Image 창출

결론

전통적인 기준으로 보면 잘 디자인된 제품이란 그 기능을 잘 수행할 수 있는 제품이다. 즉 적절한 소재와 기술을 사용하여 쉽고도 안전하게 사용할 수 있는 제품이어야 하며 소비자가 지불한 대가를 만족시키면서도 멋있게 보이는 제품이어야 한다. 그러나 새로운 기준에서 보면 우수한 디자인의 제품은 환경적 요인을 고려한 제품이다. 즉 제품의 수명주기 동안 환경에 미치는 영향을 최소화 하도록 디자인된 제품을 말한다.

디자인은 제품에 관해서 주요한 결정들에 관여하기 때문에 그 제품의 효과를 다양하게 차별화시킬 수 있다. 어떠한 재료를 선택할 것이며, 제품의 수명을 어느 정도로 할 것인지, 에너지를 어떻게 효과적으로 사용할 것이며, 어떻게 분해와 재활용이 손쉽게 이루어지도록 할 것인지를 결정하게 된다.

이에 본 연구는 환경친화적 개념의 제품 개발을 위한 보다 구체적이고 실질적인 디자인 접근 방법을 발전시키는 기초 연구로서의 의미가 있다. 환경의 중심에 있다고 볼 수 있는 디자인의 불분명한 개념 인식과 접근 방법은 오히려 환경문제를 불러 올 수 있는 것이다. 따라서 우선 환경에 대한 새로운 인식과 환경정보에 대한 데이터를 공유할 필요가 있다.

또한 본 연구를 통해서 디자이너가 어떻게 하면 환경을 위한 디자인에 접근할 수 있을 것인가의 문제를 부분적이지만 방법론적인 측면에서 고찰하였다. 다소 모호하고 막연한 개념의 환경문제를 DFD 요소별 제품분석을 통해 이를 구체화하고 이를 위한 도구로서 DFD 설계기법을 디자인 개

발과정에 적용하였다. 여기에서 DFD는 환경적 측면에서 제품의 디자인 방향을 명확히 제시해주는 방법으로 제품 및 재료의 효율적 재활용이라는 궁극적 목표에 도달할 수 있도록 해 주는 기술적인 접근방법이라 할 수 있다.

앞으로의 연구에서는 본 연구에서 제안된 DFD연구방법을 실제적인 제품개발과정에 응용하고 이를 분석할 수 있는 더 다양한 분석도구를 개발함으로써 새로운 디자인 연구방법으로의 확대발전을 기대해 본다.

이경화, 구연, 1.감성디자인 2.제품디자인

0652.270.3745, 0652.270.3587,

kh-kongju@hanmail.net