

3D 프린팅을 이용한 목가구 삼방연귀(三方燕口) 결구 부자재 개발 연구

A Study on Developing Three-Way Miter Joint Hardware
for Wood Furniture with 3D Printing

주저자

김완규 (Kim, Wan-kyu), goodhgd@naver.com

중앙대학교 예술대학 디자인학부 공예전공 강사

Lecturer, Craft Design, Department of Design, College of Art,
Chung-Ang University

교신저자

조성환 (Jo, Sung-hwan), shj02443@cnu.ac.kr

충남대학교 예술대학 디자인창의학과 교수

Professor, Department of Creative Design, Chungnam National University

투고일	2020.09.17	심사일	2020.10.22	게재확정일	2020.10.26
-----	------------	-----	------------	-------	------------

3D 프린팅을 이용한 목가구 삼방연귀(三方燕口) 결구 부자재 개발 연구

A Study on Developing Three-Way Miter Joint Hardware for Wood Furniture with 3D Printing

목 차

1. 서론
 - 1-1. 연구배경 및 목적
 - 1-2. 연구방법 및 범위
 2. 삼방연귀(三方燕口) 연구
 - 2-1. 삼방연귀의 정의
 - 2-2. 삼방연귀의 구조
 - 2-3. 삼방연귀의 적용 사례
 3. 3D 프린팅 기술 및 각재의 고정 사례
 - 3-1. 3D 프린팅 기술의 특징
 - 3-2. 스크루와 커넥터를 사용한 고정
 - 3-3. 커넥터와 커넥터를 사용한 고정
 - 3-4. 커넥터를 사용한 고정
 4. 3D 프린팅을 이용한 목가구 삼방연귀(三方燕口) 결구 부자재 개발 프로세스
 - 4-1. 결구 부자재 디자인 콘셉트
 - 4-2. 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션
 - 4-3. 3D 프린팅을 이용한 목업(mock-up)
 5. 결론
- 참고문헌

Abstract

In wood furniture production, utilizing hardware plays a significant role in enhancing quality of design, and have a direct effect on productivity and convenience as well. Up to the present, although there are diverse hardware in furniture making, it is hard to find cases inside and outside of Korea using embedded square lumber hardware that fixes square lumbers from three ways by meeting them on one point at the corner with 45 degrees. Even though three-way miter joint technique has been continued as one of traditional furniture making method, this is hard to be generalized because this demands high level of skill as well as has limit in production. For these reasons, the researcher proposes corner joint hardware for wood furniture using 3d printing.

For developing three way miter joint hardware, this study starts with researching a term of three-way miter that is generally mixed with several ways of meanings. Secondly, the author researches structure of three-way miter and case study of its application example between traditional and modern wood furniture. In detail, researcher analyze structural character in furniture connector focused on fixing example between square lumbers for utilizing 3d printing. As for prototyping, 3D printed fixing connector is combined with existing square lumber joint system to strengthen and make up pros and cons of each part has. In this phase, 3D modeling and 3D printing is used for mock-up, and before and after image of combining 3d printed hardware is suggested.

In this study, three way miter joint hardware has embedded structure, which is invisible outside. This can expect ornamental effect caused by molding and groove process on wood furniture that may looks simple. More simplified production process than traditional one would elevate productivity and access to wood furniture design with natural grain, and also be useful for corner joint that consist of square lumber including shelves, storage cabinets and table as well.

keyword

Three-way miter, 3D printing, Intersection hardware, Joint hardware, Furniture hardware

논문요약

목가구 제작에서 부자재의 활용은 생산성과 편리성에 직접적인 영향을 주며 가구 디자인의 완성도를 높이는 데 주요한 역할을 한다. 현재까지 많은 가구 부자재가 가구제작 과정에 사용되고 있으나 3방향의 각재가 한 모서리에서 45°로 만나 고정되는 각재 매립형 부자재에 대한 사례는 국내 및 국외에서 찾기 힘들다. 전통적 가구제작방법의 하나인 '삼방연귀' 결구 기술이 이어져 오고 있으나 제작 난이도로 인하여 숙련된 기술이 요구되어 일반화되기 어렵고, 또한 생산성에 한계가 있어 3D 프린팅을 이용한 목가구 결구 부자재를 제시하고자 하였다.

삼방연귀 결구 부자재 개발을 위하여 혼용되어 불리는 삼방연귀 명칭의 조사를 시작으로 삼방연귀의 구조 및 적용 사례를 전통목가구와 현대목가구로 구분하여 조사하였고, 구체적인 3D 프린팅을 활용한 가구 커넥터는 각재 간 고정 사례를 중심으로 구조적 특성을 분석하였다. 삼방연귀 부자재 시제품개발을 위해서는, 기존의 각재 연결 방식과 3D 프린팅 고정 커넥터를 결합하여 각 부분의 장점을 강화하고 단점을 보완하는 디자인 콘셉트를 설정하

였다. 결국 부자재 개발에는 3D 모델링과 3D 프린팅을 이용하여 목업 작업을 진행하였고, 출력물인 결국 부자재를 결합 전 이미지와 결합 후 이미지를 제시하였다.

