

# 전통 목조건축 공포(包)구조의 이해와 안전보존

대한산업안전협회 건설안전본부 전종숙 기술위원



## 1. 개요

공포는 처마지붕을 길게 내밀어주는 출목도리를 지지하는 구조재로서 건물의 상부를 수식하는 부분이 된다. 이것은 또 내부의 출목도리를 지지하여 내부 수장으로 쓰이기도 한다. 서까래를 길게 내미는 일은 처마지붕을 깊게 내서 들이치는 빗물을 막아 벽면과 창호를 보호하는 데 있으며 또한 건축미를 여기서 발휘한 것이다. 따라서 목공술의 최대 정성과 창의성이 담겨지는 것이다. 시대, 지역, 목수의 솜씨와 개성에 따라 다양각색으로 꾸며지지만 구성합리화와 심미적 의장이 발전되면서 오늘에 이르렀다. 깊은 처마를 내미는 것은 서양 건축에서는 볼 수 없는 특징이다. 공포구조의 이해를 통해 전통 목조건축 안전보존을 위한 공포구조해석의 예를 알아보고자 한다.

## 1. 공포

### 가. 공포의 의장적 특징

기둥 바로 위에 복잡하게 설치된 구조체로서 지붕을 받치고 있는 형상이다. 이것을 공포라고 한다. 얼핏 보면 마치 일부러 장식한 것처럼 보이기도 하지만 가장 구조적이면서 장식성이 강한 건축구조이다. 면적이 넓은 지붕의 무게를 받아 기둥에 전달하는 매우 중요한 구조체이다. 동서양을 막론하고 모양은 다르지만 이런 구조체가 필수적으로 만들어진다. 특히 한국, 중국, 일본의 목조건축에서는 이 공포구조의 모양이 시대에 따라 변천 되어왔다. 이 공포는 위에서 누르는 육중한 무게를 받아 기둥에 전달 하기도 하지만 한편 처마를 길게 내밀기 위하여 추녀와 서까래를 받쳐주는 중요한 구조체이기도 하다.

공포는 그 짜여진 모양을 보고 건축물이 만들어진 시대를 짚어보기도 한다. 다시 말해 시대에 따라 공포가 짜여진 모양이 다르다는 것

이다. 이것도 유행과 같이 시대에 따라 변화를 보여주고 있다.

복잡하게 보이는 공포이지만 단순한 구조로 시작되었다. 기둥과 보가 만나는 지점에 목침을 받쳐 보강한 것이 공포의 시작이다. 이 목침은 점차 발전하면서 구조적 합리성과 건물의 품위를 표현하게 되었다. 건물의 앞뒤 기둥 사이에는 대들보가 걸쳐지는데 이 대들보가 지붕의 모든 무게를 지탱하는 것 같지만 사실 공포가 지렛대 받침 역할을 하면서 처마의 무게로 인해 서까래 뒷부분이 들리게 되므로 대들보에 모든 무게가 실리지 않고 그 중 일부가 기둥에 전달되는 것이다.

따라서 대들보가 받는 무게를 경감시켜준다. 마치 널뛰기할 때 가운데 둔덕과 같은 것으로 힘의 균형을 잡아주는 역할을 하는 것이다. 따라서 처마길이가 어느 정도 길어야 지렛대 역할을 잘할 수 있다. 이는 무게 균형 뿐만 아니라 태양의 고도와 실내 채광량 등을 고려한 길이였던 것이다.

공포는 그 짜임새에 따라 주심포, 다포, 익공으로 구분된다.

주심포는 공포가 기둥위에만 짜여져 무게를 기둥에 직접 전달하도록 되어 있으며 우리나라에서 가장 오래된 공포 구조라 할 수 있다. 기둥상부에서 짜여지기 시작하여 몸체와 지붕을 이어주는 구조로 보인다. 간결하면서도 단아한 느낌을 준다.

다포는 공포가 기둥 위 뿐만아니라 기둥과 기둥 사이에도 짜여져 있는 것으로서 주심포보다 화려하고 활동적이며 건물의 규모가 크다는 것이다. 주심포 구조보다 나중에 만들어진 것으로 주심포가 발전되어 나타난 구조라 할 수 있다. 주심포보다 공포가 많아 다포라 부른다. 포가 많아지면 지붕의 무게를 골고루 나눌 수 있고 처마 길이를 빼는데도 유리하다. 그렇지만 공포의 무게를 지탱하기 위해서는 기둥과 기둥 사이에 힘을 받을 수 있는 부재를 가로 놓아야 하는데 주심

포 구조에서 볼 수 없는 평방이라는 굵은 부재가 하나 더 올려지게 된다. 이 때문에 다포는 몸체와 지붕이 서로 분리된 듯한 느낌을 준다.

