

독일 쾰른 대성당의 비례 분석에 관한 연구

Proportional Analysis of Cologne Cathedral

김 호 성

Kim, Hosung

(인하대학교 건축학과 석사)

박 진 호*

Park, Jin-Ho

(인하대학교 건축학과 교수)

홍 민 기

Hong, Minkee

(인하대학교 건축학과 석사과정)

Abstract

This article deals with a proportional analysis of Cologne Cathedral with regard to the medieval tradition of geometry and figurate numbers that were commonly used in the medieval period. It first outlines symbolic and geometric notions of the geometry and numbers during the medieval period, and then, interprets the proportional design of the plan and section of the cathedral in analogy with the notion. It concludes that the proportional design of the cathedral was not quite arbitrary but carefully designed for the systematic and symbolic quality of the medieval aesthetic tradition.

주제어 : 쾰른 대성당, 비례, 기하학, 고딕 성당, 상징성

Keywords: Cologne Cathedral, Proportion, Geometry, Gothic Cathedral, Symbolism

1. 서 론

중세 고딕 성당의 공간을 구성하는 방식은 내재된 합리적 체계를 통해 이뤄졌다고 알려져 있다. 성당의 규모가 각기 다르듯이 각 성당의 구성 체계나 원리 또한 조금씩 다를 것이라고 추정하고 있다. 현재 남아있는 많은 중세 고딕성당 중, 독일 북부 쾰른 대성당(Cologne Cathedral)은 스페인의 세비아 대성당과 이탈리아 밀라노 대성당에 이어 세계에서 세 번째로 큰 규모이다. 이 성당은 독일의 초기 고딕 성당이면서도 고딕 건축의 특성을 완벽히 구현한 작품이라고 평가되기도 한다.¹⁾

* Corresponding Author : jinhopark@inha.ac.kr

이 논문은 2015년도 인하대학교의 지원에 의해 연구되었음.

쾰른 대성당에 관한 연구는 중세 건축원리에 근거한 리브 볼트의 기하학적 분석²⁾이나 첨탑 디자인의 특성³⁾ 등, 성당의 부분적 연구나 해석 등은 있으나 성당 전체의 평면이나 단면의 비례관계에 대한 분석은 드물다.⁴⁾

1) 1996년 유네스코 등록문화재로 지정되었다. ICOMOS의 평가보고서에는 쾰른 대성당을 다음과 같이 평가하고 있다: "No other cathedral is so perfectly conceived, so uniformly and uncompromisingly executed in all its parts, and so fully completed. It marks the zenith of cathedral architecture and at the same time its culmination..." ICOMOS 'Cologne Cathedral' report (No. 293 rev) 참조.

2) Kimura, Akihiko and Goshima, Rihee, "Geometrical Examination of Rib-vault No.90 in the Cathedral of Cologne," 일본건축학회회계논문집, 74(636): pp.471-477.

3) Bork, Robert, "Into Thin Air: France, Germany, and the Invention of the Openwork Spire," Art Bulletin, 85(1): pp. 25-53, March 2003.

4) 쾰른 대성당은 독창적 양식의 발전 없이 이전 아미앵 대성당(Amiens Cathedral)을 포함한 프랑스 성당의 양식적 특징을 모방하

1854년 아돌프 자이징(Adolf Zeising)은 황금비(Golden Section)에 근거하여 쾰른 대성당의 비례관계를 이해하려 하였다.⁵⁾ 1912년 사무엘 콜맨 (Samuel Colman)은 그의 저서에서 쾰른 대성당의 평면에서 중앙 신랑(nave)에서의 기둥간격이나, 측랑 (aisle)에서의 기둥 위치 등이 사각형, 정삼각형 그리고 원과 같은 단순 기하학적 형태의 반복으로 결정된다고 보았다.⁶⁾ (그림 1) 1974년 에르츠디오체제(Erzdiozese)는 쾰른 대성당의 평면을 모듈화하여 성당의 구성관계를 분석하였다. 최근 울리히 테린텐(Ulrich Terlinden)의 논문에서는 성당 평면의 주요한 크기관계를 음악의 화음관계와 연계하여 해석하였다.⁷⁾

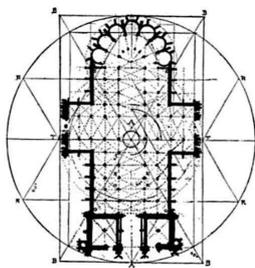


Fig. 1 Cologne cathedral plan analysis by Samuel Colman (Samuel Colman's book, 2003)

이러한 분석 중, 특히 황금비를 이용하는 성당의 분석은 중세시대 이후에나 나타나는 방식이거나, 현대적 관점에서 이용되는 분석의 틀이다. 만약 이러한 방식들이 중세 성당의 분석에서 나타난다면 우연의 결과일 수 있을 뿐, 당시 통용되던 디자인 방식과는 무관한 방법이라고 볼 수 있다.

중세 고딕 성당의 구성 방법이나 비례체계에 대한 자료는 거의 남아있지 않다. 다만 브루넬레스키와 밀란 대성당의 축조에 관한 밀란 의회의 자료를 토대로 고딕 성당의 공간구성에 기하학이 사용되었음을 짐작할 수 있다. 또한 빌라드 드 호네코트 (Villard de Honnecourt)의 스

여 건설되었다는 점 때문에 학술적 관심이 높지 않았다.

5) Frings, Marcus, "The Golden Section in Architectural Theory," *Nexus Network Journal*, 4(1), Winter 2002, pp. 9-32. 그리고 Zeising, Adolf, *Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers aus einem bisher unerkannt gebliebenen, die ganze Natur und Kunst durchdringenden morphologischen Grundgesetze entwickelt und mit einer vollständigen historischen Uebersicht der bisherigen Systeme begleitet*. Leipzig: Weigel, 1854.

6) Colman, Samuel, *Harmonic Proportion and Form in Nature, Art and Architecture*, New York: Dover Publications, 2003 pp.260-268.

7) Terlinden, Ulrich "Wie Man Den Kölner Dom Auf Der Drehleier Spielt," *Orietur Occidens*, 2000.