본 연구의 삼방연구 개발 결국 부자재는 외부에서 보이지 않는 매립형 구조이다. 이는 단순할 수 있는 목가구 디자인에 홈 가공 및 몰딩 처리를 할 수 있어 장식적인 효과를 얻을 수 있다. 전통적 제작방법보다 단순화된 작업 공정은 자연스러운 목리와 간결한 선을 활용한 목가구 디자인의 접근성과 생산성을 높일 것이며, 각재로 구성된 선반, 수납장, 테이블 등의 모서리 결국에 유용할 것이다.

주제어

삼방연구, 3D 프린팅, 결국, 부자재, 가구 하드웨어

1. 서론

1-1. 연구배경 및 목적

목재를 활용한 가구제작 재료는 일반적으로 주자재인 목재 및 목재질 재료와 기타 재료인 부자재로 분류할 수 있다. 부자재는 가구를 제작하며 부수적으로 소모되는 재료로써 가구의 생산성, 기능성, 편리성 등에 직접적인 영향을 준다. 그러나 부자재 없이 주자재인 목재만으로 제작하는 가구는 짜임 및 이음 등과 같은 결국 기법으로 제작하여야 하는데, 과거로부터 현재에 이르기까지 이어져 온 제작방법은 크게 변화를 주지 않고 전통의 보존이라는 명분으로 답습하는 사례가 많다. 따라서, 본 연구는 부자재의 활용성을 높이는 측면과 목가구에 부자재를 활용하되 겉으로 드러나지 않게 사용하여 목가구에 특징적으로 나타나는 목재의 자연미를 살리고 견고함을 유지할 수 있는 연구 개발을 통하여 가구 제작방법에 발전을 이루고자 한다.

본 연구의 주제이며 원목 가구의 제작방법에서 가장 핵심을 이루는 원목의 섬유방향 각재를 세 방향에서 서로 직각을 이루게 연결하고 고정하는 기법(삼방연구 제작기법)에 있어 부자재(하드웨어, hardware)를 활용하여 제작하는 사례는 국내 또는 국외에서도 찾기 힘들며 원목의 몇 가지 짜임기법으로 이어져 왔다. 국내의 경우, 전통적인 삼방연구 제작방법으로 제작된 전통 목가구는 유물로 많은 양이 현재에 전해져 오고 있으며 현대에도 유사한 방법으로 제작이 이루어지고 있다. 다만, 학술적으로 분석하여 정의를 내리는 경우는 “삼방에서 모인 모서리에서 각 각재가 연구로 물리는 맛

춤”¹⁾ 남궁선(2010. p.34)을 비롯하여 몇몇의 사례가 있다. 직각으로 이루어진 일반적인 가구의 구조상 삼방연구 제작기법은 현대 목가구디자인 제작요소의 활용 가치가 높음에도 전통적인 제작기법을 따르기에는 결국 구조가 복잡하고 제작 난이도가 지나치게 높아 숙련된 기술이 요구될 뿐만 아니라 여러 단계의 수작업 공정으로 제작되기에 현실적 한계가 있다.

이에 본 연구는 삼방연구 제작기법을 쉽고 편리하게 접근할 수 있는 부재 개발에 컴퓨터 그래픽 프로그램과 3D 프린팅 기술을 이용하여 목가구 제작에 대중적 접근성을 높이고 생산적으로 제작할 수 있도록 프로토타입 삼방연구 결국 부재를 개발하여 가구제작의 효율성을 높이는 데 목적을 둔다.

1-2. 연구방법 및 범위

삼방연구가 적용된 목가구와 3D 프린팅을 이용한 가구 커넥터에 관한 자료들을 문헌과 논문, 인터넷 검색으로 조사한다. 이를 바탕으로 삼방연구의 구조적 특징과 3D 프린팅 커넥터의 각재 고정 특성을 사례 중심으로 분석하여 개발 부자재의 디자인 콘셉트를 정한다. 개발 부자재를 구현하기 위한 도구로 3D 모델링과, 3D 프린팅 기술을 이용하여 출력물인 결국 부자재를 분해와 결합된 이미지로 제시하고자 한다.

본 연구에서는 목가구에 적용된 삼방연구 및 3D 프린팅 커넥터의 장·단점을 보완한 결국 부자재 개발과정을 연구의 기본범위로 한다. 삼방연구가 적용된 전통목가구 사례는 사랑방 가구를 연구범위로 하며, 3D 프린팅 커넥터는 각재 간 고정 사례를 연구범위로 한다.

