

석굴암의 돌은 말한다: 석불사 석굴의 건축 평면과 벽면 설계

The Stones of Seokguram Speak:
Floor Plan and Wall Design of Seokbalsa Grotto

윤재신*

Yoon, Chae-Shin

(이화여자대학교 건축학과 교수)

Abstract

The purpose of this paper is to reconstruct the original floor plan and wall design of Seokbalsa Grotto in Kyungju; commonly known as 'Seokguram'. The paper presents an array of dimensional studies of the existing Seokguram to examine its architectural form, and infers the original floor plan and wall design of Seokbalsa Grotto. Seokbalsa Grotto is designed as a system of 'coherent modules' and was constructed using the dry stone method, which interlocks large stone modules into a whole that becomes the load-bearing structure itself. The design principles governing Seokbalsa Grotto are the spatial axis of symmetry, modular coordination, and the layout grid of a quarter Tang-Ruler(TR: 唐尺). Dimensional studies were conducted with these governing principles in mind and concludes the following about the original floor plan design. In the main chamber, Ansang-stone's radius is 12 TR, and Flagstone's radius is $12\frac{1}{4}$ TR. In the front chamber, the width between the two Ansang-stones facing each other is 22 TR and the longitudinal space depth is 12 TR, while the width between the two Flagstones facing each other is $22\frac{1}{2}$ TR and Flagstone's depth is 12 TR. In the passageway, the width between the two Ansang-stones facing each other is $11\frac{1}{2}$ TR and longitudinal space depth is 9 TR, while the width between the two Flagstones facing each other is 12 TR and Flagstone's depth is $7\frac{3}{4}$ TR. The distance from the center to the entrance line of the main chamber is $10\frac{1}{2}$ TR. Therefore, the total longitudinal length of the Grotto is $43\frac{1}{2}$ TR at the level of the Ansang-stones, and 44 TR at the level of the Flagstones.

주제어: 석굴암, 석불사 석굴, 기본 설계, 대칭축, 불상 판석, 배치 그리드

Keywords: Seokguram, Seokbalsa Grotto, Preliminary Design, Symmetric Axis, Buddhist Flagstone, Layout Grid

1. 들어가는 말

석굴암의 건축 원형에 대한 학술적 논의가 이따금씩 있었으나, 현재까지 구체적 진전을 이루지 못해 '석불사 석굴'이 불투명한 상태로 남아 있다.¹⁾ 일반 지식인

* Corresponding author: yooncs@ewha.ac.kr

이 연구는 2017년도 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음. 과제 번호: 2017R1A2B4012332

1) 본 논문에서는 용어에서 발생하는 혼란을 막고자, '현재 석굴암(石窟庵)'과 구별해서 751년에 지어진 석굴암의 건축 원형을 '석불사 석굴(石佛寺 石窟)'로 칭한다. 석굴암이 '석굴'만을 지칭하는 고유 명사로 사용하게 된 것은 일제강점기 이후라고 저자는 생각한다. 조선시대에는 현재 석굴암이 불국사의 말사인 '석굴암(石窟庵)의 석굴'로 불리기도 했다.

만이 아니라 문화재 전문가도, 조선총독부와 한국정부의 수리공사가 석굴암에 더해질수록, 당초 원형이 신기루처럼 점점 더 멀리 달아났다고 느낀다.²⁾

본 논문에서는 여러 차례의 수리공사로 변형된 현재 석굴암의 건축 원형을 구체적으로 밝히려 한다. 이를 위해서 '현재 석굴암'의 실측 자료를 객관적으로 분석하고, 창건 당시 기술과 지식의 한도 내에서 '석불사 석굴'의 돌들이 어떤 위치에 어떻게 배치되었는지를 탐구하려는 것이다. 본 연구의 목적은 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계를 논리적으로 도출하는 것이다.

석불사 석굴의 설계가 지시하는 건축 형태는 수리공

2) 이수경, 「문화재 보존에 있어서 진정성 개념의 속성과 변화 고찰」, 문화재, 45권 4호, 2016, 135쪽

사로 변형된 현재 석굴암의 건축 형태와 다르다. 또한, 석불사 석굴의 설계도와 그것이 준공된 상태의 실측도 사이에도 시공 과정에서 발생하는 오차로 미세한 차이가 필연적으로 생긴다. 다시 말해, 석불사 석굴의 설계된 건축 형태와 준공된 건축 형태, 그리고 현재 석굴암의 건축 형태는 서로 다르다. 본 연구는 현재 석굴암의 건축 형태를 분석하고, 석불사 석굴의 준공된 건축 형태를 점검하여, 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계를 추론하는 것이다.

일반적으로 건축 설계는, 시간 경과에 따른 진행성과 다루는 형태의 구체성 및 시공의 실행성이라는 측면에서, ‘계획 설계’, ‘기본 설계’ 및 ‘실시 설계’의 세 단계로 나뉜다. 저자는 석불사 석굴의 설계가 현재 건축 실무와 유사하게 단계별로 이루어졌고, 각 단계에서 도면과 같은 구체적 결과물이 도출되었다고 주장하지는 않는다.

그러나 전례가 없는 석불사 석굴의 건축 설계는 창의적 설계 과정을 통해 이루어졌다고 생각한다. 그런 의미에서, 건축 설계의 세 단계 진행 방식(계획 설계-기본 설계-실시 설계)을 통해 현재 석굴암과 석불사 석굴을 분석해 보면, 이제까지 석굴암에 대해 유발된 논쟁들을 해소하고 우리의 이해를 심화할 수 있을 것이다. 본 논문에서 다루는 ‘석불사 석굴의 설계’라는 의미는 ‘기본 설계’ 단계에서의 내용을 뜻한다.

석불사 석굴의 건축 형태는 정합적으로 설계되었으며, 이를 모듈 부품으로 구체화했다고 추론한다. 즉, 석불사 석굴은 ‘정합적 모듈’로 설계되고, ‘모듈 부품’을 조직하는 시공으로 지어졌다는 주장이다. 여기서 ‘정합적 모듈’이란 다음 세 가지 의미를 모두 포함한다. 첫째, 사각형과 원, 그리고 구와 같은 ‘표준 도형(圖形)’으로 구성된 전체 형태가 특정 모듈에 의해 체계적으로 분할된다는 것이다. 둘째, 분할된 특정 모듈은 원호와 같은 ‘분할 표준 도형’이거나, 또다시 표준 도형이라는 것이다. 마지막으로, 분할된 특정 모듈은 반복적으로 사용되거나, 표본 유형이 되어 그것으로부터 단순 변주(變奏)가 나타난다는 것이다.

석불사 석굴의 ‘기본 설계’는 모듈 부품의 체계적 분할과 정합적 구성이라고 정의해 볼 수 있다. 즉, 구체적인 평면과 벽면 설계가 그 내용이다. 그러므로 ‘기본 설계’ 이전의 ‘계획 설계’ 단계에서는, 안상석(眼象石)과 불상판석(佛像板石)의 분할 방식과 불상판석의 뒤물림 등의 디테일 사항들이 구체화되지 않은 상태였을 것이다. 예를 들면, 계획 설계의 주실 평면에서는 불상

판석과 안상석은 두 개의 동심원이 아니라 한 원으로 표현된다고 하겠다.

‘실시 설계’는 시공 과정에서 필연적으로 발생하는 오차를 최소화하고 극복하는 단계이다. 석불사 석굴의 시공 과정은 먼저 제작된 부품의 오차를 뒤에 제작하는 부품 치수에 반영하고, 제자리 배치를 찾는 시행착오가 연속하는 경로였다. 실시 설계의 단계는 실제 시공과 도면 수정이 동시에 이루어지는 과정이다. 그런 의미에서, 석굴암 수리공사는 석불사 석굴의 실시 설계를 연장한 또 다른 경로라고 할 수 있을 것이다.

현재 석굴암의 건축 형태는 세 번의 수리공사를 거듭할수록 석불사 석굴의 본래 형태로부터 점점 더 멀어졌다. 그러므로 석불사 석굴의 설계는 1913년 조선총독부의 제1차 수리공사에서 재조립한 습식 석굴암으로부터 이끌어내는 것이 가장 바람직하다고 하겠다.³⁾

현재 석굴암의 돌들 중에는 석불사 석굴의 본래 돌들과 수리공사에서 대체한 돌들이 뒤섞여 있다.⁴⁾ 현재 석굴암에서 본래 돌들과 교체된 돌들을 확인하고, 석불사 석굴의 돌 치수와 위치를 논리적으로 분석하여, 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계를 추론하려는 것이다. 연구 범위는 석불사 석굴의 지붕 부분을 제외한 평면과 벽면 설계로 한정했다.⁵⁾

2. 석불사 석굴의 수리 공사와 설계 원리

창건 석불사 석굴은 건식 공법으로 지어졌으나, 조선총독부의 제1차 수리공사에서 완전히 해체된 후, 콘크리트를 사용해 한 덩어리로 일체화되었다. 이로 인해 창건 당시 석불사 석굴의 설계에서 의도했던 좌우대칭이, 현재 석굴암에서는 훼손되어 있다고 생각한다. 조선총독부의 제3차 수리공사에서, 통로 입구 위에 ‘아치형 연결석(連結石)’을 새로 만들어 설치했다.⁶⁾

3) 윤재신, 「석굴암, 세 번의 수리 공사와 세 개의 공간 개념」, 대한건축학회 논문집 계획계, 35권, 8호, 2019년, 89~100쪽

4) 문화재관리국, 「석굴암수리공사보고서(石窟庵修理工事報告書)」, 1967, 71~74쪽

5) 건축 평면도에는 바닥 위에 자리하는 벽면들의 배치로 건축 공간이 표현된다. 석불사 석굴의 건축 공간은 명확한 벽면 설계와 영역에 따라 다른 지붕 구성으로 구분된다. 그러나 주실 돌의 설계에 관한 학술적 연구에는 심층적 구조 해석이 필요한데, 이에 관한 연구결과가 아직 없다. 따라서 석불사 석굴의 돌 설계에 관한 분석과 추론은 또 다른 학술적 논문을 요구한다고 하겠다. 석불사 석굴은 바닥과 벽 및 천장을 분명하게 구별해 지어졌으므로, 연구 범위를 평면과 벽면 설계로 한정하는 것은 나름 타당하다고 하겠다.

6) 1920~23년의 수리공사에서 덧붙인 ‘아치형 연결석’은 천장에서의 변화일 뿐이고, 평면과 벽면에서는 변형이 발생하지 않았다. 윤장

1961년 한국정부의 수리공사에서는 석굴암의 건축 원형에 대한 이해가 부족했음에도 불구하고, 전실을 변형했다. 전실 입구에 접혀 있던 좌우 팔부신중 판석들을 펴서 전실 평면을 넓혔고, 그 위에 목조 지붕을 설치해서 석굴암의 전체 공간을 실내화한 것이다.⁷⁾

조선총독부 수리공사 이전의 석불사 석굴을 기록한 <석굴암 재래기초 평면도>에는 전실 입구의 안상석 배치가 접혀 있고, 접힌 안상석 위에는 팔부신중 판석이 표현되어 있지 않다.⁸⁾ 그러나 한국정부 수리공사에서 전실 입구의 배치가 퍼짐으로써 공간 규모가 확대되었다. 수리공사 이전의 석불사 석굴에서 접힌 전실의 평면 규모는 6.63m(≒22.32당척)×3.56m(≒11.98당척)이었으나, 현재 석굴암에서 퍼진 전실의 평면 규모는 6.63m(≒22.32당척)×4.63m(≒15.59당척)이다.⁹⁾

일반적으로 동아시아 건축의 특성에 견주어볼 때, 석불사 석굴의 설계에서 공간 대칭축을 유지하면서 정합적 모듈로 설계가 이루어졌다고 추론하는 것이 합리적이다. 그런데 『석굴암 수리공사 보고서』에 제시된 ‘대불상시준선’은 이와 같은 공간 대칭축의 설계 원리가 적용되었을 것이라는 추론을 약화시키는 부작용을 낳았다. 석불사 석굴의 설계에서, 가장 대표적 모듈인 주실 불상판석의 폭은 4당척을 기준으로 했다는 것을 통계 분석으로 확인할 수 있다. 불상판석과 마찬가지로 안상석 길이도 모듈 치수로 설계되었을 것이다.

석불사 석굴의 평면 설계는, 안상석의 모듈 치수와 벽석(壁石) 배치의 거리 치수를 분석함으로써, 1/4당척

섭·윤재신, 『석불사』, 도서출판 학천, 1998, 103, 168~169쪽

7) 『석굴암 수리공사 보고서』의 213쪽에 실린 1963년 10월 12일 회의의 ‘사’항과 ‘아’항 제의의 내용을 들여다보면, 당시의 문화재위원회에는 건축 전문가가 전혀 없었으므로, 석굴암의 건축 원형에 대한 논의가 상당히 제한적이었다는 것을 알 수 있다. 수리 보고서에서 전실을 확대한 합리적 이유를 찾을 수 없으므로, 웅색한 한옥 지붕으로 내부 공간이 협소해 보이게 되는 것을 피해 전실을 전개했다고 추측해 볼 수 있다. 접힌 전실에 현재와 같은 4분 변각의 한옥 지붕을 없앤다면, 도리 사이의 간격이 90cm 정도이어야 하므로 내부 공간이 협소하게 느껴질 것이다.

8) 황수영은 본래 펼쳐진 안상석을 제1차 수리공사에서 접어 변경했다고 주장했다. 이는 사실일 수 없다. 한국정부 수리공사에서 건축 전문가의 부재로, 도면을 읽는 능력이 부족해서 발생한 오류였다고 추측해 볼 수 있다. 배기형과 김중업이 배제된 이후에, 석굴암 수리공사를 주관했던 문화재위원회에 참석한 건축 전문가는 없었다. 『석굴암 수리공사 보고서』 107쪽, 202쪽 및 도판의 제1도를 참조.

