



AHP분석기법을 활용한 문화재 재난안전도 가중치 평가방안 연구

AHP Analysis Techniques for the Weighted Evaluation of Cultural Heritage Disaster Safety Management Systems

조홍석* · 서현정**

Cho, Hong Seok*, and Suh, Hyun Jung**

Abstract

With more government attempts being made to establish a safety management system that is both anticipatory and preventative, the necessity is increasing for the establishment of a management system to manage and apply the information of damage and safety management for cultural heritage. As the ultimate purpose of the present research is to establish an efficient and systematic damage and safety management system for cultural heritage, we evaluated the weighted grades, adopting the AHP analysis tool to develop a quantitative evaluation index, which will support rational decision-making. To take into account the comprehensive management of damage and safety for cultural heritage, the evaluation index is divided into the risk (negative) and reduction (positive), threatening (external factors) and vulnerability (internal factors), and the supplementation (external factors) and prevention of disaster (internal factors). Furthermore, using a case study, 16 evaluation points have been developed as the preliminary points. This demonstrated that human resources for prevention and preventive management were the two areas with the highest weighted grades.

Key words : Cultural Heritage, Disaster Safety Degree, Weighted Evaluation, AHP

요 지

문화재 재난의 선제적·예방적 측면을 고려한 안전관리체계 마련을 위한 정책적 노력이 다각도로 전개되고 있는 가운데, 특히 문화재 재난안전관리정보를 보다 체계적으로 관리·활용하기 위한 관리시스템 구축의 필요성이 더욱 높아지고 있다. 이에 본 연구는 효율적이고 체계적인 문화재 재난안전관리시스템 구축을 궁극적 목표로 설정하고, 합리적 의사결정지원을 위한 정량적 평가지표 개발을 도모하기 위해 AHP분석기법을 활용한 가중치 평가를 실시하였다. 문화재의 재난관리와 안전관리를 종합적으로 고려하기 위하여 평가지표를 위협성(음성지표)과 저감성(양성지표)으로 구분하고, 요인별 특성에 따라 각각 위협성(외부요인)과 취약성(내부요인), 보완성(외부요인)과 방재성(내부요인)으로 구분하여 기본항목을 설정하였다. 또한, 사례분석을 통하여 기본항목에 대한 16개 세부 평가항목을 설정하였다. 가중치 산정결과, 문화재 자체의 방재인력 확보 및 예방관리 방안이 주된 평가요소로 가중치가 높게 나타났다.

핵심용어 : 문화재, 재난안전도, 가중치 평가, 계층분석기법

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

정부는 핵심 국정목표 중 하나로 ‘안전한 사회 구현’을

설정하고, 보도자료(Ministry of Security and Public Administration, 2013)를 통해 안전관리 체계 구축을 위한 4대 전략 및 16대 중점 추진과제를 발표하였는데, 세부 실천 과제 가운데 통합관리시스템, 안전지수 및 안전지도의 구축

*정회원, 재단법인 에이치아이정책연구원 부설 역사문화연구원 센터장, 공학박사(E-mail: hscho1128@paran.com)

Member, Ph.D., Director, Research Center of History and Culture affiliated with Historic & cultural environment Improvement Policy Institute

**교신저자, 정회원, 재단법인 에이치아이정책연구원 부설 역사문화연구원 센터 책임연구원(Tel: +82-31-478-9910, Fax: +82-31-478-9901, E-mail: shyunj@hanmail.net)

Corresponding Author, Member, Senior Research Engineer, Research Center of History and Culture affiliated with Historic&cultural environment Improvement Policy Institute

등 보다 선제적·예방적·근원적 측면을 고려한 관리체계 마련을 위한 정책적 노력을 다각도로 전개하고 있어 문화재 관리행정에 시사하는 바가 크다 하겠다.

이러한 정책흐름과 연계하여 문화재의 경우 그간 특정 문화재 및 재난유형을 중심으로 추진되어 오던 재난안전관리사업의 대상 확대와 설비투자 중심의 재정지원사업의 효율성을 제고하는 한편, 개별 문화재의 재난안전관리정보를 보다 체계적으로 관리·활용하기 위하여 지속적이고 종합적 관점에서의 문화재 재난안전관리시스템 구축 필요성¹⁾이 대두되고 있다.

특히, 문화재의 경우 재난에 대한 원형보존적 측면이 매우 중요함에 따라 이러한 특수성이 반영된 재난안전관리시스템 개발이 필요하다.

그러나 현재까지 개발된 문화재 재난안전관리 지표는 일부 대상에 한정되었거나, 보존관리측면 위주로 항목이 개발되어 종합적인 문화재 재난안전관리를 위한 활용에는 한계가 있는 실정이다.

이에, 문화재의 재난안전관리상황에 대한 기초데이터의 통합구축과 더불어 재난안전관리능력 향상을 위한 정량적 지표를 적용한 보다 체계적이고 합리적인 문화재 재난안전도 가중치 평가가 더욱 절실하다 하겠다.

따라서, 본 연구는 궁극적으로 체계적이고 효율적인 문화재 재난안전관리시스템 구축을 위하여 AHP분석기법을 활용한 정량적인 문화재 재난안전도 가중치 평가방안 개발을 목적으로 한다.

이를 위해, 문화재 재난안전도 평가모형을 설정하고, 세부 평가지표에 대하여 AHP분석기법을 활용하여 가중치를 산정, 도출된 가중치 결과를 검토함으로써 가중치 평가 분석기법의 실효성을 검토하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 공간적 범위는 국가지정문화재 가운데 목조문화재 333건²⁾을 대상으로 하였고, 시간적 범위는 문화재 재난안전관리시스템 구축 로드맵(HEPI and KKII, 2012)에 따라 2013년을 기준년도로 설정하여 기초자료를 수집하였다.

내용적 범위는 AHP분석에 대한 이론적 고찰을 토대로 문화재 재난위험도 평가항목 설정, AHP분석기법을 활용한 가중치 산정, 평가모델 적용으로 구성하였다.

