

ARTICLE

전통목조문화재 유지관리방안 수립을 위한 기초연구

황진하* · 권기혁** · 유혜란***

A Basic Study on the Establishment of a Maintenance Plan for Traditional Wood Structure Heritage

Hwang, Jin Ha* · Kwon, Kihyuk** · Yu, Hyeran***

요지

전통목조문화재는 오랜 존치기간으로 재료가 노후화되어 보수 또는 보강하여 원형을 유지하면서 구조적 안정성을 확보한 상태로 보존·관리되어야 한다. 그러나, 현재 전통목조문화재를 보수해야 하는 시기의 기준을 제안하기 위한 기초자료가 부족한 실정이다. 최근 문화재 보존을 위해서는 HBIM을 활용하여 대상 문화재의 자료와 보수 자료 등을 토대로 수리이력 등을 확인하여 향후 문화재를 수리 및 보존을 위한 자료로 활용하고자 한다. 본 연구는 문화재보호법에 규정되어 있는 안전관리방안지침과 함께 전통목조문화재의 하중전달 메커니즘을 기반으로 전통목조문화재 유지관리 기준(안)을 마련하기 위한 항목을 선정하고 향후 HBIM 등의 문화재 통합 보존관리시스템 구축을 위한 기초데이터로 활용하고자 한다.

핵심용어: 전통목조문화재, 유지관리, 구조안전성, 평가항목

Abstract

Wooden Cultural Heritage should be preserved and managed in the original form securing the structural stability while it is being repaired or reinforced due to aging for their long existence. Currently, there is a lack of basic data to propose the criteria for when the wooden cultural heritage should be repaired. For the recent preservation of cultural properties, HBIM is used to input the repair history based on the information and repair data of the targeted cultural heritage, and it would be used for the purpose of repair and preservation of the heritage in the future. This study aims to select items to prepare standards for the maintenance of traditional wooden cultural heritage based on the load transmission mechanism of traditional wooden structures along with the safety management guidelines in the Cultural Heritage Protection Act and use them as the basic data for the future cultural heritage conservation management system.

Keywords: Wooden Cultural Heritage, Management, Safety, Items

* 정회원, 서울시립대학교 건축공학과 박사수료(E-mail: mass0502@naver.com)

Member, Completed Ph.D, Department of Architectural Engineering, University of Seoul

** 정회원, 서울시립대학교 건축학부 건축공학과 교수

Member, Professor, Department of Architectural Engineering, University of Seoul

*** 교신저자, 정회원, 서울시립대학교 건축공학과 박사

Corresponding Author, Member, Ph.D, Department of Architectural Engineering, University of Seoul



1. 서론

전통목조문화재(이하 목조문화재라 함)는 오랜 존치기간으로 재료가 노후화되어 보수 또는 보강하여 원형을 유지하면서 구조적 안정성을 확보한 상태로 보존·관리되어야 한다. 현재 목조문화재를 보수해야 하는 시기의 기준을 제안하기 위한 기초자료가 부족한 실정이다. 최근 문화재 보존을 위해서는 HBIM(Historic Building Information Modeling 이하 HBIM 또는 BIM이라 함)을 활용하여 대상 문화재의 자료와 보수 자료 등을 토대로 확인하여 향후 문화재를 수리 및 보존을 위한 자료로 활용하고자 한다.

문화재를 보호·관리하기 위해서 문화재 통합 보존관리시스템을 구축하는 일환으로 HBIM을 활용하려고 한다. HBIM 데이터를 기반으로 문화재수리 통합데이터모델을 구축하여 문화재별 수리 이력과 부재별 이력 정보를 관리하는 기초데이터를 확보하고 있다. 이를 바탕으로 향후 목조문화재의 유지관리에 있어 일상관리에서 정밀안전진단에 이르기까지 주의관찰이 필요한 항목을 추출하고, HBIM 모델링과 연계하여 구조안전성 평가를 위한 작업이 필요한 실정이다. 목조문화재의 유지관리 항목과 구조안전성을 검토를 위한 항목을 연계하여 대상 문화재의 보존가치를 확보하면서 관리할 수 있는 방안을 제시할 수 있는 기초자료를 마련하고자 하는 것이 본 연구의 배경이다.

본 연구는 문화재보호법에 규정되어 있는 정기조사 등 안전관리방안지침과 함께 전통목구조의 하중전달 메커니즘을 기반으로 한 전통목조문화재 유지관리 기준(안)을 마련하기 위한 항목을 선정하고 향후 문화재 통합 보존관리시스템 구축을 위한 기초데이터로 활용하고자 한다.

