

한옥 시공기술의 발전과 지향점

김왕직
명지대학교 건축학부 교수

한옥 시공기술 개발의 배경

한옥기술개발은 2007년 국격 향상을 위한 한브랜드화 사업의 일환으로 기획되었다. 건축 분야에서는 우리나라의 전통가옥인 한옥을 대상으로 미래의 주거모델을 개발하는 것이었다. 여론조사에 따르면 한옥을 현대화하고 보급하기 위한 가장 큰 걸림돌은 건축비가 비싸다는 것과 춥고 불편하다는 것이었다.

이를 해결하기 위해 두 단계로 나눠 한옥기술개발 연구가 시작되었다. 1단계(2009~2013년)에서는 ‘전통한옥의 브랜드 가치를 계승하고 현대적 거주성능이 확보된 저렴한 대중한옥을 개발’하는 것에 초점이 맞춰졌다. 1단계 연구개발을 통해 2층 이하 단독주택 정도의 규모에서는 3.3m²



명지대학교 내 명지정사

당 1,200만 원 이상 하던 한옥의 건축비를 700만 원 대로 낮추었으며, 기밀 및 단열성능은 현대 단독주택의 성능기준을 충족할 수 있었다. 1단계에서 건축비를 낮추기 위해 개발한 것은 시공기술뿐만 아니다. 설계기술이나 공정 및 현장관리, 기와 등 제품개발도 있었다. 또 구조 및 기밀성과 단열기술, 창호개발 등을 통해 성능을 향상시킬 수 있었다. 1단계 실증을 통한 연구결과물은 명지대학교 내의 '명지정사'와 은평구 한옥마을 내 '화경당'이라는 문학전시관이 있다. 두 시범 한옥은 언제라도 관람이 가능하다.

2단계(2013~2016)에서는 1단계에서 개발한 기술을 실증을 통해 검증해 보고 보급 확산을 위해 소규모 공공건축까지 한옥기술을 접목하는 연구가 진행되었다. 실증은 5곳의 지자체에 시행되었다. 서울시 은평 한옥마을 내 주민자치센터, 수원의 화성 내 한옥기술전시관, 강릉 오죽헌 앞의 한옥마을, 순창의 공공어린이집, 나주 농업기술원 내 교육관 등이다. 2단계 실증과 연구를 통해 1단계에서 개발된 기술을 검증하고 개선할 수 있었으며, 공공건축에도 한옥기술을 접목하는 데 문제가 없음을 확인하였다. 그러나 공공건축을 포함해 현대건축에서 요구하는 대공간 구축을 위해서는 새로운 시공과 구조, 소재의 개발이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 이는 2017년부터 시작되는 한옥 3단계 연구에서 진행될 예정이다.

또 우리나라도 이제 지진의 안전지대가 아니므로 건축비가 상승하더라도 국민의 안전을 지킬 수 있는 내진건축기술이 한옥에도 접목되어야 할 때가 되었다. 목조건축 분야의 선진국이라고 할 수 있는 캐나다, 노르웨이, 일본 등에서는 30층 정도에 이르는 대규모 건축도 목조로 건축하고 있다. 우리가 그러한 기술을 수입해서 쓸 수 있으며, 새로 개발하는 것



은평 한옥마을 내 화경당

보다 경제적인 수도 있다. 하지만 한국 목재산업의 발전과 고용창출을 위해서는 시간과 노력이 들더라도 한국만의 정체성과 모듈이 반영된 대공간 한옥기술개발이 필요하다.

한옥 주요 공정의 시공기술

전통한옥에서 공사비를 가장 많이 차지하는 부분은 뼈대를 이루는 목구조 부분으로 전체 공사비의 40%를 차지할 정도로 비중이 크다. 따라서 공사비와 성능 향상을 위해서는 우선적으로 목구조 부분에 대한 시공기술개발이 필요하다. 우리 한옥을 서양식 구조분류방식에 따른다면 중목구조(重木構造) 방식으로 경량목구조와 대비된다. 흔히 2×4로 대변되는 경량목구조는 목재가 건축 구조체임에는 틀림없으나 벽 속에 모두 감춰져 목재가 보이지 않는 구조법이다. 목재의 소비 면에서는 효과가 있으나 목재가 갖고 있는 질감과 촉감, 시각적인 측면에서는 전혀 효과가 없는 구조이다.

