

현대건축의 건축형태 형성 방식의 기하학적 특성을 적용한 건축 설계안의 제안

- 위상학, 모핑, 복잡계 이론의 프랙탈을 기반으로 한 형태형성의 특성 결합을
중심으로 -

The Architectural Design Proposal applying the Geometric Characteristics of Morphogenesis Methods in Contemporary Architecture

- Focused on the Combination of Characteristics from Form Formation based on Topology, Morphing,
Fractal in Complex Theory -

○정 태 종* 조 용 준**
Jeong, Tae-Jong Cho, Yong-Joon

Abstract

This study examines the characteristics and limitations of the form-forming methods of modern architecture through an analysis based on topology, morphing, and complexity theory, which are the form-forming methods that appear in architectural designs of modern architecture. The result of this research can be summarized as followed. First of all, The methods of morphology in the design process of modern architecture include topology, which is the relationship between spaces, morphing, which creates continuity and change in form, and complex systems and fractal geometry, which form forms through the combination of unit units. The second one is that the spatial compositional characteristics of each morphological method differ depending on the method. Topology focuses on relationships and the topological characteristics of a single form. Morphing demonstrates the naturalness and continuity of form. Complex systems utilize fractal units and combinations, and the formation of form is expressed as a result of variables such as time. The last one is that among the methods of morphogenesis, topology is determined early in the formation process, as it clearly reveals spatial relationships. Later, when different forms require connection, morphing is used to create a natural continuity in the formation. The final morphogenesis is completed through the process of combining individual units according to the temporal movement of space. The morphogenesis of architecture is a complex result of morphogenesis methods with architectural theoretical characteristics, stage by stage. Future research on this principle requires comparative analysis and analysis of the morphogenesis principles of each building.

키워드 : 건축형태 형성, 위상학, 모핑, 복잡계 이론, 프랙탈, 건축 설계 방법론

Keywords : Architectural Form Formation, Topology, Morphing, Complex Theory, Fractal, Architectural Design Method

1. 서론

1.1 연구의 목적

현대건축은 여러 측면에서 기존의 건축과는 다른 방법으로 건축설계 과정을 진행한다. 현대건축의 설계방법 중 가장 대표적인 것이 다이어그램을 이용하여 새로운 건축 프로그램을 다양한 상황의 스토리텔링으로 공간화하고, 변화하고 성장하는 생기론적 특성을 부여하는 파라메트릭 디자인이다. 이러한 건축설계 방식은 근대사회와는 다른 현대사회의 특성을 건축적으로 이해하고 해석하는 과정의 결과물이라 할 수 있다.

건축설계에서 나타나는 건축형태는 기하학을 바탕으로 하는데 기존 근대건축이 유클리드 기하학의 추상적이고 표준화된 공간을 설계했다면, 현대건축은 새로운 위상의 관계로 해석하고 변화하는 과정의 결과를 모핑과 복잡계 이론의 프랙탈 기하학으로 형태화하는데 그 결과 각 형태 생성 방식은 자신만의 독특한 기하학적 특성을 나타낸다.

위상학적 건축은 공간의 새로운 관계를 건축과 공간에 적용하여 새로운 공간구성의 유형을 이용하여 건축형태를 형성한다. 이에 비해 모핑은 서로 다른 형태를 자연스럽게 연결하면서 그에 따른 형태가 자연스럽게 형성되는 방식으로 형태의 변화 과정에 집중하는 특성이 있다. 또한, 복잡계 이론을 바탕으로 하는 프랙탈 형태형성 방식은 단위 유닛을 만들고 유닛이 반복되면서 조합되어 최종 형태를

* 홍익대 건축공학부 건축디자인 전공 조교수, 공학박사
(Corresponding author : jeongtj@hongik.ac.kr)

** 단국대 건축학부 건축학 전공 학부생

형성하는 방식으로 유닛의 형성과 조합의 방식의 결합으로 최종 형태가 완성된다. 이러한 형태형성 방식들의 최종 결과는 유사하게 나타날 수 있지만 형태형성의 과정이 방법마다 다르기 때문에 이에 대한 특성을 파악하고 분석하는 것이 필요하다.