2. 목조문화재의 구조안전성 평가항목 제시

목조문화재의 주요 구조부는 기초부, 축가구부, 지붕가구부의 보·도리가 포함된다. 지붕은 일부 구조부재가 서까래 이상의 부재를 지지하고 있는 형상이다. 수리의 주요 원인을 보면 주요 구조부의 변형보다는 수장재 또는 마감재의 훼손에 의한 경우가 대다수이므로 수리이력만으로 구조안전성과 수리의 원인을 판단하는 근거를 마련하기 위해서는 조건이 필요하다. 필요한 조건을 확인하기 위해 목조문화재의 기존 연구를 살펴보면 다음과 같다.

목조문화재의 구조안전성 평가를 위한 조사 및 방법에 대한 연구는 기초적인 자료 수집단계라 볼 수 있다. 대부분의 연구는 2000년대 들어서 시작되었으며 입면상 1/2을 차지하는 지붕 속 중량의 변화에 대한 연구와 함께 계측 및 모니터링 부분에 이르러 다양하게 이루어지고 있다. 하지만, 아직은 소수의 연구자에 의해 진행되고 있는 실정이다.

초기 연구에서는 목조문화재의 구조 특성 및 문제 요인을 파악하기 위해 현장조사와 함께 구조해석 및 분석을 진행하였으나 접합부의 특성, 지붕 하중 등을 일반화하는 데는 어려움이 있었다. 엔지니어나 연구자에게 목조문화재 구조안전도의 평가방법을 소개하는 연구¹⁾부터 습식으로 시공되는 지붕의 하중이 어떻게 변화되는지²⁾를 계측을 통해 확인하였다. 하지만, 건물마다 지붕 내부의 구성, 지붕곡 등이 달라 그대로 적용하는 데는 어려움이 있는 것을 확인하였다.

문화재의 특성상 모니터링이 중요시 되면서 이에 대한 연구도 진행되고 있다. 문화재는 오랜 기간 존치되어 안정화된 상태이므로 변형여부보다는 균열 및 변형의 진행여부가 구조적 안전성에 중요한 요인으로 작용한다. 목조문화재의 구조 모니터링을 통한 구조검토에 대한 전반적인 수행 과정³⁾을 살펴보고, 계측관련에 대한 연구도 진행되고 있다. 계측에 있어 현재는 일부 부재에 대해 결과를 얻고 있으나 건물 전체 거동에 대한 연구는 소수에 불과하다.

건축물의 구조안전에 대한 법령은 건축법에서 규정하고 있으며, 현장 조사 및 평가방법에 대해서는 하위 법령⁴⁾과 지

1) 조철희 외 4인, 「전통 목조건축의 구조 안전도에 관한 사례연구 - 원주 송광사 대웅전을 중심으로」, 『대한건축학회 춘계학술발표논문집』 제22권 제2호, 2002

2) 김형준 외 3인, 「건물 중량 상시계측을 통한 전통목조건축물 하중특성 분석」, 『대한건축학회 추계학술발표대회논문집』, 2020

3) 김영민, 「전통 목조건축물의 구조모니터링을 통한 구조검토」, 『대한건축학회 춘계학술발표대회논문집』 제41권 제1호, 2021

침⁵⁾에 따른다. 문화재는 문화재보호법에 따른 보존·관리 및 활용은 원형유지를 기본원칙으로 하며, 문화재 보존에 관한 기본방향 및 목표를 포함한 종합적인 기본계획을 5년마다 수립하여야 한다. 기본계획에는 문화재 안전관리에 관한 사항이 포함되어 있다. 문화재 보호의 기반 조성으로 화재, 재난 및 도난 방지를 위해 필요한 시책을 수립하고 시행하여야 하며, 초기대응과 평상시 예방관리를 위한 교육훈련을 실시하여야 한다. 대응매뉴얼을 마련하고 정기적 점검·보완하여야 한다. 문화재보호법에는 문화재 관리 및 보호의 일환으로 문화재의 현상, 관리, 수리, 그 밖의 환경보존상황 등에 관하여 정기적으로 조사하여야 하는 정기조사(제44조)항목이 규정하고 있다. 정기조사 절차, 내용, 후속조치 등에 관한 세부적인 사항은 훈령⁶⁾으로 규정하고 있다. 문화재의 보존을 위하여 상시적인 예방관리 사업인 ‘문화재돌봄사업’에 관한 규정이 최근 신설되었으며, 이를 수행하기 위하여 돌봄센터를 설치·운영한다. 문화재돌봄사업의 범위는 다음과 같다.

