

군위 삼존석굴의 지질환경과 보존대책

황상구¹⁾ · 김수정²⁾ · 이현우³⁾

1. 서론

우리나라는 약 70%가 산지이기 때문에 조상들은 암석을 이용하여 많은 석조문화재를 남겼다. 그래서 석조문화재는 우리나라 국가지정 건조물 문화재 중 국보의 76%, 보물의 42%를 차지할 정도로 비중이 가장 크다. 이 석조문화재들은 대부분 암석을 채석해서 여러 모양으로 조각하여 축조하였거나 혹은 자연암석의 절개면에 그대로 조각하였다. 그러나 군위 삼존석굴은 7세기 말경에 천연의 암벽에 동굴을 뚫어 만들고 그 속에 불상을 안치한 복합 문화재로서 국보 109호로 지정되었다.

이 삼존석굴은 축조시기가 천년이 훨씬 넘기 때문에 절리와 풍화를 심하게 받아서 원래의 모습이 크게 훼손되고 누수현상이 심각하다. 그러므로 이 삼존석굴은 축조시에 아무리 견고한 암석이었던라도 그 훼손현황과 그 원인을 알아야만 앞으로의 올바른 보존대책을 세울 수가 있을 것 같다.

삼존석굴의 훼손은 각종 지질환경의 변화에 의하여 일어나는 만큼 석조물이 지질환경 중 어떤 요인에 의하여 어떻게 훼손되는가를 규명하여 훼손현상이 일어나지 않도록 예방 또는 지연시켜서 조상의 문화재를 보존해야만 한다. 따라서 삼존석굴의 보존대책을 세우기 위해서는 먼저 지질학적 측면에서 철저히 조사하여 훼손발생의 원인부터 찾는 데 있다.

2. 삼존석굴의 위치와 모습

군위 삼존석굴은 대구 북쪽 팔공산 북서부 군위군 부계면 남산리 陽山의 절벽 북측부에 위치한다. 석굴 바로 뒤에 있는 양산은 고도가 해발 342m이고 북측부와 동측부가 하상으로부터 30~40m 높이의 거대한 수직 암벽을 이루고 있다. 이 절벽은 화강암 암벽으로 이루어져 있으며, 석굴은 이 절벽의 북측부 암벽 중에서 해발 270m의 하상으로부터 약 10~15m 높이에 북쪽으로 수평굴을 뚫어 만든 것이다.

이 삼존석굴 직하에는 북쪽과 남서쪽에서 흘러오는 두 개천이 만나고 이 개천 사이에 형성된 작은 델타에는 소규모의 절이 있다. 석굴 앞으로는 멀리 팔공산의 연봉들이 둘러 있으며 이 연봉들로부터 발원하는 개울이 좁은 계곡을 따라 북쪽으로 흘러내리고 있다. 이러한 심산궁곡의 우수한 땅을 차지하여 아담한 정사를 배치하고 암벽을 이용하여 석굴을 조성하여 삼존불을 안치하였던 것이다.

석굴은 수직직경 4.25m, 동서직경 4.20m, 남북심도 4.3m이며 그 저면이 해발 약 280m 위치에 놓인다. 입구는 원형에 가깝고 내부 평면은 방형이며 천장은 도움형을 이룬다. 석굴 내의 삼존상은 2.18m 높이의 아미타여래좌상을 본존불로 봉안하고, 이

주요어: 삼존석굴, 지질환경, 반상 화강암, 절리대, 보존대책

1) 안동대학교 지구환경과학과(hwangsk@andong.ac.kr)

2) 현대건설주식회사 엔지니어링사업본부

3) 한국원자력안전기술원 구조부지질

의 왼쪽에 1.92m의 관세음보살상과 오른쪽에 1.80m의 대세지보살상을 안치하였다.

우리나라 대부분의 석굴사원이 암벽에 파예불을 새기고, 그 위에 목조 전살을 세운 소규모의 석굴사원을 모방한 형식인데 비하면 이 석굴은 천연암벽을 뚫고 그 속에 불상을 안치한 유일한 예라는 점에서 매우 귀중한 문화재이다. 자연석굴을 본격적으로 만든 유일한 예이고 불상의 양식도 고식이기 때문에 그 조성이 7세기 말경으로 추정되는 동시에 8세기 경주 석굴암과 같은 축조석굴로 발전하는 전초적 과정인 점에서 주목된다(황수영, 1989).

