

## 경주 불국사 삼층석탑(석가탑)의 손상도 평가

이젬마

국립문화재연구소 안전방재연구실

### Assessment of Damage for the Three-Storied Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju

Gemma Lee

Division of Safety and Disaster Prevention, National Research Institute of Cultural Heritage

**요약** 경주 불국사 삼층석탑의 손상 유형은 역사적, 예술적 가치 저하뿐만 아니라 암석 풍화도 가속화 시킬 수 있으므로 보존을 위한 적절한 해결책이 필요하다. 석탑 보존은 선조들이 남긴 원형을 유지하여 후대에 전해주는 데 그 목적을 둔다. 이 과정에서는 손상 상태에 관한 기록을 포함하며 향후 확인 가능하도록 해야 한다. 특히 석탑 손상도 평가는 보존 연구와 교육 자료로 활용할 수 있으며 보존처리 기초 자료로 이용하고 예방적 자료를 구축할 수 있다. 이 석탑의 정량적 손상도 평가 결과, 전체 면적 대비 생물 피도 159 %, 화학적 원인 114 %, 물리적 원인 16 % 점유율을 보인다. 또한 서측 방향에서는 일조량과 암석의 팽창수축 영향으로 손상 범위가 95 % 나타났다. 기단부와 탑신부에서는 다른 부재 대비 높은 손상률과 복합적 손상 패턴이 관찰된다. 반면에 상륜부는 1970년대 신석재로 복원하여 원 부재 대비 야외 노출 시간이 짧기 때문에 보존 상태가 양호한 것으로 판단된다. 이 연구를 바탕으로 보존과정에서는 세척처리를 통해 생물 종의 오염 정도를 저감시킬 수 있으며, 물리적 파손 부재는 접합처리로 손상을 최소화할 수 있다. 하지만 석탑은 향후 재 손상 가능성이 있으므로 지속적인 안전점검 모니터링과 예방적 보존 관리가 필요하다.

**Abstract** As the damage factors of the three-storey stone pagoda of the Bulguksa Temple in Gyeongju could cause a reduction in the historical and artistic value and accelerate the deterioration of the stone, an appropriate solution is needed. The aim of stone conservation is to conserve the original shape and convey originality from the ancestors to their descendants. This procedure includes a record of the condition, being available in the future. In particular, the damage assessment could be used in conservational research, educational data, conservational treatment, and preventive data. As a result of quantitative damage assessment, biological damage indicated 159 %, chemical damage 114 %, and physical damage 16 %. The west direction revealed 95 % because of the amount of sunshine, moisture, and expansion of rock. Complex factors and high range damage were observed on the foundation and body of the pagoda. Since the top of pagoda was restored in the 1970s, the state presented a good condition. By doing this, the number of organisms could be reduced by cleaning and the physical damage could be minimized by bonding. On the other hand, continuous monitoring will be needed because there is a possibility of reforming the damage in the future.

**Keywords** : Three-Storied Stone Pagoda of Bulguksa Temple, Seokgatap, Damage, Assessment, Stone Conservation

---

본 논문은 국립문화재연구소에서 진행한 경주 불국사 삼층석탑의 보수 사업 및 세부 연구를 수행한 결과물이 포함되어 있습니다.

\*Corresponding Author : Gemma Lee(National Research Institute of Cultural Heritage)

email: fineart03@naver.com

Received June 27, 2019

Revised August 6, 2019

Accepted September 6, 2019

Published September 30, 2019

## 1. 서론

우리나라에는 전국에 걸쳐 질 좋은 화강암이 풍부할 뿐만 아니라 암석의 내구성과 생산성이 우수하기 때문에 역사적, 예술적, 종교적 목적에 맞는 다수의 석조 문화재를 조성할 수 있었다. 국내 현존 건축문화재 총 753건 중 석조문화재는 568건(75.4%)으로 형태에 따라 석탑, 석등, 당간지주 등으로 분류할 수 있으며, 석탑은 가장 많은 수를 차지한다[1]. 한국을 석탑의 나라로 부르는 것도 이러한 이유에서 일 것이다.