케치 북을 통해 조금이나마 중세에도 기하학적 디자인 원리를 이용하고 있음을 알 수 있다.⁸⁾

이 논문에서는 쾰른 대성당과 관련된 여러 자료 및 문헌을 바탕으로, 이 성당이 당시에 통용되던 기하학적 체계나 상징수에 근거하여 디자인되었을 것이라는 가정 하에, 중세의 기하학적 방법과 비례체계를 이용해 그 형태적 구성 원리나 비례관계를 분석하고자 한다. 이 비례분석은 울리히 바크(Ulrich Back)와 토마스 쾰트켄(Thomas Höltken)의 실측 도면을 근거로 진행하였다.⁹⁾

2. 중세의 기하학과 상징수

고대 그리스인들은 형태와 수가 우주의 본질을 이루고 있으며, 창조란 추상적 형태를 물리적 실체로 전환하는 것이라고 주장했다. 특히 피타고라스는 수가 그 자체로 신성한 것이라 여겼으며 계산 도구 이상의 개별적으로 참된 실체를 지닌 존재라고 생각했다. 그는 수를 하나의 점으로 보고 기하학적으로 배열하여 삼각수, 사각수, 오각수 등의 다각수(figurate number)라고 하였다. (그림 2) 짝수는 여성, 홀수는 남성, 그리고 최초의 여성수인 2와 최초의 남성수인 3의 결합인 5는 결혼을 뜻하는 등의 추상적인 이미지를 상징하여 삼각형, 오각형 등의 도형의 성질과 결합시키기도 하였다. 그의 수는 실재하는 물질의 기본단위를 구성하는 도형의 형태를 지니고 있으면서 상징적 이미지를 함께 공유하는 것이었다.

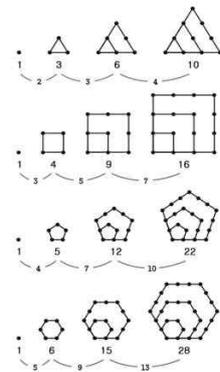


Fig. 2 Figurate numbers: triangular, square, pentagonal, and hexagonal numbers (Drawn by the authors)

8) Villard de Honnecourt, *The Sketchbook of Villard de Honnecourt*, edited by Theodore Bowie, Bloomington and London: Indiana University Press, 1959.

9) Back, Ulrich and Höltken, Thomas, *Die Baugeschichte des Kölner Domes nach archäologischen Quellen : Befunde und Funde aus der gotischen Bauzeit*, Köln : Verlag Kölner Dom, 2008.

이러한 피타고라스의 사상은 중세 때는 수신비주의(number mysticism)적 경향을 띠게 되었고 이러한 사상은 숫자를 숭배하는 미신적 경향을 낳아 중세의 수학과 여러 예술분야에서 영향을 끼쳤다. 중세의 대표적인 철학자이자 수학자인 보에티우스(Anicius Severinus Boethius) 다른 중세의 수학자들과 마찬가지로 수학적 계산보다는 수를 철학적으로 분류하는데 힘을 썼다. 보에티우스는 그의 대표저서 '수론'을 통해 1은 신, 2는 선과 악, 3은 삼위일체를 의미한다고 하였다. 또한 6은 1, 2, 3의 합이기 때문에 '완전한 수'라 표현하였다. 이렇듯 신비적인 수의 사상은 신앙 중심의 중세 사람들에게 단순한 숫자 이상의 의미를 부여하게 되었고 당시의 성당의 건축에도 많은 영향을 주었다.

중세 성당의 건축원리로 모든 형태결정에 기초적인 역할은 삼각형 분할(ad triangulum)과 사각형 분할(ad quadratum)이 담당하고 있었다고 알려져 있다. 대부분 당시 석공들의 주요 도구인 사각자(masonic square)와 컴퍼스(compass)와도 관련 있는 형태들이다. 그 기하학적 도식은 각각 원에 내접하는 삼각형과 원에 내접하는 사각형의 형태를 띠고 있다. 중세의 기하학과 수의 건축적 적용방식은 독일의 마트하우스 로릭쩌(Matthaus Roriczer)의 저서에서 알 수 있다. 그는 자신의 책 첫머리에서 '기하학으로부터 몇 가지의 유용한 항목들을 추출할 수 있었다'고 기술하였다. 첨탑의 수정에 관한 소책자에서 234개의 세심한 단계를 통하여 성당 첨탑의 생성 과정을 보여주고 있다 (그림 3).¹⁰⁾

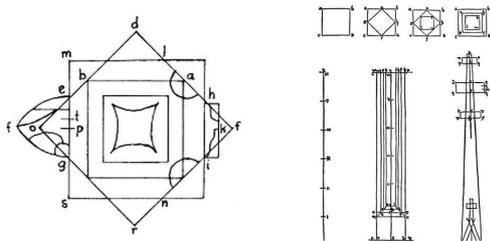


Fig 3. Geometric design process of the spire of Gothic cathedral (Matthaus Roriczer, Geometria Deutsch from Geldner's edition)

로릭쩌는 당시 구전으로 전해내려 오던 석공들의 비밀스런 기술을 정리하였는데, 그의 책에서 사각형 분할(ad

quadratum) 기법의 반복적 사용을 통해 고딕첨탑을 설계하는 방법을 기술하고 있다.¹¹⁾ 이러한 사각형 분할 기법에 의해 1층 평면의 기본 형태인 정사각형으로부터 입면이 세워졌다. 전체적인 구축과정은 일련의 기하학적 조직단계를 통해 이루어졌다. 일단 기본요소의 치수가 설정되면 그 밖의 모든 것들은 이것에 따르며, 결국 다른 요소들의 치수는 기본요소의 배수가 되는 방식이었다. 이러한 과정에서 모듈체계가 정립되었다. 이러한 방법이 중세의 석공들이 취할 수 있는 유일한 방법이었고, 그러므로 비례를 맞추는 기하학적 체계는 고딕건축의 구성에 있어서 표준적인 수단이었다.

기하학과 상징수는 중세 건축의 중요한 건축원리였다. 중세 이전의 상징이 주로 신화나 점성술, 자연 현상에 빗대거나 피타고라스학과 등과 관련된 것이라면, 중세의 상징수는 다소 신과 관련된 숫자나 성서에 나온 숫자들에 관한 것이었다. 따라서 중세 성당은 신을 위한 건축물로 신성한 공간을 구성하기 위한 산술적 비례와 상징적인 수들이 집약되어 표현되어 있다고 볼 수 있다.

