

경주 서악리 삼층석탑의 표면세정과 보존처리

이명성*·정민호**·정영동**·김영택*·이찬희*

*공주대학교 문화재보존과학과, **국립경주문화재연구소

Conservational Treatment and Surface Cleaning of the Seoakri 3-Storeyed Stone Pagoda in the Gyeongju, Korea

Myeong Seong Lee*, Min Ho Jeong**, Young Dong Jung**,
Young Taek Kim* and Chan Hee Lee*

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

***Gyeongju National Research Institute of Cultural Properties,
Gyeongju 780-150, Korea*

1. 서 론

경주 서악리 삼층석탑은 행정구역상 경북 경주시 서악동 92-1번지의 서악서원 서쪽 뒤편 선도산 기슭에 있다. 이 탑의 남쪽에는 황씨 재실과 서악리 고분군이 있고 남쪽 산언덕에는 진흥왕릉과 진지왕릉, 문성왕릉, 헌안왕릉이 있다. 이 탑은 산언덕 사이 좁은 계곡의 발 가운데 있으며 높이는 5.07 m, 기단 너비는 2.34 m이다. 이 탑은 1995년에 해체보수 하였으며 주위에는 보호 철책을 두르고 바닥에는 잔디가 심어져 있다.

이 탑은 전체적으로 안정감을 주며 상륜부를 제외하면 원형을 거의 보존하고 있는 것으로 보인다. 상륜부에는 노반만이 남아 있으며 찰주가 있던 부분에는 원통형의 흔적만 남아 있다. 이 석탑은 오랜 기간 동안 풍화에 노출되어 있었기 때문에 거의 모든 부분이 지의류에 의하여 피복되어 있다(그림 1). 또한 암석 표면은 풍화작용으로 인하여 부재의 탈락, 변색 및 균열이 생성되어 있으며 부분적으로 콘크리트와 에폭시 수지를 혼용하여 보수한 흔적도 보인다. 이 연구에서는 서악리 삼층석탑을 대상으로 암석학적 특징과 풍화상태를 진단하였으며 보존과학적 고찰 및 부분적인 보존처리를 실시하였다.

2. 현황 및 사이트 환경

이 삼층석탑은 모전탑 계열에 속하는 탑으로 4장의 장대석으로 된 지대석과 그 위에 8개의 주사위 모양 석괴로 2단을 쌓아 이형기단을 구성하였다(그림 1A). 기단 윗면에 1층 몸돌을 받치기 위한 1장의 평평한 암석이 있고 그 위에 탑신부를 구성하였다. 각층의 옥개석 처마에는 풍탁의 흔적이 있으며 이 부분은 거의 모두 탈락되어 있다. 기단부와 옥개석의 상부에는 지의류를 비롯한 미생물의 침입이 심각한 상태이다. 상륜부에는 노반만이 남아 있다(그림 1B).

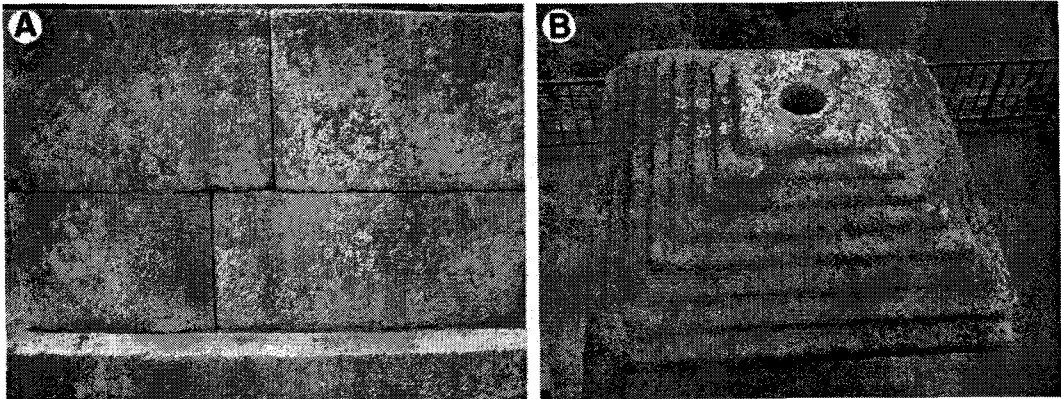


그림 1. 경주 서악리 삼층석탑의 현황. (A) 지대석과 기단부의 전면에 서식하고 있는 미생물의 산출상태. (B) 상륜부에 남아 있는 찰주가 있던 부분의 원통형 흔적.

전반적인 사이트 환경은 양호하나 주변에는 탑에 직접적인 영향을 가할 수 있는 수목이 서식하고 있고, 지반에는 잔디와 잡초가 피복되어 있어 습기에 의해 지대석 및 기단부가 미생물의 오염이 심각한 상태이다. 따라서 이 석탑의 암석학적 및 생물학적 파괴를 저감하기 위한 보존대책이 절실한 실정이다.