이 연구의 목적은 현대건축의 설계 과정에서 건축 형태형성을 도출하는 방식 중 위상학, 모핑, 복잡계 이론을 기반으로 하는 형태형성 방식을 통해 나온 특성을 비교 분석하여 공간적 특성을 파악하고 설계방법의 차이에 따른 설계안의 장점과 한계를 검토한 결과를 적용한 건축설계안을 제안하고자 한다.

1.2 연구 방법과 절차

본 연구는 현대건축의 건축설계 방식 중 위상학, 모핑, 복잡계 이론의 프랙탈을 바탕으로 형태생성을 도출하는 방식의 분석을 통하여 현대건축의 설계방식의 경향을 살펴보고 특성과 한계를 고찰한다.

연구의 첫 단계에서는 현대건축의 배경에 따른 건축설계 과정과 그에 따른 형태형성 방식에 대한 문헌고찰을 진행한다.

두 번째 단계는 건축 설계 과정 중 형태형성 방식인 위상학적 건축, 모핑 기법, 복잡계 이론을 이용한 설계안의 결과를 비교 분석하여 건축 형태와 공간구성 등 특성을 파악한다.

세 번째 단계는 형태 형성 원리로서 설계 방식들의 과정과 결과 분석 결과를 통하여 각 형태 형성 방식의 특성과 그 의미를 검토한다. 검토한 자료들을 이용하여 건축설계안을 제안하고 추후 기존 건축 설계방식에 대한 연구의 보완 및 새로운 가능성을 확인한다.

2. 현대건축과 형태 형성 방법 고찰

2.1 현대건축 형태형성 방법

현대건축 설계 방법 중 대표적인 형태형성 방법의 특성과 사례는 다음과 같다(Table 1).

Table 1. 건축 형태형성 방법의 특성과 사례

방법	특성	건축가	건축 설계안
위상학	위상학(Topology) 관계(Relationship) 관통(Penetration) 접기(Folding)	Rem Koolhaas	Kunsthal Educatorium
모핑	연속성(Continuity) 변화(Transition) 변형(Transformation)	BIG	Scala Tower Stavanger Concert Hall Vancouver House
프랙탈	유닛 형성(Unit Formation) 유닛 조합(Unit Combination) 복잡계 이론(Complex Theory)	Sou Fujimoto	Tokyo Apartment
		Akihisa Hirata	Treeness House
		Toyo Ito	National Taichung Theatre

2.2 위상학과 현대건축

위상학은 연결성이나 연속성 등 기하학적 성질들을 다루는 위치와 형상에 대한 공간의 다양한 관계와 성질을 연구하는 수학의 한 분야이다. 위상학에서는 구, 토러스, 브레첼과 같이 개체가 위치하는 공간의 관계에 따른 위상으로 유형을 구분한다.

서양의 현대건축은 1970년대부터 구조주의라는 철학적 배경과 함께 위상학의 공간적 특성을 이용하여 다양한 건축공간의 관계성을 가진 새로운 유형의 건축을 만든다. 건축 공간구성 중 가장 명확한 위상학적 연산은 내부와 외부 공간의 직접적 연결인 관통으로 기존 공간의 특성 변화를 통해 새로운 공간적 관계를 형성한다. 이와 더불어 상부와 하부의 단절된 공간적 관계를 하나로 연결하여 새롭게 정의하는 접기 연산은 상, 하부의 구분을 없애고 하나의 판으로 만들어 경계의 연속성과 모호함의 공간을 형성한다. 또한, 솔리드와 보이드로 구분하는 두 공간의 관계를 배제, 교체, 포함 등으로 설정하여 기존 건축공간인 솔리드 내의 보이드에서 보이드 내의 솔리드로의 전환하는 새로운 관계의 공간을 구성한다.

서양 현대건축에서 위상학적 관통의 건축사례인 렘 콜하스(Rem Koolhaas:OMA)의 쿤스탈(Kunsthal)은 외부에서 내부를 관통하여 다른 외부까지 동선을 이용하여 공간의 관통을 형성한다. 에듀케토리움(Educatorium)에서는 바닥 판의 경사를 이용한 접기 연산을 통하여 공간의 위상학적 관계를 새롭게 만든다(Figure 1).



