

# 쿠마 켄코의 건축에 나타나는 목재 접합방식에 관한 연구\*\*

## A Study on Wooden Assembly Methods Appeared in Kuma, Kengo's Works

**Author** 엄희춘 Uhm, Heechoon / 정회원, 인하대학교 건축학과 대학원  
백승연 Baik, Seung-Yeon / 정회원, 인하대학교 건축학과 대학원  
박진호 Park, Jin-Ho / 정회원, 인하대학교 건축학과 교수\*

**Abstract** This study deals with a comparative analysis of wooden assembly methods between Japanese traditional architecture and Kuma, Kengo's works. Kuma, Kengo has known as an architect who pursues Japanese architectural traditions with integrated solutions for built and natural environments, and expresses a deep commitment to unexpected use of materials such as stone and wood with the clarity of structural solutions. Accordingly, his architecture focuses on the appreciation of the spatial relationship with the surrounding, its local characters, and the selection of materials. This article first examines two of wooden assembly methods that have been shown in Japanese traditional architecture such as 'two-way system' and 'one-way system'. And then, Kuma, Kengo's wooden assembly methods in his works are analyzed and compared in relation to Japanese wooden assembly methods to find out similarities and differences between them. Then, it concludes that Kuma, Kengo's approach is not only relying on the methods of Japanese traditional architecture, but also exploring creative ways beyond traditional assembly methods.

**Keywords** 쿠마 켄코, 일본 전통건축, 목구조, 접합, 각재  
Kuma, Kengo, Japanese Traditional Architecture, Wooden Frame, Lumber

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경과 목적

쿠마 켄코는 노출 콘크리트의 차갑고 딱딱한 이미지에 서 벗어나고자, 자연재료의 물성을 이용한 건축을 만들고자 한다. 그는 20세기 건축의 보편적 재료이기도 한 이 콘크리트가 도시의 외관뿐만 아니라 사람들의 정신에도 영향을 미쳤다고 판단하고 있고, 자연 환경과의 공존을 중시하던 일본인의 전통적인 삶의 방식에도 부정적인 영향을 미쳤다고 생각한다. 서양의 건축과는 달리 동양의 건축, 특히 일본의 건축은 그들만의 문화, 미풍양속, 전통에 근거한 공간 만들기, 자연과의 밀접한 교감, 건축물 내외 공간의 상호 관입 등을 중시하였다고 알려져 있다.

쿠마 켄코는 또한 1990년대 중반부터 건축과 환경의 관계를 추적하기 시작했다고 언급했다. 최대한 대지를 존

중하고, 건축적인 형태가 대지를 방해하지 않으며 사람들의 시야에서 보이지 않게 하는 첫 번째 방법을 건축을 자연 속에 묻는 방 (burying architecture)이라고 정의한다.<sup>1)</sup> 따라서 건축공간은 주변 공간과의 상호작용에 따라 끊임없이 진화되어 가는 공간으로 인식되고, 자연을 내부로 받아들이거나 외부로 확장하여 건축의 내외가 서로 조화를 이루는 것으로 이해된다. 이러한 관점에서 쿠마 켄코는 건축의 배치나 구성에서도 인위성보다는 자연과의 어우러짐이 중요하다고 강조한다. 건물이 주변에 도드라지게 드러나는 것이 아니라 주변 환경과 조화를 이루도록 하는 것이다.<sup>2)</sup>

일본의 전통적 건축공간에 관심을 둔 쿠마 켄코는 재료를 통한 투명성이나 공간의 겹침에 의해 대상 사이의

1) Bognar, Botond, Kengo Kuma-Selected Works, Princeton Architectural Press, 2005, p.28

2) 임태희 역, 자연스러운 건축, 안그래픽스, 2010. 이재홍, Kengo Kuma, 건축과 환경, 2007, p.10 그리고 조연희, 김문덕, 쿠마 켄코의 공간에 나타난 일본 전통 특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회, 2011, 10, pp.47-53

\* 교신저자(Corresponding Author); jinhopark@inha.ac.kr

\*\* 본 논문은 2015년도 인하대학교의 지원에 의하여 연구되었음.

가시성을 주고자 하였다. 콘크리트로부터의 탈피한 재료, 즉 유리, 목재, 돌 등의 재료를 사용하여 단절되지 않은 공간감을 전달하고자 하였다.

석재를 주재료로 사용하는 건축물에서 조차도 석재를 목재 가공하듯이 다루는데, 적당한 크기의 석재를 쌓아서 만든 벽은 그 고유한 질감을 지니고 가지게 되고, 이러한 질감은 자연환경에 존재하는 건축물로서 자연과 교감할 수 있는 표면을 형성한다고 여겼다. 마감재로 마무리된 건축, 혹은 콘크리트 구조체 위에 석재로 마무리된 시공방법도 자연에 다가가기 보다는 석재가 가지는 자연재료의 본질을 무시하는 것이고 이 또한 자연과의 교감을 위한 적당한 방법이 아니라 판단한다. 재료가 지닌 본성을 잘 드러내는 방법은 그 재료가 가진 특성을 잘 이용하여 건축물에 적용하는 방식이라는 것이다.<sup>3)</sup>

무엇보다도 이 논문에서 다루고자 하는 부분인 목재를 사용하는 방식의 경우, 그는 목재가 지닌 가공성과 독특한 접합방식을 건축에 응용하기도 한다. 각재의 결구나 흠을 제작하는 방식이나 접합방식을 연구하고, 필요에 따라서 최소한의 철물만을 이용하여 고정시키는 디자인을 진행하기도 한다. 쿠마 켄코는 이러한 접근방식을 일본 전통건축에서 영향 받았다고 언급하고 있다. 특히 공포 쌓기와 같은 건축적 요소뿐 아니라 전통 놀이기구의 시스템과 같은 비건축적 요소들로 활용하여 그의 건축에 적용시키고 있다.

쿠마 켄코의 건축적 접근방식은 여러 서적이거나 논문들에서 소개되고 있다.<sup>4)</sup> 하지만 대부분의 논의는 그의 건축개념이나 자연과의 관계, 물성 혹은 개별 건축물들이 나타내는 이미지와 효과에 대한 논의가 대부분이다. 일부 쿠마 켄코의 건축과 일본 전통건축에 나타나는 공간적 특성, 상관성, 비교분석 정도의 연구는 있지만, 그가 사용한 목재의 접합이나 결구 방식에 관한 연구를 수행한 논문은 거의 없는 실정이다.

따라서 이 연구는 일본의 전통건축에서 나타나는 목재의 접합방식에 대해 살펴보고, 쿠마 켄코가 계획한 건축물 중 각재를 독특하게 접합한 사례들을 연구하여 해당 구축법의 원리에 대하여 분석하고자 한다. 그런 후, 이러한 접합방식이 일본 전통건축의 결구방식과 비교하여 유

사점과 차이점 그리고 쿠마 켄코 방식의 독창성 등을 알아보고자 한다.