2. 삼방연귀(三方燕口) 연구

2-1. 삼방연귀의 정의

“목재의 결구는 가구에서 가장 근본이 되는 골격의 구성을 의미하며 가구의 어느 부분에 어떤 짜임을 적용하느냐에 따라 가구의 품질과 수명이 결정 된다.”²⁾ 최공호 등(2018. p.71)

목가구 제작에는 골격과 구조에 따라 다양한 짜임 요구되며 이 중 삼방연귀짜임은 연귀짜임의 하위분류에 속하는 것으로 각재와 각재를 결구하는 짜임이다. 연귀(燕口)는 사전적 의미로 “두 재를 맞추기 위하여 목재 횡단면이 보이지 않게 귀를 45도 각도로 비스듬히 잘라 맞춘 곳”³⁾을 뜻한다. 하지만 삼방연귀는 <표 1>과 같이 참고문헌 및 저자에 따라 삼방연귀장부맞춤, 삼방연귀장부짜임, 삼방연귀촉짜임, 연귀짜임 등 다양한 명칭으로 사용되고 있다.

본 연구에서는 삼방(三方)은 세 방향을 말하는 것으로 개발 부자재의 형태가 제3각법(third angle projection method)으로 그려진 3면도(정면도, 평면도, 측면도) 상에 각각의 각재가 직각을 이루며 한 모서리에서 45도로 결구 되어있는 형태 및 결구법을 “삼방연귀”로 정하여 논하고자 한다.

<표 1> 삼방연귀의 명칭

연번	명칭	참고문헌 및 저자
1	삼방연귀맞춤 삼방연귀장부맞춤	김삼대자(2018) ⁴⁾
2	삼방연귀장부짜임A~E	남궁선(2011) ⁵⁾
3	연귀짜임	남경숙 외(2008) ⁶⁾
4	연귀짜임 연귀촉짜임	박영규(2012) ⁷⁾
5	연귀짜임/탁자	박영규, 김동우(2005) ⁸⁾
6	삼방연귀촉짜임	백 은, 강지혜(2019) ⁹⁾
7	삼방연귀촉짜임	유진경(2013) ¹⁰⁾
8	연귀짜임 기둥머리 연귀 앞기둥 머리연귀	이종석(2001) ¹¹⁾

2-2. 삼방연귀의 구조

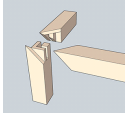
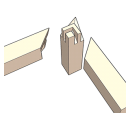
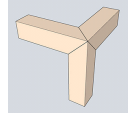
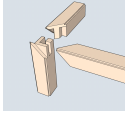
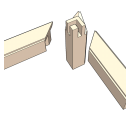
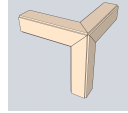
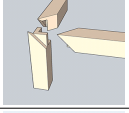
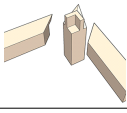
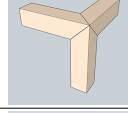
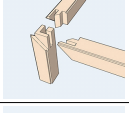
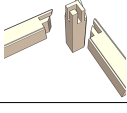
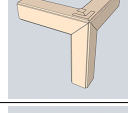
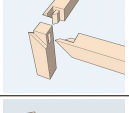
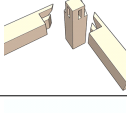
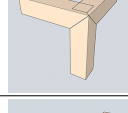
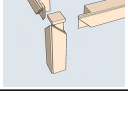
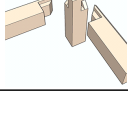
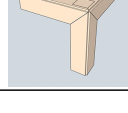
<표 2>는 과거부터 현재까지 수정과 보완을 거쳐 이어져 오고 있는 삼방연귀의 종류를 결합 전 상태와 결

합 후 상태를 보여주는 것이며 각각의 세부기법 중, A, B, C는 3면도에서 각재가 45°로 결구 되어 목재의 횡단면이 보이지 않았으나, D, E, F는 가구 기둥재의 끝부분에 목재의 횡단면 일부가 보이는 구조로 되어있다.

삼방연귀 B, D, E, F는 각재의 섬유방향 모서리 부분을 직각 및 45도로 몰딩(molding) 처리하여 가구를 입체적으로 보이게 하는 장식적 효과를 내기도 한다.

6종류의 삼방연귀의 구조는 각재로 이루어지는 다면체형태의 가구에 가장 합리적인 제작방법으로 최소한의 재료로 가구의 외형을 만들 수 있는 이상적인 구조이다.

<표 2> 삼방연귀의 결합 전과 결합 후

구분	결합 전-1	결합 전-2	결합 후
삼방연귀 A			
삼방연귀 B			
삼방연귀 C			
삼방연귀 D			
삼방연귀 E			
삼방연귀 F			

2-3. 삼방연귀의 적용 사례

조선시대 사랑방의 목가구는 당시의 양반사회 선비들의 생활 가치관이 투영되어 단순한 형(形)과 간결한 선(線), 나무의 목리를 살린 소박함을 강조하여 용도에 맞게 견실한 구조와 간결한 형태로 만들어졌다. 간결한 형태는 구조적 견고함과 아울러 목재 물성과 목물의

파악이 이루어진 것으로 보이며 전통목가구 제작에도 이러한 성향이 다양한 형태의 짜임기법으로 적용된 것으로 보인다.