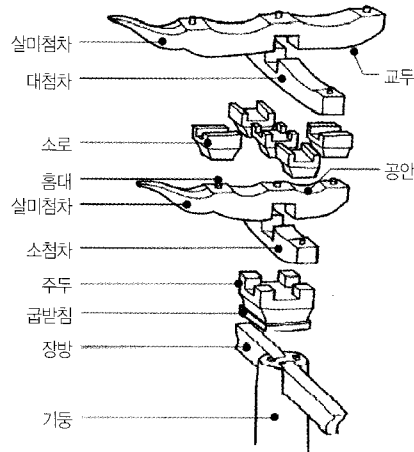


그림 1. 공포의 기본구조

익공은 주심포와 다포가 점차 구조적 차원을 벗어나 화려한 장식으로 변화되면서 나타나게 되는 것인데 한편으로는 주심포식 구조와 한편으로는 다포식 구조를 함께 지니게 된다. 공포의 모습이 화려하면서 날렵하게 보인다. 마치 새의 날개처럼 생겼다 하여 익공이라 부른다.

아무리 복잡한 공포구조라 하더라도 반드시 절대로 못을 사용해서는 안되며 축을 이용한 맞춤이어야 한다. 팽창수축으로 틀어지더라도 작은 부재끼리 서로 보완되기 때문에 빠지지 않고 일체가 되는 것이다.

#### 나. 공포의 구성요소

공포는 두(주두, 소로), 침차(제공), 살미(쇠서, 하양), 방(도리, 장여)이라는 네 개의 주요 구조체로 구성된다.

##### ① 두(斗, 枋)

주두 기둥 바로 위에 놓여 상부의 하중을 기둥에 전달하는 구조체로서 마치 되(斗)와 같이 생긴 것이다. 흔히 두는 기둥의 머리 부분에 놓이는 것과 침차 위에 놓이는 것이 크기에서 구분된다. 기둥머리에 놓이는 것을 주두(柱斗)라 하고, 침차 위에 놓이는 것을 소로(小累)라 한다. 두는 운두(주두의 상부, 耳), 굽(平), 굽받침(奇), 3부분으로 나누어진다. 주두형태는 주두굽이 곡선인 것과 직인 것이 있으며, 주두굽이 있는 것과 없는 것으로 구분한다.

##### ② 침차

침차는 주두와 소로 사이에 놓여 상부의 하중을 주두를 통해 기둥에 전달하는 중요한 구조체이다. 침차는 도리와 장여를 통해 내려오는 하중을 단면이 작은 기둥으로 집중 시켜주는 매개역할을 담당하고 있다. 침차는 공포 구조를 전후 좌우로 확장하여 처마를 길게 하거나 전면과 후면의 보 간격을 넓게 해 줌으로서 보다 큰 공간을 확보해 준다. 또한 소로를 중간에 끼워 침차를 중첩해 올림으로서 처마를 높여 건물을 크고 화려하게 해 주기도 한다. 침차는 위치에 따라 여러 명칭이 있고, 침차의 하단부 마무리 방법이 다양하다.

##### ③ 살미(山彌)

살미는 지붕의 하중을 기둥에 전달하는 중간 역할을 하며 공포와 함께 결구되어 있는 주요부재이다. 도리의 직각 방향을 걸쳐있는 쇠서, 하양 등의 부재가 이에 해당 된다. 공포의 중심에서 외부로 경사지게 걸쳐 있는 부재로 흔히 하양이라고 한다. 남아있는 목조 건축에서 최초로 하양이 보이는 것은 佛光寺大殿이며 이 건물 주두 포작에서 초기형태를 발견할 수 있다. 삼국시대 하양구조가 일반적으로 사용되었을 것으로 추정되지만 현존하는 삼국시대 유적은 없다. 다만 백제 금당탑에서 그 흔적을 추정해 볼 수가 있다. 조선 중기 때의 건물인 화암사 극락전에 명확한 하양 구조가 남아있을 뿐이다.