## 1.2. 연구 방법 및 범위

본 연구는 크게 두 부분으로 구성된다. 첫째는 일본의 전통건축, 그 중에서도 목조가구식 구조에서 나타나는 목재의 접합방식이며, 둘째는 쿠마 켄코가 각재를 사용한 건축물과 그에 해당하는 접합방식이다.

국내의 일본 전통건축과 관련된 최근 연구가 드물다는 한계가 있지만, 이 논문에서는 일본의 목조가구식 구조에서 사용된 여러 결구방식을 조사해 보았다. 우선 일본의 전통적 목조가구식 구조 중, 한국, 중국과 더불어 일본 전통건축에서 찾아볼 수 있는 대표적 접합방식인 맞춤접합방식과 이음접합방식을 서술 한다. 수많은 맞춤·이음접합방식이 존재하지만 그 중에서도 가장 널리 쓰인 몇몇을 조사하여 각 방식에 어떤 유형의 목재접합기술이 있는지 파악하고자 한다.

쿠마 켄코 작품의 경우, 판재와 각재 등 다양한 목재가 다양하게 사용되었는데, 판재를 사용한 건축에 비해 각재를 이용한 건축에서 보이는 접합방식이 일본 전통건축에서 보이는 목재의 접합방식과 매우 유사함을 보이고 있다. 따라서 쿠마 켄코의 작품 중, 프로스토 뮤지엄 연구 센터(GC Prosth Research Center), 유스하라 목재 다리 박물관(Yusuhara Wooden Bridge Museum) 그리고 스타벅스(Starbucks) 건물을 선정하여 각재 접합방식을 분석하려고 한다. 분석 작품의 선정기준은 첫째, 건축물에 각재가 주재료로 사용되었는가, 둘째, 각재가 가구와 같은 인테리어 요소가 아닌 구조체 혹은 디자인적 요소로써 활용되었는가, 셋째, 단순한 쌓기 방식(piling) 혹은 철물을 이용한 접합이 두드러지지 않으며, 각재가 지니는 가공성을 잘 활용하였는가 하는 것이다. 그리고 쿠마 켄코의 목재 접합방식과 일본의 전통적 목조가구식 구조와 비교하여 차이점과 공통점을 분석하는데 있어 기본 연구는 국내·외 관련서적들을 고찰하고 각 작품의 도면 분석을 바탕으로 하며, 3D 모델링 구축을 통한 검토 및 확인 작업을 통해 이루어졌다.<sup>5)</sup>

## 2. 일본 전통 건축에서의 목재접합방식

일본의 전통건축은 한국과 중국의 전통건축으로부터 영향을 받아 목조 가구식 구조에 기초하고 있는데, 일본의 귀틀

3) 예를 들어 그는 돌 미술관(Stone Museum)의 벽에서 4cm\*15cm 단면에 길이가 1.5m인 막대형태의 석재를 가공하여 격자처럼 만든 표면을 만들었는데, 여기서 그는 무거운 느낌의 돌을 목재 다루듯 경쾌하게 사용하게 되었다. 또한 토치기(Tochigi)현에 지어진 초쿠라 플라자(Chokkura Plaza)에서는 건축적 외장재로 잘 사용되지 않던 그 지역의 대곡석(Oya Stone)의 따뜻하고 부드러운 질감을 이용하여 외피로서의 주변과의 조화는 물론 투명성을 얻는 과정을 보여준다. 이상림, 쿠마 켄코, SPACE 472호, 2007.3 참조.

4) 임태희 역, 약한건축, 디자인하우스, 2010. Belfiore, Matteo. On Japanese Spatial Layering, Le Carré Bleu - feuille internationale d'architecture, 2012. 02. Alini, Luigi. Kengo Kuma: Works and Projects, Phaidon Press, 2006. Bognar, Botond. Kengo Kuma: Selected Works, Princeton Architectural Press, 2005 등 서적들을 그 예로 들 수 있다.

5) 몇몇 저자들을 통해 고대부터, 중세, 근대에 이르는 일본 건축의 역사적 흐름을 기록하는 책들이 출간되었다. 특히 무라타 겐이치가 저술하고 김철주, 임채현이 번역한 “일본 전통 건축 기술의 이해” 한국학술정보 2009에서는 일본의 전통건축을 시대적 흐름뿐 아니라, 건축물에서 보이는 각각의 요소, 그리고 그들이 어떻게 결합되었는지에 대해서도 설명하고 있다.

집 형식인 아제쿠라(校倉) 건축과 사찰 및 기념비적 건축에 적용되었던 공포 쌓기 등에서 그 유래를 찾아볼 수 있다.

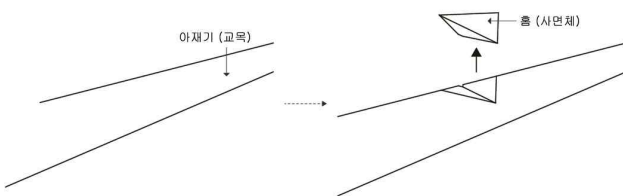
아제쿠라 건축은 삼각형 혹은 사각형의 단면을 가진 목재를 귀틀집 형식으로 쌓아 올린 일본의 전통건축양식이다. 이 양식에서 나타나는 목재의 결구방식은 구조상 한 부재를 얻기 위해 둘 이상의 목재를 동일한 방향으로 접합할 수 없다는 특징이 있다. 따라서 당시의 아제쿠라 건축에서는 목재의 길이가 건물의 규모를 결정하는 주요 요소가 되었으며, 서로 다른 방향의 각 목재들은 건물의 모서리가 만나는 결합부에서 빈틈없이 결구시켜 견고함을 유지해야 했다.

<그림 1>의 正倉院(쇼우소우인)은 1998년, 고대 나라의 역사기념물로서 유네스코에 등재된 일본의 문화유산이며, 아제쿠라 건축의 대표작으로 알려져 있다. 쇼우소우인은 나라 756년을 전후로 하여 건립되었다는 것이 통설이며, 이 건물은 창고로서 계획되어 마루를 대지로부터 필로티형식으로 건축했다. 이는 창고에 보관되는 물품들을 최상의 상태로 유지하기 위해 건물 내부의 환경을 일정하게 유지하기 위한 목적이었다.



<그림 1> 아제쿠라 건축의 대표작인 쇼우소우인

쇼우소우인은 <그림 2>와 같이 삼각형의 단면을 가진 아제기를 상하로 결구시켜 구축했음을 알 수 있다. 아제기를 쌓아 올려 쇼우소우인을 구축하는 주된 방법은 흠파기를 통한 적층방식으로 추정된다. 사각 단면을 형성하는 아제기의 경우, 형태적 특성 상 상자형의 흠을 제작해야 하지만, 쇼우소우인에 쓰인 것과 같은 삼각 단면의 아제기는 사면체의 흠을 제작하는 것이 각 부재를 결구하여 축조하기에 수월하다는 것을 알 수 있다. 또한 아제기의 상·하부 중 한 부분에 일제히 흠을 제작하여 부재를 쌓아 올리는 것을 알 수 있다.