9) 여기서 전실의 폭과 깊이는 불상판석 사이의 거리를 뜻한다. ‘실측 치수’와 ‘설계 치수’ 사이의 혼란을 방지하려고, 미터 단위와 당척 단위의 사용에 일정한 표현 방식을 유지해 사용했다. 미터법 표현은 ‘실측 치수’이고, 당척 표현은 ‘설계 치수’이다. 즉 6.63m(≒22.32당척)은 실측 치수이고, 22.5당척(≒6.68m)은 설계 치수이다. 米田美代治의 선행 연구 결과에 따라 1당척(唐尺)≒29.7cm으로 추정했다. 米田美代治, 『朝鮮上代建築研究』, 秋田屋, 1944. 16~22쪽; 丘光明, 『中國古代計量史』, 安徽科學技術出版社, 2012, 112~115.

의 배치 그리드에 바탕을 두고 이루어졌음을 확인할 수 있다. 결론적으로 말하자면, 자세하게 후술하듯이 석불사 석굴을 지배하는 설계 원리는 ‘공간 대칭축’과 ‘모듈 정합’ 및 ‘1/4당척 단위의 평면 배치 그리드’이다.

2-1. 석불사 석굴의 공간 대칭축

석불사 석굴은 세 차례의 수리공사를 거치면서, 서로 다른 건축 형태의 석굴암으로 변형되었다. 조선총독부의 제1차 수리공사에서 내부 돌들을 거푸집으로 사용하고, 그 외부에 약 90cm 두께의 두겹으로 철근 콘크리트를 타설했다. 이로 인해서 콘크리트 두겹과 석굴의 내부 돌들은 일체화되었다. 콘크리트를 사용하는 습식 시공에서, 액상 상태의 콘크리트가 돌들 좌우의 틈으로 새어 나오는 것을 막기 위해 돌들은 가능한 밀착시켜야 한다. 안상석과 불상판석 사이의 좌우 틈을 최대한 없애는 과정에서, 석불사 석굴의 전체 변형과 함께 뒤틀림이 발생할 수밖에 없었을 것이다.

제1차 수리공사에서 석불사 석굴의 구축적 특성을 무시하고, 새로운 석굴암을 다시 지었다. 이렇게 완성된 현재 석굴암이 석불사 석굴과 동일하다고 보는 경향이 있는데, 이는 받아들이기 어렵다. 창건 당시에는 건축 평면이 정확한 좌우 대칭을 이루고 있었으나, 현재 석굴암에서는 습식 공법으로 인해 공간 대칭축이 훼손되면서 평면의 좌우 대칭이 일그러졌을 것이다.

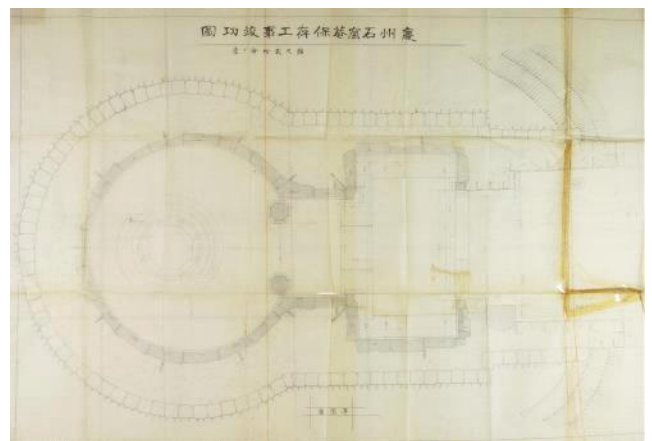


그림 1. 석굴암 보존공사 준공도 - 평면도

액상 콘크리트를 사용한 습식 시공의 한계를 뒷받침하는 것이 <석굴암 보존공사 준공도-평면도>이다. 이 도면은 제1차 수리공사 당시, 시공에 앞서 건축 전문가들이 설계도로 작성한 것이다.¹⁰⁾

이 평면도에는 두 팔각기둥과 ‘통로 안상석’의 두 변

10) 윤재신, 앞 논문, 92~94쪽을 참조.

24 논문

곡점이 공간 대칭축의 좌우에 정확한 대칭으로 그려져 있다. 그러나 석굴암은 그렇게 정확한 좌우 대칭으로 시공되지 못했다.

현재 석굴암의 주실 입구에 있는 두 팔각기둥과 그 주위의 벽석 배치를 자세히 살펴보면, 정확한 좌우 대칭이 아님을 감지할 수 있다. 주실 입구에서 접히는 불상판석의 두 변곡점은 공간 대칭축의 방향으로 상당한 간격(8.5cm)으로 서로 어긋나 있다. (<그림 2>를 참조)

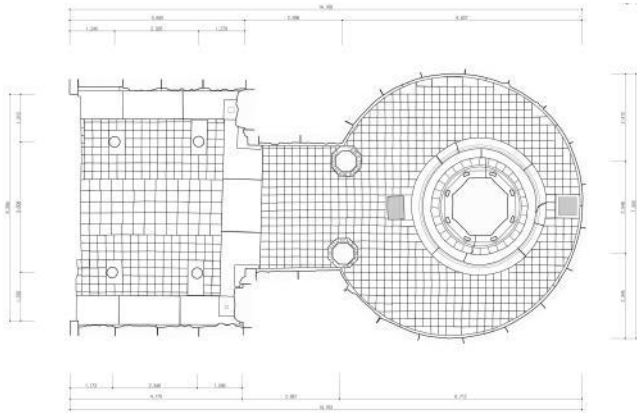


그림 2. 석굴암 3D 스캔 평면도¹¹⁾

팔각대좌의 중앙 앞 점을 중심으로, 주실의 남북과 서쪽 끝에 있는 불상판석들과 최대한 접하도록 반경 12¼당척의 원을 그리면, 불상판석의 남측 변곡점은 원호 안쪽에 위치하지만, 북측 변곡점은 원호 바깥쪽에 위치한다. 또한, 주실의 남북과 서쪽 끝에 있는 안상석과 최대한 접하도록 반경 12당척의 원을 그리면, 안상석의 남측 변곡점은 원호 안쪽에 위치하지만, 북측 변곡점은 원호 바깥쪽에 위치한다.

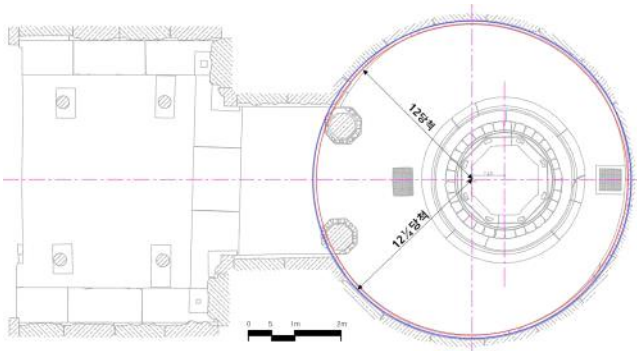


그림 3. 반경 12당척과 12¼당척의 원을 이용한 평면 분석

현재 불상판석 원에서, 공간 대칭축과 직교하는 ‘남

11) 3D 스캔 도면은 ‘2011년 문화재청의 디지털 자원화 용역’의 결과물이다.

북 반경’을 측정하면 367.5cm(≒12.374당척)이고, 이는 ‘동서 직경’보다 조금 더 크다. 현재 안상석 원의 측정된 ‘남북 반경’은 359.8cm(≒12.114당척)이다. 현재 실측되는 두 ‘남북 반경’의 차이는 약 ¼당척이다.

이러한 분석을 통해, 안상석이 이루는 원의 반경이 12당척이었고, 불상판석이 이루는 원의 반경이 12¼당척이었다고 추론해 볼 수 있다. 본래 건식 공법으로 시공한 석불사 석굴에서, 일그러진 모양의 평면으로 안상석과 불상판석을 배치할 하등의 이유가 없다.

제1차 수리공사에서 본존불 주위에 목조 형틀을 짜고, 그 위로 연화문 개석을 지탱하여 원형을 유지했다. 그러므로 본존불과 대좌, 그리고 연화문 개석의 위치는 변경되지 않았다. 공간 대칭축도 창건 당시와 동일하게 유지했다. 건축 평면에서 공간 대칭축의 방위와 동지의 일출 방향과 일치한다는 것은 다음 두 사실을 전한다. 하나는 석굴암에서 동지 때의 일출 방향이 매우 중요한 방위였다는 점이고, 다른 하나는 방위를 측량하여 배치 기준으로 택할 정도의 정교한 설계·시공 기술이 있었다는 것이다.

동지의 일출 방향과 일치하는 공간 대칭축, 기하학적 평면 구성, 정합적 모듈의 벽석 부품, 대좌의 뒤물림 배치 등을 고려하면, 석불사 석굴은 좌우 대칭으로 지어졌다고 보는 것이 합리적이다. 석굴암에서 보이는 정교한 설계·시공 기술과 비교하면, 대칭 평면으로 벽석을 세우는 시공 기술은 상대적으로 매우 간단하다.

대칭 평면을 유지하려면, 바닥에 표시해 놓았을 ‘바탕 평면’에서 주요 지점의 벽석들을 우선적으로 배치하고, 사이 간격을 조정하면서 나머지 벽석들을 배치하면 된다.¹²⁾ 습식 시공에서는 벽석 사이의 좌우 간격을 없애기 위해 인접한 벽석들을 차례대로 밀착시킬 수밖에 없지만, 건식 시공에서는 벽석 사이의 좌우 간격을 적절히 조정할 수 있다. 현재 석굴암의 평면은 좌우 대칭이 아니지만, 석불사 석굴의 평면은 공간 대칭축을 기준으로 좌우 대칭이었을 것이다.

2-2. ‘대불상시준선’과 공간 대칭축

‘대불상시준선(對佛像視準線)’이라는 개념은 <본존 방위 측정도>의 도해로 『석굴암 수리공사 보고서』에 제시되어 있다.¹³⁾ 보고서 본문에서 이 시준선을 ‘본존의 방향 선’, 혹은 ‘본존의 시각 선’이라고 칭했다.

12) 좌우 대칭을 유지하는데 필요하다고 생각되는 주요 지점의 불상판석과 안상석을 해칭으로 구별했다. 뒤의 그림 11과 12 참조.

13) 문화재관리국, 『석굴암 수리공사 보고서』, 1967, 61~62, 69쪽

즉, ‘본존 방위’와 ‘본존 시선’을 동일한 의미로 여겼다.

對佛像視準線의 한자 의미를 해석해 보면, 본존불과 관찰자가 정면을 바라볼 때 서로 마주쳐 일치하는 직선, 즉 상호응시 선이라고 보는 것이 타당해 보인다.

인간 신체가 유일한 한 방향을 향한다는 주장은 비과학적 허구이다. 신체에서 하체, 상체, 어깨, 머리와 눈은 좌우로 따로따로 회전할 수 있다. 따라서 각 신체 부위는 각기 독립적 방위를 가진다. 석굴암 본존불에서 각 ‘신체 방위’와 ‘시선 방위’는 일치하지 않는다.

일반적으로 시선 방위는 눈동자의 홍채가 향하는 방향을 뜻한다.¹⁴⁾ 그러나 대불상시준선은 본존불 홍채가 향하는 방향이 아니고, ‘광배 중심’과 ‘불상 중심’을 연결한, ‘석굴 중심선’과 3.0도의 차이가 나는 직선으로 정의되어 있다.¹⁵⁾

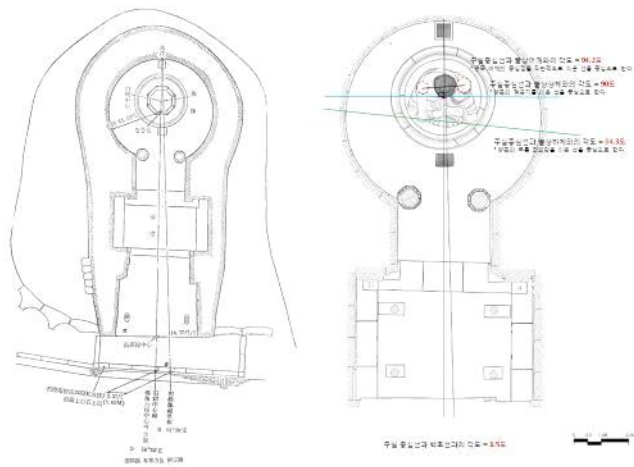


그림 4. < 본존 방위 측정도 > 와 본존불 평면 분석

<본존 방위 측정도>에서 설정된 ‘대불상시준선’은 본존불의 시선 방향인가? 본존불 눈의 홍채 방향은, 광배와 같은 환경 요소와는 별개로, 독립적으로 인지된다. 본존불 홍채는 한쪽으로 쏠리지 않고 정면을 향하고 있으므로, 본존불의 시선 방향은 얼굴 방향과 일치한다. 그런데 3D 스캔의 디지털 도면 자료를 분석해 측정하면, 본존불의 얼굴은 몸을 기준으로 왼쪽으로 4.2도 돌려진 방향을 향하고 있다.(그림 6을 참조) 따라서 대불상시준선은 본존불의 시선 방향이 아니다.

14) Dejan Todorovic, *Geometrical basis of perception of gaze direction*, Vision Research, 46, 2006, 3549~3562쪽. 그리고 *The effect of face eccentricity on the perception of gaze direction*, Perception, vol. 38, 2009, 109~132쪽

15) <본존 방위 측정도>에서 ‘광배 중심’으로 표현한 점을 본문 글에서는 ‘관음 중심점’으로 칭했다. 광배 중앙의 높이에서의 평면 원(반경 11.85곡척=12.09당척)과 불상관석의 높이에서의 평면 원(반경 12¹/₂당척)의 크기는 동일하지 않다. 대불상시준선이 평면의 직선인지, 3차원 공간의 직선인지가 불분명하다.