그 중에 경주 불국사 삼층석탑은 통일신라시대의 정형을 보여주는 대표적인 석탑이다. 이 석탑은 부처님 사리를 봉안한 무덤으로 불교와 전통 사상의 조화 속에서 문화적 정수를 보존하고 겨레의 자긍심을 일깨우는 역사적 산물로 평가된다. 탑의 간결한 구성과 안정된 균형미는 신라 시대의 석탑 예술과 기술 정점을 표현한 걸작으로 장중한 느낌을 준다[2]. 그러나 오랜 기간 야외 환경에 노출된 석탑은 물리적, 화학적, 생물학적 등 여러 가지 원인으로 손상이 나타났다. 이 문제는 석탑의 가치 저하, 원형 훼손, 암석 풍화를 가속화시키는 요인으로 작용할 수 있기 때문에 석탑 보존을 위한 적절한 해결책이 필요하다.

한편 국내 문화재 보존 연구는 1958년 석굴암 보존 대책 마련을 시도하면서 석조문화재 보존이 본격적으로 시작되었다[3-1]. 1962년에는 문화재보호법 제정과 함께 국내 문화재 보존 개념이 도입되어 석조문화재 보존 시도가 한 단계 더 나아가는 계기가 됐다. 이후 보존의 중요성과 인식이 높아지면서 석탑 현장 조사와 석조문화재 보존처리를 위한 접합제 개발 등 보존처리 관련 재료와 기법 연구가 계속적으로 진행되어 왔다[4, 5, 6, 7].

하지만 이 석탑에 관한 연구는 사리장엄구 양식과 기법, 목서지편 기록 분석 등으로 미술학, 서지학, 건축학 등 학문적 연구 자료에 있어서 제한적으로 제공되고 있다[8, 9, 10]. 석탑의 보존에 관한 연구는 1971년 경주 불국사 경내 탑의 세척에 대한 간략한 보존 기록, 출토 사리장엄구의 보존처리 자료, 2018년 해체수리 등 일부 자료를 제외하고는 찾아보기 어려운 실정이다[11, 12, 13-1, ]. 과거 보수과정에서 기록한 손상 현황에 관한 일부 사진 자료는 확인이 가능하나 보존을 위한 자세한 손상도 기록 자료는 찾아보기 힘들다. 특히 과거에 손상된 상륜부 복원 과정에서는 그 원형에 관한 구체적 기록이 없어서 통일신라시대에 제작된 실상사 삼층석탑을 기준으로 복제한 것은 바람직한 보존 방법이 아닐 수도 있다.

이 탑은 1300여 년 역사를 자랑하며 신라 삼층석탑의

정형을 확립한 뿌리라고 할 수 있는 기념비적인 탑이다. 문화재를 보존하는 것은 그 원형을 유지하여 선조들이 물려준 모습으로 후대에 전해주는 데 그 목적을 둔다. 이 과정에서는 손상 현황과 보존 과정 등 상세한 기록을 포함하여 향후 확인이 가능하도록 해야 한다. 특히 석탑 손상에 관한 평가는 보존 관련 현황과 연구 자료뿐만 아니라 교육 자료로 활용할 수 있다. 게다가 보존처리 과정에서는 부재 보존처리 전 손상도 조사를 통해 보존처리 방안의 기초 설정 자료로 이용하고, 보존처리 후 현황을 대조하여 사후 안정성과 부작용에 관한 예방적 보존 자료를 구축할 수 있다.

따라서 이 연구에서는 석조문화재 현장에 적용할 수 있는 손상 유형별 범례 기준과 현장 조사를 바탕으로 정량적 손상도 평가를 하였다. 이 연구가 석탑의 원형과 가치 보존을 위한 자료로 활용될 수 있기를 기대하는 바이다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 경주 불국사 삼층석탑

경주 불국사 삼층석탑은 경상북도 경주시 불국사 중심에 자리 잡고 있다. 지리적으로는 대한민국 남동측 경상북도 내륙 중앙부인 토함산 산기슭에 위치한다. 8세기 신라 시대의 완벽한 형식을 갖춘 대표적인 탑으로 2층 기단 위에 3층의 탑신과 상륜부가 세워져 있다. 탑신석과 옥개석은 부재 분할 없이 통돌을 사용하여 가공하였고 옥개석의 완만한 낙수면과 모서리 끝은 하늘 방향으로 조각되어 있다[14]. 이러한 석재 구성 기법은 후대 신라 삼층석탑의 정형을 확립하는데 기여하였다[14].