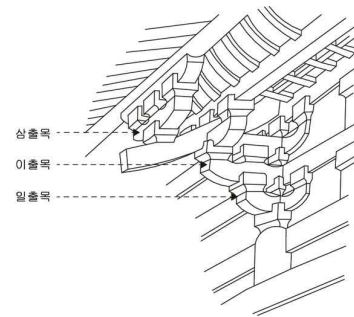


<그림 2> 쇼우소우인의 모서리 결구 디테일

공포 쌓기는 아제쿠라 건축과 함께 목재의 접합방식이

잘 드러나는 일본의 전통건축 요소로써, 이는 대륙과 유사한 형태를 나타내며 나라시대에 전파된 사찰의 축조기술과 함께 발전을 시작했다. 그 결과, 일본의 전통건축은 아제쿠라 건축에서 해방되어 좀 더 큰 규모의 금당 및 사찰을 비롯한 건축을 추구할 수 있게 되었다.

일본 전통건축에서 사용된 공포 중, 미테사키 공포(삼출목 공포)는 일본의 건축사(史)에서 매우 중요한 위치를 차지한다. 대부분의 일본 전통 목조건축이 미테사키 공포를 이용한 건축과 그 이외의 건축으로 분류되기 때문이다. 고대부터 아제쿠라 형식을 이용한 건축을 지향해온 일본은 공포의 발달로 큰 규모의 건축이 가능하게 되었는데, 이는 호류지(法隆寺) 금당과 도다이지(東大寺) 금당의 면적비가 약 1:30을 나타낸다는 사실로 간접적으로 알 수 있다. 거대한 규모의 건축물을 짓기 위해서 공포가 견고하게 쌓여야 했으며, 목재를 결구하는 방식 또한 매우 중요했을 것으로 추정된다.<그림 3>



<그림 3> 일본 전통건축의 삼출목 공포

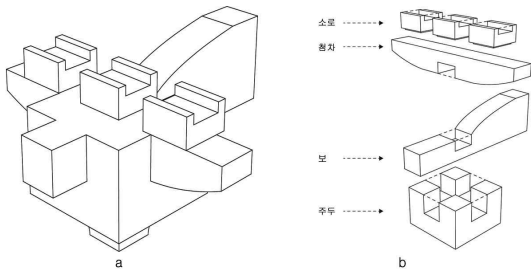
중세와 근세를 지나면서 목재를 가공하는 기술과 설계법이 발달하게 되는데, 이는 일본이 삼출목 공포가 진화하거나 혹은 단순화 되어가는 경향을 만들어내었다. 하지만 공포를 구성하는 부재를 접합하는 방식은 전해지는 한국의 접합방식과 유사한 모습을 보여준다.

東大寺(도다이지) 轉害門(테가이문)이 창건되었을 당시의 공포 구성도를 살펴보면 <그림 4>와 같다.<sup>6)</sup> 이를 분해해보면, 주두 위에 보를 얹히고, 첨차와 소로를 차례로 접합한 것을 볼 수 있다. 이를 통해 각 공포의 구성 요소들이 쌓아 오르는 과정을 볼 수 있으며, 기본적인 원리는 흠 제작에 이은 적층이라고 할 수 있다. 주두에서부터 소로에 이르기까지 흠을 파는 과정에 있어, 장식재가 아닌 구조재로써의 기능하기 위해서는 정교한 흠을 제작해야만 했다.

이처럼 목재를 접합하는 방식은 일본의 전통건축에서 나타나는 목조가구식 구조에 있어서 매우 중요한 위치를

6) 東大寺(도다이지)는 나라현 나라시 마치에 있는 화엄종 대본산의 사원이다. 이는 1998년에 유네스코의 세계유산에 등록되었다. 도다이지의 건립 초기에는 동서남북 네 곳에 문이 계획되어 건축되었으나 현재는 북문 轉害門(테가이문)만이 존재하고 있다. 출처: <http://ja.wikipedia.org/wiki/東大寺>

차지한다. 일본의 대표적인 목재 접합방식으로 크게 맞춤접합방식과, 이음접합방식으로 나누어 볼 수 있다. 두 접합방식과 관련한 수많은 방법들이 존재하지만, 이 논문에서는 대표적인 방식들만을 서술하고 그 결구방식들에 대해서 알아보려고 한다.



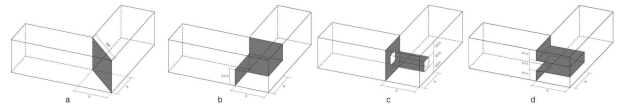
<그림 4> 도다이지 데가이몽 창건당시의 공포와 공포구성도

## 2.1. 맞춤접합방식

맞춤접합방식은 다른 방향성을 가진 두 목재를 접합하는 방식을 일컫는다. 일본의 전통건축에서는 목재들이 직교를 이루며 접합되는 것을 많이 볼 수 있다. 시간이 지남에 따라 목재를 가공하는 도구가 발달함으로써 그 방식도 다양화된다. 맞춤접합방식의 가장 큰 목적은 서로 다른 부재를 빈틈없이 접합하는 것이며, 이를 응용해서 건물을 축조하는데 있어 구조 및 널과 같은 건축적 요소에 적용하기 위함이다. 앞서 살펴본 아제쿠라 건축과 전통건축의 공포 쌓기는 모두 맞춤접합방식으로 구성된 좋은 예시라고 할 수 있다. 일본의 전통 목조건축에서 나타나는 대표적 맞춤접합방식은 결구되는 위치에 따라 세 유형으로 정리할 수 있으며, 맞물리는 형태에 따라 각 유형을 세부적으로 나눌 수 있다.

### (1) 끝맞춤

끝맞춤은 각 부재의 끝부분을 맞춤방식으로 네 종류의 맞춤접합방식을 보여준다. 연귀맞춤은 가장 단순하면서도 많이 쓰였을 것으로 추정되는 맞춤접합방식이다. 이 방식은 가공방식에 있어서도 단순함과 간결함을 보여준다. 두 부재의 높이와 폭이 동일한 경우, <그림 5a>와 같이 두 목재의 끝부분을 사선방향으로 목재의 폭에 맞게 절단한 뒤, 그 부분을 결구하는 방식이다. <그림 5b>의 반턱맞춤은 각각의 목재가 가지는 높이에서 절반에 해당하는 만큼을 깎아내어 이를 서로 맞물리는 방식이다. <그림 5c>의 장부맞춤은 한 각재에 구멍을 내어 그 구멍에 다른 각재를 끼워 맞추는 방식을 보인다. 이 때, <그림 5d>과 같이 끼워 맞추는 목재의 돌출부가 나머지 각재의 방향 혹은 가로방향으로 확장이 된 경우, 이를 가로장부맞춤이라 한다.