첫째, 문화재의 주기적인 모니터링

둘째, 문화재 관람환경 개선을 위한 일상적·예방적 관리

셋째, 문화재 주변지역 환경정비 및 재해예방

넷째, 문화재 및 그 주변지역의 재해발생에 대응한 신속한 조사 및 응급조치

다섯째, 해당 문화재의 보존에 영향을 미치지 아니하는 경미한 수리

여섯째, 그밖에 문화재돌봄사업을 위하여 필요한 사항

본 연구는 지침 중 목조문화재에 대한 사항만을 정리하며, 건조물 문화재(목조문화재와 석조문화재 포함)의 안전관리를 위한 조사 방법은 Table 1과 같이 일상관리, 정기조사, 안전점검, 정밀안전진단 등으로 구분하며 각 조사방법은 육안조사를 토대로 하여 진행된다.

Table 1. Investigation Method for Safety Management

	일상관리	정기조사	안전점검	정밀안전진단	보수정비
주기	상시	3·5년	연1~4회	필요 시	필요 시
내용	육안조사 사진촬영 등	육안조사 사진촬영 등	육안조사 변위모니터링 재료비파괴조사 등	지반비파괴조사 구조안정성해석 재료비파괴조사 등	보수·보존처리 주변정비 등

정기조사는 문화재보호법 제44조에 따라 문화재의 현상, 관리, 수리, 전승의 실태, 그 밖의 환경보전 상황 등에 관하여 매 3·5년마다 정기적으로 조사하는 것이다. 당해 문화재의 구조적 안전성 약호 여부, 손상 및 훼손 현황, 보존관리 상태 등을 파악하여 안전점검, 긴급조치, 수리, 종합정비계획 수립, 소요 예산 반영 등이 이루어지도록 함으로써 건조물 문화재의 원형보존을 유지하기 위한 목적이다. 문화재 관련 전문 기관 등에서 관련 전문가에 의한 외관에 대한 육안조사를 중심으로 실시하며 세부 항목은 Table 2와 같다.

4) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 구조설계기준(KDS 14), 건축구조기준(KDS 41) 등

5) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침, 기준 시설물(건축물) 내진성능 평가 요령, 학교시설 내진성능평가 및 보강 매뉴얼 등

6) 문화재청 훈령 제516호, 국가지정문화재 및 국가등록문화재 정기조사 운영 지침

Table 2. Periodic Inspection Check List

점검 대상		점검 내용
개요	지정 현황	문화재 위치, 규모, 연혁, 양식 등 지정 현황
	관리 이력	보수 및 수리 시기 및 예산, 내용 등 관리 이력
	조사자, 조사결과	조사자 및 조사일, 조사결과 등의 조사 현황
공통 사항	부대시설	인접 석축, 옹벽, 담장 및 배수 시설 현황 보호책 및 안내판 등 관람 시설 상태
	주변 환경	주변 수목 및 건축물 등 보존 환경
	소방·안전 관리	화기, 전기, 가스 시설 현황 소화 장비 및 방재 시스템 현황
목조 건조물	기단부	기단 및 계단 등 기단부 양식 및 규모 부재 균열, 파손, 이격 등의 훼손 현황
	축부	초석, 마루, 구조부재 등의 양식 및 훼손 현황 벽체, 창호, 난간, 공포 등의 양식 및 훼손 현황
	지붕부	보, 도리 등의 가구 부재 양식 및 훼손 현황 연목, 부연, 지붕, 기와 등 양식 및 훼손 현황
	단청	벽화 및 단청 양식 및 훼손 현황
	기타	기타 부재 변형 및 부식, 층해 등 훼손 현황

당해 문화재의 보존현황을 명시적으로 파악하고 원활한 후속 조치 수행을 위해 조사 결과를 종합하여 등급으로 제시한다. 국가지정문화재의 경우 앞서 언급된 정기조사 지침에 따라 Table 3과 같이 등급을 분류하고 후속조치를 수행하고 있다.