3. 부재의 풍화 및 훼손

이 탑의 모든 부재는 증립질의 회백색 알칼리 화강암으로 구성되어 있으며 수 mm 내외의 정동이 잘 발달되어 있다. 이 정동에서는 석영, 알카리 장석, 각섬석 및 자철석과 같은 광물이 자형으로 관찰된다. 편광현미경에서 관찰한 알칼리 화강암의 조암광물들은 세리에이트 조직을 갖는 석영과 퍼사이트화된

알칼리 장석이 주류를 이룬다. 이 중에 알칼리 장석은 건운모화 되어 있으며 흑운모는 입자의 경계나 벽개면을 따라 녹니석화 되어 있다.

이 삼층석탑은 이미 보수공사가 있어서 특별한 구조적 불안요인은 없는 것으로 판단된다. 부분적인 풍화훼손 상태를 보면, 각층의 옥개석 모서리와 처마가 탈락되어 멸실되어 있으며 옥개석 하부와 기단부의 모서리에 균열 및 박리, 박락을 관찰된다(그림 2A). 북서쪽 1층 기단 상부 모서리, 북쪽 1층 탑신 받침석, 북서쪽 3층 탑신석에는 멸실 및 균열이 생성되어 있어 이를 충전한 콘크리트와 에폭시 수지가 흉하게 나타나 있다(그림 2B). 또한 남쪽 1층 탑신의 서쪽 상단에는 철수산화물로 변색되어 있으며, 서쪽의 3층 탑신과 옥신사이기는 암흑색 물질이 피복되어 있다.

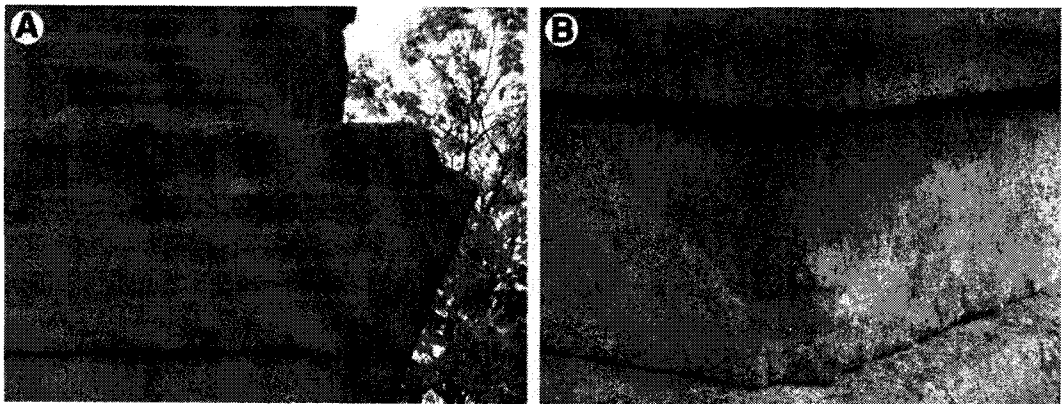


그림 2. 경주 서악리 삼층석탑에 나타난 부재의 탈락정도와 보수현황. (A) 2층 옥개석에서 관찰되는 부재의 탈락현상. (B) 3층 탑신석의 멸실부분을 충전한 콘크리트와 에폭시 수지의 산출상태.

석탑의 바로 인근에는 일조량을 방해하는 수목과 야산이 있어 수분의 증발산이 불량할 것으로 보이며 이것이 암석의 화학적 및 생물학적 풍화를 가중시킨 것으로 판단된다. 따라서 삼층석탑의 기단부와 지대석 및 옥개석에는 다양한 색의 미생물 오염이 심각하다(그림 1). 이는 주로 고착지의류, 엽상지의류, 균류 및 녹조류들로서 피도가 거의 90 % 정도이다. 지대석과 지반의 접촉면에는 토사와 잔디로 피복되어 있어 생물상의 천이, 수분상승, 토양오염물질의 부착 등에 우려가 있다.

석탑의 이루는 알카리 화강암을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰해 보면, 화

강암의 표면으로부터 0.5 cm 깊이의 시료에도 조암광물의 공극에서는 2~3 μ m 정도의 두께를 갖는 지의류의 포자근과 균사가 침입하고 있다. 이는 이차적으로 생성된 점토광물과 결합되어 조암광물의 입간을 충전하는 등, 아주 다양한 형태의 생물학적 풍화현상을 관찰할 수 있다.