이는 문화재 재난안전관리시스템 개발 과정(Fig. 1 참조) 가운데 ‘평가지표 및 평가기준 설정(2단계)’에 해당하는 것으로 가중치 평가를 통한 평가기준 마련과 관련된 내용을 중점적으로 검토하였다.

이를 위해, 기 적용된 주요 재난유형별 위험평가기준 및 지표화 관련 사례를 분석하여 추출된 평가항목의 가중치 부여방안을 모색하였고, 가중치 평가방식은 일반적으로 의사결정 및 지표설정을 위해 사용되고 있는 사회과학조사기법 가운데 실용적 기법인 AHP를 적용하였다(Fig. 2).

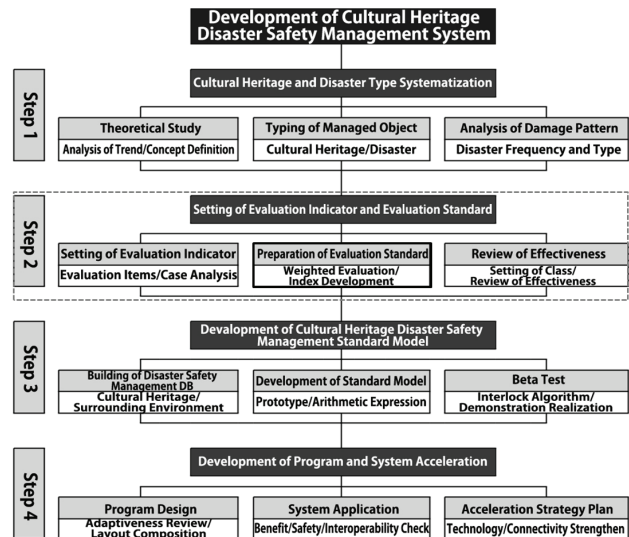


Fig. 1. Propulsive Phase of the Development for Disaster Safety Management System of Cultural Heritage

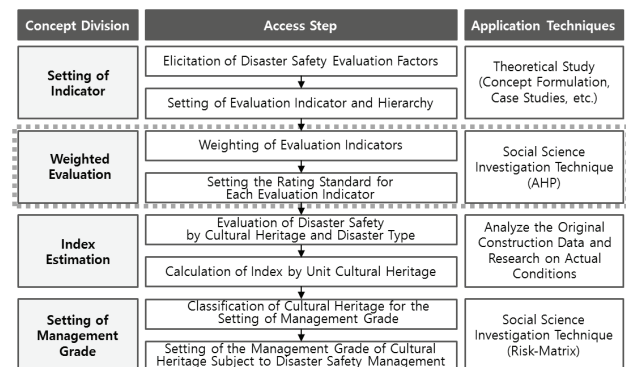


Fig. 2. Weighted Ratings and Management Grade Set Process

2. 이론적 고찰

2.1 AHP분석기법

‘AHP(Analytic Hierarchy Process)’는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이고 복합적인 경우 이를 계층화(Hierarchy)하여 주요 요인과 세부 요인으로 분류하고, 이러한 요인들을 쌍대비교(Pairwise Comparison)하여 중요도를 산출하는 분석방법이다(Saaty, 1980).

1) 문화재청은 ‘문화재 보존·관리·활용 5개년 기본계획(12~16)을 기초로 문화재 재난안전관리의 변화된 정책 패러다임을 수용하여 보다 선제적이고 종합적인 재난안전관리 및 보존역량 강화를 위해 사전 예방적 관점에서의 문화재 재난안전관리시스템의 구축을 추진하고 있다. 이에 따라, 단계적으로 ‘문화재 안전관리 법제화 방안’, ‘문화재 재난위험지수 개발’ 등 구체적인 연구활동이 활발히 전개되고 있다 (Cultural Heritage Administration, 2012).

2) 최근 문화재청에 보고된 자료에 따르면, 문화재유형별 재난피해이력은 목조문화재의 빈도가 상대적으로 가장 높게 나타나고, 재난유형의 특성상 화재에 취약한 목조문화재의 소실의 경우, 원형회복의 가능성이 매우 낮다는 점을 감안하여 우선적 분석대상으로 설정하였다.

분석과정은 우선 평가항목을 쌍대비교항목으로 구성한 후 설문응답을 실시하여 일관성지수 및 대응가능지수 검토를 통해 신뢰성 여부를 판단하고, 기하평균 행렬을 통해 지표별 가중치를 산출한다(Fig. 3).

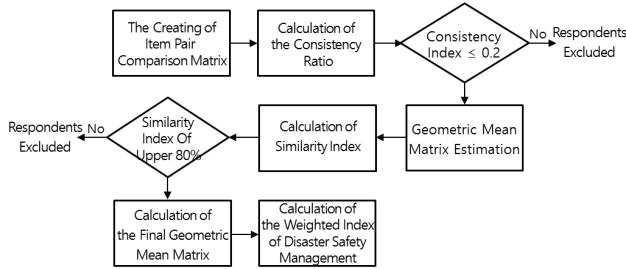


Fig. 3. Analysis Process of Assessment Items Utilizing AHP

AHP분석기법의 신뢰도가 확보되기 위해서는 일관성지수(Consistency Index, CI)의 확보가 요구되는데, 이에 대해 AHP분석기법을 처음 제안하였던 미국 피츠버그 대학의 사티(Saaty, T.) 교수는 일관성지수가 0.2이하인 경우 이를

‘허용할 수 있는(Tolerable) 평가’로 규정하고 있는 바(Saaty, 1983), 본 연구에서는 이를 준용하였다.

아울러, 개별 응답자의 응답결과가 일관성지수를 확보하였더라도 응답자의 특성에 따라 지나치게 편중된 의사가 반영될 경우 전체 응답결과에 영향을 미칠 수 있는 바, 이를 보정하기 위한 방법으로 대응가능지수(Similarity Index, SI)가 활용되고 있는데(Saaty, 1996), 본 연구에서는 이를 적용하여 하위 20%에 대해 제외하고 평가를 실시하여 결과의 신뢰도를 높이고자 하였다.

