

工學碩士 學位論文

시뮬레이션웨어에 의한  
현대건축 디자인 방법론에 관한 연구

A Study on Design Methodology by Simulationware  
in Contemporary Architecture

指導教授 安 雄 熙



2009年 2月

韓國海洋大學校 大學院

海 洋 建 築 工 學 科

정 성 훈



# 목 차

표목차

그림목차

Abstract

## 제 1 장. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적.....	1
1.2 연구의 대상 및 방법.....	3
1.3 연구의 흐름도.....	4

## 제 2 장. 시뮬레이션웨어의 도입과 디자인 방법의 진화

2.1 건축가의 새로운 도구.....	5
2.2 디자인 방법의 변화와 시뮬레이션웨어의 위상.....	7
2.3 건축가의 상반된 태도.....	10

## 제 3 장. 전통적 디자인 방법론과 도구의 의미

3.1 디자인 방법론과 디지털 도구의 개입.....	15
3.1.1 전통적 디자인 진행과정.....	15
3.2.1 ‘컴퓨터에-의한-건축’의 의미.....	17
3.2 투시도법과의 동형성.....	19
3.3 디자인 생성 수단으로서의 시뮬레이션웨어.....	26
3.3.1 2차원 CAD에서 NURBS 체계의 3D 소프트웨어로의 발달.....	26
3.3.2 건축 조형과 도구에 대한 인식의 변화.....	28

제 4 장. 시뮬레이션웨어에 의한 건축 디자인 방법론의 위기

- 4.1 자의적·자기 지시적 디자인 방법..... 32
- 4.2 건축가와 시뮬레이션웨어의 ‘종합체’적 디자인 방법..... 38
- 4.3 의탁적 디자인 방법..... 51
  - 4.3.1 Data와 Factor의 시뮬레이션에 의한 형태 생성..... 51
  - 4.3.2 디지털 형식의 알고리즘에 의한 자기조직화적 형태 생성..... 61
  - 4.3.3 타 주체에 의한 비결정적 디자인..... 64
- 4.4 소결..... 70

제 5 장. 현대건축 디자인 방법론의 미래

- 5.1 인공지능에 기반한 컴퓨터 시뮬레이션의 태생적 한계..... 71
- 5.2 결과적 측면에서의 현대건축의 표상성 문제와 존재론적 위기..... 74
- 5.3 창의적 디자인 방법론과 효율적 도구로서의 가능성..... 82



제 6 장. 결 론..... 87

참 고 문 헌..... 91

## 표목차

<표 1-1> 연구의 흐름도 .....	5
<표 2-1> 디지털 아방가르드 작가별 디자인 개념 .....	9
<표 3-1> 투시도법과 시뮬레이션웨어의 두 가지 관점의 동형성 .....	26
<표 4-1> 실시간 상호 반응 방식의 프로젝트 .....	67

## 그림목차

<그림 2-1> 자하 하디드의 최신 국제현상설계 당선작 .....	11
<그림 2-2> 자하 하디드의 조형 인식의 변화 .....	12
<그림 3-1> 건축 디자인 진행과정의 컴퓨터 사용 분류 .....	18
<그림 3-2> Perspective diagram, Leon Battista Alberti .....	22
<그림 3-3> 아테네 학당, 라파엘로 .....	23
<그림 3-4> Perspectiva per angolo, Ferdinando Galli da Bibiena .....	24
<그림 3-5> 건축 요소의 데이터 베이스를 기반으로한 CAAD소프트웨어 .....	27
<그림 3-6> NURBS에 의해 생성된 자유 곡선 .....	29
<그림 3-7> NURBS 표면과 제어점 .....	31
<그림 3-8> NURBS에 의해 만들어진 object와 변형 .....	31
<그림 4-1> Faro arm에 의한 디지털타이저 .....	34
<그림 4-2> CATIA wire frame model .....	34
<그림 4-3> 프랭크 게리의 역공학과 신속조형기술에 의한 설계 및 시공 .....	34
<그림 4-4> 빌바오 구겐하임 미술관 - CATIA model1 .....	35
<그림 4-5> 빌바오 구겐하임 미술관 - CATIA model2 .....	35
<그림 4-6> CNC MILL로 제작된 최종 모형1 .....	35
<그림 4-7> CNC MILL로 제작된 최종 모형2 .....	35
<그림 4-8> Lewis Residence: 임의적 조작에 의한 즉흥적인 디자인 .....	37
<그림 4-9> 에모리 예술센터 - model .....	40

<그림 4-10> 프로세스 1 .....	41
<그림 4-11> 프로세스 3 .....	42
<그림 4-12> 프로세스 4 .....	42
<그림 4-13> 프로세스 5 .....	42
<그림 4-14> 세그먼트 분할에 의한 삼각형화 .....	43
<그림 4-15> sin파 적용 다이어그램 .....	43
<그림 4-16> 막스 라인하르트 하우스 - model .....	44
<그림 4-17> plate형 기본 다이어그램 - 외부형태 .....	45
<그림 4-18> cube형 기본 다이어그램 - 내부형태 .....	45
<그림 4-19> 띠 생성 .....	46
<그림 4-20> 뫼비우스의 띠 생성 .....	46
<그림 4-21> plate의 배치와 회전 - 외부형태 .....	46
<그림 4-22> cube의 배치와 회전 - 내부형태 .....	46
<그림 4-23> attach를 통한 3차원 형태 변환 .....	46
<그림 4-24> boolean을 통한 내부 공간 형성 .....	46
<그림 4-25> 비엔나 메모리얼 - 모델 .....	48
<그림 4-26> site로부터 치환된 바닥패턴과 외벽 .....	48
<그림 4-27> 기본 다이어그램 .....	49
<그림 4-28> 외곽선 연결로 외벽 생성 .....	49
<그림 4-30> 내부 간선도로 설정 .....	50
<그림 4-31> 연결(morphing) .....	50
<그림 4-32> 기준면에서의 boolean 흔적으로 바닥패턴 완성 .....	50
<그림 4-33> 도플러 효과에 의한 힘의 장(force field) 형성 .....	54
<그림 4-34> force field를 통한 형태 생성 시뮬레이션 .....	55
<그림 4-35> Maya에 의한 최종 형태 생성 .....	55
<그림 4-36> 빛을 통한 형태 생성 시뮬레이션 .....	56
<그림 4-37> The Wave, Franken Architekten .....	56
<그림 4-38> geometric particle .....	57
<그림 4-39> Port Authority Gateway의 형태생성.....	57
<그림 4-40> NOX의 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 형태생성.....	59

<그림 4-41> Agency, Emergence and Design Group .....	62
<그림 4-42> Reptile system .....	63
<그림 4-43> proto-bionic architecture에 기반한 X-Phylum과 Phylox .....	64
<그림 4-44> 실시간 상호 반응에 의한 디자인 진행과정 .....	65
<그림 4-45> Trans-Port 2001, kinetic skin-exterior .....	68
<그림 4-46> Trans-Port 2001, kinetic skin-interior .....	69
<그림 5-1> 듀랑의 평면구성을 위한 기하학적인 방법론 .....	77
<그림 5-2> 구성의 메커니즘을 보여주는 상세도판 .....	78
<그림 5-3> Mercedes Benz Museum, UN Studio .....	85
<그림 5-4> Infrastructural context와 기하학적 컨셉 분석 .....	86
<그림 5-5> 공간 구성 다이어그램 .....	87



# A Study on Design Methodology by Simulationware in Contemporary Architecture

Jung, Sung Hoon

Division of Architecture and Ocean Space  
Graduate School of Korea Maritime University

## Abstract

Highly developed technical innovation with computer popularization is changing our lives, stirring up our outlook on the world, and deeply rooted in our consciousness with an alternative plan that will realize dreams and ideal of human. Simultaneously, those new digital technical innovation menace the old paradigm of architectural circumstance, which can be explained with new buildings in quite different looks than existing. The adoption of digital technology came into our lives much close as most architects make drawings using CAD software. But, now Non-architectural softwares like 3D Digital modelings and simulation programs can be even in use.

Now, concept of desinger could express using several tools that computer program supplies by inside the established architectural design process on computer or includes on computer, and furthermore becomes main concept itself of architectural design. That is, computer generate form of architecture to used on important element of a new spatial

experiment in part by an only reappearance tool, and control the transformation and operate by design tools that expand many areas in the brain of designer. For example, simulationware, a contemporary digital tool, is shown such aspect that perspective projection of baroque age is not a reappearance tool as role changes as a method that have produced form and space. Thus, by change of a architectural design tool, reappearance expression medium is reaching in situation that is changing essence of architecture as well as design way or process preferably. This can find in design methodology of extreme and experimental digital vanguard under first name called digital architecture that of definite extent and meaning are not decided yet.

Design methodology of digital vanguards in the progress being, architect does random manufacturing by depend on characteristics of simulationware, or create improvised and arbitrary form through basis property or instruction code of simulationware. It can see that this is thing to acquire logic of autonomous in design through Simulationware's intervention in general process. So, architects of digital age no longer refer external principle such as common datum point of traditional architecture composition and possibility of architecture to language, and is exposing only oneself that is trying to be peculiar and finds design methodologies of emancipatory. And, we can know that intervention in process of architect is slight than Simulationware on design methodology that form by substitute of parameter such as time, physical stress, user is created in algorithm of simulation itself or algorithm by hereditarian information of creature, and algorithm that architect establishes in beginning. In other words, It can see that architect

progressed process rather than inflected Simulationware according to own trusted on entirely. because there are a lot of ways that complete through simulationware more than architect in form generation. This is to meaning about independence of control, Even if there is manufacturing of designer, the result is deduced in random and arbitrary form by particular rule and algorithm in Simulationware, It can see as status such as agent of position like designer or tendency that designer depends on to it.

However, It could find new possibility that inventing form as architect bares own relationship plan as is scrupulous without relying on entirely to simulationware through design methodology that is connected from data to diagram, diagram to form.

Like this, genuine value groping is forward left assignment by efficient tool of digital design media in ingenious idea from architect in construction design method, hereupon, It can see that have meaning in point that modern architecture should be generated continuously which discussion about digital technology with development of modern architecture theory in multiplicity viewpoint.

**Keyword:** Digital Architecture, Simulation Software, Design Methodology, CAD, Digital Design Media



---

# 제 1 장

## 서 론

---

### 1.1 연구의 배경과 목적

1936년 영국의 수학자 튜링(A.M. Turing)이 현대 컴퓨터의 이론적 바탕이 되는 가상의 기계인 튜링기계를 발표한지 70여년이 지난 지금, 컴퓨터는 본래 그 단어가 뜻하는 ‘계산하는 기계’로서만 존재하기를 거부하고 인류의 생활체계의 가장 깊은 곳까지 침투하였다. 더욱이 현대사회의 이러한 양상들은 정보화 시대<sup>1)</sup>라고 일컬어지는 21세기에 들어서면서 급격한 컴퓨터기술과 정보통신기술의 발달로 가속화되고 있다. 이제 독감보다는 컴퓨터 바이러스의 기승이 대중의 관심을 더 모으고, 심지어 컴퓨터로 인한 인간의 질병이 생길만큼 그 영향력이 크다고 할 수 있다. 이를 바탕으로 컴퓨터를 비롯한 디지털 미디어는 사회의 주도적 매체로 자리 잡고, 정치, 경제, 문화, 예술 등 사회 전반에 걸쳐 근본적인 변화를 가져오고 있다.

따라서 인류의 역사를 통해 당시대의 사회적 특성과 그 맥을 함께 해오던 건축 환경 역시 새로운 디지털 기술 혁명에 의해 기존의 패러다임이 강력한 위협을 받고 있으며, 실제로 이전과는 다른 양상을 지닌 건축물들이 들어서고 있다. ‘디지털’은 이제 친숙한 언어가 되었다. 현재 대부분의 건축가들도 디지털 기술의 사용을 일상화 하고 있는 추세이다. 모든 도면은 CAD 프로그램을 이용하여 그려지고 생산된다. 이제는 2차원적인 CAD 시스템은 어느덧 옛말이 되고, 3D Studio MAX나 MAYA, Form-Z 등의 비·건축적 프로그램의 사용을 마다하지 않는다. 이러한 건축분야에 있어서 컴퓨터라는 디지털 디자인 미디어

---

1) Daniel Bell이 ‘후기산업사회의 도래(The coming of Post-Industrial Society)’를 1973년 출간한 이래, 사회과학자들은 그들이 전통적으로 산업사회, 또는 자본주의 사회 등으로 불러왔던 사회구조에 심상치 않은 구조적 대전환을 자각하고, 새로이 등장하는 사회를 후기산업사회, 지식사회, 정보사회라는 명칭으로 사용하여 부르고 있다.

의 개입은 단순히 기존에 종이와 펜에 의해 행해지던 디자인 행위를 컴퓨터 안으로 끌어들이는 것뿐만 아니라 디자인 행위가 컴퓨터 안으로 포함됨으로써 디자이너가 생각하는 개념을 컴퓨터 프로그램이 제공하는 여러 도구들을 이용해 표현할 수 있게 되었고, 나아가 건축 디자인의 주요 개념 그 자체가 되기도 한다. 즉 컴퓨터가 단지 재현 도구로서의 역할에서 탈피하여 새로운 공간적 실험의 중요한 요소로 이용되어 건축의 형태를 생성하고 그 변형을 조율하며 디자이너의 사고 영역을 확대시켜주는 디자인 수단으로 작용하고 있다. 이처럼 건축 디자인 도구의 변화로 인해 재현적 표현 매체가 오히려 설계 방법이나 과정뿐만 아니라 건축의 본질까지 바꾸고 있는 현상에 이르고 있다.

이러한 현상에 대하여 Branko Kolarevic은 외부의 형태를 모델링(modeling)하기보다는 내부적인 생성의 논리를 만드는 것이 디자이너의 역할이 되고, 생성된 디자인 중에서 더 가능성이 있는 것을 선별하고 디자인과 재현의 관계가 기존의 예측가능한 방식과는 다른 방식으로 작동하는 것을 디지털 디자인 미디어를 이용한 현대 건축의 특징으로 지적한다.<sup>2)</sup> 그가 지적한대로 이와 같은 현대 건축에서 평면은 더 이상 건축 형태를 가늠하는 수단이 되지 못하고, 고전적인 건축 형태 언어는 의미가 없어지며 ‘형태를 만드는 디자인’에서 ‘형태를 찾아가는 디자인’으로 건축 디자인의 패러다임이 전환되었다.

이에 본 논문은 디지털 디자인 미디어의 도입에 의한 건축 전반의 변화에 대해 알아보고, 건축가의 머릿속에서 일어나는 추상적인 디자인 프로세스를 시뮬레이션 소프트웨어에 맞춰 형식화하거나 기계적으로 자동 생성하고자 하는 디지털 아방가르드의 디자인 방법론에 대한 고찰을 통해 그 특성과 의미, 그리고 한계점을 고찰하는 것에 목적이 있다. 더불어 앞으로 건축 디자인 방법에서 건축가의 창의적인 아이디어와, 그것에서 디지털 디자인 미디어가 가지는 효율적 도구로서의 진정한 가치 모색에 대한 필요성을 주지하고자 하는 것에 그 의미가 있다.

---

2) Branko Kolarevic, "Digital Morphogenesis" in Branko Kolarevic (ed), Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, Taylor & Francis, 2003, p.13

## 1.2 연구의 대상 및 방법

현재의 건축가와 작품을 연구대상으로 한다는 것은 그 분류나 분석에 있어서 난해한 부분이 많다. 이들의 논의는 아직도 진행 중이며, 이것에 대한 비평가들의 의견도 천차만별이기 때문이다. 또한 공식적인 정의가 내려지지 않은 상태에서 ‘디지털 건축’이라는 용어가 공공연히 사용되고 있다는 점이다.

여기서 사례분석은 건축가 혹은 기술 파트너들이 기술한 여러가지 참고문헌과 또한 구체적인 수치와 기술적인 사항들을 담고 있는 작품집, 아티클, 잡지, 게재 기고문, 온라인 저작물 통해 일괄적으로 나타나는 경향과 건축 이론가나 비평가들에 의해 대표적인 사례를 추출해 낼 수 있었다. 일반적인 건축과 비교할 때, 디지털 테크놀로지와 사이버 스페이스에 대한 부단한 관심과 이 분야를 건축의 영역에 포함시키려는 건축가들의 독특한 견해가 그것이다. 이것을 다시 디지털 테크놀로지의 사용 목적과 방법, 그리고 문헌상에 나타나는 중요성에 의해 나눈다면, 건축에서 시뮬레이션웨어<sup>3)</sup>를 디자인 컨셉의 효과적이고 시시각각적인 설명과 최종 결과물의 사실적이고 세련된 표현을 위한 재현적 도구로서의 활용보다는, 디자인 진행과정에서 시뮬레이션웨어의 인공지능(artificial intelligent)이 형태생성논리로 차용되어 그 개입도가 지배적이고 그것에 대해 적극적이고 실험적으로 활용하는 디자인 방법론을 지양하는 사람들을 지목할 수 있는데, 본 연구에서는 이들을 디지털 아방가르드라 정의하겠다.

또한 본 연구는 다음과 같이 진행된다.

---

3) 본 연구에서는 재현적 도구로서 2차원 그래픽 표현을 위한 역할을 넘어서, 3d Max, Maya, Form-Z, Rhino, CATIA 등과 같은 3D 디지털 모델링 소프트웨어와 이와 같은 것들을 플러그 인(plug-in)하여 데이터나 변수를 분석, 대입하여 형태로 창출해내는 여타 C++ 계열의 소프트웨어까지 포함하여, 3차원적 논리 체계를 기반으로 형태를 생성하고 변형하는 3D 시뮬레이션 소프트웨어를 의미하는 것으로 ‘시뮬레이션웨어’라 정의한다. 또한 ‘디지털 디자인 미디어’는 디자인에 관련되는 모든 디지털 컴퓨터 기반의 소프트웨어나 하드웨어, 그리고 원격디자인을 위한 인터넷 네트워크까지 포함한. 시뮬레이션웨어의 상위의 포괄적 의미로서 사용한다.

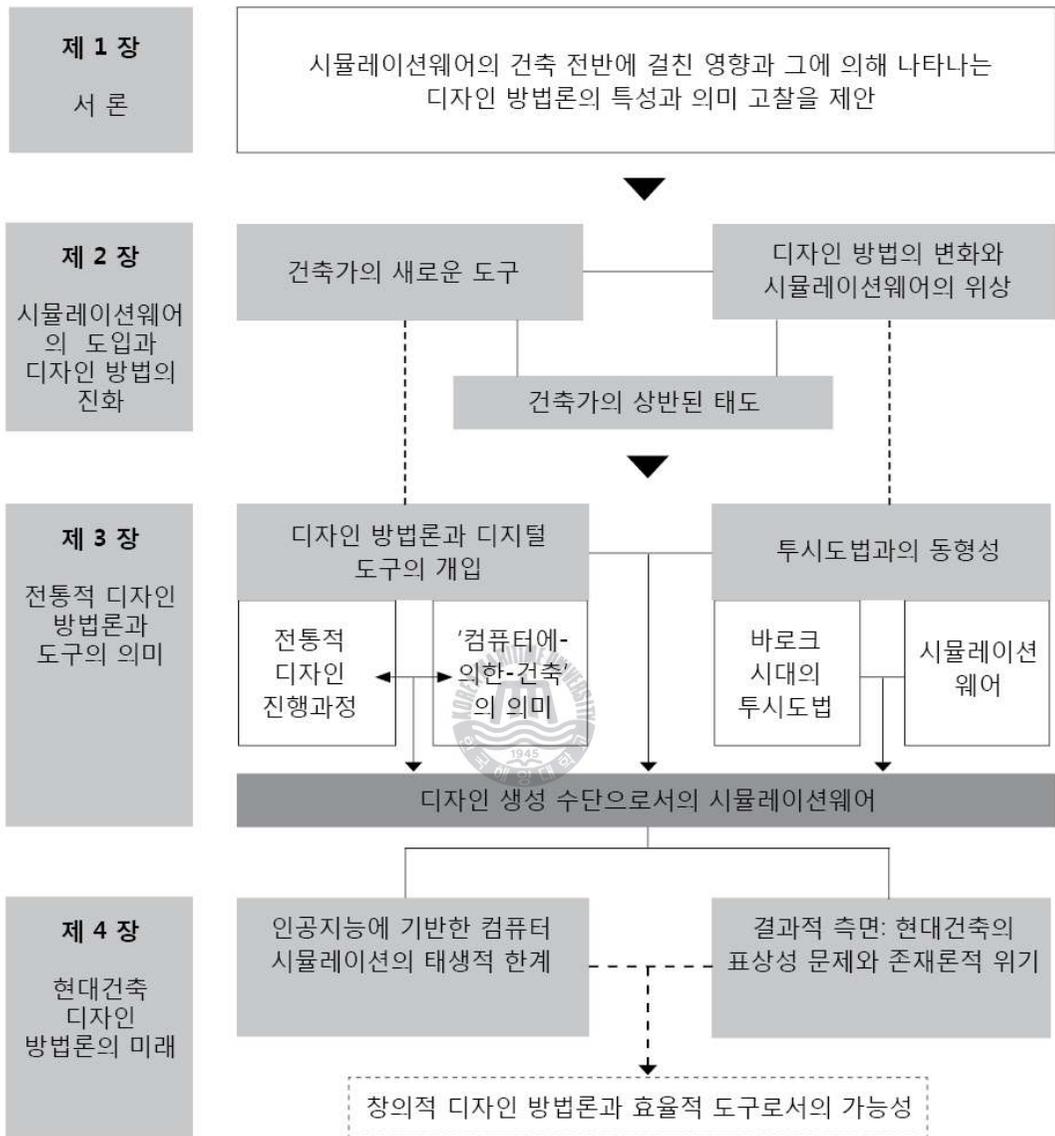
2장에서는 건축으로 시뮬레이션웨어가 도입되어, 그것이 건축가의 새로운 도구로서 어떠한 의미를 가지고, 그것을 대하는 건축가의 상반된 태도를 대표적으로 살펴보기로 한다. 또한 이에 의해 디자인 방법에 어떤 변화가 있으며, 그 속에서 시뮬레이션웨어의 위상에 대한 문제를 제기하고자 한다.

3장에서는 전통적인 디자인 진행과정과, 그 과정에서 컴퓨터의 개입위치에 대해 살펴봄으로써 본 연구의 기본 전제가 되는 ‘컴퓨터에-의한-건축’의 범위와 의미를 도출해본다. 또한 르네상스시대에서 바로크시대로 넘어가면서 그 목적과 본질이 변해버린 투시도법에 통해, 그에 시뮬레이션웨어가 가지는 동형성을 알아보고, 이로 인해 디자인 생성 수단으로의 시뮬레이션웨어의 역할 변화를 고찰해본다.

4장에서는 2장과 3장에서의 논의를 통해 디지털 아방가르드들의 디자인 진행과정과 그 방법론을 건축가의 역할과 비중, 시뮬레이션웨어의 개입여지와 위상에 대해 중점적으로 살펴보고 그 특성과 의미에 대해 밝힌다.

5장에서는 시뮬레이션웨어와 같은 디지털 도구의 핵심체계인 인공지능의 현상학적 관점에서의 한계점과, 과학과 공학매체에 의존하는 현대건축의 표상성에 관한 문제와 그 존재론적 위기에 대해 건축이론가 Vesely의 서술을 토대로 고찰해본다. 더불어 데이터에서 다이어그램으로, 다이어그램에서 형태로 진행되는 디자인 방법론에 대해 살펴보고, 그 특성을 통해 창의적 디자인 방법론과 시뮬레이션웨어의 효율적 도구로서의 활용에 대해 알아본다.

### 1.3 연구의 흐름도



<그림 1-1> 연구의 흐름도

---

## 제 2 장

# 시뮬레이션웨어의 도입과 디자인 방법의 진화

---

### 2.1 건축가의 새로운 도구

20세기 말부터 도입된 디지털 테크놀로지는 다양한 분야에 걸쳐 많은 발전을 이룩하였고, 이로 인해 현재 인류의 생활체계의 가장 깊은 곳까지 침투하였다. 건축에서도 이러한 디지털 테크놀로지의 도입은 예외가 아니다. 20세기 말에 도입된 컴퓨터 기술은 건축가에게 많은 영감과 함께 새로운 시도를 할 수 있는 기회를 제공하였다. CAAD(Computer Aided Architectural Design)라고 일컬어지는 컴퓨터를 이용한 건축 디자인은 건축가들에게 기존보다 편리하고 신속한 디자인 시스템을 가져다 주었으며, 디자인에 있어서도 기존의 정해진 형태(normal form)를 벗어날 수 있는 계기를 마련하게 된다. 이로 인해 건축 디자인은 변형된 형태(unformal form)를 창조해 낼 수 있으며, 실제적인 구축까지 이어질 수 있는 구축 기술을 마련할 수 있게 되었다.

이 같은 패러다임 속에서 디자인 방법은 많은 변화를 겪게 된다. 건축가가 디자인을 진행하는 과정에 있어서 다양한 디지털 디자인 미디어들이 도입되고, 이러한 것들을 통해서 건축가는 다양하고 실험적인 디자인을 할 수 있는 가능성을 제공받게 된다. 개념, 재현, 구축이라는 디자인 프로세스에 있어서 디지털 디자인 미디어의 도입은 건축가에게 새로운 형태생성에 대한 디자인 개념과 사유, 방법론을 실험할 수 있는 토대를 제공한다. 또한 이에 의해 생성된 디자인에 대해 실제로 구축할 수 있는 구조체와 클래딩(cladding)에 대한 정보도 제공하게 된다. 기존에 하지 못했던 새로운 형태 생성에 대한 가능성을 제공한 것 뿐만 아니라, 디자인 방법론에 있어서 건축가 자신만의 이론을 만들어가는

계기를 마련하게 된 것이다.

디지털 디자인 미디어를 통한 건축 디자인에 있어서의 변화된 양상은 새로운 형태생성과 구축에만 한정된 것이 아니다. 시뮬레이션웨어라는 새로운 도구는 디자인 컨셉을 설정하는데 있어 새로운 가능성 제공한다. 그것은 가상적으로 존재하는 다양한 데이터들 중에서, 건축가의 의도에 맞게 데이터를 선택하여 디자인 요소로서 재현되는 것이다. ‘0’과 ‘1’의 조합으로 만들어진 데이터(Data)들은 디지털 네트워크 사이에 존재하게 된다. 정보화 시대에서 데이터들은 끊임없이 생성되고, 이렇게 기하급수적으로 생성되는 데이터 속에서 건축가들은 프로세스에 맞는 데이터를 산출하여 선택하게 되는 새로운 역할에 직면하게 된다. 이러한 과정에서 데이터는 시뮬레이션웨어를 통해 디자인 개념으로 재생산되고, 그것을 정보화하여 디자인 프로세스의 컨셉으로 구현시키는 또 하나의 디자인 방법론이 등장하게 되는 것이다.



## 2.2 디자인 방법의 변화와 시뮬레이션웨어의 위상

초기의 디지털 디자인 미디어들은 디자인에 대한 재현적인 도구로써 사용되어 졌다. 그러나 디지털 아방가르드들은 디지털 디자인 미디어의 재현적 도구로써의 역할에서 한 단계 더 나아가, 시뮬레이션웨어를 통해 프로세스와 디자인을 생성하는 논리로서 가능성을 제공하였다. 기하학적인 형태 생성과 논리적인 프로세스의 형성은 시뮬레이션웨어의 도입으로 인해 과거와 다른 양상을 보여 주고 있다.

초기의 디지털 디자인 미디어를 활용하여 디자인을 완성하는 방식 이후 건축가들이 시뮬레이션웨어를 활용하는 가장 두드러진 특징은 형태 생성에 대한 개념과 방법론을 만들어냈다는 것이다. 이제 건축가들은 자신만의 디자인 방법론을 시뮬레이션웨어를 통해 재생산하게 되었다. 그렇다면 건축가들은 시뮬레이션웨어를 자신들의 디자인 방법을 보여주기 위한 도구로서 어떻게 사용했을까? 또한 이러한 시뮬레이션웨어를 디자인에 도입하였을 때 어느 시점까지 적용하여 건축가적 위치를 유지해야 하는 것일까? 시뮬레이션웨어가 디자인 과정으로 들어오면서 새로운 디자인에 대한 가능성을 제공하기도 했지만, 그에 못지않게 디자인 과정에서의 건축가의 위치는 기존과는 다르게 적용되었다.

