

Le Corbusier 건축의 구조와 외피에 나타나는 모듈러 시스템에 관한 연구

A Study on The Modulor System Shown in Structure and Envelope of Le Corbusier's Works

조 성 현*
Cho, Sung-Hyun

Abstract

As for structural system, which constitutes his construction, there are column inside dimension and span which constitutes plane, and as for constructions for section, there are C.H and slab, and as for constructive factors for envelope, there are window and closing panel of outer wall, and as for opening, there are punching window and wave window. With these constructive parts and opening of envelope, his construction composes volume and mass. The relation of structure and modulor which are shown in his later construction can be divided in two cases that modulor is directly and indirectly adapted for rate and measure calculation of the constructive body. As for indirectly adapted case, we can find it form most of his later construction, it is living place in which human beings life is, and it is adapted mainly for small space. In his construction, he tried to tell human scale and sense of musical rhythm through modulor. In other words, he played sense of space and musical scale by adapting regular and repetitive modulor of opening, and in small space for daily life, he made the size of space into the space which human can perceive. And, if we interpret mudolor in modern meaning, it is an establishment of radius of human act. And, we can make organic and harmonic design of space if we use modulor as origin of human centered measurement calculation, and if we adapt space after dividing by use.

키워드 : 모듈러 시스템, 비례체계, 구조시스템

Keywords : Modulor System, Proportional System, Structural System

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

Le Corbusier는 규준선과 모듈러 그리고 돔-이노 시스템을 활용하여 건축물들을 계획하였다. 이와 같은 수치와 비례에 근거한 설계를 함으로써 합리적이고 부품과 같이 일정한 모듈을 가진 건축물을 만들 수 있었다.

시각적 비례관계에 의하여 설정된 수치체계인 규준선을 발전시켜 사용자의 활동 반경을 수치로 정립한 모듈러를 사용함으로써 인간생활을 고려한 설계가 가능 하게 하였다. 따라서 '모듈러'는 Le Corbusier 건축물의 공간을 인식하는데 필수적 요소이며 건물의 형성 과정을 이해하는 근본이 된다고 할 수 있다.

Le Corbusier는 모듈러의 기본틀을 1945년에 만들었고 이를 발전시킨 'The Modulor'를 1950년 발표하였으며 1945년 이후에 설계된 모든 건축물에 적용하게 된다.

1차 세계대전 후의 건축물들은 사회, 경제문제에 영향

을 받아 기능위주의 건축을 추구하며 모더니즘을 추구하게 된다. Le Corbusier는 모더니즘의 대표적 건축가로 인식되지만, 모듈러와 같은 비례시스템을 사용함으로써 기능위주의 건축물을 벗어나 사용자 중심의 건축물로 인식할 수 있게 한다.

Le Corbusier가 연구한 모듈러는 건축물에 보편적으로 적용할 수 있는 질서를 찾고자 하였고 이와 같은 질서는 수치체계를 통하여 정립되기 때문에 합리적이라 할 수 있다. 또한 설계초기 단계에서 필요한 기본적인 스펠의 간격과 슬래브의 크기 그리고 층고의 설정과정에 복합적으로 활용되어 구조와 외피에 지속적인 영향을 준다고 할 수 있다.

본 연구는 모듈러의 발전과정과 일반적인 특성을 고찰하여 연구의 이론적 기초를 마련하고 Le Corbusier의 1945년 이후의 건축사례를 조사하여 모듈러의 적용방법을 분석하는 귀납적인 방법을 사용하고자 한다. 또한 이와 같은 사례조사를 통하여 도출된 결과로 모듈러가 구조시스템과 외피에 어떠한 영향을 주고 있는지 고찰하는 것을 연구의 목적으로 하고자 한다.

* 정희원, 영남대학교 건축학부 겸임교수, 공학박사

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 Le Corbusier의 건축사례를 통하여 모듈러가 건축물에 미치는 영향을 구조시스템과 외피로 나누어 제시하고자 한다. 연구방법은 문헌 조사를 통하여 모듈러를 정의하고, 모듈러가 적용된 건축사례를 분석하여 작가의 사상을 제시하며 구조시스템과 외피의 상관관계를 고찰하고자 한다.

본 연구의 시간적 범위는 Le Corbusier가 모듈러를 본격적으로 사용하기 시작한 1945년 이후 건축물로 설정하고 사례조사를 통하여 건축 설계과정에 고려된 모듈러에 관한 물리적 요소와 적용방법을 고찰하고자 한다. 또한 건축물의 용도에 따른 모듈러의 적용방법을 조사하여 사용자 중심의 다양한 설계방법을 살펴보고자 한다.

2. 모듈러와 건축적 적용과정

2.1 모듈러 이전의 비례 및 구조시스템

인간의 척도에서 가장 기본이 되는 측정대상은 길이와 무게에 관한 것이다. 신체는 신장의 각 부위가 척도 단위가 되고 대표적으로 피트, 야드 및 척이 사용된다. 가령, 파르테논 신전, 인도의 사원 그리고 수많은 성당들의 경우 정확한 체계에 의하여 일관되게 건립되었고 측정 도구는 팔꿈치, 손가락, 발, 보폭과 같은 신체의 일부였다. 그러나 신체를 기본으로 하는 측정 방법은 각 지역별로 신체크기가 다르기 때문에 보편성이 부족하다고 볼 수 있다. 또한 국제적으로 사용되는 미터법은 지구 자오선의 길이를 기초로 하고 있어 인체와 무관하게 만들어진 척도라 할 수 있다. 그러므로 Le Corbusier는 건축물의 사용주체인 인간의 신체를 기본측정 단위로 하는 새로운 측정 방법을 제시하게 된다. 또한 전자 통신의 발달로 고속전달 수단이 보편화됨으로써 지역적인 것은 한계를 지닐 수 있으며 보편적으로 사용가능한 측정체계가 요구된다고 할 수 있다.