광배 형상은 원에 가까운 타원이지만, ‘광배 중심’은 명확하게 찾아낼 수 있다. 대좌는 정면과 측면에서 좌우 대칭을 이루므로, 평면에서 ‘대좌 중심’을 쉽게 찾을 수 있다. <본존 방위 측정도>에서 ‘대좌 중심’과 ‘광배 중심’을 잇는 직선을 ‘석굴 중심선’이라고 했다. 즉, 석굴 중심선은 석굴의 공간 대칭축을 의미한다.

그러나 본존불은 정면과 측면에서 좌우 대칭이 아니다. 그러므로 정면과 측면의 대칭축을 세우는 방식으로는 <본존 방위 측정도>의 ‘불상 중심’을 찾는 것이 불가하다. ‘불상 중심’이 무엇을 지칭하는지를 알 수 없으므로, ‘대불상시준선’은 불분명한 개념이다.¹⁶⁾

그런데, 대좌의 정면과 측면에 대칭축을 세우고 관찰해 보면,(<그림 5>를 참조) 보고서의 ‘불상 중심’이란 본존불의 이마 중앙에 있는 ‘백호’를 지시하는 것이 거의 확실하다. 즉, ‘대불상시준선’이라는 개념은 ‘광배 중심’과 ‘백호’를 잇는 직선을 긋고, 그것을 측량해서 도출했다고 생각해 볼 수 있는 것이다.

그러나 광배 중심과 백호를 잇는 직선의 방향은 ‘석굴 중심선’과 1.5도를 이루는 것으로 측정된다.¹⁷⁾ 본존불 시선을 광배 중심과 백호 사이의 직선과 연결한다면, 그 선은 일직선이 아니라 백호에서 꺾이는 굴절선이다. 따라서 본존불의 시선 방향은 광배 중앙에서 백호를 거쳐 나가는 직선과 일직선으로 겹칠 수 없다.

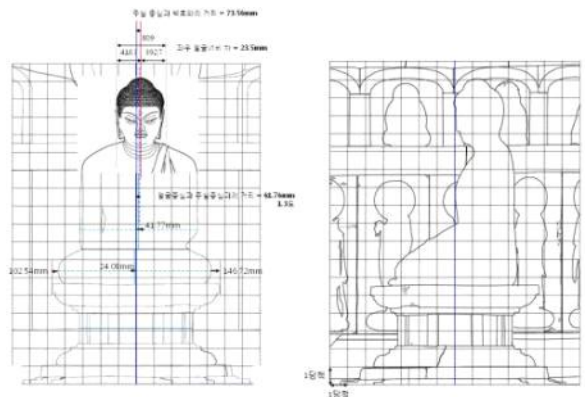


그림 5. 본존불과 대좌의 정면과 측면 분석

‘대불상시준선’은 <본존 방위 측정도>에 ‘석굴 중심선’과 3.0도의 차이가 난다고 정의하고 있다. 그러나 그 시준선은 본존불 시선이 아니며, ‘광배 중심’과 ‘백호’를 잇는 직선도 아니다. 결론적으로 말해서, ‘대불상

16) 보고서의 ‘불상 중심’이 본존불 신체 혹은 머리의 무게 중심(예를 들어, 배꼽 안쪽 혹은 머리 안쪽의 어느 한 점)을 지시하는 것은 물론 아닐 것이다. 그런 무게 중심점을 찾는 것은 불가하다.

17) 3D 스캔의 AutoCAD 도면 데이터를 기반으로 저자가 직접 작도해서 측정한 각도이다. ‘광배 중심’과 ‘백호’ 사이의 직선은 앞 그림 4의 우측 도면에 표현되어 있고, ‘광배 중심’과 ‘백호’를 일직선에 정렬한 상태에서 촬영한 사진이 뒤 그림 6의 우측 사진이다.

시준선'은 어떤 방식으로 설정했는지, 어떤 의미로 제시했는지를 알 수 없는, 자의적 개념의 임의 직선이다.

석굴암 본존불은 불교 토착화 과정에서 완성된 한국의 고유한 미의식의 발현으로 여긴다. 본존불은 현실을 초월한 이상화된 형상이면서도, 인체의 풍부한 사실성에 기초하여 조각되었다는 것이다.¹⁸⁾

본존불은 항마촉지인의 수인으로 인해 좌우 손의 배치가 다르다. 오른손을 앞으로 뻗어 땅에 닿게 하려면, 몸은 전체 균형을 위해 왼쪽으로 자연스럽게 회전하게 된다. 본존불은 신체 중심축을 기준으로 하체는 오른쪽으로 5.7도 회전해 있는데, 가슴은 왼쪽으로 0.1도, 어깨는 왼쪽으로 3.0도, 머리는 왼쪽으로 4.2도 회전해 있다. 이렇게 본존불의 각 부위는 한 방향으로 단계적 회전을 하고 있을 뿐만 아니라, 이 회전에 따른 몸의 자연적 균형을 위해 신체 부위별로 좌우 대칭도 조화의 균제를 이루고 있다.

본존불의 하체는 오른쪽으로 5.7도 회전하면서, 정면에서 보면 미세하게 왼쪽으로 2.4cm 쏠려 있다. 그러나 몸통은 거의 회전하지 않으면서, 정면에서 보면 오른쪽으로 4.1cm 쏠려 있다. 머리는 왼쪽으로 4.2도 회전하면서, 정면에서 보면 오른쪽으로 7.4cm 쏠려 있다. 본존불 신체는, 아래 하체에서 위 머리로 올라갈수록 왼쪽으로 회전하면서, 정면의 좌우 대칭은 왼쪽으로부터 오른쪽으로 쏠림이 변하고 있다. (<그림 5>를 참조)

본존불 안면의 좌우 폭은 80.9cm이고, 백호는 그 폭의 정 중앙에 있다. 그러나 코는 중앙선으로부터 아주 미세하게 오른쪽으로 쏠려 있다.¹⁹⁾ 이러한 조각 형태는 자연스러운 인체의 형상과 자세에 대한 예리한 관찰력과 그것을 입체 조형으로 옮길 수 있는 조각 기술이 당시에 실재했다는 것을 예증한다고 하겠다.

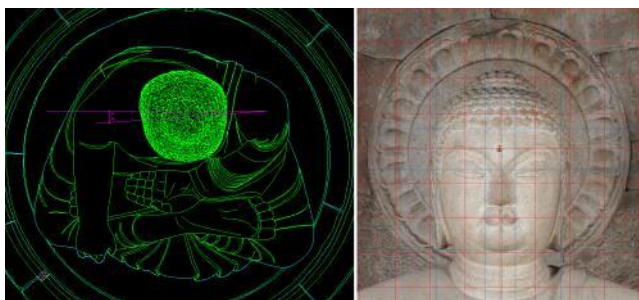


그림 6. 본존불 머리 회전과 얼굴 대칭의 분석

18) 김리나, 『한국 고대 불교 조각사 연구』, 일조각, 1989, 25~28쪽. ; 『한국의 고대(삼국·통일신라) 조각과 미의식』 (한국 미술의 미의식, 한국정신문화연구원 정신문화문고 3), 1984, 76~83쪽

19) 쏠린 거리가 약 1.5cm 정도이므로 전체 폭인 80.9cm의 2% 미만의 차이로 대칭으로 간주해도 큰 무리가 없다고 여겨진다.

본존불의 신체 부위가 가지는 미세한 회전 각도의 변화와 정면의 좌우 대칭에서 보이는 미세한 쏠림의 변화를 고려해 보면, 한국정부의 수리공사에서 임의로 제시한 대불상시준선을 창건 당시에 의식했다는 주장은 신빙성이 낮다고 할 수밖에 없다. 반면에, 석굴암의 공간 대칭축은 당시 건축을 주도한 사람들이 매우 중요하게 여겼다고 추론하는 것이 마땅하다.

동지 일출 때, 하늘에 제사를 지내는 관례가 고대 동아시아에서 매우 중요한 행사였기에, 그때의 일출 방향은 중요한 정보였다.²⁰⁾ 751년의 창건 당시에는 케플러의 행성 운동 법칙이 밝혀지기 이전이므로, 동지 일출 방향은 실측을 통해서 얻을 수밖에 없었을 것이다. 석굴암에서 동지 일출은 산 능선 위로 나타나고, 당시에 일출 방향이란 해가 완전히 솟아오른 상태에서의 방위각을 의미했을 개연성이 높다.²¹⁾

그러나 현재에는 동지 일출의 방위각을 정확하게 계산해 도출한다. 그런데, 여기서 일출 방향이란, 주위 지형을 전혀 고려하지 않은 상태에서, 해가 지평선 아래에 접하기 시작하는 순간의 방위각을 뜻한다.²²⁾ 그러므로 현재 계산으로 도출되는 일출 방향과 창건 당시에 실측으로 확인되는 일출 방향은 일치하지 않고 미세하게 달라야 마땅하다. 그러므로 창건 당시에 실측으로 확인된 동지 일출 방향에 일치하도록, 석불사 석굴의 공간 대칭축이 설계되었다고 추론하는 것이 합리적이다. 되돌려 말하면, 석굴암의 공간 대칭축은 동지 일출 방향을 실증하는 당시의 기록이다.

석굴암 본존불은 수리공사에서 위치가 전혀 변하지 않았다는 점에서 석불사 석굴의 규명에 특별하다. 그러나 『석굴암 수리공사 보고서』에서 자의적으로 제시된 '대불상시준선'이라는 개념은 공간 대칭축이 갖는 의미를 약화시켰다.²³⁾ 대불상시준선은 건축 상식에 역행하는 또 다른 신화를 석굴암에 더했고, 급기야는 공간 대칭축이 아니라 대불상시준선을 의식해서 석불사

20) 고대 중국에서 통치 권력의 연원을 하늘이 내린 의지의 표현으로 인식해왔다. 그러므로 하늘에 대한 제사는 왕권의 대표적인 상징 체계였다, 그리하여 동지에 지내는 제천 의례는 국가의 대사(大祀) 가운데서도 가장 중요한 국가 제례였다. (김일권, 『동양 천문사상 인간의 역사』, 예문서원, 2007)

21) 동지 때, 석굴암에서 일출 방향을 찍은 사진에서, 해는 능선 위로 솟는다. 남천우, 『석불사』, 일조각, 1997, 1쪽의 사진을 참조.

22) 태양의 고도와 방위각 계산을 위해서는 한국천문연구원 천문우주지식정보의 웹페이지 <https://astro.kasi.re.kr/life/pageView/10>

23) 『석굴암 수리공사 보고서』의 <굴 내의 실측> 부분을 읽어 보면, 대불상시준선은 공간 대칭축을 무력화하고 실측 자료의 의미를 희석하려는 의도로 창출했다고 해석해도 큰 무리가 없다고 저자는 생각한다. 『석굴암 수리공사 보고서』의 62, 63, 68쪽

석굴이 조성되었다는 주장까지 등장했다.²⁴⁾

그러나 창건 후 1200여년이 지나서 임의로 설정한 ‘대불상시준선’을 기준으로 석불사 석굴은 결코 설계되었을 수 없다. 석불사 석굴은 공간 대칭축을 기준으로 설계되었을 것이다. 본존불의 특정 신체 부위에 숨겨진 방위에 맞추어 석불사 석굴이 설계되지 않았다. 그와는 정반대로, 본존불이 석굴 공간이라는 특정 장소에 놓인 불상으로 조각되었다고 보아야 한다. 석굴 건축과 본존불 조각은 ‘건축환경 설계’의 ‘자연적 질서 위계’에 순응해 이루어졌다.²⁵⁾ 즉, 석불사 석굴의 건축 설계가 구체화 되고 나서야 비로소, 그 안에 배치되는 본존불 조각이 구체화 될 수 있었을 것이다.

석불사 석굴에서 ‘불두와 광배 사이의 시각적 정렬’은 독창적 디자인 과제였고, 석굴암을 세계적 걸작으로 평가받게 하는 핵심적 가치들 중에 하나이다. 그러나 당시 기술로는 거대한 석상을 3차원 공간의 직선에 정교하게 맞추어 위치시킬 수가 없었을 뿐만 아니라, ‘불두와 광배 사이의 시각적 정렬’을 한 특정 지점에서 이상적으로 유지하려 했다는 표지의 흔적도 없다.

그러므로 시각적 정렬은 ‘대불상시준선’과 같은 유일한 직선에 의지하지 않았을 것이다. 그보다는, 석굴 공간의 영역 전반에서 시각적 정렬을 적절히 유지하려 했다는 논리가 더 타당해 보인다. 석불사 석굴에서 ‘불두와 광배 사이의 시각적 정렬’은 한 지점이 아니라 전반적 공간 영역을 의식해서 설계되었을 것으로 추정하는데, 이에 대해서는 이후 별도의 논문을 통해 자세히 다룰 것이다.

2-3. 석굴암의 불상판석 모듈

석굴암에서 가장 중요한 모듈 부품은 불상조각을 부조로 표현한 불상판석이다. 불상판석은 폭이 4당척이고, 높이가 9당척의 모듈로 설계되었다. 불상판석의 아래에 놓이는 안상석의 높이는 3당척이고, 위에 놓이는 이맛돌의 높이가 1.5당척이므로, 불상판석은 전체 벽면에서 2/3를 차지한다. 29개의 불상판석은 석굴 안에서 가장 많은 수의 조각 모듈이고, 건축 공간을 강력히 지배한다. 이것들 중에서, 주실 안에 15개의 곡면 판석이 있고, 통로와 전실에 14개의 평면 판석이 있다.