존 코난트에 의하면, 로마네스크의 대표적 건축물인 제3차 클뤼니 수도원 성당의 건축에 사용된 상징적인 숫자는 153이며, 이는 예수의 제자들이 티베리아드 호수에서 잡아낸 물고기 숫자와 동일하다는 것이다. 중세의 신학자들은 153의 비밀을 발견하기 위해 노력했고, 그 결과 계명과 은총을 담고 있는 17과 삼위일체인 3을 연결시켜 $3 \times 3 \times 17$ 이라 풀이했다. 실제로 제3차 클뤼니 수도원 성당은 삼위일체의 상징으로 가득 차 있어서, 한 베이당 3개의 창문들이 일정하게 배열되어 있으며 입면은 4단계로 중첩된다. 또한 트랜sept는 3개의 볼트를 가지고 있다. 평면은 3부로 구성되어 주요 주신부는 가로 3배이 세로 17배이를 갖는다.¹²⁾

이러한 특징은 고딕성당에서도 나타나는데 밀라노 성당 건설과 관련한 기록을 담은 밀라노 시 의회기록을 따르면 밀라노 성당의 입면 구성비는 피타고라스의 직각삼각형 3:4:5으로 도출되는 24:32:40 (braccia)의 비율로 나타나고 피어와 기둥의 두께 비도 1:3 또는 2:3의 비례가 나타나는 등 밀라노 성당에 사용된 비례들 또한 정수비에 국한되어 상징적 의미를 갖는다.

이와 같이 중세건축의 기하학적 분석 역시 신의 법칙으로 이해되는 신성한 숫자들에 의해 분할되는 상징적

10) Matthaus. Roriczer, 1486. On the Ordination of Pinnacles, Translated by J. W. Papworth, 1853; reprinted in E. G. Holt (1957); Geldner, Ferdinand 1965, Das Buchlein Von Der Fialen Gerechtigkeit (Faksimile Der Originalausgabe Regensburg 1486) (und) Die Geometria Deutsch (Faksimile Der Originalausgabe Regensburg Um 1487/88.

11) 박진호, 주민정, 고은혜, 삼각형 분할과 사각형 분할을 이용한 아미양 대성당의 비례분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 27권 1호 2012, pp.165-176.

12) 황태주, 건축 구성의 기하학적 특성에 관한 연구, 홍익대학교 대학원 박사논문, 1997, p.114.

10 논문

기하학을 반영하고 있음을 알 수 있다. 중세의 건축에 있어서 수와 기하학의 상징적 형태는 위대한 신의 우주적 정의와 그 의미를 추구하는데 기여했다. 윌리엄 레다비(William Lethaby)가 지적했듯이 중세의 건물들, 특히 교회건축들은 단순히 상징적 표현을 넘어선 천국과 우주의 비례적 구조에 대한 축소된 모형들이며, 건물의 형태는 신에 의해 부여된 자연형태의 일반적인 영역이 건축 형태라는 특수한 경우로 이끌리고 있다.

3. 쾰른 대성당의 비례분석

3-1. 쾰른 대성당의 역사

로마 카톨릭 성당인 쾰른 대성당의 정식 명칭은 성 베드로와 마리아 대성당이며, 1996년에 유네스코 세계문화유산으로 등록되었다. 원래 이 성당은 기독교인들이 모여 기도하는 주택이었으나, 313년 종교자유를 선언한 밀라노의 칙령에 따라 교회로 확장되었다고 한다. 이후, 힐데볼트(Hildebold) 대주교에 의해 로마네스크 양식의 교회를 짓게 되었고, 870년 9월에 빌리베르트(Willibert) 대주교에 의해 봉헌되었다고 한다.¹³⁾

초기 이 성당은 중앙의 신랑(nave)에 두 개의 측랑(aisle)을 가진 바실리카식 기독교 교회당 이었다. 10세기경에는 두 개의 측랑이 추가되면서, 로마를 벗어난 지역에서 만들어진 첫 번째의 5주랑을 가진 성당으로 알려지게 되었다. 서측 면의 전면 부에는 큰 마당(atrium)이 추가되었다. 그리고 아헨(Aachen)의 샤를마뉴 대제의 경당(Charlemagne's chapel) 양식을 가진 2개 층의 팔츠 경당(Chapel of the Palatinate)은 11세기 초에 남쪽 익랑(transept)에 추가되고, 11세기 중반, 성당 동쪽 끝엔 두 개의 우뚝 솟은 아케이드(arcades)로 성모마리아연합교회(St Mary ad Gradus)를 연결하게 된다.

1164년 대주교였던 라이날드 폰 다셀(Reinald von Dassel)이 이탈리아 밀라노에서 동방박사의 유물함을 가져와 쾰른 대성당에 전시하게 된다. 성당의 규모가 작지 않았음에도 불구하고 넘쳐나는 순례자를 수용하기에는 충분하지 않아, 엔겔베르트(Engelbert) 대주교는 이곳에 프랑스 고딕 양식의 새로운 성당을 건설하기로 결정한다. 그 이유로는 대규모 순례자를 수용할 만큼의 큰 교회를 짓기엔 고딕 양식이 적절했을 것이다. 쾰른은 지역적으로 프랑스의 영향과 독일의 전통이 공존하는 곳에 위치하고 있기 때문에 고딕 양식을 수용하기에 큰 문제가 없

었다. 또한 정치적으로 프랑스와 로마 가톨릭의 눈치를 보아야 할 어려운 상황을 극복하면서, 동시에 고딕 양식의 종주국 프랑스를 알리려고 신성로마제국의 자존심을 세우기에 충분할 정도의 규모로 성당을 축조하려고 고딕 양식을 선택하였을 것이라고 추론할 수 있다.

교회 확장의 원래 의도는 기존 건물의 서쪽 수랑(transept) 부분만 철거하고 나머지 부분은 계속 대주교의 교회로 사용하려 하였으나, 철거과정에서 화재의 발생으로 건물 전체가 소실되었다. 이에 따라 건축가 게르하르트(Gerhard)의 감독 하에 완전히 새로운 성당을 건설하기로 결정되었으나,¹⁴⁾ 엔겔베르트(Engelbert)가 1225년 살해되어 공사가 지연되었고, 1248년에 이르러서야 비로소 공사가 시작되었다. 이후 공사는 동쪽 끝 부분인 머리부(chévet)에서 꾸준히 이어졌는데, 1310년에는 채색된 창문이 설치되기도 하였고 1322년에는 제단(altar)이 봉헌되었다. 그 이후 공사는 지속되었으나, 교구의 명령에 의해 1560년에 공사가 중단되었다. 공사비 부족이 그 원인이 되었다는 설이 있다. 이때까지 대부분의 신랑(nave)과 사면 측랑(aisle)들, 그리고 서쪽에 위치한 두 탑 중, 남쪽 탑의 주요 구조물이 완성되었다.



Fig. 4 Interior and exterior view of Cologne cathedral (Photos taken by the authors)

이후 300년이나 공사는 재개되지 못하였으나, 1815년 쾰른이 프러시아(Prussia)에 양도 되면서 공사가 시작되었다. 마침 1814년 쾰른 남부에 위치한 다름슈타트 성당(Darmstadt Cathedral) 지붕 밑에서 쾰른 대성당의 핵심이라 할 수 있는 서측 설계도가 그리고, 1816년 프랑스 파리에서 나머지 설계도가 발견되었다. 이때 칼 프리드리히 쉰켈(Karl Friedrich Schinkel)이 1816년 이 성당을 방문하기도 하였고, 그의 제자인 에르네스트 프리드리히 츠비르너(Ernst Friedrich Zwirner)를 성당의 건

13) 쾰른 대성당의 역사적 배경은 ICOMOS의 쾰른 대성당(Cologne Cathedral) 평가보고서를 참조하였다.

