

문화재의 지진재해 기초평가

한국지진공학회

2013.4.15

英雖武人平生用力於理學學術高明據僑端謹行已有度今高府
且有聲績故茲擬之 上曰朴英之為人前已聞之今則平安通防
方緊故不露點耳○臺諫故高事不允○高時地大震凡三度其聲
皎如怒雷人馬辟易墻屋傾城墜屋中之人皆驚惶失色固
倣為終夜露宿不眠入處其家故老皆以為古所無也○道官同○
回今茲地震實莫大之變予欲迎訪大臣侍從其召之致就請垂
官之長於是禮曹判書南表等先入侍 上曰近者皇災已甚今又
震甚可驚焉災不虛生必有所召予之端珠罔知厥由南表曰臣初
之心神飛越久之乃定凡 上意驚懼固不可言近見慶高秋清二
書狀皆以地震不常京師地震若此之甚焉觀古史漢時隴西地
震餘人壓死者以為大變今日之地震無奈何有頃毀家令子夫地
物不能守靜而震動為變莫大焉有 上即位之後無遊佃土才學
之失在下之故舉 聖慈亦曾誠心問事雖不可謂太平亦可謂少
而災變之來日深一日巨非博通未知致災之根本也 上曰今日之
才高揚懼帶恐用人失當而親政纔畢仍致大變且今日之親政又
如孝帝之親政而致變如此尤為揚懼者此也夫幾地又大震如初



목 차

1. 연구 개요
2. 연구 추진 현황
3. 조사계획
4. 목조 문화재 기초 점검
5. 석조 문화재 기초 점검
6. 매뉴얼 개선방안



Heritage at Risk 2007



연구 배경 및 목적

일반 사항

■ 연구명 : 문화재 지진 재해 기초평가 연구용역

배경 및 목적

○ 목적 및 필요성

1

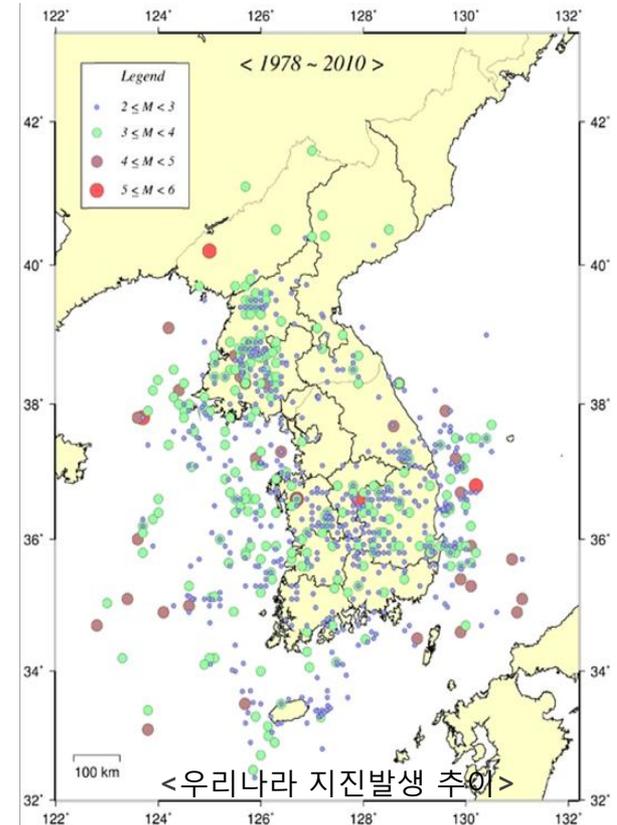
근래 기후변화에 따라 지진 등으로 문화재에 대한 큰 피해 발생, 우리나라도 최근 지진 발생횟수가 증가 추세에 있어 지진재해 발생 가능성 상존

2

향후 M5.0급 이상의 지진(유동지진)이 한반도 내륙에서 지속적으로 발생할 가능성이 높은 것으로 분석됨

3

문화재 피해를 최소화하기 위한 건조물문화재에 대한 내진성능 평가를 실시하고 지진에 위험한 문화재에 대한 문화재 보호대책이 시급한 실정



연구의 범위

공간적 범위

- 경상도, 전라도, 충청도에 분포하는 국보·보물 건조물 문화재
69개 시·군·구 ⇒ 203개소

내용적 범위

- 문화재명, 문화재 일반현황, 재지, 구조양식, 건립연대, 점검자 (성명, 소속, 연락처), 점검 일시 등에 대해 기록
- 기초지반 조사 - 현황 지반침하 가능성
- 주변 환경 조사 - 지반구조물, 지형경사, 진동유발 등
- 목조, 석탑, 전탑, 석교 등 유형에 따른 매뉴얼 적용



<조사 대상 현황>

■ 목조문화재
■ 석조문화재

연구 수행 프로세스

기초자료 조사

- 문화재명, 소재지, 구조·양식 등 기본 자료를 수집, 분석
- 이를 근거로 하여 조사자와 조사일정, 조사방법 등에 관한 계획을 수립

1차 업무회의

- 조사 매뉴얼 검토
- 기초자료 협조

현장 조사

- 조사 매뉴얼 준하여 현장조사
- 현장조사 매뉴얼작성

중 간 보고

- 조사과정에 대한 보고 및 문제점 도출
- 전문가 자문의견 수렴 및 문화재청과 협의

보고서 작성

- 조사자료의 정리 및 보고서 작성
- 자료 통계

수정 및 보완

- 보고서 검토
- 수정·보완

최 종 보고

- 연구 전반에 대한 최종 보고

연구 내용 및 연구자 구성

기초점검

- 경상도/전라도/충청도 소재 건조 문화재 현장조사
- 지진재해 기초자료 수집
- 현장조사 매뉴얼의 적용
- 매뉴얼 절차서 보완
- 평가방법의 합리적인 개선

연구자 구성

- 현장조사자 : (사) 호연
- 평가절차 및 결과 분석 : 서울대 및 2개 대학팀
- 평가 자문 : 3회 자문회의

수행기관		한국지진공학회	
연구 총괄			
책임연구원		홍성걸 (서울대학교)	

현장조사	
연구원	장헌덕(한국전통문화학교)
	도진영(경주대학교)
	정해두(계림문화재연구원)
	이주형((사) 호연건축문화유산연구원)

평가 절차 및 결과분석	
연구원	김호수 (청주대학교)
	황종국 (한국전통문화대학교)

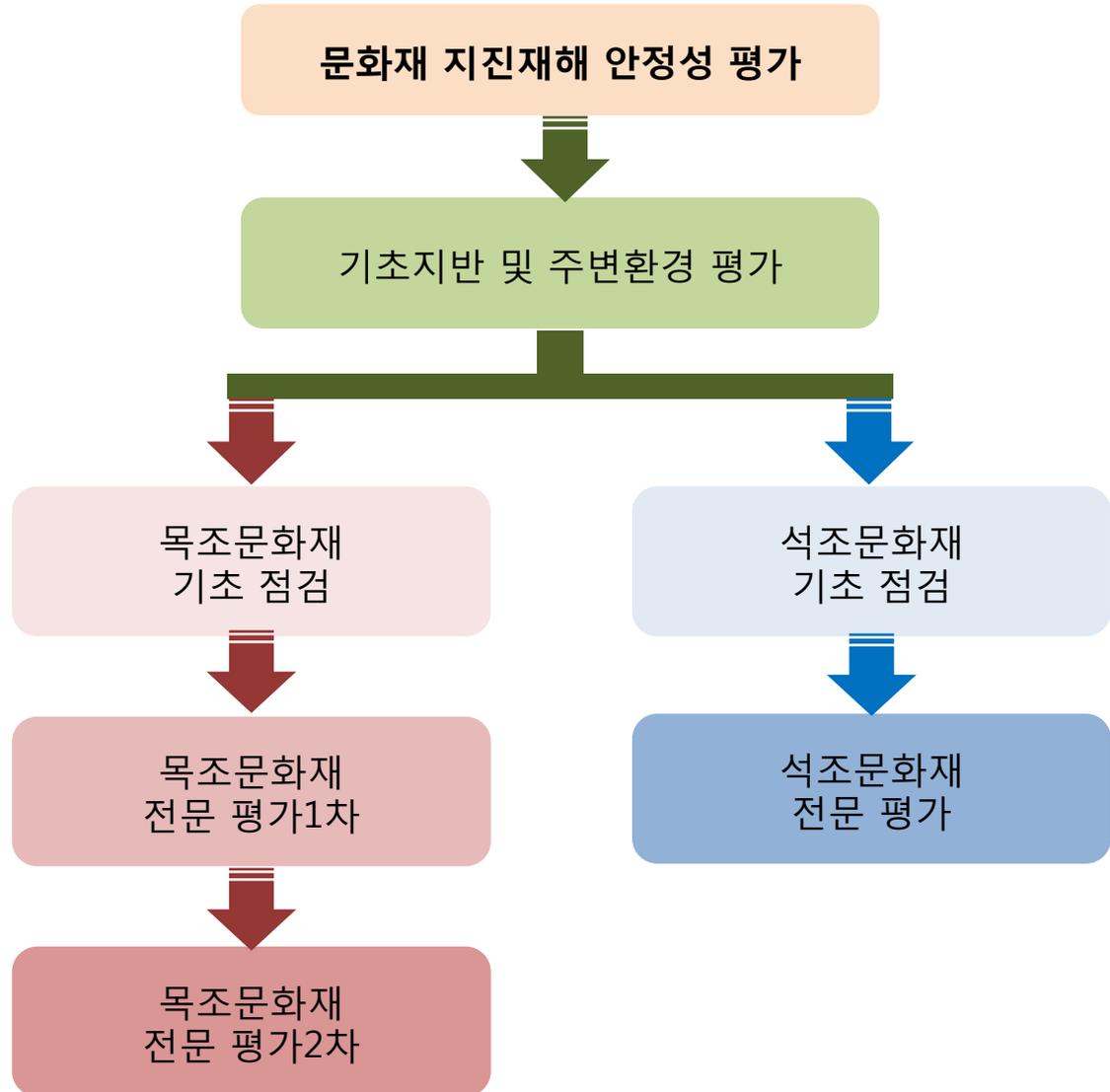
지진재해 평가의 분류

기초 점검

- 정기점검의 연장선에서 내진성능 **위해요소** 파악

전문 평가

- 보다 구체적인 내진성능 수준 분석



조사 체계

기초조사

- **문화재 일반현황**
 - 문화재명, 지정년월일, 소재지, 구조양식, 건립연대 등에 대해 기록
- **기초지반**
 - 기존 조사 자료, 기존 지반응답해석 자료 유무, 기초지반 종류, 지반침하 가능성
- **주변현황**
 - 지반구조물 현황, 사면안정, 진동유발요소

