# 지속가능한 디자인에 기초한 골판지 가구의 설계 및 전략 연구

Sustainable design-based corrugated furniture design and strategy research

주 저 자 : 이준진(Li, Jun chen) 동의대학교 디자인조형학과 석사과정

교 신 저 자 : 강재철(Kang, Jae Cheol) 동의대학교 예술디자인체육대학 디자인조형학과
ykoh@deu.ac.kr

https://doi.org/10.46248/kidrs.2022.4.363

접수일자 2022. 10. 4. / 심사완료일자 2022. 11. 2. / 게재확정일자 2022. 12. 26.

## Abstract

As a kind of paper material, corrugated paper has light weight, good mechanical properties, can be recycled, has good printability, and is not harmful to the environment. Therefore, it is feasible to promote corrugated cardboard furniture. Through the analysis of corrugated paper furniture cases, this thesis proposes sustainable design strategies for cardboard furniture and divides the design process of paper furniture into design stage - use stage - post-use stage, proposes reduction control in the design stage, and provides specific implementation plans, such as in the design stage, using a computer to conduct a corrugated paper furniture model For example, in the design stage, finite element analysis is performed on the corrugated furniture model by computer, which enables a more reasonable structural design that meets the mechanical requirements of the furniture structure while maximizing material savings. In the processing stage, a cutting machine with automatic laser positioning is introduced to accommodate the processing of corrugated paper shaped structures and achieve sustainable design from the perspective of waste reduction. Reuse guidance in the use phase and recyclable technology support in the post-use phase are also proposed, as well as implementation strategies for specific elements of each link.It is hoped that this will bring positive implications for the market, resources, and the environment, and will provide certain valuable references and insights for industry players in the design and production of corrugated furniture.

## Keyword

Sustainable design(지속가능한 설계), Furniture design(가구 디자인), corrugated furniture(골판지 가구)

---

## 요약

골판지는 종이 소재의 일종으로 가볍고 가공성이 좋으며 재활용이 가능하다. 또한 가공 시 인쇄기술을 사용하기 용이하며 비교적 환경에 무해하다. 이러한 특징으로 골판지 가구의 시장보급은 상당한 실현 가능성이 있다. 본 논문은 골판지 가구 사례에 대한 분석을 통하여, 골판지 가구의 지속 가능한 디자인 설계 전략을 제시한다. 골판지 가구의 디자인 설계 과정을 '설계 단계-사용 단계-사용 후 단계'로 나누고, 디자인 설계 단계의 감량화 제어와 이에 대한 구체적인 실시 방안을 이야기한다. 예를 들어 디자인 설계 단계에서 컴퓨터로 골판지 가구 모델에 대한 역학분석을 실시하면, 가구구조의 역학적 요구를 만족시킬 수 있는 동시에 가구 제작에 있어 불필요한 재료의 사용과 폐기물 발생을 줄여 지속가능한 디자인을 실현할 수 있다. 또한, 사용 단계에서의 재활용 유도 및 사용 후 단계의 재활용 가능한 기술 지원에 이르기까지 각 단계의 구체적인 요소들의 실시책을 제시한다. 골판지 가구의 지속 가능한 디자인 전략에 대한 연구를 통해 시장, 자원, 환경 등에 긍정적인 의미를 부여하고, 해당 업계에 종사하는 사람들에게 골판지 가구의 디자인 및 생산에 대한 귀중한 참고자료와 시사점을 제공할 수 있기를 희망한다.

---

## 목차

### 1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

1-2. 연구 범위 및 방법

### 2. 이론 배경

2.1 지속 가능한 디자인의 개념

2-2. 골판지의 개념

2-3. 골판지 가구의 개념

2-4. 가구 디자인에서 나타나는 골판지 가구의 특징

2-5. 가구 구조 형식의 유형

3. **골판지 가구 사용 사례**

3-1. 거주 공간에서의 사례

3-2. 공공장소에서의 사례

**4. 골판지 가구 사례 분석 결과**

4-1. 디자인 단계

4-2. 사용 중 단계

4-3. 사용 후 단계

**5. 결론**

**참고문헌**

## 1. 서론

### 1-1. 연구 배경 및 목적

공업의 발전과 이 과정에서의 무분별한 자원 개발로 인해 환경파괴는 나날이 심각해졌다. 이러한 배경에서 지속 가능한 디자인, 환경 무해, 자원 절약형의 재료의 사용과 보급은 오늘날 사회의 중점적인 화두가 되고 있다. 환경보호의 일환으로 1970년대부터 가구 디자인에 골판지 재료가 사용되기 시작하였다.[1] 골판지 가구의 탄생과 사용은 오늘날 지속 가능한 디자인의 실현에 적합한 방법이라고 할 수 있다. 골판지 소재는 환경에 대한 오염이 적고, 회수가 용이하며, 분해성과 재활용성이 우수하다는 등의긍정적인 특성을 가지고 있어 향후 매우 광범위한 분야에서 응용될 것이라 전망된다.[2] 종이 소재의 발전에 따라, 골판지 가구는 다양한 사용처를 찾아 사람들에게 그 가치를 점점 더 인정받게 될 것으로 기대된다.

본 주제를 선정하고 연구를 진행한 것은 골판지 재료가 우리의 생활에서 흔히 볼 수 있는 재료였기 때문이다. 골판지의 발전은 포장·조형·모형 제작 등의 측면에서 이미 성숙한 단계에 이르렀다고 할 수 있다. 본 논문의 골판지 가구 디자인 설계와 제작 기술이론에 대한 검토연구가 업계 관계자들의 골판지 가구의 디자인 설계 및 제작에 있어 가치 있는 참고자료가 되고, 더 나아가 디자인에 관한 시사점을 제공하여 종이 가구의 지속 가능한 디자인을 실현하는데 기여할 수 있기를 바란다.

### 1-2. 연구 범위 및 방법

국내외 골판지 관련 문헌, 서적, 간행물 등을 인터넷을 통해 열람하여 골판지 가구와 관련된 이론 및 실제 연구 현황을 파악한다. 이후 이에 대한 분석, 선별, 귀납, 요약을 진행하여 본 과제에서 다룰 수 있는 내용을 정리하고, 과제 연구의 효율적인 전개가 있도록 한다.

본 논문은 주로 골판지 가구의 사례 분석을 연구의 주된 범위로 한다. 먼저 골판지 관련 국내외 연구논문을 찾아보고, 골판지의 기초개념 및 발전현황을 살펴본다. 그 다음으로 골판지의 응용 연구 성과와 가구 디자인에서의 활용을 통합하여, 골판지의 응용 상황, 제작 공정에 대해 연구한다.실제 골판지 성능의 이용에 대한 실제사례를 바탕으로,골판지 사용을 통한 가구 제작의 형식상 혁신과 기능성을 결합해 오늘날 골판지 가구의 형식 혁신,기능표현의 내용과 의미를 탐구한다.