14) 1260년 게르하르트(Gerhard)가 죽은 이후에도 이 성당의 공사는 그의 제자인 아놀드(Arnold)의 감독 하에 1299년 까지 이어졌다고 한다.

축가로 파견하기도 하였으나 별 진척이 이루어지지 않았다고 한다. 1840년에 이르러서야 비로소 프러시아의 국왕 프리드리히 빌헬름(Friedrich Wilhelm) 4세의 재정적 도움과 여러 차례의 복원 발행 등의 노력으로 1248년 건축을 시작한지 632년 2개월이 지난 1880년에서야 완공을 보게 되었다. (그림 4)

3-2. 쾰른 대성당의 평면 분석

성당의 평면은 고딕 양식의 전형인 라틴 크로스 형태를 취하고 있으며 신랑과 머리부가 5랑식으로 구성되어 있다. 돌출된 익랑(transsept)을 가지고 있고, 입면은 두 개의 첨탑을 가진 형태이다. 성당 내부는 프랑스 고딕 양식의 길고 높은 회랑(arcade)으로 구성되어 있고 좁은 아치와 지붕 사이의 트리포리엄(triforium) 창문 사이로 빛이 들어오는 형식이다. 천장은 플라잉 버트레스(flying buttress)로 지지되는 장식이 없는 4분 볼트(quadrupartite vault)로 구성되어 있다. 이러한 쾰른 대성당은 프랑스의 아미앙 대성당(Amien Cathedral)을 모델로 지었다고 알려져 있다. 여러 문헌을 통해 쾰른 대성당의 초기 설계자인 게르하르트(Gerhard von Rile)는 아미앙 대성당에 대해 잘 알고 있는 것 같다. 그러나 게르하르트가 실제로 아미앙 대성당의 건축 과정에 실제로 참여한 것은 아니었던 것으로 추정되고 있다.¹⁵⁾

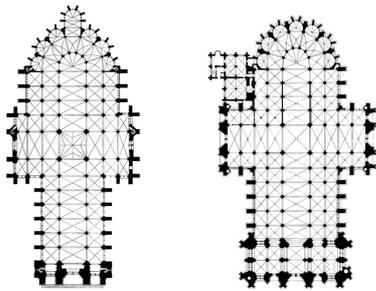


Fig. 5 Plan of Amiens cathedral (left) and Cologne cathedral (right) (Redrawn by the authors)

쾰른과 아미앙 대성당의 평면을 비교하여 보면 그 유사점과 차이점을 발견할 수 있다. (그림 5) 두 성당의 평면은 동측 단부의 툇 튀어나온 제실 부분과 서측 단부의 첨탑 부분을 제외하면 평면 모두 라틴 크로스(Latin Cross) 형태로 대체로 유사한 형태이다. 다만 쾰른 대성당의 평면이 아미앙 대성당의 평면과 비교하여 보다 뚜

렷한 라틴크로스 형태를 띠고 있는데, 이러한 형태의 차이는 쾰른과 아미앙 대성당의 평면 구성 방식에서 기인한다. 아미앙 대성당은 3랑식 신랑(nave)과 5랑식 머리부(chvet)¹⁶⁾로 이루어져있는데 반해 쾰른 대성당은 신랑과 머리부가 모두 5랑식으로 동일한 크기이다. 또한 쾰른 대성당의 익랑(transsept)은 아미앙 대성당의 익랑보다 좌우로 1베이씩 더 확장된 형태로 외벽에 더 돌출된 형태가 되어 쾰른 대성당의 라틴 크로스형 평면이 강조된다. 아미앙 대성당의 평면이 장축형의 형태라면 쾰른 대성당의 평면은 중앙집중형 형태에 더 가깝다.

3-2-1. 쾰른 대성당의 평면 모듈과 실측도면

에르츠디오체제(Erzdiozese)은 1974년 발행된 저서 Almanach fur das Erzbisturn Koln에서 쾰른 대성당의 평면이 25x25의 모듈방식을 사용하여 구성되었음을 주장한다. (그림 6) 또한 쾰른 성당은 로마 피트를 단위체제로 사용하였음을 알 수 있는데, 에르츠디오체제의 책에서 1 로마 피트가 0.2957m로 표기하고 있다. 하지만 프랑크 모흐닉(Franc Močnik)의 저서 *Lehrbuch des gesamten Rechnens für die vierte Classe der Hauptschulen in den k.k. Staaten*에 삽입된 자료를 보면 1 로마 피트가 0.298m로 표기되어있음을 알 수 있다. 이는 중세시대의 도량형이 통일되지 않았으며 각 지역마다 다른 치수를 사용하였다는 것을 짐작 할 수 있다.¹⁷⁾

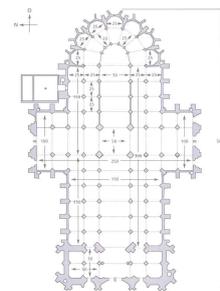


Fig. 6 Plan of Cologne Cathedral by Erzdiözese (Redrawn by the authors)

에르츠디오체제의 책에 삽입된 쾰른 대성당의 평면에

16) 교회의 맨 안쪽에 위치하고 성가대 통로의 바깥쪽 방사하는 형태를 가진 반원형으로 성가대석(choir)과 후진(apse)을 포함하는 부분.

17) Mozhnik, Franz, *Lehrbuch des gesamten Rechnens für die vierte Classe der Hauptschulen in den k.k. Staaten*. Im Verlage der k.k. Schulbücher Verschleiß-Administration bey St. Anna in der Johannisgasse - Wien, 1848.

15) 유네스코, 세계유산센터, 유네스코한국한국위원회(번역 감수), <http://whc.unesco.org/>

12 논문

는 총 세 종류의 모듈이 사용되었다. (그림 7) 가장 큰 모듈은 중앙교차부의 50x50 모듈로 1개가 존재한다. 중앙교차부의 상하좌우로 뻗은 50x25 모듈은 총 17개로 중앙통로로 사용된다. 중앙통로의 좌우 양측으로 25x25 크기의 정사각형 모듈이 존재하는데 신랑과 머리부는 2중 측랑(aisle) 구조로 되어있는 관계로 25x25 크기의 정사각형 모듈이 1쌍씩 더 존재한다. 25x25 모듈의 총 개수는 48개이다.