건축가들이 시뮬레이션웨어를 통해 디자인을 형성하는 과정에는 다양한 디자인 요소들과 방법론이 수반된다. 아래의 <표 2-1>4)은 현재 활동하고 있는 디지털 아방가르드들의 디자인 개념을 의미하는 방법론에 대한 명칭을 보여준다. 건축가들이 제시한 디지털 개념들은 디자인 방법론에서 사용되는 개념이나 기법으로 작용된다.

---

4) <표 2-1> 디지털 아방가르드 작가별 디자인 개념 부분은 강훈, 현대 디지털 건축 디자인에서 '잠재성 드러내기'에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 계획계 21권 9호 2005, p.81 '(표 1)건축 디자인 작업과정에 나타난 디지털 개념'을 참조

건축가	디자인 개념(디자인 방법론)
Stephen Perrella	Hyper-Surface System
Reiser+ Umemoto	Complexity Theory
Marcos Novak	Trans · Liquid Architecture
Winka Dubbeldam/Archi. tectonics	Trans-formal Architecture
Peter Eisenman	Blurred Zone, Diagram
MVRDV	Datascape
asymptote	Scape
dECOi	Flux
DR_D	Variation
Greg Lynn	Animate form
Kolatan/Mac Donald Studio	Co-citation mapping
Oosterhuis associates	Body Building
kovac	Trans architecture, Reorganization
NOX	Cross-breeding of biology and technology
objectile	objectile
R&Sie	New territories
servo	Nurbline
UN-Studio	Diagrammatics, Mobile Forces

<표 2-1> 디지털 아방가르드 작가별 디자인 개념

이는 디자인의 전반적인 과정에 대한 의미를 함축하는 개념으로서, 형태를 생성하는 주요 키워드로 작용한다. 건축가들은 자신들의 디자인 개념과 그에 따른 방법론을 만들어가고, 그것을 통해 형태를 생성하는 디자인 방식을 보여주고 있다.

이렇게 시뮬레이션웨어를 통해 디자인을 완성해가는 방법론의 개념은 건축가 개인의 특성에 맞춰 발생된다. 시뮬레이션웨어가 도입되면서, 현대 디지털 아방가르드들에게 보이는 특성은 앞에서 설명했듯이 개인적인 디자인 개념과

이론을 만들어 낸다는 것이다. 디자인 방법에서의 다양성이 시뮬레이션웨어를 통해 가능하게 된 것이다.

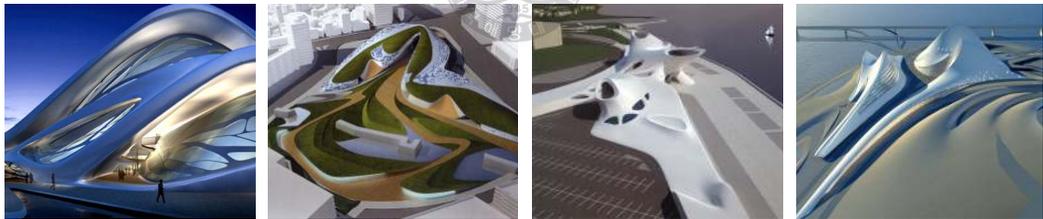
건축가들은 이러한 시뮬레이션웨어의 특성을 살려, 저마다 각기 자신의 디자인 특성을 보여주는 방법론을 개발하기 위해 실험적인 탐구를 하게 된다. 이러한 과정에서 건축가들은 시뮬레이션웨어를 어떻게 받아들이지는 의문점을 갖게 된다. 시뮬레이션웨어를 통해 실험적인 건축이 가능해지지만 그로 인해 파생될 건축가의 역할에 대한 위치와 비중, 프로세스 내에서의 시뮬레이션웨어의 위치와 비중이 딜레마로 작용할 수 있기 때문이다.

따라서 이러한 다양한 디자인 개념들로 인한 형태 생성이 건축가에 의해 발생되는 것인지, 시뮬레이션웨어에 의해 발생하는 것인지에 대해서는 충분히 살펴봐야 할 것이다. 즉 디자인 개념을 통한 건물 디자인에서 시뮬레이션웨어는 그 같은 개념을 사용하여 건물의 형태를 만들 수 있는 도구로서 사용되는지, 아니면 전자와는 달리 전반적인 프로세스를 시뮬레이션웨어에 의탁하여 건축가는 그러한 과정에 대한 정리로서 디자인을 생성하는지 고찰해보아야 할 것이다.

## 2.3 건축가의 상반된 태도

현재 모든 건축가들의 시뮬레이션웨어의 활용 방식과 태도를 분석하고 그 유형을 나열하는 것은 불가능하며, 또한 의미가 없을 정도로 디지털 도구의 사용은 일반적이다. 대부분의 학생들이나 건축가들은 시뮬레이션웨어의 활용을 자신의 디자인 컨셉을 효과적이고 시지각적으로 설명하고 최종 결과물을 사실적이고 세련되게 표현하는 재현적 도구로서 중점을 두고 있는 것이 일반적이다. 또한 각종 공모전이나 현상설계에 그 역할과 효과는 아주 크다고 말할 수 있다.

이에 대해 자하 하디드의 예를 들 수가 있다. 하디드는 뉴욕 타임즈에서 “Zaha Hadid: A Diva for the Digital Age” 라는 제목으로 소개되고, ‘Digital Hardid’ 라는 책이 출간될 정도로 디지털 디자인 미디어에 탁월한 활용과, 그 디자인 결과물 또한 각종 주요 국제현상설계를 통해 두각을 나타내며 높이 평가되고 있다.



Performing Arts  
Center  
Abu Dhabi, 2007

동대문 운동장  
공원화 사업  
서울, 2007

Museum of Nurasic  
and Contemporary Art  
Sidney, 2007

Dubai Opera House  
Dubai, 2008

<그림 2-1> 자하 하디드의 최신 국제현상설계 당선작(렌더링)

하지만 아이러니하게도 디지털 디자인 미디어에 대한 하디드의 생각은 예상과는 다르다. 이에 대한 하디드의 진술은 다음과 같다.

“나는 그것을 사용해본적이 없다. The Peak의 막바지와 이미 디자인이 되어있는 Tomogaya Building의 애니메이션을 위해

유일하게 사용했었다. 나는 컴퓨터가 유용한 도구라고 생각하지 않는다. 그것은 어떤 작품이던 아주 빠르게 3차원적으로 불러고 한다면 유용할 수도 있고 생각한다. 나는 여전히 컴퓨터보다는 손이 더욱 빠르다고 생각한다.”<sup>5)</sup>

“나는.....드로잉들이 중요한 출발점이라고 생각하고 있습니다.....또한 나는 드로잉을 통해 훨씬 더 많은 것을 즉흥적으로 만들어낼 수 있다고 생각합니다. 회화의 드로잉에는 컴퓨터 렌더링에서는 놓치기 쉬운 또 다른 작업의 레이어가 존재합니다.....하지만 나는 열 다섯에서 스무 대쯤의 컴퓨터 화면을 앞에 두고서 그것들을 동시에 볼 수 있기 때문에 그것으로부터 또 다른 레퍼토리를 얻기도 하죠. 우리는 이제 단면, 평면, 그리고 움직이는 3차원 장면을 동시에 볼 수 있습니다. 그리고는 마음속에서는 그것을 또 다른 방식으로 보는 것이죠. 그러므로 그것이 우리의 시각을 강화해주는지, 약화시키는지에 대해서는 확신할 수 없습니다. 그저 그것이 다른 방식이라는 것만을 생각할 뿐입니다. 그리고 우리는 여전히 언제나 물리적인 모형을 만듭니다. 또한 스케치도 계속하고 있습니다.”<sup>6)</sup>

이와 같이 하디드는 예전부터 이어오던 자신의 디자인 방법을 여전히 고수하며 디자인 도구에 대한 인식에는 변함이 없음을 강조한다. 물론 표면적으로 디지털 디자인 미디어의 영향에 의해 건축 조형에 대한 인식에는 다소 변화를 보이는 듯하지만, 자신의 디자인을 결정하는 컨셉이나 공간구성, 그리고 최종형태와의 관계는 디지털 디자인 미디어에 영향 아래 새롭게 생겨난 것이라 보기 힘들다. 이는 Joseph Giovannini가 “하디드는 짓던 짓지 아니하던 건축의 이론

---

5) Richard Levene & Fernando Marquez Cecilia, *Interview with Zaha Hadid*, ‘컴퓨터가 유용한 도구 이냐’ 라는 질문에 대한 답변, *El Croquis* 52, 1992

6) Moshen Mostafavi, *Landscape as Plan a conversation with Zaha Hadid*, *El Croquis* 103, 2001



<그림 2-2> 자하 하디드의 조형 인식의 변화

(좌: Vitra Fire Station, 1990 / 우: Nordpark Cable Railway, 2004)

과 책략(practice)의 방법론을 재현하는 자신의 예술작품(oeuvre)을 통해 그녀의 사무실을 지휘한다. 처음 그리는 법을 배웠을 때부터 그녀는 미지의 디자인 영지를 자전거로 여행을 하듯 다양한 매개체(medium)를 사용해왔다....그녀는 절대 단순한 기술자가 아니다....컴퓨터는 이미 표현된 비전과 잠재되어 있는 비전, 둘다를 강화시킨다. 그녀가 사용해왔던 모든 도구와 마찬가지로 컴퓨터는 ‘하디드’가 더욱 ‘하디드’ 다울 수 있도록 도울 뿐이다.”<sup>7)</sup> 라는 설명을 통해 알 수 있다.



이러한 디자인 방법론과 그 진행과정에서의 시뮬레이션웨어에 대한 태도는 현재 실험적인 디지털 아방가르드들은 부적절한 것으로 인식하는데, 그 이유는 다음과 같다.<sup>8)</sup>

첫째, 동적이고 예측불가능한 변수들을 제거하거나 단순화시켜서 작업의 효율성을 도모한다는 점이다. 이러한 단순화 작업은 디자인 과정을 헛수고하면서 되풀이 하지 않도록 중간에 일어날 수 있는 돌발상황들에 미리 대처하기 위한 방편이라 생각된다. 예를 들어 20여가지의 디자인 요소들이 대략 5~6가지로 단순화된다고 생각해보자. 물론 디자이너가 나머지 것들이 미진한 영향력을 미

7) Joseph Giovannini, "In The Nature of Design Materials: The Instruments of Zaha Hadid's Vision", Zaha Hadid, Guggenheim Museum Publications, 2006

8) 류무열, 디지털건축의 ‘시간기반 프로세스’에 관한 연구, 서울대학교 석론, 2002, p.54

칠 것이라고 판단되어 이들을 무시한다고는 하지만 그 가능성은 알 수 없다는 것이다. 또 과학에서 말하는 카오스 이론이나 복잡성의 과학은 이러한 단순화를 절대로 용납하지 않는다. 이른바 ‘나비효과’ 때문이다. 게다가 5~6가지로 조합할 수 있는 경우의 수는 20여개를 조합하는 경우의 수보다 월등히 적다. 결국 이것은 디자인 창작에 있어서 그만큼 제한된 원인으로 작용하고 결과적으로 제한된 소득을 낳게 된다는 것이다.

둘째, 복잡하고 유동적인 현대사회를 적절히 반영하지 못한다는 점이다. 현대사회는 정보화 사회이다. 정보는 비물질적인 것으로 각종 유·무선 네트워크로 인해 사방에서 흡수되며 동시에 사방으로 뿔어져 나간다. 이미 우리는 지구촌이라는 말을 절실히 실감하면서 살아가고 있다. 지구의 반대편에서 서로를 가깝게 느낄 수 있고, 그리니치 전문대를 기준으로 정한 지역적인 시간이란 의미도 퇴색되어 가고 있다. 인터넷 표준시를 정하자는 의견도 설득력을 얻는 것도 이 때문이다. 현대는 정보를 얼마나 빠르게 다량으로 보유하느냐에 따라 그 경쟁력이 좌우되는 사회이며, 이 정보의 가치도 물질적인 재화와는 달리 그 생명이 매우 짧은 것이 특징이다. 그만큼 유동적이며 순간적인 사회에서 우리가 생활하고 있는 것이다. 결국 우리가 한시적으로 파악한 건축 디자인의 핵심적인 요소들도 이러한 사회분위기와 발맞추어 빠르게 변하며 순간적이다. 어제 파악한 환경요소가 하루아침에 휴지장처럼 쓸모 없을 수도 있으며, 반대로 결정적인 디자인요소로 취급될 수 있는 것이 바로 현대사회라는 이해이다.

위에서 언급한 이유들로 인해 이른바 디지털 아방가르드들은 전통적인 디자인 방법론을 외면하고 새로운 방식으로 전환하게 되는데, 이것은 시뮬레이션웨어를 디자인 진행과정에 적극적으로 개입시키는 것과 밀접한 관련이 있다. 시뮬레이션웨어를 이용한 디자인 방법론은 컴퓨터 알고리즘에 의한 필연적 우연성의 디자인을 들 수 있는데, 이것은 시뮬레이션웨어가 만들어 내는 형상, 즉 건축가의 의지 개입이 미미한 관계 속에서 컴퓨터 알고리즘에 의한 우연성의

계기로 형태를 생성하거나 그로부터 영감을 얻게 되는 것이다.

그 내용을 좀 더 살펴보면, 시뮬레이션웨어를 활용한 건축 디자인 행위는 종래의 제한적 매체를 사용하는데에서 벗어나 다양한 디지털 디자인 미디어를 활용하고 있다. 또한 디지털 테크놀로지의 발달로 발생한 사이버 스페이스에서 중력과 시간의 속박에서 벗어나 자율적인 형태의 건축 행위가 이루어지고 있다. 이러한 디자인 행위는 더 이상 물리적 공간을 점유할 필요도 없으며 실제에 존재하는 시간 개념과 다른 시간 속에서 창작 행위가 이루어질 수 있다. 종래의 디자인 행위가 물리적 재료를 이용하여 완성된 결과물을 평가하는 작업인 반면 디지털 작업은 가상공간에서 디지털 데이터의 조작을 통해서만 만들어지는 가상적 재료를 이용함으로써 물리적 재료를 소모하지 않고 시행착오를 줄일 수 있으므로 경제적으로도 자유로운 디자인 행위가 가능하다. 그 결과 사이버 건축에서는 보다 다양한 개념적 건축이 이루어지고 있다.

이렇게 건축에서의 시뮬레이션웨어의 접목은 건축 디자인 방법뿐만 아니라 그 형태에도 영향을 미치며, 하나의 고정된 이미지가 아니라 시간과 정보에 의한 다양한 형태로 변화하는 새로운 건축형태 생성이 이루어지고 있다.<sup>9)</sup> 피터 아이젠만의 서술은 하디드와 상반된 태도로서 이러한 면을 잘 설명해주고 좋은 예이다.

“나는 컴퓨터를 사용하기 시작했고 컴퓨터는 나를 위해 내가 손으로 생성하기에 불가능한 형태를 생성하기 시작한다. 나의 손은 고전적 미학에 의해 한정되어 있다고 믿는다. 우리의 손과 눈은 모두 어떠한 특정한 방식으로 길들여져 있다. 컴퓨터는 나를 자유롭게 하고 내가 이해하지 못하거나 좋아하지 않는 형태를 생산한다. 컴퓨터는 나를 위해 마력, 에너지와 신비로움을 지녔다.”<sup>10)</sup>

---

9) 허성원, 디지털시대 건축조형의 표현특성에 관한 연구, 경남대 석론, 2001, p.30

10) Carsten, Juel-Christiansen., Interview med Peter Eisenman, p.12

---

---

## 제 3 장

### 전통적 디자인 방법론과 도구의 의미

---

---

#### 3.1 디자인 방법론과 디지털 도구의 개입

##### 3.1.1 일반적 디자인 진행과정

건축행위는 건축가의 사고체계 내에서 형성되는 개념과 그것이 형상화되는 구체적인 재현, 그리고 이를 실질적인 재료로 구축하는 일련의 ‘개념-재현-구축’이라는 진행과정으로 이해할 수 있다.<sup>11)</sup> 이러한 과정은 디자인 방법론으로서의 디자인 프로세스<sup>12)</sup>와 관계가 있다. 건축가 혹은 디자이너의 사고체계로부터 최종적인 디자인 대상물이 실현되기까지의 과정을 연속적인 프로세스로 고려할 수 있기 때문이다. 이것은 먼저 건축물을 포함하여 인공적인 대상물을 디자인하는 과정 전반으로 상정될 수 있다. 즉, 단순한 공업품에서부터 복잡한 비행기에 이르는 인간에 의한 인공적인 대상물들은 디자인의 기본적인 개념이 설정되고 이를 기반으로 구체적인 형상을 지닌 표현매개체를 통해 구체화된다. 이렇게 형상화된 디자인 대상물은 실제 물성을 지닌 대상으로 실현될 수 있도록 기술되는 과정인 재현을 거쳐, 각 부품과 부재제작과 현장에서의 조립이라는 일련의 단계를 가진 프로세스에 의해 창조된다. 이는 ‘개념’으로부터 형상화

---

11) 박정대, 곡면형상의 구축을 위한 디지털 기술과 건축 디자인 프로세스, 서울대학교 박론, 2005

12) 이론적인 논의로서 디자인 프로세스는 60년대 등장한 디자인 방법론에서 시작하고 있다. Lampugnani(1988)은 현대건축의 전환기로 평가되는 CIAM 해체 이후 등장하게 되는 건축분야의 디자인 방법론에 대해 건축사조의 변화와 관련하여 ‘건축형태의 합리성’, 즉 건축가의 조형적 의지와 함께 윤리적 실체로서 형태의 진행과정에 통한 투명성을 추구한 것이라 평가하고 있다. 국제주의 양식과 같은 공통의 형태언어보다는 디자인을 전개시키는 공통의 태도를 강조함으로써, 양식개념을 거부하고 과학적인 디자인 방법론의 필요성을 역설한 것이다. Lampugnani, V. M, Architecture & City Planning in the 20th Century

가 이루어지는 ‘재현’, 그리고 그 대상물을 실현하기 위한 ‘구축’이라는 일련의 과정으로 정리될 수 있다.

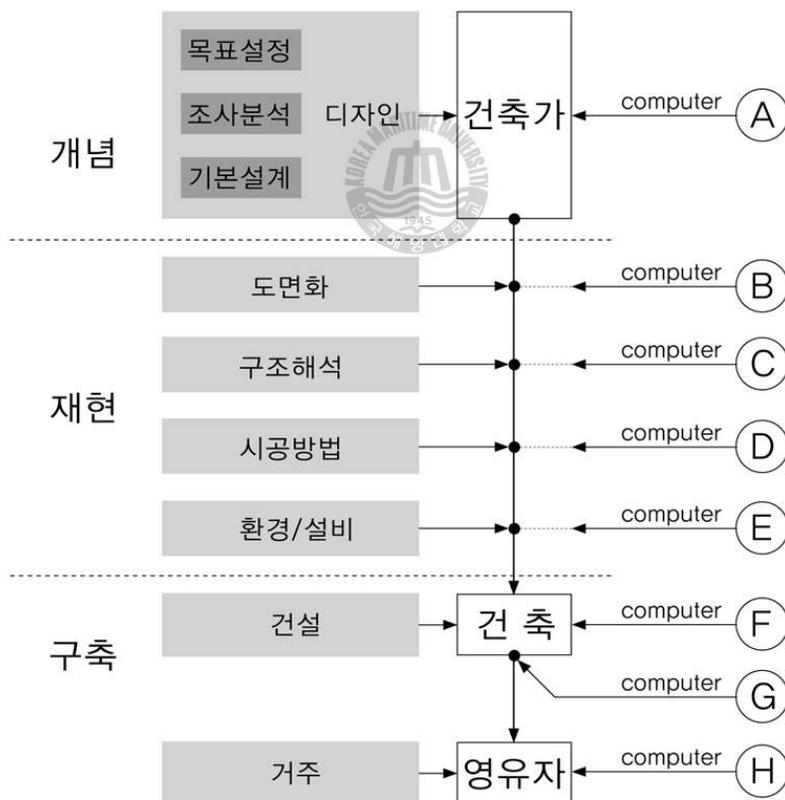
이 과정의 초기영역인 ‘개념’은 주어진 공간의 조건에 대한 문제인식과정에서부터 문제해결을 위한 자료수집과 분석을 통한 개념창출과정이라 볼 수 있다. 즉 창의적 아이디어가 발아되는 단계로서, 드로잉, 이미지, 사진, 다이어그램, 모형, 통계 및 분석을 통한 데이터자료 등 다양한 표현 매개체를 통해 디자이너의 사고체계 내에 가상적으로 존재하는 디자인 개념을 적절한 매개물로서 구체화가 이루어진다. 그리고, 표현 매개체를 통해 구체화된 디자인 개념을 전개시켜 대지, 용도, 프로그램, 형태, 규모, 공간 등의 디자인 요구조건을 만족시키는 적절한 대안의 검토를 통해 최종적인 디자인을 결정할 수 있다. 특히 형태 면에서는 건축가의 직관이나 주관적인 판단에 의해 많이 좌우된다. 그리고 자료를 수집하는 범위에 있어서도 국가적 범위, 도시적 범위, 지역적 범위, 지구적 범위에 따라 각기 다른 자료를 취하게 되는데, 범위가 넓어질수록 취해지는 자료는 통상적으로 상용되는 객관적인 사실에 근거하며, 좁은 범위로 내려갈수록 주관적인 판단에 의지하게 된다. 그리고 이러한 대지분석은 한번에 그치지 않고 여러 번에 걸쳐 수시로 이루어진다. 건축가가 대상 대지에 자주 드나드는 것은 쉽게 간파할 수 있는 대지의 독특한 특성을 간파하려는 목적이 있기 때문이다. 이렇게 결정된 여러 디자인 요소들은 추상적인 것이든 구체적인 것이든 간에 디자인을 위한 밑바탕이 된다. 이러한 ‘개념’ 영역에서는 ‘재현’ 영역으로 이행될 수 있는 완결된 형상화가 이루어지기 전까지 피드백의 과정의 여러 번에 걸쳐 반복적으로 이루어지게 된다.

중간영역인 ‘재현’은 실질적인 구축이 전제된 측정 가능한 형태로 기술(description)하는 과정이다. 건축가의 머리에 축적되어 있는 데이터베이스를 근거로 하여 배치계획과 매스계획이 이루어지는데, 이 과정도 스터디모델과 스케치 작업을 통해 끊임없이 반복된다. 이것이 진전이 되면 최종적인 스킴(scheme)을 위해 마지막 도면들을 그려내고 이것이 곧 실시설계도면으로 치환되어 실질적인 ‘구축’의 단계로 넘어가게 된다. 이는 개념의 형상화를 위한 시

각적인 재현과 동시에, 지을 수 있는 시공성을 고려하여 재료의 물성에 기반한 구축적 속성을 지닌다. 물론 일률적으로 이런 디자인 방법을 사용하지는 않지만 일반적으로 대개의 경우 이러한 과정으로 진행된다.

### 3.1.2 ‘컴퓨터에-의한-건축’의 의미

디지털 디자인 미디어가 도입된 경우에도 앞서 논의된 디자인 방법론에 대한 이해와 크게 다르지 않다. 하지만 이러한 디지털 디자인 미디어의 활용과 위치라는 측면에서는 일반적인 디자인 방법론과 차이점을 지닌다. 이것은 건축 디자인 진행과정에 있어서 컴퓨터 사용의 분류를 기반으로 컴퓨터가-사용된-건축과 컴퓨터에-의한-건축의 구분에 의해 설명되어진다.



<그림 3-1> 건축 디자인 진행과정의 컴퓨터 사용 분류

위의 <그림 3-1>은 일반적인 디자인 진행과정 중 컴퓨터의 사용을 보여주고 있다. 이를 통하여 건축 디자인 진행과정 대부분에 컴퓨터가 사용되고 있음을 알 수 있다. 하지만 이것은 단순히 컴퓨터가 사용되어질 뿐이다. 디자인 진행과정에서 ㉠를 제외한 ㉡,㉢,㉣,㉤,㉥,㉦,㉧,㉨는 무엇을 디지털이저 할지, 어떻게 처리할지의 과정과 내용이 이미 고정된 영역으로 생각할 수 있다. 즉 건축의 디자인을 결정하는 요소가 아니라 이미 결정된 건축 작업을 수행하는 도구로서의 기능을 수행한다. 대부분의 건축은 이러한 컴퓨터가-사용된-건축으로 볼 수 있다. 하지만 ㉠단계는 디자인 진행과정의 초기 단계로서 건축가의 상상력과 창의력에 의해 아이디어가 발아된 시점부터 아이디어의 구체적 형상화를 위한 전반적인 관념적 사고과정을 모두 포함한다. 즉 일반적으로는 건축가의 머릿속에서 이루어지는 사고 과정만을 지칭하였으나, 디지털 디자인 미디어가 개입되면서 컴퓨터가 논리적 사고과정의 일부분을 담당하거나 건축가가 디자인을 위해 컴퓨터를 의존하여 사용하며, 아이디어를 디지털이저하고 처리하는 것으로서 컴퓨터에-의한-건축의 의미를 지닌다. 즉 일반적인 디자인 방법론으로부터 변화된 디지털 디자인 미디어를 이용한 새로운 디자인 방법론이란 ㉠지점의 컴퓨터의 개입유무로 설명할 수 있다. 단 디지털 디자인 미디어가 가지는 그래픽 표현 특징은 논리적 사고 과정에 의한 결과물로 봐야 하므로 재현성으로 분류해야 하며 개념의 범위로는 디자인을 생성하기 소프트웨어의 논리적 구조체계와 변수들 사이의 관계 해석으로 그 범위를 제한해야 한다. 이러한 것에는 형태를 생성하고 변형시키기 위한 3D 기반의 시뮬레이션 소프트웨어가 사용되고 있다.

### 3.2. 투시도법과의 동형성

먼저 투시도법<sup>13)</sup>(perspective)이나 디지털 디자인 미디어의 표현 방식은 우리가 바라보는 이 세계를 매우 정교하게 재구성해주는 수학적이고 추상적인 논리체계라 할 수 있다. 그러므로 그것에서 표현되는 이미지들은 정신생리적(psychophysiological)으로 우리의 망막을 통해 보여지는 이미지와는 다르다. 그들은 단지 인간의 편의에 의해 자의적으로 만들어진 규칙체계로서, 그것을 만든 사람들의 시공간 개념과 세계관을 명확하게 담게 된다. 그들이 적용된 시기는 다르지만, 모두 특정한 담론을 바탕으로 형태와 공간을 생산해내는 표현-기계들이라는 점에서 공통점을 가진다.<sup>14)</sup>

투시도법의 정확한 출현 시기는 알려져 있지는 않다. 그리스와 로마인들이 부분적으로 투시도법을 사용하였고, 아마도 유클리드의 광학(Optics)이라는 저서에서 그 이론이 출발한 것으로 알려져 있다. 이 저서에 의하면 눈으로부터 나온 광선 피라미드가 물체의 면과 만나게 되는 윤곽을 말하는 것으로 특히 시각 구조를 분명히 하였다. 이것은 선형투시도<sup>15)</sup>의 원리를 밝히는 이론적 배경이 되었다. 이러한 광학이론은 중세 때 이미 상당히 밝혀졌는데, 13세기 초에 영국의 성직자 그로스테스트(Robert Grosseteste)가 렌즈와 거울을 이용한 실험을 하였고, 이후 이러한 연구를 진행한 사람은 베이컨(Roger Bacon), 비텔로(Wielelo), 펙캠(John Peckham) 등이 있다. 중세시기는 전반적으로 음영이나 초점 대신에 투명함과 지혜로서의 빛의 기하학적 질서에 관계하였다. 13세기

---

13) 여기서 투시도법은 *perspectiva artificialis*를 가르킨다. 이것은 고대와 중세의 시지각체계인 *perspectiva naturalis*와는 구분되는 것이다. 이것은 르네상스 이후 발전된 것으로 지금까지 건축분야에서 사용되고 있는 것이다. 정인하, 투시도법과 디지털 표현방식의 비교를 통한 비표상적 건축에 관한 연구, 건축역사연구, 통권34호, 2003

14) 정인하, Ibid

15) 투시도는 원근법의 원리를 기초로 하며, 이는 크게 선형투시도(*linerar perspective*)와 대기투시도(*aerial perspective*)로 나눌 수 있다. 전자는 눈과 물체사이의 투명한 평면에 맺히는 시각원추의 외곽선을 따라 2차원에 3차원의 물체를 표현하는 형식이고, 후자는 대기의 물리적 현상에 기인한 색채의 변화 농담(濃淡)의 차이에 의한 원근이나, 깊이감을 표현하는 것을 말한다.