29개 불상판석의 평균 폭은 116cm(≒3.91당척)이다.

이들 중에서 가장 넓은 불상판석의 폭은 123.2cm(≒4.15당척: 제4상 십대제자)이고 가장 좁은 불상판석의 폭은 104.9cm (≒3.53당척: 제1상 팔부신중)로, 그 차이가 18.3cm(≒0.62당척)나 된다. 그러므로 석불사 석굴을 설계했던 당시에 불상판석의 기준 폭을 4당척으로 계획했다고 주장하려면, 평균 폭인 3.91당척과 기준 폭인 4당척이 통계적으로 유의미한 차이가 없다는 귀무가설을 기각할 수 없어야 하는데, 이를 통계적으로 뒷받침하기가 어렵다.

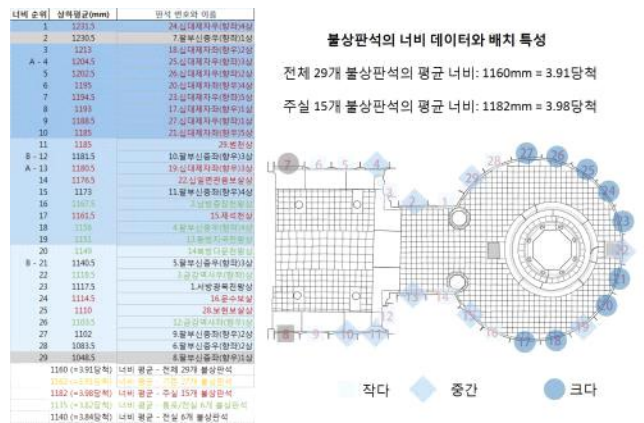


그림 7. 불상판석 너비 데이터와 배치 특성

그런데 통로와 전실 불상판석들은 평면이지만, 주실 불상판석들은 곡면이다. 주실의 15개 불상판석들은 상대적으로 넓고 유사한 폭을 가지고 있고, 그들의 평균 폭은 3.98당척이다. 그러므로 15개 주실 불상판석들에 한해서 그것들의 개별 폭이 4당척의 기준 폭과 통계적으로 유의미한 차이가 없음을 뒷받침할 수 있다. 불상판석의 실측 치수와 배치는 <그림 7>과 같다.

표 1. 주실 불상판석의 너비에 대한 실측 치수 통계

주실 15개 불상판석	판석상부 (mm)	판석상부 (당척)	판석하부 (mm)	판석하부 (당척)	평균 (mm)	평균 (당척)	차이 (당척)
15 제석전상	1160.00	3.91	1163.00	3.92	1161.50	3.91	0.09
16 문수보살	1120.00	3.77	1109.00	3.73	1114.50	3.75	0.25
17 십대제자좌(향우)1상	1185.00	3.99	1201.00	4.04	1193.00	4.02	(0.02)
18 십대제자좌(향우)2상	1226.00	4.13	1200.00	4.04	1213.00	4.08	(0.08)
19 십대제자좌(향우)3상	1175.00	3.96	1186.00	3.99	1180.50	3.97	0.03
20 십대제자좌(향우)4상	1195.00	4.02	1195.00	4.02	1195.00	4.02	(0.02)
21 십대제자좌(향우)5상	1184.00	3.99	1186.00	3.99	1185.00	3.99	0.01
22 십대제자좌(향우)6상	1172.00	3.95	1181.00	3.98	1176.50	3.96	0.04
23 십대제자우(향좌)5상	1198.00	4.03	1191.00	4.01	1194.50	4.02	(0.02)
24 십대제자우(향좌)4상	1248.00	4.20	1215.00	4.09	1231.50	4.15	(0.15)
25 십대제자우(향좌)3상	1197.00	4.03	1212.00	4.08	1204.50	4.06	(0.06)
26 십대제자우(향좌)2상	1201.00	4.04	1204.00	4.05	1202.50	4.05	(0.05)
27 십대제자우(향좌)1상	1181.00	3.98	1196.00	4.03	1188.50	4.00	0.00
28 보현보살상	1109.00	3.73	1111.00	3.74	1110.00	3.74	0.26
29 법전상	1186.00	3.99	1184.00	3.99	1185.00	3.99	0.01
4 - 평균							
평균	1182.47	3.98	1182.27	3.98	1182.37	3.98	0.02

주실 불상판석의 실측 폭은 호 길이가 아니라 현 길

24) 남동신, 「천궁(天宮)으로서의 석굴암(石窟庵)」, 미술사와 시각문화, 제13호, 2014, 98~101쪽

25) N. J. Habraken, *The Structure of the Ordinary*, MIT Press, 1998, "Chapter I : Form, the Physical Order", 13~121쪽

이를 뜻한다. 이들 15개 불상판석들의 평균 폭은 118.2cm(≒3.98당척)이다. 그런데 그들 중에서 가장 넓은 폭이 123.2cm(≒4.15당척)이고 가장 좁은 폭은 111cm(≒3.74당척)이다. 두 불상판석들의 폭 차이가 12.2cm(≒0.41당척)이다. 그러나 이 차이는 불상판석을 4당척 폭으로 설계하고 실제로 제작하는데 단순하게 발생하는 작업상의 무작위적 오차였다는 것을 통계적 논리로 뒷받침할 수 있다.

불상판석의 상부와 하부 길이를 기술 통계(descriptive statistics)적으로 파악해 보면, 정규성 검정에서 상부 길이는 데이터 산포도가 정규분포 형태를 띠고 있으나, 하부 길이는 정규분포 형태를 띠지 않는다.²⁶⁾ 따라서 상부 길이와 4당척(기준 폭) 사이에서 *t*-검정을 진행하고, 하부 길이와 4당척 사이에서는 비모수 독립 ‘맨 휘트니(Mann-Whitney)’ 검정을 진행했다.

상부 길이의 평균과 기준 폭(4당척) 사이에 *t*-검정 결과는 유의확률 $p=0.550$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 크므로, ‘두 집단 사이에 유의미한 차이가 없다’는 귀무가설(歸無假說, null hypothesis)을 기각할 수 없다.²⁷⁾ 하부 길이의 평균과 기준 폭 사이에 ‘맨 휘트니(Mann-Whitney)’ 검정 결과는 유의확률 $p=0.739$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 크므로, ‘두 집단 사이에 유의미한 차이가 없다’는 귀무가설을 기각할 수 없다.

하부 길이의 평균과 상부 길이의 평균 사이에 ‘맨 휘트니(Mann-Whitney)’ 검정 결과는 유의확률 $p=0.589$ 로 유의수준 $\alpha=0.05$ 보다 크므로, ‘두 집단 사이에 유의미한 차이가 없다’는 귀무가설을 기각할 수 없다.²⁸⁾ 상부와 하부 길이에서 나타나는 편차는 통계적

으로 허용하는 범위 내에서 발생하는 차이이다. 따라서 주실 불상판석은 95%의 신뢰 수준에서 4당척을 기준 폭으로 삼아 설계되었다는 것을 부정할 수 없다.

2-4. 기하학적 해석과 배치 그리드

석굴암의 평면과 단면 설계에 대한 기하학적 해석은 오랜 역사를 가진다. 그런데 석굴암 설계에 대한 기존의 기하학적 해석은 다음과 같은 세 가지 문제점을 가지고 있다.²⁹⁾ 먼저, 건축 설계에 대한 기하학적 해석의 목표가 설계 과정에서 시원적 형상을 찾고 규명하는 것이라고 오해한다는 점이다. 그러나 기하학적 해석이란 지어진 형태를 추상화하는 것이지, 거꾸로 건축 설계를 생성하는 기하학적 시원을 찾는 것이 아니다. 건축가는 건축 설계를 하려고 기하학을 이용하지, 기하학을 표현하려고 건축 설계를 이용하지 않는다. 평면 설계에서 이미 구상한 형태에 정확한 치수와 비례를 확보하려고 기하학을 활용하게 되는 것이지, 평면 형태가 기하학적 형상으로부터 도출되는 것이 아니다.

이런 오류는 창의적 건축 설계 과정에 대한 몰이해로부터 발생했다고 생각해 볼 수 있다. 계획 설계의 단계에서 ‘경계가 확정된 기하학적 도형’보다는 ‘경계가 불분명한 도식적 스케치’가 먼저 등장한다.³⁰⁾ 석불사 석굴의 설계에서도, 둥근 모양의 주실과 네모꼴의 전실, 그리고 이 둘을 연결하는 진입 통로라는 개념의 구상 도식(構想圖式: design schema)이 먼저 등장하고, 그것을 구현하는 기하학을 도입해 보았을 것이다.

또 다른 문제점은, 고대 동아시아에는 엄정한 의미의 서양 기하학은 없었다는 것이다. 서양 건축에서 기하학은 역사적으로 중대한 의미가 있다. 고대와 중세 및 르네상스 건축가들은 기하학을 사용하면서 설계를 했고, 기하학의 도구들은 건축 직능의 상징이었다. 고대 서양과 달리, 동아시아에서는 기하학의 엄정함과 가치에 대한 인식이 적었고, 무리수 개념도 부족했다.

26) 정규성 검정^{a)}

검정	Kolmogorov-Smirnov ^{b)}			Shapiro-Wilk		
	통계	df	유의수준	통계	df	유의수준
널이: 상부상부	.162	15	.192	.927	15	.249
널이: 하부상부	.284	15	.002	.773	15	.002

a) 널이 = 정규분포와 널이(는) 일치합니다. 이 값은 설명되어 있습니다.
b) 널이 = 정규분포와 널이(는) 일치합니다. 이 값은 설명되어 있습니다.

27) 그림 통계

검정	F	통계	통계	통계
널이: 상부상부	15	1182.4867	34.98544	9.03320
널이: 하부상부	15	1188.0000	.00000	.00000

독립표본 검정

검정	Levene의 동질성 검정				Shapiro-Wilk의 정규성 검정				
	F	통계	df	통계	통계	df	통계	통계	
널이: 상부상부	13.597	.001	-613	.38	545	-5.93333	9.03320	-24.03701	12.97034
널이: 하부상부					550	-5.93333	9.03320	-24.90762	13.94296

28) 순위

검정	F(0)	통계	통계
널이: 상부상부	15	16.00	240.00
널이: 하부상부	15	16.00	225.00
총계	30		

비례 관계^{a)}

검정	통계
Mann-Whitney U	105.000
Wilcoxon W	225.000
Z	-.333
정규화된 순위수준(양측)	.739
정규화된 순위수준(1-tailed 순위수준)	.776 ^{b)}

a) 그룹은 연속-위치
b) 통계로 수정되지 않았습니다.

비례 관계^{a)}

검정	통계
Mann-Whitney U	99.500
Wilcoxon W	219.500
Z	-.540
정규화된 순위수준(양측)	.589
정규화된 순위수준(1-tailed 순위수준)	.595 ^{b)}

a) 그룹은 연속-위치
b) 통계로 수정되지 않았습니다.

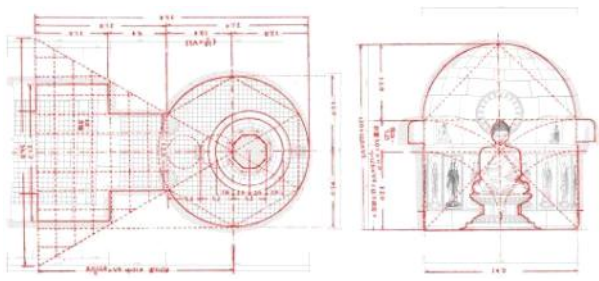


그림 8. 요네다 미요시의 기하학적 해석³¹⁾

29) 요네다 미요시(米田美代治)와 송민규, 강우방, 신영훈 등이 석굴암에 대한 기하학적 해석을 시도했다.

30) E. H. Gombrich, *Art and Illusion*, Princeton University Press, 1989, "Chapter V : Formula and Experience", 146~178쪽

마테오 리치는 1607년 중국에서 『幾何原本』을 출간해서, 동아시아에 유클리드 기하학을 최초로 소개했다. 그러므로 석불사 석굴의 건축 평면에서 컴퍼스를 사용한 작도로 정확한 위치를 찾았다는 주장은 설득력이 부족하다.³²⁾ 요네다 미요시는 기하학적 해석을 기반으로, 주실의 원 중심으로부터 입구까지 거리를 무리수 값($12 \times \sqrt{3/2} \approx 10.39230$)의 근사 값(10.4당척)을 취했다고 주장했다. 그러나 그의 주장은 당시 무리수에 대한 지식 수준을 고려할 때 설득력이 부족하다.

마지막으로, 실측 기법이 이례적이고 실측 치수가 부정확하다는 점이다. 주실의 팔각대좌에는 중앙에 팔각기둥이 있는데, 그것의 팔각 모서리 부분을 2당촌만큼 돌출되어 나오도록 제작했다. 요네다 미요시는 모서리를 잇는 가상 면에 주실 원의 중심이 일치한다고 주장했다. 그러나 주실 원의 중심은 팔각대좌의 ‘가상 면’이 아니라 ‘실제 면’에 접한다고 보는 것이 합리적이다. (<그림 9>를 참조) 위치 차이는 2당촌에 불과하지만, 그에 따른 해석 결과는 엄청나게 다르다.

요네다 미요시는 주실 중심으로부터 입구까지 거리를 10.4당척으로 가정했는데, 직경 24당척(≈7.13m) 크기의 주실 평면에서 미세한 1당촌(≈2.97cm) 단위를 기준으로 주요 지점들을 정했을 개연성은 낮다. 단면 분석에서 요네다 미요시는 감실 공간의 실측 높이가 17.25당척이라고 했으나, 그의 기하학적 해석에 따른 계산 값은 17당척(≈12×√2)이므로, 두 길이의 차이는 0.25당척(≈7.4cm)이다.³³⁾ 또한, 바닥으로부터 감실 끝까지의 공간 높이를 기준으로 단면 설계가 이루어졌다는 그의 설명은 매우 이례적이고, 설득력이 떨어진다.