##### ④ 도리(道里, 枋)

살미를 고정하기도하고, 서까래를 받아주기도 하는 등 공포의 상부 부재를 받치는 부재이다. 지붕의 무게를 도리나 장여(혀)가 받아 침차를 통해 공포로 몰아주는 역할도 하고 공포와 공포를 단단하게 연결해 주는 역할도 한다. 주도리, 내목도리, 외목도리, 장혀, 뜯장혀 등이 이에 해당된다.

#### 다. 현존 공포의 유형별 특징

##### ① 주심포(柱心包)

고려시대 이전의 공포구조가 어떠한지 현존 사례가 없어 알 수 없으나 고분벽화, 석조구조물, 공예품 등을 통해 짐작할 뿐이다.

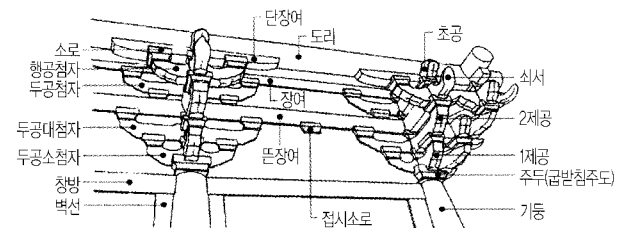
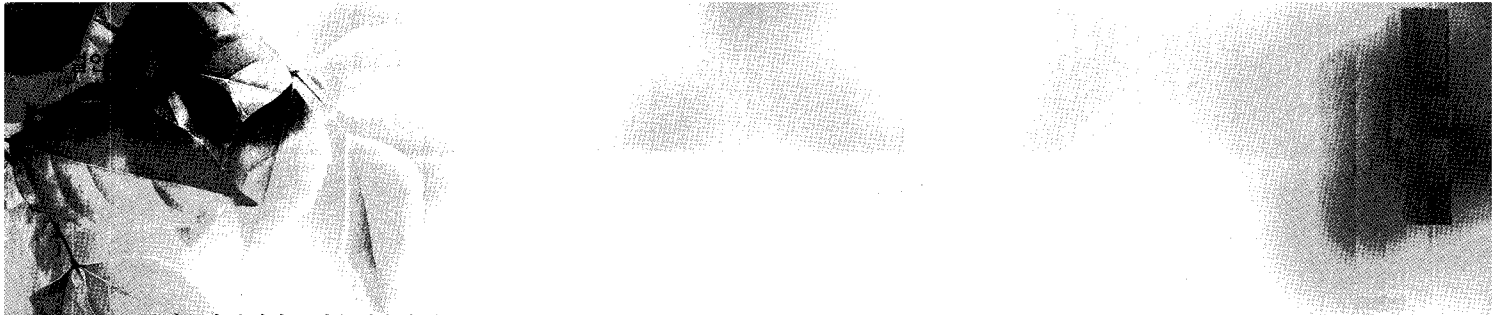


그림 2. 주심포식 공포구조



주심포의 부재별 특징은 다음과 같다.

주두 형태는 세 가지로 나누어 진다. 주두 굽 단면형태에서 곡선으로 된 것과, 곡선의 굽 밑에 굽 받침을 가진 것, 굽 단면이 직선으로 경사된 평 굽이 있다. 주두의 굽 단면이 굽받침이 없이 곡선을 이루고 있는 주심포계의 공포는 현존 목조건물 중에 흔하지 않은 것으로 봉정사 극락전의 주두에서 볼 수 있다. 이러한 주두 굽이 곡선에 굽받침이 있거나, 또는 굽이 곡선으로 된 것은 고려시대 이후에는 보기 힘든 고식에 속한다. 그러나 간혹 조선시대 건물 중에서 주두굽 없이 굽이 곡선인 것으로 장곡사 상대웅전에서 보이기도 하나 이는 특별한 것이다. 주두의 굽 단면이 곡선이고 굽 받침이 있는 주두는 부석사 무량수전을 비롯하여 수덕사 대웅전, 강릉 객사문, 성불사 극락전, 응진전 등에서 볼 수 있다. 이런 건물에서는 소로에도 굽 받침을 갖고 있다. 주두 굽 단면이 직선인 평굽 형식은 굽 단면이 곡선인 주두와 굽 받침이 있는 주두 몇몇 건물을 제외한 대부분의 주심포 건물에서 보이는 형식이다.