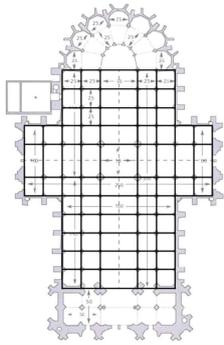


Fig. 7 Modular design of Cologne Cathedral based on Erzdiozese's drawing (Redrawn by the authors)

2008년 울리히 바크(Ulrich Back)와 토마스 헬트켄(Thomas Höltken)은 쾰른 대성당을 실측하여 평면도를 완성하였다. 이 실측 도면을 자세히 분석해 보면 쾰른 대성당이 에르츠디오체제가 작성한 평면과 차이가 있다는 것을 확인할 수 있다. (그림 8)

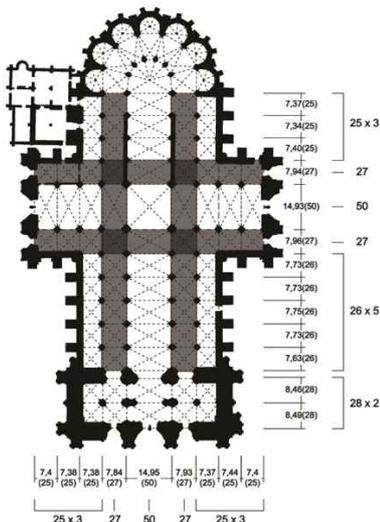


Fig. 8 Overall floor plan of the dimensions of Cologne cathedral with surveyed measurements (Redrawn by the authors)

쾰른 대성당 평면의 중앙통로의 바로 옆에 위치하는 통로의 폭은 27 로마 피트로 구성되어 있으며, 성당의 서편 측랑 부분의 간격 또한 25 로마 피트가 아닌 26 로마 피트로 구성되어 있음을 알 수 있다. (그림 9) 이러한 차이는 공간 성격과 용도에 맞게 의도된 것이라 추측할 수 있다. 실제로 확장된 복도의 끝에는 출입구가 있어 통행을 위한 공간으로 활용되었을 가능성이 높다. 아미양 대성당의 평면에도 유사한 특징이 나타난다.

실측 도면에서 발견할 수 있는 또 다른 특이점은 26으로 등분되는 신랑 공간이다. 평면의 신랑 부분이 5개의 26 모듈로 나뉜 이유에 대한 원인은 정확히 알 수 없다. 하지만 쾰른 대성당의 건축과정이 600년 이상 걸렸다는 점에서 시대 상황에 맞는 모듈의 변화 가능성을 엿볼 수 있다. 쾰른 대성당은 오랜 공사 기간 동안 몇 차례에 나누어져 부분별로 공사가 진행되었으며 신랑 부분의 공사가 이루어진 것은 1440년 이후로 볼 수 있다. 1440년은 르네상스시기로 건축에서는 비례, 질서, 조화가 중요시되던 시기였다. 그 결과 본래 초기 계획은 25모듈과 30모듈로 구성이 되어있었으나, 차후 설계 변경이 이루어져 26모듈의 구성이 되었다는 가정을 해 볼 수 있다. 실제로 아미양 대성당의 신랑 부분도 성가대석(choir)을 구성하는 모듈과 유사한 크기의 모듈로 구성되어 있다. 이러한 사실로 비추어 볼 때 쾰른 대성당 또한 그림 9에서 보이는 것처럼 초기에는 25모듈로 계획이 되었으나 추후에 설계가 변경되었을 가능성을 추론할 수 있다.¹⁸⁾ 어떤 이유에서든 현존하는 쾰른 대성당의 공간 구성은 지금까지 알려진 에르츠디오체제의 규칙적 모듈이 아닌 변형된 체계에 기초를 두고 있음을 비교 분석을 통해 알 수 있다.

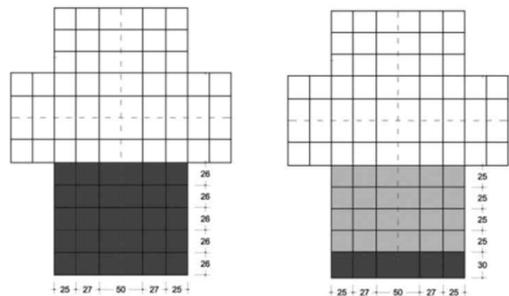


Fig. 9 Proportional scheme of the dimensions of Cologne Cathedral with surveyed (left) and presumed (right) measurements (Drawn by the authors)

18) Ibid, pp.165-176.

3-2-2. 쾰른 대성당의 평면 비례분석

울리히 바크(Ulrich Back)와 토마스 쾰트켄(Thomas Höltken)의 실측 도면을 근거한 모델로 쾰른 대성당의 평면을 분석해 보면 우선 성당의 장축과 단축은 $\sqrt{2}:1$ 의 비례로 구성되어 있음을 알 수 있다. (그림 10) $\sqrt{2}:1$ 은 약7:5의 비율이며, 이 비율은 자와 컴퍼스만으로 손쉽게 작도할 수 있어 고대부터 많이 활용되었던 비례이다. 무리수의 개념이 없었던 당시, 정확한 치수를 이용한 계획보다는 기하학적 작도법에 의해 계획되었을 것이라 추측된다. 또한 도량형이 통일되지 않았기 때문에 성당 축조 과정에 이러한 단순 비례관계나 기하학적 도구를 사용은 당시의 필연적 결과라고 볼 수 있다.

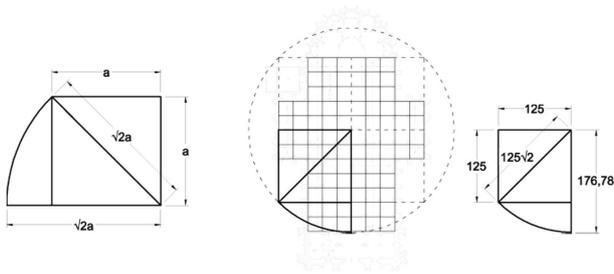


Fig. 10 $\sqrt{2}:1$ proportion of the floor plan between the major and the minor axis (Drawn by the authors)

쾰른 대성당의 성가대(choir), 익랑(transept), 신랑(nave) 부분은 3:4:5의 연속적 비율관계를 보이는데 이 비례는 $\sqrt{2}:1$ 의 비례처럼 작도가 쉬운 비례체계 중 하나이다. (그림 11) 3:4:5의 비례는 피타고라스(Pythagoras)의 직각삼각형의 길이의 비례에서 발생한 것이라 생각되는데, 아미양 성당에서도 이들 실들의 관계가 140:100:70의 비율로 구성되어 있고 10:7:5의 비례관계를 가진다. 이들 비례관계는 $\sqrt{2}:1$ 의 근사치를 가지는 비율로 구성되게 된다. 이는 성당의 평면 구성이 사각형 분할(ad quadratum)과 관련되어 있다고 볼 수 있는 대목이다.