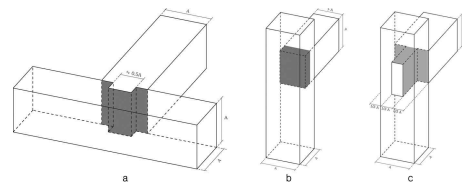


<그림 5> 끝맞춤의 네 가지 방식: 연귀맞춤(a), 반턱맞춤(b), 장부맞춤(c), 가로장부맞춤(d)

이 끝맞춤 양식은 전통 목조건축을 축조함에 있어 모서리를 마감하는데 많이 쓰였을 것으로 추정된다. 단순히 두 부재만의 결합으로는 강도를 확보하기 어려웠으므로 목심과 같은 부차적인 접합물 혹은 각재들을 단단히 고정시켜줄 틀이 필요했을 것으로 보인다.

### (2) 가운데맞춤

끝맞춤이 각 목재의 끝을 접합하는 맞춤접합방식이었다면, 가운데맞춤방식은 두 목재를 접합하는 데 있어서 한 목재의 끝이 아닌 중간지점에 나머지 목재의 끝을 접합하는 방식이라고 정의된다. 이는 전통 목조건축에서 기둥의 중간지점에 장식재를 접합하거나 바닥널과 기타의 장요소에 널리 활용되었을 것으로 추정된다.



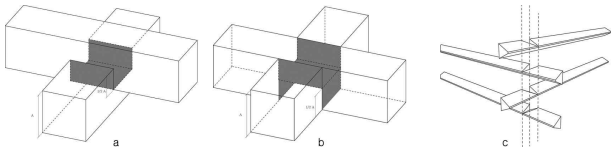
<그림 6> 가운데맞춤 접합방식: 주먹장맞춤(a), 통맞춤(b), 장부맞춤(c)

<그림 6a>의 주먹장맞춤은 각재의 끝이 아닌 임의의 지점에 접합될 각재의 폭보다 좁은 길이의 홈을 내어 각재를 접합하는 방식이다. 통맞춤은 각재의 임의중간지점에 목재의 폭에서 조금은 여유를 두고 홈을 파내어 끼워질 목재를 통으로 접합하는 방식이라는 점에서 다른 맞춤방식과는 차이가 있다는 것을 알 수 있다. <그림 6b> 장부맞춤의 경우, 끝맞춤의 유형 중 하나인 가로장부맞춤과 그 형성 원리는 같지만, 종방향의 목재에 동일한 방향으로 접합부를 만들어 구성했다는 것이 차이점이라고 할 수 있다.

### (3) 교차맞춤

교차맞춤은 이름 그대로, 두 목재를 교차하여 접합하는 맞춤이다. 교차맞춤은 앞서 살펴본 끝맞춤, 가운데맞춤보다도 구조적인 안정성이 뛰어나, 일본의 전통 목조건축의 구조부에 특히 활용되었다. 두 목재를 교차시켜 접합물로 고정시키지 않고 두 목재, 혹은 하나의 목재에 홈을 제작해 접합하며 크게 두 방식을 존재한다. <그림 7a>의 양걸침턱맞춤은 홈을 파지 않는 부재는 홈을 파지 않는 교차맞춤기법이다. 얹히는 부재의 1/2 높이만큼 홈을 내고 그 위에 부재를 얹히게 된다. 양걸침턱맞춤에서 위에 얹히는 부재도 마찬가지로 홈을 파 서로 맞

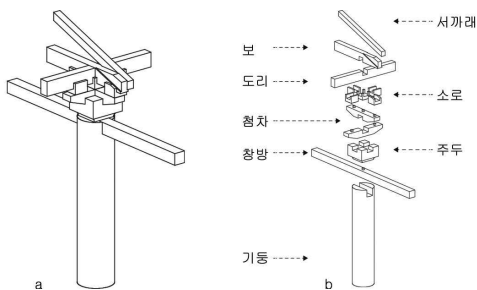
물리는 방식으로 동일한 평면상에 부재를 위치시키는 것을 <그림 7b>의 반턱맞춤이라고 한다.



<그림 7> 교차맞춤: 양걸침턱맞춤(a), 반턱맞춤(b) 그리고 삼각 단면 아재기를 이용한 아재쿠라 건축에서의 아재기 구축과정(c)

앞서 살펴본 아재쿠라 건축에서는 삼각 혹은 사각형의 단면을 가진 목재를 쌓아 만든 형식이었다. 삼각형태의 단면을 가진 아재기는 사선 절단을 통한 정사면체의 홈을, 사각형의 단면을 가진 아재기는 상자형의 홈을 내어 이를 양걸침턱맞춤 방식을 통해 구축하였음을 알 수 있다.<그림 7c>

공포 쌓기의 경우, 시대를 지남에 따라 일본의 목조전통 건축 설계법이 변화하면서 공포의 크기도 작아지게 되었는데, 出三斗(데미쯔도 공포)가 가마쿠라 시기(1185-1333)에 이르러 등장했다. 이전까지는 침차와 주두 사이에 보를 맞춤접합하여 끼워 넣은 것을 볼 수 있는데, <그림 8a>의 데미쯔도 공포에서는 침차를 서로 교차시킨 후 도리와 보를 맞춤접합하여 그 위에 서까래를 얹히는 모습을 볼 수 있다. <그림 8b>의 분해개념도를 살펴보면, 기둥과 주두 사이에 접합되는 창방의 경우, 기둥의 상부에 창방의 높이만큼 홈을 파내어 양걸침턱맞춤과 반턱맞춤을 응용한 모습을 볼 수 있으며, 주두와 침차의 결합과정에서는 양걸침턱맞춤, 그리고 서로 다른 방향성을 가지는 두 침차를 접합할 때에는 반턱맞춤으로써 고정시켰음을 알 수 있다. 보와 도리도 마찬가지로 반턱맞춤방식을 사용하였으며, 이 두 요소를 소로에 고정할 시에는 홈을 파지 않고 소로에 끼워 넣을 수 있도록 상호간에 양걸침턱맞춤방식으로 접합되었음을 알 수 있다. 마지막으로 사선의 방향성을 지닌 서까래의 경우는 바깥쪽을 양하는 소로와 보에 일치하는 기술기로 목재를 가공하여 얹힘을 알 수 있다.

