

# BIM 기반의 현대식 한옥 시공시물레이션 구현을 위한 한옥 공정분석 연구

Construction Process Analysis of Han-Ok for BIM Based Modern Han-Ok Construction Simulation

윤 석 현\*

Yun, Seok-Heon

## 요 약

최근 한옥의 산업화와 보급화를 위한 다양한 기술들이 개발되고 있으나, 한옥의 시공 또는 공정에 대한 연구는 쉽게 찾아보기 어렵다. 이와 함께 최근 BIM에 대한 관심과 기술개발이 활발히 이루어지고 있는데, BIM 기술은 부위단위로 건축물을 설계하고 관리하는 기술로서, 최근 이를 이용한 많은 기술들이 개발되고 있다. 이러한 BIM 기술은 조립식 공법을 사용하는 한옥과 매우 밀접한 관계를 갖고 있다.

본 연구에서는 한옥의 시공과 공정관리의 체계화를 위하여, 대표적인 한옥의 형식인 익공식과 민도리식을 대상으로 기본적인 공정을 분석하고, 이를 현대식 공종분류 형태로 구성하여 WBS와 공정표를 작성하였다. 또한, 이렇게 작성된 공정을 기반으로 익공식 한옥을 대상으로 BIM의 한옥 시공 시물레이션 방안을 제시하고자 한다. 사례 연구의 경우, 조립식 공법의 한옥의 특징으로 인해, 한옥의 공정시물레이션은 95%정도의 시물레이션 자동 연계가 가능하였다.

키워드 : 한옥, 공정, 시물레이션

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

한옥은 오랜 시간에 걸쳐 한반도의 풍토와 인문적 여건에 맞게 진화 발전되어 온 우리의 고유한 건축적 문화콘텐츠이다. 최근에는, 기존 한옥을 잘 보존하고 활용하는 문제뿐만 아니라 현실에 맞는 산업화된 한옥건축 추진방향에 대해서 고민해야 하는 시점이 되었다.

근대화과정에서 잠시 중단되었던 한옥건축의 진화와 발전, 그리고 그 결과로서의 확산이라는 한옥건축의 산업화에 초점을 맞추고 있다. 사례로는 2007년 3월부터 두 차례에 걸쳐 대통령자문 건설기술·건축문화선진화위원회 주최 '한옥의 발전보급 심포지엄' 및 '지자체의 한옥발전 워크숍' 개최, '한옥산업화가 가능한가' 라는 주제로 회의를 진행하였으며, 2008년 5월에는 도시공간연구소와 서울학연구소 주최 '한옥건축 산업화를 위한 기반구축 연구'에 관한 심포지엄의 개최 등을 들 수 있다. 그 결과

다양한 한옥의 산업화가 진행되었고, 조연준과 조길현(2008)은 한옥 건축의 산업화를 위해서 BIM을 이용하여 현대 한옥 부재 라이브러리 구축 및 가구구조 모델러를 개발하였다.

이러한 BIM 기술의 발전과 함께, 시공분야에서는 공정 시물레이션 기술이 개발되어 활용되고 있다. 이러한 공정 시물레이션은 프로젝트의 참여자들이 시각적 방식을 통하여 사업에 대한 이해도를 높이고 잠재적인 문제점을 찾는 데 많은 도움을 준다.

공정 시물레이션의 경우도 공정과 3D 객체를 연계하는 작업이 매우 어려우며, 이로 인해 그 활용성이 떨어지고 있는 형편이다. 또한, 한옥은 시공 방법이나 공정들이 전문 인력들의 경험에 의해 이루어짐으로 문서화 되어 체계화되지 못하고 있으며, 공정시물레이션을 위한 체계화된 공정표를 작성하는데 어려움이 있다.

본 연구에서는 공정 시물레이션을 구현할 수 있는 한옥의 공정을 체계화하기 위한 방법으로 기존 문헌을 중심으로 한옥 공정을 분석하여 기본적인 한옥의 기본적인 WBS(작업분류체계)를 도출하고자 한다. 한옥의 경우, 부재들을 조립하는 방식으로

\* 종신회원, 경상대학교 건축공학과 부교수, 공학연구원, 공학박사, 교신저자, gfyun@gnu.ac.kr

시공하는 특징을 갖고 있으므로, 한옥에 필요한 부재들의 분석을 통해 한옥의 표준 모델에 대한 공정을 도출할 수 있다. 본 연구에서는 한옥의 부재 분석을 통한 한옥의 표준 공정을 도출하고, 이를 이용하여 한옥의 공정 시뮬레이션을 구현하는 방안을 도출하고자 한다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 한옥의 시공에 관련된 문헌을 조사하여 한옥의 주요 형식과 부재를 분석하고 이를 토대로 현대식 공정 분류를 토대로 한옥의 공정을 도출하였다.