Table 3. Grading Classification System

등급	정의	후속 조치
A (양호)	보존·관리가 잘되고 있는 문화재	5년 후 정기조사
B (경미보수)	대체적으로 양호하나 「문화재 수리 등에 관한 법률 시행령」 제4조 제1항 별표1에 해당하는 경미한 수리가 필요한 문화재	5년 후 정기조사 경미보수 실시 (문화재보수업체, 돌봄사업단 등)
C (주의관찰)	노후, 훼손 등의 문제가 확인되나 그 정도가 경미하여 동 상태의 진행성 여부를 파악하기 위한 지속적인 육안조사 또는 과학적 장비에 의한 모니터링 등으로 관찰이 필요한 문화재	3년 후 정기조사 변형, 손상부위 육안 관찰 구조모니터링(주기적, 상시 계측)
D (정밀진단)	주의관찰 결과 및 변형 등의 위험요소 발생 우려에 따른 정밀진단이 필요한 문화재	3년 후 정기조사 정밀안전진단 실시 : 당해 문화재의 구조안정성, 재료 물성, 지반 상태 등
E (수리)	정밀진단 결과 수리가 필요하거나, 보수·정비·손상 방지를 위한 조치가 필요한 문화재	3년 후 정기조사 목조문화재 : 부분 해체 보수(서까래 이상 해체보수, 도리 이상 해체보수 등 문화재 일 부분에 대한 보수가 필요한 경우), 전체 해체 보수(전반적인 손상이 심각하여 건물 전체 보수가 필요한 경우)
F (즉시조치)	훼손상태 등이 심각하여 즉시 보수·정비 등이 필요한 문화재	E와 유사

문화재보호법 및 그 하위 법령, 규칙 등을 보면 안전관리 및 조사에 대한 필요성을 인식하고 있으나 조사 결과에 따른 판단근거는 마련되어 있지 않다. 일반 건축물의 경우, 등급 구분하기에 앞서 각 항목별 기준을 제시하여 안전성을 평가하도

록 규정하고 있다. 목조문화재는 각 건물마다의 특성이 다르고 문화재로서의 보존가치가 다르므로 이에 따른 평가기준이 다르게 적용되어야 할 것으로 판단된다.

3. 평가항목에 따른 안전성 검토 기준

3.1 기준 연구 현황

목조문화재의 구조분야에 대한 연구동향은 크게 구조형식, 해석 모델링 및 구조해석, 접합부 구조성능, 그리고 보수·보강이 있다. 세부적으로는 힘의 흐름에 따른 구조형식 분류, 구조체계 비교, 목구조의 분석과 자료 모델링, 해석을 위한 모형화 기법, 정적 수직하중에 대한 해석, 지진하중에 대한 해석, 접합부 구조실험, 가공기법, 결구방법, 풍화손상, 추녀부재 보강, 노후목조 건물의 보수공법 등이 있다. 최근 BIM 자동화 설계도구 개발 및 파라메트릭 모델링에 관한 선행연구로 모델링 대상과 모델링 도구를 비교⁷⁾하는 연구도 진행되기 시작하였다.