Figure 1. Kunsthal, Educatorium, Très Grande Bibliothèque

2.3 모핑(Morphing)

모핑 기법은 영화, 애니메이션, 특수 효과 등에서 특정 이미지나 형상을 부드럽게 변화시켜 다른 이미지나 형태로 변환하는 특수 효과로, 서로 다른 이미지를 자연스럽게 전환하는 시각적 효과로 활용된다. 모핑의 주요 특징은 두 이미지나 형체 사이의 점진적인 변화를 표현하는 변환, 변화 과정의 연속성, 다양한 형태로의 변환이라 할 수 있다. 모핑의 방법은 원본과 변환될 이미지의 특징점을 설정하고 이들을 연결하여 이미지를 왜곡하는 와핑(Warping)과 왜곡된 이미지들을 겹치면서 부드러운 변환을 연출하는 크로스 디졸브(Cross-dissolve) 두 단계를 거친다.

현대건축에서 모핑을 주요 건축설계 방식으로 사용하는 BIG건축의 대표 건축가인 비야케 잉겔스(Bjarke Ingels)는 아방가르드와 실용 건축 사이에서 적절한 균형을 유지하며 최근에는 지속 가능한 건축에도 관심을 가진다. 그는 네덜란드 로테르담의 렘 콜하스(OMA)의 영향으로 현대건축의 위상학과 다이어그램 건축을 바탕으로 모핑 기법을 적용한다. BIG 모핑의 대표적인 설계안인 스타라 타워

(Scala Tower), 스타방에르 콘서트 홀(Stavanger Concert Hall), 밴쿠버 하우스(Vancouver House)은 건축 형태가 매끈하게 연결되는 것이 아니라 디지털의 픽셀이 모여서 연결되는 방식으로 형성된다. 그 결과 단위 유닛이 쌓이고 모여서 형태를 완성하는 그라데이션의 공간구성을 선보인다(Figure 2).

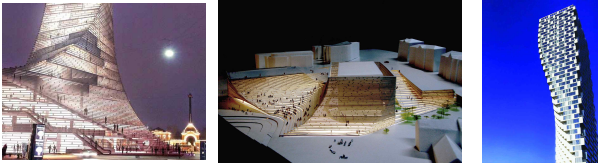


Figure 2. Scala Tower, Stavanger Concert Hall, Vancouver House

2.4 복잡계 이론과 프랙탈 건축

최신 현대건축은 구조주의 건축의 위상학적 한계를 극복하고자 파라메트릭 디자인을 이용한 형태형성에 집중하게 되고 그에 대한 대안으로 자연현상의 과학적 복잡계 이론을 바탕으로 한 건축적 설계방법론이 나타난다. 생물학과 유전학의 이론을 바탕으로 하는 건축공간의 구성은 단위 유닛의 형성과 유닛의 조합으로 새로운 공간을 구현해 낸다. 복잡계 이론은 비선형 상호작용에 의해 완전한 질서나 무질서가 아닌 프랙탈적으로 작동한다.

가장 대표적인 건축 사례인 소우 후지모토의 도쿄 아파트먼트는 박공의 단위유닛을 수직적으로 적층하여 다가구 주택을 형성한다. 아키히사 히라타의 트리니스 하우스는 공동주택의 단위 유닛을 기준으로 하층부는 공용공간으로, 상층부는 생활공간의 유닛이 프랙탈적으로 조합된다. 이토 도요의 국립 타이중 극장 사례는 구조적 단위 유닛을 만들고 유닛이 조합되면서 공간 구성을 완성한다(Figure 3).



Figure 3. Tokyo Apartment, Treeness House, National Taichung Theater

3. 건축설계의 형태형성 방법과 특성 분석

3.1 현대건축 형태형성 방법과 공간구성 특성

현대건축 설계 방법 중 대표적인 형태형성 방법은 위상학, 모핑, 복잡계 이론을 바탕으로 하는 프랙탈 기하학이다. 각 방식마다 형태 형성의 특성과 결과가 다르게 시각화된다. 각 방식의 특성을 분석하여 형태형성의 방법에 적용하는 것이 필요하다.