이렇게 도출된 공정표와 함께 한옥의 BIM 모델을 이용하여 한옥의 공정 시뮬레이션을 구현하는 방안을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 Autodesk Revit Architecture 2010 버전의 BIM 모델링 소프트웨어와 Microsoft Office Project 2007 버전의 공정관리 소프트웨어, 그리고 Navisworks Simulate 2010 버전의 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하였다.

시뮬레이터에서 모델링에서 표현되는 기본 부재들을 대상으로 하였으며, 모델링에 표현되지 못했던 일부 부재들은 제외되었다. 또한, 본 연구에서는 현대식 한옥에서 가장 많이 시공되고 있는 민도리계 납도리식과 익공식 한옥을 대상으로 하였다.

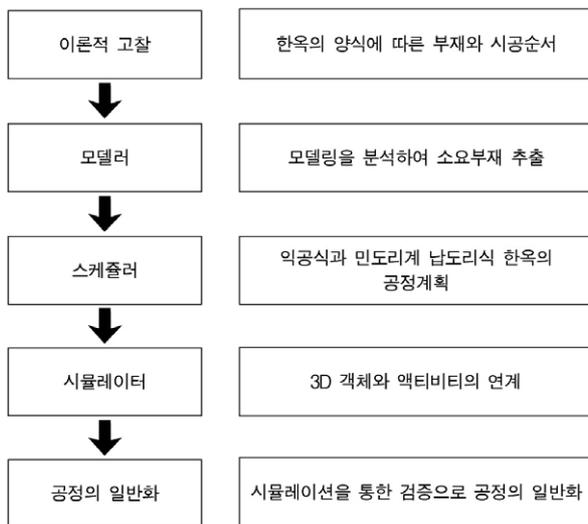


그림 1. 연구수행 절차

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 한국 전통 건축 구조 분류 체계

한국의 전통 건축은 다음과 같은 세 가지 부위로 구분된다.

첫째, 기초부(지정, 기단, 초석)로서, 건축물의 기초가 되는 기반을 다진 후에 기단을 쌓는다. 다음으로 초석을 건축물의 기둥 위치에 배치한다.

둘째, 축부(기둥, 벽체, 공포대)로서, 포가 있는 건축물과 포가 없는 건축물로 구분되어 진다. 먼저, 포가 있는 건축물의 경우에는 기둥과 기둥에 결합되는 창방, 평방까지를 일반적으로 축부라고 칭하며, 공포대를 구성하고 있는 포작부(주두, 소로, 첨차, 보아지, 살미)는 별도의 구조 요소로 칭한다. 공포대는 구조 역학적으로 짝 짜여진 기둥틀 위에 상부 지붕부의 하중을 넓은 면적으로 받기 위한 기법이면서 처마를 길게 뻗 수 있는 장점을 가지고 있다.

다음으로 포가 없는 민도리집의 경우에는 기둥 상부에 창방이 짜이고 보아지가 직각으로 끼이면서 주두를 잡아 준다. 창방 상부에는 소로가 놓이고 그 위에 장여가 설치된다. 여기서 축부는 기둥, 창방 그리고 보아지이며, 공포대에 해당하는 것이 주두, 소로가 된다. 구조적으로 포가 있는 건축물과 마찬가지로 기둥과 공포대를 합쳐 축부로 산정할 수 있다.

마지막으로 지붕부로서 보 · 도리 상부의 모든 부재를 칭한다. 즉, 추녀, 사래, 서까래, 선자연, 부연, 동자주, 대공, 합각부(목기연, 박공), 평고대, 산자 혹은 지붕개판 부재를 말한다. 구조적으로 한국 전통 건축물의 지붕가구는 서양의 트러스 구조처럼 축부 상부에 경사부재인 서까래로 하중을 축부로 전달하므로 지붕부의 하부와는 큰 연관성을 가지지 않는다.

## 2.2 공포양식에 따른 분류

### 2.2.1 주심포식

주심포식은 고려 초기에 신라와 송의 건축양식을 바탕으로 주두위에만 짜는 양식이다. 기둥 위에 바로 주두를 놓고 치목이 아름답게 되어 있으며 전통 목조 건축의 가구 형식 중 가장 오래된 형식으로 소박한 느낌을 주며, 배흘림기둥에 간단한 맞배지붕을 하고 있다.

### 2.2.2 다포식

다포식은 고려후기에 기둥위에만 짜여지지 않고 기둥사이 공간, 즉 창방위에 두꺼운 평방을 더 올려 놓은 양식이다. 교두형 첨차를 사용하여 배흘림이 심하지 않고 부재가 규격화, 투박화 되는 것을 은폐하기 위해 내부 반자를 두었다. 건물을 장중하게 보이게 하기 위해 포작도 여러 층을 겹쳐 짜고 팔작지붕으로 되어 있는 것이 특징이다.

### 2.2.3 익공식

익공식은 조선 초기에 주심포 양식을 간략화 한 것으로 기둥

위에 새 날개처럼 첨차식 장식으로 장식효과와 주심도를 높이는 양식이다. 장식부재가 하나인 초익공 또는 익공과 부재를 두 개 장식한 이익공이 있어 관아, 향묘, 서원, 지방의 상류주택에 많이 사용되었다.