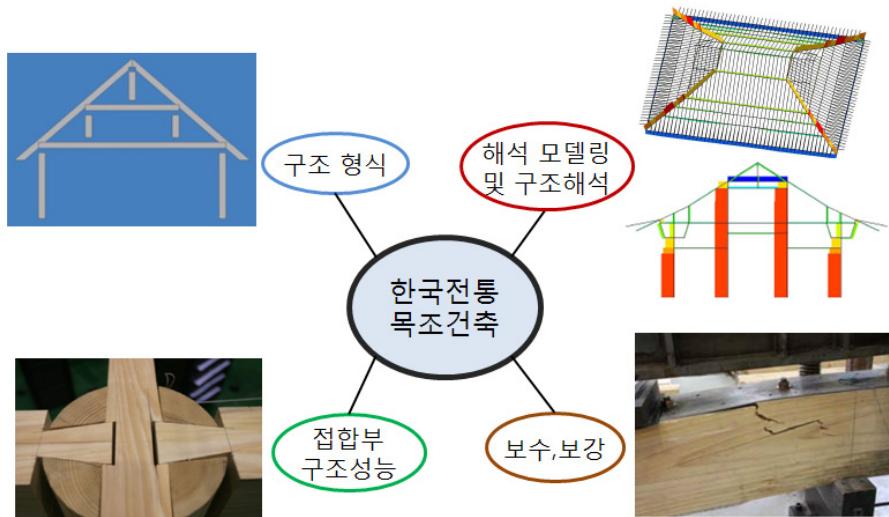


Fig. 1. A Study on the Structural Field of Traditional Wooden Structures

문화재 통합 보존관리시스템으로 활용하기 위한 BIM과 관련된 연구분야를 보면 다음과 같다. 문화재 관련 BIM 학술 연구 분야에서는 2008년⁸⁾부터 건축 문화재의 기록 보존, 작성 방법으로 BIM이 도입되기 시작한 이후 BIM 기반 문화재 라이브러리 개발 고려 요소 분석⁹⁾, BIM 기반 건축 문화재 공간정보 구성방식의 보완 가능성¹⁰⁾, BIG DATA와 BIM을 응용한 건조물 문화재 변위 진단 System 개발에 관한 연구¹¹⁾, 목조문화재 3D 스캔 데이터의 BIM 구현 및 활용 연구¹²⁾까지 BIM을 문화재 분야에 도입, 적용하기 위한 연구가 주로 진행되었다. 연구 세부 내용으로는 BIM 모델링 구축 방법, BIM 분류체계, BIM 유지관리 및 활용 등에 관한 연구가 이루어졌다. 문화재 변위 진단과 시스템 개발을 위한 BIM 시스템 적용, 이를 통한 효율적 관리방안 연구 등을 위해 BIM의 도입과 적용이 필요하다는 연구 성과들이 있다. 건조물문화재에 적

7) 김소영 외1인, 「한국 목조건축의 파라메트릭 모델링 연구의 현황과 문제점」, 『대한건축학회 추계학술발표대회논문집』 제33권 제2호, 2013

8) 정인훈, 정진주, 최호승, 국내 건축문화재 기록의 보존 및 작성방법으로의 BIM(Building Information Modeling) 적용방안 연구, 대한건축학회지회연합논문집 10권2호(통권34호), 2008년 6월

9) 박재현 외5인, BIM기반 문화재 복원 및 유지관리를 위한 라이브러리 개발 고려요소 분석, 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집 2012

10) 최현상, BIM기반 건축문화재 공간정보 구성방식의 보완가능성, 연세대학교, 2014, 석사

11) 신병욱, BIM을 적용한 목조건축문화재 기록데이터 활용방안에 관한 연구, 한국농촌건축학회논문집, 2019

12) 오정은, 문화유산 3D스캔 데이터 자동 형상평가 시스템 연구, 한국전통문화대학교, 2020, 석사

용하는 BIM의 개념은 객체에 대한 정보 즉, 속성 정보를 기반으로 한다는 점에서 공통점이 있지만 일반건축에 적용하는 것과 차이를 갖는다. BIM을 통해 문화재의 형상 정보뿐만 아니라 수리 이력 정보 등을 담고 문화재의 과거, 현재, 미래를 통합 관리할 필요가 있는 것이다.

3.2 목조문화재의 힘의 흐름

목조문화재의 서까래 이상 부재는 하중으로 산정하여 절점 또는 등분포하중으로 적용한다. 지붕 하중은 도리를 통해 보와 대공 등의 수직재를 통해 하부로 전달되며, 최종적으로 기둥, 기초로 전달되며 메커니즘을 간단하게 정리하면 Fig. 2와 같다.

기둥 상부는 공포가 놓여 공포를 모델링함에 있어 외출목도리와 주심도리에 하중이 전달되면 하부 공포부재에 힘이 전달되는 형태이다. 이를 고려하면 주심도리와 외출목도리에 부재를 설치하여 힘이 전달되도록 한다. 전달된 하중에 의해 부재가 받는 힘을 고려하여 공포부는 별도로 해석하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 공포 부재를 보면 살미와 첨차가 서로 직교하여 중첩되는 형태로 두 부재가 결구되는 위치는 단면의 춤이 줄어들게 된다. 두 부재가 중첩됨에 따라 압축하중에 대한 단면 손실은 없으나 힘에 대한 저항 단면이 감소한다. 기둥을 중심으로 내외출목 도리에 하중이 작용하면 포부재의 상부가 인장을 받고 하부는 압축을 받는 전형적인 휨부재이다. 일반적인 보는 중도리에 작용하는 하중이 대공을 통해 보에 작용하므로 상부가 압축, 하부가 인장을 받는 형상이다.