<표 3>은 삼방연구가 적용된 사례로 '사방탁자'에는 '삼방연구 F'가 적용되었고, '시명 4층 책탁자'와 '오층탁자'에는 '삼방연구 E'가 적용되었다. 삼방연구는 홈이 파여진 기둥재에 축이 있는 가로재와 세로재를 끼워 각 각재가 연구로 연결되는 방법으로써 목재의 횡단면을 최소화한 구조로 이루어져 있고 힘을 받는 가구 외형의 뼈대를 간결한 형태로 제작할 수 있는 결구 방법으로 사용되었다.

<표 3> 삼방연구가 적용된 전통목가구

구분	사방탁자 ¹²⁾	시명 4층 책탁자 ¹³⁾	오층탁자 ¹⁴⁾
이미지			
소장	국립중앙박물관 소장품	이화여자대학교 소장품	국립중앙박물관 소장품
크기(mm)	387 × 387 × 1495(h)	548 × 180 × 1184(h)	657 × 318 × 1785(h)
적용 위치			
상세 도면			

삼방연구를 현대목가구 디자인에 적용한 대표적 사례는 천년전주명품 'onn'브랜드 론칭 프로젝트에서 디자이너와 장인의 협업 작업을 들 수 있다. 디자이너와 제작자가 공동작업한 '연2(然2)'는 판재로 짜여진 몸통과 각재로 짜여진 다리가 결합된 구조로 다리 부분의 모서리 여덟 곳에 '삼방연구 D'가 적용되었다. 'Face÷Line'은 몸통과 다리가 각재만으로 짜여진 구조이며 몸통과 다리 각각의 모서리 여덟 곳에 '삼방연구 D'가 적용되었다. '다기함'은 몸통과 다리가 일체형 구조로 되어있고 외형을 이루는 모서리 여덟 곳에 '삼방

연구 B'가 적용되었다. <표 4>

전통목가구와 현대목가구에 적용된 삼방연구의 사례를 조사한 결과, 삼방연구는 뼈대로 이루어진 가구 모서리 부분을 결구하기 위하여 사용되었고, 구조적 특성상 수작업 위주의 제작방식이 적용되었다. 제작기법과 방법의 변화는 시대의 흐름에 따른 도구나 기계에 의한 가공 정밀도가 완성도를 높이는 요인이 되지만 구조적인 변화는 거의 없어 보인다. 과거의 합리적인 제작사례는 계승하는 것이 바람직하나 생산성을 높이기 위한 새로운 기법의 개발이 필요할 것으로 판단되어 삼방연구의 합리적 제작방법과 견고함 및 형태미를 유지할 수 있는 결구 개발에 3D 프린팅 기술을 접목하였다.

<표 4> 삼방연구가 적용된 현대목가구

구분	연2(然2) ¹⁵⁾	Face÷Line ¹⁶⁾	다기함 ¹⁷⁾
이미지			
작가	김백선/조석진	권원덕	김완규
크기(mm)	1500 × 550 × 1000(h)	1000 × 400 × 1000(h)	400 × 220 × 200(h)
적용 위치			
상세 도면			

3. 3D 프린팅 기술 및 각재의 고정 사례

3-1. 3D 프린팅 기술의 특징

3D 프린팅 기술은 컴퓨터 모델링을 통해 설계된 데이터를 이용하여 열가소성 수지, 광경화성 액체 수지, 금속 등의 원료로 3차원의 물체로 직접 출력해내는 것이다.¹⁸⁾ 3D 프린팅 기술은 원료 사용 방식에 따라 고체 기반 방식, 액체 기반 방식, 분말 기반 방식 3가지로 분류할 수 있다. 다시 원료 사용 방식을 세부 기술에 따라 <표 5>와 같이 3D 프린팅 기술이 분류된다. 고체, 액체, 분말의 원료를 대표하는 FDM, SLS, SLA

방식 중 FDM(Fused Deposition Modeling)은 스트라타시스(Stratasys)사의 특허 만료 후 저가형 3D프린터가 대중들에게 보급되고 있는 점과 플라스틱, 목재 등 다양한 재료의 재료사용이 가능한 특징이 있어 본 연구 부자재 개발에 활용하였다.

3D 프린팅은 소재를 쌓아 적층하는 가공방식은 모델링 데이터를 짧은 시간 안에 출력할 수 있으며, 출력된 결과물의 디자인 변형에도 능동적으로 대처할 수 있다. 이러한 3D 프린팅의 기술적 특징은 ‘삼방연귀 결구 부자재’와 같은 시제품 개발에 비용과 시간을 줄일 수 있는 효과적인 개발도구가 된다.