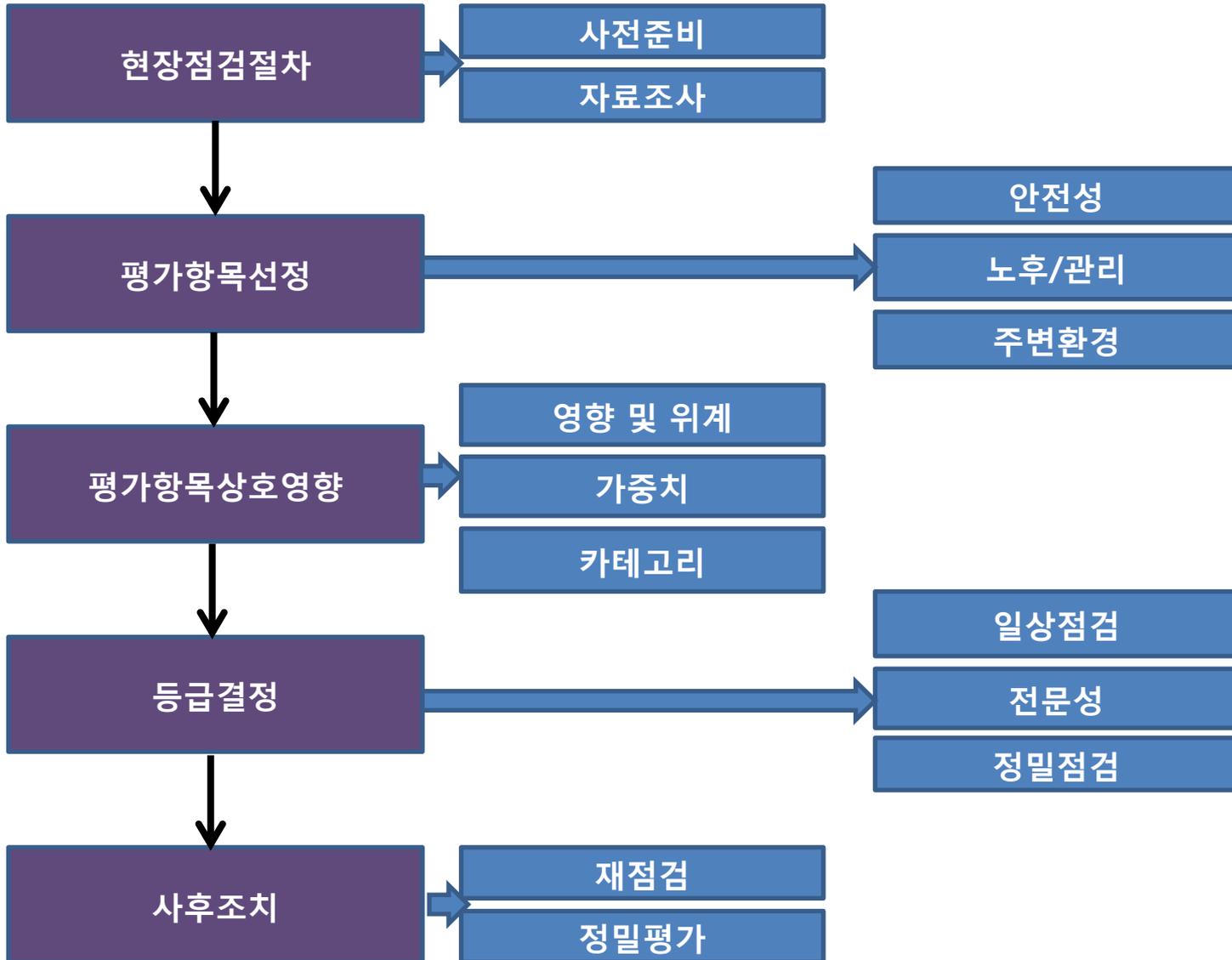
현장조사

- **목조문화재**
 - 지진 및 지반상태, 수리상황, 구조형식, 구조부재상태, 지붕면상태, 주변환경 등
- **석조문화재**
 - 석조문화재의 동적 거동 특성, 내진성능 수준과 지진위험요소, (석탑, 전탑, 석교 등)
- **세부항목별 조사**
 - 목조문화재, 석탑, 전탑, 석교 등 세부항목별 조사

보고서작성

- **조사자료의 정리**
 - 지역별 조사자료 정리(체크 리스트, 현장조사 사진)
- **보고서 작성**
 - 각 문화재별 매뉴얼에 맞게 작성
- **자료통계**
 - 전반적인 통계, 현황 파악, 관리 방안 도출

연구 수행 절차



조사 매뉴얼 작성 방법

- 조사의 통일성을 부여하기 위해 “국가지정문화재 (목조, 석조) 내진점검 및 진단 매뉴얼(안)을 활용 하되 필요에 따라 추가 사항을 추가하며 청과 협의하여 조정
- 작성 순서는 일반현황은 공통으로 적용하여 기술하되 문화재의 분류에 따른 세부매뉴얼 (목조건조물, 석탑, 전탑, 석교)을 적용

공통사항 - 일반현황

- ① 문화재개요
- ② 위성사진
- ③ 보수관리실적
- ④ 현황도면

공통사항 - 지반 및 환경

- ① 기초지반
 - 조사 자료 유무, 지반응답해석 자료 유무, 기초지반의 종류, 지반침하 가능성
- ② 주변환경
 - 주변 지반구조물, 인접지형의 경사도, 진동유발요소

조사 매뉴얼 작성 방법

세부항목 2 - 석조 (석탑)

- ① 지진 및 지반 상태
- ② 수리 상황 (결구부위, 동바리이음, 등)
- ③ 구조형상- 층수,포작, 활주, 반자, 지붕형태 등
- ④ 구조부재상태 - 처짐, 훼손, 충돌, 부식, 누수 등
- ⑤ 지붕면 상태 - 면상태, 기와 탈락 등
- ⑥ 주변 환경 - 내부문화재, 배수로, 축대, 담장 등

세부항목 1 - 목조건조물

- ① 인접지반상태
- ② 수리 상황 (보수,보강 등)
- ③ 구조형상- 기능유지, 적심, 훼손, 기울기 등
- ④ 부재상태 - 지대석, 석재마감, 층별 부재구성 등
- ⑤ 세장비, 체감울, 질량비 등

세부항목 3 - 석조 (전탑)

- ① 인접지반상태, 하천유무
- ② 수리 상황 (보수,보강 등)
- ③ 구조형상- 기능유지, 적심, 훼손, 기울기, 열극 등
- ④ 부재상태 - 파손, 이탈
- ⑤ 기울어짐, 열극 현상, 개구부 유무 등

세부항목 4 - 석조 (석교)

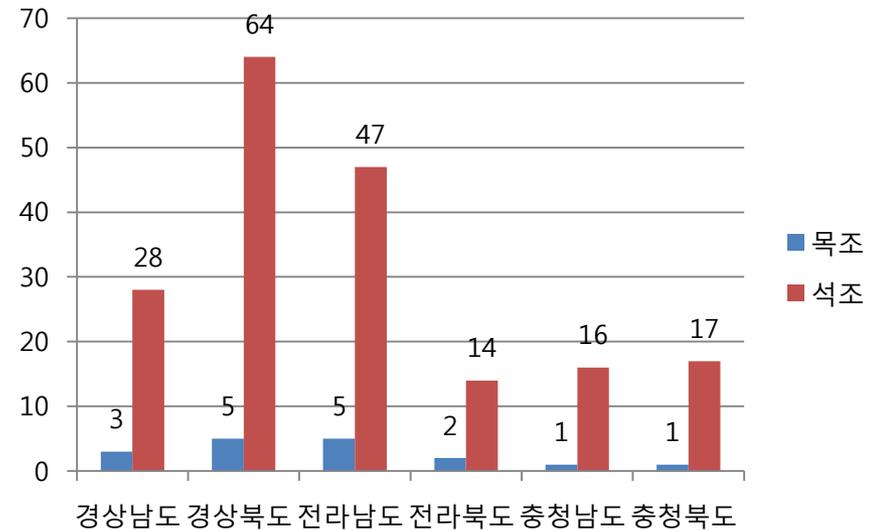
- ① 인접지반상태
- ② 수리 상황 (보수,보강 등)
- ③ 구조형상- 기능유지, 적심, 훼손, 기울기 등
- ④ 부재상태 - 채움재 상태, 마감 거칠기
- ⑤ 석주 구성형태, 홍예석 구성형태

조사 대상 문화재

조사대상 문화재

- 경상도, 전라도, 충청도에 분포 ⇒ 전체 69개 시.군 203개소의 문화재
- 지역별 분포 수량에 따라 경상권(100), 전라.충청권(103) 2개의 권역으로 설정
- 조사팀은 2인 1조 하는 2개팀으로 구성

조사팀	소재지		목조	석조	합 계	비 고
1팀	경상도	경상남도	3	28	31	
		경상북도	5	64	69	
	소 계		8	92	100	
2팀	전라도	전라남도	5	47	52	
		전라북도	2	14	16	
	소 계		7	61	68	
	충청도	충청남도	1	16	17	
		충청북도	1	17	18	
	소 계		2	33	35	
합 계		30	306	203		



조사 대상 문화재

2팀 조사대상



전라남도 - 목조5, 석조47



전라북도 - 목조2, 석조14



충청남도 - 목조1, 석조16



충청북도 - 목조1, 석조17

조사 분류

비 고	구 분	내 용
조사 방법에 따른 종류	표면조사	• 육안관찰, 만져 봄, 손망치 두들김 등
	변형조사	• 변형 정도를 측정
	육안 관찰	• 눈으로 관찰
	만져 봄	• 표면을 손으로 만져보는 방법
	두르려 봄	• 조그만 손 망치로 두들겨 울리는 소리와 압축 정도 등을 점검
	기구 사용	• 추, 자 등을 이용
점검 대상에 따른 종류	주변현황 점검	• 하부 기초 및 주변 지반의 종류, 지반침하 여부 파악, 토양유실 가능성 평가 등
	재료별 점검	• 목재, 석재, 흙, 철물, 기와, 전돌, 벽돌, 도료, 종이 등
	부재별 점검	• 지정, 주초, 인방, 창방, 평방, 도리, 보, 대공, 연목 등
	부위별 점검	• 기초, 기단, 구들, 바닥, 뼈대, 벽체, 창호, 지붕틀, 천장, 지붕 등