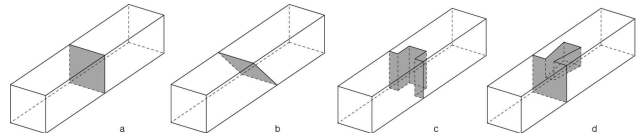


<그림 8> 데미쯔도 공포와 분해개념도

## 2.2. 이음접합방식

이음접합방식은 맞춤과 더불어 대표적인 목재접합방식

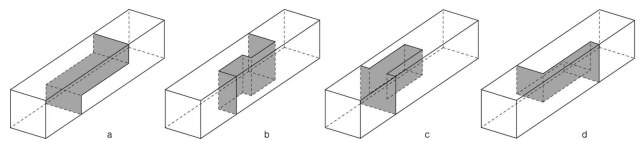
중 하나이다. 맞춤접합방식은 다른 방향성의 목재를 접합하는 방식이었다면 이음접합방식은 같은 방향성을 두 부재를 연결하는 방식이다. 이 방식은 건물을 축조할 때, 기둥과 같은 종방향성의 구조재에는 쓰이지 않았다. 횡방향재의 경우, 보와 도리, 종도리, 도오리히지기,<sup>7)</sup> 평좌, 내목 도리 등과 같은 구조회재를 제외한 부분에 이음접합방식을 사용하였다.



<그림 9> 이음접합방식: 맞댄이음(a), 빗이음(b), 주먹장이음(c, d)

일본의 전통 목조건축에서 나타나는 이음접합방식은 크게 십여 가지의 유형이 있으나, 그 중에서도 <그림 9a>의 맞댄이음과 <그림 9b>의 빗이음은 가장 단순한 방식이다. 두 목재가 접합되어 맞닿는 면의 방향성에 따라 그 종류가 구분된다. 주먹장이음은 크게 두 가지 방식으로 구분된다. <그림 9c>의 주먹장이음은 목재의 높이를 모두 사용하는 유형이다. <그림 9d>의 주먹장이음은 목재 높이의 1/2 길이를 홈을 제작하되, 돌출부의 형태에 약간의 변화를 준 것이 특징이다. 돌출부의 끝부분을 조금 더 넓게 가공함으로써, 결구되는 부분에서 두 목재가 벌어지지 않도록 이음재의 강도를 확보하였다.

반턱이음은 반턱맞춤에서와 같이 두 부재가 접합되는 길이를 같게 설정한 후에 돌출부의 높이를 목재의 절반으로 가공해 두 부재를 맞물리게 하는 방식이다.<그림 10a> 엇걸이이음은 반턱이음의 형상에서 표면적이 넓은 부분을 다른 쪽으로 가공하는 방식으로써, 이를 이용해 이음재의 강도를 확보한 것이 그 특징이라고 할 수 있다.<그림 10b>

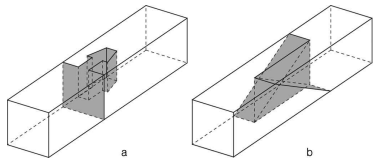


<그림 10> 이음접합방식: 반턱이음(a), 엇걸이이음(b), 장부이음(c), 상자이음(d)

그리고 장부이음은 장부맞춤에서 확인할 수 있었던 접합형식으로 잇는 유형이다. 맞춤접합방식에서는 가로장부맞춤과 같이 응용된 유형이 있었지만, 이음접합방식에서는 장부이음형식에서 응용된 접합방식은 나타나지 않는다.<그림 10c> 장부맞춤에서는 한 각재의 돌출된 부분이

7) 공포와 공포를 연결하는 횡재로써, 국내에서는 장여, 혹은 뜯장여로 칭한다. 단면의 형상은 보통의 침차와 같다. 무라타 겐이치 저, 김철주, 임채현 역, 일본 전통 건축 기술의 이해, 한국학술정보(주), 2009.5, p.58

나머지 목재의 구멍에 끼워지는 방식이었다고 한다면, 이음 접합방식에서 나타나는 장부이음은 구멍이 아닌 홈에 끼워지는 것이 그 특징이며, 또한 목재의 전체 높이를 사용하지 않고 약 절반가량의 수치만을 할애하여 끼워서 이음 한다. 상자이음은 장부이음에서 가공되는 돌출부가 목재의 한 모서리 방향으로 쏠려 가공되어 있는 형태이다.<그림 10d>



<그림 11> 이음접합방식:  
메뚜기장이음(a), 엇빰이음(b)

메뚜기장 이음은 상자이음과 마찬가지로 장부이음에서 변형된 형태라고 할 수 있다. 메뚜기장이음과 장부이음의 차이점은 돌출부가 있으며, 전자는 상자형이 아닌 화살표형의 돌출부가 가공된다는 점이다. 가공하는 시간이 오래 걸릴 수 있으나, 두 부재가 결합함으로써 생기는 취약점과 관련한 단점을 보완할 수 있다는 장점이 있다. 엇빰이음은 얼핏 보기에 복잡해 보일 수 있으나, 빰이음이 서로 엇갈려 있는 형태임을 알 수 있다.<그림 11>

### 3. 쿠마 켄코의 작품의 목조 결구 방식

#### 3.1. GC 프로스토 연구 센터

GC 프로스토 연구 센터(GC Prosth Research Center)는 쿠마 켄코가 일본의 전통놀이기구인 시도리(Cidori)의 원리를 건축적으로 변형 및 적용하여 아이치현(Aichi Prefecture)에 2010년에 완공한 건축물이다. 시도리는 “일천마리의 새”라는 의미를 가진 단어로써, 일본의 히다 다카야마(Hida Takayama) 지방에서 유래된 것이다. 이미 쿠마 켄코는 2007년에 진행된 밀라노 살론(Milano Salone) 전시회에서 시도리 시스템을 사용한 설치작품을 선보였다.<그림 12>



<그림 12> 일본의 전통놀이기구인 시도리(좌), 시도리를 이용한 쿠마 켄코의 밀라노 살론 전시회(우)

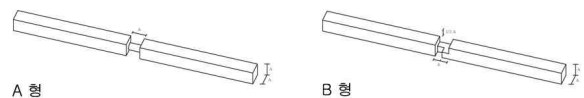
시도리는 12mm 홈이 파여 있는 정사각 단면을 가진 나무 막대기들의 조합이다. 이를 건축적으로 사용하기

위해 쿠마 켄코는 부재 단면의 크기를 60mm로 확대·적용했으며, 못과 같은 철물을 사용하지 않고 부재들을 조립했다. 이를 실제로 시공하기 위해 히다 다카야마(Hida Takayama) 지방의 시도리 제작기능인과 구조엔지니어 준 사토(Jun Sato)가 시도리의 원리를 사용해 건축적인 시공이 가능하도록 함께 연구했다. 약 9m 높이의 3차원적 구조를 만들기 위해 상록수 나무막대기 약 6000여개를 사용하여 50cm의 그리드에 적용했다.