그림 3. 강릉객사문



그림 4. 부석사 무량수전

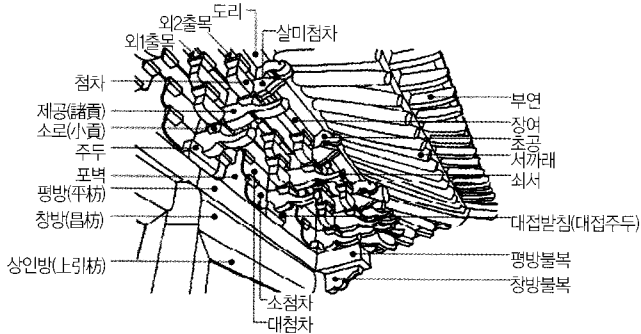


그림 5. 다포식 공포 구조

② 다포(多包)

다포는 원래의 주심포계 양식과 병용, 절충되어 만들어진 것이다.

주심포나 다포 공히 처음에는 특정된 규범 없이 임의로 선택하여 사용되었으나 점차 서로간의 특수성만을 추출, 사용되었으리라 믿어진다. 다포와 주심포의 근본적인 구별은 공포배치에 있다. 주심포는 기둥 위에만 공포를 짜 올리는 것이고, 다포는 기둥 위에만 국한된 것이 아니라 기둥과 기둥 사이에도 공포를 짜 올리는 것이다. 기둥사이의 주간포(또는 空間包)는 기둥위의 주포(또는 주심포)와 함께 상부의 하중을 받아 평방을 통해 기둥에 전달시키는, 역학상 등분포 하중을 받도록 되었다.

현존 유구 중 황해북도 연탄을 심원사 보광전에 초기적 수법이 발견되고 있다. 보광전 측면은 기둥 위치와 관계없이 공포를 배치하고 있는 구조형식으로 매우 특이한 공포배치방법이다. 기둥위에 반드시 공포를 올려 놓아야 한다는 원칙에서 벗어난 예라 할 수 있다. 고려말에 다포가 만들어 지면서 상부 하중을 균등하게 분포시키기 위한 하나의 방법이 아닌가 추정되기도 한다. 따라서 다포집에서 기둥위에서 반드시 창방 위에 평방을 올려놓은 후에 공포를 배치하는 것이 일반적인 방법이다. 이 평방부재는 주심포집에서 볼 수 없는 부재이다. 주심포집에서 외출목 수가 1출목에 그치는데 비해 다포에서는 내외로 출목 수가 많아 지고 있다. 주심포는 내부에 출목이 없으나 다포는 반드시 출목을 만들어 둔다. 일반적으로 내부 출목 수가 외부 출목 수보다 많으나 반대인 경우도 있다.

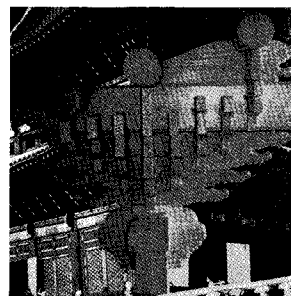


그림 6. 근정전

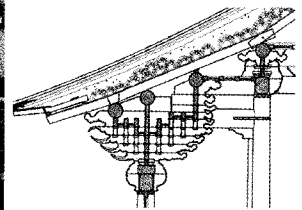


그림 7. 근정전 공포단면

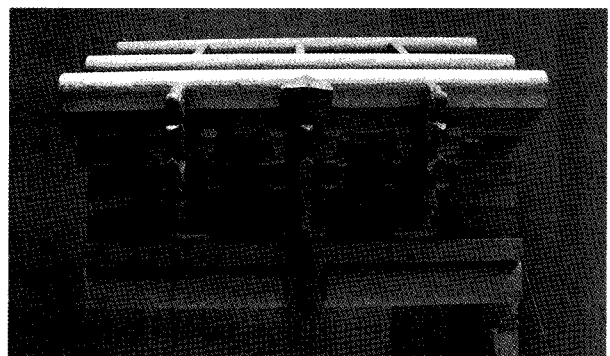


그림 8. 경복궁 근정전 정면 공포(입면)

공포의 짜임 수법은 평방 위에 주두를 놓고 첨차와 제공 등을 층층이 쌓아 올리는 방법이다. 공포의 세부 부재를 보면 주두와 소로, 첨차, 제공,한대, 살미 등이 있다.