따라서 경제적인 문제만 없다면 서양에서도 이제 중목구조를 추구하고 있는 추세이다. 일본의 경우는 재래구법(在來構法)이라는 이름으로 전통 중목구조를 개선한 현대 중목구조를 개발하였다. 시작부터 보급에 이르기까지 40여 년이 걸린 긴 여정이었고, 이제 목조주택 중에 80%가 재래구법으로 지어지고 있으며 15%가 프리패브 목조주택이다.* 재래구법은 서양의 2×4공법을 수입하면서도 모듈을 바꿔 일본화한 것으로, 기둥과 보 일부를 노출하여 내부에서는 중목구조의 느낌이 나도록 하였다. 즉 서양식 2×4와 일본 전통 중목구조를 결합한 구조라고 할 수 있는데, 이를 통해 공사비를 절감하고 단열 등의 성능을 향상시켰다. 지금은 노출되는 목재의 비율을 높여서 중목구조의 느낌을 더욱 강조하는 경향을 보이고 있다. 2×4 부분도 일본 전통 모듈로 바꿔 직수입하지 않고 국내 산업을 활성화하였다.

한옥의 구조적 정체성은 중목구조라는 것이며, 전 세계의 경량목구조가 중목구조로 변해 가고 있는 추세이기 때문에 신한옥에서도 중목구조는 지켜야 할 구법이라고 생각한다. 다만 건축비 절감을 위해서는 목재의 소요량을 줄여야 하고, 비틀림·갈렘·부식 등의 성능도 향상시켜야 하는 것이 이번 시공기술의 목표였다. 목재의 소요량을 줄이기 위해서 구조부재의 최적단면을 계산할 수 있는 구조계산 프로그램을 개발하였고, 인

* 豊かな住生活を考える會編著, 「日本の住宅がわかる本」, PHP研究所, 1994, pp.116-117.



프리컷을 통한 치목비 절감과 집성재를 통한 뒤틀림, 갈라짐 방지



원목과 집성재를 혼용함으로써 집성재만을 사용한 것에 비해 재료비 절감

방재를 생략하여 목재소요량을 줄였다. 인방재의 생략은 기밀성 확보에도 효과가 있다.

또 구조부재의 기밀성을 확보하기 위해서 벽체와 만나는 부분의 단면 상세를 개발하였고, 프리컷을 통해 가공비와 생산효율성을 높였다. 뒤틀림·갈라짐·부식 방지를 위해서는 집성재를 제안하였고, 기존 집성재는 정방형 소단면 부재를 집성하기 때문에 미적으로 좋지 않아 장방형 단면으로 집성하는 집성부재의 모듈을 개발하였다. 이렇게 하면 노출된 부분은 원목처럼 보이고 양쪽 벽체와 만나는 부분에서 접합 부분이 감추어지기 때문에 미적인 문제가 없다. 장기적으로 한옥부재를 모듈화하고 제품화하여 시장에서 장기간 유통시키기 위해서는 변형이 없는 집성재로 갈 수밖에 없다. 그러나 아직은 집성재가 원목에 비해 비싸다는 것이 문제이다. 따라서 집성재의 개발을 통한 성능 향상과 제품화를 통한 가격절감은 미래 신한옥 시장에 필수적인 요소라고 할 수 있다.

한옥에서 두 번째로 공사비를 많이 차지하는 부분은 지붕이다. 전체 공사비의 25~30%를 차지하기 때문에 지붕공사에 대한 기술개발은 필수적이라고 할 수 있다. 원형 서까래를 사용하고 적심과 흙을 올린 다음 전통기와를 잇는다면 현대장비와 공법을 사용해도 공사비 절감과 성능 개선은 기대할 수 없다.

따라서 기와는 재료와 공법이 동시에 개선되어야 한다. 재료 측면에서 전통기와는 가스나 기름으로 굽기 때문에 CO₂ 발생 측면에서는 결코 친환경재료라고 할 수 없다. 재료를 바퀴 굽지 않고 압축성형 방법 등으로 생산되면 혁신적으로 CO₂를 줄일 수 있다. 1단계 연구에서는 시멘트 생산의 부산물인 슬래그를 압축성형한 기와와 화산재·PE 등을 혼합한 기와를 개발하였다. ‘슬래그기와’는 CO₂를 70% 이상 줄일 수 있는 장점이 있으나 표면 코팅의 문제가 있었고, ‘화산재기와’는 가격이 50% 수준이지만 변형과 플라스틱 질감으로 인한 이미지의 문제가 있었다.

