

회암사지 선각왕사비의 암석학적 특성과 훼손 및 복원

이찬희¹⁾ · 최석원²⁾ · 남광우²⁾ · 김사덕³⁾ · 서만철²⁾

1. 서론

경기도 양주군 회천면 회암리 산 8번지의 회암사지에 있는 선각왕사비(나옹선사 부도비)는 고려 말기(우왕 3년, 1377년)의 비석으로서, 보물 제387호로 지정된 석조문화재이다. 이 비는 비신과 귀부로 구성되어 있고 비신의 상부는 이수로 장식되어 있으며, 비각이 설치되어 있었다. 비신의 전체 높이는 315 cm, 너비는 106 cm, 두께는 22 cm이고 귀부의 높이는 71 cm, 가로는 171 cm, 세로는 222 cm이다. 비신은 회백색에 엽리가 발달된 전형적인 대리암이고 귀부는 조립질 흑운모 화강암이다. 그러나 이 선각왕사비는 1997년 3월 30일에 발생한 화재의 충격으로 인하여 510여 개 이상의 크고 작은 암편으로 파괴되었다.

비신과 귀부의 구성암석은 화재 이전에도 이미 심한 풍화작용을 받은 상태였으며, 화재 시 비각과 주위 나무의 타격에 의하여 강한 충격을 받았다. 또한 화재 진화시 살수에 의한 급냉으로 온도구배가 발생되고 이에 따른 이차적 손상을 당하게 되었다. 이 비의 곳곳에는 심한 기계적 및 화학적 풍화와 함께 검게 탈색 또는 착색변질이 진행되었으며, 귀부와 비신의 하단부에는 지의류, 조류 및 선대류의 풍화가 심각한 상태였다. 비신은 파괴된 후에도 외부에 그대로 노출되어 비신의 암편인 대리암은 물과 대기 중의 오염물질에 쉽게 용해 또는 표백되어 손으로 만져도 입자들이 떨어져 나가는 연화현상을 보이게 되었다. 따라서 1997년 10월 6일부터 9일까지 파손 유물을 수습하여 양주군에 보관하였고, 1998년 5월 12일에 양주군으로부터 파손편을 인수하였다.

이 연구에서는 파괴된 선각왕사비를 복원하고자 이 비를 구성하고 있는 비신과 귀부의 암석학적 특성과 구성광물을 동정하고, 조암광물의 변질양상을 규명하였다. 또한 암석의 조직적 특성 및 풍화도 판정, 암석화학 및 물리적 특성분석 등을 통한 석재의 풍화양상과 훼손상태를 파악하였다. 이 연구를 위하여 우선 파손유물들을 우레탄 힘을 이용하여 수습하였으며, 여러 개의 암편으로 조각난 비신을 조립하고 보존과학적 방법을 통하여 복원하였다. 복원된 비신은 지지대에 고정하여 더 이상의 변형을 억제하여 보관하고 있다.

2. 암석학적 특징과 풍화

선각왕사비의 비신을 구성하고 있는 암석은 엽리가 발달된 회백색의 돌로마이트질 대리암이고, 거북모양의 귀부를 이루는 암석은 중립 내지 조립의 등립질 흑운모 화강암이다. 그러나 비신의 암석은 구조와 조직을 관찰할 수 없을 정도로 심하게 파괴되어 있어 거시적인 산출상태를 기술하기는 어려운 상태이다. 비신을 이루고 있는 대리암의 주성분 광물은 돌로

주요어: 선각왕사비, 대리암, 화강암, 풍화, 파손, 유물수습, 보존과학, 복원처리

1) 충남대학교 지질환경과학과(chanlee@cnu.ac.kr)

2) 공주대학교 지질환경과학과

3) 국립문화재연구소 보존과학연구실

마이트와 방해석이고, 균열면의 탄산염 광물은 용해와 재결정 작용에 따라 이차적으로 생성된 수화석과 석고가 관찰된다.

이 암석은 재결정작용에 따라 모자이크 조직을 보이며 광물은 반자형 또는 자형을 보인다. 신선한 암편에서는 미량의 석영도 관찰되며, 입자의 크기는 30 μm 내외의 세립질이다. 주로 이수화 후면 비신 가장자리에서 심하게 풍화된 암편들이 수습되었다. 이 부분의 암편은 대부분 방해석 조성의 기질로 구성되어 있으며 연화, 용해 및 침전 작용에 의해 표면의 들뜸과 박락이 심하다.