## 2. 이론 배경

### 2-1. 지속 가능한 디자인의 개념

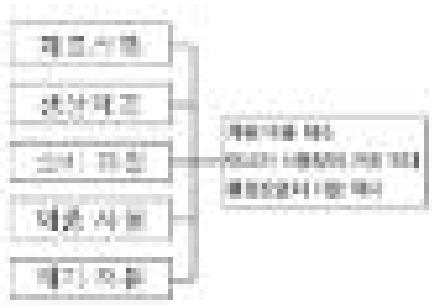
'지속 가능한 디자인'은 '지속가능한 발전'이라는 이념에서 비롯되었다. 이는 디자인 방식을 통해 발전의 지속 가능성을 나타내고 환경자원의 효율적인 사용을 실현하는 것을 의미를 포함한다. 지속 가능 디자인은 디자인과 기술, 서비스, 비즈니스의 융합으로 디자인의 첫 단계인 기획과 개발, 제작과 같은 생산 공정에서뿐만 아니라 제품의 사용과 폐기, 소멸, 순환에 이르는 전 과정에서 사용자와 환경을 함께 고려함을 통해, 개인과 기업, 사회가 함께 누릴 수 있는 공존의 가치를 지향하고자 하는 것이다.[3]

1) Wang Suo-ling, Application of Corrugated Board in Furniture Design, Packaging Engineering, 2012, Vol.33, No.12, pp.44—47.

2) 刘志霞 王蕊 , 廊坊师范学院, 包装工程, 2019, Vol.40, No.6, p217.

3) 남미경, 자연-영감 기반 신소재・신기술에 의한

지속가능 디자인의 실현은 녹색 디자인, 생태디자인 등의 이념과 방법에 대한 계승과 발전의 과정을 최적화하고 환경과 자원의 지속 가능성에 주목하였다. 다른 한편으로는 '소비 관념'과 '비즈니스 모델' 및 관련 '해결책의 변화'를 통한 환경, 경제, 사회 전반에 걸친 지속가능성 제고를 주장했다. 이는 사용자의 요구, 환경이익, 사회효과와 기업발전을 모두 도모하는 체계적인 혁신 전략이라고 할 수 있다.[4] 이러한 지속가능한 디자인의 목적은 실현 가능한 솔루션을 통해 자원을 충분히 활용하고, 자원 에너지를 절약하면서 생태 환경을 보호하는 것에 있다. 지속 가능 디자인은 넓은 의미에서 경제, 환경, 사회라는 3가지 요소를 종합적으로 고려한 최적화된 솔루션이고, 좁은 의미에서 지속가능 디자인은 제품의 생명주기(生命週期)가 되는 각 단계에서의 자원 이용, 에너지 사용 및 환경 영향을 고려하여 사람과 자연 사이의 공동 발전을 도모하는 디자인 수단이라고 할 수 있다.[5]



**[그림 1] 지속 가능한 디자인**

가구 제품에 있어 지속가능한 디자인의 구현은 제품의 사용 기간을 늘려줄 뿐만 아니라 제품 수명 주기 동안의 공해를 줄이고, 이성적 차원에서 자원을 절약할 수 있다. 또한 가구 제품의 지속가능 디자인은 폐쇄 루프의 제품 순환 방법과 폐기물을 새로운 제품의 원료로 만드는 구상을 실현시킨다. 이는 자연의 먹이사슬 법칙, 물질 간의 상호 전환 및 전달, 각 부분의 자원 및 에너지가 균형 상태에 도달하는 것과 동일한 개념이다. 가구 제품의 지속가능한 디자인은 크게 두 가지 측면이 있다. 하나는 거시적 관점에서 환경, 사회, 경제의 관계를 종합적으로 측정하여 합리적으로 그 영향을 최소화하는 것이고, 다른 하나는 미시적 관점에서 제품의 전체 수명 주기에 대한 디자인 연구를 진행, 각 단계에 대해 지속가능한 디자인 전략을 실행하고 지속 불가능한 현상을 근본적으로 해결하는 것이다. 제품 수명 주기에 있어 지속가능한 디자인의 목표는 각 단계의 디자인 시스템을 구축하고 자원 및 에너지 사용을 최소화함으로써 환경 친화적인 제품을 만드는 것에 있다.

## 2-2. 골판지의 개념

골판지는 여러 겹의 종이가 하나로 합쳐진 접합체로, 골판지는 최소 한 겹의 물결모양 심지 클립과 한 겹의 판지가 합쳐진 형태로 구성되어 있다. 필요한 골판지의 강도에 따라 단면 골판지, 세 겹 골판지, 다섯 겹 골판지 또는 그 이상으로 가공하여 골판지를 제작할 수 있다.

골판지의 구조체로 특징지어지는 것은 파도처럼 반복으로 형성된 골의 조합이며, 이러한 골은 그 모습이 고대 서구 사신 (使臣) 의상의 주름 잡힌 소매와 매우 닮았다 하여 영어로 '플루트(flute)'라고 한다. 골은 골판지의 모체로 볼 수 있으며 동일한 라이너와 골심지를 사용하여 제작된 골판지라 하더라도 골의 종류에 따라 골판지의 물체 성질이 달라진다.[6]

**[그림 2]골판지 가로 단면 분류**

골판지는 트러스 구조로 되어 있어 여타 종이에 비해 내구성이 상당한 수준이다. 구조가 트러스 구조로 만들어진 시작은 골판지가 운송, 판매를 할 때 상대적으로 비용이 많이 드는 나무 박스를 대체하면서도 충격을 잘 흡수할 수 있는 소재를 찾던 중 만

지속가능디자인 발전 전략
연구,한국디자인문화학회지,제28권
제1호,한국디자인문화학회,2022, p.70.

4) 王姝懿, 典型家具可持续设计研究,
哈尔滨工程大学硕士论文, 2014, p18.

5) Lian Shanzhi XU Boming, Construction of Design Indicators for Sustainable Design of Modern Furniture, Furniture, 2019, Vol.40, No.3, p.69.

6) 고경욱 예민주, 지속가능한 재료의 활용을 위한
제품디자인 연구 골판지 제품을 중심으로,
기초조형학연구 제7권 제4호, 한국기초조형학회, 2006, p.3.