<그림 13> GC 프로스토 연구 센터

이 연구센터에서 사용된 각재는 그 단면이 60mm x 60mm의 크기를 갖는다. 한 접합점에 세 각재가 결합하는 것이 이 연구센터에서 나타나는 각재접합방식의 가장 큰 특징인데, 세 각재를 한 접합점을 통해 조립하기 위해서는 두 유형의 각재, 즉 A형 단위부재가 하나, 그리고 B형 단위부재가 두 개가 기본적으로 사용되었다. A형 단위부재는 각재의 단면모서리의 길이 60mm만큼 홈을 작성하게 되며 홈을 기준으로 양측을 이어주는 이음새는 원형의 단면을 갖는다. B형 단위부재는 A형 단위부재와 그 형태는 유사하지만 단면의 형태는 사각을 띄게 되며, 홈이 파여지는 깊이는 각재 한 변 길이의 1/2인 30mm이다. 세 각재가 한 접합점에서 만날 시 빈 공간이 생기지 않도록 하는 형태로써 제작되었음을 알 수 있다. 두 각재의 유형은 같은 규격 안에서 형성되지만 홈이 제작된 이음새의 형태가 다르다는 특징이 있다.

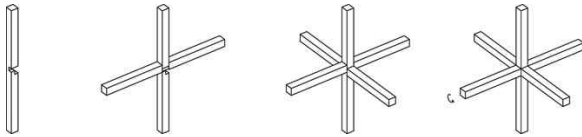


<그림 14> GC 프로스토 연구 센터에 사용된 두 종류의 각재 결구

이들이 조립되는 과정은 그림 15와 같다. 우선 하나의 B형 단위부재에 A형 단위부재 하나를 결합하는 것이 첫 번째 과정이다. A형 단위부재를 끼워 넣을 때, 완성될 모습을 예상하여 끼워 넣지 않고 다음 차례에서 B형 단위부재가 하나 더 결합될 수 있도록 각재를 90°돌려 놓는다. 그 후에 나머지 B형 단위부재를 끼워 넣는다. 마지막으로 A형 단위부재를 -90°돌려서 완성하게 된다.

이러한 과정들이 축적되면서 수많은 접합점이 생기게 되고 최종적인 연구센터의 디자인을 완성하게 된다. 세

목재가 결합되는 과정에서 홈파기를 통해 접합이 되고, 접합점을 생성할 시에는 접합을 위한 철물이 사용하지 않는 것이 이 방식의 가장 큰 장점이자 특징이다. 위와 같은 방식으로 축조된 구조체에 외부와 내부 사이에 유리를 설치하여 목구조가 더욱 시각적으로 잘 나타날 수 있도록 하였다. 또한 기존에 목재가 접합되면서 갖게 되는 두 방향성을 구축하는 데에서 탈피하고 세 방향성을 갖게 되었다는 데 그 특수성이 있다고 할 수 있다.



<그림 15> GC Prostho Research Center의 각재 접합 프로세스

이 연구센터에서 응용된 전통건축의 접합방식은 교차맞춤의 종류라고 할 수 있다. 그리고 각재의 형태는 반턱맞춤과 양걸침턱맞춤 모두에서 볼 수 있는 방식이었다. 하지만 단위 접합점에서 결구되는 세 각재의 형태적 특성상, 한 부재에 홈을 제작하여 기본형의 목재를 접합하는 양걸침턱맞춤보다는 반턱맞춤에 더욱 유사하다고 할 수 있다. 이 연구센터에서 사용되는 각재의 가장 큰 특성은 세 각재가 한 점에서 결구된다는 점이며, 이를 통해 모두 6 방향을 나타낸다는 것이다.

### 3.2. 유스하라 목재 다리 박물관

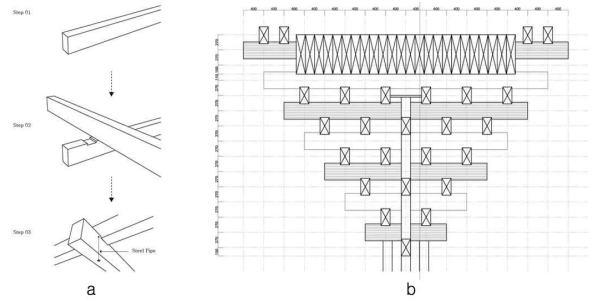
유스하라 목재 다리 박물관(Yusuhara Wooden Bridge Museum)도 GC 프로스토 연구 센터와 동일한 2010년에 코치현(Kochi Prefecture)에 완공된 건축물로서, 크게 전시장과 보행다리로 구성되어 있다. 건물의 한쪽 끝은 언덕의 꼭대기에 위치한 박물관 건물과 연결되며, 다른 한쪽은 엘리베이터를 포함한 코어로서 지상부터 상부의 다리로 사용자들을 이동시켜주는 역할을 한다.<그림 16>



<그림 16> 유스하라 목재 다리 박물관

이 구조물에서 쿠마 켄코가 의도했던 것은 나무가 우거진 산지와 건축물이 조화를 이루며 관계성을 맺도록 하는 것이었다. 큰 스케일의 철 혹은 콘크리트를 사용하는 것은 피하고, 대신 그 지역에서 생산되는 목재를 이용해 구조물을 계획하게 된다. 이 박물관의 구조체는 154피트(약 36.94 미터)에 이르는 길이를 지지하기 위해

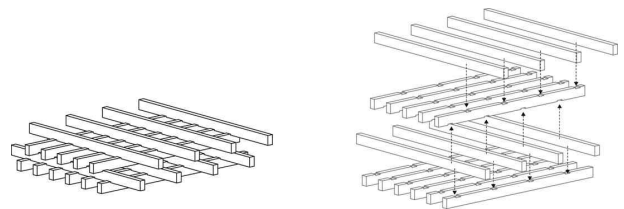
일본 전통건축에서 볼 수 있는 토-쿄(To-kyo)의 방식을 응용하여 디자인되었다. 이 방식을 반복함으로써 크기가 큰 부재가 없이도 긴 경간의 캔틸레버 구조물을 구축할 수 있었다.<sup>8)</sup>



<그림 17> GC Prostho Research Center의 목재 접합부 제작과정과 부분단면도

박물관에 사용된 목재의 종류는 크게 두 종류이다. 하나는 180mm x 300mm의 단면을 가진 각재들이며, 다른 하나는 180mm의 같은 폭을 갖는 700mm 높이의 각재이다. 전자는 박물관의 주두에서 가지적으로 드러나는 목재로 쓰이며, 후자는 내부 다리 공간과 건물 하부의 구조체 사이를 이어주는 역할로써 사용되었다.