3. 지질환경

군위삼존석굴은 N60°W 방향으로 길쭉한 24 x 10km 크기의 팔공산 심성암체 북서부에 자리잡고 있다. 연구의 주 대상은 이 석굴이 위치하는 군위군 부계면 남산리의 양산이지만 지질학적으로 발생하는 문제를 찾아내기 위해서는 보다 광역적으로 접근해야만 하였다.

3-1. 지질

본역의 지질은 경상분지의 중앙부에 해당하는 곳으로 백악기의 퇴적암류와 심성암류로 구성된다. 퇴적암류는 주로 본역 북부에 분포되며 암석의 색깔과 잡색 역암의 협층을 기준으로 하부로부터 진주층, 일직층, 후평동층과 점곡층 순으로 놓이고 서쪽에서 동쪽으로 가면서 얇아진다.

심성암류는 N60°W 방향으로 길쭉한 큰 심성암체를 형성한다. 이 심성암체는 백악기 후기의 불국사 관입암군의 일부로서 대울도폭(김봉균, 1981)에서 팔공산 화강암으로 기재되었고 1/250,000 부산도폭에서 팔공산 암체로 칭한 바 있다. 그러나 이 심성암체는 대부분 회백색 반상 화강암으로 구성되고 이를 관입한 담홍색 혹은 모화강암을 포함한다. 반상 화강암은 세립질 화강섬록암의 크고 작은 내포체(enclave)를 많이 함유한다. 이 심성암체는 관입시에 높은 열에 의해 퇴적암류를 그 경계부로부터 약 5km까지 심하게 접촉변성시켜 혼펠스화하였다. 이 심성암체는 칼크알칼리 계열의 몬조화강암에 속하고 I-형의 화성기원이며, K-장석의 K-Ar 방사능 연대가 73 Ma이다(Kim, 1971).

그리고 퇴적암류에서는 여러 곳에서 단층이 확인된다. 대부분 단층은 N50°~60°W 방향으로 달리고 있으며 모두 좌수향 주향이동 변위를 나타낸다. 이 중에서 가장 북쪽에 있는 단층은 신령단층으로 명명되었고 본역 단층 중에서 가장 뚜렷하게 나타난다.

3-2. 절리계

본역에서 신령단층을 위시하여, 절리가 발달하고 있고, 특히 절리는 비교적 광역적으로 형성되어 있고 주위의 단층과도 연관되어 응력의 성질에 따라 여러 가지로 나타난다.

그러므로 이 절리는 일반적으로 절리 생성시의 응력장과 깊은 관계를 나타내며 이 때문에 같은 지역에서 몇 개의 일정한 패턴을 나타낸다. 본역에서 절리들을 분석해본 결과 4개의

절리조(joint set)로 구분된다.

절리조 세트 1과 2는 공액관계에 있고 세트 3과 4도 서로 공액관계에 있어 각각 독립된 절리계(joint system)를 형성한다. 세트 3은 신령단층에 평행한 단층계와 평행관계에 있고 동시에 세트 4는 이 단층계와 공액관계에 있다. 그러므로 전자의 공액관계에서 응력장의 주응력은 대체로 남북방향(N05°E)이고 후자의 관계에서 주응력은 동서방향으로 작용했던 것으로 분석된다. 이들은 Hwang(1992)이 경상분지에서 고응력장 복원 및 구조운동사를 밝힌 것 중에서 남북방향의 압축응력기와 동서방향의 압축응력기에 잘 부합된다.

삼존석굴 주변에서 나타나는 절리조는 N65°~70°E, 75°~85°SE와 N50°~70°W, 64°~70°SW 등의 두 세트가 규칙적으로 나타나며, 각각 세트 4와 세트 3에 해당된다. 이 두 절리조는 서로 공액관계에 있어 하나의 절리계를 이룬다. 두 절리조 중에서 세트 4가 훨씬 뚜렷하게 나타나고 절리의 간격이 좁고 연장성이 좋다. 그러므로 이 절리계는 앞에서 언급한 바와 같이 경상분지의 고응력장에 결부해볼 때 백악기 말에서 제삼기 초에 걸쳐 경상분지에 지배했던 동서방향의 압축응력기에 신령단층과 함께 형성된 것으로 해석된다.