18세기에 주로 사용된 건축구축법인 철근콘크리트 라멘구조와 철골 구조는 기존의 구축방식과 큰 차이점을 가진다고 볼 수 있다. 철근콘크리트를 사용한 라멘구조는 기둥과 보로 구성되는 일체식 구조이며 건축물 전체의 골조를 구성하는 중요한 요소가 된다. 계획초기 단계에 사용된 골조는 지붕, 벽체 그리고 기둥과 보를 모두 일체화 하여 하중을 지지하도록 하였다. 그러나 모든 구조 부재를 일체로 하는 것은 계획과 시공과정에 문제가 있기 때문에 기둥과 보 그리고 슬래브만을 조합하여 일체화 하는 방식으로 발전하게 된다. Le Corbusier는 이와 같은 개념을 Dom-Ino구조에 사용하게 된다. Dom-Ino구조는 표준화된 다양한 조합이 가능한 구조시스템이며 설계과정에 기본적인 모듈을 제공하고 길이방향이나 높이 방향으로 적층함으로써 빠른 시간에 원하는 건축물을 구축할 수 있게 한다. 이와 같은 구조시스템을 적용할 경우, 조직적 구조에서 필수적으로 사용되는 두꺼운 내력벽은 불필요하게 되며 외벽은 하중을 받지 않는 커튼월이 사용됨으로써 외부형태에 자유로움을 추구할 수 있다. 즉,

상부의 하중은 슬래브와 보를 통하여 기둥으로 전달되기 때문에 벽체는 하중으로부터 자유로워 질 수 있다. 이러한 벽체는 공장에서 대량 생산 되어 현장에서 골조구조에 조립하는 모듈식 공법으로 발전하게 된다. Dom-Ino구조 1910년 근대사회의 요구에 대응하기 위한 이상적이고 선구적인 구조시스템 이었다. 이와 같은 모듈화는 건축생산의 중요한 수단이 될 수 있고 비례관계에의 하여 시각적으로 인지된다는 점에서 건축계획에 중요한 출발점이 된다고 할 수 있다.²⁾ 또한 건축물을 시각 환경의 일부로 인식할 수 있는 계기를 제공한다고 할 수 있다.

건축계획 측면에서 Dom-Ino구조는 내력벽체가 필요 없게 되었고 평면의 자유로운 계획이 가능하게 하였다. 그리고 다양한 바닥레벨의 시공이 가능하므로 유동적이고 순환적인 계획이 가능하였다. 또한 기준선을 이용하여 외부입면을 계획함으로써 시각적 비례관계를 고려할 수 있었다. 그러므로 Le Corbusier는 기준선을 사용하여 건축물의 외부비례를 조정하였으며 Dom-Ino구조를 사용하여 평면과 공간을 계획하였다고 할 수 있다.

2.2 건축물에 적용된 모듈러의 직조구성

모듈러는 인체치수와 비례에 관련되어 측정체계이고 회화와 건축 및 도시계획에 적용 가능한 수치체계라 할 수 있다. 비례관계의 형성은 다음의 도식으로 설명 가능하다. 거리와 사물의 크기에 따라 관찰자가 인지하는 척도가 다르기 때문에 단순한 수치적 비례만으로 사물을 인지하기 어렵다는 가정을 설명하고 있다. 즉, 관찰자의 입장에서 사물을 인지하는데 필요한 새로운 측정체계가 요구된다고 할 수 있다.

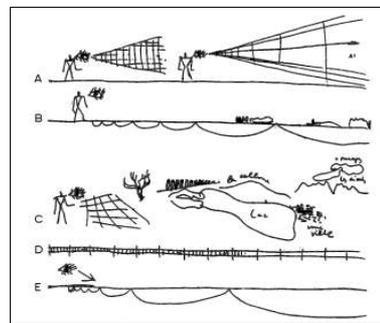


그림 1. 비례관계의 도식화

A도식은 관찰자의 원추형 시야각을 나타내고 있다. B도식은 투시의 가능성을 다양한 척도로 인지할 수 있음을 나타내고, C도식은 인지의 대상을 D도식은 수치적인 척도만으로 다양한 사물과 거리에 있는 대상을 인지하기 어렵다

는 것을 나타낸다. 그리고 E 도식은 관찰자와 대상물의 크기와 거리를 고려한 조화로운 비례체계를 의미하고 있다.³⁾ 건축물은 물리적인 크기와 거리를 갖추고 있지만 인식의 주체인 사람의 시야로 판단된다는 점에서 기존에 사용된 비례체계를 바탕으로 새로운 척도가 요구된다고 할 수 있다. 이와 같이 건축물에 인간의 척도를 고려한 비례격자라는 측정방법을 사용하였고 이것을 황금분할과 피보너치 수열⁴⁾ 그리고 인체치수를 통합하여 모듈러로

2) 김도식 외11人 共著, Le Corbusier 건축작품 읽기, 기문당, 1999, P.55

3) Le Corbusier 著, 박경삼 譯, The Modulor, 안그래픽스, 1991, P.78-79

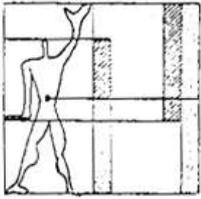


그림 2. 모듈러와 인체 비례관계

발전하게 된다.

첫 번째 모듈러 I 은 프랑스의 신장인 175cm를 기준으로 하였고 모듈러 II는 영국인의 신장인 182.9cm를 기준으로 척도체계를 제안하였다.

모듈러 연구의 출발점은 기본적인 기하학적 단위인 정사각형과 이중정사각형이다. 모듈러 치수는 신체 치수와 황금비인 1.618과의 관계로

결정된다. 이와 같은 수치는 적색계열 비례수치로 나타나며 청색계열은 적색계열 수치의 두 배로 정립된다. 즉, 적색계열은 발에서 머리끝을 나타내는 신장이라는 인체 치수를 근본으로 하고 청색계열은 손을 든 높이를 근본으로 조합된다. 이들 치수는 건축물의 주체인 사용자의 신체치수를 바탕으로 정립된 비례시스템이기 때문에 사용자의 활동반경을 정립한 합리적인 측정체계라 할 수 있다.

Le Corbusier는 모듈러를 건축설계에 활용하기 위하여 모듈러 치수를 XY축으로 하는 매트릭스를 제안하였다. 이와 같은 매트릭스는 직조(The Weave)구성으로 나타나게 된다.