이처럼 두 종류의 각재가 박물관에 사용되었는데, 각재들은 30mm의 깊이를 가진 홈에 끼워 맞춰지며 적용되어 결구되는 것을 알 수 있다. 하지만 이로는 구조적 강도를 확보할 수 없기에 홈으로 끼워 맞춰지는 부분에 공구로 구멍을 내어 이를 철심으로 고정하였다.<그림 17> 각재에 홈을 내고 쌓아 올라가는 방식은 ‘엇갈림’이라고 표현할 수 있다. 각재를 그리드에 맞춰 각 층마다 쌓아 올리지 않고 동일한 그리드 안에서 두 개의 층마다 목재를 배치해 이를 적용했음을 알 수 있다.<sup>9)</sup> 전통건축에서 사용되는 공포 쌓기의 방식을 현대적으로 적용하여 구조적 강도를 확보하고, 사용되는 부재의 양과 밀도를 동시에 줄이면서 목재가 가지는 가벼운 성질을 돋보이게 해준다.<그림 18>



<그림 18> 엇갈림 방식으로 각층의 목재를 적층

박물관의 각재 접합 방식을 살펴보면 일본의 전통 목

8) Kengo Kuma and Associates, Yusuhara Wooden Bridge Museum, Wood Design & Buildings, Summer 2012, p.24

9) YWBM의 각재가 구축될 때, x와 y 두 방향으로 적층이 되는데 x 레이어와 y 레이어 각 하나씩 쌓여있는 것을 하나의 ‘층’으로 정의한다.

조건축에서 나타나는 <그림 7a>의 양걸침턱맞춤 방식인 것을 발견할 수 있다. 이는 전통건축의 공포 쌓기 방식을 응용하여 구성된 것으로, 구조적 안정성과 강도를 확보하기 위해서 쿠마 켄코가 전통건축의 구조와 구축 방식을 현대적으로 해석했다고 할 수 있을 것이다.

이 박물관에서는 두 종류의 각재가 사용된다. 폭이 180mm인 높이 300mm의 A형 각재, 같은 폭의 700mm 높이를 갖는 B형 각재가 사용된다. 그 중에서도 A형은 길이 30mm의 홈을 제작한 A-1형 각재로 응용되었다. A형과 B형 기본형 각재를 바탕으로 구성되는 이 박물관의 디자인은 두 각재가 포개지는 과정에서 한 각재에 깊이 30mm의 홈을 제작하여 홈 제작과정을 거치지 않는 기본형의 각재를 엮는 방식을 적용한다.

하지만 이 방식을 사용하여 긴 스패의 부재들을 지지해야 했으므로, 구조적 강도를 확보하기 위한 방법으로 홈이 제작된 각재의 하부에 구멍을 내어 그 구멍에 철심을 넣는 방법을 선택했다. 일본의 전통건축에서도 <그림 8b>의 데미즈도 공포의 분해개념도에서 볼 수 있는 창방과 주두, 첨차와 소로의 결합과정에서 목심을 사용했다는 것을 찾아볼 수 있다. 데미즈도 공포에서 나타나는 목심의 사용은 양걸침턱맞춤이 아닌 홈의 제작과정이 없는 단순한 쌓기 방식에서 사용되었다. 그 결과 목심 혹은 철심의 사용으로 알 수 있는 사실은 양걸침턱맞춤 혹은 단순한 쌓기 방식은 목재를 구조재로써 사용할 시의 접합방식으로는 부적절하다는 것이다.

### 3.3. 스타박스 커피 점

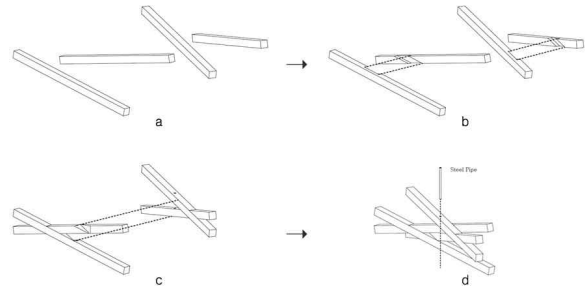
스타박스 커피 점 (Starbucks Coffee at Dazaifutenmangu Omotesando)은 2011년 후쿠오카(Fukuoka)에 지어졌다. 쿠마 켄코가 시도리(Cidori)와 토-쿄(To-kyo)를 응용한 GC 프로스토 연구 센터와 유스하라 목재 다리 박물관을 통해서 각재가 엮이는 방식과 그로 인한 구조적인 가능성을 확인했다면, 이 건축물을 통해서 각재가 지니는 가공성을 이용해 방향성과 역동적인 성격을 보여주기를 위한 사선부재의 엮임을 시도했다는 것이 가장 큰 특징이라고 할 수 있다.<그림 19>



<그림 19> 스타박스 커피 점의 내외 전경

스타박스 건물 내부 각재의 결합체계는 일견 복잡해보이지만 자세히 분석해보면 그 체계는 단순하다. 이 디

자인은 한 모서리가 60mm인 정방형 단면으로 구성된 1,300mm길이의 각재를 기본으로 4 개의 단위 부재가 서로 결구되어 엮여있는 모습이다. 이 부재들은 반경 12mm의 철심으로 결합되어 있음을 알 수 있다. 4개의 단위 부재가 기본 꼴로 계속적으로 반복되어 전체 구성을 형성하게 된다.<그림 20>



<그림 20> 스타박스 커피 점에서 보이는 각재의 결합체계

부재들의 결합 방식을 살펴보면, 우선 두 개의 기본 부재가 서로 포개어 결합하기 위하여 각 부재가 가지는 두께 값인 60mm의 1/2, 즉 30mm의 홈을 파게 되는데 이때 홈의 모양은 정육면체가 아닌, 사다리꼴의 평면을 갖게 된다. 이는 두 각재가 서로 결구되는 방식에 있어 직각으로 교차하는 것이 아닌 사선의 형태로 교차하는 것에 기인한다. 이는 역동적인 형태를 얻기 위해 선택한 결구 구성이라고 판단된다.

굳이 일본 전통 결구방식과 비교해 본다면 교차맞춤접합방식에서 볼 수 있는 반턱맞춤의 홈파기 방식과 유사하다고 볼 수 있다. 다만 직교형식으로 교차되는 부재들이 대부분이었던 전통건축과는 달리, 스타박스 건물에선 사선의 방향성을 띄며 예각으로 두 부재가 교차되어 홈의 형태는 사다리꼴로 나타나게 된다.

서로 결구된 두 개의 부재들을 각각 180도 회전시켜 결구하는 과정을 거치면 기본 단위조합의 유형이 구성된다. 이때는 사면체 형태의 결구 홈이 필요하며 하나의 수직 축을 공유하며 교차하도록 결구시킨다. 이 결구방식은 쇼우소우인의 홈파기 방식과 매우 유사한 듯 보인다. 하지만, 쇼우소우인의 접합방식에서와는 달리 스타박스에서는 홈의 형태는 사면체이지만 그 방식은 일본 전통건축에서 드문 양걸침턱맞춤이라는 사실이다. 마지막으로 교차하는 수직 축에 철심을 넣어 고정하면 기본 단위조합에 필요한 강도와 안정성을 확보하게 된다. 이러한 단위조합을 반복적으로 조합하면 건물의 전체 면으로 확대된다.