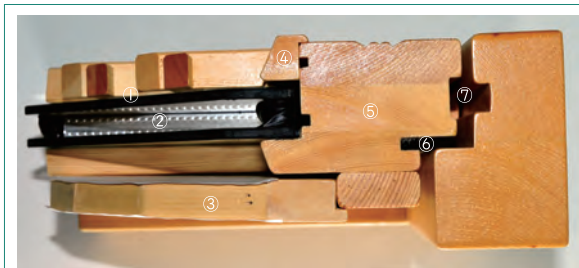
아직은 토제기와에 대한 강한 믿음과 맹신이 다른 재료를 인정하지 않는 분위기여서 2단계에서는 토제기와의 모양을 바꿔 방수성능을 높이고 건식공법이 가능한 기와를 개발하였다. 이 경량한식토기와는 기와의 소요량을 줄일 수 있어서 지붕 하중이 감소하고, 이에 따라 하부 구조체의 부재단면을 줄이는 장점이 있다. 따라서 토제기와의 장점을 그대로 유지하면서도 재료 절감, 부재단면 축소, 겨울에도 공사할 수 있는 공정상

의 이점으로 공사비를 절감할 수 있었다. 공법에서도 전통의 습식공법은 건조 등 공기가 길고, 지금과 같은 기계생산 기와는 무게도 무겁고 표면이 매끈하여 흙과의 접착성이 약해 이완 및 유지·관리의 문제가 있다. 따라서 신한옥은 건식공법으로 전환되어야 하며, 기와를 바닥에 단단하게 고정하여 지진 등의 진동에 박락이 없도록 해야 한다.

한옥의 주요 공정 가운데 세 번째로 개선되어야 할 부분은 창호이다. 창호는 건축공법의 문제보다는 제품의 문제이다. 성능 개선이 중점이며, 제품 생산단계까지 이르러야 한다는 것이 가장 큰 어려움이었다. 디자인과 물리적 개폐성능보다는 단열성능이 가장 큰 문제점으로, 이러한 문제점을 해결할 수 있는 최선의 대안은 유리(페어그라스)를 사용하는 방법이다. 유리를 사용하면 무게가 대폭 증가하여 창틀이 목재일 경우 창크기를 키우는 데 한계가 있고, 창호 고정철물의 강성과 이를 물고 있는 목재 문얼굴의 접합부가 파손되는 문제가 생긴다. 따라서 ‘알우드’처럼 알루미늄 또는 철펜로 보강한 창틀이 개발되었다.

하지만 철물은 성능 때문에 주로 수입품을 사용하고 있다. 철펜과 나무를 결합할 경우 노출 부위의 미관이 떨어지고 창틀이 비대해지는 등의 문제도 따른다. 철물도 무게를 견디기 위해 과중하고 여닫이의 경우 중앙에 문설주가 서거나 완전 개폐되지 않는 단점이 있다.

이에 연구단에서는 미감과 한옥의 분위기를 위해 창틀도 3겹으로 집성한 집성재를 사용하였으며 개폐의 편의성을 위해 전통창호의 덧창과 영창을 결합한 제품을 개발하였다. 내부 영창은 창호지를 발라 한옥의 분위기를 충분히 발휘하도록 하였으며 덧창은 페어그라스를 끼워 방법과 단열·내구성 등을 충족시켰다. 창호외관을 위해서는 세살창살을 유리 바깥에 부착하여 보완하였다.



창호의 상세와 세부 기능

- ① 세살창과 유리의 분리 유리의 오염을 방지하고 빗물이 머물지 않도록 하여 부식 방지
- ② 2중 유리 단열성능 및 방범성능 확보
- ③ 탈부착식 영창 이중한지마감으로 단열성을 보강하고 실내 한옥분위기 연출 및 인테리어 효과, 교체식으로 유지·관리 편리
- ④ 세살창 결침턱 맞춤 빗물 침투를 방지하고 유리와의 간격을 유지를 가능토록 함
- ⑤ 3겹 집성 뒤틀림 및 변형 보강
- ⑥ 가스켓 기밀성 확보 및 누수 차단
- ⑦ 물끊기장부 빗물침투를 막고 통기성을 확보해 부식 방지



여닫이 목재 시스템 창호



분리가 가능한 명창

이때 주의할 것은 창살이 유리에 붙어 있지 않고 떠 있어야 먼지가 끼지 않고 청소가 수월하다는 점이다. 이 모든 것은 충족하였으나 철물은 기성 수입품을 사용할 수밖에 없었다. 구조적 성능은 뛰어나지만 미관과 개폐의 자유로움 등에서 제약을 받을 수밖에 없는 한계점 때문이다.