적색계열과 청색계열의 선상 값은 그 자체의 내부에서 다양한 표면의 변화를 발생 시킬 수 있는데, 이와 같은 변화는 정사각형에서 시작하여 계속 길어지는 직사각형을 거쳐서 단순한 직선과 동일한 형태로 발전된다.

모듈러에 사용되는 치수들은 신체치수인 신장으로 부터 직접적으로 발산되는 값들에 의해서 생성되며 이들은 길

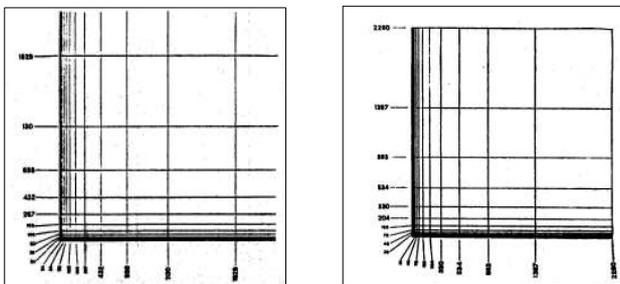


그림 3. 적색계열의 직조구성(左)과 청색계열의 직조구성(右)

4) 피보너치 수열: $a_1=1, a_2=1, a_n=a_{n-1}+a_{n-2}(n \geq 3)$ 으로 주어지는 수열, 즉 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...을 말한다. 이 수열의 제n항은 $a_n=1/\sqrt{5}\{(1+\sqrt{5}/2)^n-(1-\sqrt{5}/2)^n\}$ 로 주어진다.

5) 모듈러의 핵심적인 세 가지 값은 113(사람의 인체 중심부분), 182(머리의 끝), 226(팔을 곧게 올린 사람의 손가락 끝) 그리고 226과 파이관계에 있는 140-86의 치수는 오른손을 편하게 지상 86cm되는 지점에서 쉬게 하고 있다.

마틸라 기카(Matila Ghyka)가 그에 대한 글을 쓴 다음('자연과 예술에 나타난 비례의 미학', 1927) 20년이 지나고 나서, 모듈러의 적색계열인 3원성과 청색계열인 2원성을 위해서는 끝없는 이중적인 현실로서 3원성(Triade)의 표현인 배꼽, 머리, 손가락끝(오른팔)-그리고 2원성(Dualita)의 표현인 배꼽과 손가락 끝으로 나타난다. '동물과 곤충의 몸도 역시 많은 비례관계에 있어서 황금분할의 주제를 나타내 주고 있다. 최고항이 다른 두항의 합계와 같은 것, 이것은 대칭적인 분할을 제도입하고 있다. Le Corbusier 著, 박경삼 譯, Ibid., P.66

이, 표면적 그리고 부피를 구성하게 된다.

적색계열은 0에서 시작하여 1.829m에서 끝나며, 청색계열은 0에서 시작하여 2.26m에서 끝난다. 이들은 부피에 의한 단위에서 정점을 이루는데, 그것은 측면이 각각 2.26m인 입방체이고 최소 공간단위가 될 수 있다. 적색계열의 수치를 왼편에 배열하고 청색계열의 수치를 하단에 배열하여 이들을 조합한 표가 그림4와 같다. 또한 격자의 교점은 최초의 수치와 이중단위가 황금비율의 관계에 있음을 나타내고 있다.

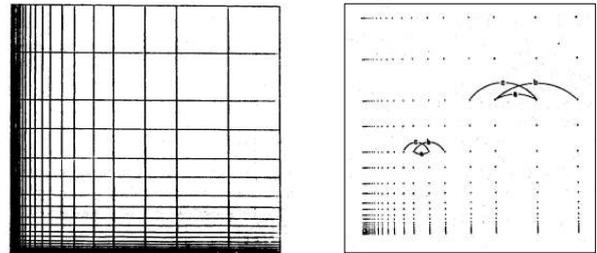


그림 4. 적색계열의 직조격자(左)와 격자의 교점(右)

이와 같은 격자 조합은 모듈러 치수의 다양한 결합을 가능하게 하고 결합된 수치는 단위격자로 배열화 시킬 수 있다. 이러한 배열의 조합을 Panel Exercise라고

하였고 단위격자로 사용 가능한 일정한 사각형의 조합들을 얻을 수 있었다.⁶⁾

모듈러 치수는 면적과 높이를 조합하여 일정한 부피를 가지는 공간을 구축할 수 있으며 그것은 신체치수를 근거로 하고 있기 때문에 활동 가능한 다양한 공간을 조합할 수 있었다. 이러한 조합들을 기준으로 다양한 격자조합을 만들면 다음과 같은 배열의 구성을 제시할 수 있다. 하나의 정사각형을 선택하여 모듈러의 계산방법에 따라 분할하면 이 구성은 끝없이 진행될 수 있다. 또한 이것들은 시각적으로 만족스럽고 균형감 있는 비례를 가질 수 있다. 그림5는 기본적인 단위격자를 설정하여 이를 동일한 정사각형 내에 조합한 것이다. 단위격자에는 치수가 표기되지 않았으며, 무한히 많은 모듈러 치수들이 적용될 수 있다. 한 개의 조직적 구성은 무한히 작아질 수도 있으며 커질 수도 있다.

그림 5. 모듈러 배열구성

Le Corbusier는 직조격자와 배열구성을 이용하여 모듈러를 건축물의 평면과 입면 그리고 층고에 적용하여 비례의 기준으로 활용하였다. 그리고 모듈러 치수는 단위화 되어 대량 생산 체계에 중요한 측정수단이 될 것이라고 보았다.

건축물에 적용된 모듈러 치수는 중심선에 적용된 사례와 실내 공간 안목치수에 적용된 사례로 나누어 볼 수

건축물에 적용된 모듈러 치수는 중심선에 적용된 사례와 실내 공간 안목치수에 적용된 사례로 나누어 볼 수

6) 김도식 외11人 共著, op.cit, P.218

있다. 가령, 프랑스의 마르세이유 집합주거단지(1945-53)는 기둥 중심선 사이의 거리가 419cm로 되어 있다. 419cm는 직접적으로 모듈러 치수가 아니지만 기둥두께(53cm)를 뺀 안목치수(366cm)는 모듈러 치수가 된다.