### 3.4. 소결

세 작품의 부재유형과 그 접합방식, 그리고 일본 전통 방식과의 관련성을 비교 평가하면 표1과 같이 요약될 수



있다. 각 작품들은 서로 다른 단위부재를 다양하게 결구하는 방식을 가지고 있으며 그 결구방식은 일본 전통건축에서 나타나는 방식에 쿠마 켄코의 독창적 아이디어가 결합되어 있음을 확인할 수가 있다.

<표 1> 쿠마 켄코의 세 작품에 나타난 각재 접합방식

작품명	부재 유형과 접합방식	일본 전통건축과의 관련성
GC 프로스토 연구 센터	-규격각재(60x60x2000mm) -두 가지 유형의 단위부재 사용 -2차적 반턱맞춤 -못이나 철물의 도움 없이 조립	일본 전통건축의 반턱맞춤과 양걸침턱맞춤의 유사 형태. 세 각재를 하나의 접합 점에서 결구시키기 위해 한 부재의 이음새를 원형의 단면으로 제작하여 돌려 맞추는 시스템 고안
유스하라 목재 다리 박물관	-규격각재 (180x300, 180x700mm) -두 가지 유형의 단위 부재 사용 -양걸침턱맞춤(공포 쌓기)+철심	적층방식은 일본 전통건축의 양걸침턱맞춤방식(공포 쌓기의 방식)의 현대적 해석에 구조적 강도를 위한 철심 사용
스타박스 커피점	-규격각재(60x60 x1300mm) -네 가지 유형의 단위 부재 사용 -응용된 반턱맞춤 -사선교차접합+철심	적층방식은 일본 전통건축의 교차맞춤방식 중 하나인 반턱맞춤방식을 응용하고 있으나 복잡한 맞춤을 위해 사다리꼴 형태의 홈 사용하여 독창적 '사선교차맞춤' 방식으로 적층

#### 4. 결론

이 연구에서는 일본 전통목조건축에서 나타나는 목재의 접합방식에 대해 조사한 후, 쿠마 켄코의 작품에서 나타나는 각재의 결합방식과 비교하여 분석하였다. 특히 일본 전통 목조건축에서 나타나는 두 가지 대표적 결구방식인 맞춤접합방식과 이음접합방식을 살펴본 후 이를 쿠마 켄코의 GC 프로스토 연구 센터, 유스하라 목재 다리 박물관, 그리고 스타박스 커피 점에서 나타나는 각재의 접합원리를 분석하여 전통적 방식의 접합원리와 비교하였다.

일련의 비교분석과정을 통하여 도출한 일본의 전통목조건축과 각재를 이용한 쿠마 켄코 건축의 특징은 다음과 같다.

첫째, 일본의 전통건축과 쿠마 켄코 건축에서 사용된 각재의 접합방식은 홈을 제작하여 이를 맞물리는 맞춤접합방식, 혹은 길이가 짧은 부재를 같은 방향으로 연장하는 이음접합방식이다.

둘째, 일본 전통건축과 쿠마 켄코의 건축에서 특히 구조적 안정성과 강도를 확보해야 하는 부분에서는 맞춤접합방식 중에서도 교차맞춤의 종류인 반턱맞춤과 양걸침턱맞춤방식을 사용 및 응용하였으며, 쿠마 켄코는 철심을 부가적으로 이용하여 이를 더 확고히 했다.

셋째, 쿠마 켄코가 그의 저서나 작품집 등을 통해 언급한 전통건축으로부터의 영향은 공간적 요소뿐 아니라, 각재의 접합방식에서도 잘 드러나며, 이는 유스하라 목재 다리 박물관과 같이 그대로 사용되는 경우도 있었으며, 혹은 GC 프로스토 연구 센터와 같이 응용되어 나타나는 경우도 있었다.

넷째, 쿠마 켄코가 디자인한 스타박스 커피 점에서는 사선의 방향성을 지닌 부재를 예각으로 접합하기 위해 '사선교차맞춤' 접합방식을 사용하였으며<sup>10)</sup>, 이는 삼각 단면의 아제쿠라 건축과는 유사해 보일 수 있으나 접합방식 및 해당 원리를 근거로 살펴보았을 때, 전통건축과는 상이한 쿠마 켄코만의 독창적인 접합방식이라고 할 수 있다.

많은 선행연구와는 달리 이 연구에서는 쿠마 켄코 작품의 도면을 분석 및 3D 모델링 구축을 통해 목재 접합방식에 관한 분석, 그리고 일본의 전통건축과 쿠마 켄코 건축의 비교분석을 통해 그 유사점과 차이점을 제시할 수 있었다. 이 연구는 또한 단순히 쿠마 켄코의 작품에서 구현되고 응용된 목재 접합방식의 분석이라는 수준을 넘어, 현대건축에서 목재가 다양한 방식으로 응용될 수 있는 새로운 가능성을 살펴볼 수 있는 계기가 될 수 있다고 본다.

#### 참고문헌

1. Alini, Luigi. Kengo Kuma: Works and Projects, Phaidon Press, 2006
2. Belfiore, Matteo. On Japanese Spatial Layering, Le Carré Bleu - feuille internationale d'architecture, 2012.2
3. Bognar, Botond. Material Immaterial The New Work of Kengo Kuma, Princeton Architectural Press, 2009
4. Bognar, Botond. Kengo Kuma: Selected Works, Princeton Architectural Press, 2005
5. Kengo Kuma and Associates, Yusuhara Wooden Bridge Museum, Wood Design & Buildings, Summer 2012
6. 무라타 겐이치 저, 김철주, 임채현 역, 일본 전통 건축 기술의 이해, 한국학술정보(주), 서울, 2009
7. 유종호, 이정욱, 쿠마켄코 건축공간에 나타나는 물성표현에 관한 연구, 한국실내디자인학회, 제96호 2013.2
8. 이상림, 쿠마 켄코, SPACE 472호, 2007.3
9. 이재홍, Kengo Kuma, 건축과환경, 2007
10. 임태희 역, 약한건축, 디자인하우스, 서울, 2010
11. 임태희 역, 자연스러운 건축, 안그라픽스, 서울, 2010
12. 정가영, 김문덕, 쿠마 켄코의 공간에 나타난 재료와 구축성에 관한 연구, 한국실내디자인학회, 학술발표대회, 제11권 2호, 2009.10
13. 조연희, 김문덕, 쿠마 켄코의 공간에 나타난 일본 전통 특성에 관한 연구, 한국실내디자인학회, 학술발표대회 논문집 제13권 2호, 2011.10
14. 하은경, 쿠마 켄코의 건축언어와 공간표현의 특성에 관한 연구, 한국디자인문화학회지, 제12권 4호, 2006.12

[논문접수 : 2015. 04. 18]  
[1차 심사 : 2015. 05. 18]  
[게재확정 : 2015. 07. 16]

10) '사선교차접합방식'이라는 용어는 기존의 저서에는 쓰지 않는 표현이다. 이 논문에서 쿠마 켄코의 접합방식을 설명하기 위해 차용한 용어이다.