<표 5> 3D 프린팅 기술의 종류

3D 프린팅 방식 ¹⁹⁾	
고체 기반 방식	응용 적층 모델링 (Fused Deposition Modeling, FDM)
	개체 접합 조형 (Laminated Object Manufacturing, LOM)
	선택적 박판 적층 (Selective Deposition Lamination, SDL)
액체 기반 방식	광경화성 수지 조형 (Stereolithography Apparatus, SLA)
	디지털 광원 처리 (Digital Light Processing, DLP)
	연속 액체 계면 생산 (Continuous Liquid Interface Production, CLIP)
	폴리젯(Photopolymer Jetting, Polyjet)
	멀티 젯 조형(Multi Jet Modeling, MJM)
분말 기반 방식	선택적 레이저 소결 (Selective Laser Sintering, SLS)
	컬러젯 조형(Colorject Printing, CJP)
	전자 빔 응용(Electron Beam Melting, EBM)
	직접 금속 레이저 소결 (Direct Metal Laser Sintering, DMLS)
	선택적 열 소결 (Selective Heat Sintering, SHS)
	선택적 레이저 용융 (Selective Laser Melting, SLM)
직접 금속 증착 (Direct Metal Deposition, DMD or DMT)	


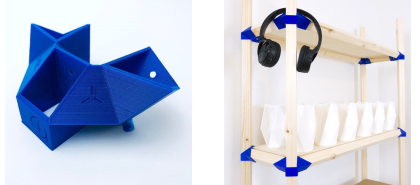
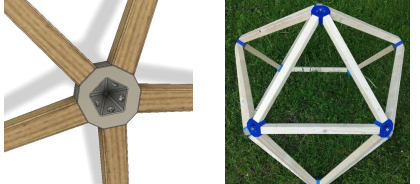
3-2. 스크루와 커넥터를 사용한 고정

3D 프린팅을 이용한 가구 디자인은 완제품 제작과

가구의 구조를 연결하는 커넥터 등의 제작에도 활발히 사용되고 있다.²⁰⁾ 3D 프린팅을 이용한 커넥터는 판재와 판재, 각재와 판재를 고정한 사례도 있으나 각재 간 고정방법에서 대표적 특징이 있는 사례를 중심으로 논하고자 한다.

<표 6>에 ‘Junction-P’와 ‘ink’ 커넥터는 세 방향의 각재를 한 모서리에 직각으로 고정할 수 있게 되어있고 각재의 길이에 따라 가구의 규격 조절이 가능하다. ‘Regular icosahedron Dome Connector’는 등각으로 이루어진 다방향의 각재를 한 모서리에 고정할 수 있으며 각재 길이에 따라 정이십면체의 크기 조절이 가능하다. 3D 프린팅의 활용이 정다면체 및 기하학적 연결 구조에 활용 가능함을 보여준 사례이다. 스크루와 커넥터를 사용한 각재 고정 방식에서 나타난 공통적 특징은 각재의 길이를 조절하여 가구의 높낮이와 규격을 정할 수 있는 구조적 특징과 적은 양의 재료 사용으로 가구 및 다면체의 구현이 가능함을 보여준다.

<표 6> 스크루와 커넥터를 사용한 각재 간 고정

구분	이미지
	 <p>Junction-P by Le FabShop²¹⁾</p>
스크루 (screw) + 커넥터 (connector)	 <p>ink by Antoine Taillandier Studio²²⁾</p>
	 <p>Regular icosahedron Dome Connector by Frank Sigg²³⁾</p>

3-3. 커넥터와 커넥터를 사용한 고정

‘The Tap Table’의 다리는 3개의 각재가 각각 방향을 달리하여 비스듬히 기울어진 구조이며 여러 개의

부품으로 나누어진 커넥터를 사용하여 다리 및 테이블 상판을 고정하는 방식이다. 테이블에 사용된 커넥터는 기능적으로 세 개 부분으로 구분된다. 첫째는 각재 끝을 잡아주는 커넥터, 둘째는 비스듬한 3개의 다리 각을 잡아주는 커넥터, 셋째는 커넥터가 다리 각재에서 흘러내리지 않게 고정하는 커넥터이다. <표 7>은 스크루 대신 커넥터를 기능적으로 세분화한 대표적인 고정 사례이다.

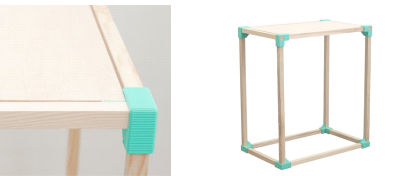
<표 7> 커넥터와 커넥터를 사용한 각재 간 고정

구분	이미지
커넥터 (connector) + 커넥터 (connector)	 <p>The Tap Table by Vera Shur²⁴⁾</p>

3-4. 커넥터를 사용한 고정

‘SMF.02’의 커피 테이블에 사용된 커넥터는 각재로 이루어진 직육면체 모서리를 고정하는 것으로 별도의 접착제나 스크루 없이 각재에 커넥터만을 끼워 고정하는 간단한 방식이다. <표 8>은 가구의 일반적 고정 방식으로는 불안한 구조로 보이나 별도의 고정 부품 없이 커넥터만으로 가구를 고정한 사례이다.