Le Corbusier는 모듈러를 통하여 질서 있고 조화로운 건축비례를 만들려고 하였고 우주와 자연계 그리고 인간의 내적조화는 수의 질서인 비례를 통하여 이를 수 있다고 생각하였다. 그는 모듈러를 1945년에 제안하여 그 후 약 20년 동안 스케일 대신 모듈러 띠를 하였고 그의 창조적인 건축물들은 모듈러가 있었기에 가능하였다고 볼 수 있다.

3. Le Corbusier 건축물에 적용된 모듈러

3.1 건축물의 분석기준

Le Corbusier가 설계한 건축물을 구조와 외피체계로 나누고 모듈러가 적용된 건축구성요소 상호간의 결합관계를 검토하고자 한다.

구조적 측면에서의 구성요소를 스패와 층고로 설정하여 모듈러 비례체계의 적용과정을 알아보고, 외피체계에서는 개구부의 크기와 외벽 마감 패널의 치수를 분석요소로 설정하고자 한다. 즉, 건축물의 주요 구성요소 일부에 모듈러 비례를 적용하여 건축설계 과정을 고찰하고자 한다. 건축물의 구성요소와 모듈러 비례의 적용대상은 다음 표1과 같다.

표 1. 건축물의 구성요소와 모듈러 적용대상

분류	구성요소	
구조 (Structure)	평면	스패, 기둥안목 치수, 평면그리드
	단면	층고, 슬래브 두께
외피 (Envelope)	개구부	창, 창틀의 크기
	마감패널	마감패널의 크기, 입면전체의 비례

대상 건축물의 선정은 Le Corbusier가 모듈러를 사용하여 설계를 시작한 1945년 건축물로부터 1965년까지의 건축물로 하였다. 1945년 이전의 건축물은 Dom-Ino구조 시스템을 적용된 사례이므로 분석대상에서 제외 하였고, 모듈러가 본격적으로 사용된 시점을 분석의 대상으로 설정하였다.

모듈러를 적용한 공간의 구성을 고찰하기 위하여 대상 건물은 주거생활과 전시시설과 같은 다양한 인간생활을 담고 있는 건축물로 선정하였고 각 사례조사 과정에서 건축물을 구성하는 부재들의 치수를 확보하여 모듈러 비례격자와 상관관계를 고찰하였다.

3.2 건축물 사례조사

Le Corbusier가 설계한 대표적인 주거단지인 Unite d'Habitation (Marseilles, France, 1946-52)은 사용자 주



그림 6. Unite d'Habitation의 전경

거를 목적으로 하기 때문에 행동의 반경을 수치로 정립할 필요가 있었다.

주거단지의 주요 구조는 기둥과 보가 하중을 전달하는 철근콘크리트 라멘조이며 평면그리드와 층고 까지 모듈러 치수인 226cm를 적용하였다.

골조구조 시스템은 419cm의 스패와 226cm의 층고 그리고 419cm×419cm의 평면그리드로 구성되어 있다.

침실부분의 천정고는 226cm이고 거실부분은 485cm⁷⁾로 되어 있다. 바닥 슬래브 두께는 세대 내부는 33cm, 세대와 세대사이는 53cm로 구축되어 있다. 단위 주호의

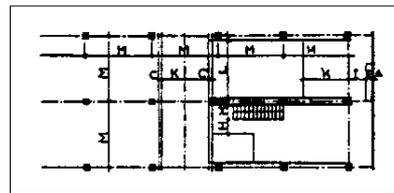


그림 7. Unite d'Habitation의 단위평면

크기는 419cm×2를 기본으로 하며 발코니 부분은 발코니 폭 113cm에 발코니 선반크기인 43cm를 더하여 156cm로 구성된다. 신체길이

113cm는 사람의 신장을 기준으로 배꼽위까지의 거리를 의미하고 226cm를 반으로 나눈 값이 된다. 43cm는 거주자가 앉았을때 적절한 의자높이를 의미하며 이와 같은 치수들은 모듈러의 직조구성에 적색계열과 청색계열의 수치를 그대로 사용하였다.

스패의 치수가 모듈러를 직접 나타내는 그리드로 형성된 것이 아니고 내부 공간을 지지하는 격자형 골조구조가 기둥과 보의 역할을 하고 있다. 그러므로 각각의 단위 주거는 구조체로부터 독립되어 있다고 할 수 있다.

외피에 적용된 모듈러 수치는 두 가지 요소로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 기하학 측면에서 입면 전체의 비례 체계에 영향을 준다는 것이다. 둘째는 천정고와 같은 수직 요소에 적용하여 전체 매스형상과 비례에 영향을 주고 있다.

Tokyo Museum(Japan, 1956-58)은 미술관과 극장 및 야외 공연장 등이 종합적으로 계획 되었지만 미술관 안만 채택되었다. Museum의 주요 기능은 미술품을 전시하는 용도로 활용되었으며, 1층의 경사로를 따라 2층부터

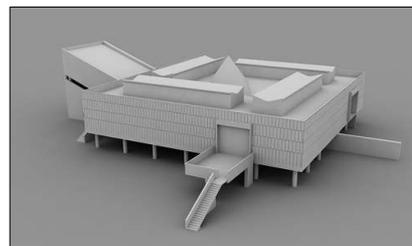


그림 8. Tokyo Museum의 전경

전시공간으로 사용된다. 3층 부분은 조명 갤러리와 2층 전시실을 지원해 주는 공간으로 층고는 226cm이고 폭은 452cm(226cm×2)로 구성되어 모듈러 치수

7) 226cm+33cm(중층 바닥 슬래브 두께)+226cm

를 따르고 있다.

전시공간의 중앙홀은 삼각형 천장으로 간접광을 받고 있으며 2층은 3층의 조명갤러리와 캔틸레버로 간접광을 받는다. 각 전시실로의 빛의 세기를 조절하기 위하여 천정의 구조를 달리했으며 좌우대칭의 평면을 가지면서도 각기 다른 전시공간을 만들 수 있었다.