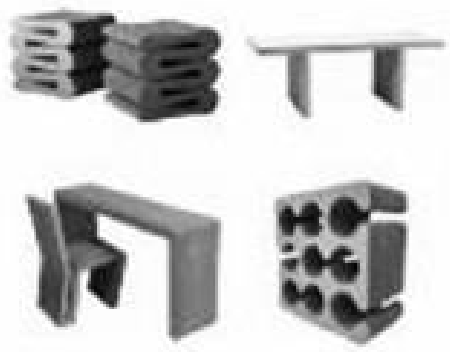
들어진 제품이기 때문이다. 골판지는 가벼우면서도 충격을 잘 흡수하고, 확보하기도 쉬운 소재이기 때문에 산업 현장에서 포장용 소재로 자주 쓰인다. 또한 골판지는 배달 물품을 운송하기 위해 사용되는 골판지 상자의 주재료이기도 하다.[7)]

**[그림 3]골판지 물결 형태 분석**

### 2-3. 골판지 가구의 개념

골판지 가구는 골판지를 주재료로 하여 가공 디자인한 가구를 총칭하는 말이다. 골판지 가구는 고정과 접합에 있어 접착제나 나사와 같은 보조 재료를 사용하지 않는다. 대신에 골판지를 끼워 넣거나 접는 등의 짜 맞춤 방식을 통하여 종이 골판지를 서로 고정 및 연결하여 일정한 적재능력을 갖춘 입체 형태가 되게 한다. 이렇게 만들어진 적재능력을 갖춘 입체 형태가 바로 골판지 가구이다.[8)]

가장 일찍이 세상에 등장한 골판지 가구는 상업용 골판지 가구였다. 건축가 프랭크 게리(Frank O. Gehry)가 1972년 내놓은 '이지 엣지(Easy Edges)' 가구 시리즈는 골판지 60겹을 서로 다른 방향으로 붙여 만든 뒤, 옆면을 판지로 고정해 만들었다. 이 가구의 발명은 골판지가 가구 분야에서 널리 개발되고 응용될 수 있음을 알리는 중요한 계기가 되었다.



**[그림 4]'Easy Edges'가구 시리즈**

7) www.namu.wiki.com (2022.09.17)

8) 刘爱平, 《纸板家具的研究与设计》, 东北林业大学硕士论文, 2011, p.24.

### 2-4. 가구 디자인에서 나타나는 골판지 가구의 특징

소비자들이 가구를 구매하는 가장 주된 목적은 가구를 사용하기 위해서이지, 가구를 공예품으로 감상하려는 목적이 아니다. 이러한 이유에서 '골판지 가구가 큰 하중을 견딜 수 있느냐?'라는 문제는 소비자로 하여금 골판지 가구 사용에 대한 걱정을 불러 일으켜 소비자의 구매의사를 저하시킬 수 있다. 그러나 골판지에 특수 처리와 역학(力學)적 디자인 설계를 거치면 골판지의 강도와 경도를 효과적으로 높일 수 있다. 이렇게 되면 골판지는 큰 하중을 견딜 수 있고, 습기를 효과적으로 막을 수 있게 되며, 기존의 '종이 재질'의 가구가 가진 단점을 효과적으로 극복할 수 있다. 어떤 학자는 골판지와 강철, 목재의 역학 강도를 비교했는데, 이 세 가지의 절단 강도가 각각 강철이 4000kg/㎠, 목재가 60kg/㎠, 골판지(면지와 이면지는 모두 A급 판지의 골판지를 사용) 절단 강도는 28kg/㎠에 달했다. [9)]

골판지 소재는 나무를 가공한 것으로 가구를 제작할 때 친환경성, 경제성, 실용성, 안전성 등 여러 측면에서 긍정적인 측면이 있다.[10)]

1. 친환경성. 오늘날의 가구 디자인은 반드시 가구 제작에 있어 '친환경성'이 고려요소로 포함돼야 한다. 가구의 생산과 제작 과정에 있어 포름알데히드(formaldehyde), 중금속 등 유해 물질이 발생하지 않도록 하여야 한다. 또한 환경 친화적인 접착제를 사용하고, 서로 다른 재료의 사용을 줄임으로써, 환경오염을 줄이도록 노력하여 친환경성을 갖추어야 한다.

2. 경제성. 골판지 소재를 이용한 가구 제작은 경제성이 높다. 가구 제작에 골판지 소재를 이용하면 목재 자원이 절약되고, 가구 사용 후 소재에 대한 재활용이 가능하다. 골판지 가구는 사용 후 회수율이 85%에 이른다.[11)] 또한 제작된 가구는 소재 원가가 저렴하고, 운송 과정에서 조립과 해체가 용이해 운송원가를 효과적으로 절감할 수 있다.

3. 실용성. 골판지 소재는 소재의 성격 자체가 매우

9) Zhang Yun-zhan, Processing Paper and Special Paper, Beijing:China Light Industry Press, 2010, pp. 138-139.

10) 刘志霞 王蕊, 基于可持续发展视角下的纸家具3R设计研究, Packaging Engineering, 2019, Vol.40, No.6, p.218.

11) 吴萍 邱海涛 周丰, 纸质环保可回收家具设计, 生态经济, 2013, pp.194—199.

따뜻한 느낌을 가진 소재이며 통기성이 좋다. 골판지로 만든 가구는 가구를 사용하는 사용자에게 여름에는 덥지 않은 느낌을 주고 겨울에는 차갑지 않은 느낌을 주어 쾌적성이 좋다고 할 수 있다.

4. 안전성. 골판지라는 재료는 안정성이 뛰어나 식품 포장에도 사용할 수 있다.[12] 이러한 골판지 소재를 사용해 제작한 가구는 독성, 해로움, 오염으로부터 안전하다고 할 수 있다.

### 2-5. 가구 구조 형식의 유형

중국학자 필유거(畢留擧)는《골판지 가구 디자인에서의 구조형식분석》이라는 글에서 다음과 같이 서술한 바 있다. 형태학적 기초이론에 근거하고 골판지 소재의 특성을 조합하여, 형태 원소에서의 입체 구성 방법을 적용하면, 골판지 가구 구조 형식을 적층식, 단면 삽입식, 접이식, 공간 결합식의 4가지로 분류할 수 있다. 이 중 적층식, 단면 삽입식, 접이식은 단일 구조형식이고, 공간 결합식은 복합 구조형식으로 분류된다.

**[표 1] 골판지 가구 구조 방식 사례**

| | 실제사례 |
|---|---|
| 적층식 | |
| 단면삽입식 | |
| 접이식 | |
| 공간 결합식 | |

12) LI Li, Application of Paper in Furniture Design, Packaging Engineering, 2014, Vol.35, No.16, pp.75—77.

#### 2-5-1. 적층식

적층식(積層式, Layered: 층을 이루었다는 뜻)이란 같은 동일한 층의 무수히 많은 골판지를 디자인 법칙에 따라, 이음매 없이 접착하여, 하나의 입체 형태를 만드는 구조 결합 방식을 의미한다. 이러한 적층식 방식은 외관상 완전히 같은 크기의 골판지 또는 크기가 크고 작은 골판지를 이용해, 외관상 리드미컬한 판지를 만들 수 있다. 이러한 결합 구조 방식은 표현에 있어 자유성이 높고 개성 있는 조형을 구상하는 것이 가능하다.

#### 2-5-2. 단면 삽입식

단면 삽입식은 골판지에 틈을 내고, 이를 서로 맞물려 입체적인 형태를 이루게 하는 것을 의미한다. 골판지를 접합하는 방식에는 평행직교식(平行直交式)과 방사식(放射式) 등이 있다. 이러한 구성 방식은 먼저 골판지를 가구의 입체적인 모양에 따라 여러 개의 절단면으로 분할하고, 이를 각각 절단면 형태로 재단한다. 이후, 골판지가 만나는 연결부위에 틈새나 삽입하는 부분을 잘라서 원하는 대로 끼워 맞추거나 서로 맞물리게 하는 구조를 만들어 가구를 완성한다.