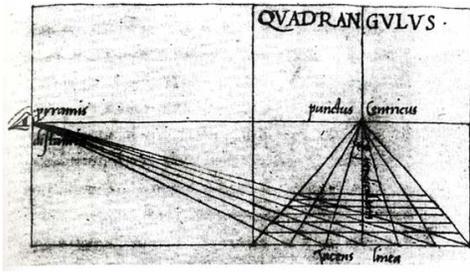
후반에 비텔로는 그의 저서 *Perspectiva*에서 광학의 이론적 기초를 탐구하였고, 껍감의 저서는 르네상스 투시도법이 발전하는데 밑바탕이 되었다.

투시도법이 가지는 기본 원리들은, 그에 대한 이론이 형성되던 르네상스 시기에 대부분 만들어졌고, 그 후로 계속해서 정교해지다가 17세기 이후에 완전한 체계를 갖추게 되었다.<sup>16)</sup> 이들을 대략적으로 살펴보면, 먼저 투시도법은 완전히 수학적인 모델로서 가정되었다. 르네상스 이전의 것과 비교하여 두 가지 점이 새롭게 정의되면서 가능해 졌는데, 하나는 소실점과 시점의 개념이 명확히 제안되면서였고, 나머지는 시점으로부터 멀어지면서 단축되는 거리의 비율이 결정되면서였다. 이러한 소실점의 개념을 최초로 제안한 사람은 필리포 브루넬레스키(Filippo Brunelleschi)로 알려져 있다. 그는 멀리 떨어진 물체를 가깝게 볼 수 있는 방법을 실험하였다. 이를 위해 그는 피렌체의 산 지오바니 광장의 세례당을 매우 정교하게 그려 그 가운데에 구멍을 뚫었다. 이어 그림 뒤에 거울면을 설치하여 구멍을 통해 자신의 그림이 정확하게 그려졌음을 확인하게 되었다. 이런 원리를 통해 멀리 존재하는 건물의 모습을 가까이로 끌어올 수 있다는 생각이 가능하게 되었다. 그의 이런 실험이 오늘날의 투시도법이라고 부르는 방식을 만들어냈다고 할 수 있다.<sup>17)</sup> 하지만 브루넬레스키의 이런 실험에도 불구하고, 실재를 완벽한 수학적 모델로 담아내는 데까지 여전히 모호한 부분이 남아 있었다. 그는 투시도법의 원리를 명료하게 예시하였으나 깊이감을 수학적인 모델로 전환시킬 방법을 찾아내지 못했던 것이다. 이에 알베르티(Leon Battista Alberti)는 그의 논문 <Della Pittura>를 통해, 시점과 평면 사이를 선으로 연결시키고 그것을 화면의 수직면에 대응시켜서 거리상 단축되는 비율을 정확하게 구해내는 방법을 제안하였다. 이로 인해 평면과 단면만으로 완전한 3차원적인 투시도를 그릴 수 있게 되면서 공간과 그 속에 담긴 사물들을 수학적으로 규정하게 되는 길이 열리게 되었다.

---

16) Alberto Perez-Gomez, Louise Pelletier, *Architectural Representation and the Perspective Hinge*, MIT Press, 1997

17) 정인하, *Ibid*



<그림 3-2> Perspective diagram,  
Leon Battista Alberti

이러한 투시도법은 과학이나 예술에  
못지 않게 건축에서도 많은 영향을 끼쳤  
다. 건축에서 투시도법의 목적은 종이나  
캔버스와 같은 2차원 매체를 우리 눈에  
보이는 3차원의 세계로 재현하는 것으  
로, 투시도법이 발전될 때까지 건축에서  
사용된 주된 표현방법은 비트루비우스의  
시대부터 알려져 있던 평면도와 입면도

였다. 평면도나 입면도의 시점은 3차원 장면을 단순히 도식적 재현으로만 나타  
내었고, 어떻게 재현된 장면이 눈에 보여지는가에 대한 시각적인 시뮬레이션은  
보여주지 못하였다. 이와 달리 투시도법을 사용한 재현 방법은 가장 완전한 시  
각적 시뮬레이션을 제공하였고, 실제로 지어지기 전에 디자인된 건축 작품의  
모습을 보여주어 건축 공간을 탐구할 수 있는 수단을 제공해주었다. 또한 투시  
도법은 건축이 미학과 통합되어지는 방법이기도 하였고, 내부 공간과 도시 공  
간을 표현하려는 시각적 외형의 표현뿐만 아니라 심지어 건축을 통해 나타내려  
는 건축 디자인 그 자체에 포함되어 작가의 주제까지도 표현하였다. 다시 말해  
건축의 내부공간은 천장과 벽, 바닥과 같은 요소에 의해 짜여진 틀로서 만들어  
지는 것이지만, 르네상스 건축에서 공간구성은 1점 투시도로 반영되어 완성되  
었다. 이를 통해 투시도법으로 완성된 내부공간은 공간의 위계, 건축요소의 중  
심배치 또는 선형배치를 통해 시각요소의 집중성을 만드는 중심시각 등과 같은  
건축가의 개념구조를 표현하는 방법으로서 사용되었다.

라파엘로(Raphael, 1483-1520)의 <아테네 학당 School of Athens>은 이  
러한 투시도법의 역할을 보여주는 대표적인 예이다. 이 그림은 볼트와 바닥의  
패턴, 기둥열에 의한 시각적 깊이감 형성, 건물의 폭과 높이에 의한 정사각형면  
틀 구성 등과 같이 투시도법에 의한 공간 묘사에 뛰어난 작품이다. 또한 이렇  
게 만들어진 아치의 통로는 그림을 바라보는 사람이 그리스 철학자들과 마주보

며 서있는 아치의 공간을 허상으로 만들어준다. 실제 그림의 소실점과 수평선은 관찰자의 눈높이보다 높다는 느낌이 들지만 관찰자의 시선과 감정을 그림 속의 철학자 모임으로 완벽히 몰입시키기 때문에 아테네 학교의 철학자들을 주제로 하였던 라파엘로의 의도를 투시도법을 통해 그대로 전달받을 수 있다.



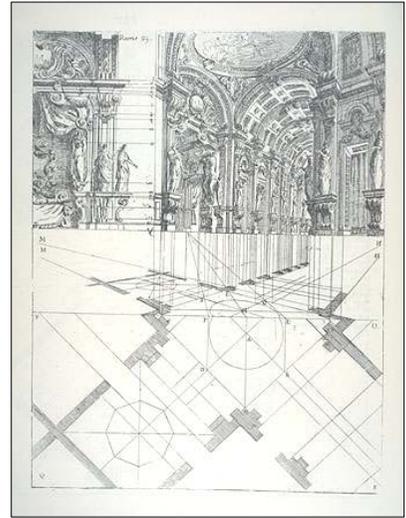
<그림 3-3> 아테네 학당, 라파엘로

이와 같이 르네상스 시대부터 발달한 투시도법은 관념화된 공간과 건축구성을 인공물의 지각으로 변형하는데 필요한 도구였다. 그러나 바로크 시대를 거치면서 투시도법은 단순히 3차원 세계를 2차원으로 옮겨놓는 것에서, 투시도법의 원리 그 자체로 구현된 건축이나 도시를 완성하는 것이 목표가 되었다. 15세기 말부터 투시도법의 용도는 건축의 표상하기 위한 목적에서 시각적(visual)인 이미지에 의해 정의된 건축 공간의 창조로 그 목적이 변한 것이다. 즉 건축의 내부공간이나 도시공간을 재현하기 위해, 또는 3차원의 공간을 2차원의 매체위에 완벽하게 재현하기 위해 사용된 투시도법은 투시도법의 이미지를 통해 건축의 공간을 완성하려는 방법으로 다시 말해 건축의 이미지가 이미지의 건축을 창조하는 것으로 변화하였다. 이러한 것들의 발전은 후기 바로크 시대의 환영적(illusionistic)인 그림과 이 시기의 극장디자인에서 잘 볼 수 있다.

18세기 초, Ferdinando Galli da Bibiena는 “veduta per angolo”라는 대각선에 의한 투시도법의 새로운 형식을 발명하였다. 전통적인 투시도법의 무대와

는 달리, 청중석(auditorium)의 환영적 확장  
 같이 대각선의 정렬이 야기한 불연속적 구축이  
 었다. 무대 건축은 우리의 것과 비슷한 세계를  
 표현하지만 사실, 그것에 속하지 않는다. 그것  
 은 유사한 무언가의 그림일 뿐이다. 근대 인문  
 학자의 진술에 따르자면 "오직 예술이라 선언  
 된 그림의 비현실성 속으로의 이러한 비행은  
 바로크의 환영(illusion)을 파괴하였다." 우리는  
 또한 그것의 맥락으로 부터 바로크의 환영의  
 분리가 상징적 표상에 의존하는 연속성을 파괴  
 한 것도 볼 수 있다. 환영(illusion)은 여전히  
 무언가를 표상하는지도 모르지만, 그 표상은 단  
 지 심미적(aesthetic)일 뿐이다.<sup>18)</sup>

상징적 표상에서 심미적 표상으로의 변형은 17세기와 18세기의 문화에 의  
 해 명확히 형성되었다. 조금 더 구체적으로, 이것은 시각적 현실을 지배하기 위  
 해 독창적인 해석을 사용하고자 하는 욕구에 의해 결정되었다는 것이다. 이러  
 한 것은 요소들(elements)의 불연속적인 표상, 특히 상징적이라기 보다는 은유  
 적인(metaphorical) 암시(allusion)에 대한 유사한 실험을 한 Piranesi의 작품  
 에서 잘 나타난다. Dalibor Vesely는 "장면은 극장식(theater set) 디자인에서  
 비롯된 기본적인 회화적 장치를 통해 만들어진다 - 빛의 그라데이션, 전면과  
 후면의 대비, 극적인 병치(juxtaposition) 등 - 하지만 그것은 내용과는 거의  
 연관이 없으며 전통적인 도상법(iconography)과 도상학(iconology)에 통달한  
 이들에게도 여전히 암호로 남아있다" 고 서술하고 있다. 이렇듯 보는 이의 상  
 상력에 의존하는 그림의 내용과 그것의 형식간의 관계는 과학적 실험에서의 지  
 력(mind)의 배열과 경험적인 현상들간의 관계와 유사하다. 이러한 관점에서



<그림 3-4> Ferdinando Galli  
 da Bibiena, *L'architettura  
 civile* (1711) *perspectiva per  
 angolo*

18) Dalibor Vesely, *Architecture in the Age of Divided Representation*, The MIT Press, 2004, p.255

Piranesi의 실험은 그 스스로 ‘순수’(pure)예술의 심미적 리얼리티를 만들 수 있는 힘처럼, ‘발견되어지는’ 예술적 과제와 실험적인 본성을 가지게 된다는 것이다.<sup>19)</sup>

이처럼 투시도법의 효과는 왜곡된 환경으로 디자인된 기하학 투시도법을 보충하여 완전하게 만드는 것이고, 지각되는 것과 다른 현실에서 공간의 허상을 창조하는 것이다. 이러한 객관적인 차원성과 지각되는 차원성 사이의 불일치는 2차원으로 그려진 것과 3차원 공간이 통합되는 단계를 넘어, 오히려 투시도법의 수학적 원리로 만들어진 2차원의 것이 3차원의 공간을 조작하고 변형시키는 역전된 관계가 형성되기 시작하였다.

이러한 현상들은 시뮬레이션웨어와 같은 디지털 디자인 미디어를 활용한 건축에도 나타난다. 과거 실재 3차원 공간을 가상의 2차원 매체 위에 재현해내기 위해 사용되었던 투시도법의 역할이 오히려 가상의 2차원 구성요소들을 통해 실재하는 3차원 요소를 조작하는 단계에 이른 것처럼, 시뮬레이션웨어에 의해 2차원의 컴퓨터 스크린에서 만들어진 요소는 실재 3차원 공간과 통합되거나 영향을 미치고 현실화되기 때문이다.

여기서 전통적 건축 디자인 도구인 투시도법과 건축 사이에서 보여지는 관계를 바탕으로 하여 시뮬레이션웨어에 대한 다음의 두 가지 관점을 도출할 수 있다. 첫 번째 관점은 디지털 테크놀로지를 건축에 사용하는 측면에서 바라본 ‘도구’의 측면이다. 과거 르네상스시대 투시도법의 목적인 3차원의 공간을 2차원의 매체 위에 재현하기 위하여 현대에는 디지털 디자인 미디어들이 사용되고 있고, 이러한 디지털 테크놀로지와 도구의 발전은 과거의 매체들에 비해 효율성과 편리성을 부여할 수 있는 유용한 도구가 되었다.

두 번째 관점은 시뮬레이션웨어에 의해 새로운 디자인 개념의 건축언어와 생성적 특성을 가능케하는 ‘수단’의 측면이다. 컴퓨터의 디지털적 특성을 반영

---

19) Ibid, p.257

한 새로운 디자인 개념으로서의 건축언어와 건축논리로 건축의 형태와 공간이 생성되고, 시뮬레이션웨어의 알고리즘에 의해 건축가가 예상치 못한 형태가 도출되며, 컴퓨터 모니터 상에서 실제로 지어질 모든 건축물을 조작하는 현대의 건축은 바로크 시대의 투시도법에서 나타나던 현상, 즉 가상의 매체가 3차원의 실재를 변형시키고 조작하는 역전현상이라 말할 수 있다. 수학적 법칙들을 통해 완성된 투시도법의 표상물들이 무한하고 동일한 수학적 공간을 표현하였고, 인간은 이러한 공간의 표상물을 통해 건축의 형태와 공간을 새롭게 인식할 수 있게되었듯이, 디지털 테크놀로지에 의해 만들어진 건축 표상물을 인간의 인식을 통해 새롭게 변용함으로써, 디지털 개념이 부여된 새로운 건축의 형태와 공간을 생성할 수 있게 되었다. 이렇게 시뮬레이션웨어에 의해 만들어진 새로운 디자인 개념으로서의 건축언어들과 건축사고체계의 변화는 도구적 측면에서 가지는 유용성에서 벗어나 실재하는 3차원의 건축 공간과 형태에 영향을 미치고 있다.

	투시도법	시뮬레이션웨어
<b>도구적 측면</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 르네상스 시대에 발전</li> <li>· 종이나 캔버스에 3차원 세계 재현</li> <li>· 가상과 현실의 통합</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 컴퓨터를 이용한 3차원 실재 재현</li> </ul>
<b>수단적 측면</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 바로크 시대에 발전</li> <li>· 투시도법의 원리로 구현된 건축과 도시의 완성</li> <li>· 가상이 현실을 조작, 변형</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 디지털 알고리즘에 의한 건축의 형태와 공간 생성</li> <li>· 새로운 건축언어와 사고체계의 변화</li> </ul>

<표 3-1> 투시도법과 시뮬레이션웨어의 두 가지 관점의 동형성

다시 말해 16세기와 17세기 르네상스와 바로크 건축에서 이루어졌던 투시도법의 변화가 현대에 와서도 시뮬레이션웨어를 이용한 디자인 방법에 영향을 주고 교훈을 남기고 있는 것이다.

### 3.3 디자인 생성 수단으로서의 시뮬레이션웨어

#### 3.3.1 2차원 CAD에서 NURBS 체계의 3D 소프트웨어로의 발달

1960년에 Ivan Sutherland가 Tx-2 컴퓨터를 사용하여 Sketchpad라는 소프트웨어를 발명한 후, 많은 수의 CAD(Computer Aided Design) 시스템이 발전하였다. 이것과 더불어 개인용 컴퓨터의 보급화가 시작됨으로서 건축분야에 CAD가 사용되기 시작하였다. 초기 CAAD(Computer Aided Architectural Design) 시스템의 2차원의 도구적 사용은 단순히 손으로 그리던 도면을 비트의 정보로 전화하는 것에 지나지 않았다.<sup>20)</sup> 즉, 2차원적인 선들과 그것의 기하학적인 관계를 통해 벽체 또는 기둥 등이 합쳐져서 하나의 평면이 작성되는 것이다. 2차원적 제도용으로 개발된 초기의 CAD 소프트웨어는 나중에 Polyline과 다양한 3D 모델링 기술이 추가 되었다.<sup>21)</sup> 이것은 2차원으로 그린 도면을 Extrude와 같은 명령어를 사용하여 3차원적인 기하체 변환시킬 수 있는 것이다.



<그림 3-5> 건축 요소의 데이터 베이스를 기반으로한 CAAD소프트웨어, Revit이나 ArchiCAD는 3차원적 설계로 실시간 평·입·단면은 물론 동영상까지 생산할 수 있다.

20) 디지털 테크놀로지의 정보의 반복 사용가능성, 정보의 가공 및 정보의 이동의 편리성 덕분에 대부분의 설계사무소에서 CAAD 시스템을 사용하게 되었다. 하지만 CAAD 소프트웨어의 2차원적 활용은 디지털 테크놀로지를 도구라는 인식을 심어 주었다.

21) 정철오, Design of Architecture-Aided Computation, CA 현대건축사, 2004, p.69-109

또한 Revit Architecture나 ArchiCAD와 같은 건축 요소의 데이터 베이스화를 지원하는 소프트웨어의 개발로 인해 재현적 프리젠테이션을 위한 2차원 제도가 3차원으로 모델링하는 작업 방식에서, 처음부터 건축을 구축하듯이 3차원적 설계가 가능하게 만들었다. 이때 소프트웨어는 건물을 디자인할 때 정확한 시공순서와는 일치하지는 않지만 3차원적으로 디자인한다는 것에 의의가 있다. 이러한 3차원적 디자인 방식으로 인해 모델링의 뷰를 정하는 것이 중요하고, 지정된 여러가지 뷰를 통해 3차원적인 정보의 작성이 가능해지는 것이다. 즉 디지털 디자인 미디어가 단순한 재현적 도구의 의미에서 탈피하기 시작한 것이다. 하지만 2D Surface Object 방식<sup>22)</sup>을 사용하는 CAAD 소프트웨어는 유클리드 기하학의 체계에서 벗어나지 못하는 한계를 가지고 있다.

이제 현대의 건축가는 유클리드 기하학보다는 위상기하학을 통해 건축물을 조형하려는 경향을 보이고 있다. 위상기하학을 건축의 입장에서 기술된 정의는 다음과 같다.



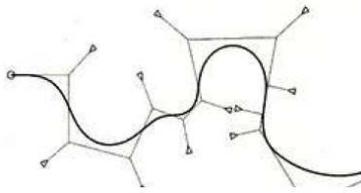
“위상기하학(topology)은 연속적인 변형아래서 생성되는 기하학적인 형태들의 성질에 관한 수학적 연구의 하나이다. 만일 하나의 형태를 자르거나 접지 않고 그것의 표면을 휘게 하거나 늘여서 어떠한 하나의 형태를 얻었다면, 이 때 처음과 나중의 형태는 위상학적으로 동일한 것이다....이것은 사각형이 원으로 변할 수 있고 구가 6면체와는 동등하나 원환체는 그렇지 못하다. 열리고, 닫히고, 연결되고, 연결되지 않음의 아이디어는 이 원칙의 핵이다.”<sup>23)</sup>

이러한 위상기하학의 건축화는 디지털 테크놀로지가 발달되어 시뮬레이션웨

22) 정철오, Ibid

23) Gausa, Manuel 외 5명, The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture, Actar, 2003

어를 이용한 복잡한 연산이 가능해 짐으로써 활성화되었다. 여기에서 그 무엇보다도 NURBS 체계의 발달이 큰 비중을 차지했다.



<그림 3-6> NURBS에 의해 생성된 자유 곡선

Non-Uniform Rational B-Spline의 약자인 NURBS는 실제적인 선으로부터 파생된 제어점(control points)을 가지는 곡면으로서, 복잡한 유기적인 형태를 만들 때 주로 사용한다.<sup>24)</sup> 이들의 작동원리는 선박이나 항공기 제작에서 부드러운 곡면을 만들기 위해 사용해 왔던 Spline을 디

지털화한 것이다. NURBS 곡면은 이미지가 렌더링 되기 전까지 면으로 계산되지 않는다. 또한 복잡한 곡면을 만들어 내기 위해 좌표개념을 사용하지 않고 제어점과 하중(weights), 매듭(knots)이라는 세 가지 요소를 사용하기 때문에 쉽고 빠르게 형태를 제어 할 수 있다. 즉 NURBS의 곡선들은 곡선 바깥에 위치하는 제어점들의 위치에 따라서, 그리고 각각의 제어점에 부가된 하중에 따라 곡률이 변화가 결정된다.<sup>25)</sup>



### 3.3.2 건축 조형과 도구에 대한 인식의 변화

위상학적 변형을 가능하게 해준 시뮬레이션웨어는 도구적으로 사용되었던 지금까지의 CAD 소프트웨어와는 달리 자유로운 형태의 디자인 생성 수단이 되었다. NURBS체계의 시뮬레이션웨어는 비선형적 형태를 표현하고 제어 가능하게 만듦으로써 인간의 조형에 대한 사고 영역을 확대 해주었다. 또한 이것은 디지털 패러다임의 건축이 이전과는 다른 양상으로 전개되게 만드는 큰 원인 중 하나가 되고 있다.<sup>26)</sup>

24) Weiser, Peter, Digital Space, McGraw-Hill, 1997, p.42-43

25) Branko Kolarevic, "Digital Production", Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, Taylor & Francis, 2003, p.31

26) 정인하, 투시도법과 디지털 표현 방식의 비교를 통한 비표상적 건축에 관한 연구, 건축역사연구 통권 34호, 2003 참고

컴퓨터가 인간의 사고의 연장의 수단이라는 인식은 비단 건축에만 해당되는 것이 아니다. 사이버 스페이스에 대한 철학자로 국제적인 명성을 얻고 있는 마이클 하임(Michael Heim)은 컴퓨터를 인간의 지능에 대한 대립자가 아닌 구성 요소로서, 인간의 의식을 이끄는 하나의 요소가 되어 가고 있는 것을 철학적으로 증명하고자 했다. 마이클 하임은 그런 의미에서 기술과 인간의 실존의 관계에 대한 하이데거의 연구를 주목한다. 그는 ‘가상현실의 철학적 의미’에서 하이데거의 ‘언어 기계’와 현대 사회의 컴퓨터를 이용한 워드프로세스 작업을 비교함으로써 컴퓨터가 인터페이스로서 인간 사고영역에 큰 영향을 미치고 이것은 우리가 인식하고 생각하며 의식하는 모든 방식을 바꾸어 놓는다는 것을 주장하려 했다.<sup>27)</sup>

컴퓨터는 기술이 우리의 사고 처리에 너무나 유연하고 융통성 있게 들어맞기 때문에 우리는 곧 그것이 외부적인 도구라는 생각을 덜하게 될 것이다. 또한 제 2의 피부나 심적인 인공보철물처럼 여기에 될 것이다. 일단 기술에 순응하게 되면, 우리는 마치 음악가가 악기를 연주하듯 그 기술과 하나가 되어간다. 언어기계로 글쓰기 하는 일은 새로운 종류의 쓰기방식과 사고방식을 산출할 것이다.<sup>28)</sup>

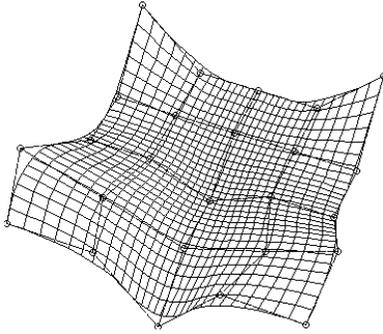
마이클 하임이 주장하듯, 시뮬레이션웨어는 건축가들의 사유 방식에 영향을 미치기 시작했다. 단순한 조형적 자유를 위해 사용되던 시뮬레이션웨어는 건축의 조형 인식에 변화를 가져다주었다. 건축가들이 NURBS 체계의 시뮬레이션웨어를 사용함에 따라, 건축 형태가 더 이상 원, 삼각형, 사각형에 기반한 유클리드 기하학의 체계에 종속되지 않게 되었다. 건축가들은 비유클리드 기하학의 매끄러운 곡선을 자유자재로 표현할 수 있게 되었다. 즉, 그렉 린(Greg Lynn)

---

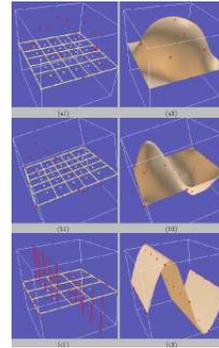
27) Michael Heim, *The Metaphysics of Virtual Reality* 가상현실의 철학적 의미, 여명숙 역, 책세상, 1997, p.101-106

28) *Ibid*, p.115

이 위상기하학적 변형(topological transformation), 시간(time) 그리고 매개변수<sup>29)</sup>의 세 가지 요소를 통하여 형태를 만들어 내듯이, 형태는 더 이상 기하학적인 소비가 아니라 매개변수의 조절을 통한 위상기하학적 변형의 생산물인 것이다. 이것은 건축의 형태를 유기화 또는 액상화(liquidizing)시킨다.



<그림 3-7> NURBS 표면과 제어점



<그림 3-8> NURBS에 의해 만들어진 object와 변형

이러한 시뮬레이션웨어의 사용은 비선형의 부드러운 연속면을 디지털 시대를 대표하는 형태로 인식하게 만들었다. 또한 이것은 건축의 외피를 어느 때보다 중요한 요소로 인식하게 만들었다. 중국에 이러한 인식들이 서로 합쳐져, 건축의 디자인에 있어서 비선형의 외피를 만드는 것이 중요한 위치를 차지하게 되었다.

또한 이러한 조형에 대한 인식적 변화는 시뮬레이션웨어를 단순한 도구의 위치에서 디지털 디자인 방법론의 본질적 요소의 위치로 끌어 올려주었다. 따라서 건축가는 자신의 디자인 개념을 잘 표현해줄 수단을 찾는 것이 중요한 일이 되었다. 이러한 상황은 애니메이션을 위해 개발된 Alias Maya 또는 자동차와 비행기 산업용으로 개발된 CATIA 등과 같은 비 건축적 소프트웨어를 건축에 적용하거나, 건축가가 직접 시뮬레이션웨어의 개발에 참여하게 되었다.

그렉 린은 미국 서부의 영화산업에서 쓰이는 Maya의 Animation을 사용하여 일련의 형태의 진화를 보여 줬으며, 프랭크 게리(Frank Gehry)는 산업에

29) Greg Lynn, Animate Form, Princeton Architectural Press, 1999, p.9-10

사용되는 CATIA를 이용하여 자신만의 디자인 생성 기술을 구축하였다. 피터 아이젠만(Peter Eisenman)은 Form-Z 제작에 직접적으로 참여했을 뿐만 아니라, 이것의 투영법을 사용한 도면(projection drawing)들과 투시도(perspective)의 관계에서 일련의 형태 생성 방식을 탐구하였다.<sup>30)</sup> 이들은 디지털 아방가르드로서, 어느 누구보다도 시뮬레이션웨어의 자기 브랜드화의 중요성을 먼저 깨우친 사람들이라고 할 수 있다.