3-3. 석굴주변의 절리 발달상태

삼존석굴 내의 누수현상은 위에서 논의한 절리가 거의 절대적인 주원인이다. 그래서 석굴 주위의 절리 발달상태를 철저히 조사하여 그 규칙성을 알아내고 그 중에서 석굴 내부로 연결되는 절리를 찾는 것이 핵심이다. 그리고 누수의 경로를 좀더 정확히 알아내기 위하여 예상 절리를 따라 물리탐사로서 비저항 검증을 실시하였다. 그러나 석굴 내의 절리는 암벽 밖으로 연결되지 않고 안으로 연속된다. 또한 석굴 주위는 30여m 높이의 수직 암벽을 이루기 때문에 근접조사를 전반적으로 할 수 없고 많은 제약을 받는다. 한편 궁극적인 연구목적이 삼존석굴의 훼손방지 대책에 있으므로 색수 살수, 음향탐지, 천공 등의 실제적인 방법을 동원할 수는 없었고 문화재의 장기적인 보존을 위하여 오염없는 육안관찰과 비저항 검증을 실시하게 되었다.

삼존석굴 주위에서 두 개의 절리조가 규칙적으로 발달되어 있다. 그 중에서 가장 뚜렷한 것이 N65°~70°E, 75°~85°SE의 절리조로서 세트 4에 해당하며 북동동 절리조로 칭할 수 있겠다. 다른 한 절리조는 N50°~70°W, 64°~70°SW로서 세트 3에 해당되며 북서서 절리조로 칭할 수 있다. 이 두 절리조는 서로 공액관계에 있어 하나의 절리계를 이룬다. 이 절리들은 모두 64°~85° 범위로 급하게 경사진다.

삼존석굴 주위에서는 두 절리조 중 북동동 절리조(세트 4)가 훨씬 뚜렷하게 나타나고 절리의 간격이 좁고 연장성이 좋다. 이 절리조는 석굴 위에서 3개 절리대(joint zone)를 형성하고 석굴 아래에서 1개 절리대가 관찰된다. 이 4개 절리대 중에서 가장 뚜렷하고 연장성이 좋은 것을 기재의 편리를 위하여 주절리대(Jm)이라 하고 나머지 3개를 부절리대로 한다면, 부절리대는 주절리대로부터 북쪽으로 가면서 차례로 J1, J2로 표기하고 주절리대 남쪽에 있는 것을 J3라 하는 것이 편리하다. Jm과 J1의 절리간격(joint spacing)은 약 8m이고 J1과 J2의 간에서는 약 3~4m이며, Jm과 J3의 절리간격은 약 2~4m이다. 북동동 절리조는 석굴내부의 훼손에 직·간접적으로 영향을 주고 있다. 그런데 이 절리조의 Jm, J1, J2, J3 등 3절리대 중에서 Jm과 J3가 큰 영향을 미치며 이중에 특히 Jm이 가장 큰 영향을 미친다.

이 주절리대(Jm)는 전체적으로 2~5개 절리가 한데 묶여져 있다. 주절리대 내에서 각 절리들간의 간격은 대체로 15~80cm 범위이며 최소 1cm인 경우도 있고 최대 120cm되는 경우도 있다. 각 절리에서 벌어진 절리틈(joint aperture)은 대개 2~25mm 범위이며 최대 40mm되는 곳도 있다. 이 넓은 절리틈은 소나무 뿌리의 생장에 따라 기존 절리가 벌어진 것

으로 판단된다. 절리틈은 그대로 비워있는 부분도 있으며, 대부분 토양으로 채워져 있고 동시에 암석조각으로 덮혀 있는 경우도 있다. 특히 2~3mm로 아주 좁은 틈에서는 상부에서 빗물을 따라 녹아 흘러와 침전된 매우 얇은 방해석 세맥을 형성한 곳도 있다.

