

# 분해디자인(DFD) 프로세스를 적용한 환경친화적 디자인 접근

The Environment Friendly Design Approach by the DFD(Design for Disassembly) Process

이경화, 홍정표, 서홍석  
전북대학교 산업디자인학과

Lee Kyong-hwa, Hong Jung-pyo, Seo Hong-seok  
Dept. of Industrial Design, Chonbuk Univ.

Keywords: 분해디자인(DFD), 환경친화적 디자인, 3R(Reduce, Reuse, Recycle)

## 1. 서론

최근 환경문제를 고려한 디자인의 방향은 '생태적으로 균형된(Eco-Balancing)' 방법이어서 한다고 공감하고 있다. 이는 제품의 생산, 유통, 소비, 폐기의 전 과정에 걸쳐 발생하는 에너지 소비, 재활용도, 오염도, 폐기문제 등의 총체적 개념에서 재료와 생산 방법을 평가하고, 이를 디자인 문제해결의 초기 단계에서부터 적극적으로 고려하는 확대된 개념으로 변화된 것이다.

이제 많은 디자이너들은 디자인 결정과 디자인 프로세스에 영향을 미치고 있는 모든 환경문제를 인식하며 또한 환경적인 문제를 최소화하는 데 기여할 수 있는 방법을 모색해야 할 때이다. 이에 그 대표적인 방법으로 환경친화적 디자인(Environment Friendly Design)이 디자인의 한 흐름을 주도해 나가고 있다.

따라서 본 연구에서는 환경친화적 제품 개발을 위한 핵심적 디자인 접근방법인 Recycling 개념의 '분해를 위한 디자인(Design for Disassembly, DFD)' 프로세스에 대한 방법론적 고찰을 통하여 DFD의 개념정립과 적용기술을 분석하여 DFD를 위한 가이드 라인을 제시하고 이를 신제품디자인 개발에 접목시킴으로써 궁극적으로 환경친화적 제품 개발을 위한 보다 실질적이고 기술적인 디자인 접근 방법을 사례연구를 바탕으로 제안하고자 한다.

## 2. DFD 프로세스 기반구조 분석

### 2-1. DFD의 의미와 목적

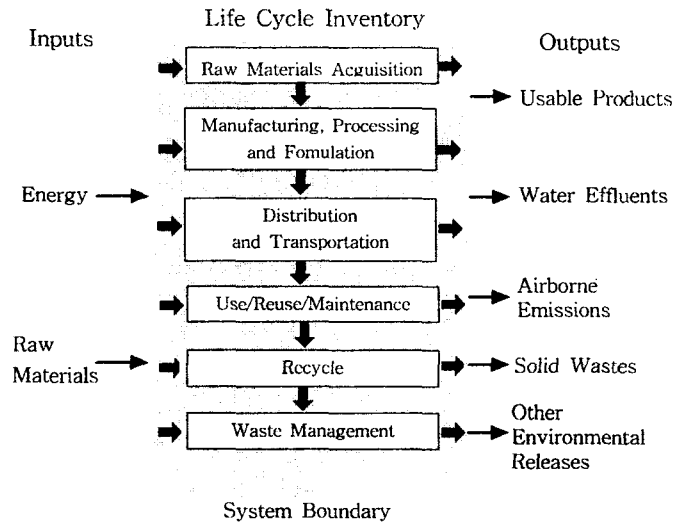
DFD(Design for Disassembly, 이하DFD)의 개념은 재사용, 재활용이라는 폐기물의 재자원화를 구체적으로 실현하기 위한 방법이다. 즉 리사이클링을 위한 분해 기술이라 할 수 있고 이는 부품과 재료에 있어 복잡한 것을 배제하여 최대한 단일한 성격의 재료와 부품을 사용하도록 하는 것이다. 그러나 부득이하게 서로 다른 재료를 사용해야할 경우 제품의 조립시간을 단축시키고 쉽게 분해될 수 있도록 제품 설계에서 적극 고려되어야 한다. 말그대로 DFD는 분해가 쉽게되는 제품을 만든다는 의미이며, 즉 제품의 품질조정과 생산전략, 생산비용 등과 같은 전 라이프사이클의 중간단계의 목적을 만족시키는 것 뿐 아니라, 제품 구입후 그리고 폐기과정까지의 전 과정을 고려한 디자인이라고 할 수 있다. 그러므로 DFD의 궁극적 목적은 장기적 관점에서 제품디자인에 대한 연구와 실행을 통해 환경적 문제점을 개선하려는 노력이라 할수 있다.

### 2-2. DFD 관련기술

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 제품

의 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 분해 과정의 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.



### 2-3. DFD 요소에 대한 분석

재활용의 목적은 제품의 디자인 설계단계에서 리사이클을 감안하여 해체, 분리 및 선별 수거가 용이하도록 설계방법이 검토되어야 하며, 재활용과정에서 부품제거나 재료분류공정을 단순화 하고 비효율적인 공정을 생략할 수 있도록 부품감소 및 결합 방식 개선에 의한 분해성이 검토되어야 한다. 또한 제품이 쉽게 재활용될 수 있는지 또는 폐기처리를 위험요소가 무엇인지를 알려주는 요인이 되는 재료선택에 있어서의 검토사항은 다음과 같다.