위상학은 공간에서 형성한 관계를 명확하게 드러내고 시각화하는 경향이 나타난다. 특히 관통의 경우는 일부분에서라도 관통이 안 되면 관통이라는 개념 자체가 형성되지 않는다. 공간의 위상학은 위상의 관계를 명확하게 하

는 것이 중요하다. 그러므로 위상학의 건축은 위상의 관계를 나타내면 형태적으로 시각화하는 것은 중요하지는 않을 수 있으므로 단일 매스에 관통이 명확하게 드러내는 경우가 많다.

모핑 기법은 전체적인 형태를 형성하거나 결정하기보다는 처음과 마지막의 형태가 결정된 경우 형태의 중간부분과 과정을 자연스럽게 자동적으로 생성하는 방식이라 할 수 있다. 그러므로 초기에 결정된 형태가 모핑의 전체적인 생성에 영향을 주게 된다. 모핑은 초기의 결정된 형태 차이에 따라 결과물이 다르게 나타나며 변화하는 정도의 변수에 따라 연속성도 달라진다. 매끈하게 변화하는 상태에서부터 계단처럼 단계별로 변화하는 경우까지 조절 가능하다.

복잡계 이론을 바탕으로 하는 프랙탈 기하학은 위상학과 모핑처럼 결과물이 확정되기보다 시간과 공간의 흐름에 따라 변수에 의해 형태가 결정되는 방식이다. 특히 초기 단계의 단위 유닛의 형성과 이후 단계인 유닛의 조합인 형태형성의 논리가 중요하다. 또한, 복잡계 경우에는 단위 유닛의 형태에 따라 조합된 결과가 달라지기도 하고 조합의 논리에 따라라도 결과물이 달라지는데 기본적으로 프랙탈적 성격을 가진다. 그리고 미리 결정된 형태를 만들기보다는 단위 유닛이 조합되는 과정을 확인하면서 형태를 조정할 수 있는 장점이 있다. 현대건축 설계 방법 중 대표적인 형태형성 방법의 특성은 다음과 같다(Table 2).

Table 2. 건축 형태 형성 방법과 공간 특성

방법	공간 특성	적용
위상학	위상학의 관계 형성 관통 형성에 집중 단일 매스의 형태	초기 개념 설정
모핑	형태의 변화에 집중 형태 변화의 자연스러움 연속된 형태 형태의 단계적 변화	매스, 형태 차이를 연결
프랙탈	단위 유닛의 형성 유닛의 반복 축적 단위 유닛의 조합 조합의 논리로 형태 형성 형태 형성에 시간 요소 고려	전체적인 시스템의 구축

3.2 현대건축의 형태형성 방법을 이용한 건축 설계안 제안

건축설계안은 대상지의 기하학적으로 복잡한 대지에 DT(Drive Through)를 위한 카페의 제안이다. 드라이브 스루라는 자동차를 이용한 기능적 공간이 중심인 프로그램으로 기존의 DT는 효율성의 기능을 중심으로 설계되는 것이 일반적이다. 설계안의 개념은 DT라는 기능을 공간적으로 재해석해서 기능과 함께 공간의 경험을 제공하는 것이다. 이를 위하여 DT는 위상학적으로 관통을 이용한 중심공간의 위계를 결정한다. 이후 확정된 자동차 동선을 카페공간과 연결하여 전체적인 건축 공간의 형태를 형성하

는데 각 형태의 차이가 커서 모핑을 이용하여 DT와 카페의 공간을 자연스럽게 연결한다. 최종의 형태생성은 건축의 단위 유닛을 만들고 DT의 시작점에서 마지막 나가는 지점까지 시간과 이동에 따라 관통과 모핑에 의해 결정된 형태를 구체화하며 공간의 시스템으로 완성한다(Figure 4).