### 2.2.4 민도리계

민도리계는 공포를 사용하지 않고 기둥이 직접 보를 받는 구조로 굴도리식과 납도리식으로 유형을 나눌 수 있는데 굴도리식은 굴도리를 사용하고 장여를 사용하는 것으로 납도리에 비해 격이 높으며, 납도리식은 납도리를 사용하고 장여를 사용하지 않는 것이 일반적이며 궁궐이나 사찰, 관아 등의 부속 건물과 일반주택에서 사용되었다.

## 2.3 공정 시물레이션

공정 시물레이션은 현재 4D 시물레이션이라고도 하며, 3D 객체에 시간의 개념을 적용하여 시간의 흐름에 따라서 공사의 진행과정을 시각적으로 표현하는 방법이다. 공정 시물레이션을 위한 도구로는 해외에서 개발된 Autodesk Navisworks, Vico software Constructor, Synchro 4D 등의 소프트웨어들이 국내에 사용되고 있다. 이들은 3차원 객체와 공정표의 작업들을 서로 연계하여 시물레이션을 구현하는 방식을 사용하고 있다. 그러나, 이러한 공정 시물레이션은 현재, 공정의 시각화에 중점을 두고 있으며, 데이터 분석이나 공정관리에는 한계가 있으며, 정보의 연계성을 대부분의 경우 수작업에 의존하고 있다는 한계점이 있다. 수작업의 연계작업을 개선하기 위해서는 공정표를 구성하는 WBS와 작업구성이 3D 객체와 연결될 수 있는 구조를 갖추어야 한다. 본 연구에서는 한옥의 공정시물레이션을 위해 한옥공정의 기본적인 WBS와 공정을 정의하고자 한다.

## 2.4 국내 연구 현황

표 1에서 보는바와 같이, 한옥의 시공 방식에 관한 연구는 거의 찾을 수 없었으나, BIM 기술을 이용한 현대 한옥의 모델러

표 1. 연구 현황

분류	저자	주요 연구 내용
BIM기반의 한옥 모델링	조연준 · 조길현 (2008)	- 한옥의 산업화를 위한 BIM을 이용한 현대 한옥 부재 라이브러리 구축 및 가구구조 모델러 개발 - 현대 한옥마을 조성의 생산성 향상을 위한 지능형 한옥 모델러 개발에 관한 연구
	유제승 외 (2009)	- 자동 공정 생성을 통한 4D 시물레이션 시스템 프로토타입 개발에 관한 연구
공정 시물레이션	조진 외 (2008)	- 조합식 공정 생성을 통한 BIM기반 건축시공 시물레이션 시스템 프로토타입 개발에 관한 연구
	Janne orkka외 (2007)	- 4D 프로덕트 모델 구현을 위한 소프트웨어 개발 방안 연구
	DAVID HEESOM외 (2004)	- 시공계획을 위한 4D CAD 프로그램의 동향 분석

개발에 관한 연구가 있었으며, 공정 시물레이션관련 논문에서는 현재 상용 4D 시물레이션의 경우 시각적 표현기능 중심으로 구성되고, 공정과의 연계 방식 등에 대한 한계점을 제시하였다.

## 3. 한옥의 공정계획

### 3.1 한옥의 기본 공정 분석

이 장에서는 공정계획에 앞서 한옥의 기본공정을 분석하는데 목적이 있다. 이를 위해 다양한 한옥의 시공과 관련된 자료를 조사하였다.

먼저 전라남도의 천년한옥이라는 한옥 전문 사이트에서 제공하는 한옥표준설계도서에 포함된 표준시공매뉴얼을 찾아볼 수 있으며, 여기서 제시하는 한옥의 일반적인 공정은 다음과 같다.

표 2. 표준시공매뉴얼의 한옥 공정

	분류	공정			
한옥 시공매뉴얼	몸체부	티고르기 → 주초놓기 → 기둥 → 장여 → 대들보 → 주심도리 → 동자주 → 종장여 → 종도리 → 대공 → 종장여 → 종도리			
	지붕부	추녀 → 갈모산방 → 평고대 → 서까래 → 선자연 → 서까래 → 서까래개판 → 선자연개판 → 적심도리 → 적심			
	지붕의 형태	<table border="1"> <tr> <td>겹 처마</td> <td>사래 → 별부연 → 이매기 → 고대부연 → 부연개판</td> </tr> <tr> <td>박공, 합각지붕</td> <td>종도리 → 뿔목 지지대 설치 → 집부사 → 툽판 → 박공판 → 목기연 → 목기연개판</td> </tr> </table>	겹 처마	사래 → 별부연 → 이매기 → 고대부연 → 부연개판	박공, 합각지붕
겹 처마	사래 → 별부연 → 이매기 → 고대부연 → 부연개판				
박공, 합각지붕	종도리 → 뿔목 지지대 설치 → 집부사 → 툽판 → 박공판 → 목기연 → 목기연개판				

그 외에도 최근 한스타일 박람회와 함께 한옥테마관이 설치되면서, 한옥테마관의 설치보고서에 한옥의 시공과정을 상세하게 기록된 자료를 찾아볼 수 있었다.