60년대 마샬 맥루한(Marshall MacLuhan)이 TV와 같은 대중매체가 산업화된 대중사회에 미치는 영향을 언급했던 유명한 명제를 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법과 관련하여 생각해 볼 수 있다. ‘미디어(시뮬레이션웨어)’도 ‘메시지(디자인)’가 될 수 있다는 것이다. 즉, 미디어로서의 시뮬레이션웨어가 디자인 방법에 초래한 변화는 결과적으로 메시지인 디자인에 새로운 전환을 제공하고 있다는 것이다. 그럼에도 불구하고, 건축의 디자인 진행과정에서 방법론 자체만으로 디자인을 보장해줄 수 있는가의 문제는 여전히 남게 된다. 또 하나의 문제는 ‘미디어(시뮬레이션웨어)’도 ‘메시지(디자인)’가 될 수 있는 새로운 디자인 생성 수단으로의 변화는 건축에 위기를 가져올 수 있는 여지가 있는가 하는 것이다.

---

30) 정철오, Ibid,

---

---

## 제 4 장

### 시뮬레이션웨어에 의한 건축 디자인 방법론의 위기

---

---

#### 4.1 자의적 · 자기 지시적 디자인 방법

많은 건축가들이 건축 디자인을 위해 디지털 디자인 미디어를 적극적으로 활용하기 시작하면서, 건축에서 디지털 미디어는 두가지 측면에서 기술을 제공하였다. 그것은 CAD(computer-aided design)와 CAM(computer-aided manufacturing)이라는 기술로 건물을 디자인하고, 실제적인 구축을 할 수 있는 가능성을 제공하게된다.

이러한 면에서 새로운 가능성을 제시한 건축가로 프랭크 게리(Frank O. Gehry)를 들 수가 있다. 게리의 디자인 과정은 모델 작업에 근거를 두고 시작한다. 그리고 건물 매스의 결정, CAD작업, 구조적 문제 해결, 디테일로 처리 판단되고 최종적인 결과물을 만들어 내게 된다. 그는 건축 디자인 개념을 그 자신만이 가진 독특한 논리와 이론으로 발전시키기 위하여 새로운 컴퓨터 시스템을 응용하고 있는데, 디자인 작업은 CATIA라는 시뮬레이션웨어에 의한 건축 디자인 해석에 의해서 이루어지고 있다. CATIA는 프랑스 소프트웨어 회사인 Dassault에 의해 개발된 프로그램으로 주로 우주선이나 자동차 디자인에 사용된다.

복잡한 곡선들에 대한 작업은 복합적 형태를 해석하기 위하여 초기에 만들어진 모델을 CATIA<sup>31)</sup>의 [Faro arm]이라는 디지털타저를 통하여 스터디 모델의 곡선들을 추적하여 디지털타저한다. 이렇게 추적된 데이터들은 3차원으로 해석이 가능한 CATIA의 wire frame의 디지털 모델로 전환되고 이것은 다시

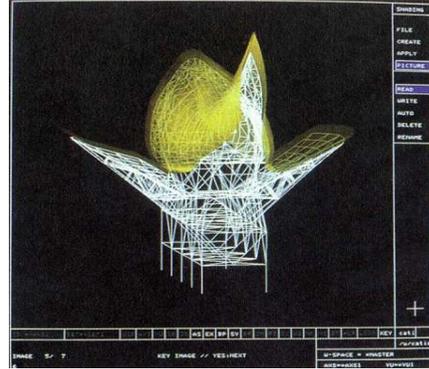
---

31) Alias가 시각화를 위해 근사값으로 곡면을 표현하는데 비해 CATIA는 정확한 방정식으로 3차원 곡면을 재현하기 때문에 곡면 상 어떤 임의의 점에서도 정확한 위치 값을 가진다. 이는 부재 제작에서부터 실제 조립에 이르기까지 필요한 정보를 3차원 형상에서 추출이 가능하다는 것을 말해준다.  
손창현, 디지털 건축에서 표면의 유연성과 구축성에 관한 연구, 서울시립대 대학원 석론, 2005, p.10

구조해석 및 시공에 대한 디테일을 만들기 위한 건축적인 해석을 통해 완성된다. 이렇게 구사된 모델은 CNC밀링 머신과 RP머신을 통해 실제로 구축될 수 있는 재료를 만들어 낸다. 이를 통해 비정형적이고 자유로운 형태의 건물을 디자인하고 실제 구축에 이를 수 있는 토대를 마련하게 된다.

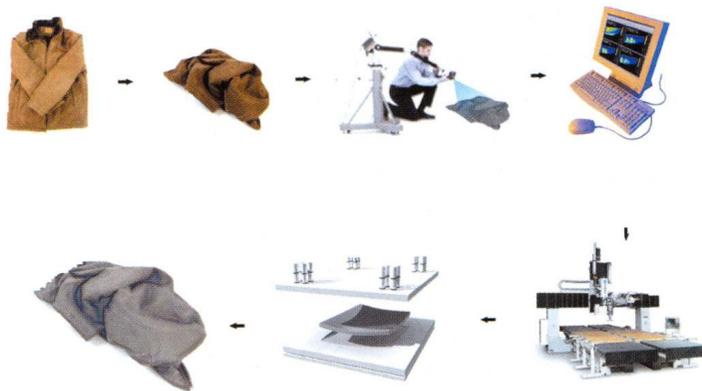


<그림 4-1> Faro arm에 의한 디지털라이저



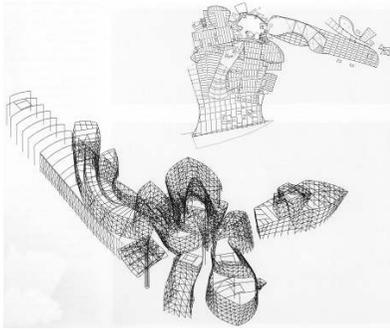
<그림 4-2> CATIA wire frame model

또한 그는 최신의 3차원 스캐닝 역공학기법(Reverse Engineering)과 신속조형 기술(Rapid Prototyping)을 이용해 결국 시공도면을 전혀 사용하지 않는 설계 공정의 완전 디지털화의 근간을 이루게 되었는데 그 대표적인 예가 **빌바오 구겐하임 미술관(Bilbao Guggenheim Museum)**이다.

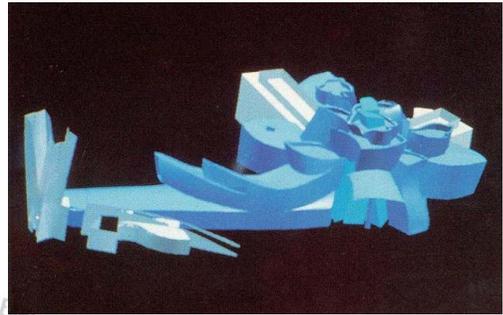


<그림 4-3> 프랭크 게리의 역공학과 신속조형기술에 의한 설계 및 시공과정

1991년 게리가 스페인 빌바오 구겐하임 미술관 현상설계에 당선되었을 때, 그의 디자인 방법은 기존의 것으로부터 벗어나 디지털 환경에 적응하는 중<sup>32)</sup>이었다. 또한 이 프로젝트에 있어 디지털 툴 사용 증가와 함께 중대한 사건은 프로젝트 매니저로서 방대한 경험이 있는 중역 건축가 Randy Jefferson의 팀 합류였다. 그의 역할은 디자인과 기술적 진행 사이의 발란스를 만들어 내는 것이었다. 게리가 본 Jefferson은 프로젝트를 구성하는 방법을 아는, 디자인에서 건축에 이르는 프로세스 전반을 보다 효과적으로 관리하는 훌륭한 매니저였다.



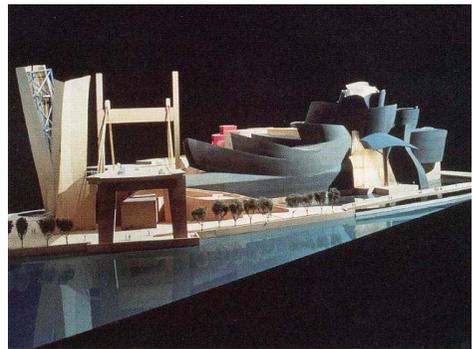
<그림 4-4> 빌바오 구겐하임 미술관  
CATIA Model



<그림 4-5> 빌바오 구겐하임 미술관  
CATIA Model



<그림 4-6> CNC MILL로 제작된  
최종 모형1



<그림 4-7> CNC MILL로 제작된  
최종 모형2

32) 아직 완전한 디지털 디자인 방법론의 메카니즘이 완성되기 전이었다. 단지 디지털 테크놀로지의 가능성을 실험하기 위한 여러 단계들이 테스트되고 있었다.

그 디자인 팀의 최종 디자인 모델이 완성될 무렵, 3D 스캔 장비<sup>33)</sup>를 통한 디지털링 방식에 의해 실물모형을 디지털 데이터로 입력할 수 있게 되었고, 실물모형이 디지털 모델로의 완벽하게 전환되었는지 확인하기 위한 체크모형을 CNC MILL을 통해 제작하였다. 이러한 역공학 기반의 디자인 방법은 디자인의 개념으로부터 도출되는 방식이 아닌, 수작업에 의해 만들어진 실물 모형으로부터 디지털 데이터 전환시키는 ‘전사(translation)’의 과정인 것이다.

그러나 프랭크 게리의 시뮬레이션웨어의 활용은 그 방법론 내에서 한정된 특성을 갖고 있다. 게리는 시뮬레이션웨어의 기술들을 디자인 컨셉에 대한 매개체로서 사용한 것이 아니라, 물리적 모델의 기하학적 배열을 입력함으로써 얻게되는 과정의 번역 매개체로서 사용하였고, 다양한 제작기계를 사용할 수 있도록 제어하는 디지털 정보를 출력함으로서 디지털 모델을 생산한다.

게리의 디자인 방법의 전체적인 흐름을 보면 아날로그(Analog)와 디지털(Digital)의 변환 과정이 교차적으로 발생한다는 것을 알 수 있다. 이러한 과정에서 형태를 생성하는 방식은 2차원에서 발생하는 것이 아닌 3차원 안에서 형태를 생성하고 구축하게 된다. 즉 디자인을 3차원적인 사고로 진행할 수 있다는 점에서 프랭크 게리의 시뮬레이션웨어를 활용한 디자인 방법론은 큰 의미를 지닌다고 할 수 있다.

하지만 그의 디자인 방법에서 시뮬레이션웨어의 비중을 살펴보면 그 한계점을 살펴볼 수 있다. 프랭크 게리는 건축을 하나의 오브제로 형상화하기 위하여 직관적인 수작업으로 모형을 만들며, 이러한 조소적인 형태를 구체적인 건축형태로 형상화하기 위한 방법으로 시뮬레이션웨어를 활용한다.<sup>34)</sup> 이러한 면에 있

---

33) 작은 스케일의 제품에서부터 큰 규모의 지형까지 디지털 데이터로 입력할 수 있는 3D Scanning은 실제 사용되는 방식에 따라 다음과 같이 일반적으로 분류된다. ①스캐너에 부착된 센서로 스캔할 대상물의 표면을 따라 손으로 직접 조작시키는 수동식. ②스캔대 위에 올려진 대상물의 위치 및 좌표정보를 자동으로 산출해내는 CMM(Coordinate Measuring Machine)방식. ③실내가 아닌 야외에 존재하는 건축물 등의 지형지물에 레이저를 투영하고 반사된 레이저광을 분석해내는 고가의 정밀한 방식. 스캔 대상물의 표면에서 반사된 레이저광의 강도(intensity)를 그 세기별로 컬러값을 다르게 표기함으로써, X,Y,Z축의 좌표정보 외에 스캔 대상물의 표면속성까지 구분할 수 있다. <http://www.cadalyst.com>

34) 김동준, 프랭크 게리와 피터 아이젠만의 건축 디자인 프로세스에서 디지털 미디어의 적용방법과 특성에 관한 비교 연구, 대한건축학회논문집, 2004, p.215

어서 프랭크 게리에게 시뮬레이션웨어는 건물 디자인에 대한 조형적인 성격을 사이버 스페이스에서 제공하는 단순한 물리적 매개체로서의 역할을 하게 된다. 그렇기 때문에 건축가의 디자인 의도는 극명해 보일지라도, 디자인 과정이 시뮬레이션웨어에 전반적으로 의존되어 있는 한계를 가지게 된다. 이러한 디자인 방법론은 건축가의 임의적인 조작에 의한 우연적이고 즉흥적인 결과를 지향한다. 시뮬레이션웨어는 이러한 계획되지 않은 결과를 저장하고 다시 사용·활용할 수 있으므로 건축가는 여러 가지 방법을 통해, 또한 여러 번의 반복을 통해 원하는 결과를 얻어낸다. 그 실제적인 방법을 보면 컴퓨터 프로그램이 가지는 제한에 의해 대부분 fold, unfold, twist, bending, blending 등의 변형에 관계된 메커니즘을 갖는다.



<그림 4-8> Lewis Residence: 임의적 조작에 의한 즉흥적인 디자인

이러한 디자인 방법론과 현대 예술과의 동형성을 추적해보면 예술가의 즉흥적이고 우연적인 사고를 통한 비논리적인 작업과정과 유사점을 가진다. 예술가는 스케치와 같은 밑그림을 그리지 않고 직접 작업에 들어가며 작업과정의 결과는 예술가 자신도 예측 할 수 없다. 그 실제적인 작업을 살펴보면 자동기술법을 사용하거나 그리는 도중 손으로 뭉개거나, 브러시와 스펀지를 이용해 모호한 상태를 야기하는 방법을 사용한다.

프랭크 게리 또한 프로젝트에 상관없이 동일한 방법론을 사용하고 있다. 그는 기존 차원의 논리와 규칙 그리고 질서를 초월하는 새로운 차원의 개념을 창

출하기 위해 유연성과 영감 등을 선호하는데 그는 기존 사고의 차원을 초월하기 위하여 순간적인 동적 변화 속에 나타나는 우연적 형태를 창출해 내고 있다. 순간적으로, 우연에 의해서, 영감에 의해서 형성되는 자유로운 곡선과 매스를 자연에서, 주변의 환경에서 그리고 그 자신의 경험을 통하여 생성하게 된다. 또한 계리는 순간적인 동적 변화 속에서 그 전에 존재하지 않았던 독자적 형태를 만들어내기 위하여 자유롭게 변화되는 종이, 형짚, 비닐 등에서 순간적 구겨짐 등을 선호하는데 이렇게 우연하고 즉흥적으로 포착되는 형태들을 그의 디자인에 반영하는 것이다. 이것은 건축가의 임의적 조작에 의해 형태를 찾아가는 과정으로 설명된다. 즉, 이 과정은 불확정성으로 시뮬레이션웨어와 건축가의 상호작용을 통해 예측할 수 없는 형태를 찾아나가는 것을 의미한다.<sup>35)</sup>



---

35) 손창현, 디지털 건축에서 표면의 유연성과 구축성에 관한 연구, 서울시립대 대학원 석론, 2005, p.10

## 4.2 건축가와 시뮬레이션웨어의 ‘종합체’적 디자인 방법

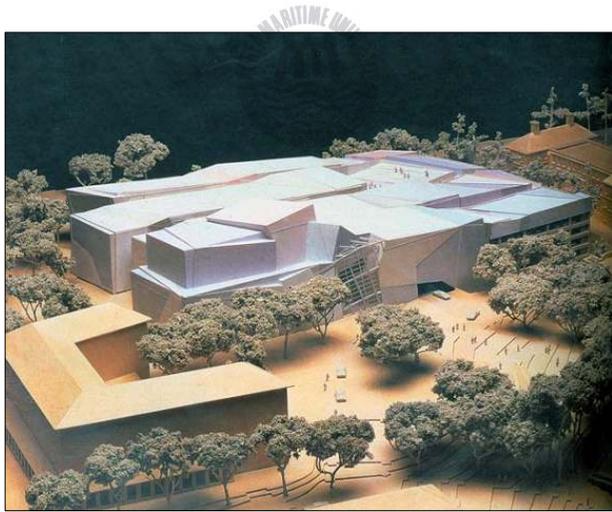
컴퓨터의 CPU(중앙처리장치)의 연산기능과 RAM에 저장된 데이터가 만들어내는 가상의 공간인 컴퓨터의 인식공간은 사용자와의 실시간 반응이 가능하므로, 이러한 컴퓨터를 작동시키는 소프트웨어는 디자이너의 의도들을 모아 하나의 알고리즘으로 만들어 프로그램의 명령어로 압축시켰고, 이것이 과거부터 인식되어오던 물리적 3차원 공간이나 차원과는 다른 새로운 공간구성체계를 인식하고 변형시킬 수 있는 방법이 되었다. 종이 위의 연필 스케치에서 얻어지는 디자인이 겹쳐진 선과 여백이 만들어내는 추상의 해석이라면, 컴퓨터가 만들어내는 사이버 스페이스에서는 시뮬레이션웨어가 제공하는 컴퓨터의 알고리즘에 의존하게 된다. 예를 들어 3DS Max의 명령어 ‘Displace’는 래스터 이미지의 도트들이 가지는 명도나 채도를 좌표계의 Z축으로 치환한다. 0-255단계로 나뉘어지는 명도의 차이는 그것과 비례하는 높이의 차이로 변형됨으로써 명도나 채도의 차이를 가지는 래스터 이미지는 3차원 오브제로 변형이 된다. 이러한 디자인 생성 방법들은 사고과정을 통해 의도되어질 수도 있고, 우연적으로 의도되었거나 혹은 전혀 의도되지 않았던 우연으로 만들어진 상황에 의해 형태가 완성되어진다.

피터 아이젠만은(Peter Eisenman)은 이러한 컴퓨터를 이용한 건축 디자인을 처음 시도한 건축가이라 해도 과언이 아니다. 아이젠만은 컴퓨터를 건축 디자인에 적용시키면서 디지털 디자인 프로세스가 갖는 이전의 설계방법이 가지지 못했던 특질에 주목한다. 이것은 컴퓨터 알고리즘에 의해서 자동적이고 임의적으로서 형태를 생성하는 것이 가능해졌다는 것을 말하며, 아이젠만은 이러한 특질을 이용하여 건축 디자인을 진행하고 있다.

아이젠만은 다이어그램에 위상기하학적 전개를 적용한 이후부터 시뮬레이션웨어를 이용한 디자인 방법론을 적용시키게 된다. 시뮬레이션웨어는 그의 3차원 다이어그램을 표현하고 전개시키기에 매우 효과적이며, 간단한 기하학적 도

형으로 나타나는 기본 다이어그램은 시뮬레이션웨어에 의해 간단히 형태를 생성하고 변형시킬 수 있다.<sup>36)</sup> 아이젠만의 이러한 디자인 방법론은 에모리 예술센터, 막스 라인하르트 하우스, 비엔나 메모리얼에 잘 나타나고 있다.

music hall, recital hall, theater cinema, cinema music hall로 이루어진 **에모리 예술센터**는 미국 Atlanta 주 Geogia의 Emory University내에 기존 주차장이 있는 부지에 위치한다. 이 센터는 산등성이에 위치해 있는데, 에모리 대학 구내에서 산등성이를 따라 산보하다가 Emory Center를 관통하여 amphitheater 조각공원에 도달할 수 있게 된다. 이 경로는 캠퍼스의 많은 굴곡 중 하나를 차례로 지나며 quardangle 에 있는 대학예술박물관까지 이끌게 된다. 아이젠만은 이러한 파동과 음악의 화성(和聲)과의 유사점을 찾았으며, 급기야는 음악의 화성을 수학적 개념인 Sine파와 Cosine파로 치환시켜 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론을 적용하여 형태를 만들어내고 있다.<sup>37)</sup>



<그림 4-9> 에모리 예술센터(model)

피터 아이젠만은 이 작품에의 디자인 프로세스를 우리의 기억(memory)과

36) 김봉수, 피터 아이젠만의 건축설계에 활용되는 디지털 디자인 프로세스에 의한 형태생성과 변형에 관한 연구, 한양대 대학원 석론, 2000

37) 이승준, 디지털 테크놀로지 도입 이후 변화된 프랭크 게리와 피터 아이젠만의 건축디자인 프로세스에 관한 비교 연구, 단국대 대학원 석론, 2003

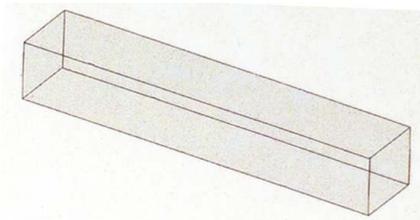
컴퓨터의 ram(random access momory)의 비교를 통하여 설명하고 있다. 피터 아이젠만은 그의 저서 ‘E memory games’에서 다음과 같이 말하고 있다.

“예전에는 기억에 관한 질문은 문어문명과 구어문명을 구분할 때 가능하였다. 구어문명은 기억에 대한 생각은 개인의 밖에 있었다. 이것은 외부물체로부터의 의사소통에 의해 활성화되기를 바라는 집합적인 물체로 여겨졌다. 문어문명으로 부터의 의사소통에 의해 활성화되기를 바라는 집합적인 물체로 여겨졌다. 문어문명에서는 이런 과제는 조합되어 구성되는데, 말하자면 읽기와 쓰기를 통하여 이 이전에 존재했던 기억에 접촉함으로써 이성적인 것을 만드는 것이다. 오늘날 ram에 대한 생각은 활동하기 기다리는 집합체로의 의미가 있으며 오로지 이것이 역사가 없는 메모이다.”

컴퓨터의 memory인 ram의 사용은 이전에는 존재하지 않았던 새로운 기억에 관한 요소이다. 이러한 ram의 사용은 아무도 시도하지 않았던 것을 자신이 처음 사용함으로써 역사의 한 부분을 차지하려는 피터 아이젠만의 전략중 하나이다.<sup>38)</sup>

아이젠만의 메모리 예술센터의 디자인 진행과정은 다음과 같다.

① bar형의 기본 다이어그램 (1차적 생성)



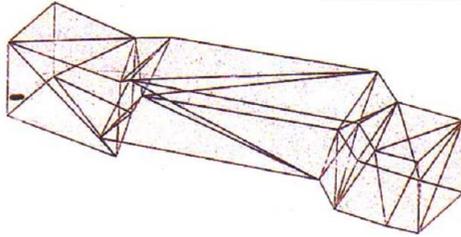
<그림 4-10> 프로세스 1

---

38) 이승준, Ibid

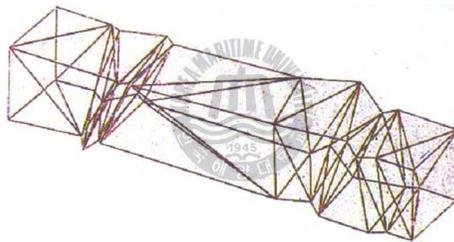
②기본 다이어그램을 복사하여 4개의 bar형 다이어그램을 생성(music hall, recital hall, theater cinema, cinema music hall)

③large scale sine 파동을 적용 (1회 적용)



<그림 4-11> 프로세스 3

④ small scale cosine 파동을 적용 (3회 적용)



<그림 4-12> 프로세스 4

⑤ 4개의 bar에 각각 적용하여 형태 도출

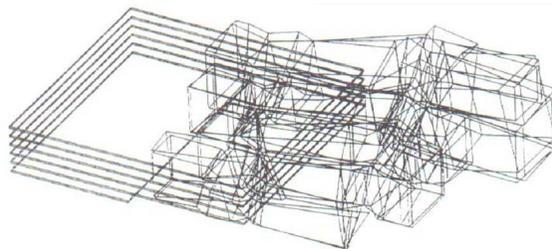
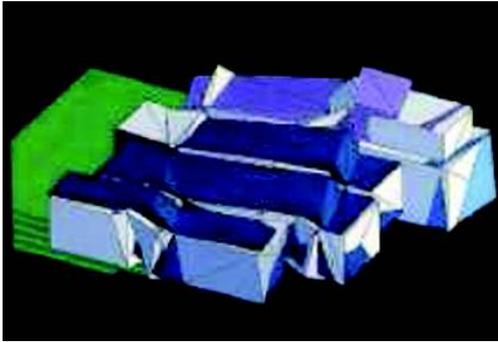


그림 29 프로세스 5

bar형의 다이어그램에 sine과의 변형을 적용시키기 위해서는 bar를 일정한 세그먼트를 나누어야 한다. 세그먼트를 나누는 방법은 사각형 대학의 안뜰

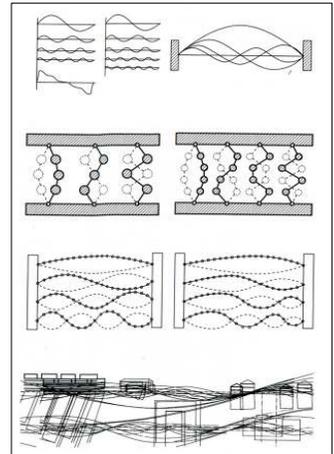


<그림 4-14> 세그먼트 분할에 의한 삼각형화

(Quardrangle)에 의한 그리드 시스템에서 가해졌다. 이 변형된 다이어그램에는 모두 [Trianulate](삼각형화) 명령어를 적용하게 된다. 삼각형화는 모든 표면을 삼각형으로 분할하는 2차적 생성 Command로써 이는 모든 면을 삼각형의 작은 평면으로 만들게 된다. 이러한 작업을 거치는 이유는 Disturb-sine

Wave 및 다른 간접적 변형을 적용한 후에는 자유로운 형태의 변화로 인해 건축으로 형태화하기 어려운 이중 곡면이 생겨나기 때문이다.

그리고 지형의 굴곡에 의한 파동은 음악의 화성(和聲)과 유사하며 이 점에서 화성에서 나타나는 sine과 cosine과를 적용하게 된다. 소리는 진폭과 파장을 가지고 있는 sine과 cosine과동으로 나타낼 수 있다. 각각의 bar에는 한번의 large scale의 sine과 세 번의 small scale의 cosine과가 적용되었다. 이러한 세그먼트의 위치에 따라서 간접적 변형(disturb-sine wave)적용의 결과가 달라지게 된다. 이러한 sine과 적용은 Form-Z의 [disturb-sine]이라는 명령어에 의해서 적용되었다.

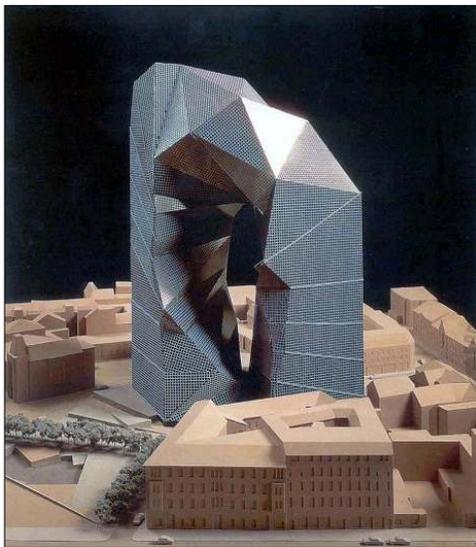


<그림 4-15> sin과 적용 다이어그램

요약하자면 에모리 예술센터는 음악의 화성과 지형의 굴곡에서 유추한 sine과와 cosine과를 적용한 간접적 변형을 디자인 방법으로 적용하고 있다. 디지털 디자인 방법론을 적용한 디자인 개념 중 모핑(morphing)<sup>39)</sup>개념에 의한 2차적 생성과 네마틱(nematic)<sup>40)</sup>현상의 개념에 의

39) 한 형태에서 다른 이질적인 형태로 변화하는 과정을 지칭하는 용어

한 간접적 변형이 반복적으로 사용되고 있는데, 아이젠만의 디지털 디자인 방법론의 적용은 초기에는 직접적 변형이 나타나고 있지만 후기로 갈수록 2차적 생성과 간접적 변형이 위주가 된다. 여기서 중요한 점은 이러한 2차적 생성과 간접적 변형은 시뮬레이션웨어의 명령어에 의해 적용된다는 것이다. 에모리 예술센터에 적용된 개념인 sin·cosine과나 삼각형화는 아이젠만이 새롭게 정의한 디자인 방법이 아니라 이미 Form-Z라는 시뮬레이션웨어 속에 구성되어있는 하나의 명령어이다.<sup>41)</sup>



<그림 4-16> 막스 라인하르트 하우스(model)

막스 라인하르트 하우스는 극작가인 Max reinhardt의 이름을 딴 것으로, 호텔과 휘트니스 스튜디오, 극장, 공연장 등을 포함한 복합건물 계획안이다. 1992년에 계획된 이 건물은 아이젠만의 작품 중에서 좀처럼 보기 힘든 고층건물로서 Max reinhardt의 소유였던 베를린 Unterden Linden과 Friedrichstrasse의 동서와 남북방향의 두 도로가 교차하는 교차점의 중심에 위치한 극장부지에 위치하게 된다. 이 프로젝트는 고정된 프로그램보다는 도시의 컨텍스트에서 정의된다.