조사서 작성 계획

항목	세부 항목	점검내용
일반사항		<ul style="list-style-type: none"> 문화재명, 지정 년월일, 소재지, 구조양식, 건립연대, 점검자(성명, 소속, 연락처), 점검 일시 등에 대해 기록
기초지반	기존 지반조사 자료 유무	<ul style="list-style-type: none"> 문화재가 위치한 지반 또는 주변지반에 대한 기존지반조사 자료 존재 여부
	기존 지반응답해석 자료 유무	<ul style="list-style-type: none"> 지반조사 자료를 바탕으로 한 지반응답해석 수행 자료 존재 여부
	기초지반의 종류	<ul style="list-style-type: none"> 지표면의 지반조건 파악 (토사/자갈/암반/기타)
	지반침하 가능성	<ul style="list-style-type: none"> 하부지반 침하 여부 하부지반의 부등침하 가능성 토사 유실 가능성
주변환경	주변 지반구조물	<ul style="list-style-type: none"> 옹벽, 축대 등에 의한 수평 토압 작용 가능성과 문화재 하부지반의 부등침하 가능성의 여부를 육안으로 판단한다.
	인접지형의 경사도 (사면안정)	<ul style="list-style-type: none"> 인접 산지의 경사도가 30도 이상인 경우 산사태 또는 토석류 가능성
	진동유발요소	<ul style="list-style-type: none"> 인접지역을 지나는 도로, 철도, 지하철 진동을 유발하는 공사현장, 발파현장
	기타	<ul style="list-style-type: none"> 활성단층 인접지역 여부 화재위험 요인 화재발생시 진압을 위한 시설

조사 일정

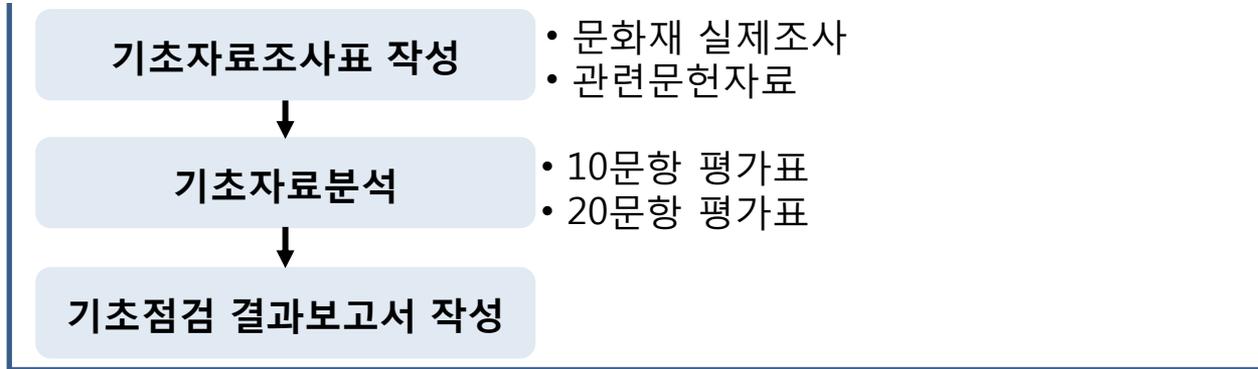
- 조사는 현장조사 준비 및 기초자료 조사, 현장조사 및 정리로 크게 구분
- 기타 중간보고 및 준비 일정에 포함

구분		기간	조사기간(4개월)				비고
			~30일	~ 60일	~90일	~120	
기초자료 조사 현장조사 준비			■				
현장조사 및 매뉴얼작성	경상도		■			■	1팀
	전라도		■			■	2팀
	충청도					■	2팀
중간 자료 정리 중간 보고 준비					■		
특기사항			1일 2.9개소 조사 기준 일정표 1일 5개소의 현장조사 정리				

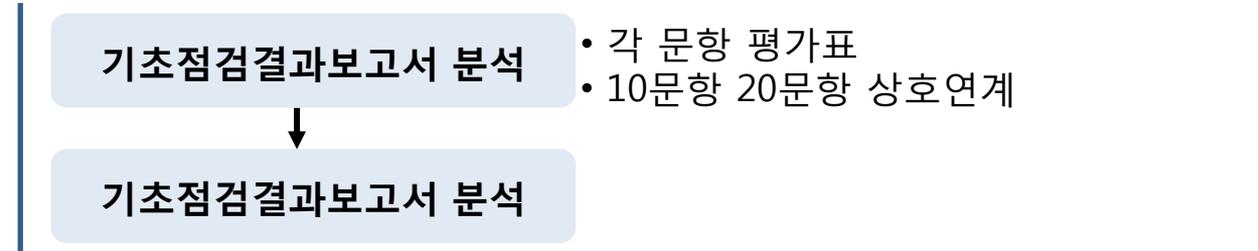
문화재 지진재해 기초평가 연구방향

•제1단계 현 기초점검매뉴얼 이용 기초점검

평가결과에 대한 경향분석이 이뤄질 수 있도록 조사수행



•제2단계 기초점검매뉴얼 보완



•제3단계 보완된 기초점검매뉴얼 이용 기초점검

•제4단계 기초점검매뉴얼 최종 보완

조사표 작성 계획

공통 사항

경주 불국사 삼층석탑 국보 제21호

2015. 00.00

출근

출근



조사대상명 : 불국사 삼층석탑
 조사일시 : 2015. 00.00
 조사자 : 김민준
 조사장소 : 경상북도 경주시 불국사
 조사목적 : 문화재 점검

개요 : 문화재개요, 전경, 조사일시, 조사자 기재

수리이력 : 문화재 보수, 수리이력 기재

조사표 작성 계획

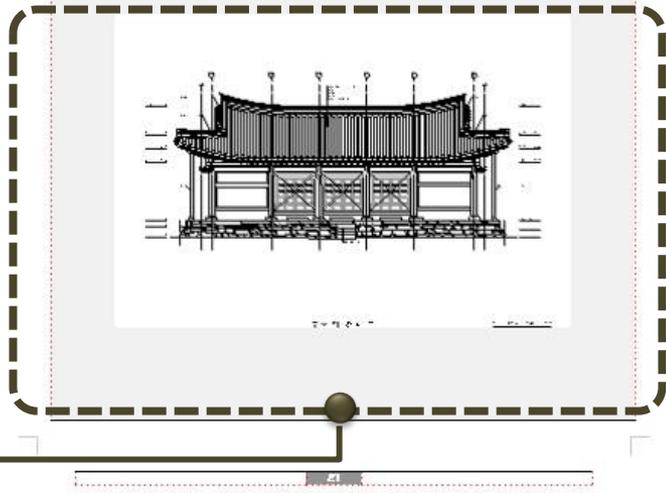
구분	부호	비고
조사대상명	경주 불국사	
조사일시		
조사자		
조사장소		
조사목적		
조사내용		
조사결과		
조사비고		

출근



위성사진 : 주변현황 분석을 위한 위성사진 삽입

현황도면 : 구조현황파악을 위한 입면, 단면위주의 도면



자료 분석

Problem Analysis

PA STATEMENT (과제화)

1. ~이~한의 원인을 구명(Should와 Actual의 차이)
2. 탐색과 사고의 범위를 한정
3. 논의의 탈선방지와 정보수집의 guide line 설정

명세화

1. 4차원의 정보수집, 필요정보의 누락방지
2. IS와 IS NOT의 비교 분석
3. 원인검증의 도구로서 활용

특이성 발견

1. 원인이 되는 변화를 찾아 원인확인을 위해 IS만이 가지고 있는 상이점 및 구별점 발견

변화의 발견

1. 변화가 문제의 원인이 되면 원인확인을 위해 특이성의 변화를 찾되 변화의 시점 check

원인의 상정

1. Keep It Simple and Shour Principle(KISS원칙 준수)
2. 순서에 따라 상정(변화-특이성-경험+육감)

원인의 검증

1. 가장 가능성 있는 원인(MPC=최우선 원인)을 찾기 위하여 원인 검증 진행
* MPC는 True Cause가 되는 것이 가장 바람직
2. 불필요한 조사를 줄이기 위하여 논리적-관찰적-결과적 검증 단계 진행
3. <상정한 것이 진짜 원인이라면 그 정보차원(주어)는 (IS)이지 (IS NOT)은 아니다>의 진술 : TESTING TOOL(O,X,△)

결론기술

1. 1차 선정안에 대한 마이너스 요인과 대책, 환경 변화 등을 종합한 최종한 마련

Decision Analysis

DA STATEMENT (과제화)

1. OO을 위하여 △△을 선택/결정
2. 결정목표+수당(대체안)+선택행동을 구체적으로 기술

결정목표 설정

1. 선택기준 또는 판단기준을 명확히 한다.
2. 기대되는 성과 또는 목적을 설정
3. 주된목표와 부차적 목표 설정

목표분류 및 WEIGHT 부여

1. 절대목표(MUST), 달성목표(WANT)
2. 필수적, 계량화, 현실적, MUST 이외 가급적 제거
3. MUST의 WANT화 및 WANT의 상대비중 부여