익공식 한옥인 한옥테마관의 설치보고서에 기록된 시공순서를 살펴보면 다음과 같다.

표 3. 한옥테마관의 공정

	공정
한옥테마관	티고르기 → 초석 및 고액이석 놓기 → 입주 → 보아지, 창방 조립 → 주두 및 소로 설치 → 장여조립 → 보 조립 → 동자주 놓기 → 주심도리 조립 → 종도리, 장여 설치 → 종보조립 → 종도리설치 → 판대공놓기 → 소로 및 종도리, 장여설치 → 종도리 → 평고대, 서까래 깔기 → 서까래 개판 깔기 → 이매기, 부연깔기 → 단연깔기 → 덧서까래, 개판깔기 → 박공판, 목기연 조립 → 장들이기 → 벽체구성 → 기와올리기 → 기와 놓기 → 마루반입 → 마루놓기 → 난간달기 → 문달기

한옥의 표준시공매뉴얼에서는 한옥의 부위를 몸체부, 기둥부로 구분하여 그 공정을 소개하였고, 지붕부의 경우 겹처마 또는 박공/합각지붕 등의 형식으로 구분하여 공정을 제시하였다.

반면에 한옥테마관의 경우, 익공식 한옥의 전체적인 공정을 그 순서대로 나열하고 있다.

반면에 현대식 공정의 경우 각 작업의 종류를 토공사, 기초공사, 골조공사, 마감공사 등 부위와 작업의 종류에 따라 대분류,

중분류, 소분류 등으로 구분하여 관리하고 있으며, 이는 다수의 작업을 체계적으로 관리하는데 큰 장점을 갖는다.

본 연구에서는 현대식 공정 분류에 위에서 조사한 한옥의 다양한 공정을 적용하여 한옥의 기본적인 WBS와 공정표를 작성하고자 한다.

### 3.2 한옥의 기본 공정

#### 3.2.1 익공식 한옥의 공정계획

표 4는 익공식 한옥의 작업들을 작업순서에 따라 부재명과 함께 정리한 것이다.

표 4. 익공식 한옥의 작업순서별 작업명과 부재명

순서	작업명	부재명	순서	작업명	부재명
1	터고르기		19	초매기	평고대
2	주초놓기	주초	20	부연결기	부연
3	고매이석놓기	고매이석	21	이매기	평고대
4	입주	평주	22	단연결기	단연
5	익공조립(보아지조립)	초익공	23	기외엮기	기와
6	창방조립	창방	24	측면기외엮기	측면기와
7	주두 및 소로 조립	주두 및 소로	25	상부기외엮기	상부기와
8	장여조립	장여	26	머름수장 설치	머름수장
9	대들보조립(대량조립)	대들보(대량)	27	공판문수장설치	공판문 수장
10	주심도리조립	주심도리	28	벽체구성	벽체
11	동자주세우기	동자주	29	화장벽설치	화장벽
12	중장여조립	중장여	30	살문달기	살문
13	중보조립(종량조립)	중보(종량)	31	한옥난간설치	한옥난간
14	중도리조립	중도리	32	마루보설치	마루보
15	판대공세우기	판대공	33	바닥깔기	바닥
16	중장여조립	중장여	34	뒷마루설치	뒷마루
17	중도리조립	중도리	35	정원설치	정원
18	서까래걸기(정연결기)	장연			

한옥은 현대식 콘크리트 주택과 달리 대부분의 공정이 조립식으로 이루어진다. 이와 같은 조립식 주택의 특징으로 인해 대부분의 작업은 작업에 소요되는 부재명과 일치하는 특성이 있으며, 이는 BIM과 그 특성이 매우 유사하다는 것을 알 수 있다.

이러한 한옥의 기본 작업들을 현대식 공정관리 방식으로 관리하기 위해서는, 이들을 체계적으로 관리하기 위한 WBS를 작성해야 한다.

본 연구에서는 한옥의 WBS를 구성하기 위해 국내의 현대식 공정계획에서 주로 사용되는 공종의 구분을 활용하였다.

그림 2는 익공식 한옥을 현대식 공정분류에 따라 구성한 WBS이다. 그림 2의 작업 분류는 현대식 공종 구분을 대공종으로 정의하고, 한옥 시공 매뉴얼의 일반적인 한옥의 시공순서를 근거로 액티비티를 구분한 것이며, 이를 공정표로 정의하기 위해 이들에 대한 선·후 관계를 설정한 후 기간을 정의하였다. 본 연구에서 사용한 작업기간은 시뮬레이션을 위해서 각 공정에 대한 개략치를 사용하였다.