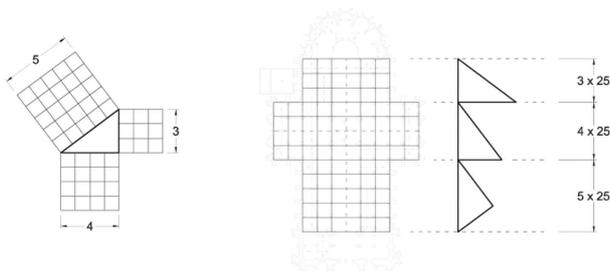


Fig. 11 Floor plan analysis showing Pythagorean proportions in relation to choir, transept and nave (Drawn by the authors)

주보랑(ambulatory)구성의 경우 반원형으로 구성되어 있는데 이는 당시 중세 성당들과 유사한 디자인으로 제실의 수는 아미양 성당과 같이 7개로 구성되어 있다. 쾰른 대성당의 주보랑의 중심은 내진의 동쪽 가장자리의 중점에서 4.3m 정도만큼 이격되어 있음을 실측 도면을 통해 알 수 있다. 내진의 가장자리에 중심점을 잡고 반원을 그려 제실을 배치할 경우, 들어갈 수 있는 제실의 수는 총 6개이다. 하지만 제실을 15도 회전하여 제실의 반지름만큼 이격시키면 중앙의 제실을 중심으로 좌우 세 개씩 총 7개의 제실이 배치할 수 있다. 따라서 쾰른 대성당은 제실의 반지름만큼 주보랑을 이격시킴으로써 이상적인 형태를 구성하였다고 생각된다. (그림 12)

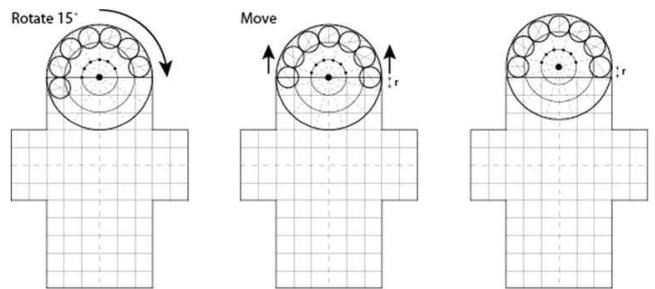


Fig. 12 Proportional design of ambulatory of Cologne Cathedral (Drawn by the authors)

또 다른 측면에서 접근해보면 숫자 7은 일곱 개의 행성을 의미하기도 하고 창세기의 바탕이 되는 한 주를 이루는 7일을 의미하기도 한다. 실제로 성경에는 7에 대한 암시가 엄청나게 많이 존재한다. 중세 고딕건축이 많은 상징수를 표현하고 있다는 점에서 주보랑을 7이라는 숫자와 관련하여 구성하였을 가능성도 있다.

3-3. 쾰른 대성당의 단면 비례 분석

쾰른 대성당의 서측 입면은 약 157미터 높이의 두 개의 거대한 첨탑(spire)으로 구성된 것이 특징적이다. 서측 입면의 첨탑은 공사가 시작된 이래로 400년 동안 완공되지 않은 상태로 남겨져 있었으나, 이후 중세 입면도면이 발견됨에 따라 1842년 공사가 다시 시작되게 되었다. 쾰른 대성당의 단면 신랑(nave)의 높이와 폭의 비례는 3.6:1 정도로 아미양 성당이나 다른 고딕성당과 비교해 보아 훨씬 가늘고 높게 구성되어 있다고 알려져 있다.¹⁹⁾ 고딕성당의 높이나 형태, 첨두아치 및 기타 세부디

19) Fletcher, Banister, *A History of Architecture on the Comparative Method*. London: Batsford, 1905.

14 논문

자인들의 구성에도 기하학적 법칙이 적용되었을 것이라 추론할 수 있다.

특히, 에른스트 모젤(Ernst Mössel)은 ‘고대와 중세의 비례’라는 저서에서 고대나 중세의 각 시대에 따른 그 시대의 기하학적 법칙이 존재했다고 주장하면서 쾰른 대성당의 평면 및 단면을 분석하였다.²⁰⁾ 그러한 법칙으로 그는 원을 중심으로부터 일정 간격으로 규칙적 분할함으로써 건물의 디테일의 비례 혹은 건물의 평면이나 단면의 비례관계를 결정하는 요소라고 주장한다. 이러한 구성은 건축물의 부분과 형태 전체의 조화로우움을 이루는 기본요소가 된다는 것이다. 에른스트 모젤의 방식이 중세 고딕 성당 디자인에 사용되었다고 알려진 바 없다. 그의 분석방식은 어떤 이론적 기초 위에서라기보다는 자의적 해석방법이라고 이해할 수 있다. (그림 13)

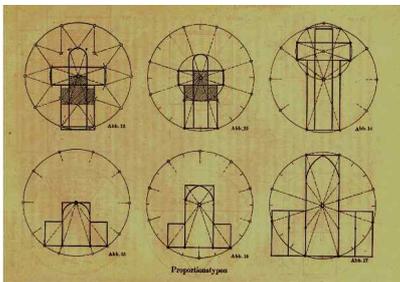


Fig. 13 Analytic drawings of Medieval churches by Ernst Mössel (Ernst Mössel, 1926)

반면, 고딕 성당의 단면 구성방식에 대한 방식은 밀란 대성당의 단면계획안들을 살펴봄으로써 그 해답을 유추해볼 수 있다. 밀란 대성당은 1386년 건설되기 시작한 건축물로 쾰른 대성당보다는 다소 늦게 지어진 건축물이지만 쾰른 대성당의 단면 구성 방식에 대한 단서를 제공해준다. 제임스 액커만(James Ackerman)은 1390년 안토니오 비첸조(Antonio do Vicenzo)의 안부터 1392년 스토날로코(Stornaloco)의 안에 이르기까지 성당의 디자인 결정을 과정에서 비례관계나 모듈을 설정하는데 있어 다양한 변화를 거쳤다고 알려져 있다. (그림 14) 여기에 나오는 초기 계획안들을 살펴보면 쾰른 대성당에 내재된 단면 계획 원리를 추론할 수 있다.²¹⁾

20) Mössel, Ernst, Die Proportion in Antike und Mittelalter, Munich: Beck, 1926.