#### 2-5-3. 접이식

접이식은 보통 접기와 맞춰 이어 붙이기를 통하여 견고한 입체 형태를 갖추게 되는 것을 의미한다. 가구 디자인 초기에는 완전한 가구를 통해 전개도를 디자인하고, 전개도 상에 접히는 부분에 접어야 할 곳을 표시해주는 흔적 선을 그려주었다. 이후, 서로 맞물리는 부위에 구멍을 뚫고, 이와 대응하게 맞춰 이어 붙이는 구조로 전개도를 디자인했다. 이렇게 하면 몰딩 흔적 선을 따라 판재를 원하는 대로 접었다 꽂았다 하면서 완전한 가구를 만들 수 있었다.

#### 2-5-4. 공간 결합식

공간 결합식은 디자인에 있어 가구의 조형성과 기능적 필요에 따라 가구를 완전히 분리해, 골판지를 앞서 서술한 세 가지 방식으로 가공한 뒤, 각 부품을 질서 있게 결합한 형식의 가구이다. 공간 결합식 가구는 다양한 모양의 가구로 디자인될 수 있고, 가장 참신한 디자인 방법으로, 골판지의 크기에 구애받지 않아 가구를 큰 사이즈의 디자인으로도 만들어 낼 수 있다.

제품 형태 디자인에 있어 구조 혁신은 매우 중요한데, 이는 제품 형태로부터 나타나는 미적 요소에서 제

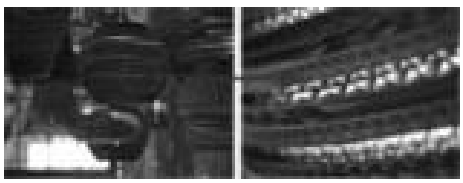
품 구조형식의 참신함과 독특함이 매우 중요한 위치를 차지하기 때문이다.[13]

## 3. 골판지 가구 실사용 사례

### 3-1. 주거공간의 사용 사례

#### 3-1-1. 그레이팬츠 회사

네덜란드에 설립된 그레이팬츠(Graypants)는 골판지로 만들어진 조명기구 시리즈를 디자인하여 대중에게 선보였다. 그들은 레이저를 이용해 골판지를 동심원 형태로 자르고 이를 적층식으로 쌓아 올려 골판지를 부착하는 방식으로 디자인을 진행했다. 그레이팬츠는 골판지가 가진 인화성을 문제를 해결하기 위해, 제작 전 골판지의 종이판에 방연제(防燃劑)를 분사했다. 비록 이러한 방연제 살포의 방식으로 화재의 위험을 완전히 막을 수는 없지만, 이러한 처리를 통해 골판지에 불이 붙는 점화 시간을 연장하고 가구의 내구성을 높일 수 있었다.

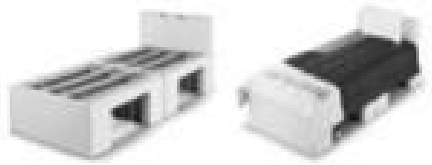


**[그림 5]]그레이팬츠 회사가 디자인한 조명기구**

그레이팬츠가 디자인한 조명기구는 유리나 금속 재질로 만들어진 조명에 비해, 재활용된 오래된 골판지를 사용하여 재료비를 원천적으로 절감하였다. 또한 골판지의 사용으로 가공 면에 있어서 레이저 커팅이 필요한 유리 제련이나 금속 가공보다 훨씬 가공이 용이한 측면이 있다. 또한 제품 회수 단계에 있어서 골판지는 유리 및 금속보다 높은 회수율을 보이며 재활용이 수월하기에 지속가능한 디자인 개발에 더 적합하다고 할 수 있다.

#### 3-1-2. 도쿄 올림픽 골판지 침대

2020년, 일본 도쿄올림픽 조직위원회와 도쿄올림픽 후원사이자 침구업체인 '에어웨이브(airweave)'는 언론에 선수촌에서 사용될 침대를 공개했다. 공개된 침대는 올림픽 역사상 처음으로 골판지 소재를 사용해 만든 침대였다. 골판지 침대 프레임은 200kg의 무게를 견딜 수 있었으며, 모듈화 방식(Modular Approach)으로 키가 큰 선수가 자신의 키에 맞춰 침대 모듈을 교체해 침대 길이를 늘릴 수 있도록 디자인되었다. 올림픽 기간 동안 선수촌에는 약 1만 8,000개의 골판지 침대가, 패럴림픽 기간에는 약 8,000개의 침대가 설치되었다.



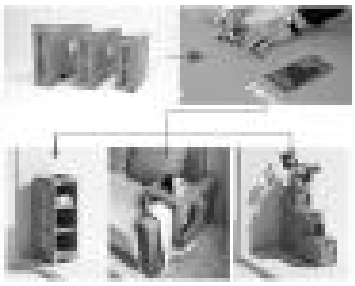
**[그림 6]도쿄 올림픽 골판지 침대**

골판지 침대는 나무나 금속 재질의 침대보다 무게가 가볍고 생산 원가가 저렴해 경제적이며 필요에 따라 쉽게 접을 수 있는 특징이 있어 운반과 조립이 용이하다. 공간 조립식 구조 형식, 모듈화 방식 처리로 선수가 쉽게 침대의 위치를 바꿀 수 있다는 긍정적인 특징도 있다. 올림픽이 끝난 뒤 골판지  가구는 폐지로 재활용되어 지속가능 발전의 아이디어를 충분히 구현해내는 사례가 되었다.

#### 3-1-3. 삼성 TV 창의적 패키지 디자인

삼성과 Dezeen은 'Dezeen x Samsung Out of the Box Competition' 공모전을 진행하였다. 'Dezeen x Samsung Out of the Box Competition'은 참가자들이 골판지 포장재의 용도를 변경하여 만들 수 있는 혁신적인 새로운 가정용 물건을 디자인하도록 도전하는 글로벌 콘테스트이다. 콘테스트는 사용자가 TV포장지를 버리지 않고 상자를 창의적으로 재사용하도록 장려하기 위한 목적으로 진행되었고, 주최측은 콘테스트 참가자들에게 골판지 포장을 가지고 가정에서 사용이 가능한 디자인의 물건을 만들도록 했다.

13) 刘国余 沈杰, 产品基础形态设计, 中国轻工业出版社, 2001, p.238.



**[그림 7]삼성 가전 포장 박스**

이 대회는 폐기물을 줄이는 것을 목표로 하는 삼성의 'Eco-Package' 개념에서 대회의 영감을 받았으며, 소비자들에게 TV 포장재를 새로운 가정용품으로 재활용할 수 있는 방법을 제공했다.

### 3-1-4. 벨키즈 피다웨이의 휴대형 어린이 의자

2010 밀라노 가구 박람회의 테마인 '그린 라이프(Green Life)'도 앞으로 디자인 재활용의 주요 트렌드가 될 것으로 보인다. 이탈리아의 거장 벨키즈 피다웨이(belkiz feedaway)가 만든 골판지로 구성된 휴대용 어린이 의자는 최대 20개월, 20㎏의 어린이까지 안전하게 이용할 수 있으며, 구조가 안정적이고 조립과 해체가 용이한 특성을 갖고 있다.