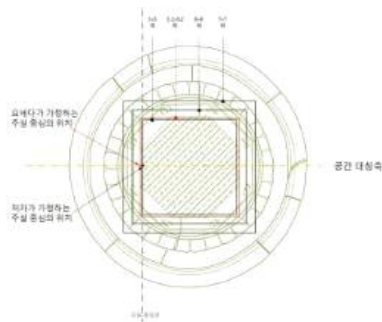


그림 9. 주실 대좌에서 주실 중심의 위치 분석

31) 석굴암의 평면과 단면에 대한, 요네다 미요시의 기하학적 분석을 <3D 스캔 평면도>에 걸쳐 표현했다. 米田美代治, 『朝鮮上代建築 研究』, 秋田屋, 1944, 8쪽

32) 동아시아 산술학과 기하학의 지식 여건과 컴퍼스를 사용한 현장 작도 상황을 고려해 보면, 석불사 석굴의 주실 입구를 정삼각형의 작도로 찾았다는 주장은 받아들이기 어렵다. (김용운·김용국, 『한국 수학사』, ㈜살림출판사, 2012, 107~123쪽과 597쪽 미주 62)

33) 동아시아에서는 √2의 근사값으로 1.4를 사용하는 오랜 전통이 있었다. 이 전통을 따른다면, 그 차이는 9.4cm로 더 벌어진다.

고대 동아시아의 건축 평면에서 기둥 위치는 직교 좌표에서 보통 완척(完尺)으로 정했다. 석불사 석굴의 공간 크기도 직교 좌표에서 완척의 폭과 깊이로 정해졌다. 주실 안상석 사이의 최대 폭은 24당척이고, 전실 안상석 사이의 폭은, 주실 최대 폭보다 좌우에서 1당척만큼 작은 22당척이다. 주실 공간에서 불상판석까지 깊이는 23당척이고, 전실·통로 공간에서 불상판석까지 깊이는 주실 깊이보다 2당척만큼 작은 21당척이다.³⁴⁾

주실과 전실·통로의 공간 설계에서, 완척의 크기로 주종 관계의 차별을 표현했다고 생각해 볼 수 있을 것이다. 주실에서 안상석 원의 반경과 통로에서 불상판석 사이의 거리는 12당척으로 동일하다.

‘기본 설계’에서는 불상판석의 1/4당척 뒤물림 배치가 구체화한다. 따라서 주실 평면에는 안상석과 불상판석의 두 개 동심원들이 생긴다. 안상석 원의 반경은 12당척이고, 불상판석 원의 반경은 12^{1/4}당척이다.

주실과 마찬가지로 전실·통로에서도 불상판석은 안상석으로부터 1/4당척 만큼 뒤물림해 배치했다. 통로 공간에서 불상판석 사이의 거리가 12당척이고, 안상석 사이의 거리는 11^{1/2}당척이다. 따라서 공간 대칭축으로부터 안상석까지 떨어진 거리는 5^{3/4}당척이다. 1/4과 5^{3/4} 및 12^{1/4} 당척의 ‘배치 거리’에서, 1/4당척의 단위 치수가 최소 인수(因數)이다. (<그림 14>를 참조)

‘통로 안상석’의 두 변곡점은 공간 대칭축으로부터 5^{3/4}당척만큼 떨어지면서, 주실 중심으로부터 12당척 떨어진 거리에 위치한다. 두 변곡점을 잇는 주실 입구의 가상선로부터 주실 중심까지 거리는 약 10.53(≈√(12²-5.75²))당척으로 계산되고, 10^{1/2}당척과 아주 근사하다. 1/4은 10^{1/2}의 인수이다. 당시 알려진 산술학적 지식과 기하학적 작도의 상황을 고려해 보았을 때, 두 변곡점은 컴퍼스 작도로 찾았다고 보았을 것보다 근사치로 계산해서 직교 좌표에서 점찍었을 것으로 생각한다.

석굴 평면의 직교 좌표에서 이상과 같은 배치 거리의 분석에 더해, 현재 석굴암의 주실에 놓인 안상석의 현 길이를 분석해 보면, 1/4당척(≈7.43cm)의 배치 그리드를 바탕으로 ‘기본 설계’의 평면이 만들어졌다는 것을 확인할 수 있다.³⁵⁾

3. 석불사 석굴에서 벽면 돌의 평면 배치

34) 안상석 레벨에서는 전실·통로 공간의 깊이는 21당척이고, 주실 공간의 깊이는 그것보다 1^{1/2}당척만큼 더 큰 22^{1/2}당척이다.

35) 본 논문에서 「3.1 주실 안상석의 배치 분석」의 내용을 참조.

조선총독부의 제1차 수리공사에서 두 종류의 도면이 생산되었다. 하나는 ‘석굴암 기초 보존공사’와 관련해서 축척 1/20로 작성된 세 장의 도면들이다. 이들은 1914년 10월에 기초공사를 실행하기에 앞서 조선총독부의 승인을 받기 위해 작성되었는데, <석굴암 보존공사 기초 평면도>와 <석굴암 보존공사 기초 단면도>, 그리고 <석굴암 재래기초 평면도>이다. 또 다른 종류의 도면은 <석굴암 보존공사 준공도>로서 모두 5장에 7개의 도면을 축척 1/20로 그렸다. 평면도와 천장 양시도, 3개 횡단면도와 2개의 종단면도를 표현했다.³⁶⁾ 1920~23년의 제3차 수리공사에서 생산된 도면들이 전하는데, 주로 청사진 형태이고, <석굴암 보존공사 준공도>를 수정해 재생산한 도면들로 보인다. 제1차 수리공사 이후로 주실과 통로는 변형되지 않았다.

1961~64년의 한국정부 수리공사에서 생산된 석굴암 도면들은 보고서 뒤쪽에 도판으로 첨부되어 있다. 평면도와 단면도 및 정면도의 기본 건축 도면들과 ‘천장 연화 양시도’ 등이 포함되어 있다. 2011년에 석굴암을 정밀하게 3D 스캔하여 건축 기본 도면들을 생산했다. <3D 스캔 도면>은 석굴암 돌들을 정밀하게 실측한 치수를 제공한다는 점에서 특별한 사실적 가치를 가진다. 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계를 추론하는데, 충분한 도면 자료들이 실재한다고 하겠다.

3-1. 주실 안상석의 배치 분석

석굴암의 안상석 높이는 89.1cm(≒3당척)이고, 두께는 44.6cm(≒1.5당척) 정도이다.³⁷⁾ 주실 안상석은 좌우에 대칭으로 각 4개가 연결되어 총 8개가 놓여 있다. 주실 안쪽을 향하는 안상석 입면은 곡면이다. 안상석 크기에는 두 가지 종류가 있는데, 하나는 전면 길이가 229.7cm(≒7³/₄당척)이고, 또 다른 종류는 전면 길이가 195.4cm(≒6.6당척)이다. (<그림 11>과 <표 2>를 참조) 여기서 ‘안상석 길이’란 주실을 향하는 안상석 전면이 평면에 나타나는 길이를 뜻하는데, 그것은 호(弧, arc)가 아니라, 그 호의 두 끝점들을 잇는 현(弦, chord)의 길이다. 동일한 중심각이 이루는 호와 현의 길이는 다르다.

7³/₄당척 길이의 안상석은 좌우 각각 3개씩 모두 6개로, 십일면관음 판석의 중앙 지점으로부터 시작해서 좌우로 이어지고, 7³/₄당척 길이의 안상석이 끝나는 지점에 6.6당척 길이의 안상석이 각각 1개씩 배치되어 있다. 6.6당척 길이의 안상석은 주실 입구에서 통로 방향으로 꺾이는 ‘통로 안상석’과 연결되어 있는데, 통로 안상석이 주실을 향하는 측면 길이는 37.7cm(≒1¹/₄당척)이다.

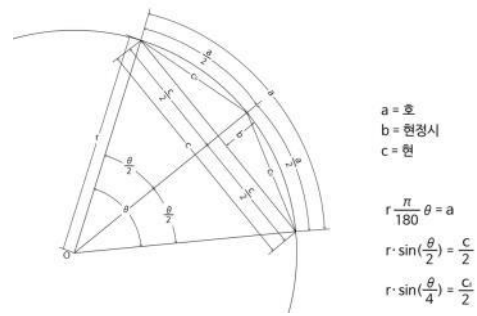


그림 10. 원에서 호와 현 및 현정시의 상관관계

주실 평면에 대한 논의를 심화하기 위해, 원의 기하학적 용어와 특성에 대한 간략한 검토가 필요하다. 원 호 상의 모든 점에서 곡률(曲率, curvature)은 동일하다. 원 곡률은 반지름의 역수이고, 직선 곡률은 0이다. 호 상의 두 점을 잇는 직선이 현이다. 호의 중심각을 이등분하는 직선과 이에 직교하는 현의 작도에서, 호와 현 사이의 선분이 ‘현정시(弦正矢, versin)’이다.

호 길이는 실측할 수 없지만, 현 길이와 현정시 깊이는 실측이 쉽게 가능하다. 창건 당시에 이미 알고 있던 원주율에 대한 산학(算學)의 지식을 고려하면, 호와 현 및 현정시 사이의 수치적 관계를 근사하게 계산할 수 있었다는 추론이 가능하다.³⁸⁾

여기서 주목해야 하는 것은 석불사 석굴에서 현 길이와 현정시 깊이의 중요성이다. 현과 현정시는 원의 곡률을 점검할 수 있는 간편한 도구이다. 장인들이 다양한 크기의 화강석 곡면들을 정밀하게 가공하는데, 현과 현정시를 점검 기준으로 사용했을 개연성이 높다. 숙련도가 다른 석공들이 협동 작업으로 석불사 석굴을 건설했다. 그러므로 이런 석공들과 무리 없이 소통하고 작업 결과를 간편하게 점검하는 핵심 개념으로

36) 이 도면들은 현재 모두 국립중앙박물관 사이트에 공개되어 있다. <https://www.museum.go.kr/modern-history/main.do> 를 참조.

37) 현재 안상석 두께는 <석굴암 보존공사 준공도>의 종·횡 단면도에서 확인이 가능하다. 그러나 모든 안상석의 두께가 균일하게 1.5당척이라는 의미는 아니다. 특히 안상석의 뒷면은 앞면과 달리 특정하게 유지할 필요가 없다. 불상판석 두께가 균일하지 않은 것처럼, 안상석 두께도 일정치 않았을 것이다. 그러나 안상석 두께는 그 위에 놓이는 불상판석 두께보다는 더 컸다고 추론해 볼 수 있다. 통로 남측에 있는 교체된 ‘통로 안상석’의 두께는 약 2.5당척이다.

38) 중국의 조충지(祖冲之: 429~500)는 수학자로서 『구장산술(九章算術)』의 주(註)인 『절술(綴術)』 10편을 저술했고, 원지름이 113일 때 원주를 355로 잡는 정밀한 밀률(密率≒3.141592)의 원주율 계산을 설명했다. 통일신라에도 이런 산학 지식이 알려졌다고 추론해 볼 수 있다. 김용운·김용국, 앞의 책, 「제4장 통일신라시대의 수학과 천문학」 및 590쪽의 각주 3)을 참조.

서, 현 길이와 현정시 깊이를 사용했을 것이다.

<3D 스캔 평면도>에서 실측한 결과를 분석해 보면, 안상석 길이의 평균 치수는 229.7cm(=7.734당척), 195.4cm(=6.58당척), 37.7(=1.256당척)이고, 현정시 깊이의 평균 치수는 19.3cm(=6.50당촌), 14.2cm(=4.76당촌), 3.8cm(=1.26당촌)이다. 그리고 안상석 사이의 평균 간격은 0.2cm(=0.09당촌) 정도이다.

그러나 석불사 석굴의 주실 설계에서 반경 12당척의 안상석 원을, 7³/₄당척(=230.2cm)와 6.6당척(=193.1cm) 및 1¹/₄당척(=37.1cm)의 세 현 길이로 분할해 설계했을 것이다. 이 분할된 안상석의 현정시 깊이는 6.43당촌(=19.1cm)와 4.62당촌(=13.7cm) 및 0.16당촌(=0.48cm)으로 계산되지만, 6¹/₂당촌(=19.3cm)과 4³/₄당촌(=14.1cm) 및 1¹/₄당촌(=0.75cm)으로 설계되었을 것이다. 설계된 안상석을 반경 12당척의 원을 따라 배치해 보면, 안상석 사이의 평균 간격은 0.50cm(=0.17당촌) 정도로 실측된다.

