

익산 왕궁리 오층석탑의 종합 훼손도 평가

양희제*·이찬희**·김사덕***·송치영**

*국립문화재연구소 미륵사지석탑보수정비사업단, **공주대학교
문화재보존과학과, ***국립문화재연구소 보존과학연구실

Evaluation of Synthetic Deterioration of the Wanggungri Five-storied Stone Pagoda in the Iksan, Korea

Hee Jae Yang*, Chan Hee Lee**, Sa Dug Kim*** and Chi Young Song**

**Iksan Mireuksaji Stone Pagoda Conservation Team, National Research Institute of
Cultural Properties, Iksan 570-911, Republic of Korea*

***Department of Cultural Heritage Conservation Sciences, Kongju National University,
Kongju 314-701, Republic of Korea*

****Department of Conservation Sciences, National Research Institute of Cultural Properties,
Daejeon 305-380, Republic of Korea*

1. 서 론

석조문화재의 과학적 보존연구는 석재의 물리화학적 변화에 대한 암석 및 광물학적 연구와 풍화훼손도 진단, 생물학적 훼손과 주변 환경의 영향에 대한 연구를 수행하여 가장 적절한 보존방안을 고안하는 것이다. 이와 같은 연구를 위하여 현장조사에서는 흔히 조사기록표를 사용하나 훼손지도는 잘 활용하지 않는다. 이는 정량적인 훼손지도를 작성하기 어렵기 때문이다. 그러나 석조문화재의 훼손지도는 종합적인 훼손양상을 파악하고 보존처리의 지침을 마련할 수 있는 중요한 자료이다.

이 연구에서는 익산 왕궁리 오층석탑(국보 제289호)의 보존방안 연구를 위한 기초 자료로 종합 훼손지도를 작성하였다. 왕궁리 오층석탑은 마한시대의 도읍지로 알려진 익산 왕궁면의 남쪽으로 약 2km 떨어진 낮은 언덕에 있다. 1층부터 5층까지 탑신부 몸들은 네 모서리마다 기둥 모양을 새기고 1층 몸돌에는 2개씩 기둥 모양을 조각했다. 지붕들은 얇고 밑은 반듯하며 귀퉁이가 가법

게 위로 치켜 올려져 있다. 이 탑은 고려 전기의 작품으로 알려져 있으나 목탑의 형식을 재현하고 있으며 백제석탑의 양식을 유지하고 이는 것으로 평가된다.

이 탑의 종합 훼손지도는 탑의 방위와 층위에 따라서 물리화학적, 생물학적, 구조적인 산출상태를 중심으로 작성하였다. 이 훼손지도를 근거로 모든 부재에 대한 구성암석의 풍화상태와 훼손인자 및 종합 훼손도를 평가하였다. 훼손지도는 스코틀랜드의 석조문화재 조사양식을 기본하였고 표현기법은 캄보디아 앙코르사원의 GACP(German Apsara Conservation Project)팀의 풍화도면을 참고하였다.

세부 기재항목은 문화재청과 국립문화재연구소에서 수행하는 ‘석조문화재 보존관리연구’에서 제시하고 있는 조사 항목을 기초로 하였다. 도면작성은 2D 그래픽 전문 응용프로그램 중 IBM컴퓨터용 어도비 일러스트(Adobe Illustrator)를 이용하였다. 이 연구에서 만들어진 훼손지도는 석조문화재 기초 조사의 내용과 풍화도의 표현 방법을 표준화하는데 기여할 것이며, 왕궁리 오층석탑의 보존방안을 마련하는데 이용될 것이다.

2. 암석학적 특징과 훼손도

이 석탑을 구성하고 있는 석재는 대부분 10~30mm 정도의 장식 반정을 갖는 중립질 내지 조립질 흑운모 화강암이다. 주요 조암광물은 사장석, 정장석, 석영, 흑운모, 자철석 등이다. 표면에는 약 1cm 폭의 석영 세맥이 형성된 부분이 있는가 하면 약 10 cm 폭으로 거칠게 나타나기도 한다. 이 석탑의 기단부는 화강섬록암으로서 상부의 석재와 풍화도에서 차이가 현저하며 불투명 광물과 흑운모의 입도에서도 차이가 있다. 이 석탑은 약 104매의 석재로 구성되어 있으며 전암 대자율의 범위는 0.18~6.54이며 빈도는 2.00~3.99에서 높게 나타난다.