“이 건물의 상징은 뒤를 돌아보는 것보다는 앞으로 나아가는 것이며, 독일의 미래를 향한 상징의 최고를 묶어 놓는 것이다. 이 건물은 프리즘과 같은 성격을 갖게 되며 헤아릴 수 없이 많으며 항상 단편적인 동시에 끊임없이 변화하는 대도시의 인

40) 액정(液晶)의 가는 분자가 서로의 위치는 불규칙하지만 모두 일정 방향으로 향하고 있는 상태

41) 김봉수, Ibid

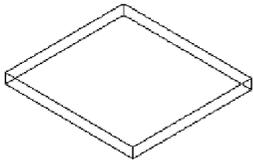
간관계를 자기 자신 속에 접어 넣어 안아야 할 뿐만 아니라 이러한 것들에 자신을 개방해야한다.”

아이젠만은 막스 라인하르트 하우스에 관하여 위와 같이 언급하며, 시작도 없고 끝도 없는 형태인 뫼비우스의 띠의 개념을 시뮬레이션웨어로 구현하고자 하였다.

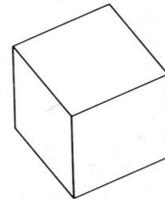
막스 라인하르트 하우스의 디자인 방법은 다음과 같다.

막스 라인하르트 하우스는 두 가지 종류의 기본 다이어그램을 사용한다. 하나는 외형을 생성하는데 사용되는 기본다이어그램이며, 다른 하나는 내부공간을 구성하는 기본 다이어그램이다. 외관의 형성에는 plate형이, 내부에는 Cube형이 사용되며, 여러 개의 다이어그램을 조합하지 않고 기본 다이어그램을 단독으로 사용하였다.

① 기본 다이어그램

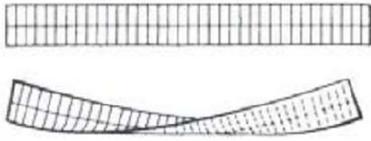


<그림 4-17> plate형 기본 다이어그램  
(외부 형태)

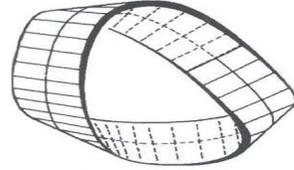


<그림 4-18> cube형 기본 다이어그램  
(내부 형태)

② 띠를 생성(1차적 생성)하고 twist(간접적 변형) 명령을 적용하여 전체를 180도 비튼다. 비튼 띠를 간접적 변형(radical banding)하여 두 끝을 연결해 뫼비우스의 띠를 만든다.

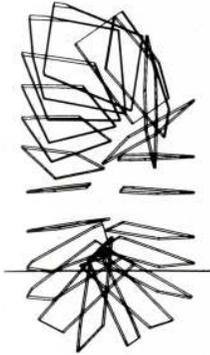


<그림 4-19> 띠 생성

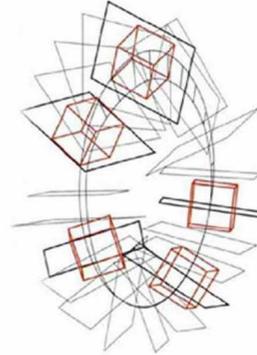


<그림 4-20> 뫼비우스의 띠 생성

③ 뫼비우스의 띠에 plate/cube를 배치한다. 뫼비우스의 띠를 따라 plate/cube를 회전 배치시킨다. plate는 뫼비우스의 띠에 따라 수직이 되게 생성된다.

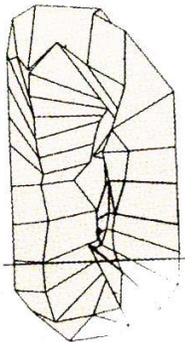


<그림 4-21> plate의 배치와 회전  
(외부형태)

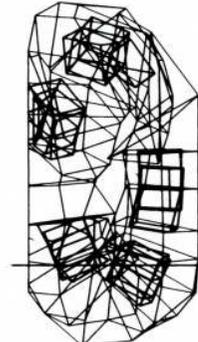


<그림 4-22> cube의 배치와 회전  
(내부형태)

④ plate를 서로 연결(attach)하여 3차원 형태로 변환하고, 완성된 외형에 cube를 배치 시킨 후 boolean 명령을 적용하여 내부 공간을 형성시킨다.



<그림 4-23> attach를 통한 3차원  
형태 변환



<그림 4-24> boolean을 통한  
내부 공간 형성

요약하자면, 피비우스의 띠에 plate를 배치한 후 Form-Z의 [Place]란 명령어를 사용하여 회전시키고, 또 [Attach]라는 명령어를 사용하여 연결함으로써 건물의 형태가 완성된다. 건물의 형태는 [place]명령어를 사용할 때 지정하는 회전배치의 개수에 따라 달라지게 된다.

그 결과 모든 디자인 요소들은 임의적(arbitrary)이고 우연적(contingent)인 조건으로 변화되어 어떠한 확정성도 배제된 가역적인 상태가 된다. 아이젠만은 이러한 잠재적인 상태를 건축의 다양성을 생성적으로 산출시키는 창조적인 건축디자인 원리로 작동하게 하는데, 이것을 ‘다이어그램(diagram)’이라 한다. 그리고 이것은 잠재성의 상태로 존재하는 “건축의 내재성으로부터 물리적 실재로서의 건축을 생성시키는 중개자”이며, 전통적인 주체(작가)를 대신한 자발적인 과정(autonomous process)이라 설명한다.<sup>42)</sup>

또한 막스 라인하르트 하우스는 디지털 디자인 방법론을 적용한 작품으로서 특이하게 내부공간의 형성에도 적극적으로 개입되었다는 점이다. 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론의 적용은 예측하기 힘든 형태를 생성해 내는데 이러한 다이어그램의 건축형태화가 쉽지 않을 것을 예상할 수 있다. 하지만 막스 라인하르트 하우스의 내부공간의 형성에 적용할 수 있었던 이유는 이 프로젝트가 20층이 넘는 고층이며 연면적이 5,000,000평방피트(464515m<sup>2</sup>)에 이르는 대형건물이기 때문에 예측하기 힘든 형태를 소화해낼 만한 공간적 여유가 있었기 때문이다.

**비엔나 메모리얼**(Vienna Memorial: Memorial for the victims of the Holocaust)은 1996년 오스트리아의 비엔나에 계획된 유대인 대학살의 희생자들을 위한 추모 기념관 계획안이다.

아이젠만은 보다 의미 있는 기념관을 계획하기 위하여 기념관의 형태를 이성적 사고로써 생성할 수 있는 과정을 제안하려 했다. 유대인의 정신적 유산인 탈무드에서는 모든 질문에 대한 해답을 주는 대신 논쟁을 조장해 준다. 아이젠

---

42) Peter Eisenman, Diagram Diaries, Universe, 1999, P.26-35

만이 이 작품에서 나타내려고 하는 것은 이성(理性)과 표현(表現)에 대한 논쟁이다. 그는 이 작품을 통하여 서구적 사고의 두 축인 이성과 표현의 전체에 도전하려 한다고 말한다.

“세 개의 다이어그램에서 보여지듯이 일련의 광선이 일상의 레벨위에 새겨졌고 이것은 대지 스케일에 맞게 축소된 아우슈비츠 캠프(Auschwitz camp)의 평면을 따르고 있다. 이 평면은 이성과 지성의 극단이 미쳐버렸다는 것을 과도한 건물과 울타리의 그리드 속에서 나타낸다. 우리의 제안은 레싱(Lessing)의 동상을 따라서 정렬해 위치하는 것이었다. 일반적인 계몽의 칭송할만한 이성아래 또 다른 비인간적인 이성이 있음을 나타내기 위해서 말이다.”



<그림 4-25> 비엔나 메모리얼(모델)



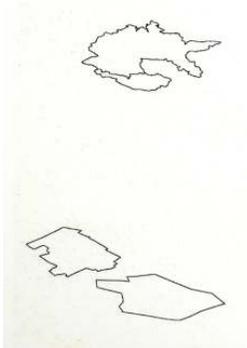
<그림 4-26> site로부터 치환된 바닥패턴과 외벽(모델)

비엔나 메모리얼에서의 디자인 방법은 두 부분으로 나뉘는데 모핑에 의해서 외벽을 형성하는 것과 바닥 패턴을 형성하는 과정이다.

①외벽 형성 과정

다른 작품에서는 기하학적 도형이 기본 다이어그램으로 사용된 반면에 비엔나 메모리얼에서는 text(site)를 다이어그램으로 치환해서 사용하고 있다. 이 점은 아이젠만이 사용할 수 있는 기본 다이어그램의 형태가 수없이 늘어난다 것을 의미하게 된다.

비엔나 메모리얼에서는 두 종류의 지도를 기본 다이어그램으로 사용하게 된다. 그림 36의 위의 지도는 1938년의 독일과 오스트리아 합병지도이며, 밑의 지도는 1421년과 1687년에 철거된 계토(유대인 강제거주지구)의 지도이다. 아이젠만은 이 두 종류의 지도를 이용하여 형태를 만들어낸다. 상하 지도의 외곽선을 Form-Z의 [c-mesh]라는 명령어를 통해 연결(morphing)하여 외부벽면을 형성하고 형성된 외부벽면을 선택하여 [boolean]을 이용하여 기념관을 외벽을 형성하는 것이다.



<그림 4-27> 기본 다이어그램(site)

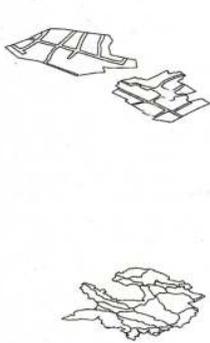


<그림 4-28> 외곽선 연결로 외벽 생성

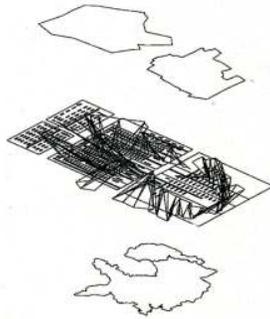
② 바닥 패턴 형성 과정

지도내의 내부간선도로의 윤곽을 기본다이어그램으로 사용하여 초기형태를 구상한다. 여기에서도 또한 상하 지도의 내부간선도로를 연결(morphing)하고

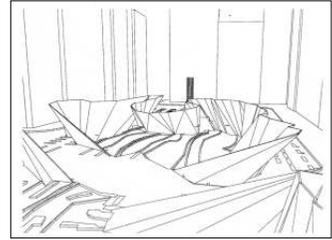
그 연결된 선을 기준면에 boolean하여 그 흔적으로 바닥패턴을 완성하는 것을 디자인 방법으로 적용하고 있다.



<그림 4-30>내부  
간선도로 설정



<그림 4-31>  
연결(morphing)



<그림 4-32>  
기준면에서의 boolean  
흔적으로 바닥패턴 완성

피터 아이젠만은 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론을 통해 새로운 기하학을 건축에 적용할 수 있었으며 이전에는 보지 못했던 형태를 생성하는데에 성공하였다. 길들여진 미학으로부터 탈피하고자 했던 아이젠만은 그가 가지고 있는 건축에 대한 내·외부적 사고와 시뮬레이션웨어를 통해 기본단위도형들을 다양하게 변형시킨다. 컴퓨터 시뮬레이션웨어가 만들어 내는 무의미한 형태속에서 임의의 공간들을 자신이 갖고 있는 건축적 기억에 의해서 선택하여 그 속에서 건축공간으로서 의미화 되도록 하고 있다.

아이젠만의 기본단위도형에 의한 건축형태의 구성의 개념은 인간이 인지할 수 있는 기본단위도형으로부터 복합적으로 얽혀 있는 새로운 형태의 공간을 생성하고자 하는 것이다. 이를 위해서는 기본단위도형을 변형시켜 건축물의 복합적인 볼륨을 표현해야 하는데 이는 수작업으로는 불가능하다.

“내가 컴퓨터에 점점 의존하게 되는 것은 컴퓨터를 통해 20년 전에 할 수 없었던 것을 할 수 있기 때문이다. 예를 들어서 형태를 만드는 것은 방향적인 선의 작업이다. 축은 방향과 크

기, 강도가 없는 종립적 벡터이다. 벡터는 방향과 크기 그리고 강도를 갖는데 축과 다르게 형태와 공간을 대한다. 컴퓨터는 사람이 하는 것과 다른 방식으로 벡터를 분석한다. 벡터는 시간과 공간을 측정하는 또 다른 메카니즘이다.”<sup>43)</sup>

이러한 피터 아이젠만의 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론에 대한 태도는 그것이 가지는 의지(意志), 즉 자동적인 면이 가지는 장점을 최대한 반영하는 주장이다. 즉 시뮬레이션웨어에 의해 자동적으로 생성되는 형태가 가지는 장점을 취하자는 것으로 풀이된다. 아이젠만에게 있어서 이러한 시뮬레이션웨어의 역할을 그의 말에서 인용하면 다음과 같다.

“컴퓨터는 사람의 생각이 개념화시킬 수는 있지만 시각화하지는 못하는 것들을 시각화 할 수 있다. 또한 결코 그리는 것이 불가능 것들을 그릴 수 있다. 그리하여 컴퓨터를 사용하면 무엇인가를 지을 때 창조하는 주체(예를 들면 건축가)의 조절로부터 확실히 벗어나서 지을 수 있다. 나는 가능한 한 작업을 할 때 창조하는 주체를 제거하는 문제에 줄곧 관심을 가져왔다. 다시 말해 창조의 주체, 즉 ‘나’를 제거하는 문제이다. 그럼에도 불구하고 나는 여전히 존재한다.”

이러한 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론은 건축가와 시뮬레이션웨어간의 합성인 ‘중합체’적인 성격을 가진다. 이는 임의적이고 자동적인 성격을 가진 형태 생성과 변형이 위주로 이루어지며 이로써 건축가가 예상하지도 못한 결과를 만들어 낸다.

---

43) Alejandro Zaera의 Peter Eisenman과의 대화중에서 인용

## 4.3 의탁적 디자인 방법

### 4.3.1 파라미터의 시뮬레이션에 의한 형태 생성

건축 형태를 발달, 변형, 수정하기 위해 오브젝트에 영향을 주는 내·외적인 힘(force)을 계산식에 의해 매개변수화하고, 시간의 흐름에 따라 각각의 힘들이 이완하는 다른 힘의 작용범위(force field 또는 generate field)안에서 인력 또는 척력을 받아 시뮬레이션되면서 형태가 잡혀져 나가는 디지털 디자인 방법론은 파라미터에 의한 디자인으로 설명되어진다.<sup>44)</sup>

파라미터 디자인은 고정적인 디자인 방법을 다양한 디자인 방법으로 대체하고, 가능성의 (변동)범위를 묘사함으로써, 건축 형태에 강력한 개념을 제공한다. 파라미터에 의한 디자인으로서, 건축가는 가변적인 차원에서 유기적으로 연관된 도식(schema)의 기하학적 형태 발현(manifestation)과 무한대의 유사한 객체를 창조할 수 있다.<sup>45)</sup>

파라미터 디자인은 다양한 매개변수를 통해 알고리즘적이고 순차적인 디자인 프로세스를 진행할 수 있다. 이러한 프로세스가 가능하게 되는 계기는 시간이라는 요소가 포함되기 때문이다. 매개변수가 알고리즘에 대입되면서 형태를 생성할 때 시간의 흐름에 따라 그 형태에 가변성을 갖게 된다. 그렇기 때문에 매개변수에 의해 형태를 생성하는 것은 다양하고 비정형적인(unformal) 형태를 갖는 디자인이 가능하다는 것을 의미한다.

또한 파라미터(parameter)<sup>46)</sup>는 다양한 형태 도출뿐 만 아니라 구축이라는 점에 있어서, 구조체에 대한 정보를 제공한다는 점이 특징이라 할 수 있다. 파라미터 디자인은 다양한 매개변수를 통해 생성된 형태의 구조체에 대한 부재와

---

44) 류무열, 디지털건축의 시간기반 프로세스에 관한 연구, 대한건축학회, 2002, p.542

45) Branko Kolarevic, "Digital Morphogenesis" in Branko Kolarevic (ed), Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, Taylor & Francis, 2003, p.17

46) 파라메트릭 디자인 환경(Parametric Design Environment)은 모듈러를 활용한 디자인에 적합한 접근 방식이다. 디자인 형상으로부터 도출된 조합체계는 모듈러 디자인의 규칙성과 시스템적인 특성에 잘 부합된다. 또한 조립 모델을 제작하고 이를 통해 제작 과정에서의 문제점과 디자인 하자를 점검할 수 있으며 표준안을 가지고 특수한 디자인을 가능하게 하는 시스템이라 할 수 있다. Daniel Schodek, Digital design and manufacturing, Spon Press, 2004, p.338

구성 방식을 제공하기 때문에 형태 도출과 구축이라는 두 가지 프로세스를 동시에 진행 할 수 있는 방법론이다.

이러한 파라미터 디자인의 대표적인 디지털 기법으로는 ‘운동기반 역학 시스템’을 들 수 있다. 이것은 형태 생성을 제어하기 위한 조건으로 형태자체 이외에 별도의 생성조건이 존재한다는 측면에서 ‘형태변이’와 구분된다. 별도의 생성조건을 하는 것이 힘(force)이다. 건축 프로젝트가 속해 있는 환경, 사회, 경제적 맥락으로부터 도출된 현상 등이 역학적인 의미에서 힘으로 해석될 수 있다. 여기서의 힘은 일종의 정보가 되어, 형태의 생성 과정 속에 축적되며, 정보로 축적된 현재의 힘에 대한 직접적인 반응으로부터 추상 공간이 유도된다. 디자인 형태가 개념적으로 사유되는 순간, 공존하고 있는 운동과 힘에 의해 운동기반 역학 시스템이 정의되며, 최초의 조건으로서의 힘은 움직임과 특정한 행태적 휘어짐 모두에 대한 형성동인으로 작용하는 것이다.<sup>47)</sup> 정적인 표현방식을 대신하는 운동기반의 새로운 형태 생성기법으로 keyframe animation, forward & inverse kinematics, dynamics, particle systems 등의 다양한 모델링 기술이 차용된다.<sup>48)</sup>

먼저 ‘운동역학(dynamics)’은 대상물의 질량과 그에 가해진 응력을 반영한 역학적 분석에 기반하며 특히 시스템 내부로부터 동인되지 않은 외부적 응력과 역학관계에 중심을 둔다. 질량, 밀도, 탄성, 정지 혹은 운동 마찰력과 같은 대상물 자체의 물리적 속성이 정의되고, 중력, 풍하중, 와류(vortex) 등의 외부요인이 적용되어 충돌 감응(collision detection), 장애물 감지(obstacle deflection) 알고리즘에 의해 해당 시스템이 분석된다. 바람과 일조와 같은 환경적 요인과 보행자와 차량 동선, 조망권, 공간 활용양태와 빈도 등의 문맥적 현상에 대한 추상적 유비관계를 직접적으로 시각화하기 위해 해당요인들이 운

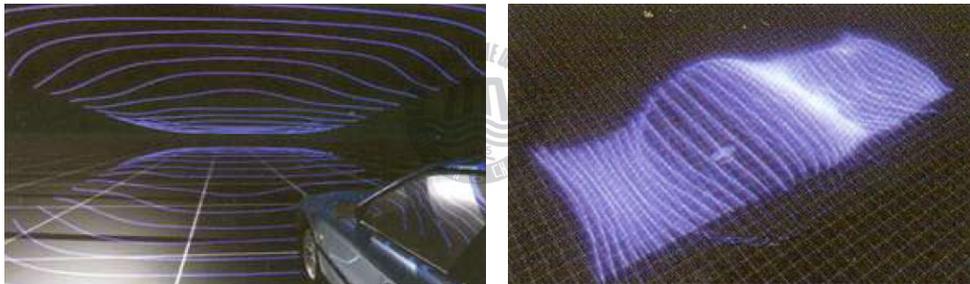
---

47) “운동(motion)은 움직임(movement)과 작용(action)을 암시하지만, 애니메이션은 형태의 진화(evolution of a form)와 형성동인으로서의 응력(its shaping forces)을 의미한다.”, “변수에 의해 생성되는 어떠한 디자인에 있어서도, 시스템 내부의 (조건들이) 드러나는 것과 동시에 (외부적 영향으로서) 맥락적 정보의 (응력)장을 내재시키는 것이 함께 공존하고 있다는 것은 중요한 점이다.” Greg Lynn(1998)

48) 박정대, Ibid

동역학 시스템 내에서 ‘입자 권역(gradient field)’을 형성하도록 프로그래밍하는 것이다. 대지 내에 존재하는 보행 및 차량 동선의 흐름과 움직임과 관련된 힘에 의해 생성되는 ‘인력장(gradient field of attraction)’은 입자역학 시스템 (particle system)에 의해 효과적으로 시각화될 수 있다.<sup>49)</sup>

Dynaform(Franken Architekten)은 BMW 그룹의 경영 철학인 ‘운전의 즐거움’을 표현하기 위해 디자인 하였다. 자동차 목적이 움직임(motion) 속에 있기 위한 것인데, 일반적인 전시회에서 자동차들은 정지된 상태로 전시되기 마련이다. 이 프로젝트는 이러한 것들에 대한 일종의 반란이었다. 이를 위해서 프로젝트의 외부 컨텍스트로 도플러 효과<sup>50)</sup>를 선정하였다. 도플러 효과는 C.J.도플러가 발견한 음향현상으로서 사물이 움직일 때 생기는 파동에 의해 장이 생성되는 현상을 말한다.

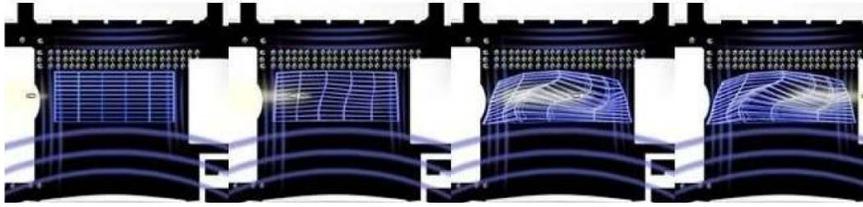


<그림 4-33> 도플러 효과에 의한 힘의 장(force field) 형성

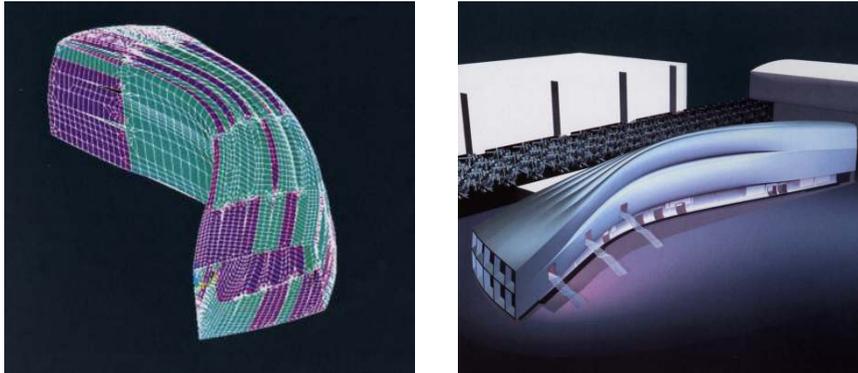
즉, 움직이는 자동차에 의해 생기는 파동을 가시화한 파빌리온을 통해, 자동차의 입장에서 자동차를 관람하도록 한 것이다. Bernhard Franke은 컨셉을 실현하기 위해 도플러 효과의 시뮬레이션을 통하여 파빌리온의 형태를 생성하였다.

49) 박정대, Ibid

50) 이 효과는 1842년 C.J.도플러가 발견하였다. 예를 들면, 기차가 서로 다가올 경우 상대 기차의 기적소리가 크게 들리는데 비해 서로 멀어질 경우 기차의 기적소리가 낮게 들리는 것은 도플러효과에 의한 것이다. 도플러효과는 음파 이외의 파동에서도 볼 수 있는데, 이 효과에 의한 주파수의 관측값 변화는 파동의 전파속도와 파원에 대한 관측자의 상대속도에 의존하며, 파동속도에 대하여 파원과 관측자 사이의 상대속도가 아주 작은 경우에는 관측하기 어렵다.



<그림 4-34> force field를 통한 형태 생성 시뮬레이션



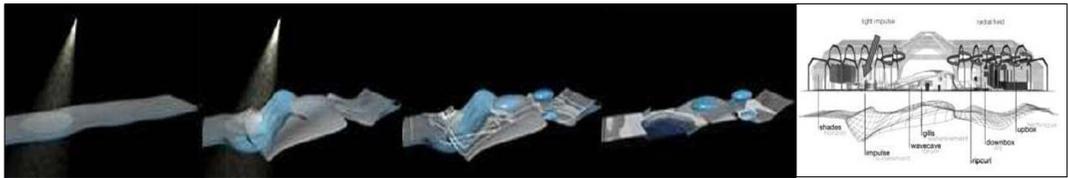
<그림 4-35> Maya에 의한 최종 형태 생성

이를 위해 대지에 균일한 가상의 장을 설치하고, 그 후 질주하는 자동차를 가상의 장을 통과시켜 도플러 효과에 의해 변형된 장을 획득한다. 그 후, 건축의 프로그램과 전체 면적을 고려하여 적합한 범위에서 최종 형태를 결정한다. 즉, 균일하게 펼쳐진 공간의 장이 자동차의 도플러 효과와 결합되어 형태가 생성되는 것이다.

결과적으로 이 프로젝트의 디자인 방법은 영화에 사용되는 특수효과 소프트웨어와 물리적인 알고리즘에 기초하여 형태를 생성하는 자동차나 비행기 산업에 사용되는 시뮬레이션 프로그램의 결합이다. 건축가는 특수한 공간적 맥락을 통해 한계의 상황이나 힘(force)을 유도해낸다. 인간 감각으로서는 이러한 힘을 느낄 수 없다. 또한 여기서의 힘은 자연적 근원으로부터 일어나는 것이 아니며, 정보의 영역에 생기는 것이다. 따라서 Bernhard Franken은 사물과 미립자의 힘의 장(force field)을 시뮬레이트하여 형태를 생성하기 위해 시뮬레이션웨어를 필두에 세운다. 다시 말해 형태는 디자이너의 의도에 의해 창조되는 것이 아니라, 형태 생성의 법칙을 탐색하고 공간적인 한계 상황의 적용을 통한 소프

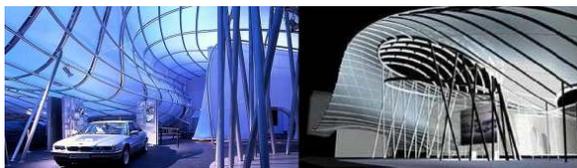
트웨어에 의해 만들어지는 것이다. 소프트웨어 프로그램내의 정보가 곧 형태가 되는 것이다.<sup>51)</sup>

**Wave**는 Clean Energy Expo 2000에 설치된 전시관으로써 에너지의 역동적인 형태에 대한 상징으로 파동(wave)을 형상화 하였다. 여기에서는 형태를 생성하기 위해 엄격한 의미에서 물리적인 요소가 아닌 빛을 사용하였다. 광선의 장이 빛의 충격에 의해 자극되어 파도 모양의 형태가 생성되었다.