이 석탑은 신라 경덕왕 원년(742) 불국사 창건과 함께 조성되었다고 전해진다[15]. 고려 현종 15년(1024)에는 해체수리를 하였고, 고려 정종 2년(1036), 4년(1038)에는 각각 발생한 지진으로 인해 보수한 것으로 기록되어 있다. 조선 선조 20(1586)년경에는 낙뢰로 인해 상륜부의 형상이 없어질 정도로 손상됐다. 이때 손상된 상륜부는 1972년 복원하지만 원형 확인이 불가능하여 통일신라시대의 실상사 삼층석탑을 모델로 제작하였다. 불교에 대한 압박이 심했던 조선 후기에는 경주 불국사의 쇠락과 함께 석탑의 훼손이 가속화 되었고, 일제강점기에는 팔방금강좌와 주변을 정비했다. 그 후 1966년 사리장엄구 도굴 시도와 균열로 손상된 1층 옥개석 이상을 수리하는 과정에서 세계 최고 목판인쇄물인 무구정광대다라니경이 발견됐다. 또한 목서지편 판독을 통해 석탑의 중



Fig. 1. View of the Three-Storeyed Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju

수기 문서가 확인되었다[16]. 하지만 2010년 북동측 상층기단 갑석에서 구조적 문제를 야기 시킬 수 있는 균열이 확인되면서 2012년부터 약 5년간 석탑의 전면 해체와 복원을 하였다[8-2].

해체 전 석탑에서는 균열, 이격, 적심 유실, 생물 서식 등 복합적 손상 양상이 나타났다. 이러한 손상은 석탑의

역사적, 예술적 가치 저하와 암석 풍화 등 이차적 손상을 유발할 수 있기에 해결책이 필요한 상태였다.

## 2.2 연구방법

이 연구에서는 석탑의 손상 유형에 따른 보존 상태를 정량적으로 평가하기 위해 물리적, 화학적, 생물학적 요인으로 범례를 설정하였다. 현장 조사 과정에서는 손상 현황을 실측도면에 기록하고, 오토캐드(Auto CAD)와 일러스트(Adobe Illustrator) 프로그램 이용하여 전산화하였다. 이를 바탕으로 훼손지도를 작성하여 손상 유형별 점유 면적을 산출하고 평가했다. 부재 표면 오염물 원인 확인을 위해 손상 유형별 대표 시료를 채취하여 정성정량 분석(휴대용 디지털 실체현미경(DG-2, Scalar, Japan, X-선회절분석(X-Ray Diffractometer, XRD), 주사전자현미경분석(Scanning Electron Microscope, SEM/EDS)을 하였다.

## 3. 손상도 평가

### 3.1 손상 현황

석탑은 오랜 기간 동안 외부 환경에 위치하며 다양한 형태의 파손, 구조적 불안정성, 석재 내구성 저하 등의 원인으로 손상이 나타났다. 또한 지반 영향과 우수 작용으로 적심이 유실된 상태였다. 지지조건 약화에 따른 응력