2.2 선행연구분석

선행연구는 문화재 재난관리시스템 구축을 위한 현황진단 및 개선방안 연구(Suh and Cho, 2013)의 동향분석 사례를 토대로 문화재 분야의 AHP분석기법 활용사례를 중심으로 검토하였다. 문화재의 효율적인 관리를 위해 AHP분석기법을 적용한 주요 연구사례를 검토해본 결과, 목조문화재의 화재 위험도평가에 집중되어 있는 것으로 나타났는데, 이중 본 연구와 직접적으로 관련이 있다고 판단되는 사례를 선별하여 비교분석을 실시하였다(Table 1).

Table 1. Comparative Analysis of Application Case of AHP Analysis Method for Effective Cultural Heritage Management

Division	A Study on the Fire Fighting General Index for Fire Fighting of Crowded Wooden Building Cultural Asset (Kwon and Lee, 2012)	Disaster Management of Cultural Assets in Korea (Han, 2009)	Development of the Decision Support Model for Prioritizing the Cultural Properties Repair (Song et al., 2007)
Purpose of Study	• Establishment of Fire Prevention Criteria for Community Type Wooden Building Cultural Assets	• Applying Feed-forward Control Method as a Preventive Measure of Cultural Property Disaster	• Evaluation of the Urgency of Repairing to Determine the Cultural Properties to Be Repaired
Subject	• Cluster Type Wooden Building Cultural Property	• Wooden Building Cultural Property	• Building Cultural Property
Disaster type	• Fire	• Fire	-
Sample target	• 49 People(Academic Research Group, Architectural Design Specialist, Administrative Expert, etc.)	• 12 People(Cultural Property Conservation Management Specialist)	• 18 People(Cultural Property Repair Specialist)
Reliability Review	• Consistency Ratio(C.R.)<0.1 • No Similarity Index(S.I.)	• Consistency Ratio(C.R.)<0.2 • No Similarity Index(S.I.)	• Consistency Ratio(C.R.)<0.1 • No Similarity Index(S.I.)
Main Content	Basic Items	• Importance of Cultural Properties>Fire Risk	• Extent of Damage>Relative Importance>Management Policy
	Particular Items	• Historical Representation, Symbolism, Fire Load Assessment	• Risk of Accident>History · Artistry · Symbolism
Implication	• Ambiguity of Criteria for Classifying Hierarchy Items • Reduced Effectiveness Due to the Lack of Risk Index by Cultural Property	• Ambiguity of Criteria for Classifying Hierarchy Items • Reduced Effectiveness Due to the Lack of Risk Index by Cultural Property	• Inadequate Detail of Cultural Property Material Properties and Disaster History

군집 목조 건축문화재 화재대응 연구(Kwon and Lee, 2012)에서는 군집 목조 건축문화재의 화재 위험도평가를 위하여 AHP분석기법을 적용했는데, 기본항목의 경우 화재 위험도(0.375)보다 문화재중요도(0.625)가 높게 나타났고, 세부항목의 경우 문화재위험도에서는 역사적 대표성과 상징성(0.347), 화재위험도에서는 화재하중평가(0.437)가 높게 나타났다. 대상의 범위 및 기본항목 구성은 구체적이던데 반해, 세부항목의 구분 기준이 모호하고 산출된 가중치의 개별 문화재에 대한 실제 적용을 통한 실효성 검증이 이루어지지 않아 연구결과의 활용에 한계가 있었다.

문화재 재난관리 연구(Han, 2009)에서는 목조문화재의 화재위험도 평가를 위하여 AHP분석기법을 적용했는데, 기본항목은 관리체계(0.452), 예방체계(0.237), 대비체계(0.159), 대응체계(0.152) 순으로 나타나 관리체계에 대한 중요도가 높게 평가되었고, 통합가중치에서는 조직보강(0.189), 예산확대(0.174), 사회인식개선(0.105) 순으로 나타나 인력 및 예산확대, 그리고 사회인식개선에 대한 중요도를 높게 평가하고 있는 것으로 나타났다. 인력 및 사회인식개선에 대한 중요도를 계량적으로 확인하였다는 점은 인상적이나, 계측항목 구분 기준이 모호하고 문화재별 위험지수를 적용하지 않아 실효성에 한계가 있는 것으로 분석되었다.

우선수리대상 문화재 선정을 위한 의사결정 지원 모델 개발(Song et al., 2007)에서는 건조물 문화재의 우선수리대상을 선정하기 위하여 AHP분석기법을 적용했는데, 기본항목은 문화재 손상도(0.488), 문화재의 상대적 중요도(0.305), 문화재 관리정책(0.207) 순으로 나타났고, 통합가중치에서는 안전사고 위험도(0.167), 역사·예술·상징성(0.157) 등이 중요하다고 분석되었다. 평가목적 및 기본항목의 구성은 구체적이라 하겠으나, 세부항목 구성에 있어 함께 고려되어야 할 문화재의 물성 및 재난빈도 등 재난안전관련 항목의 누락에 따라 총체적 상황에 대한 중요도평가에는 한계가 있는 것으로 분석되었다.

종합하면, 위 사례의 경우 표본은 일반적으로 행정담당자 및 실무전문가를 대상으로 약 10~50명 규모에서 조사되었는데, 일관성비율(C.R.)은 0.1~0.2의 범위가 일반적이었으나 대응가능지수(S.I.)는 고려한 사례가 없고, 지표에 대한 계측항목 기준이 모호하며, 실제 문화재를 대상으로 한 실효성 있는 검토가 이루어지지 않음에 따라 연구결과의 활용도에 한계가 있는 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 보다 범용적 활용을 위해 지표의 영역을 포괄적으로 구성하는 한편, 20~40명의 문화재 재난안전관리 전문가를 대상으로 한 설문조사를 실시한 후 조사결과의 신뢰성을 높이기 위해 일관성지수의 적용과 함께 대응가능지수도 함께 검토하도록 하였다.

3. 가중치 적용

3.1 평가항목의 구성

3.1.1 기준항목

효율적인 문화재 재난안전관리시스템 개발을 위한 평가 기준 설정에 있어 무엇보다 문화재 재난관리와 안전관리 정도를 계량화할 수 있는 지표를 도출하는 것이 중요하다.