그림 2. 익공식 한옥의 WBS 및 액티비티구분

WBS와 액티비티의 분류와 함께 공정관리 소프트웨어를 이용하여 작업순서에 따라 선·후 관계를 설정하였으며, 그림 3은 익공식 한옥의 공정표를 작성한 것이다.

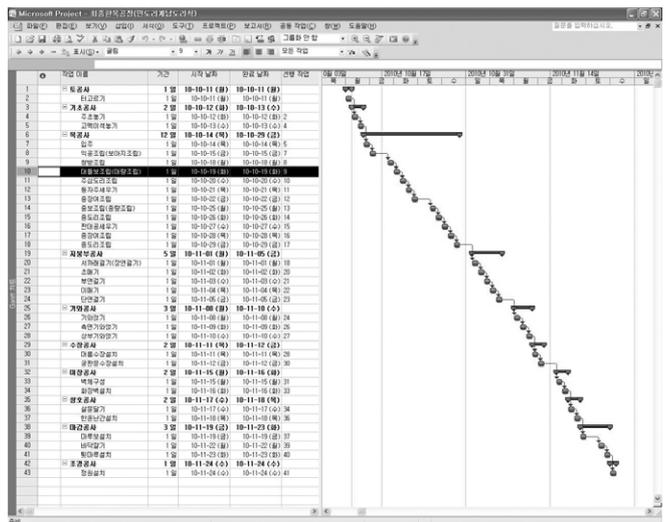


그림 3. 익공식 한옥의 공정표

### 3.2.2 민도리계 납도리식 한옥의 공정계획

민도리계 한옥의 경우도 익공식 한옥의 경우와 마찬가지로 한옥의 시공매뉴얼을 토대로 도출된 작업들을 현대식 공정분류에 맞추어 다음과 같은 WBS를 구성하고자 하였다.

표 5는 민도리계 납도리식 한옥의 작업과 작업에 소요되는 부재들을 정리한 것으로, 익공식 한옥의 경우와 마찬가지로 대부분의 작업들은 작업에 소요되는 부재와 직접 대응되는 것을 알 수 있다. 마찬가지로, 이러한 특징으로 인해 공정시물레이션을 수행할 때, BIM에서 설계된 각 부재 모델들은 각 작업들과 쉽게 연계할 수 있다.

표 5. 민도리계 납도리식 한옥의 작업순서별 작업명과 부재명

순서	작업명	부재명	순서	작업명	부재명
1	터고르기		18	부연결기	부연
2	주초놓기	주초	19	이매기	평고대
3	고맥이석놓기	고맥이석	20	단연결기	단연
4	입주	평주	21	기외얹기	기외
5	익공조립(보아지조립)	초익공	22	측면기외얹기	측면기외
6	창방조립	창방	23	상부기외얹기	상부기외
7	대들보조립(대량조립)	대들보(대량)	24	머름수장 설치	머름수장
8	주심도리조립	주심도리	25	공판문수장설치	공판문 수장
9	동자주세우기	동자주	26	벽체구성	벽체
10	중장여조립	중장여	27	화장벽설치	화장벽
11	중보조립(중량조립)	중보(중량)	28	살문달기	살문
12	중도리조립	중도리	29	한옥난간설치	한옥난간
13	판대공세우기	판대공	30	마루보설치	마루보
14	중장여조립	중장여	31	바닥깔기	바닥
15	중도리조립	중도리	32	툃마루설치	툃마루
16	서까래걸기(장연걸기)	장연	33	정원설치	정원
17	초매기	평고대			

그림 4는 민도리계 납도리식 한옥의 WBS와 액티비티를 구분한 것이고 표 5는 구분한 액티비티를 작업순서에 따라 부재명과 함께 정리한 것이다.

이러한 WBS는 각 사업별 특성에 맞게 수정하여 사용할 수 있다. 한옥의 경우, 칸의 수에 따라 수평 방향으로 추가적인 공정이 발생할 수 있으며, 추가적인 공간의 계획에 따라 수장공사, 미장공사, 마감공사 등의 공정이 추가되거나 수정될 수 있다.

익공식 한옥의 WBS와 액티비티의 구분이 끝나면 스케줄러를 이용하여 작업순서에 따라 선·후 관계를 설정한다.

그림 5는 민도리계 납도리식 한옥의 공정표이다.

### 3.2.3 익공식과 민도리계 한옥의 차이

본 연구에서는 다양한 한옥의 형식들 중에서 현대식 한옥에 가장 많이 사용되는 익공식과 민도리계 한옥을 대상으로 하고 있다.