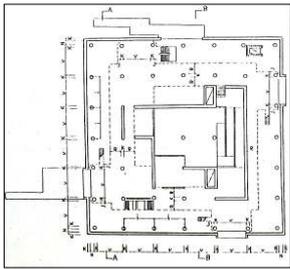


그림 9. The Tokyo Museum의 평면도

미술관의 구조와 외피 그리고 평면에 일괄적으로 모듈러의 적용이 이루어 졌다. 미술관에 사용된 스패ンは 635cm이다. 635cm는 592cm라는 적색계열 모듈러 치수에 기둥의 두께 43cm를 더한 길이이며 스패간격 592cm는 1층 필로티 천정고 296cm의 두 배가 된다. 즉, 미술관의 실내 공간구성에 있어 스패와 기둥의 높이 비가 2:1의 비를 갖도록 하고 있다. 기둥 자체 치수는 모듈러 적색계열을 따르고 있으며 스패는 안목치수에 모듈러 청색계열 수치가 적용되었다. Le Corbusier는 건축물에 적용한 모듈러를 사용자가 감지 할 수 있는 기둥 안목치수에 적용하였으며, 천정고의 적용에서도 사람이 한 손을 올렸을 때 높이인 226cm를 사용하였다.

층고의 치수는 1층의 경우 필로티의 천정고인 296cm를 사용하였고 2층은 495cm⁸⁾를 사용하였다. 기둥의 두께는 1층의 경우 53cm, 2층은 43cm로 2층 슬래브의 두께와 마찬가지로 모듈러 치수가 직접 구조요소에 적용된 것이다.

평면구성은 3층 하부공간의 폭과 높이에서 226cm로 청색계열 모듈러가 적용되었고 계단의 폭과 난간의 높이도 113cm가 사용되었다. 평면에서 가장 바깥쪽 기둥과 외벽 사이의 캔틸레버 부분도 안목치수가 86cm라는 청색계열 수치를 따르고 있어 평면구성과 구조요소가 모듈러 치수의 비례를 따르고 있다고 볼 수 있다.

외피는 천정고(226)와 슬래브 두께(43) 그리고 천정고(226)와 옥상층 슬래브 두께가 더하여 581cm가 된다. 외피에 사용된 패널은 53cm×226cm, 53cm×183cm로 구성되어 구조요소와 외피의 모듈러수치의 직접적인 적용이 이루어 졌다.

Manufacture a Saint-Die(avenue de Robache, France, 1946-52)는 경공업 공장으로서 모듈러의 적용은 세 가지로



그림 10. Manufacture a Saint-Die

정리 할 수 있다. 기둥과 회랑, 평면의 작업실 그리고 사무실로 나누어 적용된다.

구조의 적용은 철근 콘크리트로 반쳐진 기둥 사이의 스패가 주된 적용대상이다. 구조체에 적용된 모듈러 치수를

8) (226cm×2)+슬래브의 두께43cm

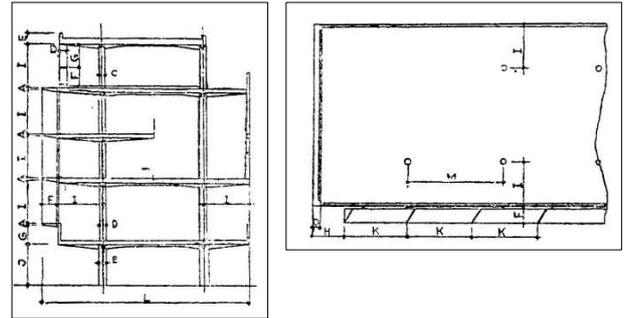


그림 11. 경공업 공장의 단면(左)과 평면(右)

평면도와 단면도를 검토하여 조사하면 스패는 625cm로 스패자체는 모듈러 치수를 따르지 않지만 592cm, 33cm의 조합으로 보면 청색계열의 모듈러 치수를 적용하고 있다.

경공업 공장의 외피체계에서 모듈러 치수의 적용은 차양 부분과 개구부 크기 그리고 창틀에 사용되었다. 평면도와 단면도에 의하여 모듈러 치수의 적용⁹⁾을 살펴보면 그림11과 같다.

산 디에 경공업 공장에서 외피에 적용된 모듈러 치수는 주로 단면과 연관되어 적용되었다. 슬래브 두께에 적용된 치수는 외피에서 그대로 차양과 연장되어 사용되었으며 발코니 높이와 개구부의 크기도 단면도를 보면 치수의 적용이 그대로 입면으로 연장되어 있음을 알 수 있다. 그러므로 구조체와 외피와의 비례관계가 모듈러에 의하여 직접 조정된다고 할 수 있다.

Secretariat Building (Chandigarh, India, 1958)은 행정청사로 사용되는 건축물이며 8개 층으로 구성되어 있고 후면은 2개 층을 1층으로 사용하고 있다.



그림 12. Secretariat Building

행정청사 사무동의 전체 크기는 길이 254m, 높이 42m의 규모를 가지며 6개의 블록으로 구성되어 있다.

층고는 전면이 366cm, 후면이 785cm이다. 전면의 크기는 모듈러 청색계열의 수치를 따르고 있어 직접적인 비례시스템이 적용된 경우이며, 후면의 경우 한 개층의 층고 366cm와 슬래브 두께 53cm 그리고 다시 한 개층의 층고366cm를 합하여 785cm가 된다. 결국 전면과 후면 모든 높이체계에 모듈러가 적용되었다고 할 수 있다. 복도의 높이와 폭은 296cm로 모듈러 치수가 그대로 적용되어 있다.