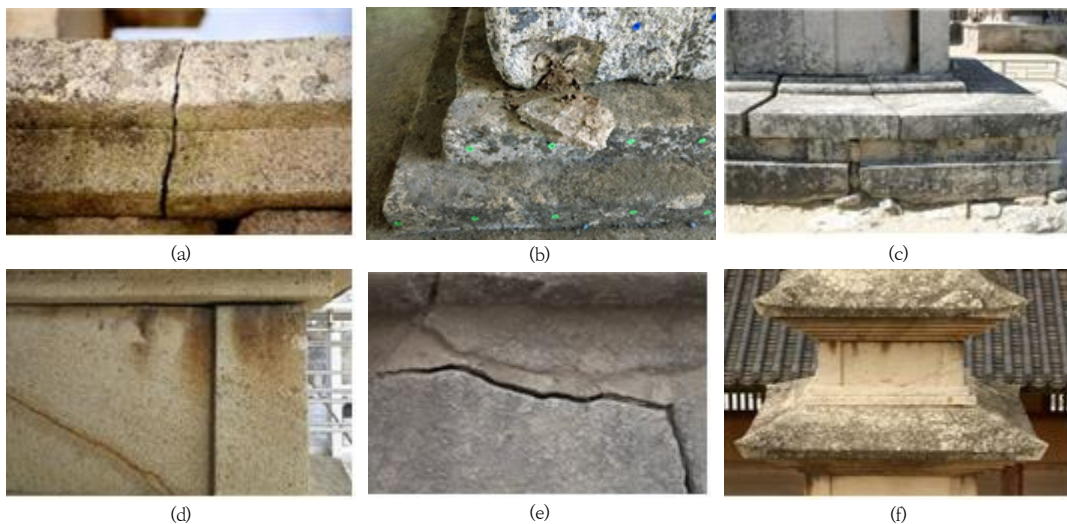


Fig. 2. Physical, Chemical, Biological Damage of Three-Storeyed Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju (a) Crack (b) Separation (c) Gap (d) Discoloration (e) Conservation Treatment Material (f) Biological pollutant

집중현상은 Fig. 2a에서 보는바와 같이 북동측 상층기단 갑석 부재 파손과 구조적 문제를 발생시킬 수 있다. 일부 하층기단 갑석은 절단된 상태이거나 부재 간 수직으로 맞댄 면보다 수평으로 맞댄 면에서 이격 범위가 넓은편이다(Fig. 2c). 이와 함께 기단부와 탑신부 모서리 주변 부에서는 깨짐, 탈락 등 물리적 손상이 나타났다(Fig. 2b).

부재 표면 오염물은 황색, 갈색, 흑색, 백색으로 대변된다. 이 오염물 표면에는 유기물이 착생하고 있으며, 암석 물성에 따른 산화 광물 등은 문화재의 미적 가치를 저하시키고 있다. 황색 변색은 토양과 바람으로 이동된 외부 기원 토양이 고착된 것으로 판단되며, 주로 탑신부에서 관찰된다(Fig. 2d). 철 산화물 생성부 EDS분석 결과, 칼슘(Ca), 황(S), (Fe)과 산소(O) 성분의 화학 성분이 검출되었다(Fig. 3). XRD결과, Goethite( $\alpha$ -FeOOH), 석영(Quartz), 자철석(Magnetite), 황산칼슘(CaSO<sub>4</sub>)이 함유되어 있었다(Fig. 4). 이 결과를 통해 고임편이 비 또는 공기 중 수분과 화학 반응을 일으키는 과정에서 갈색 변색이 생성된 것으로 추정할 수 있다.

지대석 모서리부를 중심으로 고착화된 형태의 흑색 변색은 망간(Mn) 산화물이 부재는 재질 특성과 외부 환경과 반응하여 부재 표면에 침착 되면서 변색을 유발한 것으로 사료 된다. 또한, 시멘트모르타르 보수재료는 반죽 후 경화 과정에서 반응 생성물이 부재 표면에 침착되어 백색 변색이 나타났다(Fig. 2e).

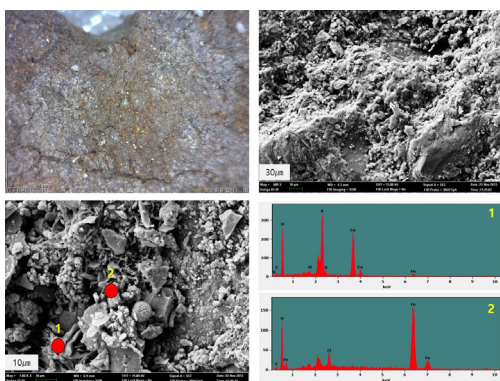


Fig. 3. Microscope(upper left) and SEM(upper right) Sample Image, Location(lower left) and Results(lower right) of SEM-EDS Analysis on the East side of second Story of Pagoda