이에 본 연구에서는 문화재에 대한 재난관리와 안전관리를 모두 포괄하는 개념으로써 ‘문화재 재난안전관리’라는 용어를 사용하고(Cho and Suh, 2015), 이를 토대로 문화재 재난안전관리와 관련된 평가항목을 ‘위험성(Risk)’과 ‘저감성(Reduction)’으로 구분·적용하였다(Table 2).

Table 2. Classification of Standard Items

Division	Contents
Risk (Negative Indicator)	• Degree of Internal and External Risk Factors Affecting Cultural Heritage Damage
Reduction (Positive Indicator)	• Degree of Internal and External Reduction Factors to Preserve Cultural Heritage from Disaster

‘위험성’은 문화재가 재난으로 인하여 해로움이나 손실이 생길 우려가 있거나 그런 상태로써, 요인별 특성에 따라 ‘위협성(Threat, 외부요인/환경)’과 ‘취약성(Vulnerability, 내부요인/문화재)’으로 구분된다.

‘저감성’은 위험성과 반대되는 개념으로 재난위험을 낮추어 줄이는 성질로써, 요인별 특성에 따라 ‘보완성(Supplementation, 외부요인/환경)’과 ‘방재성(Prevention of Disasters, 내부요인/문화재)’으로 구분된다.

3.1.2 기본항목

앞서 평가지표의 기준항목으로 설정한 위험성과 저감성을 기준으로 외부요인과 내부요인을 고려하여 위험성은 ‘위협성’과 ‘취약성’, 저감성은 ‘보완성’과 ‘방재성’으로 기본항목을 각각 세분화하였다(Table 3).

Table 3. Classification of Basic Items

Division	Basic Items	
	External Factor	Internal Factor
Risk	Threat	Vulnerability
Reduction	Supplementation	Prevention of Disasters

‘위협성’은 ‘외부 환경으로 인해 문화재 원형훼손에 영향을 미칠 수 있는 위협정도’를, ‘취약성’은 ‘문화재가 지니

고 있는 원형훼손에 영향을 미칠 수 있는 취약정도'를 의미한다.

‘보완성’은 ‘재난으로부터 문화재 원형보존에 영향을 미칠 수 있는 외부 환경의 보완정도’를, ‘방재성’은 ‘재난으로부터 문화재 원형보존에 영향을 미칠 수 있는 자체적 방재정도’를 의미한다.

3.1.3 세부항목

문화재 재난안전관리시스템 개발방향과 부합하도록 문화재 내부와 외부, 위험요인과 저감요인을 구분하여 도출한 4개 기본항목(위협성, 취약성, 보완성, 방재성)에 대하여 기본항목의 성격 및 문화재 재난안전관리 특성을 고려하는 한편, 종합적인 사례분석을 통해 총 16개 세부항목을 구성하였다(Table 4).

‘위협성’을 평가하기 위하여 재난안전 관련 문화재 외부 환경에 대한 노출정도(밀집도, 관람정도 등)를 의미하는 ‘노출정도’, 문화재 외부환경에서 발생한 재앙의 정도인 ‘재앙이력’, 재앙으로 인해 발생한 문화재 외부 환경의 인명 및 재산피해정도인 ‘재난이력’, 문화재 외부 환경의 위해시설(위협시설, 환경오염시설 등) 설치정도인 ‘위해시설’을 세부항목으로 설정하였다.

‘취약성’을 평가하기 위하여 문화재가 지닌 기본적인 성질(보존상태, 복원성 등)인 ‘물성정도’, 문화재 자체의 특성

정도(상징성, 희소성 등)인 ‘가치정도’, 재난발생 및 안전관리 소홀로 인해 발생한 문화재 자체의 피해정도인 ‘재해이력’, 문화재 원형훼손에 영향을 미칠 수 있는 문화재 자체의 유해시설(가스, 전기, 화기 등) 설치 및 관리상태인 ‘유해시설’을 세부항목으로 설정하였다.

‘보완성’을 평가하기 위하여 문화재 외부 환경의 교통시설 설치 및 소방도로 확보 여부인 ‘교통여건’, 재난에 대한 문화재 환경의 보완시설(공공기관, 모니터링상황실 등) 설치정도인 ‘보완시설’, 재난안전관리를 위한 외부조직 구성정도(모니터링상근인력, 비상연락체계)인 ‘보완인력’, 재난 복구에 대비한 보험가입 및 재난안전관리도면 작성현황인 ‘복구방안’을 세부항목으로 설정하였다.

‘방재성’을 평가하기 위하여 문화재 재난에 대한 자체 대응요소인 재난안전 관리시설(경보·소화·방법·피해설비 등) 설치 및 관리정도인 ‘관리시설’, 문화재 자체의 재난안전관리인력 구성정도인 ‘관리인력’, 재난대응매뉴얼 작성 마련정도인 ‘대응방안’, 개별 문화재 정기모니터링, 재난안전 관리시설 유지관리 시행여부인 ‘예방관리’를 세부항목으로 설정하였다.

3.1.4 가중치 평가모형

문화재 재난위험도 평가를 위해 가중치 평가모형은 계층별로 총 3단계로 구성하였다(Fig. 4).

Table 4. Construction Concept of Cultural Heritage's Disaster Safety Management Assessment Items