석재의 풍화상태는 암석의 절대적 풍화지표를 응용하여 일반적인 풍화상태로 표현하는 D-1(신선한 암석), D-2(약한 풍화), D-3(중간 풍화), D-4(심한 풍화) 및 D-5(완전 풍화)를 기준으로 세분하였다. 왕궁리 석탑의 풍화상태를 볼 때, 상부는 D-4에서 D-5이고 중간은 D-2와 D-3이며 하부는 D-1이다. 특히 동측면 2층, 북측면 2층, 남측면 3층, 북측면 1층 옥개석 및 옥개받침석, 5층의 옥개석과 노반덮개가 균열되어 있다.

이 석탑은 거의 수직을 이루나 상부 탑신석의 중심이 기단부에 비하여 남측면은 약 25cm 동쪽으로, 동측면은 15cm 남쪽으로 치우쳤다. 석재간의 면 접촉은 충전한 몰탈로 인해 1, 2층은 밀실하나 3, 4, 5층은 약 50~80 %를 정도를 유지한다. 석재의 변색과 오염은 4, 5층에서 심하며 대부분은 강수의 유동흔적을 따라 황갈색과 암회색 침전물로 나타나며 미세균열을 따라 이차침전물인 석고가 관찰된다.

초본식물은 석재의 틈에 독립적으로 기생하고 하등식물은 옥개석에 주로 분포하며 고착상지의류 및 엽상지의류가 대부분이다. 피도는 90 %에 달하며 두꺼운 층을 형성하였고 이미 균열 틈을 파고들면서 성장하였다. 기단부 주변토양은 사질의 충적토로 초본류가 밀생한다. 이 석탑에는 1, 2층의 탑신에 묵서가 있고 5층의 탑신에는 석재를 굽어 낸 흔적이 있다. 이 석탑의 대표적인 훼손지도는 그림 1에 나타나 있으며 훼손도 작성의 평가지표와 기준은 표 1에 정리하였다.