이 절리의 틈은 빗물이 흘러들거나 스며드는 통로 역할을 하고 있다. 빈틈은 빗물이 흘러들어 빠르게 아래로 이동될 것이며 건기에는 이내 말라서 공기가 쉽게 유통할 것이다. 그러나 이 빈틈도 아래로 내려가면서 계속 비어있지는 않을 것이고 아마도 미세한 토양이나 방해석으로 막혀있을 수도 있다. 토양충진 틈은 빗물이 오랫동안 토양에 스며있게 하고 또한 우기에 밑으로 서서히 스며든 빗물이 장기간에 걸쳐 아래로 혹은 좌우로 이동되게 한다. 방해석 세맥은 자연적으로 빗물의 이동을 차단시킨다.

소나무는 가파른 절벽에서 흔하게 볼 수 있듯이 절벽에서도 뿌리를 내릴 수 있는 틈이 있으면 상당한 크기로 성장할 수 있다. 특히 수고가 약 5m이고 밑둥치 직경이 최고 30cm나 되는 큰 소나무가 절리에 뿌리를 박고 성장하고 있는데 이는 기존 절리의 틈을 더 크게 확대시킬 수 있었다. 왜냐하면 이 절리는 틈이 2cm이던 것이 최대 40cm로 확대되어 있고 이곳으로부터 멀어지면서 좁아지기 때문이다.

이 큰 소나무가 거의 수직절리를 벌림으로서 토플링 효과를 더 크게 하는 것으로 생각된다. 이러한 효과는 암반이 남쪽으로 회전하게 하여 석굴내부의 안쪽 인장절리를 형성했을 것이며 따라서 이 절리는 주절리대와 연결된 것으로 판단된다.

4. 누수경로와 보존대책

빗물이 침투하는 곳은 절리 중에서도 Jm 주절리대와 J3 절리대이며, 전자는 석굴내부 안쪽에서 후자는 석굴입구쪽에서 누수에 영향을 미친다. 먼저 석굴내부 안쪽에서 절리는 큰 소나무가 절리 속으로 뿌리를 박고 성장하여 절리의 틈을 최대 30cm까지 벌림으로서 남측 암반이 토플링될 때 형성된 틈이다. 그러므로 석굴내부의 인장절리는 Jm 절리대로 연결되어 있는 것으로 해석된다. 이 경로는 매우 길기 때문에 작은 빗물은 석굴내부까지 누수되지는 않겠지만 큰비에는 누수가 일어날 것이며 큰 만큼 상당히 오래 지속될 것으로 생각된다.

석굴입구쪽에서 절리는 대부분 J3 절리대에 속한다. 이곳에는 절리와 균열이 매우 많지만 석굴입구 천장으로 연장되어 있고 누수의 경로가 전자에 비하면 매우 짧기 때문에 쉽게 알아낼 수가 있다. 이들 절리와 균열들은 작은 비에도 빗물이 쉽게 석굴내부로 스며든다.

삼존석굴의 보존대책은 근본적으로 석굴내부의 누수원인을 제거하는데 필요한 대책이어야 한다. 누수방지 대책으로서는 석굴내부에서의 누수차단방안, 지상에서 강수차단방안과 지표 유입부에서의 차단방안이 있겠다. 이 중에서 누수부위보다 빗물의 유입부에서의 절리틈을 효과적으로 차단하는 방안이 효과적이다. 이 방법은 잘만 한다면 한번의 공사로 반영구적으로 차단시킬 수 있을 것이고 공사비도 저렴할 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 우리는 암반에서 빗물의 유입부인 절리와 균열을 차단하는 공사를 하는 것이 가장 바람직하다고 본다.

참고문헌

- 김봉균, 정창희, 김수진, 양승영, 1981, 한국지질도 대울도폭. 한국동력자원연구소, 29p.
- 秦弘燮, 1980, 韓國의 佛像. 一志社, 344
- 黃壽永, 1989, 한국의 불상. 文藝出版社, 427P
- Hwang, J.H., 1992, Paleostress reconstructions and the tectonic evolution of the Kyungsang basin. J. Geol. Soc. Korea, 28, 471~482.