Standard Items	Basic Items	Particular Items	Contents
Risk (Negative Indicator)	Threat (External Causes of Disaster)	Degree of Exposure	• Exposure to Disaster-related Cultural Heritage External Environment
		Calamity History	• Degree of Disaster in the External Environment of Cultural Heritage
		Disaster Damage History	• Disaster-induced Damage and Hardship of Environment Outside Cultural Heritage
		Hazardous Facilities	• Installation of Hazardous Facility(Dangerous Facility, Environmental Pollution Facility, etc.) in the External Environment of Cultural Heritage
	Vulnerability (Internal Causes of Disaster)	Physical Properties	• Preservation of Cultural Heritage, Resilience, etc.
		Degree of Value	• Traits of Cultural Heritage Itself(Symbolism, Scarcity, etc.)
		Disaster History	• Damage Caused by Disasters and Safety Management Neglect
Reduction (Positive Indicator)	Supplementation (External Response to Disaster)	Traffic Condition	• Establishment of Traffic-related Facilities and Securement of Fire Prevention Road
		Supplementary Facilities	• Installation of Supplementary Facilities(Public Institution, Monitoring Situation Room, etc.) for the External Environment of Cultural Heritage
		Supplementary Manpower	• Status of External Organization for Disaster Safety Management (Monitoring Full-time Worker, Emergency Communication System)
		Recovery Method	• Status of Insurance Subscription and Disaster Safety Management Plan for Disaster Recovery
	Prevention of Disaster (Internal Response to Disaster)	Management Facilities	• Degree of Installation and Management of Disaster Safety Management Facilities
		Management Personnel	• Securement of Disaster Safety Management Personnel for the Cultural Heritage
		Corresponding Measures	• Preparation of Disaster Response Manual
		Preventive Management	• Regular Monitoring of Cultural Heritage, Maintenance and Management of Disaster Safety Management Facilities

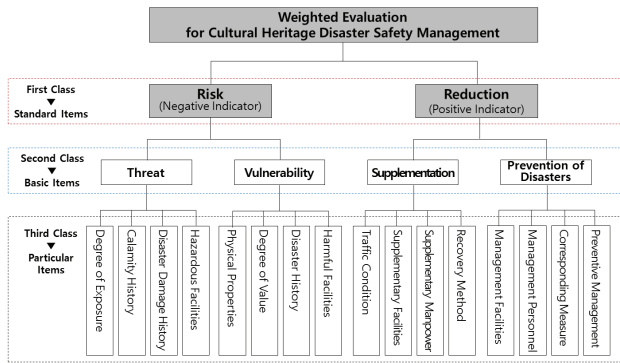


Fig. 4. Weighted Evaluation Model

1단계는 기준항목으로 ‘위험성(음성지표)’ 및 ‘저감성(양성지표)’을 대상으로 설정하고, 2단계는 기본항목으로 위험성의 ‘위협성’과 ‘취약성’, 저감성의 ‘보완성’과 ‘방재성’을 대상으로 하였다.

3단계는 세부항목으로 총 16개 평가항목을 2단계 기본항목으로 구분하여 4개 항목씩 쌍대비교를 실시하였고, 도출된 평가결과를 토대로 각 항목별 가중치를 산출하였다.

3.2 표본설계

표본의 규모는 신뢰성 확보를 위한 전제조건으로 전문가를 대상으로 하는 AHP분석에서는 약 5~20명을 기준으로 선정하는 것이 일반적이다.

KDI(한국개발연구원)에서는 객관적 평가를 위해 의사결정 참여자를 4인 이상으로 하는 것을 원칙으로 제시하였으나(KDI, 2004), 본 연구에서는 보다 면밀한 객관성 확보를 위해 중심극한정리(Central Limit Theorem, CLT)의 개념을 적용하여 정규화 될 수 있는 유효 표본을 30명으로 설정하고 분석결과와 신뢰도를 높이기 위하여 40명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

설문조사 결과, 회수율 75%로 총 30명의 유효 표본을 확보하였고, 개별응답결과와 신뢰성 검증을 통해 최종 표본을 확정하였다.

유효 표본 가운데 개인별 항목의 일관성지수를 검토한 바, 모든 항목에서 일관성지수가 0.2이하에 부합하는 설문은 14표본인 것으로 확인되었다.

이 중 대응가능지수의 신뢰구간을 벗어난 3표본을 제외하였고, 최종적으로 확보된 11표본에 대하여 가중치 평가를 실시하였다.³⁾

또한, AHP분석에서 사용하는 행렬은 원소(Element)간의 역대칭의 특성을 가지고 있어 기하평균(Geometric Average)을 적용하여 통합하였다.

개별응답결과와 신뢰성 검증을 거쳐 통합된 모형에 대해

3) 유효 표본(응답자) 30명에 대한 신뢰성 검증 결과, 최종표본은 11명으로 확인됨에 따라, 응답자 전체의 신뢰성을 전제하는 것은 한계가 있는 것으로 나타났다.

서도 동일하게 신뢰성 검증을 실시한 결과, 일관성지수가 0.2보다 낮은 0.000~0.007 수준으로 나타났다. 아울러 신뢰성 검증에 있어 표본규모가 클 경우 무작위지수에 나눠 일관성 비율(Consistency Ratio: C.R.)을 검토해야 되는데, 검토결과, 일관성 비율 또한 0.000~0.044 수준으로 0.2보다 낮게 나타남에 따라, 응답결과에 따른 통합모형의 신뢰성은 확보된 것으로 판단된다.

따라서, 본 설문조사를 통해 확보된 응답자의 설문내용을 종합하면 신뢰도가 매우 높은 것으로 판단됨에 따라 문화재 재난안전관리 가중치 평가에 적용하였다.

3.3 항목별 가중치 분석

3.3.1 쌍대비교

가중치 평가를 위해 앞서 구분한 문화재 재난안전관리 평가항목을 적용하여 각 단계별 쌍대비교행렬을 작성하였다(Table 5).

1단계에서는 문화재 재난안전관리에 가장 기본적인 구분 틀인 ‘위험성’과 ‘저감성’에 대해 쌍대비교를 실시하였는데, 분석결과 ‘위험성(0.524)’이 ‘저감성(0.476)’보다 다소 높게 나타났으나, 그 차이는 크지 않은 것으로 나타났다(Table 6).

2단계 ‘위협성’ 항목에 대한 쌍대비교결과, 문화재 자체요인인 ‘취약성(0.702)’이 문화재 외부 환경요인인 ‘위협성(0.298)’보다 가중치가 매우 높게 나타났다. 또한, ‘저감성’ 항목에 대한 쌍대비교결과, 문화재 자체요인인 ‘방재성(0.784)’이 문화재 외부 환경요인인 ‘보완성(0.216)’보다 가중치가 매우 높게 나타났다(Table 7).