훼손지도

2004. 9

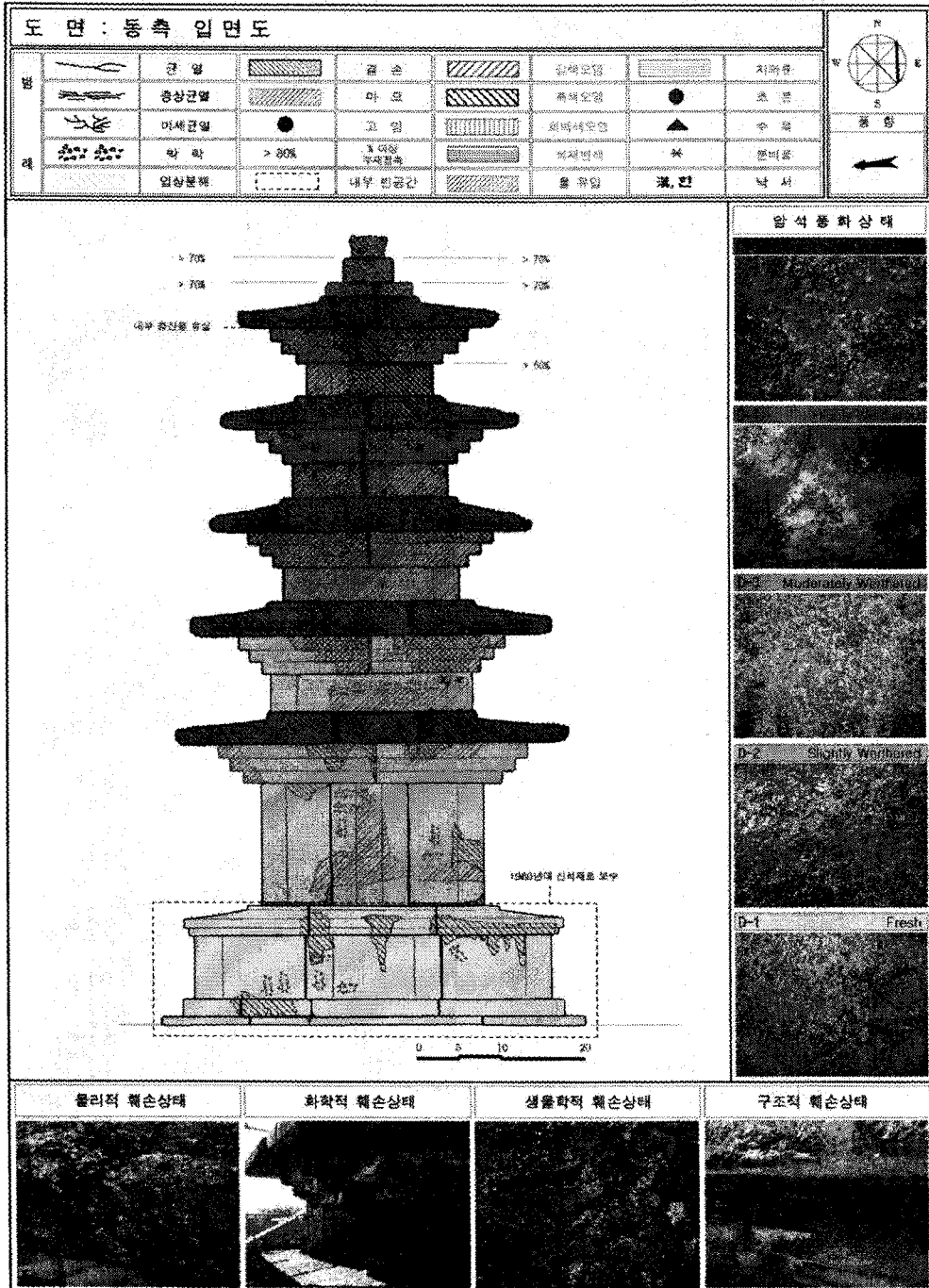


그림 1. 익산 왕궁리 오층석탑 동측면의 종합 훼손지도

표 1. 익산 왕궁리 오층석탑의 종합 훼손현황 기록표

문화재	왕궁리 5층 석탑				지정번호	국보 제289호							
소재지	전라북도 익산시 왕궁면 왕궁리 643번지 왕궁리 유적(사적 제408호) 내												
부재수	약 104매 (조립질 내지 중립질 흑운모화강암)				부재보존	104매 (약 90%)							
주변환경	지형	얕은 구릉			지질	풍화토							
	전면방향	남			해안거리	약 50km							
	지반상태	안정			보호시설	낮은 철책							
	개방상태	개방			수계상태	없음							
식생	잡목			인근취락	발굴현장사무소								
훼손현황													
	동측면		서측면		남측면		북측면		종합				
물리적 훼손	주부위	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	주현상	옥개석		옥개석		옥개석		옥개석		옥개석은 토양화 단계로 미세균열이 총상으로 발달하여 박리박락			
화학적 훼손	주부위	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	주현상	황갈색 오염물 암흑색 오염물		황갈색 오염물 암흑색 오염물		황갈색 오염물 암흑색 오염물 회백색 침전물		황갈색 오염물 암흑색 오염물 회백색 침전물		옥개석 바닥과 탑신석 상부를 중심으로 침전물 피각되어 조암광물과 박락			
생물학적 훼손	주부위	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
	주생물	고착상>엽상>조류		고착상>엽상>조류		고착상>엽상>조류		고착상>엽상>조류		4, 5층 옥개석 상면에는 고착상>엽상>조류의 순으로 90%이상 밀생			
구조적 훼손	주부위	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
	주현상	5층 옥개석 4, 5층 탑신		5층 옥개석 4, 5층 탑신		5층 옥개석 4, 5층 탑신		5층 옥개석 4, 5층 탑신		5층 옥개석의 균열과 이격된 특으로 강수유입이 중집되어 4, 5층 내부 충전물 유실			
인위적 훼손	주부위	1, 2층 탑신		1, 2층 탑신		1, 2층 탑신		5층 탑신		근래에 관람객이 석탑 상부에 올라감			
	주현상	한자 묵서		한자 묵서 한글 굵음		한자 묵서		한글 굵음					
※ 1, 2, 3, 4, 5: 석탑의 층수, : 명도가 낮을 수록 상태가 좋지 않음													