외피의 적용은 주로 유리 벽면에 나타난다. 유리벽의 멀리온 간격 치수는 순수형과 통합형으로 나누어 볼 수 있다. 순수형에는 청색계열 수치(13, 20, 33, 53, 86, 140)와 적색계열 수치(17, 27, 43, 70, 113)가 혼용되어 사용된다. 통합형은 이들 모두의 수치를 사용하여 배치된 것을 말한다. 이와 같은 변형은 X차 변형으로 입면에 변화를

9) 기둥의 스패: 592+33, 1층 기둥: 70, 기준층 기둥: 53, 최상층 기둥: 43, 천정고 및 발코니 폭: 296, 개구부의 폭: 592, 문틀의 두께: 7.8, 창틀: 366, 86

조성현

줄 수 있다. X차 변형은 처음부터 X개의 치수를 제외한 나머지 치수로 이루어진 유형을 말한다. 청색계열에서는 기본형, 2차 변형 그리고 3차 변형이 있으며, 적색계열에서는 기본형과 1차 변형, 2차 변형이 있다. 또한 통합형에서는 기본형과 4차 변형, 6차 변형이 있다. 가령 통합형의 기본형은 13, 17, 20, 27, 33, 43, 53, 70, 86, 113, 140이며 4차 변형은 13, 17, 20, 27을 제외한 나머지 치수인 33, 43, 53, 70, 86, 113, 140으로 배열된 유형이다. 6차 변형은 앞 6숫자를 제외한 나머지 치수인 53, 70, 86, 113, 140으로 배열된 유형을 말한다.¹⁰⁾

사례조사를 통한 건축물과 모듈러의 비례관계는 다음 표2로 정될 할 수 있다.

표 2. 대상건축물의 구조와 외피에 적용된 모듈러 수치

건축물	구조		외피	
	스팬	층고	개구부	마감패널
Unite d'Habitation	단위 주거: 3.36m (366+53 cm)	기본 층고: 2.26m	단위 주거의창: 113cm	차양: 70+43 cm
Tokyo Museum	기둥의 스패: 635cm (592+43 cm)	1층:296cm 2층:226cm	갤러리: 226cm	53×226 cm 53×183 cm 53×140 cm
Manufacture a Saint-Die	1층: 592+33=625cm	기본 층고: 296cm	2-4층 창: 592cm	멀리온 간격:366 cm
Secretariat Building	복도 부분: 296cm	기본 층고: 366cm	각층의 창: 13, 17, 20, 27, 30 ...	

4. 모듈러 시스템과 물리적 요소의 적용

4.1 모듈러와 구조시스템

Le Corbusier 건축물의 물리적 요소는 평면을 구성하는 스패, 기둥안목 치수가 있고 단면요소로 층고와 슬래브 두께로 나누어 볼 수 있다. 이와 같은 요소는 구조시스템의 일부이며 건축물이 구축되기 위한 필수적인 요소가 될 수 있다.

모듈러는 1955년 모듈러II를 출간하면서 그의 건축물을 계획하는 근본이 되는 치수체계를 정립할 수 있게 한다. Le Corbusier는 건축은 질서이며, 조화는 비례의 일반법칙을 준수함으로써 얻어진다고 생각하였다. 스패와 층고, 기둥 단면 크기 그리고 슬래브의 두께와 같은 건축물의 구조요소에 일관적인 모듈러 비례를 적용할 수 있

기 때문에 신체치수에 근거한 설계가 가능하였다. 이와 같은 구조요소를 바탕으로 Le Corbusier 건축물은 공간을 형성하고 볼륨을 갖추어 갈 수 있다. 구조와 볼륨의 형성 과정을 모듈러 비례체계를 매개체로 살펴보면 다음과 같다. Unite d'Habitation과 Tokyo Museum의 경우 각 요소의 공간을 한정하는 스패는 모듈러 비례체계와 안목치수의 적용으로 간접적인 관계에 있다고 볼 수 있다. 즉, 구조체를 구성하는 기둥과 안목치수가 볼륨과 공간을 형성하기 위해서 모듈러가 활용된 것이다. 그러나 보와 슬래브가 공간을 구성하는 방식은 모듈러 치수를 직접 사용하였다.

Manufacture a Saint-Die과 Secretariat Building은 구조요소인 기둥, 스패 그리고 보와 슬래브 두께 결정에서 모듈러 치수를 직접 사용하였다.

스패는 기둥과 기둥 중심선 거리를 의미하지만 Le Corbusier의 대부분 건축물에서 기둥과 기둥 안목치수에 모듈러 치수가 적용되었다. 이것은 건축물의 내부공간이 인간의 생활과 활동을 담는 기능을 하므로, 기둥 중심선 사이의 거리는 의미가 없고 사용되고 체험 가능한 안목치수에 적용하는 것이 효율적이라 할 수 있다. 이와 같이 구성된 실내공간을 받쳐주는 역할로 구조요소가 사용되고 있다. Unite d'Habitation에 적용된 스패는 336cm, 226cm, 592cm로 모두 기둥 안목치수가 모듈러 치수를 따르고 있다. Unite d'Habitation은 주거단지로서 인간생활 자체를 담는 공간이므로 안목치수에 적용되는 것이 효율적이라 할 수 있다. 이와 같이 주거생활을 목적으로 하는

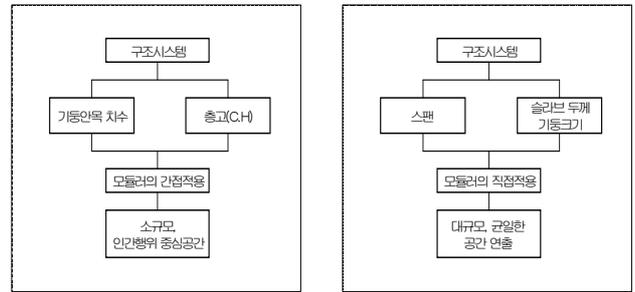


그림 13. 구조요소와 모듈러의 적용

건축물의 모듈러 적용은 구조요소에 간접적으로 적용된다고 할 수 있다.

Manufacture a Saint-Die에 적용된 스패간격은 기둥 중심간 거리에 직접 모듈러 치수가 사용된다. 이 건축물은 경공업 공장이므로 기계배치가 중요한 실내공간의 목적이 된다. 그러므로 인간생활이나 동선을 중심으로 계획하기보다 생산을 위한 설비시설이 주체가 되기 때문에 기둥 중심간 거리에 직접 모듈러 치수가 사용되었다.