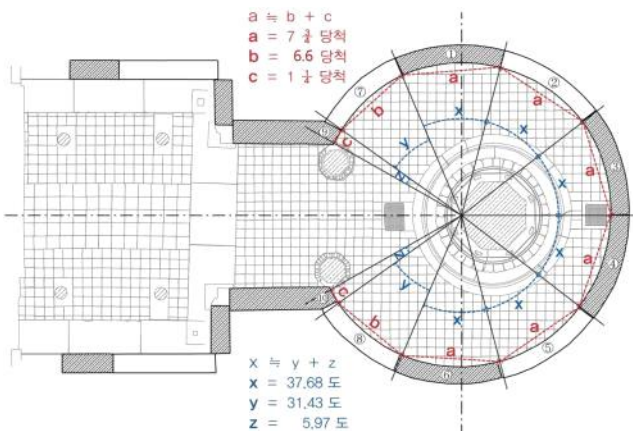


그림 11. 주실 안상석의 분할과 배치 분석

표 2. 안상석의 현과 현정시 및 사이 간격의 실측 치수

석굴암 주실에서 안상석의 현과 현정시 및 사이 간격						
	현 길이 (cm)	현 길이 (당척)	현정시 깊이 (cm)	현정시 깊이 (당척)	안상석 사이 간격 (cm)	안상석 사이 간격 (당촌)
①	229.11	7.71	19.48	0.66	0.30	0.10
②	228.47	7.69	19.64	0.66	0.13	0.04
③	231.33	7.79	19.12	0.64	0.17	0.06
④	230.24	7.75	18.34	0.62	0.30	0.10
⑤	230.46	7.76	20.19	0.68	0.26	0.09
⑥	228.98	7.71	19.00	0.64	0.05	0.02
평균	229.8	7.74	19.30	0.65	0.20	0.07
⑦	196.15	6.60	14.72	0.50	0.27	0.09
⑧	194.70	6.56	13.63	0.46	0.26	0.09
평균	195.4	6.58	14.18	0.48	0.27	0.09
⑨	37.85	1.27	0.54	0.02	0.10	0.03
⑩	37.63	1.27	0.79	0.03	0.24	0.08
평균	37.74	1.27	0.67	0.02	0.17	0.06

7³/₄당척 길이의 주실 안상석에는 두 개의 안상(眼

象)들이 연이어 새겨져 있다. 측면 길이 1¹/₄당척의 ‘통로 안상석’과 이에 연결된 6.6당척의 안상석이 맞대어 만들어진 전체 곡면에도 두 개의 안상(眼象)들이 연이어 새겨져 있다. 7³/₄당척의 현에 대응하는 호 길이는 7.89당척이다. 6.6당척 현의 호 길이는 6.69당척이고, 1¹/₄당척 현의 호 길이는 1.25당척이므로, 두 호 길이의 합은 7.94당척이다. 연결되는 두 안상석의 전체 호 길이는 7³/₄당척 안상석의 호 길이와 거의 같다.³⁹⁾

안상석 전면의 전체 띠에는 모두 16개의 동일한 안상 조각이 규칙적으로 배열되어 있다. 따라서 안상석 원을 7³/₄당척의 현 길이로 먼저 8등분 해 보았을 것으로 생각된다. 안상석 위에는 16개 불상판석의 간격이 실재한다. 그러나 실제로는 15개의 불상판석들이 그 아래의 안상 장식과 서로 엇갈려 배열되어 있다.

안상 조각의 규칙적 배열이 구상된 이후에, 변곡 부분의 접합을 해결하는 과정에서, 안상석 길이 7³/₄당척은 1¹/₄당척과 6.6당척으로 나누어졌을 것이다. 여기서 상식적으로 1당척이나 2당척의 완척이 아니라, 왜 1¹/₄당척으로 분할했는가에 대한 합리적 의문을 우리는 가질 수 있다. 이에 대해 저자는 1¹/₄당척 길이의 안상석에서 ‘곡면 가공의 최소 한계’로 1¹/₄당촌의 현정시 깊이를 유지하려 했다고 주장한다.⁴⁰⁾

벽석에 곡면을 생성하기 위해 필요한 최소 현정시 깊이 1¹/₄당촌과 이에 대응하는 현 길이 1¹/₄당척 사이의 상호 관계는 주실 상부에 있는 감실의 기둥 폭에서 재차 확인된다. 따라서 7³/₄당척과 1¹/₄당척은 주체적으로 결정된 ‘독립변수’의 치수이고, 6.6당척은 두 치수에서 파생된 ‘종속변수’의 치수라는 것을 확인할 수 있다.

주실 안상석에서 사용한 7³/₄, 1¹/₄당척의 중요한 치수들은 1¹/₄당척을 인수로 한다. 정합 분할의 최소 인수는 1¹/₄당척이고, 곡면 가공의 한계 치수는 1¹/₄당촌이다. 따라서 당척의 사분위인, 1¹/₄당척(=7.43cm)을 평면 설계의 단위 기준으로 사용했을 것이라고 자연스럽게 추론해 볼 수 있으며, 또한 ‘1¹/₄당척의 배치 그리드’를 상정해 볼 수 있다. 통로 안상석의 변곡점과 같은 주요 지점들은 1¹/₄당척 그리드의 격자점에 놓였을 것이다.

39) 엄밀히 말하면, 두 호 길이의 합은 7.94(=6.69+1.25)당척이므로 7.89당척과 차이는 0.05당척(=1.49cm)이고, 두 현 길이의 합은 7.85(=6.6+1.25)당척이므로 7.75당척과 차이는 0.1당척(=2.97cm)이다.

40) 본래 석재인 북측 통로 안상석의 현정시 깊이는 0.79cm(=0.27당촌)이고, 교체 석재인 남측 통로 안상석의 현정시 깊이는 0.55cm(=0.19당촌)이다. 계산으로 도출된 현정시 깊이는 0.16당촌(=0.48cm)이다. 화강암의 재질은 매우 거칠다. 1¹/₄당척(=37.1cm) 길이의 화강암 곡면에 1¹/₄당촌(=0.74cm)의 현정시 깊이를 유지해 가공하려면 높은 정밀도의 석공 기술이 필요했을 것이다.

3-2. 주실 불상판석의 배치 분석

석굴암에서 불상판석은 가장 중요한 조각 모듈이다. 주실 불상판석은 폭이 4당척이고 높이가 9당척인데, 두께는 균일치 않다.⁴¹⁾ 현재 석굴암 주실에서 불상판석 폭의 평균 치수는 118.45cm(≒3.99당척)이고, 평균 현정시 깊이는 4.14cm(≒1.4당촌)이다. 주실 입구의 사천왕상 불상판석이 주실에 면하는 측면의 평균 길이는 57.1cm(≒1.92당척)이고, 이 측면의 평균 현정시 깊이는 0.96cm(≒0.3당촌)이다. 불상판석의 평균 사이 간격은 0.66cm(≒0.2당촌) 정도이다.

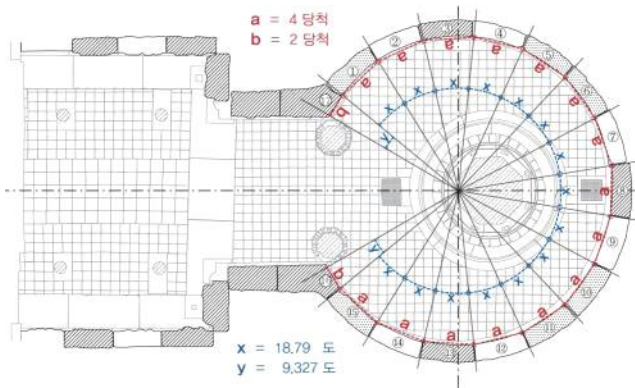


그림 12. 주실 불상판석의 분할과 배치 분석

표 3. 불상판석의 현과 현정시 및 사이 간격의 실측 치수

석굴암 주실에서 판석의 현과 현정시 및 사이 간격						
	현 길이 (cm)	현 길이 (당척)	현정시 깊이 (cm)	현정시 깊이 (당척)	판석 사이 간격 (cm)	판석 사이 간격 (당촌)
①	117.31	3.95	3.52	0.12	0.69	0.23
②	116.79	3.93	4.84	0.16	0.33	0.11
③	117.87	3.97	4.68	0.16	1.11	0.37
④	118.64	3.99	4.98	0.17	0.41	0.14
⑤	119.53	4.02	3.93	0.13	0.41	0.14
⑥	120.27	4.05	5.29	0.18	0.15	0.05
⑦	118.27	3.98	4.24	0.14	0.22	0.07
⑧	117.40	3.95	3.80	0.13	0.53	0.18
⑨	118.79	4.00	3.84	0.13	0.17	0.06
⑩	119.44	4.02	4.83	0.16	0.34	0.11
⑪	118.28	3.98	4.40	0.15	0.23	0.08
⑫	119.90	4.04	4.15	0.14	0.30	0.10
⑬	119.47	4.02	4.86	0.16	0.55	0.19
⑭	117.09	3.94	2.86	0.10	1.12	0.38
⑮	117.69	3.96	1.89	0.06	3.36	1.13
평균	118.45	3.99	4.14	0.14	0.66	0.22
16측면	55.58	1.87	1.24	0.04		
17측면	58.55	1.97	0.68	0.02		
평균	57.07	1.92	0.96	0.03		

주실 불상판석은 안상석의 위 끝으로부터 1/4당척만 큼 뒤물림해 서있고, 불상판석 원의 반경은 12¹/₄당척

41) 불상판석의 두께는 <석굴암 보존공사 준공도-평면도>에 구체적으로 나타나 있다. <석굴암 보존공사 준공도-중단면도>를 참조하면, 약 45cm 두께의 안상석 위에 약 39cm(≒1.3당척) 두께의 불상판석이 올려져 있다.

으로 설계되었을 것이다.⁴²⁾ 주실 불상판석의 현정시는 1.6당촌(≒4.9cm)로 계산되지만 1¹/₂당촌(≒4.5cm)로 설계되었을 것이다. 주실 입구의 ‘사천왕상’의 측면 길이는 2당척으로 설계되었을 것이고, 이 측면의 현정시 깊이는 0.4당촌(≒1.2cm)으로 계산되지만 1/2당촌(≒1.5cm)으로 설계되었을 것이다. 12¹/₄당척 반경의 원을 따라 4당척 불상판석을 배치해 보면, 불상판석 사이의 평균 간격은 0.45cm(≒0.15당촌) 정도로 실측된다.

3-3. 주실 이맛돌과 감실의 배치 분석

석굴암 주실에는 10개 감실(龕室, niche)들이 띠를 이루는 공간 영역이 있다. 이 공간 띠는 아래 벽과 위 천장을 의도적으로 분리하는 디자인 요소이다. 즉, 감실의 공간 띠는 천장 면과 벽 면을 시각적으로 나눈다. 5개 감실들은 광배 좌우에 대칭으로 연속해서 배치되어 있다. 감실 높이는 4.5당척이고, 감실 바닥은 이맛돌의 윗면이다. 현재 감실의 내부 폭은 121.4cm(≒4.1당척)이다.⁴³⁾

한 개의 감실은 상부의 한 개 ‘덧개돌’과 하부의 두 개 ‘벽면돌’들이 서로 엇물리면서 구성되는데, 하부의 한 개 벽면돌은 상부의 두 덧개돌들의 반절을 지지하는 독특한 구조이다. 감실 덧개돌의 전면에는 아치 모양의 양각이 있는데, 그 양각은 감실 벽의 기둥 전면을 따라 내려오지 않는다.

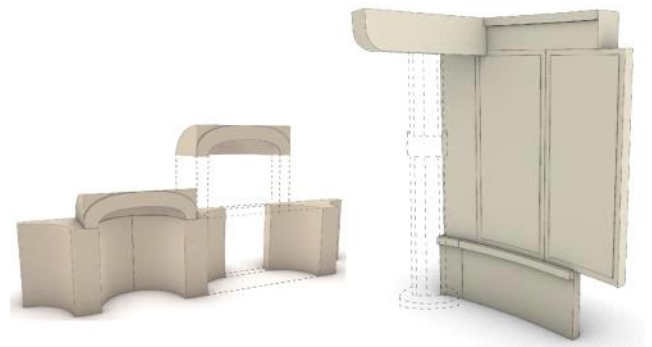


그림 13. 감실 구성 및 첨차석과 불상판석의 모서리 맞댐

기둥 전면의 폭은 37.2cm(≒1¹/₄당척)이고, 덧개돌의

42) 불상판석이 안상석으로부터 후퇴한 거리를 <3D 스캔 도면- 횡단면도>에서 실측해 보면, 남측에서 8.1cm(≒2.73당촌), 북측에서 7.6cm(≒2.56당촌)이다. 남천우는 불상판석 원의 반경을 12.3당척이라고 언급했다. 남천우, 앞의 책, 94쪽.

43) 3D 스캔으로 도출한 <감실 개별 입면도>에는 불좌상이 놓인 8개 감실의 입면만이 있고, 2개 빈 감실의 입면이 없다. 현 치수는 8개 감실의 통계 값이다. 현재 감실의 벽면 돌들은 제1차 수리공사에서 모두 새로 교체되었다. 『석굴암 수리공사 보고서』의 72쪽.

폭은 158.6cm(≒5.34당척)이다.⁴⁴⁾ 감실 설계에서 1¹/₄당척의 기둥 폭은 '통로 안상석'의 측면 폭과 같고, 기둥 전면의 현정시 깊이도 1/4당촌으로 동일했을 것이다.⁴⁵⁾ 덮개돌의 폭은 5¹/₄당척(≒155.9cm)이었을 것이고, 그것의 현정시 깊이는 2³/₄당촌(≒8.2cm)이었을 것이다.

주실에서 이맛돌 원의 반경은 불상판석 원의 반경과 마찬가지로 12¹/₄당척이었다. 주실 이맛돌은 좌우 대칭으로 모두 8개가 배치되어 있는데, 이맛돌의 분할 지점들은 안상석의 분할 지점들과 동일한 위치에서 동일한 중심각을 이룬다. 주실 서쪽 끝으로부터 시작해서 좌우 대칭으로 연결되는 6개 이맛돌의 길이는 동일하게 8당척이고, 주실 입구의 좌우에 배치되는 마지막 이맛돌의 길이는 5당척이다.⁴⁶⁾ 안상석 길이에서와 마찬가지로, 이맛돌 길이는 호가 아니라 현을 뜻한다. 8당척 이맛돌의 현정시 깊이는 6³/₄당촌이며, 5당척 이맛돌의 현정시 깊이는 2¹/₂당촌이었을 것이다.