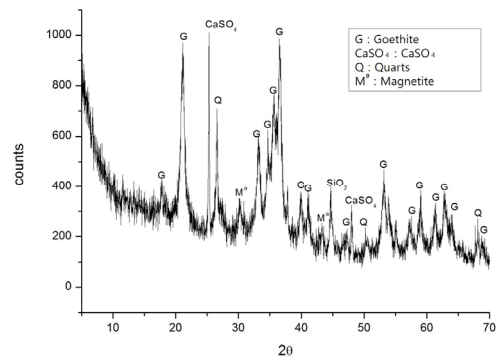


Fig. 4. Analytical Results of X-ray Diffraction Pattern(XRD) for Contaminants of East side of second Story of Pagoda

특히 기단부의 생물 분포가 심각한 이유는 부재 주변의 높은 수분 함량과 습도가 생물 성장에 적합한 환경을 제공하기 때문인 것으로 사료된다. 옥개석 낙수면에 떨어진 빗물은 전각과 옥개석 지붕면을 거쳐 탑신으로 흐르며 흑색의 생물 서식 양상을 보이고 있다(Fig. 2f). 반면에 옥개석 낙수면 하단부는 하부 방향으로 향하고 그늘진 부분이지만 빗물이 침투하지 않아서 생물 서식이 적은 편이다.

### 1.2 손상도 평가

손상도 평가 결과에서는 생물학적과 화학적 손상이 주요 원인으로 나타났다. 생물 점유 면적은 Table 1에서 보는 바와 같이 전체 면적 대비 159 %로 가장 높았으며, 변색과 형태적 변형 순으로 각각 114 %, 16 %를 기록했다. 특히, 기단부와 옥개석은 다른 부재 대비 높은 손상률과 복합적인 손상 패턴이 관찰된다. 기단부는 생물과 물리적 손상 범위가 넓게 나타났고, 탑신부는 변색 수치가 높았다. 반면에 상륜부는 보존 상태가 양호한 편이었는데, 이는 1970년대에 신 부재로 복원하여 원 부재 대비야의 노출 시간이 짧기 때문인 것으로 판단된다.

방향별 손상 점유율은 동측면 72.6 %, 서측면 95.0 %, 남측면 49.0 %, 북측면 69.3 %으로 서측면 손상도가 가장 높고 남측면은 낮은 점유율이 확인된다(Table 1, Fig. 5). 이는 서측면의 경우 상대적으로 부족한 일조량과 반복적인 암석 팽창과 수축, 결빙 작용 등의 영향으로 인해 손상도가 높은 것으로 사료된다.

이 석탑의 물리적 손상은 균열, 탈락, 이격 등의 양상을 포함하는 형태적 변형(14.1 %), 광물산화(1.8 %), 보

Table 1. Comprehensive Damage Rate (%) of the Three-Storied Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju

Classification		Direction			
		East	West	South	North
Physical Deterioration Rate	Shape Variation	2.9	3.5	3.5	4.1
	Oxide Minerals	0.1	0.3	1.4	0.03
	Conservation Materials	0.01	0.2	0.1	0.02
Biological Deterioration Rate	Leaf Lichen	3.6	3.4	1.0	3.5
	Stuck Lichen	33.0	36.3	27.7	34.3
	Fungi	2.6	2.3	9.4	2.3
Chemical Deterioration Rate	White Discoloration	1.4	-	-	-
	Black Discoloration	2.7	9.3	1.2	0.1
	Yellow Discoloration	25.3	36.9	8.0	22.7
	Reddish Discoloration	1.2	2.9	0.3	2.2