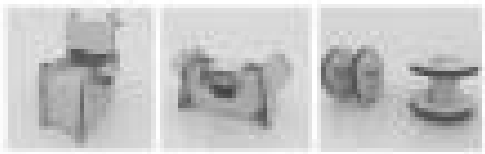
일반 시중의 어린이 의자와 비교했을 때, 벨키즈 피다웨이가 고안해낸 골판지 어린이 의자는 접이식 구조로 되어 있어, 수납 시 의자를 납작한 골판지 상태로 만들어 보관할 수 있다. 이렇게 되면 외출 시에도 자동차 트렁크에 손쉽게 넣을 수 있으며, 의자의 수명이 다할 시 폐기처분이 간편하다. 이는 기존 시중의 일반 어린이 의자가 가지는 단점을 잘 보완한 부분이라 할 수 있다.

**[그림 8]골판지로 제작된 휴대용 어린이 의자**

### 3-1-5. 골판지 모듈식 아동 가구

**[그림 9]모듈러 가구 부품**

중국 학자 닝쉬(寧旭)는 골판지 가구 디자인 설계에 모듈식 디자인 설계 기법을 적용했다. 그들은 가구를 기능적으로 나누어, 동일하거나 유사한 기능을 가진 부분을 분리했고, 모듈식 디자인 설계 원리를 이용해 이를 통합하는 동시에 간단화(simplification)를 진행했다. 그 결과 그는 7가지의 모듈을 디자인하였고, 골판지 의자, 골판지로 된 등받이가 없는 의자(Tool), 골판지 원형 책상 등 3가지 모듈 조합 방식을 고안했다.



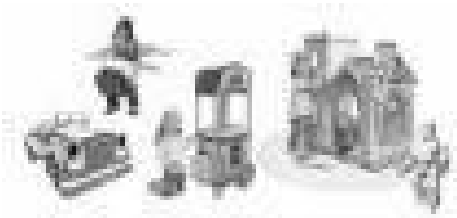
**[그림 10]모듈러 가구 조합 형태**

모듈식 디자인 설계 방법은 골판지 가구의 외형을 다른 재질의 가구와 완전히 차별화한다. 모듈의 연결은 골판지 가구를 직접 서로 맞물려 연결하는 방식을 사용할 수 있다. 또한 이 과정은 접착제 및 철물 등을 전혀 사용하지 않아 골판지 가구 제품의 친환경성을 더욱 향상시킨다. 또한, 서로 다른 모듈별 조립 방식을 통해 각기 다른 가구 디자인 외형 형식을 얻을 수도 있다. 이러한 디자인이 시리즈화된 골판지 가구의 형식은 가구를 소비하는 사람들에게 신선함과 재미를 준다.

### 3-1-6. FPF (Funny Paper Furniture) 어린이 장난감

한국 브랜드 FPF는 현재 한국 내외에서 최대 규모의 친환경 종이 조립장난감 상품을 보유하고 있으며, 전문 제품 개발자들이 매년 분기별로 신제품을 디자인,

개발, 제조하며 상품 라인업을 지속적으로 확대하고 있다. FPF의 친환경 소재의 종이 장난감은 일반 가정과 어린이집, 학원 등의 유아 교육기관은 물론 여러 문화센터에서 아이들의 창의력, 집중력, 표현력 향상, 운동감각 증진을 위한 수업 교구로 활용되고 있다.[14)]



**[그림 11] 어린이 장난감**

### 3-2. 공공장소에서의 사례

#### 3-2-1. 아이페보사 부스 디자인

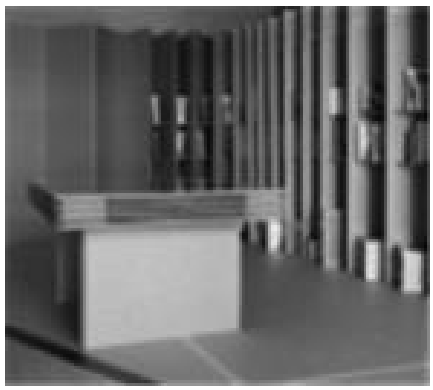
2007년 타이베이(臺北) 정보의 달 전시에서 'X-RANGE 디자인 스튜디오'는 'IPEVO 아이비테크놀로지'를 위해 72㎡ 규모의 골판지 부스를 디자인하였다. 이때 디자인된 골판지 부스는 9일의 전시회가 종료된 후 모두 회수·재활용될 수 있었다. X-RANGE 디자인 스튜디오가 선보인 골판지 부스의 디자인은 오늘날 흔히 쓰이는 전시장 디자인을 뒤집는 새로운 개념이었다. 전체 전시 부스를 디자인하고 제작하는 데에 필요한 지지 구조물, 인테리어, 진열대를 골판지만을 사용하여 만들었다. 폐기물을 더욱 줄이기 위해 공간 결합의 구성 방식을 사용하였으며, 속이 빈 디자인 구조를 이용하여 가장 효율적인 재료 활용으로 보다 높은 구조 강도를 얻을 수 있었다.

**[그림 12] IPEVO 아이비테크놀로지 2007년 타이베이 정보의 달 전시회 전시 부스**

14) www.fpf.com (2022.9.16)

#### 3-2-2. Foldaway Bookshop 골판지 서점

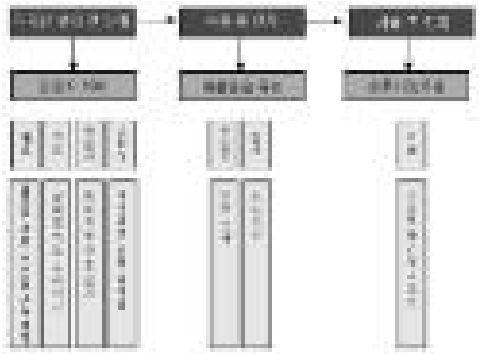
런던 디자이너 캠페인(Campaign)은 골판지를 건축 재료로 사용한 서점을 디자인했다. 서점의 이름은 'Foldaway Bookshop'으로 13일 동안만 문을 여는 임시 상점으로, 임시 서점의 사용이 끝난 뒤 서점 제작에 사용된 골판지는 전량 재활용을 위해 회수되었다. 해당 서점은 서점의 벽과 선반, 판매 코너 등의 시설을 전부 골판지로 제작하였다. 디자이너는 캠페인의 기하학적 요소와 소재의 혁신적인 사용을 모색하는 데 주력하였다. 또한 그는 디자인에 있어 독특한 구조를 고안하여 솔루션을 창조하고, 이성적이고 실용적인 공간의 비전을 적용하여 공간과 환경의 조화를 극대화고자 하였다.