<표 8> 커넥터를 사용한 각재 간 고정

구분	이미지
커넥터 (connector)	 <p>SMF.02 by UAU project²⁵⁾</p>

3D 프린팅을 이용한 각재 간 고정 커넥터 사례를 분석한 결과 순수 커넥터만으로 가구를 고정한 사례도 있었지만, 구조적 견고함을 보강하기 위하여 커넥터와 커넥터, 스크루와 커넥터가 함께 사용되었다. 커넥터는 가구디자인 및 다면체의 구조적 특성에 맞는 맞춤형 형태로 출력되었다. 출력물의 소재는 ABS, PLA 등의

열가소성 수지류가 사용되었으며, 커넥터의 형태 및 컬러는 고정하는 기능 외에도 가구를 장식적으로 보이게 하는 효과가 있었다.

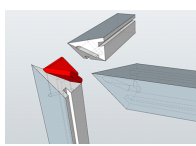
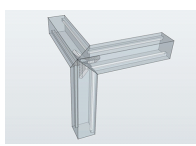
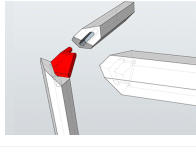
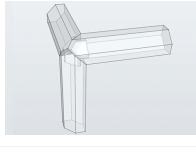
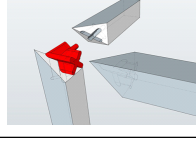
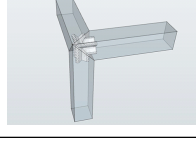
그러나 전통목가구와 현대목가구에 사용된 삼방연귀와 같이 3개의 각재가 결구 되어 외부에서 보이지 않는 구조의 커넥터 및 각재의 섬유방향으로 몰딩 처리를 할 수 있는 구조의 커넥터는 사례를 찾기 어려웠다. 이에 각재에 삽입되는 형태의 3D 프린팅 삼방연귀 결구 부자재는 목가구 본연의 자연미를 살린 간결한 형태의 가구제작에 도움이 될 것이다.

4. 3D 프린팅을 이용한 목가구 삼방연귀 (三方燕口) 결구 부자재 개발 프로세스

4-1. 결구 부자재 디자인 콘셉트

삼방연귀가 적용된 전통목가구는 이질감 없는 디자인 구현과 구조적 견고함이 있는 반면 고도의 숙련된 기술이 요구되는 단점이 있었다. 3D 프린팅 커넥터는 장식적 효과와 디자인 특성에 맞는 맞춤형 커넥터 제작이 용이한 장점이 있었으나 각재의 흠 가공 및 몰딩 처리가 어려운 단점이었다. 이와 같은 사례조사에 나타난 특성을 반영하여 목가구의 디자인 형태에 따라 선택적 사용이 가능하도록 각재에 매립되는 형태의 결구 부자재 디자인을 <표 9>와 같이 3개 Type으로 분류하여 제시하고자 한다.

<표 9> 삼방연귀 결구 부자재 디자인 콘셉트

구분	분해	결합
삼방연귀 A-Type		
삼방연귀 B-Type		
삼방연귀 C-Type		

A-Type은 삼방연귀의 장식적 효과인 각재 몰딩 작업과 홈이 파인 각재에 판재를 끼울 수 있으며, 끼워지는 판재의 두께에 따라 탄력적으로 홈 가공 깊이와 폭을 조절할 수 있는 구조이다.

B-Type은 각재로 만들어진 가구의 형태에 디자인요소를 넣을 수 있도록 한 것으로 모서리에 모인 각재 안쪽과 바깥쪽에 면을 접거나 장식적인 가공을 할 수 있는 구조이다.

C-Type은 테이블, 책상, 화장대 등과 같이 횡력과 하중이 가해질 수 있는 목가구에 결구력을 높이기 위한 디자인으로 목재와 부자재의 접합 면적을 넓은 X자형 구조이다.

4-2. 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션

개발 부자재 3D 모델링은 제품디자인에 활용도가 높은 넵스(NURBS:Non-Uniform Rational B-Spline) 기반 디지털 조형 방식인 라이노(Rhino) 프로그램을 사용하였고 Type 별로 <표 10>과 같이 분류하였다. 개발 부자재의 적용 각재규격은 본 논문인 “삼방연귀가 적용된 현대목가구”에 사용된 각재 두께를 해당 기관 및 작가에게 문의한 결과로 24(가로) × 24(세로)mm의 정각재를 프로토타입 규격으로 설정하였다.