대체안 기안

1. 단순선정과 입안전개(목표설정 후 수단 선정)
2. 결정목표를 힌트로하여 주어진 대체안 중 택일

대체안 평가

1. MUST : G/O NO GO평가(절대 평가)
2. WANT : 가장 좋은 정보 순으로 10점 순으로(상대 평가)
3. MERIT 평가 후 1차로 2개 안을 선정

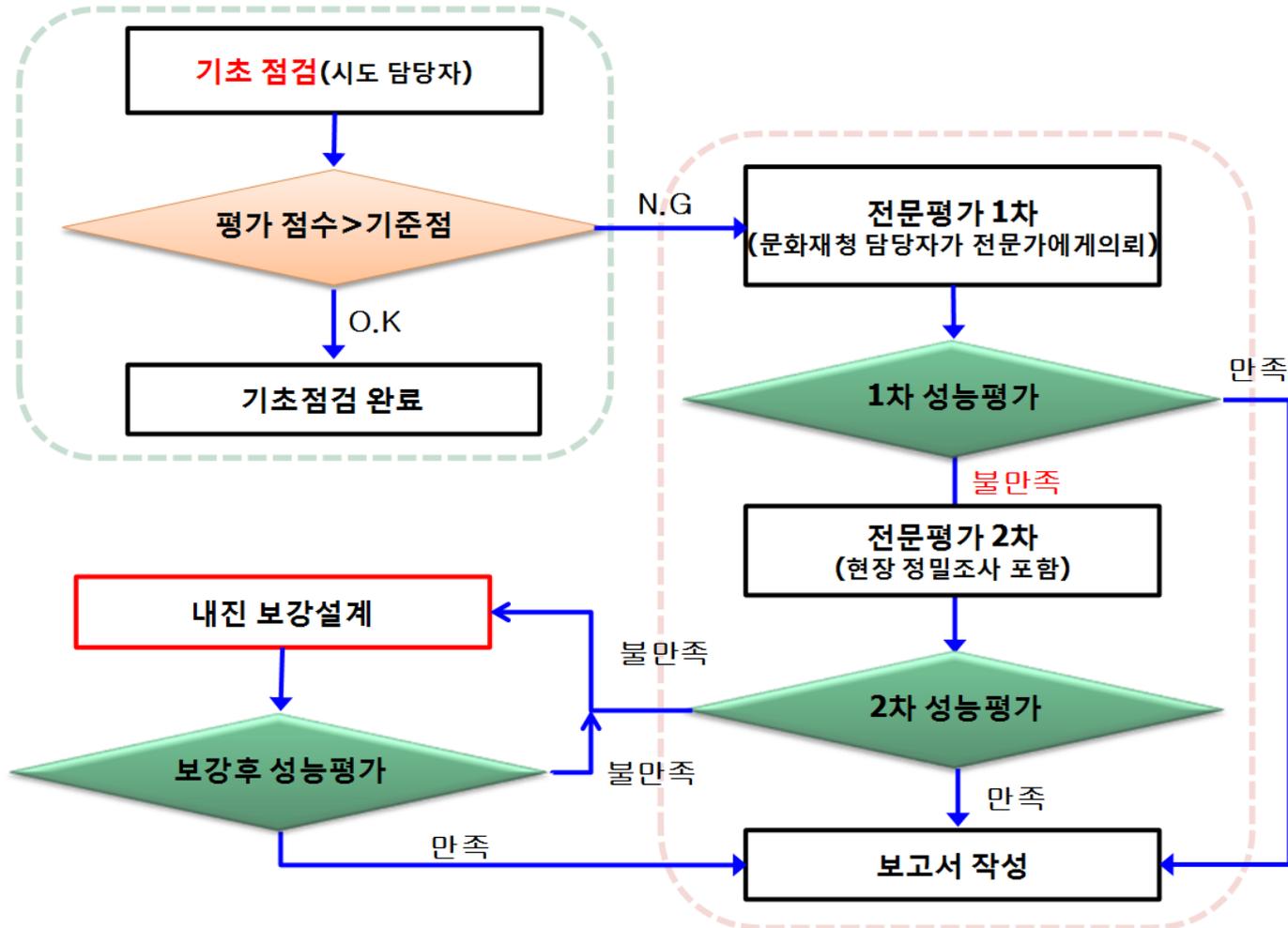
마이너스 용인, 검토, 대책

1. 문제점 검토 : 그 안을 채택할 경우 어떤 RISK가 있는가?
2. 평가 : P와 S를 3단평가
3. P를 제거 또는 억제하는 대책, S를 낮추는 대책

대책의 설정

1. 원인의 제거를 통하여 문제를 해결
2. 임시대책, 시정대책, 적응대책 등의 마련

목조 내진성능평가도



4. 목조 문화재 기초 점검

목조문화재의 기초평가표

점검분류	점검 항목	배점	점검항목에 따른 점수 배점 기준	비고
지진 및 변형 상태	1. 지진 발생 빈도가 낮은 지역인가?	1 점		인근 기상대 동향성 기록을 진 기록으로 판단
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	2. 지반의 수위가 높지 않은가?	1 점		산지의 경우 수위가 높지 않음
	그렇다(산지지반)	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다(저지대)	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
기단부의 탈락 또는 멸실 등의 훼손은 없는가?	3. 기단부의 탈락 또는 멸실 등의 훼손은 없는가?	1 점		기단부의 훼손 정도(일부 훼손으로 판정)
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
수리 상황	4. 최근 5년 간 기둥/장방 결구부위를 수리한 적이 있는가?	1 점		결구부 상태의 합판 수리
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
5. 기둥의 동마리 이음이 2개 미만인가?	5. 기둥의 동마리 이음이 2개 미만인가?	1 점		이음이 존재할 경우 2개 이상(이음대용력 약화)
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
구조 형식	6. 단층인가?	1 점		단층인 경우 판정
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	7. 다포집인가?	1 점		다포의 경우 임장화를 목적으로
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
8. 환주가 없는가?	8. 환주가 없는가?	1 점		환주가 있을 경우 정간간주할 것
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
9. 중앙부 종도리 높이가 나뉘기 단면폭이 1.0이하인가?	9. 중앙부 종도리 높이가 나뉘기 단면폭이 1.0이하인가?	1 점		사설대설로 판정 가능
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
10. 목재로 구성된 반자(우물천장/코미반자)가 있는가?	10. 목재로 구성된 반자(우물천장/코미반자)가 있는가?	1 점		반자 설치 시 안전성 확보를 위한 구조적 지보반영
	있음	1 점	있다	없다
	없음	0 점	없다	있다
11. 지붕이 편작형태인가?	11. 지붕이 편작형태인가?	1 점		편작지붕의 경우 기둥/장방을 고정하는 것
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다	

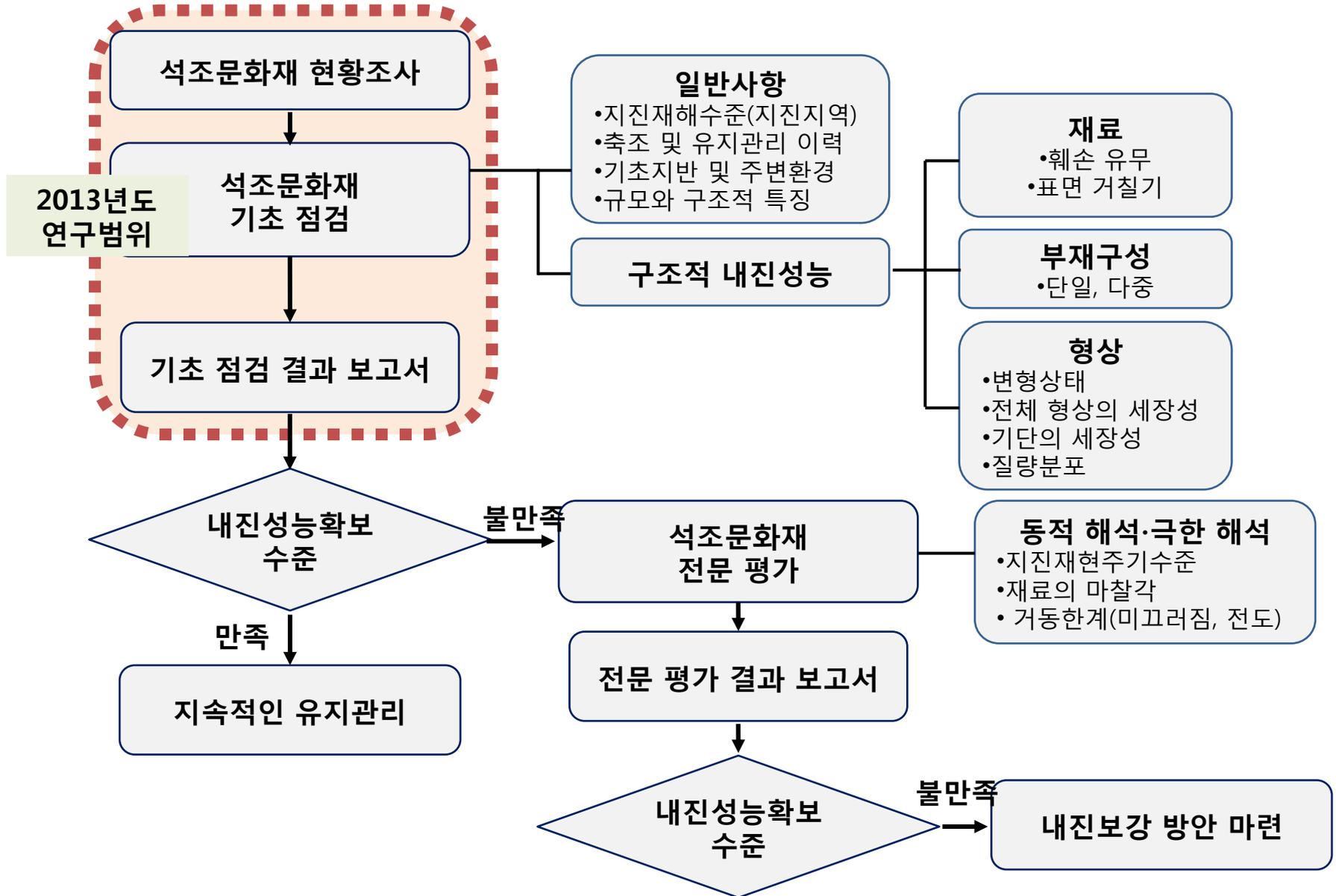
점검분류	점검 항목	배점	점검항목에 따른 점수 배점 기준	비고
구조부재 상태	12. 창방/평방/보/도리/추녀/서까래 등 수평부재 중 치점이 있는 부재가 없는가?	1 점		정점자 판정 여부
	그렇다	1 점	그렇다	수평부재 치점 반영
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	13. 주요 결구부위에 벌어진/깨짐 등의 훼손이 없는가?	1 점		정점자 판정 여부
	그렇다	1 점	그렇다	결구부재/깨짐 요소 반영
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	14. 벽체/인방 등에 기둥과 손가락이 들어갈 정도의 틈이 없는가?	1 점		정점자 판정 여부
	그렇다	1 점	그렇다	벽체/인방의 틈새 크기 반영
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	15. 중요 구조부재에 충해는 없는가?	1 점		기둥에 개미 등에 의한 충해 발생 여부 반영
그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다	
그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다	
16. 지점부위(초석과 기둥의 접촉면 등)에 부식은 없는가?	16. 지점부위(초석과 기둥의 접촉면 등)에 부식은 없는가?	1 점		초석과 기둥의 접합부 부식 여부 반영
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
17. 누수의 흔적은 없는가?	17. 누수의 흔적은 없는가?	1 점		누수에 의한 구조적 손상 가능성 고려
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
지붕면 상태	18. 지붕면이 고른 상태를 유지하고 있는가?	1 점		지붕면의 굴곡 정도(배부 정도)를 고려하여 판정(배부 정도가 있을 경우 지붕면의 균일성 확보를 위한 정성 함유)
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
19. 기와의 탈락은 없는가?	19. 기와의 탈락은 없는가?	1 점		지붕면의 경사 변화 판단(기와의 훼손 여부 포함)
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
주변 환경	20. 건물 내부에 국보/보물 등의 문화재가 없는가?	1 점		건물 내부에 국보/보물 등의 문화재가 있는 경우 고려한 요소
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
	21. 태수로 정비가 잘 되어있는가?	1 점		강우에 의한 침식 정도를 고려하여 판정(2차 침식 현상 발생 가능성 고려)
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
	그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다
22. 건물 주변에 문화재에 영향을 줄 수 있는 축대/담장 등의 위험요소가 없는가?	22. 건물 주변에 문화재에 영향을 줄 수 있는 축대/담장 등의 위험요소가 없는가?	1 점		축대/담장 등에 의한 건물 훼손 가능성 고려
	그렇다	1 점	그렇다	그렇지 않다
그렇지 않다	0 점	그렇지 않다	그렇지 않다	