**[그림 13] Foldaway Bookshop의 임시 서점**

## 4. 골판지 가구 사례 분석 결과

골판지 가구의 지속가능한 디자인 설계는 단순히 순환 기술을 거쳐 자원의 지속가능한 사용이 이루어지는 것이 아니다. 이는 자원 사용과 폐기물이 발생하는 것을 줄이는 것을 우선으로 하여 자원 순환을 실현하는 것이다. 골판지 가구의 디자인 설계 절차 및 전략 [그림 15]를 보면, 지속가능한 디자인의 관점에서 필자는 지속가능한 설계의 시각에 기초하여 가구의 '라이프사이클(Life cycle: 생명주기)'을 '디자인 설계 전-사용 중-사용 후'라는 3단계로 나누고, 환경보호 철학을 각 단계 '설계 단계-감량화 제어-사용 과정에서의 재활용 유도-사용 후 재활용 기술 지원'으로 구현하였다. 이렇게 골판지 가구의 디자인에 대한 사례 분석을 통해 다음과 같은 전략과 방법을 제시하였다.



**[그림 14] 골판지 가구의 설계 절차 및 전략**

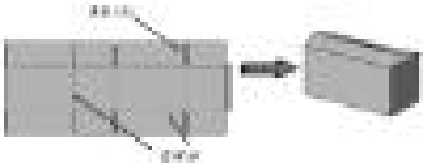
### 4-1. 디자인 단계

이 단계는 감량화(減量化) 원칙을 위주로 한다. 디자인 설계 전, 디자인의 위치를 명확히 하고, 골판지 가구의 미래 사용 가능성 및 발전 트랜드를 고려하여 유연하고 탄력적인 전략을 채택한다. 미래 일부 기능의 변화로 반드시 발생될 낭비를 줄이고, 각각 재료, 기능, 구조, 조형 등 4가지 측면에서 감량화 제어를 실현한다.

### 4-1-1. 소재의 합리적인 선택과 사용

1. 소재의 합리적인 선택. 알맞은 재료를 고르는 것, 맞는 디자인을 하는 것은 바로 '감량(減量)'이란 말이 가진 의미의 적절한 해석이다. 앞선 내용의 어린이용 골판지 의자 디자인은 영유아 성장의 특징과 수요에 따라 만들어졌다. 아기용 의자는 사용 시간이 매우 짧지만 영유아기에 꼭 필요한 제품이다. 쿠팡과 로토 앱(lotto app)의 조사에 따르면, 시중의 유아용 침대는 목재나 금속 소재로 만들어졌으며, 그 가격은 7~20만원 대였다. 또한 유아용 의자의 실제 사용기한은 반년에서 1년 정도인 것으로 조사됐다. 이렇게 짧은 사용기간 사용하는 유아용 의자를 목재나 금속 소재로 만든다는 것은 구매에서부터 폐기의 과정까지, 디자인이나 재료 면에서 엄청난 낭비가 발생한다는 것을 뜻한다. 골판지 가구는 이러한 낭비를 해결할 좋은 방안이다. 골판지 가구는 필요에 따라 짧은 기간 임시로 사용할 수 있고, 운반과 사용에 있어 조립과 해체가 용이하며, 가격, 안전성, 친환경성 측면에서 상당히 합리적이다.[15] 단기간 사용하기에 적절하기 때문에 소재 선정의 관점에서 보면 골판지 소재는 매우 이상적인 소재이다.

2.골판지 가구와 골판지 상자의 가공 과정은 매우 유사한데, 이 둘 모두 골판지를 절단, 압착한 후 얻은 부품을 조합하여 제작된다. 골판지 상자의 가공은 100년이 넘는 시간적 경험이 축적되었고, 이를 통해 골판지 가공에 대한 정형화된 완전한 산업 표준 및 기술 시스템 체계가 있다. 예를 들어 RSC형 골판지 상자 생산은 동일한 유형의 골판지를 사용하는데, 골판지를 간단히 커팅하고 이를 압착하면 하나의 [그림15]와 같은 골판지 상자로 결합시킬 수 있다. 이 과정의 생산에서 발생하는 폐기 자투리 부피는 전체의 2% 미만이다.

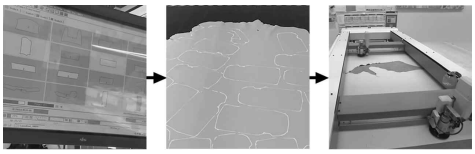


**[그림 15] RSC형 골판지 상자 전개도**

반면 골판지 가구는 비교적 최근에 등장한 신문물이라고 할 수 있다. 현재 골판지 가구는 생산에 있어 정형화된 완전한 기술 표준이 존재하지 않으며, 골판지 가구는 대부분이 각기 서로 다른 외관 형태와 구조를 띠고 있다. 또한 골판지 가구는 제작 및 가공되는 기간 동안 규격화된 상자의 제작과 비교했을 때, 더 많은 폐기 자투리를 만들어낸다. 이러한 낭비의 발생은 지속 가능한 디자인 설계의 '감량(減量)'원칙에 부합하지 않는다. 본 논문의 저자는 골판지 가구의 정상적인 생산과정과 낭비의 최소화를 위해 '레이저 유도 조각기(Automatic laser positioning cutting machine)'를 골판지 가구의 가공 및 제조에 도입할 것을 제안한다.

자동차 브랜드 롤스로이스는 자사의 자동차 실내 가죽 시트를 가공할 때에 형태가 서로 다른 가죽 부품을 많이 사용한다. 이때 전통적 방식으로 소가죽에 각 부품을 배치하고 수작업으로 이를 절단하면, 총 공정에서 필요한 소요 시간이 증가하고, 재료의 사용에서 불필요한 낭비가 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해 롤스로이스는 생산 및 제작 공정에서 자동 레이저 위치 결정 절단기를 도입하여 사용하고 있다. 해당 작업 공정의 흐름은 다음과 같다. 1.먼저 컴퓨터에 각 부품의 치수 정보를 입력한 다음 가공이 필요한 소가죽을 고정한다. 2.컴퓨터는 소가죽에 최소 낭비의 원칙에 따라 레이저를 자동으로 세팅한다. 3.세팅 후 레이저의 유도에 따라 기계가 자동으로 이를 제단을 한다.

15) 刘志霞, 基于可持续发展视角下的纸家具3R设计研究, 包装工程, 2019, Vol.40, No.6, p.219.

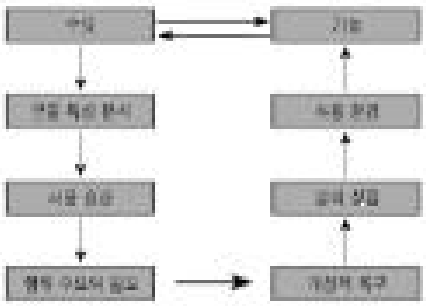


**[그림 16] 롤스로이스 내부 소가죽 시트 제단 순서**

의류 및 목재 가공 산업에서 자동 레이저 위치 결정 절단기는 이미 광범위하게 사용되고 있다. 본 논문의 저자는 골판지 가구 분야에서도 해당 기술을 사용하여, 디자인 및 생산 단계에서 불필요한 자투리 및 폐기물의 발생을 최소화하고 재료 낭비를 줄일 수 있기를 희망한다.