<표 10> 삼방연귀 결구 부자재 3D 모델링

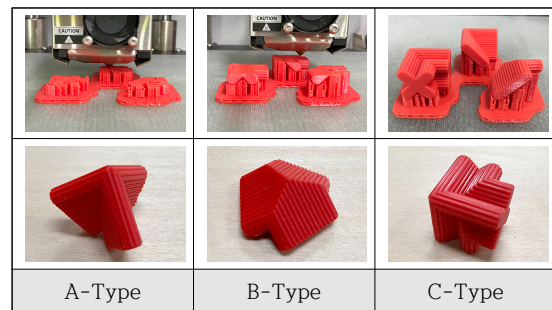
구분	이미지	
삼방연귀 A-Type (21 × 21 × 21)mm		
삼방연귀 B-Type (21 × 21 × 21)mm		
삼방연귀 C-Type (21 × 21 × 21)mm		

개발 부자재는 3개 타입을 동일한 규격으로 설계하여 기존 목가구 제작에 사용되고 있는 ‘도미노(Domino) DF 500’을 응용한 삼방연귀 홈 가공에 호환성을 높이고자 하였다. 또한, 3D 모델링에서 보이는 주름선은 개발 부자재에 각재삽입 시 과용된 본드 및 이물질이 빠져나오도록 하는 기능과 접착제와의 접합 면적을 증가시키는 기능이 있을 것으로 판단되어 3D 모델링 설계에 적용하였다.<표 10>

4-3. 3D 프린팅을 이용한 목업(mock-up)

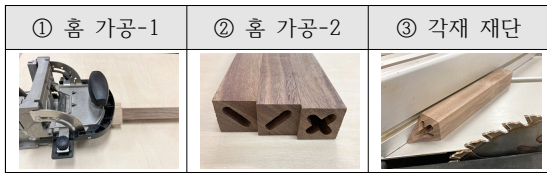
라이노 프로그램으로 설계된 3D 모델링 파일을 3D 프린팅 출력을 위해 자동 지지대(support) 구조물 생성기능이 있는 ‘ideaMaker’ 소프트웨어로 파일 포맷 후, 출력하는 방식으로 삼방연귀 A, B, C-Type의 목업물을 구현하였다. 목업 재료는 식물 추출 원료를 사용한 무독성 친환경 소재인 PLA를 사용하였으며, 출력물의 외부 두께는 3mm에 내부 채움(infill density) 50%로 설정하였다. 3개의 출력물은 지지대에서 잘 분리되었고 주름선은 지지대에 닿는 부분에서 일부분 출력 소재가 흐른 흔적이 발견되었으나 이는 출력 설정 조절로 보완 가능할 것으로 판단된다. <표 11>

<표 11> 3D 프린팅 결구 부자재 출력 이미지



<표 12>는 개발 부자재를 결구하기 위한 홈 가공 작업순서이다. 전통적 제작방법은 수작업과 여러 단계의 공정이 요구되었으나, 본 연구의 부자재는 도미노(Domino) 기계를 응용하여 각재에 홈을 가공하고 재단기로 각각의 재료를 45°로 자른 후 결구하는 제작방식으로 삼방연귀를 결구하기 위한 이전의 작업 단계가 단순화되었다.

<표 12> 각재 홈 가공 및 45도 재단



<표 13>은 개발 부자재의 결합 전과 결합 이미지를 Type 별로 분류한 것이다. 부자재는 각재 삽입 시 적당한 힘으로 끼워졌으며 본드와 같은 접착제를 사용하지 않고 결합 가능하였다. 각재 결합 후 각재 간 미세한 틈이 있었으나 조립 후 가공에서 충분히 마무리될 것으로 생각되며, 실질적 사용을 위해 개발 부자재의 강도 및 접착제와의 접착력 등에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

<표 13> 3D 프린팅 개발 부자재 결합 전 및 결합 이미지

구분	결합 전	결합
삼방연귀 A-Type		
삼방연귀 B-Type		
삼방연귀 C-Type		

5. 결론

본 연구는 목가구 제작의 효율성을 높이기 위한 방법으로 삼방연귀를 결구할 수 있는 가구 부자재를 3D 프린팅 기술을 활용하여 개발하고자 하였다. 각재를 활용한 가구제작은 적은 양의 목재를 사용하여 가구의 기본 형태인 육면체를 만들 수 있는 장점이 있어 활용 가치가 매우 높은 편이다. 하지만 원목 각재의 내부에 삽입되어 이질감이 들지 않는 가구 부자재의 개발 사례는 찾기 힘들며 전통적 제작방법의 경우 고도의 기술이 요구되었다.

3D 프린팅 커넥터의 사례에서는 각재에 판재를 끼우거나, 각재에 장식적 요소를 표현하기에는 구조적 문제가 있었다.

따라서, 연구 과정에서 나타난 단점을 보완하는 기술적 방법으로 기존 가구제작에 사용되고 있는 장비를 활용하여 결구가 가능하도록 부자재를 설계하였으며, 각재를 활용한 가구 디자인의 유형에 따라 부자재를 선택할 수 있도록 3개 타입으로 개발하였다.