귀부를 이루고 있는 흑운모 화강암의 조암광물은 주로 석영, 사장석, 미사장석, 정장석, 흑운모이며 부성분 광물로는 각섬석, 인회석, 스피넬, 갈럼석, 저어콘과 불투명 광물이 관찰된다. 또한 풍화에 의하여 이차적으로 생성된 백운모, 견운모, 녹니석 및 점토광물들이 산출된다. 이 화강암은 양주지역에 분포하는 조립질의 완정질 흑운모 화강암과 동일 종류의 암석으로 보이며, 유색광물이 박리와 절리 및 미세 균열을 따라 약한 방향성을 보인다.

이와 같이 회암사지 선각왕사비는 이미 강한 풍화작용을 받고 있었으며, 산불과 비각의 충격으로 인하여 완전히 파괴된 채 방치되어 있었다. 따라서 암석의 노출장소에 따라 물리적 및 화학적으로 심한 차별풍화를 받게되었다. 또한 암석내부까지 강수 및 지표수와 접하게 되어 원형을 알아볼 수 없을 정도의 광물학적 또는 화학적 풍화를 받은 부분도 있다. 그러나 비신과 귀부의 물리적 풍화정도를 파악할 수 있도록 원형이 보존되어 있지 않아 정확한 풍화 등급과 열 파괴의 영향을 파악하기는 어려운 상태이다.

3. 복원 및 보존처리

석조유물의 일반적인 보존처리는 파손 유물의 수습, 세척, 조립, 접착, 경화 및 표면처리 과정을 거치게 된다. 세척은 물리적 방법과 화학적 방법 외에 고압의 물을 뿌리거나 스팀을 사용하여 오염물을 제거하는 방법이 있다. 이 비석의 파편은 파손이 심하여 이러한 방법이 손상을 가중시킬 수 있으므로 부드러운 솔과 치과용 소도구 및 메스를 사용하여 표면에 부착되어 있는 오염물질을 가능한 부분까지 제거했다. 표면산화 및 적갈색 침전물과 피복물질은 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 와 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 을 1:6 비율로 거즈에 적셔 오염부분에 도포하여 처리하였다.

석조문화재의 보존처리에서 암석의 접합과 공극을 충전하는 과정은 합성수지만으로는 점도가 낮아 접착이 불가능하기 때문에 경화제와 속결제를 혼합하여 점도를 조절하며 사용한다. 파손 및 균열부의 접합은 정확한 확인을 위해 서로 연결되는 큰 파손부위부터 접합순서를 정해놓고 시작하였으며, 본체의 구성암석과 동일한 부재를 찾아 최대한 원형에 가깝게 접합하였다. 연결되는 파손 편은 정밀 실측을 통해 도상으로 확인하여 기록하고 다른 암편과의 연결구조를 파악하여 완전 접합시 발생할 수 있는 오류를 최소화하였다. 내부 암질에도 수많은 미세한 균열이 발생되어 접합 강도가 저하되므로 각 파손 편의 균열부위도 수지로 충전하였다.

접합 및 충전을 위해서는 주로 아랄다이트(araldite) 계열의 AW106, CY230, AY103과 Hardener 953을 이용하였으며, 상황에 따라 점도를 조절할 수 있는 석분 충전제와 경화제를 혼합하여 사용하였다. 미세한 균열부의 보강은 저점도의 에폭시계 수지인 L-30이 주로 사용되었다. 접착제는 파손편의 상태 및 강도와 현재까지 석조 문화재 보수에 적용된 사례 등을 참고로 비교적 파손 부위가 큰 곳은 에폭시 수지(Araldite 106, Hardener 953) 사용하였고, 수지 충전제는 CaCO_3 및 SiO_2 분말을 점도 및 접착 범위와 조건에 따라 배합하여 이용하였다. 석재 경화제는 Wacker사의 OH, OH 100 및 H 3 등의 제품을 이용하여 부위와 파손도

에 따라 석재에 잘 침투되도록 조절해 주며, 석재 표면의 막이 형성되는 것을 최소화하도록 하였다. 그러나 발수제 사용은 처리 대상물의 상태에 따라 이물질에 응착과 점착이 생길 수 있고 시간이 경과함에 따라 암석 표면이 변색될 수 있어 상당한 주의가 필요하다.