3단계 세부항목별 쌍대비교결과, ‘위협성’에서는 ‘노출정도(0.378)’, ‘취약성’에서는 ‘위해시설(0.274)’, ‘보완성’에서는 ‘보완인력(0.439)’, ‘방재성’에서는 ‘관리인력(0.335)’이 가장 가중치가 높게 나타났다(Table 8).

3.3.2 통합가중치 분석

통합가중치 분석은 문화재 재난안전관리 통합가중치를 산정하기 위하여 계층별로 조사된 가중치를 상호 곱하는 방식을 적용하였다. 통합가중치는 문화재 재난안전관리의 여러 세부항목 중 중점적으로 관리해야하는 정책과제가 무엇인지를 보다 명확하게 구분하기 위한 방법으로 세부항목의 중요도 순위를 나타낼 필요가 있다.

따라서, 순위를 나타내기 위한 방법으로는 각각의 위계적 항목에 대해 산식(Fig. 5)을 적용하여 변환하는 것으로 변환된 값의 합은 1이 되고, 각 항목 내 가중치 순위를 바탕으로 우선과제를 도출할 수 있다.

Table 5. Pairwise Comparison Matrix

Division		Pair Comparison Matrix				
First Class	Cultural Heritage Disaster Safety Management	Division	Risk		Reduction	
		Risk	1		1.101	
		Reduction	0.908		1	
Second Class	Risk	Division	Threat		Vulnerability	
		Threat	1		0.424	
		Vulnerability	2.361		1	
	Reduction	Division	Supplementation		Prevention of Disasters	
		Supplementation	1		0.276	
		Prevention of Disasters	3.625		1	
Third Class	Threat	Division	Degree of Exposure	Calamity History	Disaster Damage History	Hazardous Facilities
		Degree of Exposure	1	1.898	1.683	1.944
		Calamity History	0.527	1	1.198	1.535
		Disaster Damage History	0.594	0.834	1	1.191
		Hazardous Facilities	0.514	0.651	0.840	1
	Vulnerability	Division	Physical Properties	Degree of Value	Disaster History	Harmful Facilities
		Physical Properties	1	1.221	1.062	0.952
		Degree of Value	0.819	1	0.735	0.683
		Disaster History	0.941	1.361	1	1.024
		Harmful Facilities	1.050	1.464	0.976	1
	Supplemen- tation	Division	Traffic Condition	Supplementary Facilities	Supplementary Manpower	Recovery Method
		Traffic Condition	1	0.396	0.369	1.361
		Supplementary Facilities	2.522	1	0.591	3.152
		Supplementary Manpower	2.711	1.692	1	3.942
		Recovery Method	0.735	0.317	0.254	1
	Prevention of Disasters	Division	Management Facilities	Management Personnel	Corresponding Measures	Preventive Management
		Management Facilities	1	0.688	2.898	0.865
		Management Personnel	1.454	1	2.777	1.102
		Corresponding Measures	0.345	0.360	1	0.432
		Preventive Management	1.155	0.908	2.316	1

Table 6. Weights Analysis Result of First Class

Division	Standard Items	Intergrated Weight
Cultural Heritage Disaster Safety Management	Risk	0.524
	Reduction	0.476

Table 7. Weights Analysis Result of Second Class

Division	Basic Items	Intergrated Weight
Risk	Threat	0.298
	Vulnerability	0.702
Reduction	Supplementation	0.216
	Prevention of Disasters	0.718

Table 8. Weights Analysis Result of Third Class

Division	Particular Items	Intergrated Weight
Threat	Degree of Exposure	0.059
	Calamity History	0.037
	Disaster Damage History	0.033
	Hazardous Facilities	0.027
Vulnerability	Physical Properties	0.096
	Degree of Value	0.073
	Disaster History	0.098
	Harmful Facilities	0.101
Supplementation	Traffic Condition	0.015
	Supplementary Facilities	0.032
	Supplementary Manpower	0.045
	Recovery Method	0.011
Prevention of Disasters	Management Facilities	0.099
	Management Personnel	0.125
	Corresponding Measures	0.042
	Preventive Management	0.107

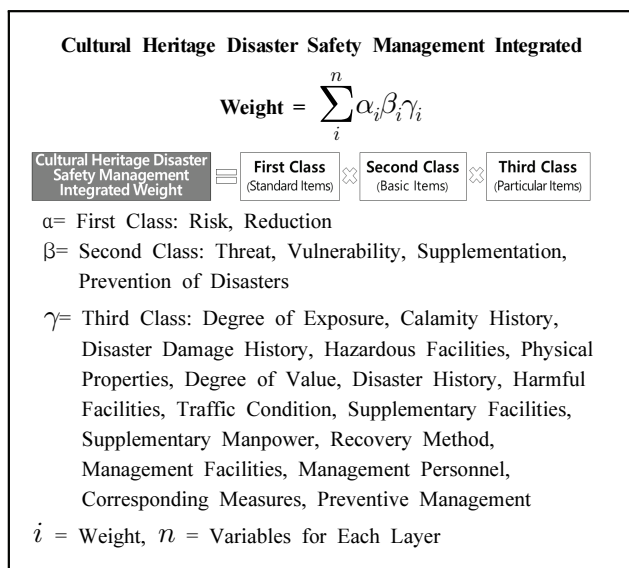


Fig. 5. Weighted Formula of Cultural Heritage Disaster Safety Management

가중치 분석결과(Table 9), 1계층(기준항목)에서는 ‘위험성(0.524)’이 ‘저감성(0.476)’보다 높게 나타났고, 2계층(기본항목)에서는 ‘방재성(0.373)’, ‘취약성(0.368)’이 ‘위험성(0.156)’, ‘보완성(0.103)’보다 높게 나타났으며, 3계층(세부항목)에서는 ‘관리인력(0.125)’, ‘예방관리(0.107)’, ‘유해시설(0.101)’, ‘관리시설(0.099)’, ‘재해이력(0.098)’ 순으로 나타났다(Fig. 6).