21) Ackerman, James, 1949 ‘Ars Sine Scientia Nihil Est’: Gothic Theory of Architecture at the Cathedral of Milan. Art Bulletin 31: 84 - 111.

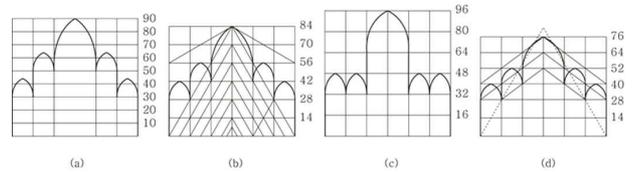


Fig 14 Proportional analysis of Milan cathedral (a. sketch by Antonio di vicenzo; b. by Gabriele Stornaloco; c. by Heinrich Parler of Gmund; d. final design accepted in 1392 (Ackerman, James, 1949)

쾰른 대성당의 단면 신랑의 높이와 폭의 비례를 재구성해보면 그 관계가 명확하게 드러난다. 앞서 이용한 울리히 바크(Ulrich Back)와 토마스 쾰트켄(Thomas Höltken)의 실측을 근거로 한 모듈을 기초로 성당 단면을 분석을 해 보면, 그 폭과 높이는 모두 154로 1:1의 비율에 가깝게 보인다. (그림 15) 154는 22x7의 값으로 단면의 그리드의 수직 단위를 정수비가 되게 한다. 즉 22가 수직 모듈이 되는 것이다.

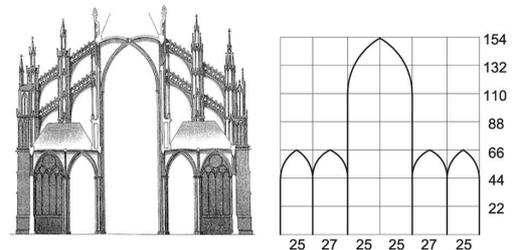


Fig. 15 Sectional analysis of the nave (left. www.flonlinde.de; right, drawn by authors)

평면에서 나타나는 두 개의 27 모듈의 통로 폭은 이러한 단면을 위함이었음을 추측할 수 있다. 또한 측랑의 높이는 66으로 154를 4:3으로 나누는 지점에 위치하는데, 이 단순 정수 비는 피타고라스 비례로 평면에서 사용된 비례가 단면에 그대로 적용되었음을 알 수 있다. 이와 같은 사실을 통해 볼 때 쾰른 대성당의 평면과 단면은 일정한 정수 비 체계 하에 계획되었음을 알 수 있다.

중세 당시 삼각형(ad triangulum)과 사각형(ad quadratum) 분할이 성당 수직 구조물의 디자인 결정에 중요한 원리로 알려져 있었기 때문에, 실제 이 원리가 쾰른 대성당의 입, 단면에 적용되었는지 의문이 생긴다. 따라서 건축물의 입면과 단면을 이루는 구조물의 주요지점과 포인트드 아치(pointed arch) 등을 기준으로 성당의 입, 단면에 나타나는 사각형 그리드 및 삼각형 분할(ad triangulum)그리드를 만들어 봄으로써 그 사용 가능성을 추론 할 수 있다.

쾰른 대성당의 신랑 지붕(nave roof)에서 나타나는 사선 요소를 연장시키거나, 건물의 입면 및 단면에서 나타나는 사선요소를 연장시켜 연결해보면, 그 형태는 정삼각형 형태를 띠고 있음을 확인할 수 있다. 그리고 삼각형 분할(ad triangulum) 그리드가 수직, 수평의 그리드와 교차하는 지점은 측랑(aisle)의 기둥들, 포인티드 아치(pointed arch) 그리고 구조물의 주요부위에 따라 위치하고 있음을 알 수 있다. 대부분의 포인티드 아치 지붕들의 위치도 이 삼각형 분할(ad triangulum)의 다이어그램과 일치함을 확인할 수 있다. 밀란 성당의 다이어그램에 나타나는 원리와 유사한 법칙이 적용되고 있음을 알 수 있다. (그림 16)

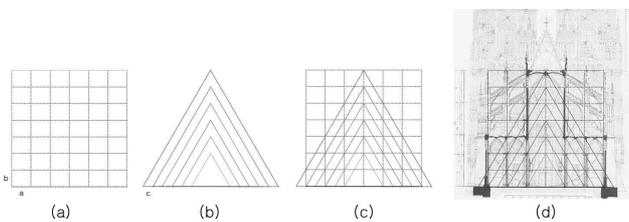


Fig. 16 Cross-section of Cologne cathedral: Analytic diagrams of proportional relationships (Drawn by the authors)

물론 당시의 도면이 존재한다 하더라도 도면 치수와 실제 지어진 건물의 치수와 간극이 크게 있으리라 추측 가능하다. 삼각형 분할과 건물의 실측 값 사이에 나타나는 어떤 간극이 존재하겠지만, 성당의 높이 및 폭의 결정과 같이 수직적인 요소에 삼각형 분할이 깊이 관련되어 있다고 쉽게 추론해 볼 수 있다. 이는 중세 고딕 성당에 사용되던 삼각형 분할(ad triangulum) 원리가 이 성당에도 적용되었음을 알 수 있다.

쾰른 대성당의 단면에는 정삼각형, 정사각형 등을 기본으로 하는 다각수의 형상이 드러난다. 또한 각 도형은 숫자를 통해 그 의미를 부여 받았는데, 삼각형은 숫자 3을 대변하는 도형으로 완전함의 상징이자 삼위일체를 나타내며 성부와 성자와 성령을 의미했다. 사각형은 숫자 4를 나타내는 도형으로 숫자 4는 숫자 2와 2를 곱하거나 더해도 같은 값이 나온다. 이는 곧 공평함 즉 평등을 뜻하며 정사각형은 평등, 신뢰, 공정, 견고함 등을 의미하였다. 또한 이 사각형은 시대와 문명을 초월하여 대지나 어머니, 지구 등을 상징하였다. 별의 형상을 한 오각형은 숫자 5와 관련된 도형으로 우월성, 권위 그리고 생명의 재생을 의미하는 도형이었다. 이러한 오각형과 관련된 성경의 상징수는 오순절과 회년으로 창조적 변환과 재생

의 상징을 내포하고 있다. 6은 3의 배수로 3이 가진 근본 속성에 완전성에 가까운 균형 잡힌 질서가 더해진 것으로 성경에서 창조의 질서와 구조가 완성되는 6일째 날로 그 상징성을 표현하고 있다.²²⁾