이 밖에 벽체의 경우는 단열과 기밀성능을 충족하면서도 친환경성과 내구성 등을 향상시키는 것이 문제점이었다. 기본적인 개념은 내부의 경우 황토 등을 마감하여 친환경성을 확보하고, 벽 중간은 단열성능, 외부마감은 비바람 등에 의한 풍화에 강한 내구성에 중점을 두고 상세와 공법을 개발하였다. 건식이면서도 개발한 디테일을 사용하면 기밀성·단열성·친환경성·내구성 등을 개선할 수 있었다. 그러나 창호와 벽체의 공사비에서는 절감효과를 기대할 수 없었다.

향후 한옥시공기술의 지향점

향후 한옥은 부재의 모듈화·제품화·대경간화를 위해 원목 사용을 지양하고 집성목을 사용할 수밖에 없다. 따라서 한옥부재에 적합한 다양한 집성기술을 개발하고 집성목의 가격을 낮출 수 있는 기술개발이 이루어져야 한다. 또 주택 규모가 아닌 다층화와 대경간이 필요한 공공건축물을 위해서는 내화·방충·방부 성능을 위한 쿨우드(cool wood) 제품, 내진 벽

과 바닥을 위해서는 CLT(Cross laminated timber) 제품 개발과 동시에 공법이 개발되어야 한다.

물론 이 모든 제품은 수입품을 사용할 수 있다. 그것이 경제적인 수도 있다. 그러나 더 중요한 것은 한국의 목재산업과 고용창출을 위해서는 한국형이 개발되어야 한다는 것이다. 이는 경제적 논리로만 판단할 수 없는 문제점이라고 할 수 있다.

기와의 경우는 과중하게 높은 KS 기준을 수정하여 저온소성 토제기와 개발을 통해 CO₂ 발생량을 줄이는 저탄소건식기와와 철판기와 같은 새로운 소재의 기와 개발도 절실하다고 할 수 있다. 내구성과 유지·관리 및 제품가격과 시공의 효율성 등이 동시에 고려되어야 한다.

창호의 창틀은 집성을 통해서 강성은 확보할 수 있으나 철물의 성능과 기능은 문제가 있다. 시장성은 떨어지기 때문에 철물의 개발과 공급은 국가적 차원에서 고려할 필요가 있다.

창호의 방법과 단열성능은 이제 우리가 해결하는 단계가 되었다. 따라서 장식화된 세살창살은 제거하고 한옥에 잘 어울리는 질감과 색감의 창열굴 디자인을 개발하여 사용해야 할 것이다. 부분적으로 페어그라스를 우윳빛 유리로 사용하는 방안 등도 고려되어야 한다.

이 밖에 각형 서까래를 사용하는 방안, 천장단열 공법발, 단열재를 사용하는 지붕의 경우 결로 방지를 위한 통기성 확보 기술, 바닥의 단열 및 통기성 확보 방안, 지속가능한 자연에너지 접목기술 등이 개발되어야 한다. 장기적으로는 보급을 위해 다양한 가격대의 한옥 모델 개발이 필요하다.

그러나 가장 중요한 것은 기능·성능·기술이 아니라 규모에 관계없이 한옥의 정체성과 친환경성·친건강성이 반영된 목조건축모델의 개발이라고 할 수 있다. 기술에만 편중되지 않는 한옥의 진정한 정신성이 반영된 목조건축모델의 개발이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 1 한옥기술개발연구단, 「연구성과자료집」, 2013.
- 2 김왕직, 「신한옥 화경당」, 기문당, 2014.
- 3 한옥기술개발연구단, 「한옥기술 부위별 적용기술 설명서」, 2015.
- 4 정영수 외 6인, 「그림으로 보는 신한옥 집짓기」, 화신문화(주), 2013.
- 5 권혁규, 김원호, 「알기 쉬운 신한옥 시공가이드」, 2014.
- 6 豊かな住生活を考える會編著, 「日本の住宅がわかる本」, PHP研究所, 1994.