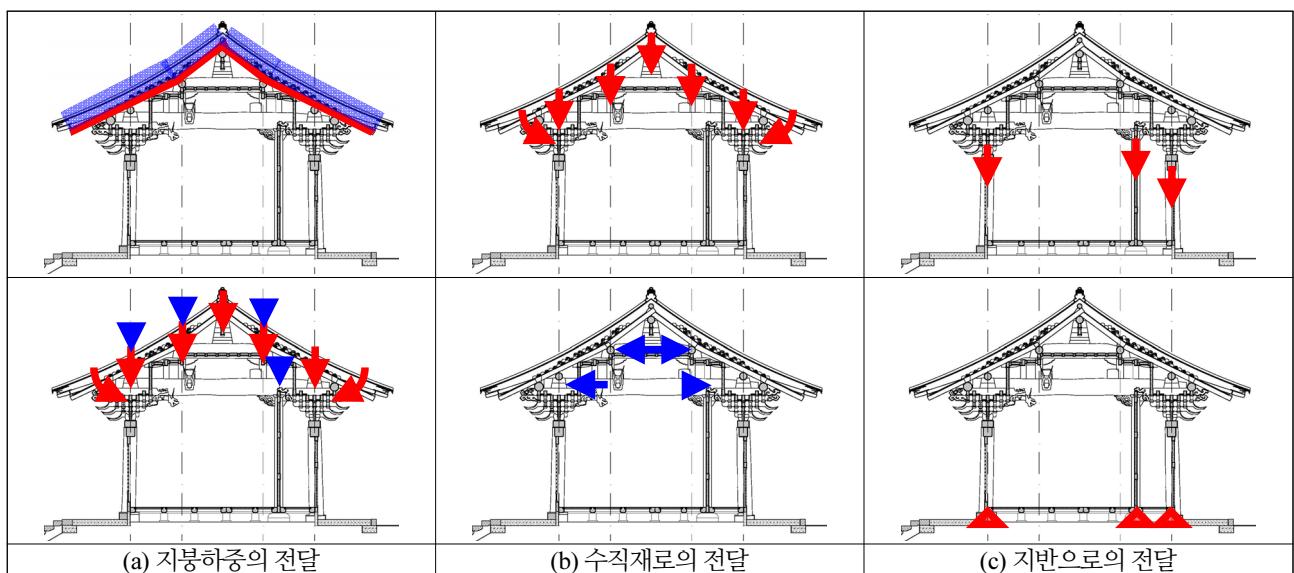


Fig. 2. Load Transfer of Traditional Wooden Structures

3.3 유지관리를 위한 평가항목 선정안

목조문화재는 1회의 현장조사로 구조안전성을 확인하는 것은 어렵다. 건립 이후 수리를 통해 변화된 사항 등에 대한 조사와 함께 변형의 진행성과 원인을 파악하는 단계가 필요하다. 이러한 목조문화재의 문화재적 가치 요소를 반영하면서 구조안전성을 판단할 수 있어야 한다는 전제하에 선정하여야 한다. 목조문화재의 안전성을 검토하기 위해 평가항목을 선정하기에 앞서 다음 사항을 고려하여야 한다.

첫째, 문화재 보수 원인으로 건물의 안전성을 평가할 수 있는가?

둘째, 문화재의 주요 구조재는 기둥, 창방, 대들보, 도리 등을 말한다. 대상 건축물의 보수를 결정하는 주요 원인이 주요 구조재에 대한 문제인가?

셋째, 유지관리를 위한 기준 마련이 주요 구조재의 안전성에 대한 것인가?
 넷째, 문화재의 지정 가치 요소에 대한 사항을 반영할 수는 없는가?
 위 사항을 고려하여 목조문화재의 한 평가항목은 Table 4와 같이 선정할 수 있다.

Table 4. Recommendation for Structural Stability Evaluation Criteria

보존가치	평가항목
주요 구조부재의 변형이 발생하였는가?	
- 기둥	부후, 균열, 변형
- 창방 및 평방(수평재)	부후, 균열, 변형
- 보	부후, 균열, 변형
- 도리	부후, 균열, 변형
- 추녀 및 사래	부후, 균열, 변형
공포의 변형이 발생하였는가?	
- 살미 및 첨차	파손 및 변형
- 주두 및 소로	파손
기초 및 기단의 변형이 발생하였는가?	
- 기초석	파손
- 기단	배부름
최근 주요 공사가 있었는가?	
- 보수범위	주요 구조부 또는 수장재, 기와공사 등
- 보수내용	재료 변경, 구조 변경 등
주변환경 변화가 발생하였는가?	공사 등으로 지반 침하 등