<그림 4-36> 빛을 통한 형태 생성 시뮬레이션

여기서 형태를 생성하기 위해 사용된 힘(force)은 실제적인 것의 영향만이 아니라, 비 물리적인 맥락에 의해 추정된 것들이다. Bernhard Franken은 “이 디자인은 디자이너의 선형적 개념을 반영하고 있지 않다. 오히려 자유롭게 선택된 변수들(parameters)의 특정한 변화에 기초한 일련의 실험을 통해 상호작용적으로 발전한 것이다. 또한 디자이너와 컴퓨터간의 상호작용(interaction)의 과정을 통해 정보가 형태로 도출되는 것이다. 이러한 힘의 장(force-field)에 관한 시뮬레이션은 단지 디자인을 생성하는 방법뿐만 아니라 정보의 공간적인 부호화(coding)에도 사용이 된다.” 라고 언급하고 있다.<sup>52)</sup>



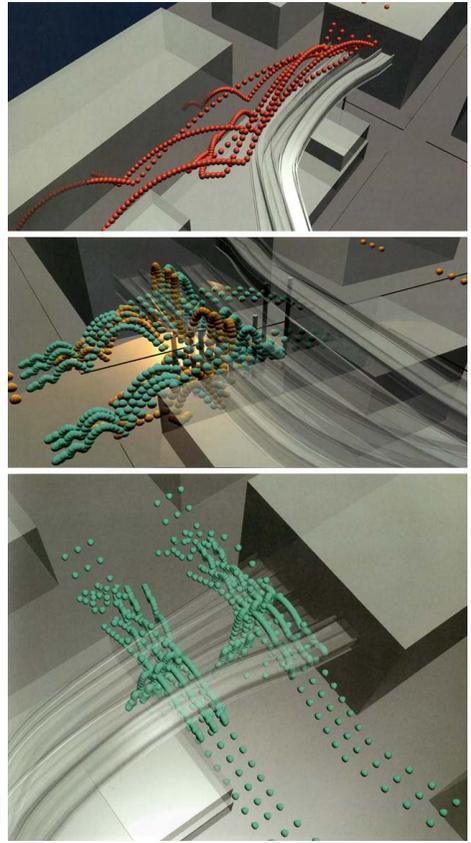
<그림 4-37> The Wave, Franken  
Architekten

시뮬레이션은 단지 디자인을 생성하는 방법뿐만 아니라 정보의 공간적인 부호화(coding)에도 사용이 된다.” 라고 언급하고 있다.<sup>52)</sup>

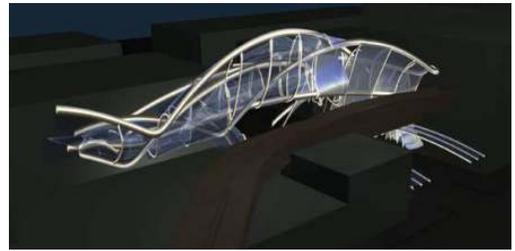
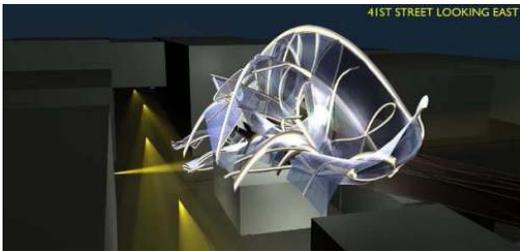
51) Bernhard Franken, "For the joy of driving", Digital real, Peter Cachola Schmal(ED), Birkhauser Publisher, 2001, p.185

52) Franken, Bernhard, Real As Data, Architectre in the Digital Age · Design Manufacturing, Kplarevic, Branko(ED), Taylor & Francis, 2003, p.125

그렉 린의 Port Authority Gateway 계획은 뉴욕시의 Port Authority Bus Terminal로 들어가는 램프의 보호지붕과 조명을 디자인하는 것이다. 린은 사이트를 관통하는 각각 다른 속도와 밀도를 가진 보행자와 자동차, 그리고 버스들의 움직임과 흐름을 시뮬레이트하였다. 이러한 사이트내에 일어나는 움직임의 다양한 힘들은 이것을 유도하는 인력과 함께 모델링되고, 눈에 보이지 않는 인력에 대한 부분의 형상을 만들기 위해 이 힘의 영향에 따라 위치나 형상이 변하는 소립자를 이용한 geometric particle을 도입하였다. 이것은 아주 조그만 입자들이 궤적을 추적하는 것으로 입자 자체의 형태는 변하지 않으며 여기에서의 궤적을 통해 형태를 생성하게 된다. 이러한 시뮬레이션 후에 연속적인 공의 집합체는 다양한 관모양의 물체로 융합되고, 이런 관들이 복잡하게 조성되어 최종외피를 형성하게 된다.<sup>53)</sup>



<그림 4-38> geometric particle, 컴퓨터 알고리즘을 통한 운동 매개체의 시뮬레이션



<그림 4-39> Port Authority Gateway의 형태생성

53) Peter Zellner, Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture, Rizzoli, 1999, p.148

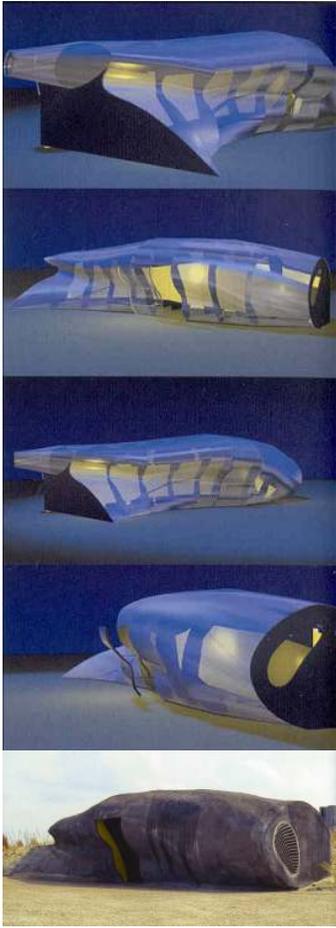
위와같이 그는 컴퓨터 알고리즘이 만들어내는 형상에 건축가가 동참하는 과정을 통해 형태를 만들어내고 있다. 그는 Form-Z라는 3차원 시뮬레이션웨어의 특성을 이용한 반복, 중첩의 이미지를 통해 재현과 동시에, 그 진화의 과정을 자신의 디자인 프로세스의 기반으로 삼는다. 단순한 도구로서가 아니라 프로세싱의 모티브로 삼는 것이다.

그렉 린은 좋은 건축물을 만들기 위해서는 사람이나 차량의 통행량, 바람의 흐름, 또는 온도 등과 같은 보이지 않는 힘이 고려되어야 한다고 생각하고 있다. 그리고 그러한 힘들을 시뮬레이션웨어를 통해 3차원의 형태생성에 대한 적극적인 수용 자세를 가지고 있다고 있다. 물론 그가 시뮬레이션웨어를 통해 얻은 형태를 건축물에 그대로 이용하는 것은 아니며 대부분 디자인 컨셉으로 활용된다.<sup>54)</sup> 하지만 사이트 주변에 내재된 힘들 즉 매개변수들은 단순히 형태를 생성하기위해 선택되어진 것이며, 위와 같은 그의 의도를 끌어내기에는 한계점을 지닌다. 또한 그러한 힘들을 시뮬레이트한 입자들의 분출을 통해 생성된 그 형태는 다분히 임의적이며 우연적으로 나타나는 경우가 대부분이다.



---

54) 송정화, 형태변형 프로세스를 이용한 디지털 건축형태 디자인, 대한건축학회논문집 20권 4호, 2004



<그림 4-40> NOX의 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 형태생성

Blow out Toilet Block(NOX)이라는 이 작은 야외 화장실 계획안은 결론적으로 외부에서 유입되는 바람과 내부에서의 사람들의 행위로 인한 냄새를 옮기는 바람과 소리의 움직임을 특정 시뮬레이션웨어를 이용하여 형태를 생성한 작품이다. NOX의 서술을 빌리자면, “이 건물은 양쪽이 오픈되어있는데, 한쪽은 그릴로, 나머지는 배출을 위한 파이프의 형태를 취하고 있다. 이 건물은 내부의 압력과 바람과 같은 외부의 힘(external forces), 그리고 많이 붐비어 강한 움직임이 생기는 휘어진 복도사이에서ダイナミック한 균형을 이룬다. 그 외부의 힘은 건축에서 단지 자연적 요소만이 아니라 미디어나 가구, 그리고 자동력(motility)이며, 다른 사람들의 행위를 옮기는 벡터이고, 다른 사람들의 냄새를 옮기는 바람의 벡터이며, 그들의 코이고 인테리어이다.”<sup>55)</sup>

이렇듯 NOX는 이러한 다이어그램을 완전한 디자인 기계로 인식하고 있다. Lars Spuybroek은 “기본적으로 다이어그램은 개념적인 입출력장치로, 물질을 삼키기도하고, 재구조화를 거침으로써 뱉어 내기도 한다.”라고 서술하고 있다. 계속해서 그는 “이러한 의미에서 모든 정보적 비평은 언제나 물질적 상태간의 인터페이스이다. 다이어그램은 엔진이며 전동기다. 즉, 다이어그램은 물질 위에 부과되는 것을 원하지 않는다. 반대로 그것은 연속적인 형상화 과정에 참여하기를 요구한다.”<sup>56)</sup> 고 말한다. 이는 다이어그램이 자신 외부에 존재하여 세계와 연결된 추상기계를 구축함으로써, 가능한 최대로 개인뿐만 아니라 건축가가 자의적인 디자인 프로세스를 가지려는 의

55) Spuybroek, Lars, NOX: Machining Architecture, Thames & Hudson, 2004, p.46

56) interview, ANC, 2001년 4월

도로 보인다.

Lars Spuybroek의 생각처럼, 여기서 컴퓨터는 서로 다른 다이어그램들 사이의 의사소통을 강화하는 기계이다. 그리고 그것은 본질적으로, 그리고 그 자체로 다이어그램이며, 특정한 컴퓨터 프로그램 또한 본래, 그 자체로 그러하다. 그의 건물의 형상을 결정짓는 특정한 디자인에 사용되는 동적 모델을 물질적 컴퓨터로 인지하는 것은 어려운 일이 아니다.

이러한 NOX의 디자인 프로세스에 있어서 흥미로운 동시에 문제의 여지가 있는 것은 그 결과물(그것으로부터 도출되는 디자인과 건물)이 그곳에 있기 전에는 그것을 표현한다는 것이 거의 불가능하다는 점이다. 이러한 디자인은 통상적으로 미래의 거주민과 건물의 사용자들과의 상호작용을 가지며, 또는 디자인이 비교적으로 진전된 단계가 될 때까지 부차적인 제약을 수정할 수 있다는 것은 흥미롭다. 하지만 그러한 디자인은 프로세스의 마지막 단계 이전에 최종 형태가 시각화되기를 요구하는 고객에게 설명하는 것이 매우 어렵다는 점은 역시 문제의 여지가 있다. 그러므로 현 시점까지 Lars Spuybroek은 디자인 프로세스상의 고도의 추상을 고려할 수 있으며, 스스로 다이어그램을 해석할 수 있는 고객에게 의지해 온 것이다.<sup>57)</sup>

그러나 이러한 파라미터를 이용한 형태 생성은 시뮬레이션웨어에 대한 전반적인 과정에 머물러 있기 때문에 건축가의 역할 역시 알고리즘을 설정하고, 매개변수를 설정하여 그것을 대입하는 것에만 한정되어있다. 다시 말해, 형태를 생성해가는 과정자체가 시뮬레이션웨어 안에서 행해지기 때문에, 건축가는 관찰자의 입장에서 형태의 진화 과정을 지켜보게 된다. 물론 최종적인 형태를 다듬고 수정하는데 있어서 건축가의 의도가 들어가지만, 전반적인 프로세스의 과정으로 본다면 건축가의 프로세스에서의 위치는 미미하다고 볼 수 있다. 즉, 디자인을 완성해 간다는 점에서, 시뮬레이션웨어의 비중이 건축가의 역할에 비해 높다고 할 수 있는 것이다.

---

57) <http://framework.v2.nl/archive/archive/leaf/other/start.xslt/nodenr-70117>

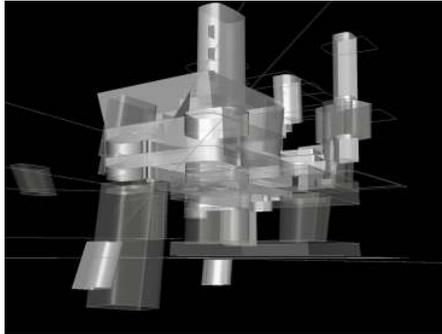
또한 초기에 대입되는 파라미터에 의해 디자인 형태가 좌우되고, 도입되는 파라미터 역시도 알고리즘 내에서 변형하기 때문에, 형태 생성에 있어서 제한된 범위를 갖고 있다고 볼 수 있다. 물론, 건축가에 의해 설정된 다양한 알고리즘과 매개변수에 따라서 가변적이고 다양한 형태를 생성할 수 있지만, 결과적으로는 프로세스 초기에 설정된 알고리즘과 매개변수에 의해 제한된 형태를 띠게 되는 것이다. 따라서 프로세스 초기에 설정된 알고리즘과 매개변수에 따라 어느 정도는 형태의 변화에 대한 유추가 가능해진다. 이러한 면에 있어서, 파라미터에 의한 형태 생성은 창조적인 면보다는 예측적인 면을 갖게 된다.

이러한 점들에 비춰 보았을 때, 파라미터를 이용한 디자인은 초기 변수값에 따라 다양한 형태들을 생성할 수 있지만, 그것 역시도 제한된 범위 내에서의 변형과 생성이 이뤄지므로 한계를 갖고 있다고 할 수 있다.

그리고 형태 생성에 있어서도 건축가의 역할보다는 시뮬레이션웨어에 대해 전반적인 의탁을 하고 있으므로, 디자인에 대한 건축가의 위치에 대해서 비판이 가능해진다. 즉, 디자인 프로세스에 있어서 건축가의 의지와 사고에 대한 논리적 흐름에 대한 의문이 제기된다. 왜냐하면 프로세스 자체 역시도 건축가에 의한 것이 아닌 시뮬레이션웨어에 의해 완성된 것으로 보이기 때문이다.

### 4.3.2 디지털 형식의 알고리즘에 의한 자기 조직화적 형태 생성

시뮬레이션웨어에 의한 형태생성논리로 활용되고 있는 디자인 방법론으로 유전자 알고리즘(GA:genetic algorithm)<sup>58)</sup>을 들 수 있다. 이는 생물의 성장과 형태의 개념인 자연의 진화모형을 통해 건축적 형태를 생성하는 방법으로 적용



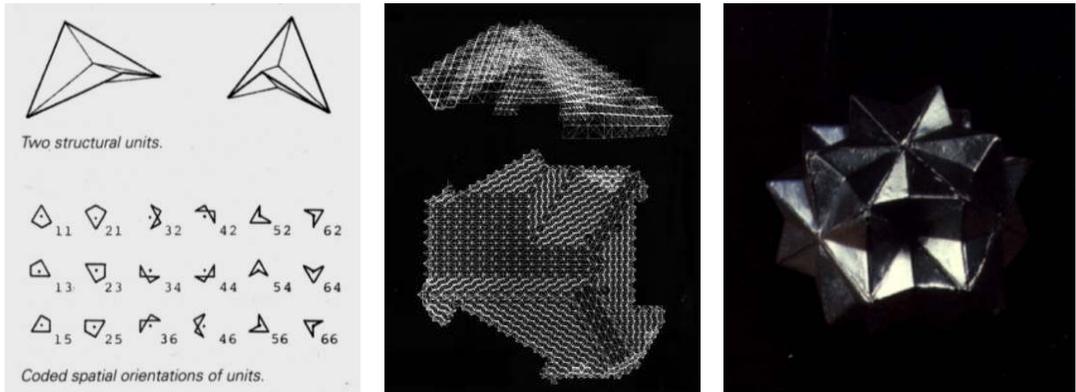
<그림 4-41> Agency, Emergence and Design Group

Agency는 ‘창발적 조직’이라 불리우는 공간 패러다임을 탐구하기위해 시뮬레이션웨어에 의한 발생에 그 모티브가 있다. 소프트웨어는 적합한 값을 구하는 진화적 프로그래밍과 사용자와의 단절과 개체의 변경된 형질의 복원을 위해 사용된다. 이 소프트웨어는 Alias사의 Maya를 플러그인한 C++ 언어로 되어있다.

하는 것이다. 건축적 개념은 생성이 정의된 일종의 규칙에 의해 표현될 수 있으며, 개념의 진화와 전개는 디지털 형식의 알고리즘에 의한 프로그래밍(그림 72)을 통해 선택이 없는 새로운 형태를 생성할 수 있다. 다시 말해 생물은 그 발생의 과정에서 수없는 세포분열을 거쳐 생명체의 형태를 점점 갖추되, 자신에게 내재된 유전 정보에 의해 적합한 형태를 적합한 형태를 갖추게 되고 그 시점에서 세포분열을 멈춘다. 여기에서 이 세포분열의 역할은 컴퓨터의 알고리즘을 통한 반복이며, 유전적 정보는 건축가가 알고리즘에 입력한 값이 되는 것이다. 이 값(정보)에 의해 정의된 유전자에 따라 컴퓨터의 알고리즘은 그 유전자에 맞는 최적의 형태를 생성해낸다는 것이다.

58) GA는 생명체의 생물학적 진화과정에 대한 유전적 알고리즘으로서, 실제 생물의 세포내에서 일어나는 DNA 합성과정과정과 알고리즘 사이의 유비관계(analog)에 근거한다. 진화과정의 초기단계인 integerstring에서는 생물개체(individual)의 실제 형태인 ‘표현형(phenotype)’과 이를 bit로 코드화시킨 재현체인 ‘인자형(genotype)’의 정의가 이루어진다. genotype은 phenotype의 특성으로부터 도출된 코드화된 몇 개의 부분으로 구성되어 있으며, 이 부분들에 대해 이종접합(cross-over), 변이(mutation) 그리고 적응(fitness)의 과정이 적용되는 단계를 거치게 된다. 이 과정에서 genotype에 코드화된 bit들이 서로 섞이거나 사라지면서 그에 수반된 변수들이 변화하게 되는데, 그 최종적인 코드정보를 phenotype에 매핑시키게 되면 새로운 생명개체(혹은 디자인)이 생성되는 것이다. 또한 gaenetic algorithm과 관련하여 건축 분야에서 유사한 의미로 통용되고 있는 개념적 용어들로는 emergent design, evolutionary computation, generic algorithm, generative algorithm 등을 들 수 있다. 박정대, 곡면형상의 구축을 위한 디지털 기술과 건축 디자인 프로세스, 서울대 박론, 2005

GA기반의 디지털 디자인 영역에서 최초의 시도로 John Frazer의 ‘reptile system’을 들 수 있다. 발아체(seeds)와 성장(grow) 개념을 도입하여 접힘판(folded plate) 공간-부재(space-frame)로 구성되어 있는 2개의 유니트는 각기 다른 18가지의 코드화된 방식을 통해 300가지가 넘는 형태적 조합이 가능한 일종의 가변적 외벽체 시스템이다.<sup>59)</sup>

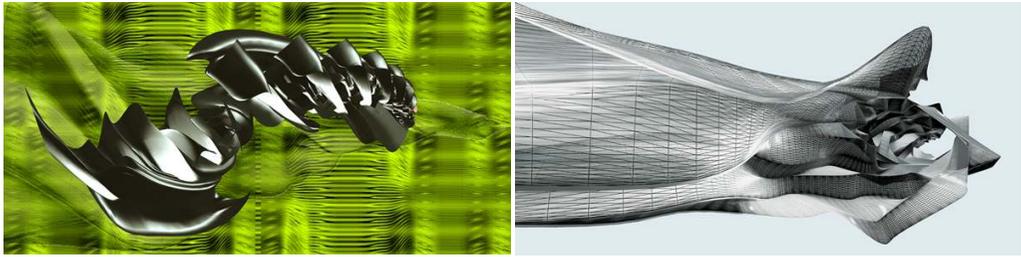


<그림 4-42> Reptile system, 코드화된 ‘발아체’의 구조시스템은 컴퓨터를 통해 자동적으로 발생되고 조작되며, 그 결과 복잡한 구조적 형태를 생성시킨다. 이러한 구조적 울타리 디자인은 건축가의 최소한의 간섭으로 ‘발아체’에 의해 생성된다. 2개의 유니트와 18가지의 코드 방식(좌), computer Drawing(중), model(우)

같은 시기에 또 다른 진화론적 건축(evolutionary architecture)의 사례로 Karl Chu의 ‘원시생명공학적 건축(proto-bionic architecture)’을 들 수 있다. 이것은 **Lindermayer System**<sup>60)</sup>이라는 생성적 논리에 근거를 두고 있다. 이는 3차원의 구조화된 체계에 의해 통합된 형태를 생성해 낼 수 있는 구조적 형태성으로 인해 건축을 포함한 조형예술의 디지털 디자인 프로세스에서 다양하게 활용되고 있다.

59) John Frazer, An Evolutionary Architecture, AA, 1995

60) Lindermayer System은 진화이론의 수학적 공리의 이론적 체계로서 1968년 스미스(Alvy Ray Smith)의 연구는 만델브로(Benoit Mandelbrot)의 프랙탈 개념과의 상관관계라는 관점에서 그래픽 분야에서 새로운 가능성을 제시한 계기로 평가되고 있다. 이후, Lindermayer system은 프랙탈 이미지 생성 분야를 비롯한 생물학적 진화과정 모델링과 식물 형태생성(plant morphology) 분야에서 주요한 형태생성 시스템의 하나로 적용되고 있다.



<그림 4-43> proto-bionic architecture에 기반한 X-Phylum(좌)과  
Phylox(우) 프로젝트

그는 “존재는 가상 공간 속의 연산의 한 형태이며, 따라서 수많은 문제에 직면하게 된 물리학과 화학, 수학은 변모하여 점차 생물학에 가까워지고 있다.”고 언급하고 있다.<sup>61)</sup> 이러한 Lindermayer System의 생성 법칙은 간결하게 표현될 수 있으며, 몇 안되는 단계의 순환적(recursive) 프로세스를 통해 아주 복잡한 대상을 생성할 수 있다.

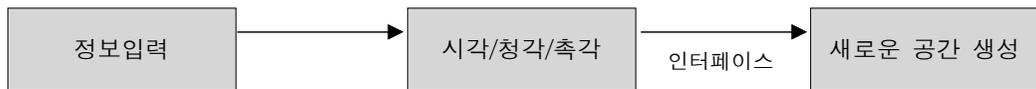
다른 디지털 기법과 비교할 때, GA는 시공성을 고려한 새로운 가능성을 제시하고 있다고 볼 수 있다. 또한 위의 두 가지 경우는 모두 다 생물학적 은유(biological metaphor)에 기초한 탈생적 디자인으로 접근하고 있다. 생명체는 스스로 필요한 부분을 구성해 가는 능동적인 자기조직 알고리즘을 가지고 있다. 이처럼 비결정적, 역동적, 구조와 움직임의 인터랙티브 테크놀러지로서 스스로 조직하는 GA는 스스로 정보를 창조하는 능력을 갖추게 된다. 여기서 건축가는 형태의 일반적인 근원만을 설정해 줄 뿐이며 최대한 그 개입정도를 줄이기 위해 노력한다.<sup>62)</sup>

61) <http://www.seoulforum.co.kr/main/korea/architect/n-go/9/karl.html>

62) Branko Kolarevic, "Digital Morphogenesis" in Branko Kolarevic (ed), Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, Taylor & Francis, 2003, p.24

### 4.3.3 타 주체에 의한 비결정적 디자인

‘실시간 상호 반응에 의한 디자인’에서 핵심이 되는 것은 바로 실시간으로 입력되는 데이터이다. 이는 이러한 데이터베이스와 연관되어 건물 스스로 형태를 발생, 변이시키는 것으로, 시간에 따른 다양한 데이터에 의해 형태와 표면, 구조체의 모티브를 제공함으로써 자체적 발전과 변이를 가져온다. 또한 실시간 상호 반응에 의한 디자인은 가상현실과 현실을 연결하는, 두 영역에 대해 동시적인 체험이 가능한 프로세스 방식이다.



<그림 4-44> 실시간 상호 반응에 의한 디자인 진행과정

실시간 상호 반응에 의한 디자인 역시도 매개변수를 필요로 하는 프로세스 방식이다. 그러나 이러한 매개변수가 데이터베이스에 의해 적용될 수 있도록 알고리즘이 필요하고, 이러한 알고리즘은 건축가의 디자인 의도에 맞게 작성되어 진다. 이러한 부분에서 실시간 상호 반응에 의한 디자인은 매개변수를 통한 디자인과 일맥상통하는 면을 갖는다. 하지만 매개변수에 의한 디자인은 이러한 과정을 시간 압축이라는 방법을 통해 단시간 만에 빠르게 진행시켰지만 실시간 반응에 의한 디자인에서는 시간의 시작은 있을지라도 그 끝은 명확하지 않다.<sup>63)</sup> 이는 다양한 주체에 의해 변화 가능하다는 차이점을 갖는다. 즉 외부 주체에 의해 입력되는 데이터베이스를 통해 건물은 끊임없는 변형이 이루어지기 때문에, 건축가 이외의 다른 요소가 개입되는 특성을 보인다. 이로 인해 건물의 형태가 고정적이지 않으며, 다양한 모습을 기대할 수 있는 특징을 갖는다.

또한 이러한 디자인 프로세스는 전 세계적인 네트워크를 통해 이루어지는 이른바 사이버건축(cyber architecture), 또는 가상건축(virtual architecture)으로 불린다. 이것의 가장 중요한 두 가지 요소인 상호작용과 몰입은 시뮬레이트

63) 류무열, 디지털건축의 ‘시간기반 프로세스’에 관한 연구, 서울대학교 석론, 2002, p.65

된 공간속에서 실존의 느낌과 오브젝트의 직접적이고 오묘한 처리를 용이하게 한다. 그러므로 시각적인 정보만을 재현하는 것과는 달리 시각, 촉각, 청각정보를 사용하여 인간을 가상환경 속으로 감각적인 몰입을 하게 함으로써 현실과 추상사이의 영역을 통합시키고 새로운 건축을 시뮬레이션 할 수 있는 완벽한 수단이 되었다. 건축적인 오브젝트가 실시간으로 변화한다는 것은 물리적인 변형이 아닌 현재 전 세계적으로 연결된 사이버 스페이스상에서의 개념이다. 물리적인 제한 사항은 없지만 여기에서는 절대적인 인자로서 인간이라는 요소가 필수적이다. 즉 앞서 언급한바와 같이 가상적인 건축에 영향을 주는 매개변수는 바로 인간요소(human factor)이다. 인간의 접촉에 의해 발생된 데이터들은 즉각적으로 오브젝트에 반영되어, 오브젝트는 스스로 바뀌어진 환경 변화를 감지하고, 공간/시간 안에서 자신의 위치를 측정하게 된다. 시시각적 변모하는 이 오브젝트들은 결정적으로 제어가 불가능하며 예상치 못한 방향으로 변한다.

“...이 실시간 계산 기술은 디자인 개념의 기반에 위치한다. 만일 건물이 능동적으로 작동할 수 있고, 이런 행위가 데이터베이스와 연결된다면, 건물은 스스로 움직일 수 있는 원인을 발전시키기 시작한다. 건물은 더 이상 변형에 저항하지 않고, 특수한 종류의 사용과 연계된 특정 설정치를 유발시키도록 실시간으로 변형할 뿐이다....데이터에 의해 작동하는 수많은 실린더로 구성된 스페이스프레임인, 이 능동적인 구조체가 형태를 변형할 때, 내외부 껍질은 변하는 구조체를 따라 이동할 것이다. 우리는 이러한 변형에 알맞는 탄성을 갖는 삼차원 표피를 개발해야만 한다. 한편, 정보가 수천개의 램프로 저장되는 내부의 표피는 유동적이어야 하고, 구조의 움직임을 따를 수 있어야만 한다....우리는 물리적으로나, 정보의 내용 면에서 어떠한 특수한 설정도 예측할 수 없다.“<sup>64)</sup>

---

64) Trans-port 2001에 대한 Kas Oosterhuis의 설명중에서

Kas Oosterhuis의 말대로 사이버건축에서 건축가가 할 수 있는 일이란 가상의 오브젝트가 갖는 성질, 즉 환경변화에 대해 적절히 대응관계를 설정할 수 있도록 인터페이스를 조직하고 이것이 변화할 수 있는 한계점을 지정하며 건축가의 의도에 맞게 변형, 발전할 수 있도록 데이터 입력치에 따른 알고리즘을 작성할 뿐이다.