4. 표면세정 및 보존처리

경주 서악리 삼층석탑은 바로 인근에는 일조량을 방해하는 수목과 야산이 있어 지의류 등에 의해 표면이 심하게 오염되어 있다. 또한 지대석과 지반의 접촉면에는 토사와 잔디가 피복되어 있어 생물상의 천이 등의 우려가 있다. 따라서 경주문화재연구소가 주관하여 2004년 8월에서 11월 사이에 이 석탑의 표면세정과 생물오염원 제거 및 주변환경 정비를 내용으로 하는 보존처리공사를 실시하였다.

보존처리공사에서 표면세정은 시방서에 명기된 방법으로 1차 건식 세척을 실시하였고 2차로 습식세척을 실시하였다. 이때 지의류 등 잘 제거되지 않는 부분은 증류수를 뿌려 충분히 불린 다음 부드러운 솔, 나무칼과 고온스팀을 이용한 세척기를 이용하여 오염물 등을 제거하였다(그림 3A, 3B). 부재의 콘크리트 부위는 세정을 끝낸 후 수작업으로 제거하고 합성수지를 사용하여 복원하였다. 충전제로는 탈크와 알카리 화강암 분말을 혼합하여 사용하였으며 부재와 이질감이 없도록 색 맞춤을 하였다.



그림 3. 경주 서악리 삼층석탑의 보존처리. (A) 증류수를 이용한 세정. (B) 고온스팀을 이용한 세정. (C) 석탑 동측에 설치된 배수로. (D) 주변 수목 제거.

또한 이 석탑의 동쪽에 있는 산사면으로부터 흘러내리는 빗물을 최소화하기 위해 배수로를 설치하고 지반을 정비하였다(그림 3C). 석탑 주변에 서식하고 있어 미관과 일조량을 방해하는 수목의 제거와 사이트 환경의 정비를 실시하였고(그림 3D), 잔디는 완전히 제거하여 수분유지시간을 최소화하였다. 향후 생물상의 천이를 제어하기 위하여 지반을 강화한 후에 잔자갈을 포함하는 사질토양으로 개량하였다.

5. 결 론

1. 경주 서악리 삼층석탑의 모든 부재는 중립질의 회백색 알카리 화강암으로 구성되어 있으며 수 mm 내외의 정동이 잘 발달되어 있다. 이 삼층석탑은

전체적으로 안정감을 주며 상륜부를 제외하면 원형을 거의 보존하고 있는 것으로 보인다. 그러나 지대석과 기단부 및 옥개석의 상부에는 지의류를 비롯한 미생물의 침입이 심각한 상태이다.

2. 이 탑은 이미 보수공사가 있었으며 멸실부위의 보강도 있었다. 주요 보강부위는 1층 기단 상부 모서리, 1층 탑신 받침석, 1층 탑신석, 3층 탑신 상단부 등으로서 부분적으로 콘크리트와 에폭시 수지를 혼용하였다. 또한 각 층의 옥개석 처마에는 풍탁의 흔적이 있으며 이 부분은 거의 모두 탈락되어 있다.

3. 기단부와 지대석 및 옥개석에는 담록색, 녹황색, 암흑색, 암회색 및 흑갈색의 미생물 오염이 심각하다. 이는 주로 고착지의류, 엽상지의류, 균류 및 녹조류들로서 피도가 거의 90 % 정도이다. 그러나 탑신부는 일부 담황색의 변색을 제외하면 상당히 양호한 편이다.

4. 지대석과 지반의 접촉면은 토사와 잔디로 되어 있어 생물상의 천이, 수분상승, 토양오염물질의 부착 등에 우려가 있어 완전히 개량하였다. 보호 철책은 아주 양호하나 철책내부의 지반은 탑의 중심부에서 외각부로 약간의 경사를 주어 배수가 용이하도록 조절하였다.

5. 이 탑의 표면세정은 시방서에 명기된 방법으로 석재에 손상이 가지 않도록 가능한 부드러운 솔과 나무칼을 사용하여 1차 건식 세척을 실시하였고 2차로 습식세척을 실시하였다. 이때 지의류 등 잘 제거되지 않는 부분은 고온스팀을 이용한 세척기를 이용하여 지의류 및 오염물 등을 제거하였다.

6. 이미 보수되었던 콘크리트와 에폭시 수지를 제거를 하고 합성수지(L-30)를 사용하여 접합 및 보강하였으며 충전제로는 탈크와 알카리 화강암 파우더를 혼합하여 사용하였다. 부재하고 질감을 맞추기 위해 합성수지와 충전제의 혼합과정에 색 맞춤을 하여 사용하였다.

7. 이 석탑 주변의 수목 및 잔디는 완전히 제거하여 그늘에 의한 습기 발생을 최소화하여 향후 지의류 발생을 억제토록 조치하였다. 이 석탑의 동측 경사면 비탈로부터 흘러내리는 빗물을 최소화하기 위해 배수로를 설치하였으며 주변환경과 지반을 정비하였다.