3. 토의 및 결론

왕궁리 오층석탑의 종합 풍화훼손도는 하부에서 상부로 갈수록 심하게 나타난다. 특히 상륜부의 석재는 D-1에 해당하고 상부로 가면서 D-5로 변화함을 보여준다. D-5의 석재는 박리, 박락, 미세균열 현상이 복합적으로 나타나고 모서리는 층상균열이 중첩되어 있다. 이 석재들은 육안관찰로도 풍화작용에 의해 조암광물이 심하게 변질되었음을 판단할 수 있다. 석재의 물성이 약화되었다는 것은 공극률과 흡수율이 높아 쉽게 분해되며 동절기에는 물의 결빙으로 인한 썩기작용으로 석재가 파괴될 가능성이 높은 것이다. 이 탑의 4, 5층 옥개석에서는 부분적으로 이와 같은 현상이 나타난다.

이 석탑의 표면을 덮고 있는 오염물은 내부를 충전한 몰탈의 용식작용과 암석의 풍화과정에서 발생한 방해석과 석고이다. 생물침해는 수평면이 넓은 옥개석에서 피도가 90 % 이상이며, 고착상지의류가 암석의 균열 틈을 파고들어 토양화 단계에 있는 암석의 미세파괴를 가중시키고 있다. 따라서 석재의 암석학적 풍화작용과 함께 생물침해로 인해 석재의 훼손이 가중되고 있으며 이미 상당한 석재의 손실을 초래하였다.

석조문화재의 구조적 불안정은 지반과 기단의 상태 및 부재의 파손정도에 따라 다르게 나타난다. 이 석탑은 1965년에 지반을 제외한 거의 모든 부분을 해체보수 하였기 때문에 구조적으로 심각한 불균형이나 거동은 미약하다. 현재 상태에서 이 석탑의 구조적인 문제점은 4, 5층 내부에 발생된 공간으로 5층 석재의 이격과 균열부분의 강수유입에 따른 적심 부재의 유실이다. 현재 상부에 남아있는 몰탈은 하부에 비해 성능이 현저히 저하되어 있고 2층에서 확인된 강수의 유동흔적으로 보아 내부에 충전된 몰탈의 유실은 계속적으로 진행될 것이며, 이로 인해 석재의 부등침하현상도 나타날 수 있다.

이 석탑의 옥개석들은 전체적으로 토양화 단계에 들어서 있으며 3, 4, 5층 옥개석의 모서리는 층상으로 미세균열이 발달하여 큰 편으로 박락될 수 있다. 내부를 충전한 몰탈도 성능이 저하되고 강수로 인해 지속적으로 유실되고 있다. 이와 같은 현상들은 앞으로 구조적인 문제를 야기할 수 있기 때문에 시급히 보존계획이 수립되어야 한다. 또한 몰탈의 용식과정에서는 진회색의 피각이 발생하여 석재표면을 다습하게 유지시켜 현재 조암광물과 함께 박락되고 있다. 이 피각물질의 제거방안이나 현재 상태를 안정적으로 정착시키기 위한 방법도 검토되어야 한다.

이 석탑의 옥개석에서 생물피도가 높다는 점은 석재가 그만큼 약하다는 것이며, 고착상지의류가 균열을 파고들어 이미 암석의 미세파괴는 심각한 수준이다. 따라서 보존방안 수립에 앞서 생화학적 처리방안이 시급히 마련되어야 한다. 또한 이 석탑의 1, 2층에는 목서가 있고 5층에는 한글로 된 낙서가 있는 것으로 보아 세심한 보존관리도 필요하다.

익산지역은 보통 북동풍이 우세함에 따라 옥개석의 풍화와 마모현상도 이를 반영하고 있다. 따라서 이 석탑의 경우 방풍시설을 북서측면에 세워 보존환경을 개선하는 방안이나 보호각의 건립도 검토되어야 할 것이다. 그러나 체계적인 보수계획과 장기적인 모니터링 결과를 토대로 보존수복 지침을 마련한 후에 보존처리에 임해야 할 것이다.