안초공(按草工) 다포계 공포의 주심 위의 공포 내외에 설치된 부재이다. 공간포에서는 볼 수 없다. 주심위에 설치된 공포 주두로부터 하부의 평방을 감싸고 창방 밑선까지 내려 붙인 초공이다. 다포계 형식의 말기적 수법으로 공포의 정식화와 더불어 생겨난 부재이다. 관아의 정전 건물 공포에서 많이 볼 수 있다. 보머리 마감에서도 삼분두 형식으로 마감한 것과 초각으로 마감한 것이 있다.

### ③익공(翼拱, 翼工)

우리나라 목조 건축에는 중국이나 일본에 없는 또하나의 공포구조가 있다. 그것은 바로 익공식이다. 익공은 주심포나 다포구조와 같은 출목이 별로 없다. 따라서 처마를 앞으로 길게 내밀기에는 앞의 두 구조보다는 불리하다. 또한 주심포나 다포와 같이 주심도리를 높게 올릴 수는 없으나 기둥 상부에 새 날개처럼 뻗어나 온 첨차식 장식 부재가 장식적인 효과를 나타낸다. 공포의 구성 요소는 주심포에 가깝고 첨차 및 세부 의장은 다포의 형식을 따른 공포이다.

익공식 공포가 어떻게 우리나라에 만들어졌는지는 자세히 알수는 없으나 조선왕조 초기 유구에 남아 있어 혹 고려시대에도 존재했을 가능성도 있다.

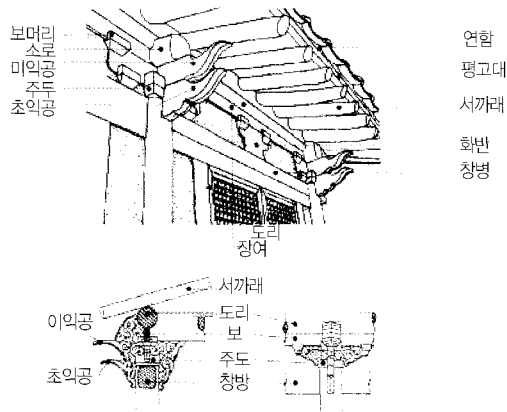


그림 9. 익공식 공포구조

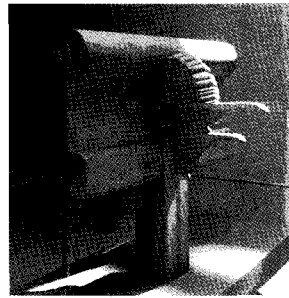


그림 10. 익공 · 강경전

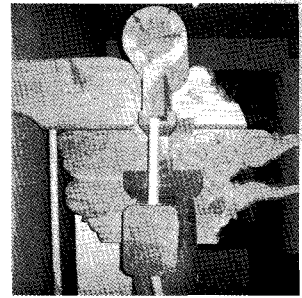


그림 11. 서울문묘

### 라. 구조해석에 의한 안전성평가 예(부석사 무량수전)

전통 목조 건축물의 3차원 구조해석

- ① 해석 대상건물의 구조분석
- ② 해석 대상건물의 재료의 특성과 허용 응력도
- ③ 주요 구조 부재의 단면
- ④ 하중의 가정



그림 12. 외진주공포

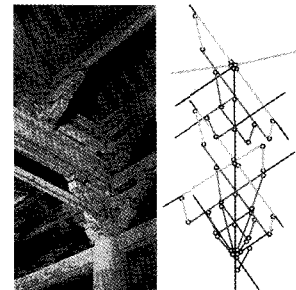


그림 13. 내진주공포

- ⑤ 주요 구조부의 모델링, 하중입력 방법 및 구조해석 변수
- ⑥ 해석결과와 검토
- ⑦ 부재에 대한 안전 검토

## II. 결론

전통 목조건축의 의장적 구조적 요소를 가진 공포의 구조 이해를 통하여 우리나라 목조 건축기술의 뛰어난 기술과 보존을 위하여 현존하는 목조건축물의 보다 실제에 가까운 구조 특성을 파악하고 전통 목조건축물에 대한 안전성을 평가하기 위하여 최대한 실제와 유사한 거동상태가 되도록 건축물을 3차원 및 2차원으로 모델링하여 구조해석을 통한 비교, 분석 결과를 활용 목조건축 문화재의 원형보존과 안전에 만전을 기하고 전통 목조건축을 보는 수준을 한 단계 높이는 계기가 되기를 기대 해 본다. ☺