석조 기초점검항목

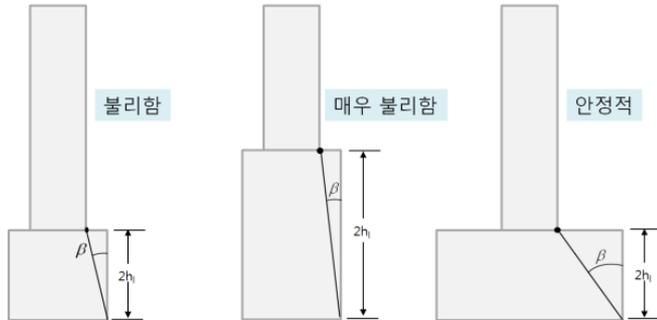
- 석조문화재에 대한 주요 조사대상 : 석탑, 전탑, 석교

	석탑	전탑	석교
기초점검항목	<ul style="list-style-type: none"> - 내부 적심의 상태 - 전체 구조의 변형 유무 - 석재의 마감 거칠기 상태 - 부재의 구성 형식 - 석탑의 개구부 유무 - 기단부의 세장비 - 탑신부가 구조물을 차지하는 비율 - 전체형상의 세장비 - 석탑의 질량비 	<ul style="list-style-type: none"> - 하천과의 접근성 여부 - 전탑의 부분 침하 여부 - 전탑의 구성부재 이탈 - 전체구조물의 기울어짐 판단 - 블록 사이의 열극 현상 여부 - 전탑의 개구부 여부 	<ul style="list-style-type: none"> - 내부 채움재의 상태 판단 - 석교 부재의 마감 거칠기 상태 - 부재의 줄눈 상태 검토 - 평석교의 석주 구성형태 - 홍예교의 홍예석 구성형태
공통사항	<ul style="list-style-type: none"> - 인접지반의 상태 (하천, 경사지, 유실 및 침하의 유무) - 보수 및 보강에 대한 이력 유무 - 문화재의 기능 유지 유무 - 구성부재의 훼손 및 파손 유무 		

석조 내진성능평가도



높이·층수에 따른 석탑의 구조적 형상



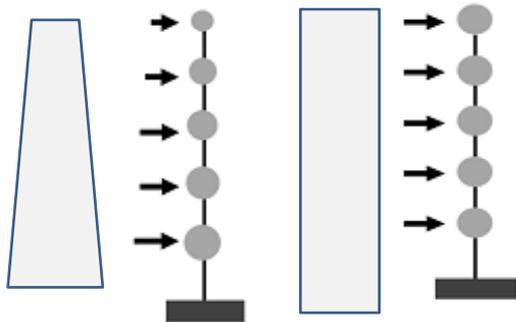
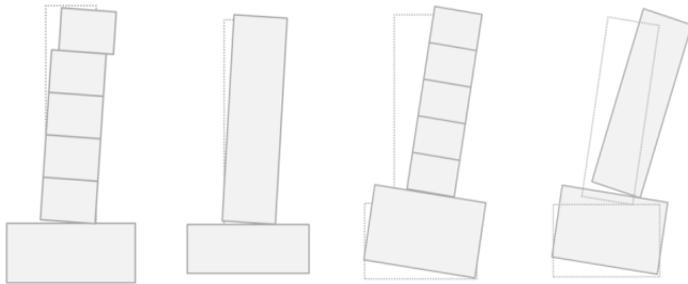
3층
높이: 3.5m-13.4m



5층
높이: 6m-10m

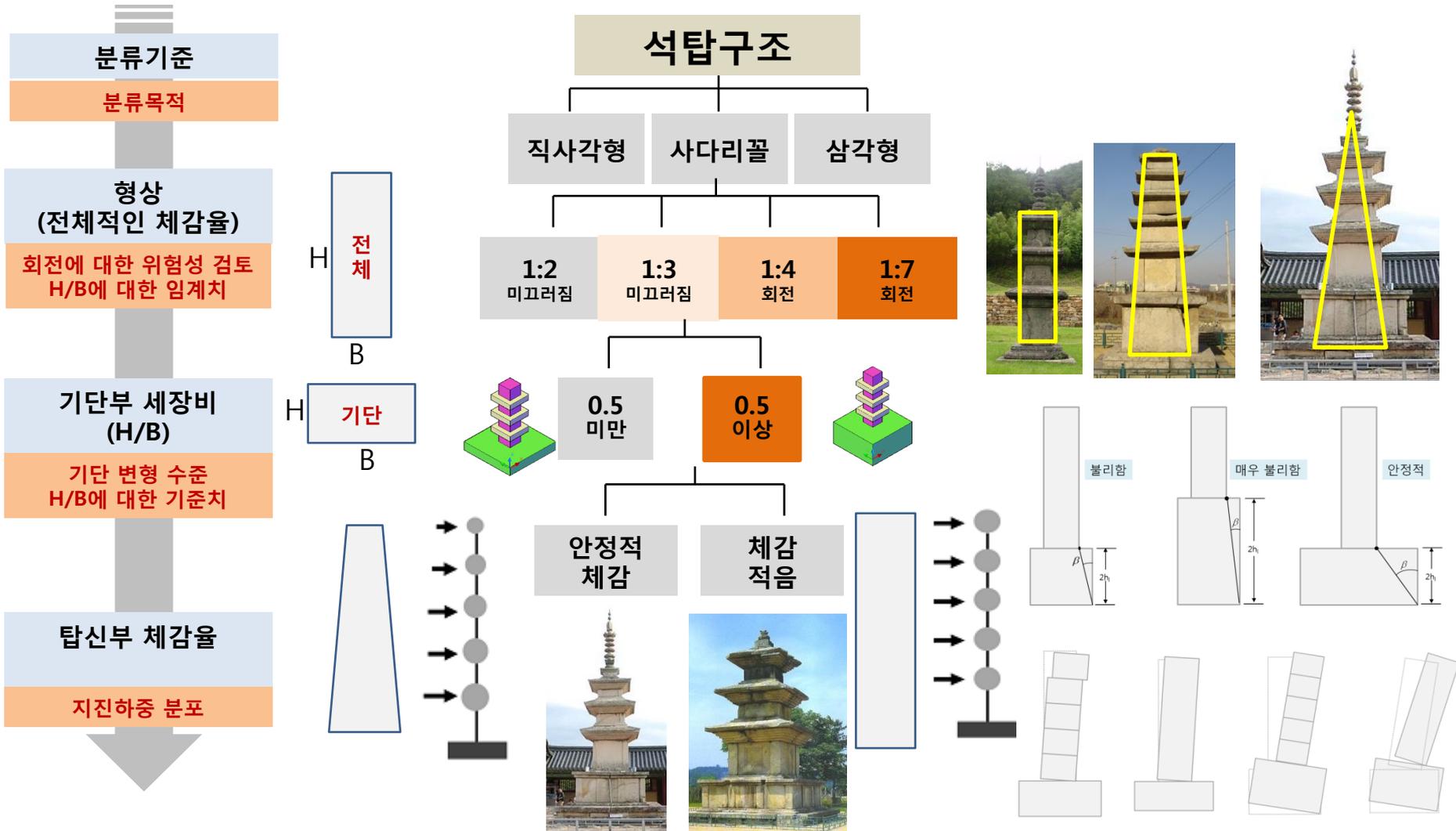


7층 이상
높이: 9.17m-15.2m



내진성능평가를 위한 석탑의 구조 형상분류

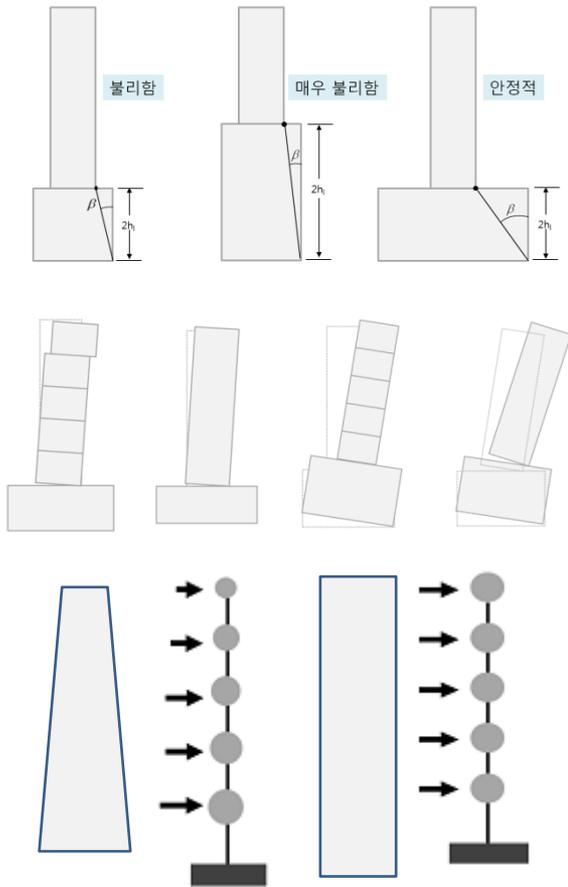
- 지진에 대한 석탑의 대표적인 거동은 **미끄러짐과 회전**.
- 석탑분류는 이러한 움직임에 대한 위험도 평가를 용이하게 하기 위함