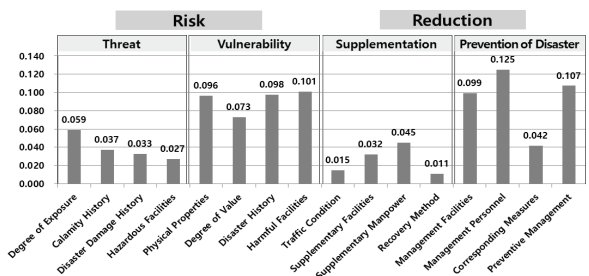


Fig. 6. Weighted Analysis Graph of Integrated Model

Table 9. Weights Analysis Result of Integrated Model

First Class	Second Class	Third Class	Intergrated Weight	Importance Rank
Sum of Weighted Score			1.000	
Risk (0.524)	Threat (0.156)	Degree of Exposure	0.059	8
		Calamity History	0.037	11
		Disaster Damage History	0.033	12
		Hazardous Facilities	0.027	14
	Vulnerability (0.368)	Physical Properties	0.096	6
		Degree of Value	0.073	7
		Disaster History	0.098	5
		Harmful Facilities	0.101	3
Reduction (0.476)	Supplementation (0.103)	Traffic Condition	0.015	15
		Supplementary Facilities	0.032	13
		Supplementary Manpower	0.045	9
		Recovery Method	0.011	16
	Prevention of Disasters (0.373)	Management Facilities	0.099	4
		Management Personnel	0.125	1
		Corresponding Measures	0.042	10
		Preventive Management	0.107	2

4. 가중치 종합분석

4.1 위험요인과 저감요인

전반적으로 ‘위험성(0.524)’이 ‘저감성(0.475)’보다 가중치가 높게 나타났으나, 비중의 차이가 크지 않은 반면, 주목되는 것은 상대적으로 문화재 자체에 대한 비중이 외부 환경요인보다 현저히 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 확인되었다.

위험요인 중에서는 문화재 자체가 지니는 취약성이 상대적으로 외부 환경의 위협성에 비해 모두 비중이 높게 나타났는데, 주목되는 것은 취약성 지표 가운데 상대적으로 가치정도에 대한 비중이 낮게 나타났다는 점으로 이는 지정문화재의 가치정도의 차이보다 현존하는 물성 및 재해이력 등의 물리적 변화가능성에 대한 우려가 실제적으로 반영된 것이라 하겠다.

저감요인 역시 문화재 자체가 지니는 방재성이 상대적으로 외부 환경의 보완성에 비해 월등히 높은 비중을 나타내고 있다. 특히, 방재성의 경우 전체 지표 가운데 대응방안을 제외한 모든 항목에서 전반적으로 높은 가중치를 형성하고 있어 이를 중심으로 한 재난안전관리대책의 수립이 유효할 것으로 판단된다.

따라서, 위험요인과 저감요인의 관점에 앞서 문화재 자체와 외부 환경의 관점에서 위험요인과 저감요인의 구분을 통한 재난안전관리사업의 추진이 효과적이라 판단된다.

4.2 문화재와 환경요인

전반적으로 문화재 자체요인이 외부 환경요인보다 가중치가 높은 것으로 나타났는데, 특히 문화재 자체요인의 경우

‘취약성(0.368)’과 ‘방재성(0.373)’ 모두 외부 환경요인인 ‘위협성(0.156)’, ‘보완성(0.103)’에 비해 비중이 매우 높은 것으로 확인되었다.

문화재 자체요인 중에서는 방재성이 취약성보다 전반적으로 비중이 높게 나타났는데, 특히 관리인력, 예방관리, 관리시설에 대한 가중치가 현저히 높게 나타났다.

반면, 취약성의 경우 문화재 자체 유해시설 정도를 비롯하여 재해이력, 물성정도, 가치정도에 대한 가중치가 대부분 높게 형성되었다.

환경요인을 살펴보면, 문화재 자체요인에 비해 비중이 전반적으로 낮게 평가되고 있는 가운데 노출정도와 보완인력의 비중이 상대적으로 높게 형성되었다.

한편, 주목되는 것은 보완성의 세부항목 가운데 복구방안의 가중치가 가장 낮게 나타났는데, 이는 문화재 고유의 원형유지에 대한 당위성을 간접적으로 시사하는 것으로 판단된다.

종합하면, 문화재와 환경요인의 관점에서 재난안전관리 대책 수립 시 문화재 자체 방재성 강화를 중점 도모하는 한편, 문화재 자체 취약요인 전반에 대한 예방적 관점에서의 개선노력이 함께 도모되는 것이 바람직하다고 판단된다.

4.3 인적요인과 시설적요인

전반적으로 인적요인이 시설적요인보다 가중치가 높게 나타났다.

인적요인의 경우 문화재 자체의 관리인력(0.125)이 가장 중요한 고려사항으로 분석되었고, 다음으로 인력운영과 관계된 문화재 자체에 대한 예방관리(0.107) 활동도 중요한 요인으로 분석되었다.

반면, 외부로부터의 인력보완(0.032)은 상대적으로 그 비중이 낮게 평가되었다.

아울러, 외부 위협요인 가운데 노출정도(0.059)의 경우 인적요인과 관계된 것으로 가중치 분석결과, 상대적으로 비중은 높지 않은 것으로 분석되었으나, 시설적요인에 비추어볼 때 비교적 높은 가중치를 나타내고 있다.

시설적요인의 경우 문화재 자체가 지닌 유해시설(0.101)과 관리시설(0.099)의 비중이 상대적으로 높은 반면, 외부 환경의 유해시설(0.027)과 보완시설(0.032)에 대한 비중은 매우 낮게 나타났다.

따라서, 분석결과를 기초로 문화재 자체 방재인력 확보방안 중심의 재난안전관리계획을 추진하는 한편, 유해시설의 제거 및 관리시설 확충방안이 함께 검토되는 것이 바람직하다고 판단된다.

5. 결 론

문화재 재난의 선제적·예방적 측면을 고려한 안전관리 체계 마련을 위한 정책적 노력이 다각도로 전개되고 있는 가운데, 특히 문화재 재난안전관리정보를 보다 체계적으로 관리·활용하기 위한 관리시스템 구축의 필요성이 더욱 높아지고 있다.