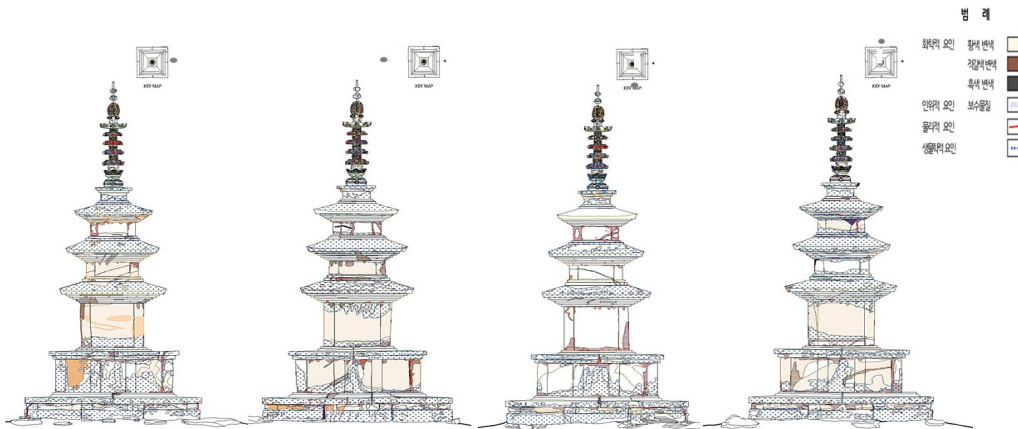


Fig. 5. Map of Damage in Each Direction for the Stone Pagoda

수물질(0.3 %)이 전 방향에서 나타났다(Table 1). 생물 종은 모든 방향에서 가장 높은 서식률을 보인다. 특히, 고착지의류는 기단부와 탑신부에서 각각 20.9 %, 18.6 %의 피도가 나타났다. 서측은 다른 방향 대비 36.3 %의 높은 분포 양상을 보이는데, 이는 수분 함량, 우수 흐름의 영향에 따라 점유율 차이가 있는 것으로 사료된다(Table 1). 또한 대기환경 오염이 적은 석탑의 주변 환경은 지의류 서식 조건으로 적합한 환경을 제공하고 있기 때문에 생물학적 손상이 가장 높게 나타난 것으로 판단된다.

화학적 손상을 산출 결과, 황색 변색은 서측에서 36.9 %로 높게 나타났다. 탑신부를 중심으로 관찰되는 것은 비, 바람, 토양 등의 영향을 직접적으로 받는 부재이기 때문으로 판단된다. 반면에 백색, 흑색, 적갈색 변색의 점유 면적은 각각 1.4 %, 13.2 %, 6.6 %로 소규모로 발생하는 것으로 나타났다(Table 1).

## 5. 고찰 및 결론

석탑은 구조적 불안정을 발생 시키는 균열, 적심 유실과 변색, 생물 서식 등의 원인으로 인해 손상된 상태였다. 게다가 반복적으로 발생하는 암석의 팽창과 수축, 결빙 작용, 비, 바람 등 환경 조건은 석탑에 영향을 주고 있다. 특히 물은 암석의 풍화 과정에 기인하는 근본적인 물질로 거시적인 관점에서 암석 재질 물성 저하뿐만 아니라 석탑 원형 자체를 변형 시킬 수 있는 직접 또는 간접적 영향 가능성을 내포하고 있다. 이러한 복합적인 손상 유형은 석탑의 역사적, 예술적 가치 저하뿐만 아니라 암석 풍화도 가속화 시킬 수 있으므로 보존을 위한 적절한 해결책이 필요하다.

물리적 손상 유형에는 균열, 이격, 깨짐 등의 형태적 변형과 암석 자체 물성에 의한 광물 산화대 등이 관찰된다. 또한 지반과 우수의 영향으로 적심이 유실되고 상층

기단 갑석의 지지조건 약화에 따른 응력집중현상은 갑석 파손의 주요 원인으로 작용하였다. 부재 표면은 외부 기원 토양에 의한 황색 변색, 철 고입편 주변부에서 침철석과 수분과 금속편의 화학반응으로 생성된 적갈색 변색, 망간(Mn) 산화물로 인한 흑색 변색, 과거에 사용된 시멘트 모르타르 보수 재료의 화학 반응 생성물 침착에 의한 백색 변색이 확인된다.