과거 석조물의 이전이나 해체 또는 복원과정에서 석조물의 고정과 수평을 맞추기 위하여 여러 보강재료가 사용되어 왔다. 접합을 보강하는 목적으로 사용된 은장은 무쇠가 주로 사용되었으나 이들이 부식되면서 생성된 철산화물들이 표면을 오염시켜 풍화를 가속시킬 수 있어, 이 연구에서는 티타늄 또는 텅스텐 강철 합금을 이용하였다. 보강부분에는 아탈다이트 106과 Hardener 953에 충전제를 혼합하여 고정시켰다. 표면처리가 완료된 후, 결실 부분에 대한 복원이 불가피하였다. 색 맞춤은 아크릴 안료로 본래의 색상과 유사하게 채색하고 고유의 색과 복원 부분과의 전반적인 조화가 최적에 가깝도록 하였다. 특히 채색은 주위까지 덧칠되지 않게 주의하여 본래의 색상이 왜곡되지 않는 범위에서 실시하고 근접한 거리에서 복원부를 쉽게 구별할 수 있도록 하였다.

4. 결 론

회암사지 선각왕사비는 심한 풍화작용을 받았으며, 1997년 3월 30일에 발생한 화재로 인하여 5백여 조각의 암편으로 파괴되었다. 비신은 엽리가 잘 발달된 세립의 홍점상 대리암으로 강한 풍화작용을 받았고, 귀부는 조립질 흑운모 화강암으로서 박락과 균열이 심한 상태이다. 비신과 귀부의 구성암석은 열에 의한 암석강도의 약화와 외부의 타격에 의하여 미세 균열과 절리가 생성되어 있다. 또한 파괴 후에 노출된 불연속면을 따라 표면의 들뜸, 박락 및 표백작용이 서로 다른 양상으로 나타났다.

이 비의 암편에서 측정된 물성변화를 볼 때, 밀도는 일반적인 암석보다는 낮고 흡수율은 상당히 높게 나타났다. 특히 이수부분에서 가장 심한 차이가 나타나며 이를 따라 이차적 풍화와 파괴가 촉진된 것으로 보인다. 비신의 하부는 충격에 의해 발생한 균열이 강수 및 대기와의 반응에 의하여 확대되어 졌고, 하부의 균열부에는 산화망간 또는 철광물의 농집되어 암갈색으로 변색되어 있다. 또한 귀부와 비신의 후면은 미생물의 오염도 아주 심하다.

이 선각왕사비의 보존을 위하여 야외 및 실내 정밀조사, 화학적 및 물리적 특성 분석, 유물의 수습, 세척, 조립, 접착, 경화, 표면처리 및 복원과정이 수행되었다. 표면에 부착되어 있는 오염물질은 가능한 부분까지 수작업으로 제거하였으며 표면산화 및 적갈색 침전물과 피복물질은 $\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_5$ 와 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 을 이용하여 처리하였다. 접합 및 충전을 위해서는 주로 아탈다이트 계열의 AW106, CY230, AY103와 Hardener 953을 이용하였으며 상황에 따라 점도를 조절할 수 있는 석분 충전제와 경화제를 혼합하여 사용하였다.

미세한 균열부의 보강은 저점도의 에폭시계 수지인 L-30을 처리하였다. 접착제는 파손편의 상태 및 강도와 현재까지 석조 문화재 보수에 적용된 사례 등을 참고로 파손 부위가 큰 곳은 에폭시 수지를 사용하였고, 충전제는 CaCO_3 및 SiO_2 분말을 점도 및 접착 범위와 조건에 따라 배합하여 이용하였다. 석재 경화를 위해서는 OH, OH 100 및 H 제품으로 처리하였다. 색 맞춤은 아크릴 안료로 본래의 색상과 유사하게 채색하고 고유의 색과 복원 부분과의 전반적인 조화가 최적에 가깝도록 하였다.