결과적으로 개발된 결구 부자재는 외부에서 보이지 않는 매립형 구조이며 이는 간결한 목가구 디자인에 홈 또는 면 가공처리가 가능하여 장식적인 효과를 얻을 수 있다.

전통적 제작방법보다 단순화된 작업 공정은 자연스러운 목리 및 간결한 선을 활용한 현대목가구 디자인의 접근성과 생산성을 높여 각재로 구성된 사방탁자, 선반, 수납장, 테이블 등의 가구 모서리 결구에 유용하게 적용될 수 있다. 또한, 전문성이 부족한 가구제작 입문자에게 도움이 될 것으로 기대한다.

연구를 진행하며 각재 내부에 매립되어 삼방을 결구하는 가구 부자재 사례가 거의 없어 사랑방 가구와 현대목가구로 제한된 점이 아쉬운 부분이었고 이미 조립된 삼방연귀는 육안으로 구조를 볼 수 없기에 웹 검색으로 연구 자료를 얻는 데 한계가 있었다.

3D 프린팅을 이용한 결구 부자재 연구 개발이 시제품을 제시하는 단계에 그치지 않고 보완과 후속 연구를 통하여 결구 부자재를 활용한 가구산업의 재료와 결구 구조 연구에 일조가 되기를 바란다.

- 1) 남궁선, 「현대디자인 활용을 위한 한국의 전통짜임구조 분석: 전통짜임과 디자인의 상관성을 중심으로」, 전북대학교 박사학위논문, 2011, p.24.
- 2) 최공호 외, 『조선가구』, 도서출판 문사철, 2018, p.71.
- 3) 국립국어원, 2020
- 4) 김삼대자, 『한눈에 보는 소목』, 한국공예·디자인문화진흥원, 2018, pp.74-75.
- 5) 남궁선, Op. cit., pp.24-25.
- 6) 남경숙 등, 『한국 전통가구』, 한양대학교 출판부, 2018, p.125.
- 7) 박영규, 『한국 전통목가구』, 한문화사, 2012.

pp.295-296.

- 8) 박영규, 김동우. 『목칠공예』, 솔출판사, 2005, p. 291.
- 9) 백은, 장지혜. 「조선조 사방탁자를 응용한 가구디자인 연구」, 한국가구학회지, Vol.30 No.4, 2019, p.420.
- 10) 유진경, 「한국 전통목가구 제작기법을 활용한 생활 가구 디자인 사례」, 국민대학교 디자인대학원 석사학위논문, 2013, p.33
- 11) 이종석, 『한국의 목공예 上』, 열화당, 2001, pp.83-85.
- 12) 사방탁자 [출처] <https://www.museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=878#>
- 13) 시명 4층 책탁자 [출처] <http://cms.ewha.ac.kr/user/indexSub.action?codyMenuSeq=1588717&siteId=museum&menuUIType=sub>
- 14) 오층탁자 [출처] <https://www.museum.go.kr/site/main/relic/search/view?relicId=892>
- 15) 연2/然2 [출처] <http://www.ktcc.or.kr/>
- 16) Face÷Line [출처] <http://blog.naver.com/miloya/220045789175>
- 17) 다기함 [출처] <https://blog.naver.com/goodhgd/10130325576>
- 18) 강현대, 「3D 프린팅 기술을 활용한 가구디자인 사례 분석 연구」, 한국콘텐츠학회논문지, Vol.15 No.2, 2015, p.178-179.
- 19) 김천환, 『실전, 3D 프린팅 활용가이드』, 비제이퍼블릭, 2017, pp.79-108.
- 20) 강현대, Op. cit., p.184.
- 21) Junction-P by Le FabShop [출처] <https://library.zortrax.com/project/junction-p/>
- 22) ink by Antoine Taillandier Studio [출처] <http://antoinetailandier.com/>
- 23) Regular icosahedron Dome Connector by Frank Sigg [출처] <https://www.thingiverse.com/thing:3655159>
- 24) The Tap Table by Vera Shur [출처] <https://www.verashur.com/the-tap-tables/#>
- 25) SMF.02 by UAU project [출처] <https://cul3d.com/en/3d-model/home/smf-02>

참 고 문 헌

- 박균섭, 『선비정신연구 : 앎, 삶, 교육』, 문음사, 2015.
- 최공호, 최영선, 공상희, 이수나, 고우리, 진유리, 양리가, 이운천, 김지현, 설지희, 『조선가구』, 도서출판 문사철, 2018.
- 백만기, 「짜맞춤 결구를 활용한 가구디자인에 관한 연구 : 삼방장부짜임(Triangular Joint)을 중심으로」, 홍익대학교 석사학위논문, 2020.
- 서석민, 「조선시대 사방탁자에 표현된 조형관」, 공주대학교 박사학위논문, 2014.
- 이종수, 「조선시대 가구와 현대 가구의 미니멀리즘 경향에 관한 연구」, 공주대학교 석사학위논문, 2006.