Le Corbusier는 인간생활을 담는 주거기능의 건축물과 생산을 위한 건축물과 같이 서로 상이한 공간의 용도로 사용될 경우, 전자는 모듈러 치수의 간접적용으로 실내공간을 구성하였고 후자는 모듈러 치수를 직접 적용하여 비교적 넓고 균일한 공간을 구축하였다.

구조요소 중 기둥단면의 크기와 슬래브의 두께와 같은 요소는 모듈러 치수가 그대로 적용되어 있다. 이것은 그

10) 김도식 외11인 共著, op.cit, P.225

의 1945년 이후에 계획된 모든 건축물에 공통적으로 나타나는 현상으로 자연에 존재하는 질서와 법칙이 수(數)의 기하학적 비례원리로 이루어 졌다는 그의 건축철학이 구체화 된 것이라 할 수 있다. 또한 건축물을 유기적으로 대상으로 설정했다고 할 수 있다.

모듈러 비례체계는 구조요소와 직접 또는 간접적으로 적용되며 그의 건축물의 중요한 비례원리로서 사용되었으며, 공간의 성격 및 특성에 따라 적절하게 조정되었다고 할 수 있다.

4.2 모듈러와 외피시스템

건축물에 사용된 외피요소는 개구부의 크기와 창과 창틀 및 외부마감 패널로 나누어 볼 수 있다. 각 요소는 모듈러 비례체계를 크기에 그대로 적용하기 때문에 모듈러와 직접 결합되어 있다. 대표적 사례로 Tokyo Museum의 외벽마감이 각 층별로 정확한 모듈러 비례로 이루어져 있다.

외피구성요소인 개구부의 경우, Secretariat Building에서 사용된 파동창과 편칭창이 대표적 사례가 될 수 있다. 이와 같은 개구부는 회랑이나 실내공간 중 비교적 공간

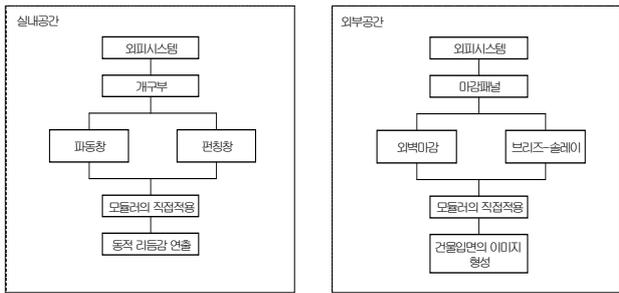


그림 14. 개구부와 마감패널에 적용된 모듈러

의 크기가 크고 동선이 교차되어 개방적인 장소에서 사용되었다.

Secretariat Building은 비교적 넓고 균일한 공간인 사무실 입면처리에서 편칭창이 적용되었다. 이와 같은 개구부의 적용은 그 공간의 성격을 외면적으로 표현하는 역할과 내부 공간에서 활동하는 거주주의 행위를 건축적 어휘로 나타낸 것이라 할 수 있다. 또한 편칭창과 파동창의 개구부에 모듈러 치수를 사용함으로써 그의 건축물에 활동성을 부여하여 빛과 그림자의 이동에 따라 같은 위치에서 다양한 체험을 할 수 있게 한다. 이와 같은 음영은 공간의 의미를 한층 가변적이고 역동적으로 인지하게 한다. 즉, 거주자의 입장에서 공간을 인지

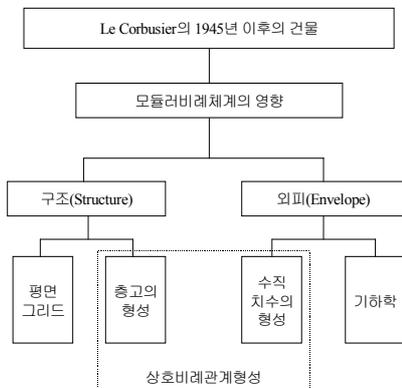


그림 15. 모듈러와 건축물의 관계

하는 것이므로 개구부에서의 모듈러 치수 사용은 신체치수를 바탕으로 시각적 안정감을 추구한다고 할 수 있다.

Le Corbusier 건축물에 사용된 마감패널은 프리패브릭된 콘크리트 패널이나 자기질 패널로 마감되었고 각 패널 크기는 모듈러의 적, 청계열의 수치를 그대로 따르고 있다. 또한 패널 치수가 반복적으로 사용됨으로 파동창에서 보여주었던 리듬감을 느낄 수 있게 한다.

1945년 이후 Le Corbusier 건축물은 구조와 외피 그리고 모듈러의 3가지 요소의 결합관계로 정리 할 수 있다. 구조와 외피의 결합 관계가 직접적 이거나 간접적 이거나 항상 비례와 치수결정은 모듈러 수치를 따르고 있다.

5. 결론

Le Corbusier는 규준선과 비례격자를 통하여 공간에 질서를 부여하고자 하였으며 이러한 개념을 발전시켜 이상적인 신체 치수에 황금비를 적용하여 모듈러를 만들었다. 역사적으로 수와 기하학은 건축가들에게 완벽한 건축을 실현하는 이상적 기준이었다. 기하학적 개념과 수학적 원리를 바탕으로 건축물을 설계하는 이유는 보편적 질서와 조화를 인간의 의식 속에 형성 시킬 수 있는 잠재력 때문이다.¹¹⁾ 그의 비례관계에 대한 이념은 “모든 발견은 분명히 인간의 머리, 눈, 손을 사용하여 이루어 졌다.”라고 한 부분에서 모듈러가 신체에 기초를 둔 측정도구이며 인간을 포함한 모든 우주에 보편적으로 적용되는 진리를 수로 보았고 그 체계를 모듈러로 정리한 것이다. 즉, Le Corbusier에게 모듈러는 보편적인 진리였던 것이다. 1945년 이후 그의 건축물에 사용된 모듈러를 유형 별로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 구조요소에 적용

구조(기둥, 보, 슬라브)에 치수의 직접적용 하여 건축물을 구성하는 기본적인 물리적 요소까지 모듈러의 비례관계를 사용하였다.