피타고라스학파는 수를 도형과 결부시켰는데 1, 3, 6, 10, ...과 같이 정삼각형으로 배열할 수 있는 수들을 삼각수(triangular number)라고 부르고, 1, 4, 9, 16, ...과 같이 정사각형으로 배열할 수 있는 수들을 사각수(square number)라 불렀다. 마찬가지로 오각수, 육각수 등 또한 함께 다루어졌는데, 이와 같은 숫자를 다각수(figurate number)이라 불렀다. 이러한 다각수는 단순히 도형과 수의 관계를 나타내는 것 이상으로 도형의 작도나 분할에 있어서 좌표로 활용되었을 가능성이 높다. 쾰른 대성당의 단면은 이 다각수에 의해 규정될 수 있다는 것이다. (그림 17)

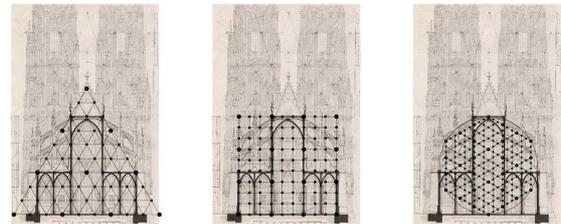


Fig. 17 Figurate numbers appeared in Cologne cathedral cross-section (Drawn by the authors)

5. 맺음말

이 논문은 선행 연구자들의 자료와 함께 중세 당시에 사용되던 기하학적 이론, 그리고 쾰른 성당을 실측한 올리히 마크와 토마스 쾰트켄의 자료를 바탕으로 성당의 비례관계를 분석하였다. 그 결과 성당의 평면, 입면 그리고 단면 등에서 확연하게 드러나는 여러 기하학이나 삼각형 분할 등은 우연의 일치라고 설명하기는 어렵고, 이러한 원리들이 오히려 중세 당시 성당의 축조 과정에 있어서 중요한 역할을 담당하고 있음을 짐작할 수 있다.

올리히 마크와 토마스 쾰트켄의 실측 자료를 바탕으로 한 평면을 보면 에르츠디오체체의 모듈이 규칙적으로 반복되는 체계와는 달리 장축과 단축을 중심으로 한 약간의 모듈간격의 변화가 있었다. 그 변화는 성당 공간의 성격과 위계에 따라 달라졌던 것으로도 생각되어질 수도 있고, 성당의 공사기간이 길어지며 다른 시대적 영향을

22) 김경재, 상징 수학으로서의 수비학이 영성 수련에 갖는 의미, 신학연구 제44집 pp.107-133, 한신대학교 한신신학연구소, 2003.

받아 합리적으로 변화되었을 가능성도 추론할 수 있다.

이 논문에서는 쾰른 대성당의 단면의 높이를 결정짓는 모듈이 평면 모듈과는 다르다는 것을 알 수 있었다. 그리고 무엇보다도 쾰른 대성당의 평면 및 단면 계획에서 사용된 비례체계와 기하학적 체계는 중세에 통용되던 삼각형 분할이라는 기본원리에 따르는 것을 이 연구를 통해 확인할 수 있었다,

또한 성당 건축에 상징적인 수를 적용하려 했던 흔적을 발견할 수 있었다. 특히 단면에 나타난 다각수를 통해 각 부재의 위치 결정에 대한 추정이 가능하다. 이러한 기하학이 가지는 이성적 사고와 수의 상징적 요소는 중세 당시의 상징물을 만들어 낼 수 있는 힘으로 성당 건축물에 투영되었다고 보인다. 이처럼 신앙 중심의 중세 사회가 비현실적이고 추상적인 이념을 추구했을 것이라 예상과는 달리, 이 분석을 통해 본 중세 성당건축에 나타난 기하학적 비례와 공간 구성방식을 보면 성당의 구축 과정이 이성적인 방법으로 구축되었음을 짐작할 수 있다.

References

1. 김경재, 상징 수학으로서의 수비학이 영성 수련에 갖는 의미, 신학연구 제44집 pp.107-133, 한신대학교 한신신학연구소, 2003.
2. 박진호, 주민정, 고은혜, 삼각형 분할과 사각형 분할을 이용한 아미양 대성당의 비례 분석에 관한 연구, 건축학회, 2013.
3. 황태주, 건축 구성의 기하학적 특성에 관한 연구, 홍익대학교 대학원 박사논문, 1997, p.114.
4. Ackerman, James, 'Ars Sine Scientia Nihil Est': Gothic Theory of Architecture at the Cathedral of Milan. Art Bulletin, Vol. 31, pp.84 - 111, 1949.
5. Anne. Shaver-Crandell, History of Art - The Middle Ages. New York: Cambridge University Press, 1982.
6. Back, Ulrich and Höltnen, Thomas, Die Baugeschichte des Kölner Domes nach archäologischen Quellen : Befunde und Funde aus der gotischen Bauzeit, Köln : Verlag Kölner Dom, 2008.
7. Fletcher, Banister, A History of Architecture on the Comparative Method, London: Batsford, 1905.
8. Frings, Marcus, The Golden Section in Architectural Theory, Nexus Network Journal vol. 4 no. 1 (Winter 2002), pp. 9-32.
9. Geldner, Ferdinand 1965, Das Buchlein Von Der Fialen Gerechtigkeit (Faksimile Der Originalausgabe Regensburg 1486) (und) Die Geometria Deutsch (Faksimile Der Originalausgabe Regensburg Um 1487/88.
10. Grefe, Uta, Köln in frühen Photographien 1847-1914, Schirmer/Mosel Verlag, München, 1988.
11. Hasak, Max, *Der Dom zu Köln*, Berlin, 1911.
12. Mozhnik, Franz, *Lehrbuch des gesammten Rechnens für die vierte Classe der Hauptschulen in den k.k. Staaten*. Im Verlage der k.k. Schulbücher Verschleiß-Administration bey St. Anna in der Johannisgasse - Wien, 1848.
13. Mössel, Ernst, Die Proportion in Antike und Mittelalter, Munich: Beck, 1926.
14. Norbert. Nussbaum, German Church Architecture. New Haven and London: Yale University Press, 2000.
15. UNESCO, 'Cologne Cathedral' report by ICOMOS (No. 293 rev).
16. Villard de Honnecourt, The Sketchbook of Villard de Honnecourt, edited by Theodore Bowie, Bloomington and London: Indiana University Press, 1959.
17. Zeising, Adolf, *Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers aus einem bisher unerkannt gebliebenen, die ganze Natur und Kunst durchdringenden morphologischen Grundgesetze entwickelt und mit einer vollständigen historischen Uebersicht der bisherigen Systeme begleitet*. Leipzig: Weigel, 1854.

Received (12.10.2014)

Revised (4.15.2015)

Accepted (4.30.2015)