석탑문화재 자료조사

전체 시스템

구조 요소



작성자		작성일시	
문화재 명칭		사용현황	
일반사항			
소재지	문화재 중요도	소재지의 지진지역	최근 수리연도
주변지형			
수평토압의 가능성			
인접지형의 경사도			
인접하천 유무			
인근 옹벽, 축대, 석축 있음			
진동유발요소 존재			
지반			
새로 이전한 지역			
지반종류			
지반침하 여부			
토양유실 가능성			
전체구조시스템의 변형			
기울기 발생			
중심침하			
지대석 변형			
전체구조시스템 개요 (재료·축조·규모·형상)			
재료	축조법	거칠기(마찰계수)	열화수준
전체높이	지대석 평면	탑신부층수(높이)	전체형상*
1층기단 평면	2층기단 평면	1층탑신 평면	맨윗층 탑신 평면
1층기단 높이	2층기단 높이	1층탑신 높이	탑신부 높이
1층기단 세장비 (높이/폭)	1층기단 세장비 (높이/폭)	1층탑신 세장비 (높이/폭)	탑신부 세장비** (높이/폭)

- 주변지형
- 지반
- 전체구조시스템 변형
- 기울어짐 발생여부
- 전체구조시스템 재료
- 전체구조시스템 규모와 형상
- 1층 기단 세장비
- 탑신부 세장비

*직사각형, 사다리꼴, 삼각형으로 대별하고 체감율을 고려해서 판단

**탑신부 세장비를 계산할 때 폭은 1층 탑신부 폭을 사용

석탑문화재 자료조사

전체 시스템

구조 요소

- 형상 접합, 변형 층별 조사



문화재 명칭	기단		
조사항목	지대석	1층 기단	2층 기단
단일 부재, 다중 부재		<ul style="list-style-type: none"> • 단일 부재, 다중 부재 • 귀주 크기 • 귀주 건전성 • 기울어짐 발생여부 • 통줄눈 발생여부 • 갑석 열극 • 블록 이탈 • 적심석 상태 	
귀주 크기			
귀주 건전성			
기울어짐 발생여부			
통줄눈 발생여부			
갑석 열극			
블록 이탈			
적심석 상태			
	1층 탑신		
단일 부재, 다중 부재			
받침부재의 안정성			
귀주 크기(탑신)			
귀주 건전성(탑신)			
기울어짐 발생여부			
통줄눈 발생여부			
갑석 열극			
블록 이탈			
		2층	
	2층 탑신	2층 옥개석	
단일 부재, 다중 부재			
받침부재의 안정성			
기울어짐 발생여부			
통줄눈 발생여부			
갑석 열극			
블록 이탈			
		상륜부	
규모			
정착 정도			

*3층보다 큰 층수를 가진 석탑문화재의 구조요소 평가자료는 이 표를 각 층에 대한 자료가 조사될 수 있도록 이 평가표를 확장하여 사용함

평가항목 분석

점검항목	주요 분석 내용	항목별 평가방안
지반 현황	<ul style="list-style-type: none"> 인접 지반의 현황에 따라 석조문화재에 작용하는 지진의 지반 가속도 값 변화 검토 	하천, 경사지, 지반의 유실 및 침하 유무
보수 및 보강 이력	<ul style="list-style-type: none"> 석조문화재의 보수보강 사례는 석조문화재가 외력에 대한 저항성을 나타내는 지표 보수보강 사례가 있는 경우 외력에 대하여 더 좋은 저항성을 가짐 	보강이력 유무
기능 유지	<ul style="list-style-type: none"> 석조문화재의 기능유지 현황은 내구성과 밀접한 관련이 있음 파손 및 변형에 의해 기능을 유지하지 못할 경우 하중전달이 원활하지 못함 응력이 어느 한 부재에 집중될 수 있어 지진하중에 대한 위험성 증가 	기능 유지 유무
훼손 상태	<ul style="list-style-type: none"> 부재 훼손은 위치나 크기에 따라 내진성능에 서로 다른 영향을 미침 석탑 전반적인 측면에서 부재의 강도 저하 측면을 고려 	훼손 발생 유무
기울어짐	<ul style="list-style-type: none"> 기울어짐이 발생한 상태에서 지진이 발생할 경우 조그마한 크기의 지진이 발생해도 전체 석탑구조의 안정성에 문제 발생 	기울어짐 유무
석재 마감 거칠기	<ul style="list-style-type: none"> 석조구조물의 거칠기 상태에 따라 석조구조물이 갖는 내진성능이 달라짐 이에 석재의 마감 거칠기에 대한 평가가 이루어 져야 함 	거친다듬
		고운다듬
적심 상태	<ul style="list-style-type: none"> 석탑의 기초 역할을 하면서 지반과의 상호작용을 연계해주는 중요한 요소 적심 유실 시 석탑문화재의 하중전달이 원활하지 못하여 외력에 대한 저항성 저감 	충만
		유실

평가항목 분석

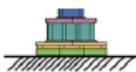
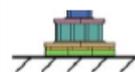
점검항목	주요 분석 내용	항목별 평가방안
지대석 변형	<ul style="list-style-type: none"> 석탑의 기초 역할을 하면서 지반과의 상호작용을 연계해주는 중요한 요소 지반에 잘 묻혀있지 않고 노출이 심한 상태에서 훼손된 부분이 많은 경우 상부구조에 대해서 부등변형 발생가능성이 큼 	지대석 변형 유무
석탑 층수	<ul style="list-style-type: none"> 기단의 세장비가 0.5이상으로 크고, 상부 탑신 구조의 세장비 또한 크게 되면 상부구조의 전도 가능성이 높아짐 	3층 이하 3층 초과
1층 기단 갑석 부재구성	<ul style="list-style-type: none"> 기단부의 부재구성이 다중 부재인 경우, 단일 부재에 비해서 불리 	단일 부재 다중 부재
기단부 면석 부재구성	<ul style="list-style-type: none"> 다중 부재의 경우, 단일 부재에 비해 부재간의 움직임이 많음 	단일 부재 다중 부재
탑신부 탑신석 부재구성	<ul style="list-style-type: none"> 다중 부재의 경우, 단일 부재에 비해 부재간의 움직임이 많아 내진성능 저하 	단일 부재 다중 부재
옥개석 부재구성	<ul style="list-style-type: none"> 다중 부재의 경우, 단일 부재에 비해 부재간의 움직임이 많아 옥개석의 변형과 하중전달이 불균형적으로 발생 	단일 부재 다중 부재
개구부	<ul style="list-style-type: none"> 석탑문화재는 개구부의 유무에 따라 하중의 흐름 및 전달과정의 차이 발생 	개구부 유무
기단부 세장비 (기단 높이/기단 폭)	<ul style="list-style-type: none"> 강체의 회전거동은 초기 변형에 매우 민감하게 반응 기단부 위에 놓은 탑신부는 기단부의 변형에 큰 영향을 받음 	0.5미만 0.5이상

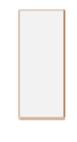
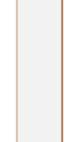
평가항목 분석

점검항목	주요 분석 내용	항목별 평가방안
탑신부 높이의 구성 비율	<ul style="list-style-type: none"> • 탑신부의 높이가 차지하는 비율에 따라 석탑문화재의 내진성능이 달라짐 • 석탑문화재의 전체 높이 중 탑신부가 차지하는 비율에 대한 검토 필요 	75% 이하
		75% 초과
전체형상의 세장비 (높이/폭)	<ul style="list-style-type: none"> • 세장비가 클수록 지진하중에 대한 전도가능성이 높아짐 • 강체 거동에 근거하여 회전가능성에 대한 회전 임계각을 고려해서 세장비의 한계 정의 • 석탑의 전체 높이는 기단부에서 탑신 맨 상층까지의 높이 • 폭은 1층 탑신부의 폭과 맨 위 상부 폭의 평균값 이용 	4.0미만
		4.0이상
전체형상의 체감율 (기단 포함)	<ul style="list-style-type: none"> • 전체형상의 세장비를 근거로 전도가능성에 대해 평가한 결과를 보다 현실적인 상황으로 반영 • 체감이 안정적으로 발생한 경우 지진하중에 대한 전도가능성 감소 	안정적 체감
		체감 없음
전체형상의 질량비 (탑신부 질량 / 기단부 질량)	<ul style="list-style-type: none"> • 기단부와 탑신부 사이의 기하학적 체감이 뚜렷한 경우 기단부와 탑신부 구조가 수직적으로 공존한다고 가정 가능 • 이 때, 탑신부의 하중이 기단부의 하중에 비해 상대적으로 큰 경우 기단부의 폭이 좁고 또한, 기단부 세장비가 크게 되면 위험성 크게 가중 	단일 부재
		다중 부재
탑신부 질량 체감율	<ul style="list-style-type: none"> • 옥개석과 탑신을 고려해 체감이 안정적으로 발생한 경우 석탑의 높이 방향으로 분포하는 전체 지진하중이 체감이 없는 경우 보다 안정적인 효과를 가짐 	안정적 체감
		체감 없음

석조문화재 기초평가표

1. 석조 - 석탑

평가 항목	배점	평가항목에 따른 점수 배점 기준	
1. 지반의 상태는?			
단단한 지반	1 점	좋은 지반 	연약 지반 
연약 지반	0 점		
잘 모르겠음	0 점		
연약지반에 석탑이 놓인 경우, 전체구조의 형상변화가 지주 발생할 뿐 아니라, 실제 지진 발생시에는 가속도의 증폭이 매우 크게 발생한다.			
2. 구조적으로 기울어짐이 발생했는가?			
없음	1점	변형 없음 	기울어짐 
있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
전체 석탑의 형상에 대해서 기울어짐이 발생한 상태에서 지진이 발생하는 경우에는 조그마한 크기의 지진이 발생해도 전체 석탑구조의 안정성에 문제가 발생할 수 있다.			
3. 지대석 변형이 발생했는가?			
없음	1점	변형 없음 	변형 발생 
있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
지대석은 전체석탑구조의 기초 역할을 하면서 지반과의 상호작용을 연계해주는 매우 중요한 요소이다. 만일, 지반에 잘 묻혀있지 않고 노력이 심한 상태에서 훼손된 부분이 많은 경우에는 상부구조에 대해서 부동변형 발생가능성과 또한 지진하중 전달을 원활하게 하지 못할 수 있다.			
4. 중심 쏠림 발생은?			
쏠림 발생하지 않음	1점	쏠림 없음 	쏠림 발생 
쏠림 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
석탑의 중심점하는 상부에서 하부로 전달되는 하중경로의 불균형 경로가 발생했거나, 지반과의 상호작용에서 발생할 수 있다. 이 변형은 다른 구조변형과 더불어서 석탑구조 전체의 안정성을 크게 저하시키는 문제점을 야기시킨다.			