건축가	프로젝트	실시간 상호 반응	사이버 스페이스와의 연결
Marcos Novak	Data-Driven Forms	●	●
	Paracube	●	●
Asymptote	NYSE & 3DTF	●	●
Kas Oosterhuis	Trans-port 2001	●	●
	Web of North-holland	●	●

<표 4-1> 실시간 상호 반응 방식의 프로젝트

실시간 상호 반응 방식으로 분류된 프로젝트(표 8)를 보면, 그에 의한 디자인을 통해 건물의 형태를 생성하는 것에 초점을 두고 있으며, 특히 사이버 스페이스와 연계를 통해 형태를 생성이라는 부분에 중심을 두고 있는 것도 있다.

Kas Oosterhuis의 **Trans-port 2001**은 이러한 개념을 잘 보여주고 있다. Marcos Novak와 공동으로 작업한, 로테르담과 세계각지의 항구 도시들을 위해 디자인된 이 프로젝트는 방문자들이 센서나 이펙터를 컨트롤함으로써 부표들을 검색할 수 있고 컴퓨터 제어를 통해 건축 구조물들을 검색할 수 있는 대화식의 형태변형인 liquid architecture의 물리적 영역으로서 건축에서의 정보에 관한 기술적 주제들을 잘 나타내어 주고 있는 작품이다. 구조 기술자와의 협력하에 내부응력에 따라 동시에 건물이 능동적으로 미리 프로그래밍된 구조(외부와 내부의 표피를 가진 골격)를 유기적으로 변형시키도록 된 것으로, 잘 발달된 근육다발의 섬유질처럼 함께 묶여서 작동할 수 있도록 소프트웨어에 의해 개별적으로 제어되는 압축공기가 담긴 봉들로 구성된 스페이스 프레임과 방

수 처리된 고무질 시트의 내외부 표피를 가지는 가변적 구조로 이루어진 전이 건축이다. Kas Oosterhuis의 설명을 요약하자면 다음과 같다.



<그림 4-45> Trans-Port 2001, Kas Oosterhuis, kinetic skin-exterior

"TRANS-PORT의 물리적 구조는 데이터의 공급에 따라 스스로 조절된다. 이의 구조조절 메카니즘은 가느다란 끈으로 구성된 프레임을 연상하면 된다. 이 끈은 공기의 압력에 의해 작동된다. 모든 끈은 구조공학적 소프트웨어에 의해 개별적으로 제어된다....데이터의 변화는 공기압의 변화를 초래하며, 이는 TRANS-PORT의 내부스킨과 외부스킨을 변화시키는 원동력이 된다. 새로운 형태의 막구조인 이 방수처리된 외부스킨은 양방향으로 유연성을 발휘한다....내부스킨은 웹사이트나 웹 카메라와 같은 다양한 글로벌 정보원과 연결되는 거대한 가상적 창문이라고 할 수있다. 정보는 완전히 프로그램된 내부스킨에 전달되고 내부스킨은 전시관의 물리적 형태의 변화를 추적하여 스스로 자신의 형태를 바꾼다.... TRANS-PORT의 개념 하에서 외부의 힘을 나타내는 것은 데이터이며, 이 데이터는 인터넷과 실제 방문객으로부터 공급된다. 인터넷과 방문객들은 실제구조의 물리적 형태를 변화시키는 매개변수로 작용한다."<sup>65)</sup>

TRANS-PORT 2001은 실시간에 따라 형태와 내용을 변화시키는 데이터들의 집합체라고 할 수 있으며 물리적 공간과 비 물리적 공간을 연결시켜준다. 실시간에 따른 데이터에 의한 변형적 기술은 디자인의 개념적 모델이 되었으며, 이렇게 해서 건물은 능동적인 반응들을 연출하고 이 반응들이 데이터베이스에 연결되어져 건물들은 더 이상의 변형에 버티려 하지 않을 것이다. 그렇게 하여 이 건물은 이곳을 이용하는 인간들의 정보를 흡수하여 실시간으로 변형함으로써 스스로 움직일 수 있는 동적인 구조가 될려는 것이다. 이것은 바로 건축과 인간의 연결고리를 만들어 준 것으로 Kas Oosterhuis는 이것을 ‘교감’이라 칭한다.<sup>66)</sup>



<그림 4-46> Trans-Port 2001, kinetic skin-interior

이와 같이 실시간 상호 반응 디자인은 현실과 사이버 스페이스를 연결하는 특징과 함께 형태가 유동적으로 변화할 수 있는 특징을 가진다. 이런 점에서 기존의 고정적이고 정적인 형태가 갖는 패러다임에서 벗어나는 새로운 방향을 제시해 준다고 할 수 있다.

그러나 이러한 새로운 변화 내에서 살펴봐야 할 것은 역시 건축가의 역할이다. 실시간 상호 반응에 의한 디자인 역시도 알고리즘을 통한 통한 매개변수를 사용한다는 점과 실시간으로 적용되는 데이터에 의해 형태가 결정된다는 점에서 건축가의 적극적인 개입보다는 컴퓨터와 외부 주체들에 의탁된 모습을 보인

65) Kas Oosterhuis, "Trans-port", 디지털건축, 현대건축사, 2003, p.191

66) 명 일, 디지털건축에 있어 Hybrid 성향을 나타낸 Greg Lynn과 Marcos Novak의 디자인 특성에 관한 비교분석 연구, 단국대학교 석론, 2003

다. 즉, 형태를 결정하는데 있어서 데이터와 알고리즘 등이 시뮬레이션웨어라는 매개체를 통해 형태가 생성되고, 건물의 유동적인 형태를 갖게 하는 데이터베이스는 외부 주체를 통해 입력되기 때문에, 시뮬레이션웨어와 외부 주체의 비중이 높아지는 것이다. 물론 알고리즘을 설정하는데 있어서 건축가의 역할이 없는것은 아니지만, 다만 형태를 생성해 가는데 있어서, 건축가의 계획이나 프로세스보다는 시뮬레이션웨어에 상당 부분 의탁하는 프로세스 방식을 따르게 되는 양상을 볼 수 있다.



## 4.4 소결

위의 형태 생성 방법들을 분석해 본 결과, 건축가들이 사용하는 디자인 개념이나 프로세스 방식은 다르지만 시뮬레이션웨어를 통해 형태를 생성하는 과정을 살펴보면 비슷하게 특성이 공유된다는 것을 알 수 있다. 모두 새로운 디자인에 대한 가능성을 모색했다는 점과 각각 고유의 특성을 갖고 있다는 점에서 의미가 있다고 볼 수 있으나, 디자인 프로세스 내에서 건축가와 시뮬레이션웨어의 개입 여지와 그 결과물의 의미에 대한 면이 디자인 방법론의 위기로 생각해 볼 수 있는 공유되는 부분이다.

본 장에서 논의된 디지털 아방가르드들의 디자인 방법론은 그 진행과정에 있어서, 시뮬레이션웨어의 특성에 의존하여 건축가가 임의적 조작이나, 시뮬레이션웨어의 기본속성이나 명령어를 통해 즉흥적이고 우연한 형태를 생성하고 있다. 또한 시뮬레이션웨어 자체의 알고리즘이나 생물의 유전적 정보에 의한 알고리즘, 그리고 건축가가 초기에 설정한 알고리즘에 시간이나 물리적 응력이나 사용자와 같은 외부적 매개변수가 입력이 되면서 형태가 생성되는 것을 살펴 볼 수 있었다. 그러나 이러한 디자인 프로세스는 건축가의 과정 내 개입이 시뮬레이션웨어에 비해 미미하다는 것을 알 수 있다. 즉, 형태 생성에 있어서 건축가 보다는 시뮬레이션웨어를 통해 완성해 가는 면이 많기 때문에, 건축가가 시뮬레이션웨어를 자신의 의도에 맞게 활용했다기 보다는 전적으로 의탁하여 프로세스를 진행했다고 볼 수 있다. 결국, 이러한 형태 생성 방식은 시뮬레이션웨어를 통한 디자인 프로세스에 있어서 건축가의 개입된 부분이 초기의 알고리즘과 변수 조작에만 머물렀다는 비판과 함께 전적으로 건축가의 의지에 의해서만 만들어진 것이 아니라는 비판이 가능해 지는 것이다.

---

## 제 5 장

### 현대건축 디자인 방법론의 미래

---

#### 5.1 인공지능에 기반한 컴퓨터 시뮬레이션의 태생적 한계

앞선 논의를 다시 살펴보자면, 디지털 아방가르드들의 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론은 디지털 테크놀로지가 기존에는 불가능했던 세상을 선사하고 대지와 인간, 그리고 그것을 둘러싼 세계 내 구성요소를 명확하고 논리적으로 형식화하거나 재현할 수 있다는 믿음에서 출발했다고 볼 수 있다. 하지만 현상학적 시각<sup>67)</sup>에서, 인간의 행위는 형식화 될 수 있는 것이 아니며, 세계는 맥락, 자유로운 요소들의 집합으로, 결코 재현될 수 없다는 것이다. 하이데거에 따르면 이해는 지식의 양식(mode of Knowledge)이라기보다는 존재의 양식(mode of being)이다. 현상을 이해한다는 것은 밖의 세계에 독립하여 존재하는 실재에 대한 이해가 아니라, 세계-내-존재(being-in-the-world)로서의 인간이 실천(practice)을 통해 살아나가는 것 그 자체라는 것이다. 자명해 보이는 인간의 실천은 수많은 배경가정들을 전제로 한다. 예를 들어 우리가 망치를 사용할 때, 우리는 (망치라는)도구, (망치를 사용하는)목적, (망치를 사용하는)인간의 역할 등 사회적 연결망의 맥락 안에서 망치를 사용하는 기술을 실현한다. 이러한 맥락을 떠나서는 망치를 사용할 수 없을 뿐 아니라 망치를 사용한다는 것의 의미를 이해할 수 없다. 행위자가 처해있는 상황과 맥락을 떠나서 대상에 대한 이해가 불가능하다는 것이다.<sup>68)</sup>

---

67) 인공지능에 대한 비판적 견해는 주로 현상학, 분석철학 등을 연구하는 철학자들로부터 제시되었다. 이들은 컴퓨터가 궁극적으로 인간처럼 생각할 수 없으리라 주장하고, 인공지능 연구는 완전한 성공을 거둘 수 없으리라 예측한다. 권기석, '컴퓨터가 할 수 있는 것'에 관한 지식사회학적 고찰, 서강대학교 석론, 2000

68) Bauman, Zygmunt, Hermeneutics and Social Science, Columbia University Press, 1978

시뮬레이션웨어의 가상현실(virtual reality)은 인공지능(artificial intelligence)의 법칙에 따르며 그 범위와 정도는 한계를 공유한다는 점에 주목하여야한다. 인공지능이란, 말 그대로 사람이 만들어낸 지능을 의미하는 것으로 “지능을 가진 컴퓨터 또는 그것을 개발하는 학문을 말한다. 인공지능의 목표는 사람처럼 생각하는 기계를 만드는 것이다.”<sup>69)</sup> 라는 정의가 가장 일반적이다.

현상학적 시각에 기반하여, 드레퓌스(H. Dreyfus)는 인공지능이 왜 궁극적으로 불가능한지의 이유를 구체적으로 제시하고 있다.

첫째, 기계는 사람과 같은 신체를 갖지 않으므로 인간처럼 사고할 수 없다고 설명한다. 그는 신체를 갖는 인간과 신체를 갖지 않는 기계의 차이는 숙련적 지식(skill)에서 극명하게 드러난다고 말한다. 또한 인간은 어떤 규칙에 의존하여 숙련적 행위를 하는 것이 아니라고 말한다. 예컨대 자전거 타기는 역학적 법칙에 의해 규칙으로 명료화될 수 있지만, 실제로 자전거를 탈 때 역학적 법칙을 상기하며 자전거를 타는 사람은 없다. 자전거 타기는 술한 시행착오를 거쳐 신체에 체화된 ‘암묵적 지식(tacit knowledge)’이다.<sup>70)</sup> 드레퓌스는 인간의 대부분의 행위는 이러한 암묵적 지식의 성격을 지니고 있으며, 따라서 신체가 없는 기계는 인간의 숙련적 행위를 모의하지 못하리라고 주장한다.

두 번째로, 기계는 ‘상황지워지지 않았음(not situated)’을 이유로 든다. 인간은 어떤 상황 안에 들어가 있기 때문에 자연스럽게 여러 행위를 수행할 수 있는데, 이에 반해 기계는 특정한 맥락 안에 들어가 있을 수가 없거나, 만약 기계에 맥락을 만들어준다면 이것은 특정한 상황과 관련된 모든 상식적 정보를 입력해야 한다는 것을 의미한다. 하지만 이는 사실상 불가능하다. 상식을 규칙으로 명료화 하는 것은 무한 회귀(infinite regress)의 작업이기 때문이다.

---

69) 강한 의미의 인공지능은 컴퓨터 내부에서 일어나고 있는 지적 과정이 인간의 내부에서 일어나는 인지 과정과 똑같은 것이라고 중하는 반면, 약한 의미의 인공지능은 컴퓨터가 단지 인간의 인지 기능과 유사한 어떤 특성을 나타내고 있을 뿐이라고 주장한다. Challoner, Jack., Artificial Intelligence, Andrew Mclynn, 1999 이상헌 (역), 뿔뿔뿔 인공지능, 김영사, 1999, p.10 참조

70) Polany, Michael., Personal Knowledge, University of Chicago Press, 1958

세 번째로, 드레퓌스는 기계는 인간과 같이 욕구(needs)를 가지고 있지 않음을 주장한다. 현상학적 시각에서, 세계는 인간의 실용적 활동(programatic activity)의 맥락에 의해 만들어진다. 인간의 개인적, 사회적 욕구가 우리의 경험 세계를 구조화한다는 것이다. 인간이 세계에서 익숙한 방식으로 살아 갈 수 있는 이유는 이처럼 인간이 자신의 욕구를 통해 실용적으로 세계를 구조화하기 때문이다. 이에 반해, 기계에는 인간과 같은 욕구가 없다. 몇몇 인공지능 연구자들은 기계에 인간의 욕구를 대체하는 다른 것을 입력하여 문제를 해결할 수 있다고 주장할 수 있으나, 이는 전혀 다른 종류의 문제라 지적한다. 기계의 목적은 문제를 해결을 위한 것이며, 일단 문제가 해결되면 목적이 해야 할 역할은 더 이상 없다. 하지만 인간의 욕구는 단지 만족되어지는 데에서 그치지 않는다. 드레퓌스는 인간의 욕구는 지속적 명확화를 통해 변화하는 것이라고 생각한다. 따라서 인간의 욕구는 기계의 목적처럼 사전(事前)에 목록으로 저장할 수 없다. 사전에 목적을 입력해야 하는 컴퓨터의 방식으로는 지속적으로 변화하는 인간의 욕구를 모의할 수 없다는 것이다.

결론적으로 인공지능 연구가 아무리 발전한다고 할지라도 이러한 세계-내-존재로서의 인간의 세계 이해를 컴퓨터는 결코 모의할 수 없다는 설명이다.

위 설명에 비추어 보았을때, 적합성, 의미의 구별, 공간의 기원, 세상의 지식과 같은 인간의 지성(intelligence)에 대한 완벽하고 진정한 시뮬레이션을 만들어내기란 아주 어렵다는 것에 동의한다. 왜냐하면 아주 함축적이고 암시적인 현실에 대한 인간의 지시과 명확한 재현간에는 모순과 불일치가 존재할 것이기 때문이다. 디지털 시뮬레이션은 개별적 데이터 또는 완성된 데이터 구조, 시뮬레이션된 투시화법(perspective), 색깔, 재질, 모서리 품질, 조명(illumination), 빛, 흐림(haze), 그리고 움직임 등을 명확한 법칙(rule)에 의해 구축된 프로그램 안에서 정확히 정의된 것처럼 재현되며 완성된다. 하지만 정황(situate)적으로 정의된 데이터와 요소들의 맥락을 시뮬레이션하는 것은 불가능한 것이다. 이것은 기술적 한계가 아니라 기술의 한계인 것이다.<sup>71)</sup>

## 5.2 결과적 측면에서의 현대건축의 표상성 문제와 존재론적 위기

시뮬레이션웨어가 디자인 방법에 초래한 변화는 결과적으로 디자인에 새로운 전환을 제공하고 있다는 것이다. 그럼에도 불구하고, 건축의 디자인 진행과정에서 방법론 자체만으로 디자인을 보장해줄 수 있는가의 문제와 함께 그 결과물에 대한 가치 판단의 필요성이 제기된다.

저명한 건축이론가 달리버 비즐리(Dalibor Vesely)는 근-현대건축이 과학과 공학의 논리매체를 통해 이루려는 형태(form)의 형식적인(formal) 표상(representation)으로의 모호한 발전과정과 역사에 대한 향수적 접근으로 잘못 해석된 상징적 표현이나 기능의 경제성에 따른 자유추상적 정형화의 과정속에서 형태에 대한 수학적이고 회화적인 표현으로의 반복적 진행이 오늘날의 건축이 가진 딜레마로 꼬집고 있다.



"지난 2세기동안 건축의 역사는 형태(form)에 대한 형식적인(formal) 표상(representation)의 문제점을 지니고 있었음에도 불구하고, 오늘날의 건축은 과학과 테크놀러지에 의한 증가되는 이익과 함께 건축의 효율적인 생산과 형식(formalization)의 과정, 그리고 또한 역사적 양식에 대한 참조, 사회·문화적인 의미론적인 해석이라는 두 가지 측면에서 모순성을 지닌체 우리의 의향과 의지와는 반대로 진행되어왔다. 따라서 형식화와 상징화의 이러한 모호한 과정들은 현대건축의 딜레마의 원천이 되었으며 최종적으로 건축의 진행에 있어서 패러독스가 되었다."<sup>72)</sup>

---

71) Dalibor Vesely, Architecture in the Age of Divided Representation, The MIT Press, 2004, p.308-315

72) Dalibor Vesely, "Architecture and the Conflict of Representation", AA files, 1985

여기서 표상이란 대상이 지닐 수 있는 모든 존재 가능한 현상을 발견하고, 비록 지각자의 주관적 인식작용에 의존하되 충분한 객관적 사유를 필요로 하는, 인간의 의식을 통하여 재구성되고 경험 가능한 대상적 사물에게 그 현존성과 존재적 의미를 부여하는 행위양태로, 건축, 음악, 미술, 조각 등 인간의 모든 예술행위는 바로 인간의 존재성, 또는 Heidegger가 말하는 ‘존재자’(being)와 ‘존재’(Being) 사이나, 이룸 지어짐으로의 드러내어짐(lightning)과 잠재되어 있음으로의 가리어짐(concealing)의 가는 틈에 머물며, 그 갈등에서 발생되어 지는 시간적이고 공간적인 진실성을 우화적으로 표상하는 신화-시적(mythopoetic)행위인 것이다.<sup>73)</sup>

이러한 표상성을 바탕으로 비즐리의 현대건축에 대한 이해는 건축의 외면적 형상이나 그것이 지닌 의미들은 결국에 과학적 형식주의가 만들어낸 결과물과 동일한 혼돈된 인간정신의 추상적 형태로 변형되어버린 데에 그 근본적 모순성이 내재한다는 것이다. 이러한 모순은 바로 건축, 공학, 그리고 미학 사이의 불투명한 존재론적 관계의 역사 때문이며, 과거와 현재에 대한 끊임없는 독자적 이해와 연속적인 변형의 창출로 지상의 존재적 의미를 조화롭게 이루어 가려는 선형적 표상(transcendental representation)에서 과학이나 공학의 개념을 매체로 전체를 새로운 형식 속에서 일괄되게 조절해 가려는 도구적 표상(instrumental representation)으로, 혹은 상징적 표상(symbolic representation)에서 우리의 감각기능을 즐기기 위한 심미적 표상(aesthetic representation)으로의 환영적 진행과정에 의한 것이라 보고 있다. 이러한 모순적 과정은 19세기를 지나 과학문명이 더욱 발달한 현재에 와서도 좀 더 다양하고 복잡한 형태로 진행 중이라 볼 수 있다.

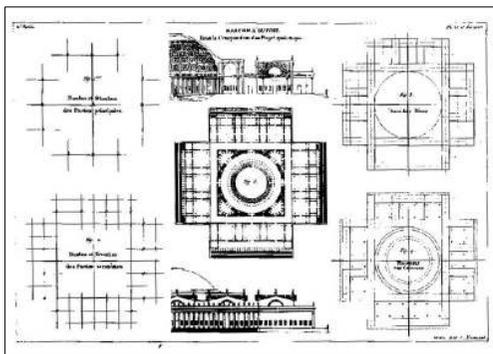
과거 17세기부터 건축의 인상학(physiognomy)을 향한 운동과 우주의 수학적 표상(mathematical representation)은 현대과학과 테크놀러지의 발달과정과

---

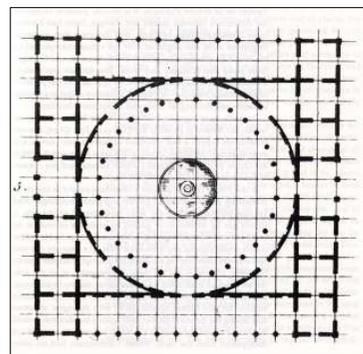
73) 변태호, 현대건축의 표상성에 대한 존재론적 위기, 대한건축학회논문집 10(6), 1994

밀접한 관계가 있다. 이 시기의 예술가들과 과학자들은 “사실성(reality)의 진정한 질서는 수학적이고, 따라서 수학적 형태는 세계의 가장 적합한 표상이다.”<sup>74)</sup> 라고 믿고 있었다. 이 당시의 과학자인 Kepler와 Newton은 표상을 통해 우주의 숨겨진 보편적 질서(universal order)에 참여하고 표상하기 위한 시도를 하였다. 하지만 그 자체의 자율성을 획득하지 못하였고, 비록 그것이 나중에 현대예술에 있어 과학적 사고의 새로운 방식에 대한 강력한 근거가 되었지만, ‘수학적 표상’의 모호성은 여전히 전통적인 우주론의 개념 중에 한 부분이었다.

18세기 말엽에 이르러 우주에 대한 형이상학적인 이해의 부정과 현 실체에 대한 과학적이며 합리적 분석, 즉 수학적 표상이 이루어졌다. 특히 건축에 존재하고 있는 전통에 대한 직접적인 참조 없이, 이성을 통한 건축적 질서의 수학적 표상은 구아리니(Guarino Guarini)의 건축과 빠로(Claude Perrault)의 건축적 질서의 과학적 해석을 통해 듀랑(J.N.L Durand)에 의해 처음 성취되어진다.<sup>75)</sup> 듀랑은 건축을 하나의 형식언어나 양식으로 이해했다. 그러한 듀랑의 이론에서 수와 기하학은 마침내 상징적 함축을 저버리고, 이제 비례체계는 기계적인 도구가 되고 기하학은 효율성을 달성키 위한 매개물로 기능한다.<sup>76)</sup>



<그림 5-1> 평면구성을 위한  
기하학적인 방법론(듀랑)



<그림 5-2> 구성의  
메커니즘을 보여주는  
상세도판(듀랑)

74) Dalibor Vesely, Ibid

75) 변태호, Ibid

76) Alberto Perez-Gomez, Architecture and the Crisis of Modern Science, The MIT Press, 1982

즉 듀랑은 존재하고 있는 전통에 대한 직접적인 참조 대신 수학적 논법을 통한 건축요소의 조직적 구성 또는 가치나 의미의 방법론적 유도인 건축적 자율성 (architectural autonomy)을 기반으로 순수 기하학적 공간 혹은 “구성에 있어서 보편적 메커니즘”(universal mechanism de la composition)을 창조하는 것이었다.

그 후, 듀랑의 건축에 대한 과학적 접근은 한계<sup>77)</sup>는 다음 세대의 유사한 뜻을 품은 쾰퍼(Gottfried Semper)에 의해 인식되어졌다. 그의 것은 좀 더 복잡하고 잘 정비되었고 적어도 과학적 건축 디자인 이상의 목표가 있는 듯 해보였다. 하지만 쿠비에(Georges Cuvier)의 ‘자연의 생명론’에 영향을 받은 그는 여전히 과학적이고 합리적인 형태로 계승되었다. 그의 노력은 건축적 양식에 영향을 미치는 사회-문화적 환경요소들의 기능을 자연의 생태-진화론적 입장에서 해석, 이해, 표현하려는데 있는 듯하였다. 또한 여전히 알 수 없고 미스테리한 자연의 힘을 표현하는 당시 예술의 신념적 경향의 영향도 더해졌다. 이런 점에서 그는 건축적 질서의 발생적인 모체(matrix)로서 원시오두막을 선택하였으며, 특히 그것의 상징 뿐 만 아니라 재료와 기술적 요소에 의한 정형적 구조(formal structure)에도 관심을 두었다. 이러한 쾰퍼의 주된 논리는 건축을 재료, 기술, 종교, 정치 등과 개인적인 재능과 자유와 같은 외부의 다양한 상황들 간의 기능적 관계의 수학적 구조를 통해 인식할 수 있는 예술적 형태로서 생각하는 것이었다. 후에 쾰퍼의 이 이상은 비록 작은 부분이었지만 H.P. Berlage, Otto Wagner, Adolf Loos, 독일의 Werkbund, 그리고 Bauhaus에 영향을 끼쳤다. 하지만 쾰퍼의 이 인상적인 생각은 결코 성취될 수 없었던 불가능한 과업이었다.<sup>78)</sup>

---

77) “듀랑의 보편적인 디자인 방법을 창조하려는 시도는 놀랍게도 널리 영향력을 발휘하며 상대적으로 성공을 거두었다. 하지만 그것은 오직 그 자신의 전통과 역사를 망각한 문화 속에서만 성공할 수 있는 것이다. ....듀랑의 디자인 방법의 주 약점은 역사적 시간은 영원한 효력을 지닌 이론 속에 포장되어지며, 묶어둘 수 있다는 그의 신념이었다.” Dalibor Vesely, *Architecture in the Age of Divided Representation*, The MIT Press, 2004, P.247

78) Ibid

이 시기의 과학은 인간 존재의식을 위한 가장 이상적인 방법으로 믿어졌으며, 과학에 의해 표상된 세계는 ‘진정한 자연’으로 인식되어졌다. 또한 과학적 논리의 명쾌함은 인간의 사고방식을 변화시키고 그것 자체의 자율성을 획득할 수 있을 만큼 강력한 것이었다. 그러나 이런 상황 속에서 현시대의 가장 큰 모순이 있는 것이다. 왜냐하면 세계상은 세계 그 자체의 전체 자연에 의해 표상되어야 하는 것이기 때문이다. 과학에 의한 자연의 표상 혹은 세계의 리얼리티의 수학적 표상은 단지 전체 리얼리티의 부분일 뿐이기 때문이다. 이러한 의미에서 세계의 표상방법에 있어 두 가지가 피할 수 없는 충돌을 일으킨다. 첫째는 조화로우며 참여적인 이해와 포괄적인 의미매체로서 종사하는 '상징적 표상'(symbolic representation)이며, 둘째는 자율성, 지배, 통제의 도구로서 종사하며 공격적인 '도구적 표상'(instrumental representation)이다.<sup>79)</sup> 쥘리아의 이상은 이를 수 없는 꿈이었지만, 상황이 변했다. 과학적 사고에 의한 영향은 강력한 테크놀러지의 영향으로 대체 되었다. 이에 건축은 다만 형태에 대한 이해, 형식적인 목적, 재료, 기술에 지나지 않는 것에 근거를 둔 디자인 가능성만을 가지고 테크놀러지의 단순성, 그리고 전례없는 복잡한 개인적 의도와 형식화에 의해 만들어지는 본질적인 궁핍에 직면하게 되었다. 즉 우리는 생산을 위한 도구적 영토로 들어서게 된 것이다. 이러한 모순은 현시대의 상황까지 이어져 오고 있다. 다음은 이에 대한 비즐리의 진술이다.