(2) 공간의 적용

공간의 용도를 인간생활 중심의 소규모 공간과 기계와 생산을 위한 대규모 공간으로 구별하여 기둥의 스패ن 치수를 달리 하였다. 즉, 소규모 공간은 인간이 감지 할 수 있는 공간으로 안목치수를 적용하였고 대규모 공간의 경우 기둥 중심간 거리에 적용하였다.

(3) 외피요소에 적용

모듈러는 신체치수에 황금비를 적용하여 만들었기 때문에 외피에 적용하면 시각적으로 안정된 비례미를 가질 수 있다. 개구부의 적용은 복도나 회랑처럼 동선의 교차가 활발한 곳에 파동창을 사용하여 입면에 음악적 울동감을 부여하였으며 공간의 성격을 암시하는 역할도 하였다고 할 수 있다.

11) 길성호, 현대건축 사고론, 시공문화사, 1999, P.217

모듈러 시스템은 평면의 형태와 크기 선정과정에서부터 적용 가능하며 외피에서의 적용은 외벽마감 패널 치수와 개구부 치수선정에 활용하였다. 그러므로 평면과 외피의 조합으로 볼륨을 형성하는 과정에 직접적으로 영향을 미친다고 할 수 있다. 또한 구조시스템과의 관계는 기둥의 스패선정과 내력벽체의 배치 그리고 각각의 구조부재 두께와 크기 설정에 직접 영향을 주고 있으며, 이와 같이 설정된 층고 치수는 외피의 수직치수 형성에 영향을 주고 있다. 그러므로 모듈러는 평면, 외피 그리고 구조시스템의 설계 과정에 직접적으로 영향을 주고 있으며 이들의 조합으로 구축되는 공간과는 사용되어 지는 용도에 따라 모듈러 치수가 직접적용 되는 사례도 있고 간접적으로 적용되는 사례도 있다.

Le Corbusier는 건축물 뿐 만 아니라 회화, 도시계획에도 모듈러를 적용하였고 실내가구와 내, 외장 마감재 등 모든 곳에 적용하였다. Le Corbusier는 모듈러가 보편적인 치수체계가 될 것이라고 확신했지만 오늘날 그렇게 되지는 않았다. 이것은 모듈러가 인간의 신장을 영국인의 치수를 사용하여 각 나라마다 표준 신장에서 차이가 생겼고 건축물의 모든 물리적 요소까지 적용된 것은 인간이 감지하지 못하고 단지 이념만으로 표현하였다는 한계를 가지고 있다. 그러나 Le Corbusier는 모듈러를 통하여 인간적인 스케일을 말하려고 하였다. 즉, 개구부의 규칙적, 반복적인 모듈러 적용으로 음악적 스케일과 공간감을 연출하였고 주거용의 소규모 공간에서는 공간의 크기를 인간이 감지 할 수 있게 만들었다.

모듈러를 현대적 의미로 해석하면 인간의 활동반경의 정립이라고 할 수 있다. 또한 모듈러에 대한 의미를 현대적으로 해석하기 위하여 유니버설 디자인(Universal Design)과 연관하면 “접근과 사용을 위한 크기와 공간”(Size and Space for Approach and Use)으로 해석해 볼 수 있다.¹²⁾ 이와 같은 원리들은 접근성을 고려하여 사용자의 신체크기, 자세 그리고 손이 닿고 조작하기 적합한 크기와 공간을 제공하는 것을 의미한다.

모듈러가 특정한 수치의 신장을 기준으로 작성된 비례체계이기 때문에 한계를 가진다면, 접근과 사용성을 고려한 크기와 공간 설정은 대상 건축물과 사용자 별로 다양한 적용평가 항목을 설정하여 활용가능 하다고 볼 수 있다. 특히 주거건축물과 공공건축물과 같이 인간의 생활과 밀접한 관련성이 있는 건축물을 대상으로 적용하여, 평가항목과 이론을 접목한다면 일반적인 건축물의 설계에 적절한 평가항목과 수치체계를 제시할 수 있을 것이다. 이와 같이 모듈러의 의미는 사용자의 편의성을 고려한 건축물의 평가항목으로 설정가능하고 수와 비례에 대한 이념을 구체화 하는 요소로 활용할 수 있다.

12)유니버설 디자인은 Ron Mace의 저서(Universal Design, Barrier free environments for everyone, 1985)에서 처음 사용되었으며 그 후 모든 사용자들에게 쾌적하고 사용하기 편리한 환경과 제품을 제공하는 디자인 원리로 사용된다.

참 고 문 헌

1. Le Corbusier 著, “THE MODULOR”, MIT Press, 1973
2. Le Corbusier 著, “MODULOR 2”, MIT press, 1978
3. 富永讓 編著, 고성룡, 고인룡 譯, “근대건축의 공간분석”, 기문당, 1987
4. Van de Ven 著, 정진원, 고성룡 譯, 건축공간론, 기문당, 1987
5. Stanislaus von Moos 著, 최창길 譯, “르 꼬르뷔제의 생애”, 기문당, 1987
6. Edward R. Ford., “The details of modern architecture”, MIT Press, 1990
7. Le Corbusier 著, 박경삼 譯, “모듈러”, 안그라픽스, 1991
8. 이해성 著, “근대건축의 흐름”, 세신사, 1998
9. Peter Black 著, 윤정변 譯, “현대건축의 거장”, 건우사, 1998
10. Klaus-Perter Gast 著, “Le Corbusier paris-chandigarh”, Birkhauser, 1998
11. 김성호, “현대건축사고론”, 시공문화사, 1999
12. Rob Krier著, 진경돈 譯, “건축의 구성론”, 시공문화사, 1999
13. Le Corbusier 著, 이관석 譯, “르 꼬르뷔지에 작품과 계획 미건사, 2000
14. Le Corbusier 著, 손세욱 譯, “인간의 집”, 미건사, 2000

논문접수일 (2010. 3. 10)

심사완료일 (1차 : 2010. 3. 27, 2차 : 해당없음)

게재확정일 (2010. 4. 4)