평가 항목	배점	평가항목에 따른 점수 배점 기준	
5. 석조훼손은 있는가?			
훼손 발생하지 않음	1점	훼손 없음 	훼손 발생 
훼손 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
부계 훼손은 위치나 크기에 따라서 내진성능에 서로 다른 영향을 미치게 된다. 이 평가에서는 석탑 전반적인 측면에서 부계의 강도 저하 측면을 고려해서 평가한다. 중화작용이 크게 발생하지 않았고, 유지관리가 잘 된 경우에는 훼손발생이 미미할 것이다.			
6. 전체형상의 세장비(높이/폭)?			
4.0 미만	1점	4.0 미만 	4.0 이상 
4.0 이상	0점		
잘 모르겠음	0점		
세장비가 클수록 지진하중에 대한 전도가능성이 매우 높아진다. 강재기둥에 근거해서 회전가능성에 대한 회전 임계각을 고려해서 세장비의 한계를 정의하였다. 석탑의 전체 높이는 기단부에서 탑신 맨 상층까지의 높이이며, 폭은 1층 탑신부의 폭과 맨 위 삼부 폭의 평균값을 이용한다.			
7. 전체형상의 채감(기단 포함)?			
안정적 채감 있음	1점	안정적 채감 	채감 없음 
채감 없음	0점		
잘 모르겠음	0점		
전체형상의 세장비를 근거로 전도가능성에 대한 평가한 결과에 대해서 보다 현실적인 상황을 반영하고자 함이다. 채감이 안정적으로 발생한 경우에는 지진하중에 전도가능성을 줄여준다.			
8. 전체형상의 권람비(탑신부 권람이/기단부 질량)?			
1.2 미만	1점	단일부재 	다중부재 
1.2 이상	0점		
잘 모르겠음	0점		
기단부와 탑신부 사이에 기하학적 채감이 뚜렷한 경우에는 기단부 구조와 탑신부 구조가 수직적으로 공존한다고 가정할 수 있다. 이때, 탑신부의 하중이 기단부의 하중에 비해서 상대적으로 큰 경우에는 기단부의 폭이 좁고 또한, 기단부 세장비가 크게 되면 위형성은 크게 가증될 수 있다.			

석조문화재 기초평가표

석조 - 석탑

평가 항목	배점	평가항목에 따른 점수 배점 기준	
9. 탑신부 권광 채감율은?			
없음	1점		
있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>유계석과 탑신을 고려해서 채감이 안정적으로 발생된 경우에는 석탑의 높이 방향으로 분포하는 전체 지진하중이 채감이 없는 경우에 비해서 보다 안정적인 효과를 가져다 줄 수 있다.</p>			
10. 기단 세장비(기단 높이/기단 폭)?			
0.5 미만	1점		
0.5 이상	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>장래의 최전거동은 초기 변형에 대해서 매우 민감하게 반응한다. 기단부위에 놓인 탑신부는 기단부의 변형에 커다란 영향을 받게 된다. 이 경우 기단부의 세장비가 0.5 이상이 되면 기단부에서는 상부 구조에 영향을 미칠 정도의 미묘적 큰 변형을 나타낸다.</p>			
11. 탑신 층수?			
5층 미만	1점		
5층 이상	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>기단의 세장비가 0.5이상으로 크고, 상부 탑신 구조의 세장비 또한 크게 되면 상부구조의 전도가능성이 더욱 높아진다.</p>			
12. 1층 기단 감석의 부재구성은?			
단일 부재에 근접함	1점		
다중부재	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>지진하중에 대한 동적해석 결과를 토대로 기단부의 부재구성이 다중 부재인 경우가 단일 부재에 비해서 불리하다. 이는 조그마한 부재가 큰 부재에 비해서 변형이 쉽게 일어나기 때문이다.</p>			

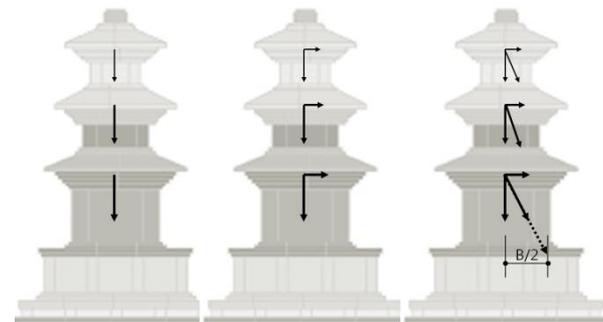
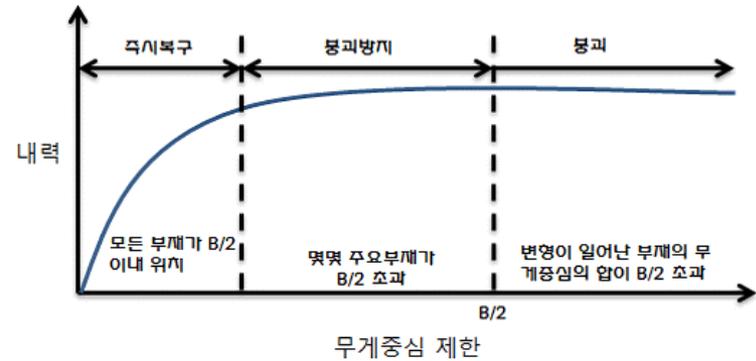
평가 항목	배점	평가항목에 따른 점수 배점 기준	
13. 기단부 변형은?			
변형 없음	1점		
변형 있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>기단부의 변형은 지진하중에 대한 하중저항과 하중전달 측면에서 매우 불리하다. 이는 기단부와 탑신부 전체적으로 내진성능 저감으로 이어진다.</p>			
14. 기단 부재얼룩은?			
없음	1점		
심함	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>기단부 부재 얼룩이 매우 커서 인접부재의 이동가능성이 매우 크면 이는 전체 구조시스템의 변형으로 이어질 수 있다.</p>			
15. 기단부 면석의 부재구성은?			
단일 부재	1점		
다중 부재	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>다중 부재의 경우에는 단일 부재에 비해서 부재간의 움직임이 많다.</p>			
16. 기단부 틈줄은 발생?			
틈줄은 없음	1점		
틈줄은	0점		
잘 모르겠음	0점		
<p>부재 쌓기에서 발견하고 있는 부재가 틈줄이 발생하도록 갈라져 있는 경우에는 아래 그림에서와 같이 연속적인 변형은 유발하게 된다.</p>			

석조문화재 기초평가표

10 석조 - 석탑

평가 항목	배점	평가항목에 따른 점수 배점 기준	
17. 탑신부 축신의 부재구성은?			
단일 부재에 근접함	1점	 단일 부재	 다중 부재
다중부재	0점		
잘 모르겠음	0점		
다중 부재의 경우에는 단일 부재에 비해서 부재간의 움직임이 많아서 내진성능을 저하시키게 된다. 부재 개수가 증가할수록 내진성능이 더욱 크게 감소한다.			
18. 탑신부 형상 변형은?			
변형 없음	1점	 변형 없음	 변형 있음
변형 있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
탑신부의 변형은 지진하중에 대한 허용저항 측면에서 매우 불리하다. 특히 1층 탑신부의 변형은 기반부 변형만큼 전체적으로 내진성능 저감으로 이어진다.			
19. 탑신부 부재얼룩은?			
없음	1점	 얼룩 없음	 얼룩 발생
심함	0점		
중심	0점		
탑신부의 부재얼룩은 지진하중에 대한 허용저항 측면에서 매우 불리하다. 특히 1층 탑신부의 탑신부 부재 얼룩이 매우 커서 인접부재의 이동가능성이 매우 크면 이는 전체 구조시스템의 변형으로 이어질 수 있다.			
20. 옥개석의 부재구성은?			
단일 부재	1점	 단일 부재	 다중 부재
다중 부재	0점		
잘 모르겠음	0점		
옥개석은 좌중전달 기능을 수행하게 되는데, 다중 부재의 경우에는 단일 부재에 비해서 부재간의 움직임이 많아서 옥개석의 변형과 더불어서 좌중전달이 불균형적으로 발생할 수 있다.			

평가 결과	점수		내진성능 평가 결과
	10개 항목	20개 항목	
	8점 이상	16점 이상	내진성능이 있음
	6~7점	11~15점	붕괴의 우려는 없으나 추가적인 진단이 필요
	5점 이하	10점 이하	전문가의 진단이 필요



석조문화재 기초평가표

석조 - 전탑

고종회관 2층도(전탑)

점검 항목	비점	점검항목에 따른 점수 배점 기준	
1. 민첩 거리의 현상판?			
유실이 발생하지 않음	1점	의상실	
유실 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
2. 민첩 거리가 하천이 있는가?			
있음	1점	있음	
있음	0점		
잘 모르겠음	0점		
3. 구조적으로 보수 및 보강 이력이 있는가?			
있음	1점	보강 없음	
없음	0점		
잘 모르겠음	0점		
4. 전탑문화지라 기를 돌 유지하고 있는가?			
기 돌 유지	1점	기 돌 유지	
기 돌 유지하지 못함	0점		
잘 모르겠음	0점		
5. 전탑이 유물회하여 발생하였는가?			
발생하지 않음	1점	의상실	
발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
6. 구설우지가 파손되었는가?			
파손이 발생하지 않음	1점	파손 의상실	
파손 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
7. 구설우지가 이물질이 있는가?			
불록이 이물질이 있음	1점	이물 의상실	
불록이 이물질이 없음	0점		
잘 모르겠음	0점		
8. 전탑의 기초어귀 발생합니까?			
기초어귀 발생하지 않음	1점	의상실	
기초어귀 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
9. 불록의 밀착현상이 발생하였는가?			
밀착현상이 발생하지 않음	1점	의상실	
밀착현상이 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
10. 개구구가 있는가?			
있음	1점	있음	
있음	0점		
잘 모르겠음	0점		

석조 - 석교

고종회관 2층도(석교)

점검 항목	비점	점검항목에 따른 점수 배점 기준	
1. 민첩 거리의 현상판?			
거반 결하 및 유실이 없음	1 점	의상실	
거반 결하 및 유실이 있음	0 점		
잘 모르겠음	0 점		
2. 구조적으로 보수 및 보강 이력이 있는가?			
있음	1점	보강 없음	
없음	0점		
잘 모르겠음	0점		
3. 석교문화지라 기를 돌 유지하고 있는가?			
기 돌 유지	1점	기 돌 유지	
기 돌 유지하지 못함	0점		
잘 모르겠음	0점		
4. 재물지의 상태는?			
술안	1점	술안	
유실	0점		
잘 모르겠음	0점		
5. 석교문화지라 석은 상태는?			
석은 발생하지 않음	1점	석은 없음	
석은 발생	0점		
잘 모르겠음	0점		
6. 석지의 마질 거칠기 상태는?			
거친 마질	1점	거친 마질	
고운 마질	0점		
잘 모르겠음	0점		
7. 공돌의 상태는?			
공돌이 있음	1점	공돌이 있음	
공돌이 없음	0점		
잘 모르겠음	0점		
8. 석주의 구설현상은?(명석교)			
아름모질 석주	1점	아름모질 석주	
경단형 석주	1점		
잘 모르겠음	0점		
9. 공예석의 구설현상은?(공예교)			
단형의 공예	1점	단형의 공예	
반원형 공예	1점		
포물선형 공예	0점		
잘 모르겠음	0점		