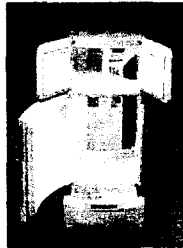
- 재활용 재료의 사용
- 첨단재료
- 해로운 성분의 사용회피
- 재료의 최소한 사용

## 3. DFD 적용 사례분석과 이를 적용한 디자인 제안

### 3-1. 사례분석

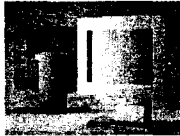
다음은 위에서 다룬 주요개념을 토대로 최근에 연구되고 있는 생산된 제품의 사례를 분석함으로써 환경친화적 제품의 개념을 정착화하고 DFD프로세스의 구체적 접근방법을 살펴보고자 한다.

분해를 위한 디자인 분야를 주도해가고 있는 GE사가 DFD의 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.



▲재활용 가능재료 사용

1994년 휴렛 팩커드사가 개발한 평면 모니터(Flat Panel Display) 또한 DFD의 기술을 적용한 사례로서 기존의 CRT보다 400%정도 부피와 무게를 축소시킨 새로운 제품이다. 단 2개의 나사를 조이는 것만으로 조립과 분해를 쉽게 할 수 있게한 이 제품은 '부피의 감소, 기능의 선별, 분해를 위한 디자인' 개념을 설정하였다. 이밖에 조립(Assembly)과 재활용을 위하여 분해(Disassembly)를 쉽게 할 수 있도록 디자인된 허먼 밀러(Herman Miller, Inc.)사의 아비앙 의자는 100퍼센트 재활용될 수 있는 제품이며, 베이젠(BayGen)사의 FREEPLAY라디오는 세계최초의 태엽식 라디오로서 기존의 전기나 건전지를 동력으로 쓰는 라디오에서 탈피, 내부에 태엽을 장치해 이를 동력으로 활용하고 있다.



▲부피, 무게 축소사례



### 3-2. 사례를 통한 가이드라인설정과 이에따른 전개방향

상기 사례분석에서 얻어진 결과를 통하여 환경개선적 제품의 디자인에 대한 궁극적 목적을 이해할 수 있고 이에따라 DFD요소의 지침을 설정할 수 있다. 이는 상기 고찰을 통한 요소추출에서도 거론된바 있으며 이 지침 내용을 근거로 실험적 대안을 제시하기 위해 실질적으로 새로운 제품개발과정에 직접 대입시킴으로서 이를 적용할 수 있도록 한다.

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 좀더 환경문제에 근접할 수 있는 실험적 대안을 제품수명과 관련하여 구조적 측면과 형상적 측면을 재료의 선택으로 재활용이 가능할 수 있도록 하는 재료적 측면, 조립 분해가 용이하고 부품수를 줄일 수 있는 기능적 측면, 3R개념을 근간으로 하는 환경적 측면을 고려한 다음과 같은 다섯가지 측면에서 제시하고자 한다.

#### ▶ 구조적인 측면 - 제품의 수명

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

#### ▶ 재료적인 측면 - 재료의 선택

Recycling 소재인 생분해성 플라스틱(PPC)을 사용하여 재활용될 수 있도록 하였으며, 사용후 수거된 소재는 캐스케이딩 될 수 있도록 고려하였다.

#### ▶ 형상적인 측면 - 제품의 수명

분해적 스타일의 은유적 표현을 통해 단순하면서도 소비자에게 매력적으로 느껴질 수 있도록 하였으며, 또한 디자인 자체를 단순하게 처리하여 신뢰성에 높은 비중을 둔 조형미를 추구한다.

#### ▶ 기능적인 측면 - 새로운 환경기술적 접근

기능적인 측면에서는 개전(個電) 개념의 제품에 꼭 필요한 기능

만을 추가하여 부품 수를 최소화하고 기존의 결합방식을 개선하여 조립·분해가 용이하도록 하였다.

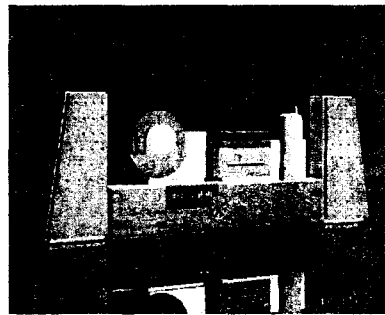
#### ▶ 환경친화적인 측면 - 재료사용의 최소화

환경친화적인 측면에서는 제품을 슬립화해서 재료의 사용을 최소화 하였으며, 제품에 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.

### 3-3. 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

### 3-3. DESIGN 제안



### 4. 결론

본 연구에서 분해를 위한 디자인(DFD)를 중심으로 환경에 대한 기반인식과 더불어 디자이너에게 있어 실천적 프로세스에 대해 제안하였다.

본연구를 통해 일반적인 디자인 프로세스에서 해결하기 힘든 환경요소를 디자인 과정에서 적극적으로 다루고 이를 디자인 문제 해결의 중심에 놓음으로서 환경의 영역과 더불어 소비자, 기업 경영, 설비, 제품생산·유통·사용·폐기의 전과정을 통합적으로 바라볼 수 있어 디자인 접근 방법에서의 발전을 가져올 수 있다. DFD는 제품과 재료의 효율적 재생 및 재활용을 위한 기술적 방법으로서 기업이 지향해야할 라이프 사이클 경영 및 관리(Life Cycle Management)에 있어 디자인에 요구되는 핵심사항이라 볼 수 있다. 앞으로 우리의 생산 시스템은 친 환경적 폐기시스템과 통합적으로 관리되는 방향으로 나아가갈 전망이다. 이에 제품의 효율적 리사이클링을 위한 것으로써 재활용을 위한 디자인 혹은 분해를 위한 디자인은 디자인 고려사항의 중심에 놓이게 될 것이다. 따라서 보다 다양한 DFD사례와 개선 방안에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것으로 본다.

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

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

본 연구 논문은 전북대학교디자인개발연구소 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.