### 4-1-2. 정확한 기능적 포지셔닝

필요에 따라 기능적 포지셔닝을 진행한다. 포지셔닝이 정확해야지만 디자인 설계에서 재료의 낭비를 줄이고, 감량화 디자인 설계를 진행할 수 있다. 어떻게 하면 가구가 더 기능적일 수 있을지, 생활 속 수요와 필요에서 착안하여 목표 집단을 고정시키고 정확한 기능의 위치를 잡아야 한다. 아래 그림을 참고하면, 제품의 기능이 확정되는 과정은 사람들의 특징과 사용 습관, 수요, 필요 및 사용 상황 등의 요소 중에서 결정되어야 한다.



**[그림 17] 기능 포지셔닝**

'사례 3.1.6'의 회사 FPF는 아동의 필요 수요로부터 시작하여 아동의 생리와 심리 특성 및 행동 습관을 분석하였다. 회사 FPF는 이를 통해 제품 설계에 있어 학습, 놀이, DIY 제작 체험, 부모-자녀 상호작용, 성장 가능, 동반자 등의 '마켓 포지셔닝(Market Positioning)'을 명확히 하였다. 골판지를 이용한 어린이 가구는 제작에 있어, 소재의 특성으로 인해 안전성이 보장되며, 골판지 가구 갖는 자체적인 구조적 특성으로 어린이에게 가구 조립 과정을 통한 즐거움을 줄 수 있다. 더하여, 가구 제작 과정이 아이들의 창의력을 향상시키는 하나의 어린이 놀이 활동이 된다는 긍정적인 특징도 가지고 있다.

### 4-1-3. 합리적인 구조 디자인

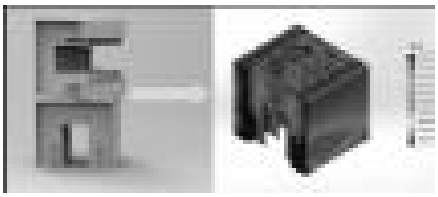
구조는 물체를 지지하고 하중을 견디도록 하는 역할을 중심으로 한다.[16] 합리적인 구조 디자인은 재료 감량과 재활용이 가능하도록 하고, 자원의 가장 합리적인 이용을 실현하도록 하는 또 하나의 감량 방식이다. 일반적으로 디자이너는 가구 제품의 디자인 설계 과정에서 사용된 기판의 다양한 성능을 잘 숙지하고 있어야 하며, 그중에서도 여러 구조적 연결부의 응력 강도에 대해 특히 더 잘 알고 있어야 한다. 원목 가구, 판자 가구 등의 가구는 구조적 강도 측면에서 풍부한 연구 이론이 있다.[17] 하지만 골판지 가구의 디자인 설계는 아직 상응하는 강도 분석과 과학적 계산이 부족한 실정이다. 그 결과 골판지 가구 제품은 강도와 강성이 부족하여 안전성이 부족하다는 지적을 받고 있다. 또 다른 측면에서 골판지 가구는 가구의 강도를 높이기 위해, 가구 제작에 사용되는 재료 사용을 무작정 증가시켜 가구 제품의 전반적인 안전 계수가 너무 크거나 원자재 낭비가 발생하는 경우도 더러 있다.

이러한 상황 중에 컴퓨터 기술과 유한요소 이론의 발달이 있었고, 공학 분야에서 유한요소 분석법이 널리 사용되기 시작하였다. 유한요소 분석법의 사용은 복잡한 구조를 여러 규칙 단위로 분해하고 컴퓨터를 통해 각 단위의 응력 및 변형률을 계산할 수 있게 했다. 이를 통해 최종적으로 전체적인 응력 및 변형 분포를 파악할 수 있었으며, 이는 구조 디자인 설계의 어려움을 크게 줄여주었다.

중국 학자 유지가(劉志家)는 골판지 가구에 처음으로 유한요소 분석법을 적용했다. 그는 자신이 만든 골판지 의자를 소프트웨어 프로그램 '솔리드워크 시뮬레이션(SolidWorks Simulation)'에 기반하여 유한요소 분석을 수행하였고, 이를 통해 디자인 설계 계획에서 최적화된 값을 구했다. 이렇게 수치 값이 최적화된 의자는 최적화 전에 비해 안전성이 더 우수했으며 약 8.24%의 불필요한 재료 사용을 줄일 수 있었다.

16) Yao Dabin, Green Design 3R Principle and Paper Furniture Design, Packaging World, 2011, Vol.5, No.3, pp. 88-89.

17) 何风梅, ANSYS在板式家具强度分析中的应用, 林业机械与木工设备, 2007, Vol.10, No.35, pp.52-54.



**[그림 18] 학자 유지가가 디자인 설계한 골판지 의자와 응력 분포도**

본 논문의 저자는 유한요소 분석법을 골판지 가구의 디자인 설계 전기에 도입할 것을 제안한다. 유한요소 분석법을 통해 가구 구조에 대한 역학분석을 실시하면 기존의 골판지 디자인 설계에서의 안전성과 재료 낭비 문제를 해결할 수 있고, 시료 채취 테스트 횟수를 효과적으로 줄이며, 구조 디자인 설계를 보다 합리적으로 할 수 있을 것이다. 위 방법은 가구 구조의 역학적 요구를 만족시키는 동시에 가구 제작에 있어 불필요한 재료의 사용을 줄이고, 가구 제품의 연구개발에 필요한 주기를 대폭 단축하여 제품의 개발원가를 절감할 수 있게 한다.

### 4-2. 사용 중 단계

가구 사용 중 단계에서는 재이용 원칙을 중심으로 한다. 이는 주로 두 가지 방면에서 이루어진다.

1.이미 파손된 가구 부품에 교체를 진행하면 가구를 계속 사용할 수 있다. 골판지 가구와 기존의 가구에는 연결방식의 차이라는 분명한 차이가 있다. 이 차이는 바로 기존의 가구는 접착제나 나사 같은 금속이 연결의 역할을 하지만 골판지 가구는 접거나 삽입하는 것이 주된 연결 방식이어서 구조형식이 상대적으로 유연하고 단순하다. 가구 사용 중 삽입 횟수가 많거나 외부 요인으로 인해 일부 부품이 파손되었으나 전체 기본 기능 및 사용에 지장이 없는 경우, 부품을 교체하여 사용하거나 다른 부품과 삽입함으로써 가구를 계속 사용할 수 있고, 이를 통해 가구의 폐기율을 낮출 수 있다.

2. 버려진 골판지를 '리디자인(Re-design)'하는 것은 소재의 재활용을 가능하게 하고 버려진 골판지에 제2의 생명을 줄 수 있다. 예를 들어, 회사 삼성이 TV 포장박스를 리디자인한 '사례 3.1.3'처럼 디자이너가 포장박스를 리디자인 할 수 있도록 하는 것을 통해 버려진 종이박스를 재사용을 할 수 있다. 이렇게 종이상자를 해체하고 재구성함으로써 버려진 골판지는 새로운 형태를 갖추게 된다. 이는 지속 가능한 디자인에 있어 재활용을 유도한다는 철학에도 부합한다.