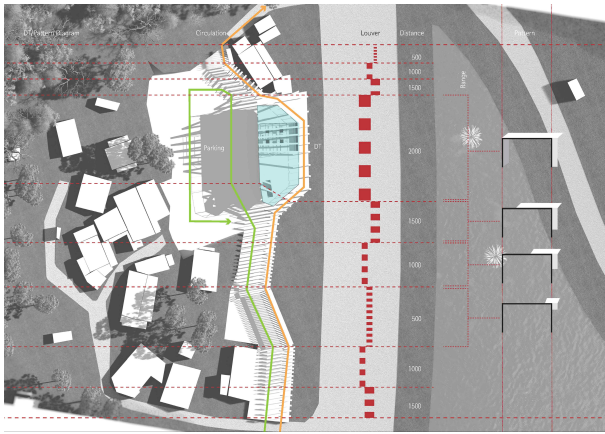


Figure 4. Architectural Design Diagram

설계안의 형태 형성 특성을 단계별로 구체적으로 살펴보면, 위상학적 관통은 자동차의 DT 프로그램으로 공간구성은 입구에서부터 출구까지 자동차 동선을 기준으로 형성된다. 이 동선은 기능적인 부분과 대지의 형태를 고려하여 대지의경계선을 따라 결정한다. 위상학적 관통의 위치가 결정되면 이와 함께 카페 공간의 배치를 설정한다.

DT공간과 카페의 공간 크기와 형태의 차이가 발생하는데 이를 하나의 공간으로 통합하기위해서 모핑을 이용하여 자연스러운 형태를 생성한다.

전체 형태의 매스가 결정되면 형태를 구체화하고 시각화하기 위한 디자인은 복잡계의 단위유닛을 이용하여 공간의 시스템을 만든다. 단위유닛은 시작점에서부터 시간과 이동에 따라 점차 공간과 프로그램을 형성하면서 건축 공간을 완성한다. 다양한 형태 형성 방식을 적용한 건축 설계의 전체 과정을 통하여 사용자의 시나리오와 스토리텔링은 공간의 경험을 극대화하게 된다(Figure 5).



Figure 5. Penetration, Morphing, Unit Formation

4. 결론

본 연구는 현대건축의 건축설계안에 나타나는 형태형성 방식인 위상학, 모핑, 복잡계 이론을 바탕으로 하는 방식의 분석을 통하여 현대건축의 형태형성 방식의 특성을 건축설계안에 적용하고 제안한다.

1. 현대건축의 설계과정 형태형성 방법은 공간의 관계인 위상학, 형태의 연속성과 변화를 만드는 모핑, 단위 유

닛의 조합을 통한 형태 형성하는 복잡계와 프랙탈 기하학 등이다.

2. 형태형성 방식의 공간구성 특징은 각 방식마다 다르게 나타난다. 위상학은 관계에 집중하여 단일형태에 위상적 특성에 집중한다. 모핑은 형태의 자연스러움과 연속성을 보인다. 복잡계는 프랙탈적 유닛과 조합을 이용하여 형태의 형성이 시간 등 변수에 따른 결과로 나타난다.

3. 형태 형성의 방법 중 위상학은 공간의 관계가 명확하게 나타나기에 형태 형성 초기에 결정된다. 이후 서로 다른 형태의 연결이 필요한 경우에는 모핑을 이용하여 형태 형성의 자연스러운 연속성이 형성된다. 최종 형태 형성은 단위 유닛이 공간의 시간적 이동에 따라 조합되는 결과로 완성된다. 건축의 형태형성은 단계별로 건축 이론적 특성을 가진 형태 형성 방법의 복합적 결과이며 이에 대한 연구는 추후 각 건축의 형태 형성 원리와 비교 분석 연구가 요청된다.

참고문헌

1. 김동진, 정태중. 2023. 렘 콜하스 건축에서 나타나는 위상학적 연산의 복잡화에 관한 분석 - 관통 & 보이드와 솔리드의 연산을 중심으로 -. 대한건축학회 2023년도 추계학술발표대회논문집 43(2).
2. 김효원, 윤재은. 2020. B.I.G 건축에 나타난 프랙탈 기하학의 표현 특성연구. 한국공간디자인학회논문집 15(8).
3. 유아람, 김광현. 2017. 후지모토 소우의 미시적 건축 요소에 대한 연구. 대한건축학회논문집 계획계 33(8).
4. 정태중. 2022. 현대건축의 공간구성에서 위상기하학적 특성에 따른 연산 유형 분류에 관한 연구. 대한건축학회 대한건축학회 학술발표대회 논문집 42(1).
5. 현준섭. 2013. 디지털 설계 도구의 변화가 건축형태형성에 미치는 영향에 관한 연구. 부경대학교 석사논문