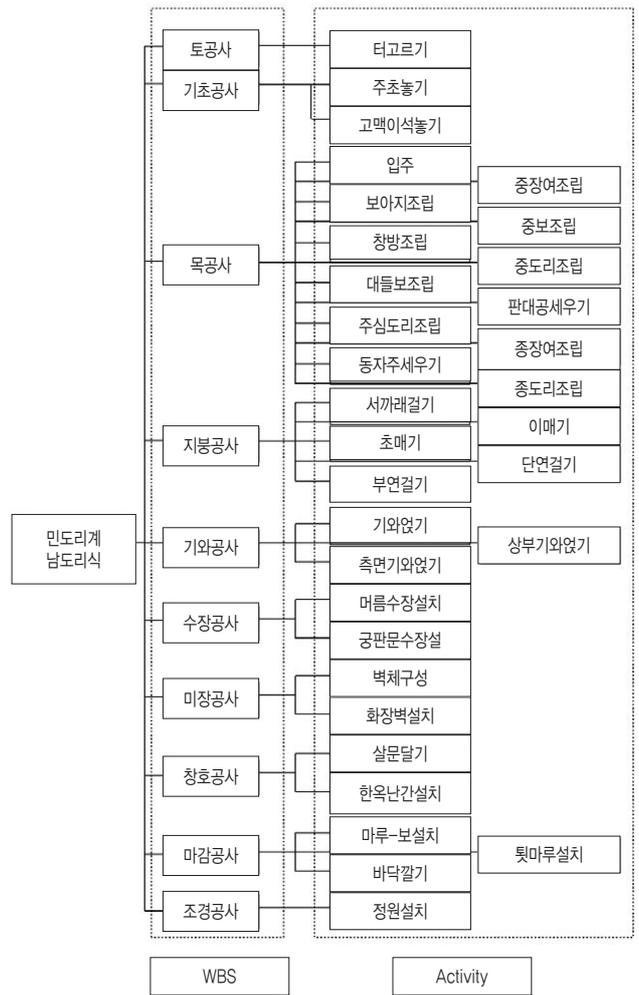


그림 4. 민도리계 납도리식 한옥의 WBS 및 액티비티 구분

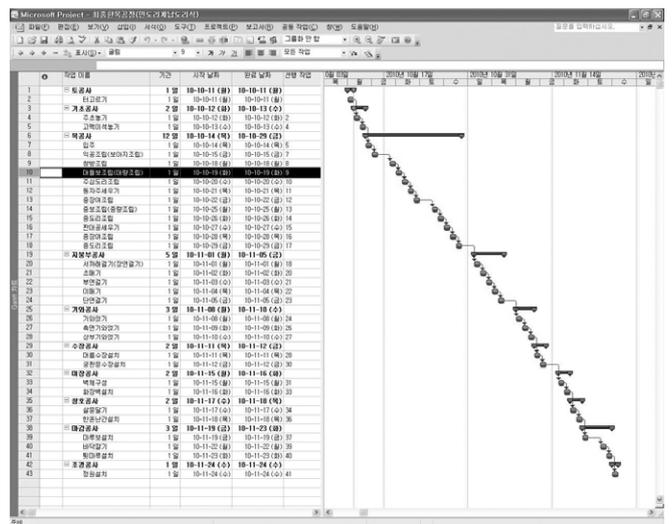


그림 5. 민도리계 납도리식 한옥의 공정표

이들은 기본적인 흐름과 구성에서 큰 차이를 갖지는 않으며, 일부 부재에 있어서 차이를 보이고 있다.

익공식 한옥과 민도리계 납도리식 한옥의 소요부재 및 공정의 차이 분석결과는 표 6과 같다.

표 6. 익공식과 민도리계 한옥의 부재와 공정의 비교

	익공식	민도리계	
		굴도리	납도리
부재	- 주두 및 소로 - 장여	- 주두 및 소로 없음	
		- 장여 있음 - 굴도리 사용	- 장여 없음 - 납도리 사용
공정	- 주두 및 소로 설치 - 장여 설치	- 주두 및 소로 설치 안함	
		- 장여 설치 - 굴도리 설치	- 장여 설치 안함 - 납도리 설치

익공식 한옥은 주두 및 소로, 즉 공포를 사용한다는 점에서 민도리계 한옥과 차이가 있었으며 민도리계 내에서도 굴도리식과 납도리식이 나뉘게 되는데 이는 장여의 유무에 따라 다시 구분하게 되며, 도리 또한 굴도리식은 굴도리를 사용하고 납도리식은 납도리를 사용한다는 점에서 차이가 있었다. 이러한 부재의 차이는 공정에도 영향을 미치게 된다.

#### 4. 시뮬레이션 사례 분석

본 연구에서는 한옥의 기본적인 공정표를 도출하여, 이를 한옥의 시뮬레이션으로 구현하는 방안을 사례연구로서 제시하고자 한다. 이를 위해 한스타일 박람회에서 사용된 한옥 모델을 이용하여 시뮬레이션을 구현하고자 하였다. 그림 6은 모델러로 작성된 익공식 한옥의 사례이다.

익공식 한옥 모델을 시뮬레이션에 사용하기 위해서는 이를 시뮬레이터 전용 파일로 변환해야 하며, 아래는 시뮬레이터 전용 파일로 변환한 결과이다. 부재의 기본적인 구성과 형태 등은 그대로 유지되는 것을 알 수 있다.