5당척의 이맛돌은 한쪽에서는 8당척의 이맛돌과 연결되고, 다른 한쪽에서는 팔각기둥의 첨차석과 철제 은장(隱藏)으로 결구된다.⁴⁷⁾ 팔각기둥 첨차석과 이맛돌

이 연결되는 접합 부분에 주목할 필요가 있다. 이맛돌 높이는 1¹/₂당척인데, 첨차석 높이는 1³/₄당척이다. 첨차석과 이맛돌의 윗면은 동일한 높이의 감실 바닥면을 형성하므로, 첨차석은 이맛돌 아래의 불상판석과 1/4당척만큼 겹치며 접한다. 즉, 주실 입구의 좌우에 배치된 두 천부상 판석의 위쪽 모서리에서는 1/4당척의 높이 부분이 첨차석 아래 부분과 맞닿게 된다.

따라서 주실 입구의 두 천부상과 통로의 북방다문천 판석 및 서방광목천 판석은 앞으로 넘어지지 않도록 견고한 짜임새를 갖추었다고 하겠다. 여기서 1/4당척의 치수는 불상판석의 테두리 폭이고, 평면의 배치 그리드를 방증하는 한 증거라고 생각한다. (<그림 13>을 참조)

석굴암의 건축 구조를 생각해 보면 <석굴암 감실 평면도>는 건축 설계와 시공에 필요한 기본 도면이다. 그러나 일제강점기 제1차 수리공사에서는 감실 평면도를 생산하지 않았고, 감실 레벨에서의 <석굴암 보존공사 준공도-천장 양시도(穹窿内部屋根圖)>만을 그렸다. 아마도 제조립의 시공 과정에서 석굴암 감실 평면도는 필수적이라고 여기지 않았기 때문이었을 것이다.⁴⁸⁾

3-4. 통로·전실에서 안상석·불상판석의 배치 분석

통로·전실의 안상석과 불상판석 및 이맛돌은 주실 돌들과는 다르게 전면이 곡면이 아니라 평면이다. 또한, 주실과 달리 통로·전실에서는 안상(眼象) 장식과 불상판석은 일대일로 정연하게 맞추어 배열되어 있다.

통로 벽면에는 3당척 높이의 안상석이 놓이고, 그 위에 9당척 높이의 불상판석이 올라서고, 그리고 그 위에 1.5당척 높이의 이맛돌이 놓인다. 통로 이맛돌은 한 개의 돌이고, 안상석 위에는 두 개의 불상판석들이 올라서 있다. 그러나 전실 벽면은 3당척 높이의 안상석과 그 위에 8³/₄당척 높이의 불상판석만으로 구성된다. 전실 공간에는 이맛돌이 없고, 불상판석 위에 첨차석과 처마를 얹어 지붕 끝을 표현했다.

현재 석굴암에서 통로 평면은 정확한 사각형이 아니라 사다리꼴이다. <3D 스캔 평면도>의 통로에서 주실 쪽 안상석 사이의 거리는 337.9cm(≒11.38당척)인데, 전실 쪽 불상판석 사이의 거리는 341.5cm(≒11.50당척)

ashlar masonry)를 기본 전제로 한다. 현재 석굴암의 돌 사이 틈은 주실 쪽에서 미세하게 보이고, 안쪽에서는 더 좁아진다. <3D 스캔 평면도>에서 안상석 사이의 틈은 안쪽으로 1.5 cm 들어가 측정했는데, 평균 약 0.2cm 정도이다.

48) <석굴암 보존공사 준공도>의 각 도면 제목은 <평면도(平面圖)>, <공룡내부옥근도(穹窿内部屋根圖)>, <정면도(正面圖)>, <정면내부(正面内部)>, <내부후면도(内部後面圖)>, <우측도-종단(右側圖-縱斷)>, <좌측도-종단(左側圖-縱斷)>이다.

44) <석굴암 보존공사 준공도-천장 양시도>와 <감실 개별 입면도> 및 <上段 佛像位置 平面及表側 肘石伏圖(日政設計 其二)>을 비교 종합해서 치수를 도출했다.

45) 반경이 12당척인 원에서 현 길이 1¹/₄당척(≒37.1cm)에 해당하는 현정시는 0.16당촌(≒0.48cm)으로 계산되고, 반경이 12¹/₄당척인 원에서 현 길이 1¹/₄당척에 해당하는 현정시는 0.158당촌(≒0.47cm)으로 계산된다. 두 현정시가 거의 동일하다. 감실 기둥 폭은 통로 안상석의 측면 폭과 1¹/₄당척으로 같으므로, 이맛돌의 현정시 깊이는 안상석의 현정시 깊이와 같은 1/4당촌으로 설정했을 것이다.

46) 현재 이맛돌의 현 길이를 정밀하게 실측한 도면 자료가 없다. 그러므로 반경 12당척의 원에서 해당하는 중심각이 반경 12¹/₄당척의 원에서 이루는 현 길이를 계산으로 구했다. 7³/₄당척의 안상석 길이에 해당하는 이맛돌 길이가 약 8당척(≒7.944)이다. 현재 석굴암에서 불상판석 전면은 이맛돌 전면의 아래 부분에서 동일한 면으로 일치한다. 이맛돌 전면의 위 부분이 앞으로 약간 돌출되어 있으나, 미미한 돌출이다.

47) 주실 안상석과 이맛돌의 배치에서 좌우에 인접한 두 돌 사이 은장(隱藏)을 사용해 연결했다. 석굴암에 사용된 은장은 수평 방향의 연결 꺾쇠로 반원두원형(半圓頭形)이다. 불국사 석가탑에서 상층과 하층의 기단 갑석에도 동일한 반원두형 은장이 사용되었다. 제1차 수리공사의 기록에 따르면, 석굴암에 사용된 철제 은장에는 두 가지 종류가 있는데, 안상석의 은장은 이맛돌의 은장보다 짧다. 김홍남, 『통일신라 전기 석조건축의 은장 연구』, 『미술사학연구』, 2019, 9, 5~37쪽. 조선총독부 박물관 문서의 Web-Page, 다이쇼(大正) 3년 하반기, 석굴암 보존공사 관련 문서에서 3번째 도면과, 5번째 도면을 참조 <https://www.museum.go.kr/modern-history/main.do> 석굴암에서는 수직 방향의 은장은 전혀 사용되지 않았고, 불상판석 사이에는 수평 방향의 은장도 사용되지 않았다. 9당척의 불상판석 높이는 3당척의 안상석 높이와 1.5당척의 이맛돌 높이에 비해 훨씬 높다. 따라서 주실 불상판석을 세워 제자리에 배치해 맞대면서 은장 시공을 하기는 상대적으로 훨씬 어려운 작업이었을 것이다. 또한, 안상석과 이맛돌은 기단과 같은 역할을 한다는 의미에서 은장 결속이 더 필요했다고 생각해 볼 수도 있다.

은장의 사용은 정밀하게 가공한 돌의 축조(다듬돌 바른층 쌓기:

이다.⁴⁹⁾ 그러나 $\frac{1}{4}$ 당척의 배치 그리드를 따르는 석불사 석굴의 통로 평면은 정확한 사각형이었을 것이다. 통로 공간에서 안상석 사이의 거리는 $11\frac{1}{2}$ 당척(=341.6cm)이었을 것이고, 불상판석 사이의 거리는 12당척이었을 것이다.

현재 석굴암 통로의 북측과 남측에 놓여 있는 안상석은 두 개의 돌로 구성되는데, 하나는 통로 입구 쪽에 위치한 31.7cm(=1.07당척) 길이의 ‘연결 안상석’이고, 다른 하나는 주실 입구 쪽에 위치한 202.2cm(=6.81당척) 길이의 ‘통로 안상석’이다.⁵⁰⁾

북측 ‘통로 안상석’의 길이는 6.8당척이고 두께는 2.5당척인데, ‘연결 안상석’의 길이는 1.1당척이고 두께는 약 1.2당척이다. 작은 크기의 연결 안상석을 다루기가 상대적으로 훨씬 용이하다. 연결 안상석을 사용해서, 통로 전체의 안상석 길이를 조정했을 것으로 보인다.

통로의 두 연결 안상석들은 제1차 수리공사에서 새로 조성한 돌들이다. 석불사 석굴의 설계에서도, ‘연결 안상석’ 길이를 활용해서, 통로의 안상석 전체 길이를 북측과 남측에서 동일하게 8당척으로 정했을 것이다.

현재 석굴암 통로에서 남측 안상석의 전체 길이는 235.7cm(=7.94당척)이고, 그 위 두 사천왕(서방광목/남방증장) 판석의 전체 폭은 230.7cm(=7.77당척)이다. 북측 안상석의 전체 길이는 233.9cm(=7.88당척)이고, 그 위 두 사천왕(북방다문/동방지국) 판석의 전체 폭은 231.6cm(=7.80당척)이다. 북측 안상석의 전체 길이가 상대적으로 더 짧은데 비해, 그 위 불상판석의 전체 길이가 상대적으로 더 긴 현재의 상태는 모순이다.

현재 석굴암에서 서방광목천 불상판석의 변곡점은 그 아래 안상석 변곡점으로부터 공간 대칭축 방향으로 4.6cm(=1.6당촌) 만큼 떨어져 있고, 북방다문천 불상판석의 변곡점은 그 아래 안상석의 변곡점으로부터 공간 대칭축 방향으로 2.4cm(=0.8당촌) 만큼 떨어져 있다. 그러나 $\frac{1}{4}$ 당척의 배치 그리드에 따르는 석불사 석굴에서는, 통로의 안상석 전체 길이는 8당척이었고, 불

상판석과 안상석의 변곡점들 사이 거리는 공간 대칭축 방향으로 동일하게 $\frac{1}{4}$ 당척(=7.4cm)이었을 것이다.⁵¹⁾

석불사 석굴의 평면 설계에서 ‘ $\frac{1}{4}$ 당척 그리드’는 안상석과 불상판석 및 이맛돌의 벽석 배치를 지배하는 설계 원리였을 것이다. 따라서 안상석과 불상판석의 변곡점은 모두 $\frac{1}{4}$ 당척 그리드의 격자점에 위치했을 것이다. (<그림 14, 16, 18>을 참조)

한국정부의 수리공사에서 전실 평면은 크게 변형되었다. 현재 석굴암의 전실에서 마지막 불상판석의 배치는 펼쳐 있으나, 석불사 석굴의 전실에서는 접혀 있었다. 그러나 전실 깊이가 변형된 것이지, 전실 폭은 동일하게 유지했다. 현재 석굴암의 전실에서 불상판석 사이의 전체 폭은 660cm(=22 $\frac{1}{4}$ 당척)이고, 안상석 사이의 전체 폭은 645.9cm(=21 $\frac{3}{4}$ 당척)이다. 불상판석은 안상석의 위 끝으로부터 $\frac{1}{4}$ 당척만큼 뒤물림해 서있다.

그러나 $\frac{1}{4}$ 당척 그리드의 정합적 배치에 따른다면, 현재 석굴암의 전실 폭은 미세하게 다른 치수였을 것이다. 21 $\frac{3}{4}$ 당척과 22 $\frac{1}{4}$ 당척의 전실 폭에서는 공간 대칭축으로부터 떨어진 거리가 10 $\frac{7}{8}$ 과 11 $\frac{1}{8}$ 당척이 되므로, $\frac{1}{4}$ 당척 그리드와 어긋난다. 그러므로 안상석 사이의 전실 폭은 완척(完尺)의 22당척이었고, 불상판석 사이의 전실 폭은 22 $\frac{1}{2}$ 당척이었을 것이다.⁵²⁾

현재 석굴암 통로의 입구 좌우에서 입면에 나타나는 남쪽 인왕역사의 판석 폭은 111.9cm(=3.77당척)이고, 북쪽 인왕역사의 판석 폭은 110.4cm(=3.72당척)이다. 그러나 실제 불상판석의 전체 폭은 남쪽이 4.0당척이고, 북쪽이 4.3당척이다. 그러므로 석불사 석굴에서 입면에서 나타나는 인왕역사 판석의 폭은 3 $\frac{3}{4}$ 당척이 아니고, 4당척으로 설계되었을 것이다.

현재 석굴암에서 인왕역사 판석과 팔부신중 판석이 직각으로 연결되는 접합 디테일은 맞댐 조인트(butt joint) 방식이 아니고, 리베이트 조인트(rebated joint) 방식이다. 리베이트 조인트 방식이 제1차 수리공사에서 석조공사의 짜임새를 높이려고 새로 도입한 디테일이었을 것으로 추측해 볼 수 있다.⁵³⁾

49) <석굴암 보존공사 준공도-평면도>에는 통로의 주실 쪽에서 안상석 사이의 거리는 11.05곡척(=11.27당척)이고, 전실 쪽에서 거리는 11.15곡척(=11.38당척)이다. 또한 주실 서쪽 끝으로부터 주실 입구까지 거리는 21.72곡척(=22.159당척)으로 표현되어 있다.

50) <석굴암 재래기초 평면도>에는 ‘연결 안상석’이 제자리에 표현되어 있지 않다. 제1차 수리공사 이전에 촬영한 통로 사진에서 안상석이 어떤 상태였는지 정확히 파악하기 어렵다. 제1차 수리공사의 기록을 참조하면, 8.3곡척(=8.5당척) 길이의 안상석 한 개를 교체했다는 기록이 있다. 돌 크기를 감안해 보았을 때, 남측 통로 안상석으로 확인된다. 일제강점기 국립중앙박물관 소장 조선총독부 박물관 문서 <석굴암 보존공사 보족 석계 조서> A112-009-120-001 쪽. <https://www.museum.go.kr/modern-history/doc.do?pseq=5336&page=12>

51) 안상석 변곡점과 불상판석 변곡점의 남측 간격은 2.2(=8-7.78)당촌이고, 북측 간격은 2.0(=8-7.80)당촌이 된다.