석탑의 미적 가치를 저하 시키는 주요 요소는 생물 분포로 습한 환경과 우수 흐름 경로 주변에서 나타나고 있다. 대기환경 오염도가 낮은 편에 속하는 석탑의 주변 환경은 지의류 서식 조건으로 적합한 환경을 제공하고 있다. 하지만 이 환경 조건은 지의류와 지의류 균사가 수분을 조절하는 과정에서 수축과 팽창을 반복하면서 암석 손상을 가속화 시키는 원인이 될 수 있다[2-2].

석탑의 손상도 평가 결과에서는 생물종, 변색, 형태적 변형 순으로 높은 점유율을 보인다. 기단부의 생물 생육과 물리적 손상, 탑신부의 변색 손상이 상당히 진행된 상태이다. 반면에 상륜부의 손상 정도가 낮은 것은 1970년대에 실상사 삼층석탑을 기준으로 복원하였기 때문에 원부재 대비하여 손상 노출 시간이 짧아 보존 상태가 양호한 것으로 판단된다. 전체적으로 서측 방향의 손상수치가 높은 것은 다른 방향 대비 일조량이 부족하고 반복적인 암석의 팽창과 수축, 결빙 작용 등의 영향인 것으로 사료된다.

높은 수치의 손상 점유율을 보이는 생물종은 세척보존 처리를 통해 최대한 제거할 수 있지만 질소, 인 등을 포함하는 화학 약품 사용을 지양하여 이차적 손상을 예방해야 한다. 과도한 세척은 묵서와 같은 역사적 흔적을 제거할 수 있으므로 처리 시에 이질감을 최소화하는 정도의 기준을 설정하여 보존처리를 해야 한다. 또한 구조적 문제 또는 유실 가능성을 내포하는 부재는 접합 보존처리가 필요하다. 단순 접합 또는 구조 보강 접합은 부재 손상 상태에 따라 선택적으로 적용하여 처리해야하며, 구조보강재를 사용해야하는 경우에는 보강재의 재질, 삽입 위치 및 길이에 대한 조사와 연구가 필요하다.

그러나 보존처리 후 표면 오염물은 그 정도가 저감될 수 있으나 석탑이 위치한 자연 조건으로 인해 향후 재형성 가능성이 높다. 따라서 석탑에 대한 지속적인 안전점검 모니터링과 예방적 보존 관리가 필요하다.

오랜 기간 야외에 노출된 석탑은 여러 가지 원인으로 인해 손상이 진행된다. 다만 자연조건, 보존관리 방법에 따라 열화나 풍화 속도가 가속화되거나 느려질 수 있다. 이 석탑처럼 상륜부 원형에 대한 자료가 없거나 복서

상층기단 갑석과 하층기단 갑석처럼 보수 재료 확인은 가능하나 구체적인 제작 기법을 알 수 없는 경우도 있다. 석탑의 형태를 기준으로 하는 원형 복원에서는 동일한 제작 재료와 전통 기법으로 복원하여도 본래의 작품과 똑같을 수 없다. 하지만 포괄적인 원형 보존 개념으로 진정성, 연속성, 장소성을 포함한 확장된 원형 개념은 전통과 현대 기술 속에서 최선의 방법을 찾아가는 과정이라고 사료된다. 이 과정에서 손상도 평가는 손상 양상을 파악하여 향후 재 발생할 수 있는 문제에 대비할 수 있는 자료를 제공한다. 보존 관련 현황과 연구 자료뿐만 아니라 교육 자료로 활용할 수 있다. 또한 보존처리 과정에서는 손상도 조사를 통해 보존처리 방안의 기초 설정 자료로 이용하고, 향후 재 발생 가능성에 관한 예방적 보존 자료를 구축할 수 있다. 이 연구가 경주 불국사 삼층석탑의 역사적, 예술적 가치를 보존하는데 기여하는 자료로 활용되기를 기대한다.