공정 시뮬레이션을 위해서는 3D객체와 공정의 각 세부 작업들을 연결시켜주어야 한다. 이러한 연결에는 자동으로 연결하는 방법과 수동으로 연결하는 방법이 있는데, 자동으로 연결하기 위해서는 연결을 위한 규칙을 정의해야 하며, 그렇지 못한 경우에는 직접 수작업으로 연결시켜야 한다.

한옥의 경우, 대부분의 부재와 작업이 대응된다는 점에서 이러한 규칙을 사용하는데 장점이 있다. 다만 작업에는 부재명과 함께 작업을 설명하는 추가설명이 붙는다.

시뮬레이션을 위한 각 객체의 자동연계 기능을 위해서는 공정표의 사용자정의 필드를 사용하여 작업에 소요되는 부재명을 기록해줄 수 있다.

그리고, 시뮬레이션을 구현할 때, 공정표에서 부재로 정의한 사용자정의 필드를 3D 객체의 이름과 매핑(Mapping)하도록 정

의할 수 있다.

그림 8은 이처럼 부재를 정의해놓은 사용자정의 필드를 시뮬레이션의 규칙에서 정의하는 방법을 보여준다.

이처럼 규칙을 정의하더라도 모든 작업을 3D 객체와 자동으로 연결하는데에는 한계가 있다. 다만, 한옥의 경우 일반적인 현대적 건축에 비해 그 비율이 매우 높은 수준이다. 사례연구의 경우 95%정도의 작업을 자동연계할 수 있었다.

사례연구에서 수동연계를 포함하여, 한옥 모델과 모든 공정을 연계한 결과는 그림 9와 같다.

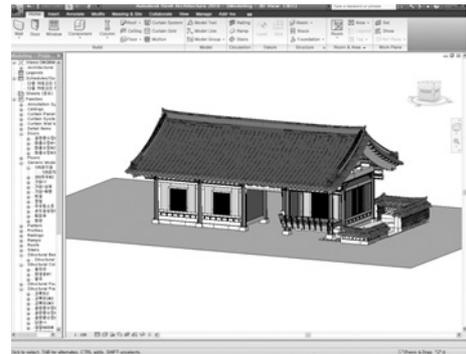


그림 6. 익공식 한옥의 BIM 모델

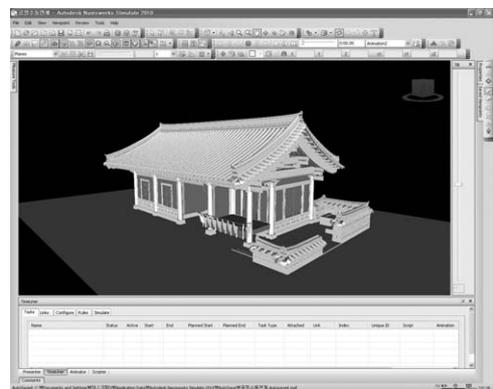


그림 7. 시뮬레이터에서 한옥 모델

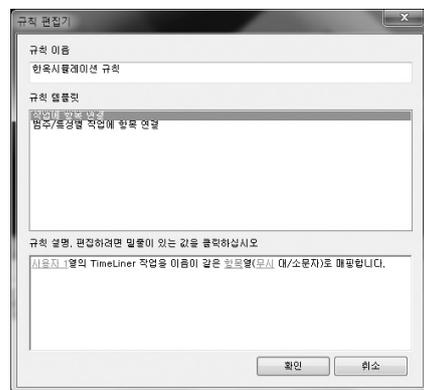


그림 8. 자동 연결을 위한 조건 적용 화면

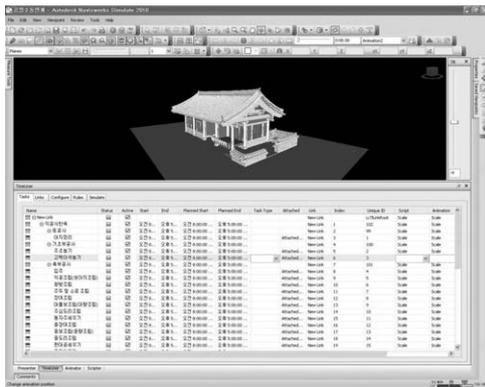


그림 9 수동 연결시 화면

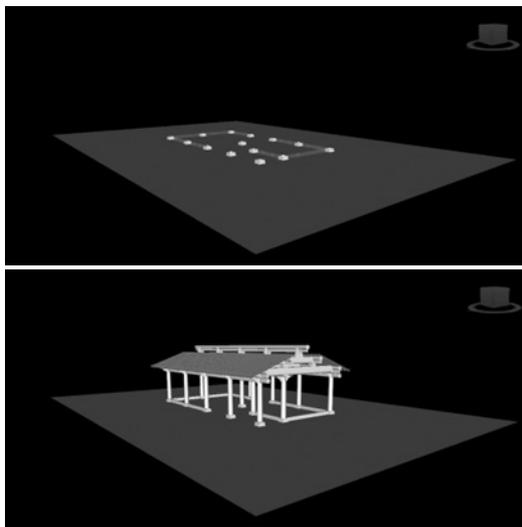


그림 10. 한옥 시물레이션 결과

이렇게 모든 연결이 완성된 경우, 공정표에 정의한 일정에 따라 공정시물레이션을 구현할 수 있다. 그림 10은 공정 시물레이션에서 일부 단계를 보여주고 있다.