각 평가항목이 발생하게 된 원인을 찾아가는 단계가 반드시 필요하다. 예를 들어, 목조문화재의 변형 즉, 기울기가 발생하였을 경우 수리 이력을 찾아보면 기둥의 동바리 이음 또는 자붕의 일부 기와고르기 등 보수가 행해졌던 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

목조문화재는 오랜 존치기간으로 재료가 노후화되어 보수 또는 보강하여 원형을 유지하면서 구조적 안정성을 확보한 상태로 보존·관리되어야 한다. 현재 목조문화재를 보수해야 하는 시기의 기준을 제안하기 위한 기초자료가 부족한 실정이다. 최근 문화재 보존을 위해서는 HBIM을 활용하여 대상 문화재의 자료와 보수 자료 등을 토대로 확인하여 향후 문화재를 수리 및 보존을 위한 자료로 활용하고자 한다. 본 연구는 목조문화재 유지관리 기준(안)을 마련하기 위한 항목을 선정하기 위해서는 목조문화재의 안전성을 검토하기 위해 평가항목을 선정 시 다음 사항을 고려하여야 한다.

우선적으로 목조문화재의 지정 가치 요소에 대한 사항을 반영 여부, 다음으로는 건물의 안전성에 영향을 미치는 목조문화재 보수이력이며, 마지막으로는 대상 목조문화재의 보수를 결정하는 주요 원인이 주요 구조재 또는 수장재 등의 보수 범위이다.

목조문화재의 유지관리를 위한 평가항목을 선정하는 기초연구로서 향후에는 각 건물별의 수리의 원인, 일반적으로 파손 유형 등을 고려하여 HBIM의 수리 이력 관리와 함께 구조안전성을 평가하는 해석적 연구가 이루어져야 하며, 일본, 중국 등에 대한 자료분석을 통해 구체적인 항목을 제시할 필요가 있다. HBIM 기반 3D 데이터를 통한 문화재 통합 보존관리 시스템은 각 부재 특성에 대한 입체적 검토를 가능하게 하며, 향후 해당 문화재 각 부재의 유지관리 및 수리 시 교체 등의

업무에 활용할 수 있을 것이다. 다만, 공학적 접근에 의한 대상 문화재를 보수·보강하는 방안을 강구하는 것이 아니라 문화재적 측면에서 보존가치를 유지하면서 최대한 원형을 유지할 수 있는 방안이 필요하므로 이에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

References

- Cho, C.H., Choi, J.S., Cho, C.H., Yoon, W.K., Kim, J.S. (2002). A Case Study on Structural Safety of Traditional Wooden Architecture - Focused on the main building of Wanju Songgwang Temple-, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Choi, H.S. (2014). A study on the possibility of reconfigurations of architectural cultural assets spatial Information by BIM -The case of spatial configurations of Sungnyemun recovery process-, the Korea Institute of Building Construction, Korea.
- Cultural Heritage Administration, Order No. 516, Guidelines for the Operation of Regular Survey of State-designated Cultural Properties and State-registered Cultural Properties.
- Jeong, I.H., Jung, J.J., Choi, H.S. (2008). BIM as the application for Preserving and Documenting Architectural Archives of Korean Cultural Properties, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Kim, H.J., Kim, W.J., Shin, E.M., Ha, T.U. (2020). Verification of the method of calculating the load by column of traditional wooden building by constant measurement of building weight, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Kim, S.Y., Jeon, B.H. (2013). Current state and drawbacks of Han-ok parametric modeling, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Kim, Y.M. (2021). Structural Check of Korean Traditional Timber Structure by Structural Monitoring, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Oh, J.E. (2020). A Study on Automatic Shape Evaluation System for 3D Scanning Data of Cultural Heritage, Graduate School of Cultural Heritage, Korea National University of Cultural Heritage, Korea.
- Park, J.H., Choi, H.S., LEE, S.R., AN, D.W., CHOI, C.H., Kim, S.W. (2012). Considerations Analysis of Libraries Development for BIM Based Restoration and Maintenance Management of Cultural Heritages, Architectural Institute of Korea, Korea.
- Shin, B.U. (2019). A Study on the Utilization of Documentation using BIM on Wooden Architectural Cultural Assets, Journal of the Korean institute of rural architecture, Korea.