## References

- [1] Cultural Heritage Administration, General Table of Designated Cultural Heritage(Table) [Internet]. Cultural Heritage Administration. 2018 [cited 2019 June 18]. Available From: [http://www.cha.go.kr/htmlHtm1Page.do?pg=/cultural\\_info/cultureTotal\\_ccrebase\\_kor.jsp&mn=NS\\_03\\_07\\_03](http://www.cha.go.kr/htmlHtm1Page.do?pg=/cultural_info/cultureTotal_ccrebase_kor.jsp&mn=NS_03_07_03) (accessed Jun. 18, 2019)
- [2] J. K. Park, Stone Cultural Heritage in Korea, p.212, Dareonsesang, 2004.
- [3] B. I. Han, Conservation of Stone Cultural Heritage, p.16, p.29-33, Dareonsesang, 2004.
- [4] C. A. Price, E. Doehne, Stone Conservation : An Overview of Current Research, pp.2-26, Getty Conservation Institute, 2011.
- [5] G. M. Lee, S. D. Kim, S. C. Park, D. M. Kim, "Characteristic of Inorganic Contaminants and Conservation Treatment Materials for the Three-Storied Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju", The Korea Society of Conservation Science for Cultural Heritage, Vol.34, No.5, pp.421-431, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.12654/JCS.2018.34.5.10>
- [6] S. D. Kim, T. J. Lee, D. R. Kim, M. S. Han, "Analysis of Surface Contaminants and Removal Techniques on Three-Storied Stone Pagoda at the West of Gameunsaji Site", The Korea Society of Conservation Science for Cultural Heritage, Vol.26, No.2, pp.203-211, June. 2010.
- [7] B. S. Bae, S. J. Ji, G. M. Lee, B. R. Kim and others, Research and Analysis Report of Caused Crack for the

- Three-Storeyed Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju, National Research Institute of Cultural Heritage, Korea, pp.192-205, Oct., 2012.
- [8] S. J. Lee, "Calligraphy Style of Bohyeopin-Dharani Sutra from the Three Stories Stupa at the Bulguksa", Journal of the Institute of Bibliography, Vol.36, pp.317-347, Dec. 2010.
- [9] J. H. Ho, "A Repairing Record for Western Stone Pagoda at Bulguk Temple Made in King Jungjong at the Goryeo in 1038 and Sarira Reliquaries on Sukga Pagoda ", the Journal of the Research Institute for Silla Culture, Vol.32, pp.91-116, Aug.. 2008.
- [10] S. I. Hwang, "the Geomorphic Characteristics of Bulguksa-Region and the Earthquake Resistant Structure of the Bulguksa Temple", the Korean Geographical Society, Vol.42, No.3 pp.315-331, Aug.. 2008.
- [11] National Museum of Korea, Sarira Relics and Reliquaries : Bulguksa Seokgatap Relics 3, Restoration for the Threkin Gyeongju, Korea, pp.162-181, Dec., 2009.
- [12] Korea Institute of Science and Technology, a Study on the Cleaning and Conservation of Seokgatap, Dabotap and Seokgulam, p.97-130, Korea Institute of Science and Technology, 1971.
- [13] B. S. Bae, S. J. Ji, G. M. Lee, B. R. Kim and others, Restoration for the Three-Storeyed Stone Pagoda of Bulguksa Temple in Gyeongju, National Research Institute of Cultural Heritage, Korea, p.19, pp.192-205.
- [14] J. H. Jin, S. H. Kang, Height of Beauty of Sculpture in Stone Art, p.42-56, DongcheonMunhasa, 2006.
- [15] K. S. Park, the Flower of Stone Art of Seokgatap and Dabotap, p.69-78, Hankilart, 2003.
- [16] National Museum of Korea, the Relic of Bulguksa Seokgatap 2, p.51-67, Citypartner, 2009.

이 겜 마(Gemma Lee)

[정회원]



- 2010년 6월 : 이탈리아 피렌체에  
술품복원학교 미술품복원학과
- 2015년 9월 : 영국 노샘브리아대  
학교대학원 보존학과 (예술학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 국민대학교  
대학원 문화재보존학과(박사과정)
- 2012년 6월 ~ 현재 : 문화재청 국  
립문화재연구소 연구원

<관심분야>

문화재보존, 미술품복원, 석조문화재