## 5. 결론

본 연구는 한옥의 공정을 분석하고 이를 토대로 대표적인 주택 형식인 익공식과 민도리식 한옥의 기본적인 공정을 도출하고, 이를 토대로 현대식 WBS와 공정표를 개발하였다.

또한, 이러한 한옥의 기본 공정을 이용하여 BIM 기반의 공정시물레이션을 구현하는 방안을 도출하고자 하였다.

한옥의 특성상 한옥 시공의 각 작업들은 작업에 소요되는 부재와 직접 연계되므로, 현대식 철근콘크리트 주택에 비해 공정시물레이션에 있어서 큰 장점을 갖고 있다.

연구의 대상으로 정의한 익공식 한옥과 민도리계 납도리식 한옥의 소요부재를 살펴보면 주두 및 소로, 즉 공포가 있느냐 없느냐의 차이가 있으며, 민도리계 굴도리식 한옥과 납도리식 한옥의 차이는 앞서 언급한 것처럼 장여의 존재 유무에 따라 나뉘게

된다. 이처럼 한옥의 공정은 소요부재에 많은 영향을 받게 되며 위치에 따라 부재의 이름이 구분된다.

한옥의 공정시물레이션을 위해서 본 연구에서는 공정표의 사용자 정의필드에 해당 부재를 정의하여 공정과 3D 객체의 자동연계를 극대화하고자 하였으며, 적용한 사례의 경우 95%의 자동연계 비율을 보여주었다. 그 외의 5~10%정도는 수동 연계 또는 별도의 사용자 정의 규칙을 정의해야 한다.

본 논문의 공정은 익공식 한옥과 민도리계 납도리식 한옥의 공정을 대상으로 하고 있다. 한옥은 그 종류가 다양하고 같은 종류에서도 사용부재의 구성 차이에 따라 소요작업이 다르게 되고 따라서 공정에도 많은 차이가 나게 된다. 그러므로 다양한 한옥의 형식에 대응하기 위해서는 각 양식의 부재구성과 공정에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 건설교통부 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 첨단융합건설기술개발사업(과제번호 : 06 첨단융합 E01)의 지원으로 이루어진 것임.

## 참고문헌

박찬 외 6인 (2006), 한옥시공메뉴얼, 전라남도, pp29~153  
 유제승, 김경환 (2009), “자동공정 생성을 통한 4D 시물레이션 시스템 프로토타입 개발에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 제25권 제9호, 대한건축학회, pp173~200  
 장기인 (2003), 한국건축사전, 보성각, 서울, pp11~161  
 조연준, 조길환 (2008), “BIM 체계를 적용한 현대 한옥건축 모델러 개발에 관한 연구”, 한국주거학회 논문집 19권 6호, 한국주거학회, pp55~63  
 조전환 (2008), 한옥-전통에서 현대로, 주택문화사, 서울, pp76~135  
 조진, 박재현, 박원호, 윤석현, 백준홍 (2008), “조합식 공정생성을 통한 BIM 기반 건축시공 시물레이션 시스템 프로토타입 개발에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 제24권 7호, 대한건축학회, pp101~109  
 황두진 (2007), 한옥이 돌아왔다, 공간사, 서울, pp119~17  
 DAVID HEESOM1 and LAMINE MAHDJOUBI(2004), Trends of 4D CAD applications for construction planning, Construction Engineering and Economics, No 22, p171~182  
 Janne Porkka, Kalle Kahkonen(2007), SOFTWARE

DEVELOPMENT APPROACHES AND CHALLENGES  
OF 4D PRODUCT MODELS, CiteSeerx, p85~90

논문제출일: 2011.02.15

논문심사일: 2011.02.18

심사완료일: 2011.04.20

---

## Abstract

Currently, technologies for industrialization and dissemination for Han-Ok are developed actively. Also BIM technologies are actively developed. However, it is difficult to find the research and study cases for construction method and process for Han-Ok. BIM is the technology for managing information with element as a unit for building design, construction and management, and it is closely related to Han-Ok using assembling method for building construction. We analyzed the basic construction processes for IK-Gong and MinDoRi house, typical types of Han-Ok. Also we developed the Work Breakdown Structure of construction process for Han-Ok and suggested the method for construction simulation using BIM. Simple BIM model of Han-Ok which is Ik-Gong type is used for case study. It was possible to link automatically between 3D elements objects and construction activities about 95% in the case study. More studies of construction method for various type of Han-Ok and rules for link between elements and construction activities are required for Industrialization and dissemination of Han-Ok.

**Keywords :** *Han-ok, Process, Simulation*

---