이에 본 연구는 효율적이고 체계적인 문화재 재난안전관리시스템 구축을 궁극적 목표로 설정하고, 합리적 의사결정 지원을 위한 정량적 평가지표 개발을 도모하기 위해 AHP분석기법을 활용한 가중치 평가를 실시하였다.

평가지표는 문화재의 재난관리와 안전관리를 종합적으로 고려하기 위하여 기준항목을 크게 위험성(음성지표)과 저감성(양성지표)으로 구분하고, 요인별 특성에 따라 각각 위협성(외부요인)과 취약성(내부요인), 보완성(외부요인)과 방재성(내부요인)으로 기본항목을 설정하였다.

또한, 기본항목에 대한 하위분류인 세부항목은 각 기본항목의 성격 및 문화재 재난안전관리 특성을 고려하여 총 16개(기본항목별 4개)의 항목(위험성·노출정도·재앙이력·재난이력·유해시설, 취약성·물성정도·가치정도·재해이력·위해시설, 보완성·교통여건·보완시설·보완인력·복구방안, 방재성·관리시설·관리인력·대응방안·예방관리)으로 설정하였다.

설정된 지표에 대한 가중치 산정결과, 위험성(0.524)이 저감성(0.475)보다 가중치가 높게 나왔으나, 비중 차이는 크지 않았고, 문화재 자체요인(취약성, 방재성)이 외부 환경요인(위협성, 보완성)에 비해 전반적으로 가중치가 높게 나타나 문화재 자체 방재성 강화에 대한 중요성을 확인하였다.

또한, 인적요인(관리인력, 예방관리 등)이 시설적요인(유해시설, 관리시설 등) 보다 가중치가 높게 나타남에 따라, 문화재 자체의 관리인력과 예방관리 활동이 문화재 재난안전 관리에 있어서 중점적으로 고려해야할 사항임을 확인하였다.

이에, 향후 문화재 재난안전관리계획 수립 시 문화재 자체 방재인력 확보 및 운영, 예방관리 방안에 중점을 두는 것이 바람직하다고 판단된다.

본 연구는 목조문화재 재난안전도를 평가하기 위해 위험성과 저감성, 외부요인과 내부요인을 기준으로 세부 평가항목을 체계적으로 구성, 가중치를 산정함으로써 기존 연구의 한계를 보완하고 범용적 활용을 도모하였다는데 의의가 있다.

도출된 평가항목별 가중치에 대해서는 문화재별 재난안전관리정도를 평가하는 지표로써, 체크리스트(Checklist) 및 리스크 매트릭스(Risk Matrix) 기법 등을 적용한 문화재 재난안전도 평가모형을 구상하고, 이에 따른 문화재별 재난안전관리등급을 산출하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

그러나, 본 연구의 한계로 개별문화재를 대상으로 가중치를 적용한 결과를 제시하지 못하였는데, 추후 가중치를 적용한 문화재별 재난안전도 평가 및 실효성 검토에 대한 연구가 필요하다고 본다.

또한, 합리적이고 객관적인 재난안전도 평가를 위해 각 항목별로 보다 정량화된 평가기준이 필요한 바, 향후, 평가항목별로 계량화된 수치적 기준을 설정하여 재난안전도 평가 기준에 대한 체감도를 높이는 고도화 단계가 진행되어야 하겠다.

지표에 대한 세부적 평가기준은 행정관리를 목적으로 하는 시스템 개발에서는 그 비중이 크다 할 수 없으나, 문화재의 보다 내실 있는 재난안전관리를 위해서는 평가항목에 대한 추가적인 지표개발을 구체화 해나가는 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서는 AHP분석기법 적용대상이 목조문화재에 한정됨에 따라, 여타 문화재유형을 포괄하여 관리하는데 한계가 있다.

이에, 국가지정문화재의 효과적이고 체계적인 재난안전관리를 위해 개발하고자 하는 평가기준의 목적을 감안할 때, 본 연구에서 검토한 목조류 외에 여타 문화재 유형(석조류, 동산문화재 등)으로의 적용대상 확대가 단계적으로 필요하다.

이와 더불어 재난유형별(화재, 풍수해, 지진 등) 특성에 따른 지표별 세부 평가기준의 지속적인 연구를 통하여 평가기준의 실효성을 강화하는 것이 바람직하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 문화재청의 「문화재 안전관리지도 개발 연구용역」사업의 일환으로 수행되었습니다.

References

Cho, H.S., and Suh, H.J. (2015). A basic research for the development of cultural heritage disaster safety

- management system, *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 15, No. 6, pp. 159-168.
- Cultural Heritage Administration. (2012). *Cultural Heritage Conservation · Management · Utilization 5 Years Master Plan*.
- Han, B.D. (2009). *Disaster management of cultural assets in Korea*. Ph.D. dissertation, Chungbuk National University.
- Historical&cultural Environment Improvement Policy Institute and Korea Knowledge Industry Institute. (2012). *Development of cultural heritage disaster risk index*. Cultural Heritage Administration.
- Korea Development Institute. (2004). *Modification and complementary study of general guidelines for performing pre-feasibility study* (4th ed.). Ministry of Strategy and Finance.
- Kwon, H.S., and Lee, J.S. (2012). A study on the fire fighting general index for fire fighting of crowded wooden building cultural asset. *Journal of Architectural History*, Vol. 21, No. 2, pp. 37-52.
- Ministry of Security and Public Administration. (2013). *Announcement of 21 Major Safety Measures Including Four Social Evils, Introduction of Reduction Target Management System*.
- Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L. (1983). Priority setting in complex problems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. EM-30, No. 3, pp. 140-155.
- Saaty, T.L. (1996). *The analytic network process*. RWS Publications.
- Song, K.J., Kim, C.J., and Kang, K.I. (2007) Development of the decision support model for prioritizing the cultural properties repair. *Journal of Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol. 23, No. 5, pp. 211-218.
- Suh, H.J., and Cho, H.S. (2013) A study on the diagnosis of present condition and the improvements plans for heritage disaster management system. *Proceedings of 2013 Annual Conference*, Korean Society of Hazard Mitigation, pp. 76-82.

Received	December 29, 2017
Revised	January 4, 2018
Accepted	April 20, 2018