6. 매뉴얼 개선 방안

기초 진단법 개선

- 전체시스템평가 고려하여
평가항목과 정량적 평가기준
수정 및 보완

- ✓평가항목선정
- ✓평가항목 대분류와 소분류
- ✓평가항목의 정량적 기준치
- ✓가중치

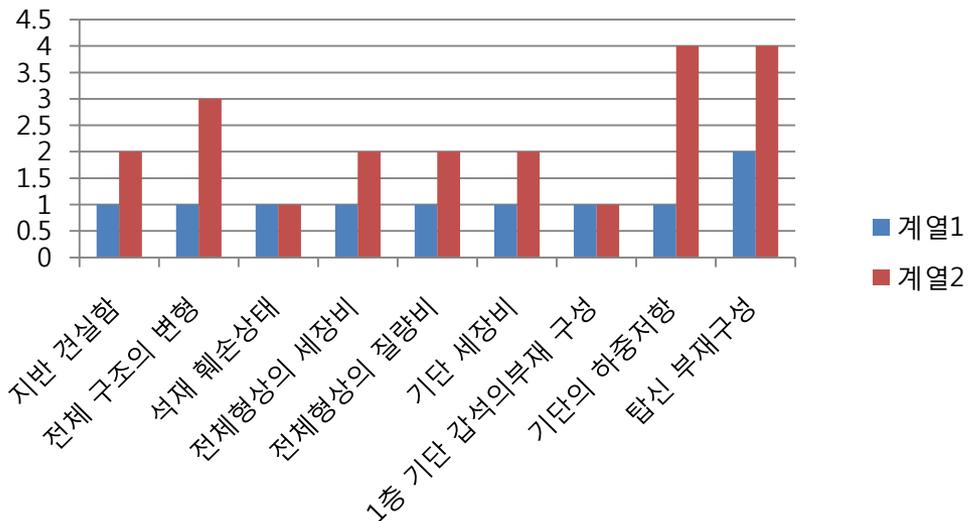
항목	10개 항목		20개 항목	
지반 견실함 1 항목	1	연약지반 (0점) 단단한 지반 (1점)	1	연약지반 (0점) 단단한 지반 (1점)
전체 구조의 변형 (기울기, 중심침하, 지대석변형) 3 항목	2	기울어짐 발생 (0점) 기울어짐 없음 (1점)	2	기울어짐 발생 (0점) 기울어짐 없음 (1점)
			3	지대석변형 있음 (0점) 지대석변형 없음 (1점)
			4	중심침하 있음 (0점) 중심침하 없음 (1점)
석재 훼손상태 1 항목	3	석재훼손 있음 (0점) 석재훼손 없음 (1점)	5	석재훼손 있음 (0점) 석재훼손 없음 (1점)
전체형상의 세장비 (높이/폭) 2 항목	4	4.0 이상 (0점) 4.0 미만 (1점)	6	4.0 이상 (0점) 4.0 미만 (1점)
			7	체감 없음 (0점) 전체체감 안정적 (1점)
전체형상의 질량비 (탑신부 질량/ 기단부 질량) 2항목	5	1.2 이상 (0점) 1.2 미만 (1점)	8	1.2 이상 (0점) 1.2 미만 (1점)
			9	탑신체감 없음 (0점) 탑신체감 안정적 (1점)
기단 세장비 (기단 높이/기단 폭) 2 항목	6	0.5 이상 (0점) 0.5 미만 (1점)	10	0.5 이상 (0점) 0.5 미만 (1점)
			11	탑신 5층 이상 (0점) 탑신 5층 미만 (1점)
1층 기단 갑석의 부재 구성 1 항목	7	다중 부재 (0점) 단일 부재 (1점)	12	다중 부재 (0점) 단일 부재 (1점)
기단의 하중저항 4 항목	8	기단변형 발생 (0점) 기단변형 없음 (1점)	13	기단변형 발생 (0점) 기단변형 없음 (1점)
			14	부재열극 심함 (0점) 부재열극 없음 (1점)
			15	면석 다중 부재 (0점) 면석 단일 부재 (1점)
			16	통줄눈 발생 (0점) 통줄눈 없음 (1점)
탑신 부재구성 4 항목	9	옥신 다중 부재 (0점) 옥신 단일 부재 (1점)	17	옥신다중 부재 (0점) 옥신 단일 부재 (1점)
	10	형상변형 있음 (0점) 형상변형 없음 (1점)	18	형상변형 있음 (0점) 형상변형 없음 (1점)
			19	부재열극 심함 (0점) 부재열극 없음 (1점)
			20	옥개석 다중 부재 (0점) 옥개석 단일 부재 (1점)

평가항목·평가점수·평가결의 상호연계성

항목	10항목	20항목
지반 견실함	1	2
전체 구조의 변형	1	3
석재 훼손상태	1	1
전체형상의 세장비	1	2
전체형상의 질량비	1	2
기단 세장비	1	2
1층 기단 갑석의 부재 구성	1	1
기단의 하중저항	1	4
탑신 부재구성	2	4
총합	10	20

실제 구조적 거동에 근거한 평가인가?

평가결과	점수		내진성능 평가 결과
	10개 항목	20개 항목	
8점 이상	16점 이상	내진성능이 있음	
6~7점	11~15점	붕괴의 우려는 없으나 추가적인 진단이 필요	
5점 이하	10점 이하	전문가의 진단이 필요	



각 평가항목과 구조시스템 총체적 위험도와의 상호 민감도분석을 수행함

목조 문화재 기초 매뉴얼 개선

기존 목조문화재기초점검 매뉴얼

- 지진 및 지반의 상태**
 1. 지진발생 빈도
 2. 대상 문화재의 지반
 3. 기단부의 탈락 또는 멸실
- 수리 상황**
 1. 기둥/창방 결구부 수리 여부
 2. 동바리 이음 갯수
- 구조 형식**
 1. 단층 여부
 2. 다포 여부
 3. 활주 여부
 4. 단변폭 수치
 5. 반자의 형태
 6. 지붕의 형태
- 구조 부재 상태**
 1. 수평부재의 처짐
 2. 결구부위의 벌이짐/깨짐
 3. 벽체/인방의 틈
 4. 구조부재의 충해
 5. 지점부위의 부식
 6. 누수의 흔적
- 지붕면 상태**
 1. 지붕면의 고른 정도
 2. 기와의 탈락 여부
- 주변 환경**
 1. 건물 내부 국보/보물 문화재 존재 여부
 2. 배수로 정비 상태
 3. 축대/담장 등의 위험요소

수정 목조문화재 기초점검 매뉴얼

- 일반 사항**
 1. 소재지, 지정번호, 소재지 지진횟수, 최근 지진이력, 최근 수리시기에 대한 조사
- 주변 지형**
 1. 지진발생 빈도
 2. 문화재의 지반 상태
 3. 문화재 주변 배수로 정비
 4. 축대/담장 위험요소
- 현황 사진**
 1. 주변 및 문화재의 현황사진 촬영을 통하여 문화재의 상태를 간접적으로 확인할 수 있도록 유도
- 기초 상태**
 1. 기단부의 탈락 또는 멸실
- 수리 상황**
 1. 기둥/창방 결구부 수리 여부
 2. 동바리 이음 갯수
- 구조 형식**
 1. 단층 여부
 2. 다포 여부
 3. 활주 여부
 4. 단변폭 수치
 5. 반자의 형태
 6. 지붕의 형태
- 구조 부재 상태**
 1. 수평부재의 처짐
 2. 결구부위의 벌이짐/깨짐
 3. 벽체/인방의 틈
 4. 구조부재의 충해
 5. 지점부위의 부식
 6. 누수의 흔적
- 지붕면 상태**
 1. 지붕면의 고른 정도
 2. 기와의 탈락 여부
- 내부 상황**
 1. 건물 내부 국보/보물 문화재 존재 여부

문화재 매뉴얼 개선 방안

- 현장조사에 따른 기초점검 세부항목별 주요 분석내용을 바탕으로 내진성능 평가방안을 마련한다.
- 합리적인 평가를 위해 정량화 및 점수화를 통해한 여러 단계의 등급으로 분류하고 등급별 조치사항을 강구한다. 이에 따른 결과로 내진성능이 있음, 내진성능의 적절함, 구조물의 변형 우려는 없으나 주의단계, 내진성능 취약, 내진성능 취약에 따른 조속한 조치필요 등으로 구분한다.
- 내진성능 평가 결과에 따른 석조문화재의 조치방안으로 상태양호, 지속적 관찰, 문화재위원과의 협의필요, 전문평가 필요, 전문평가 후 보강조치 등으로 구분하고, 이에 따른 신속한 대책이 강구된다.
- 기초점검 세부항목에 따른 석조문화재의 분석 및 평가결과를 통해 점검항목에 미흡한 부분이 존재할 경우 이에 대한 항목 변경, 보완 및 개선방안의 방향을 제시한다.

감사합니다

英雖武人平生用力於理學學術高明據僑端謹行已有度今高府
且有聲績故茲擬之 上曰朴英之為人前已聞之今則平安通防
方緊故不露點耳○臺諫故高事不少○高時地大震凡三度其聲
皎如怒雷人馬辟易墻屋傾城墜屋中之人皆驚惶失色固
倣為終夜露宿不眠入處其家故老皆以為古所無也○道官回
曰今茲地震實莫大之變予欲迎訪大臣侍從其召之致就請垂
官之長於是禮曹判書南表等先入侍 上曰近者災災已甚今又
震甚可驚焉災不虛生必有所召予之睹珠罔知厥由南表曰臣初
之心神飛越久之乃定訊 上意驚懼固不可言近見慶高故濟二
書狀皆以地震不為京師地震若此之甚焉觀古史漢時關西地
萬餘人壓死當以為大變今日之地震無奈何有頃毀家令子夫地
物不能守靜而震動為變莫大焉有 上即位之後無遊何土才學
之失在下之故舉 聖慈亦曾識心問事雖不可謂太平亦可謂少
而災變之來日深一日巨非博通未知致災之根本也 上曰今日之
才高揚懼帶恐用人失當而親政纔畢仍致大變且今日之親政又
如孝帝之親政而致變如此尤為揚懼者此也夫幾地又大震如初