52) 불상판석 사이의 전실 폭(22 $\frac{1}{2}$ 당척)은 통로 폭(11 $\frac{1}{2}$ 당척)과 두 물림된 기둥 폭(3당척=2×1.5당척) 및 두 인왕역사 판석의 폭(8당척=2×4당척)을 더해서 도출되었다.

53) ‘butt joint’와 ‘rebated joint’라는 용어는 일반적으로 돌의 수평 접합에 쓰인다. 그러나 여기서는 직각 코너의 안쪽 접합에 그 용어들을 도입해 사용했다. 통일신라시대에 지어진 감은사지 석탑의 1층 탑신에서 모퉁이 기둥석과 사이 면석의 접합에 ‘턱맞춤’ 디테일을 사용했다. 그러나 모퉁이 안쪽의 구석에서 발생하는 접합 디테일의

현재 석굴암의 전실 벽면에 네 개의 팔부신중 판석들이 연속해 배치되어 있지만, 석불사 석굴의 전실 벽면에는 세 개의 팔부신중 판석들이 배치되어 있었고, 마지막 판석은 접혀 있었다. 북측 전실을 실측해 보면, 세 개 불상판석들의 전체 폭은 352.8cm(≒11.88당척)이고, 이것은 개별 판석의 폭을 더한 합과 거의 같다. 즉, 불상판석 사이의 간격이 거의 없다.

남측 전실에서도 세 개 불상판석들 사이의 간격이 거의 없고, 그것들의 전체 폭은 340.5cm(≒11.47당척)로 실측된다. 남측과 북측 불상판석의 전체 폭 차이는 12.3cm(≒4.1당촌)이다. 그러나 1/4당척의 배치 그리드를 따르는 석불사 석굴에서, 전실 남측과 북측의 벽면 전체 폭은 동일하게 12당척이었을 것이다.

주실과 통로의 불상판석들과 달리, 팔부신중 판석은 주위에 양각한 테두리가 없다. 그래서 연속된 팔부신중들은 독립적 개체라기보다는 군집으로 읽힌다.

전실에서 공간 대칭축의 방향으로 서로 다른 길이의 두 안상석들이 연속해서 놓여 있다. 통로 입구 쪽의 ‘긴 안상석’에 두 개의 안상이 새겨져 있고, 전실 입구 쪽의 ‘짧은 안상석’에는 한 개의 안상이 새겨져 있다.

현재 석굴암 전실에서 북측 안상석의 전체 입면 폭은 350.3cm(≒11.79당척)이고, 남측 안상석의 전체 입면 폭은 332.3cm(≒11.19당척)로 실측된다. 두 입면 폭의 차이는 18cm(≒6.1당촌)이다. 그러나 1/4당척의 배치 그리드를 따르는 석불사 석굴에서, 전실 안상석의 전체 폭은 11½당척으로 남측과 북측에서 동일했을 것이다. 전실에서 공간 대칭축의 방향으로, 불상판석 사이의 거리는 12당척이었고, 공간 깊이도 안상석 레벨에서 동일하게 12당척이었을 것이다.⁵⁴⁾

4. 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계

석불사 석굴의 설계 원리는 ‘공간 대칭축’과 ‘모듈 정합’ 및 ‘1/4당척의 배치 그리드’이다. 석불사 석굴의 주실에서, 안상석 원의 반경은 12당척, 직경은 24당척이고, 불상판석 원의 반경은 12¼당척, 직경은 24½당척이다. 전실에서 안상석 사이의 폭은 22당척이고, 불상판석 사이의 폭은 22½당척이다. 주실 중심에서 안상석의 통로 입구까지 거리는 10½당척이다.⁵⁵⁾

고대 사례는 거의 찾을 수 없다. 주실에서 불상판석 사이의 접합은 모두 맞담 접합 방식이다.

54) 안상석의 전실 깊이는 11½당척이고, 통로 기둥에서 물딩으로 파인 깊이가 1/2당척이다. 통로 깊이는 둘의 합으로 12당척이다.

주실에서 불상판석까지 중 방향의 공간 깊이는 23당척이다. 전실에서 중 방향으로 불상판석 사이의 거리는 12당척이다. 통로에서 불상판석 사이의 거리는 12당척이고, 안상석 사이의 거리는 11½당척이다. 안상석 레벨에서 중 방향의 공간 깊이는 전실에서 12당척이고, 통로에서 9당척이며, 전실·통로에서 21당척이다. 중 방향의 전체 공간 깊이는 안상석 레벨에서 43½당척이고, 불상판석 레벨에서 44당척이다.

안상석 높이는 3당척이고, 불상판석 높이는 9당척이고, 이맛돌 높이는 1.5당척이다. 감실 높이는 4½당척인데, 감실 벽면들의 높이는 3당척이고, 덮개들의 높이는 1½당척이다. 안상석과 불상판석으로 구성된 전실 벽면의 높이는 12당척이고, 안상석과 불상판석 및 이맛돌로 구성된 통로 벽면의 높이는 13½당척이고, 안상석과 불상판석 및 이맛돌 그리고 감실로 구성된 주실 벽면의 높이는 18당척이다.



그림 14. 석불사 석굴의 전체 평면도

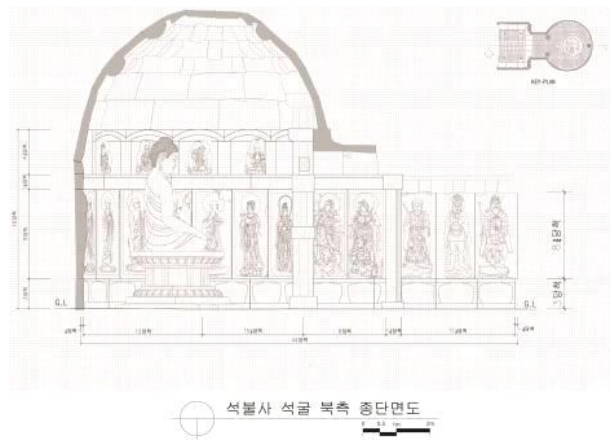


그림 15. 석불사 석굴의 북측 종단면도

55) 주실 입구의 폭이 11½당척이라면, 중심으로부터 변곡점까지 거리는 11.97당척으로 안상석 원의 반경 12당척에 아주 근사하다.

세 종류의 주실 안상석 길이는 $7\frac{3}{4}$ 당척과 6.6당척 및 $1\frac{1}{4}$ 당척이고, 각 안상석의 현정시 깊이는 $6\frac{1}{2}$ 당촌과 $4\frac{3}{4}$ 당촌 및 $\frac{1}{4}$ 당촌이다. 안상석 사이의 간격은 0.2당촌이다. 주실 불상판석의 길이는 4당척이고, 그것의 현정시는 $1\frac{3}{4}$ 당촌이다. 주실 입구의 '사천왕상' 판석의 측면 길이는 2당척이고, 이것의 현정시는 $\frac{1}{2}$ 당촌이다. 불상판석 사이의 간격은 0.2당촌이다.

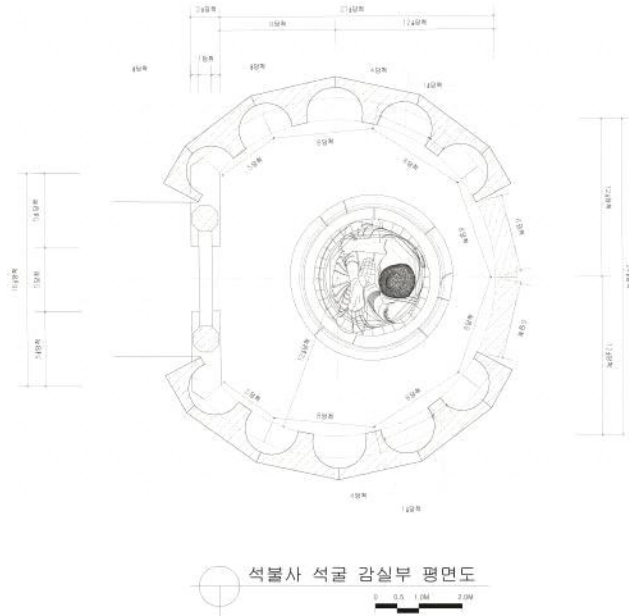


그림 16. 석불사 석굴의 감실 평면도

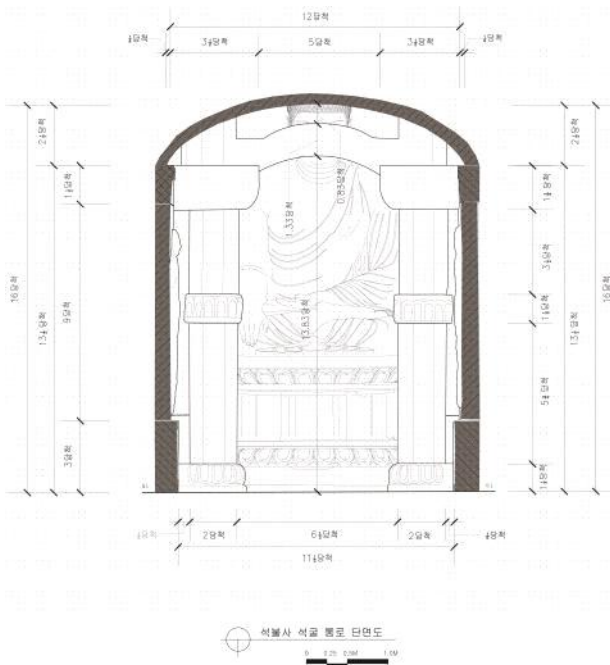


그림 17. 석불사 석굴의 통로 단면도

주실에 있는 두 종류의 이맛돌 길이는 8당척과 5당척이고, 현정시 깊이는 $6\frac{3}{4}$ 당촌과 $2\frac{1}{2}$ 당촌이다. 이맛돌 사이의 간격은 0.2당촌이다. 주실 감실에서 '벽면돌'의 기둥 폭은 $1\frac{1}{4}$ 당척이고, 그것의 현정시 깊이는 $\frac{1}{4}$ 당촌이다. 덮개돌의 폭은 $5\frac{1}{4}$ 당척이고, 그것의 현정시 깊이는 $2\frac{3}{4}$ 당촌이다. 벽석 사이의 간격이 충분히 표현될 수 있도록 주실 입구 부분의 상세 평면도를 첨부했다.

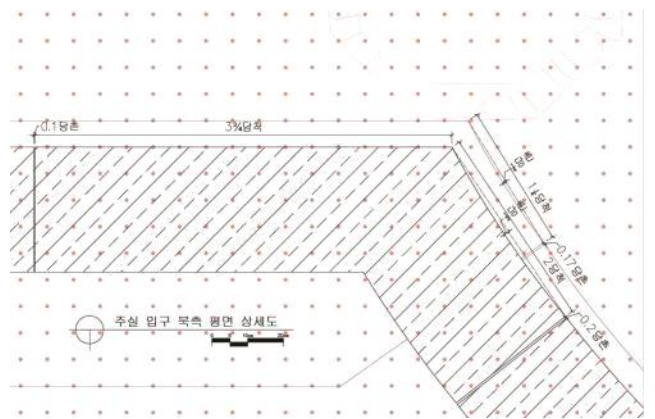


그림 18. 주실 입구 북측의 부분 상세 평면도

한국 문화재청은 '석굴암 재현관' 건립을 추진한 적이 있다.⁵⁶⁾ 석굴암의 현재 상태를 복사해서 현재 위치에서 가까운 곳에 새로 짓고자 한 것이다. 이 건립 계획은 석굴암을 체험하는 방식이 너무 제한적이라는 비판에 대한 대응책으로 짜낸 아이디어였으나, 문화재위원회에서 논의해 폐기했다고 전한다.

창건 당시에 건식 공법으로 지어졌던 '석불사 석굴'을 대신해, '현재 석굴암'을 복사한 형태를 짓는다는 아이디어는, 석굴암의 건축 원형에 관한 논의를 도외시한 처사이다. 석불사 석굴의 평면과 벽면 설계에 관한 본 연구는 '석굴암 재현관' 건립과 같은 노력에 필요한 직접적 자료를 제공할 수 있을 것이다. 또한, 한국 고유의 문화재인 석굴암을 온전하게 보존하는 데에도 통찰력 있는 시각을 제공할 수 있을 것이다.

56) 「39. 경주 석굴암 석굴 사료관(가칭) 건립 타당성 조사 기초연구」, 2014년 『제12차 건축문화재분과위원회 회의록』, 107~111쪽 및 「62. 국보 '경주 석굴암 석굴' 사료관(가칭) 건립 타당성 조사 합동분과 소위원회 결과 보고」, 2015년 『제4차 건축문화재분과위원회 회의록』, 165~173쪽 참조.

참고문헌

1. 문화재관리국, 『석굴암수리공사보고서(石窟庵修理工事報告書)』, 1967
2. 米田美代治, 『朝鮮上代建築 研究』, 秋田屋, 1944
3. 윤장섭·윤재신, 『석불사』, 도서출판 학천, 1998
4. 남천우, 『석불사』, 일조각, 1997
5. N. J. Habraken, *The Structure of the Ordinary*, MIT Press, 1998
6. E. H. Gombrich, *Art and Illusion*, Princeton University Press, 1989
7. 김리나, 『한국 고대불교 조각사 연구』, 일조각, 1989
8. 김용운·김용국, 『한국 수학사』, (주)살림출판사, 2012

접수(2019. 11. 14)

수정(1차:2020. 1. 28)

게재확정(2020. 2. 13)