### 4-3. 사용 후 단계

사용 후 단계는 순환 가능의 원칙을 중심으로 한다. 오늘날 종이 재료의 회수와 재가공 처리 기술이 발전하여, 과거에는 버려져 폐기 처리돼야 할 재료를 현재는 회수하여 재가공 처리하거나 자투리를 기재나 부품으로 만들어 재활용하고 있다. 골판지 소재는 천연의 재활용 가능한 원료로 구성되어 있어, 가구로 사용된 후 전량 회수하여 재사용할 수 있다. 또한, 골판지 가구의 사용 연한은 통상 3~5년으로, 현재의 첨단 공법을 통해 사용이 다한 골판지 가구를 회수하면 15~17회까지 재가공이 가능하다. 이는 재료의 순환적 재활용 실현을 의미한다.[18] 이와 동시에 종이 원재료의 생산원을 늘리고, 더 많은 자원을 발굴하고 연구하여 골판지 원료를 생산하며, 가공 기술에 있어 더욱 발전이 있어야 한다. 이를 통해 종이 소재의 공급이 안정적으로 보장되어야 비로소 진정한 자원의 지속적인 사용과 생태 환경의 조화로운 발전을 이룰 수 있을 것이다.

## 5. 결론

요약하면, 지속 가능한 디자인 설계를 실현하는 궁극적인 목적은 단순히 환경에 미치는 영향을 줄이는 것이 아니라, 제품의 라이프사이클 각 단계에 있어 지속 가능한 디자인을 설계하는 것에 있다. 이를 통해 자원의 에너지 소비를 줄이고 환경에 미치는 영향을 최소화하는 폐쇄 루프형 발전 모델을 실현할 수 있다. 각 지표의 디자인 설계를 종합적으로 실현해야만 현대 가구의 지속 가능한 디자인 설계 효과를 극대화할 수 있다.

본 논문은 골판지 가구의 사례에 대한 분석을 통하여, 골판지 가구의 지속 가능한 디자인 설계 전략을 제시했다. 또한 골판지 가구의 디자인 설계 과정을 '디자인 설계 단계-사용 단계-사용 후 단계'로 나누어 각각 디자인 설계 단계의 감량화 제어, 사용 단계의 재활용 유도 및 사용 후 단계의 재활용 가능한 기술 지원을 서술했고, 각 단계의 구체적인 요소들의 실시 방안을 제시하였다. 지속가능한 디자인 원칙을 골판지 가구 디자인에 적용해 골판지 가구가 더욱 친환경성을 갖는 디자인이 되도록 하였다.

본 논문은 골판지 가구의 디자인 설계 단계를 진행함에 있어, 자재를 선택하고 제작에 사용하는 측

18) 徐筱. 瓦楞纸家具的开发与应用研究, 包装工程, 2013, Vol.34, No.8, pp.98-100.

면에서 최대한 '재활용 골판지'를 사용하는 '재가공'을 할 것을 제안했다. 더하여 유한요소 분석법을 골판지 가구의 디자인 설계 전기에 도입할 것을 제안했다. 이렇게 되면 구조 디자인 설계를 보다 합리적으로 할 수 있을 것으로 기대된다. 유한요소 분석법을 통한 골판지 가구 디자인 설계는 가구 구조의 역학적 요구를 만족시키는 동시에 불필요한 재료의 사용을 줄이고, 가구 제품의 연구개발주기를 대폭 단축하여 개발 원가를 절감할 수 있는 기대 효과가 있다. 다음으로 많은 업계 산업에서 광범위하게 사용하고 있는 자동 레이저 위치 결정 절단기를 골판지 가구 분야에서도 사용할 것을 제안했다. 해당 기술을 골판지 가구 분야에 도입하면 디자인 및 생산 단계에서 불필요한 자투리 및 폐기물의 발생을 최소화하고 재료 낭비를 효과적으로 줄일 수 있다.

가구 사용 중에는 파손된 가구나 부품을 재활용하는 원칙에 따라 파손된 부분을 교체해 가구의 기대 사용 기한을 연장할 수 있으며 가구의 폐기율을 낮출 수 있을 것이다.

골판지 가구는 사용 후 재활용 원칙을 중심으로 한다. 오늘날 발전된 종이 수거 기술을 활용해 폐자재를 수거하고 이를 재가공하는 방식으로 골판지 가구의 제작부터 수거까지 하나의 폐쇄루프 시스템을 이룰 수 있도록 해야 한다.

본문의 저자는 골판지 가구의 사례 분석이 골판지 가구의 디자인 설계 및 제작에 있어 가치가 있는 참고자료가 되고, 오늘날 가구 디자인의 소재 선정에 있어 많은 시사점을 줄 수 있길 바란다.

## 참고문헌


1. Wang Suo-ling, Application of Corrugated Board in Furniture Design, Packaging Engineering, 2012, Vol.33, No.12
2. 刘志霞 王蕊, 廊坊师范学院, 包装工程, 2019, Vol.40, No.6
3. 남미경, 자연-영감 기반 신소재・신기술에 의한 지속가능디자인 발전 전략 연구,한국디자인문화학회지,제28권 제1호,한국디자인문화학회,2022.
4. 王姝懿, 典型家具可持续设计研究, 哈尔滨工程大学硕士论文, 2014.
5. Lian Shanzhi XU Boming, Construction of Design Indicators for Sustainable Design of Modern Furniture, Furniture, 2019, Vol.40, No.3
6. 고경욱 예민주, 지속가능한 재료의 활용을 위한 제품디자인 연구 골판지 제품을 중심으로, 기초조형학연구 제7권 제4호, 한국기초조형학회, 2006.
7. 刘爱平,《纸板家具的研究与设计》, 东北林业大学硕士论文, 2011.
8. Zhang Yun-zhan, Processing Paper and Special Paper, Beijing:China Light Industry Press, 2001.
9. 刘志霞 王蕊, 基于可持续发展视角下的纸家具3R设计研究, Packaging Engineering, 2019, Vol.40, No.6.
10. 吴萍 邱海涛 周丰, 纸质环保可回收家具设计, 生态经济, 2013.
11. LI Li, Application of Paper in Furniture Design, Packaging Engineering, 2014, Vol.35, No.16
12. 刘国余 沈杰, 产品基础形态设计, 中国轻工业出版社, 2001.
13. 刘志霞, 基于可持续发展视角下的纸家具3R设计研究, 包装工程, 2019, Vol.40, No.6
14. Yao Dabin, Green Design 3R Principle and Paper Furniture Design, Packaging World, 2011, Vol.5, No.3
15. 何风梅, ANSYS在板式家具强度分析中的应用, 林业机械与木工设备, 2007, Vol.10, No.35.
16. 徐筱. 瓦楞纸家具的开发与应用研究, 包装工程, 2013, Vol.34, No.8
17. www.namu.wiki.com (2022.09.17)
18. www.fpf.com (2022.9.16)