“건축과 같은 분야에서 심지어 오늘날에도 도구성 (instrumentality)은 상징주의와 조화될 수 있으며, 균형은 그들 사이에 설정될 수 있으며 도구성은 그 자체의 상징주의를 생산할 수 있거나, 또는 그것들은 독립적으로 존재할 수 있다는 신념이 있다. 그런 신념의 모순은 우리가 *techne* (instrumentality)가 항상 *poiesis*(symbolic representation)에 종속되어졌다는 것을 아주 정확하게 이해해온 최초의 전통을 참조

---

79) Dalibor Vesely, "Architecture and the Conflict of Representation", AA files, 1985

할 때 아주 분명해진다. 왜냐하면 *techne*는 단지 리얼리티의 조그마한 단편에 속하는 것인 반면, *poiesis*는 전체로서의 리얼리티에 속하기 때문이다.”<sup>80)</sup>

비즐리는 순수한 기술공학적인 가능성들로 향하는 이탈(emancipation)의 단계에 오른 많은 건축가들의 행적을 오늘날의 모순으로 꼽고 있다. 이러한 이탈의 새로운 꿈은 전자공학의 혁명으로 인해 한층 가속화 되었다. 이 새로운 꿈의 시대는 도구적 표상(instrumental representation)과 결합되어있으며, 그 결과 형태의 구축 뿐만 아니라 현실의 인상(physiognomy)까지도 재생(reproduction)과 시뮬레이션을 통해 조작할 수 있다. “실제같음”은 표상적 타당성의 망상(illusion of the representational adequacy)에 근거를 둔, 표상의 타당성(adequacy of representation)에 대한 오독된 신념이 촉진되어 그 결과로 나타나는 것이다. 새로운 망상과 꿈의 시대에 표상과 표상되어지는 것은 천계와 같은 변증법적인 과정의 결과로 나타나는 전통적인 결합이 아니라, 현실의 실재를 직접적으로 지시하여 나타낸다. 이것은 실험적이고 생산적인 지력(mentality)의 달성이며, 우리는 오직 우리가 만들 수 있는 것만을 이해할 수 있다는 자세인 것이다.<sup>81)</sup> 이러한 점을 잘 보여주는 서술이 있다.

“우리는 현실세계와 가상세계의 교차점에서 살아가는 전자적으로 확장된 육체의 시대, 업무와 만남이 현실의 접촉만이 아니라 원격출현(telepresence)을 통해서도 이루어지는 시대, 원격통신이 유발한 전통적 건축 유형의 분열과 재조합으로 탄생하는 변형적 건축 유형의 시대, 그리고 벽돌, 콘크리트, 철근으로 된 기존의 도심과 평행선에 있고 보완적이며 때로는 경쟁적인 새로운 소프트 도시의 시대로 접어들고 있다.”<sup>82)</sup>

---

80) Dalibor Vesely, Ibid

81) Dalibor Vesely, Architecture in the Age of Divided Representation, The MIT Press, 2004, p.308

오늘날의 건축적 표상에 대한 이해는 혼잡스럽고 애매모호한 것이다. 건축이 무엇을 표상해야 했고 또는 사실 건축이 다른 무엇보다도 그 스스로를 표상하고 있는지 아닌지에 대한 명확한 관념이 없다. 게다가 또한 건축은 전적으로 그 내재적인 존재로 한정되어질 수 없다는 강한 믿음이 있다. 이로서 불가피하게 건물은 외양(appearance)과 인상(physiognomy)을 가지고 되는 것이다. 우리의 자연스럽고 자발적인 반응은 주제의 명확한 경험이며, 더욱이 오직 눈에 보이는 개념적 특성에만 주목하는, 이러한 상황에서는, 따라서 인상학적이게 되는 것이다. 이러한 사고의 문화적 결과는 무엇보다도 상징적 표상(symbolic representation)으로 부터 도구적 표상(instrumental representation)으로의 변환인 것이다. 상징적 표상과 도구적 표상은 서로 매우 대립되는 것이다. 전자는 조화롭고, 또한 참여적인(participatory) 이해와 포괄적인 의미의 매개물로서 이바지하는 반면에, 후자는 공격적이고, 또한 자발성과 지배, 조종의 도구로서 이바지하는 것이다. 이 도구적 사고에서의 표상의 문제는 표상의 단계와 그것의 발생 과정간의 명백한 관계를 줄이려는 경향이 강하다.

이러한 경향이 특히 오늘날 주목되는 자발적(autonomous)이고 자기-참조적(self-referential)인 건축인 것이다. 20세기에는 문화적으로 이탈적인 질서로서, 그리고 자연세계의 모든 참조점으로 부터의 해방으로 건축을 다루는 많은 시도들을 목격 할 수 있다. 이러한 자발적 건축의 전개를 전적으로 형성하는 영향은, 명확한 인상학의 부주의함에서 기인한 보편성과 익명성을 가진 구조물을 만들어내는 기술결정론(technological determinism)에서 비롯된 것이다.<sup>82)</sup> 즉, 구조물의 외관은 그 스스로의 상황적 문맥에 의한 것이며, 이러한 구조물 외관과 그것들의 문화적 맥락과의 분리된 거리는, 문제가 되는 오늘날의 표상의 본성을 만들어내는 주된 원인이라는 것이다.

---

82) William Michell, City of Bits, The MIT Press, 1995, p.167

83) Dalibor Vesely, Ibid, p.356

### 5.3 창의적 디자인 방법론과 효율적 도구로서의 가능성

디지털 디자인 미디어와 건축으로 도입되면서, 건축가들은 다양한 디자인 방법론을 만들어 내게 된다. 건축가들이 디자인을 형성하는데 있어, 관심을 갖고 프로세스를 진행하는 방법은 범주화를 할 수 없을 만큼 개성이 뚜렷하고, 나름대로의 특성을 갖고 있다. 이러한 디자인 방법론의 다양성 또한 디지털 디자인 미디어가 건축에 끼치는 특성이라 할 수 있다.

시뮬레이션웨어가 디자인 방법에 적극적으로 도입되면서, 건축가는 그 진행 과정상에서 자신의 위치와 시뮬레이션웨어의 비중에 대한 딜레마에 빠지게 되며, 스스로 내린 건축적 정의에 따라 그 해결책을 제시하고 있다. 위의 논의에서 본 바와 같이 건축가가 시뮬레이션웨어에 전적으로 의지하지 않고 자신의 의도를 극명히 드러내면서 형태를 생성하는 창의적 디자인 방법에 대한 새로운 가능성으로, 데이터에서 다이어그램, 그리고 다이어그램에서 형태생성으로 가는 디자인 방법론을 생각해 볼 수 있다. 이는 건축가가 시뮬레이션웨어에 전적으로 의존하는 방법이 아닌, 효율적 도구로써 활용하는 방법을 취하고 있다. 데이터를 분석하고 그것을 디자인 진행과정에 맞게 재생할 때, 시뮬레이션웨어가 개입되지만, 이는 건축가의 선택과 분석 방식에 따라 생성되는 자료들과 다이어그램들이 다른 방식으로 재생산 되는 것이다. 다시 말해, 디자인을 완성해가는 프로세스 내에, 건축가의 개입이 적극적이고 활발이 이루어지며, 건축가의 의도 역시 극명하게 드러날 수 있다.

4장에서 논의된 사례(4장 2절)의 경우 1·2차적 생성, 간접변형 등 시뮬레이션웨어의 기본속성이 건축가의 형태생성 언어가 되고, 또한 기본 명령어에 따라 형태가 변화되고 발전되는 모습을 다이어그램을 통해 만들어가고, 다이어그램이 최종적인 형태에서 건물의 디자인을 결정하는 모습을 살펴볼 수 있었다. 다이어그램은 시뮬레이션웨어에 의한 형태 생성이라는 영역으로 그 의미가

확대되는 것을 확인할 수 있다. 데이터 또한, 건축가의 의도에 의해 사용되지만 4장 3절의 사례들의 경우에는 데이터들이 매개변수로서 작용하기 때문에, 그 요소가 제한적이면서도 우연적인 특성을 갖고 있다. 또한 이러한 매개변수들은 형태 생성과 변형을 위한 하나의 부분적인 요소(element)로서의 위치를 갖는다고 볼 수 있다.

이와 달리 개념화, 다이어그램화의 과정에 적용되는 데이터들은 건축가가 주관적인 선택과 객관적인 분석에 적용되기 때문에 그 역할이 매개변수와는 다르다. 이러한 디자인 진행과정에서의 데이터들은 형태를 창출하기 위해 개념화되고, 다이어그램화되어, 건축가의 디자인 의도 및 디자인 개념으로 확장된다는 것이다. 즉, 시뮬레이션웨어를 통해 디자인을 진행하지만, 시뮬레이션웨어를 디자인 진행과정에서 건축가의 사고역영 확대를 보조하고, 디자인 의도를 개입시킬 수 있는 하나의 ‘필터’라는 도구로서의 적용이라 볼 수 있다. 이러한 디자인 방법론은 아래의 사례에서 찾아 볼 수 있다.



UN Studio의 디자인 방법론에서 시뮬레이션웨어는 건축 디자인을 형상화시키는 과학으로써 작용한다. UN Studio는 새로운 디지털 조작을 이용하여 비표적인 건축의 가능성을 보았다. 자신들을 공적 영역의 협력적 네트워크 전문가이자, ‘Public Scientist’로서의 건축가로 부를 수 있는 것도 이러한 시뮬레이션웨어를 통해 가능해진다.<sup>84)</sup>

이는 UN Studio의 다음의 진술에서 알 수 있다.

“컴퓨터를 이용한 매개기술 및 협력 작업을 위한 도구를 보다 잘 활용해서 작업을 재구성하면서, UN Studio는 하나의 결합

---

84) 이상적 대안은 기반시설, 도시계획 수립, 건설, 프로그램 혼합 그리고 공공 정책 등을 완벽하게 연결하면서 프로젝트를 재구성하는 것이다. 벤 반 버켈(Ben Van Berkel)은 모든 장소에서 심층계획의 수립이라는 다중적 접근법이 요구되는 도시들을 만나고 있다. 이곳들은 탈산업화가 진행 중이고, 밀집되어 있는, 도시화된 장소 즉 유럽, 미국, 그리고 동남아시아의 여러 지역이다. 벤 반 버켈은 UN Studio와 더불어 이것을 공공건설 프로젝트로 이해하게 되었고, 이에 따라 유연한 기준을 가진 조직을 구성했다. 이 과정에서 기존의 건축사는 공적 영역의 협력적 네트워크 전문가이자, ‘공공 과학자’인 건축가로 대체되었다. 벤 반 버켈, Love it. Live it., DAMDI 편집부, 2004, p.10

이나 화면 위에서 모든 층위들이 함께 존재할 수 있음을 발견한다. 프로젝트의 모든 국면은 컴퓨터 스테이션 상에서 wire-frame에서 상세화면으로, 또한 실제 설치 작업에서 Surface rendering으로 전환된다. 이를 통해 프로젝트의 모든 국면은 이해하기 쉽고 신속하게 검토될 수 있다. 다양한 층위에 대한 복잡한 통찰은 속도감 있고, 압축된 방식으로 보여진다. 이러한 시각화 작업을 통해 새로운 형태의 제어가 가능해진다.”<sup>85)</sup>

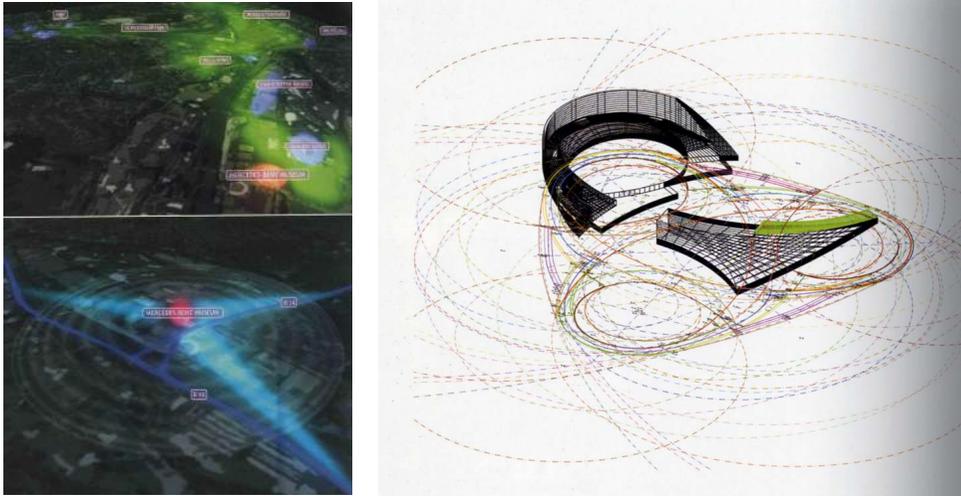
UN Studio의 시뮬레이션웨어의 활용은 Diagrammatic을 구사할 수 있는 가능성을 제공한다. 건축에 있어서의 매개변수들은 제한된 요소로서 직접적으로 디자인에 도입되는 것이 아닌, 시뮬레이션웨어를 통해 한번 걸러지게 된다. 이런 매개변수들은 변형과 층위 구성 등 실제적인 조작이 가능해지고, 이는 UN Studio의 디자인 개념인 Diagrammatic을 통해 다이어그램으로 형성되어진다. 형성되어진 다이어그램을 형태화가 가능해지고 이로 인해 디자인 창출되는 것이다. Mercedes Benz Museum은 계획대지에 대한 분석과 그 계획대지가 갖고 있는 기하학(geometry) 성격을 분석하면서 시작하게 된다. 계획할 건물의 성격과 대지가 갖는 성격을 분석하고 이를 통해 건물의 형태를 구상하였다. 시뮬레이션웨어를 통한 기하학 분석을 통해 건물의 형태를 구상하게 되는데, 여기서 무수하게 발생하는 기하학적인 선에서 디자인 컨셉을 찾아가게 되는 것이다.



<그림 5-3> Mercedes Benz Museum, UN Studio

---

85) 벤 반 버클, Ibid



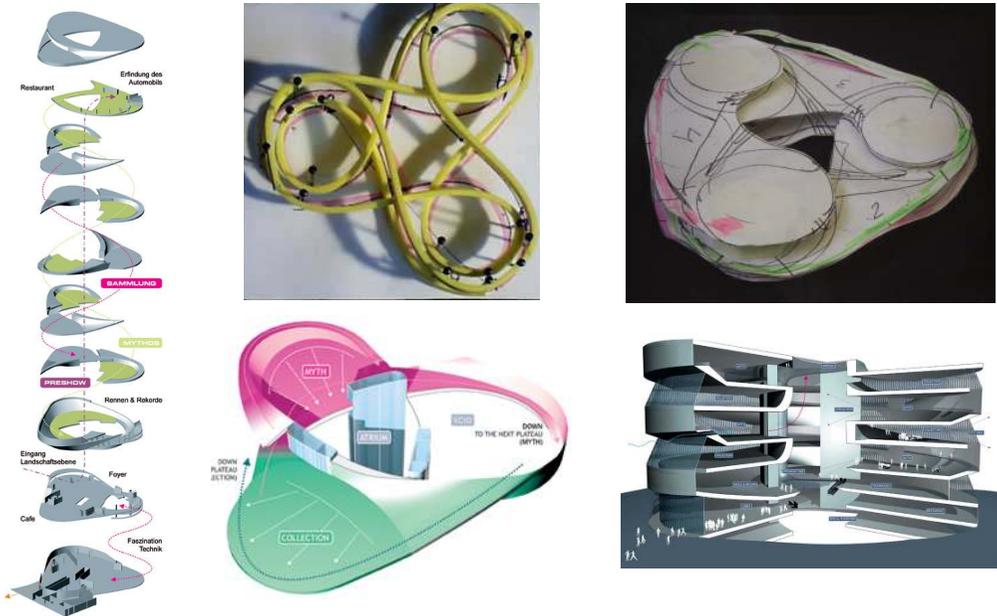
<그림 5-4> Infrastructural context와 기하학적 컨셉 분석

초기 사이트 분석에 대한 데이터들을 , 기하학을 통해 형태를 가능하게 되는 과정에서 시뮬레이션웨어의 개입이 발생한다. 시뮬레이션웨어를 통해 복잡한 기하학의 체계를 객관적인 지표와 함께 시각화하고 이를 통한 결과를 얻게 된다. 이런 과정을 겪은 후 건축가는 분석된 형태를 유지하면서 자신의 의도를 대입할 수 있는 형태를 구상하게 된다. 분석된 데이터를 벗어나는 형태 생성이 아닌 분석된 데이터를 전제로 하는 형태 구상이 시작되는 것이다. 이러한 형태를 구성하는 과정에서 다이어그램이 발생하게 된다. 디자인에 대한 계획 의도를 나타내는 다이어그램이 생성하게 되는데, 이 다이어그램들이 디자인 진행과정을 보여주는 도구로써 작용할 뿐만 아니라, 형태를 창출해 가는 논리적 과정을 이끌어내는 나침반 같은 역할도 하게 되는 것이다.

UN Studio는 분석된 데이터를 바탕으로 트레포일(Trefoil)<sup>86</sup>과 헬릭스(Helix)<sup>87</sup>라는 다이어그램을 형성하게 된다. 형성된 다이어그램에 디자인 의도를 대입하여 공간구성, 형태 등 디자인을 마무리 짓게 된다. 다이어그램을 완성해 가면서 형태에 대한 구체적인 윤곽이 잡히게 되고 이를 통해 디자인을 완성하기 때문에 논리적 흐름을 만들어 갈 수 있다.

86) 삼엽형(三葉形)

87) 나선형(螺旋形)



<그림 5-5> 공간 구성 다이어그램

위 사례의 디자인 방법론은 데이터를 단순한 매개변수로서 사용하는 것이 아닌 디자인 개념 정립의 도구로서 반영하기 때문에 건축가의 개입여지가 분명해진다. 이러한 데이터를 기반으로 건축가는 시뮬레이션웨어를 통해 다이어그램을 형성하고 자신의 의도를 개입하여 형태를 창출한다. 이는 데이터의 다이어그램화를 통해 디자인 진행과정상에 객관성 논리적 타당성을 확보하려는 작가의 의도로 보여진다. 즉, 자신의 위치를 유지한 상태에서 디자인을 창출하는 방법을 사용하기 때문에 그 의미가 다르다고 할 수 있다. 이는 시뮬레이션웨어에 전반적인 의존에서 벗어나 디자인 진행과정에 효율적 도구로서 시뮬레이션웨어를 적용할 수 있는 가능성과 기존의 디자인의 한계를 벗어나 새롭고 창의적인 디자인을 모색할 수 있다는 가능성 제공하기 때문이다.

---

## 제 6 장

### 결 론

---

컴퓨터의 보급과 함께 시작된 고도의 기술혁신은 우리의 생활을 바꾸어 놓고, 우리의 세계관을 흔들어 놓고 있으며, 동시에 인류의 꿈과 이상을 실현시켜 줄 대안을 안고 우리의 의식 속에 깊이 파고들고 있다. 건축 환경 역시 이에 의해 기존의 패러다임이 위협을 받고 있으며, 실제로도 이전과는 다른 양상을 지닌 건축물들이 들어서고 있다. 역사적으로 건축은 이상과 현실간의 모순, 대립양상을 거치면서 수많은 좌절과 승리를 경험해 왔다. 난관이 거듭될 때마다 새로운 기술은 확실한 해답을 제시하였으며, 이것을 바탕으로 건축이 더 진화할 수 있도록 발판을 마련해 주었던 것은 사실이다.

디지털 패러다임에 직면한 현대 사회에서 건축가는 새로운 국면을 맞이하고 있다. 그것의 대표적인 부분이 바로 디지털 도구이다. 현재 모든 건축가들의 디지털 도구의 활용 방식과 태도를 분석하고 유형화하는 것은 불가능하며 의미가 없을 정도로 디지털 도구의 사용은 일반적이다. 하지만 바로크 시대의 투시도법이 재현적 도구로서가 아니라 형태와 공간을 생산해내는 수단으로 역할이 변한 것처럼 현대의 디지털 도구인 시뮬레이션웨어가 그러한 양상을 띄는데, 이는 아직 명확한 범위와 정의가 내려지지 않은 디지털건축이라는 이름하에 극단적이고 실험적인 디지털 아방가르드의 디자인 방법론에서 발견할 수가 있다.

본 연구에서 살펴본 디지털 아방가르드들의 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론의 핵심적 특성으로 자의성(autonomy)을 들 수 있다. 이는 다시 두 가지 측면에서 고찰 될 수 있다.

두량이 전통에 대한 직접적인 참조 대신 수학적 논법을 통한 건축요소의 조

직접 구성이나 기계적인 비례체계와 기하학을 통해 건축적 자율성 (architectural autonomy)을 획득하여 “구성에 있어서 보편적 메커니즘”을 창조한 것과 마찬가지로 디지털 아방가르드들은 천계와 같은 변증법적인 과정을 배제하고 시뮬레이션웨어 내의 알고리즘에 기반하여 형태를 자의적으로 조작하거나 자동 생성시키며, 또한 외부매개변수의 직접적인 시뮬레이션을 통해 형태 또는 건축 자체를 생산하고 있다. 이는 전반적인 과정에서의 시뮬레이션웨어의 개입을 통해 디자인에 있어서 자율적(autonomous)인 논리를 획득하기 위한 것이라 볼 수 있다. 즉 디지털 시대의 건축가들은 더 이상 고전건축과 근대건축을 지배했던 양식·대칭·비례·기하학과 같은 건축 구성의 공통된 기준점과 포스트모더니즘에 의한 건축의 언어적 가능성과 같은 외부의 원리를 참조하지 않고, 자신만의 고유하고 이탈적인(emancipatory) 설계 방법론들을 찾기 위해 노력하고 있음을 드러내주고 있다.

두 번째로는 제어의 독립에 관한 의미로, 디자이너의 조작이 있다하여도 그 결과는 프로그램내의 특정한 규칙과 알고리즘에 의해 임의적이고 우연한 형태로 도출된다. 이는 시뮬레이션웨어가 디자이너와 동등한 위치의 대리인과 같은 위상을 가지거나, 나아가 디자이너가 그것에 의탁하는 경향으로의 의미로도 볼 수 있다.

이렇듯 디자인 수행함에 있어 시뮬레이션웨어에 의한 프로세스는 건축가의 역할을 바꾸어 버렸다. 이들의 방법론에서 건축가는 디자인 프로젝트에서 이전보다 한 발 물러서 있는 것이 사실이다. 모든 것을 주관하고 실행하는 마스터의 입장에서 이제는 프로젝트가 컴퓨터 상에서 흘러가는 과정을 관망하고 조율하는 위치로 바뀌었다. 비유를 하자면, 근본적으로 음악을 만들어내는 작곡가(composer)의 위치에서 각종 소스를 조합하여 훌륭한 화음을 만들어 내는 믹싱기사(mixing engineer)정도로 생각해 볼 수 있다. 형태를 만들어내는 창조적 존재에서 형태를 만들어 낼 수 있는 무언가를 조직하는 일, 프로그래밍을 하거

나 적절한 소프트웨어를 찾아내는 일, 수많은 데이터들을 하나로 묶고 효율적으로 관리하는 일 등이 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 프로세스에서 건축가의 몫으로 남게 된다. 즉 자신이 디자인하고자 하는 것이 사전에 구체적으로 그려졌던 예전과는 달리 건축가는 디자인에 필요한 전반적인 데이터를 총괄하며 자신이 의도하는 효과를 중점적으로 살리는 프로그래밍에 치중한다. 따라서 이로부터 생성된 구체적인 그림은 주어지지 않으며 건축가 자신도 모르는 경우가 많다. 또한 이 결과물은 건축가 개인의 이념이나 의지와는 무관하게 생성되는 것이다. 다시 말해서 자신이 만들어낸 형태에 대한 논증을 컴퓨터라는 기계에 떠맡겨 버림으로써 일종의 책임회피로도 볼 수도 있다. 나아가 시각적 표현매개물을 생성할 수 있는 사람은 누구나, 건축가 혹은 디자이너가 아니더라도 디자인 진행과정상의 초기에 기본적 알고리즘 설정과 조작, 그리고 매개변수 대입과 같은 과정만 수행할 수 있다면, 새롭고 복잡한 형태에 대한 기술적인 문제들은 해결할 수 있을 것이다. 구축과 시공에 관련해 디지털 기술을 제공해주는 전문적인 컨설팅 그룹의 등장은 이러한 개연성을 더욱더 현실화시켜주고 있다.



하지만 데이터에서 다이어그램, 다이어그램에서 형태로 이어지는 디지털 디자인 방법론을 통해 건축가가 시뮬레이션웨어에 전적으로 의지하지 않고 자신의 의 의도를 극명히 드러내면서 형태를 창출하는 새로운 가능성을 찾아볼 수도 있었다. 데이터를 다이어그램으로 변화시킬 때, 시뮬레이션웨어를 통해 필터링되어 구성하게 되는데, 이 방법에서 다이어그램은 디자인 진행과정을 보여주는 시가적인 도구의 역할 뿐만 아니라, 데이터의 분석을 통한 결과적인 산물로서의 역할도 겸하게 된다. 즉, 다이어그램은 데이터의 필연적인 결과물로서 존재할 수 있으며, 분석도구으로써 정확한 시뮬레이션웨어를 통해 얻어지므로 객관적이고 논리적인 형태로서 구체화 될 수 있다. 여기서 시뮬레이션웨어는 중간 매개자로서 효율적 역할을 하므로, 건축가는 자신의 창의적 사고의 일관성있는 흐름을 유지할 수 있게 된다. 물론 이 경우도 개인적이거나 소수 건축가들의

디자인 방법론의 하나로, 그 건축적 가능성에 대한 체계적이고 폭넓은 분석과 고찰은 앞으로 남겨진 과제로 볼 수 있다.

더불어 “기술이 변하면 건축이 변하는 것이 아니라 생산방법이 변하면 건축이 변하는 것이다.” 라는 Andreas Ruby의 말은 시뮬레이션웨어에 의한 디지털 디자인 방법론을 접하고 있거나 흥미하는 이들에게 시사하는 바가 크리라 생각된다. 건축의 새로운 사고는 언제나 기득권에 반대하고 실험적인 위치에서 시작되는 것임을 우리는 알고 있다. 따라서 시뮬레이션웨어에 의한 디자인 방법론이 보여준 반향은 쉽게 간과하기에는 부담스러운, 그 자체로서 의의가 있음은 사실이다. 하지만 알베르토 고메즈가 그의 저술인 ‘근대 기술과 건축의 위기’에서 근대 기술을 건축의 존재론적 가치를 상실하게 만든 원인으로 지목한 것처럼, 또한 Dalibor Vesely가 근-현대건축이 과학과 공학의 논리매체를 통해 이루려는 형태(form)의 형식적인(formal) 표상(representation)으로의 모호한 발전과정이 오늘날의 건축이 가진 딜레마의 하나로 꼬집고 있는 것과 같이, 디지털 테크놀로지의 발전이 건축의 위기를 불러일으킬 것이라는 우려로 변하게 됨은, 이에 앞으로 현대건축에 있어서 디지털 테크놀러지에 대한 논의가 현대 건축 이론의 발전과 더불어 다양한 관점에서 지속적으로 발전되어야 함을 주지시켜준다.

### 단행본

- 정인하, 현대건축과 비표상, 아카넷, 2006
- Michael Heim, The Metaphysics of Virtual Reality 가상현실의 철학적 의미, 여명숙 (역), 책세상, 1997
- Challoner, Jack., Artificial Intelligence, 이상헌(역), 풀망풀망 인공지능, 김영사, 1999
- Dalibor Vesely, Architecture in the Age of Divided Representation, The MIT Press
- Dalibor Vesely, "Architecture and the Conflict of Representation", AA files, 1985
- Zaha Hadid, Guggenheim Museum Publications, 2006
- Branko Kolarevic(ed), Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing, Taylor & Francis, 2003
- Alberto Perez-Gomez, Louise Pelletier, Architectural Representation and the Perspective Hinge, MIT Press, 1997
- Gausa, Manuel 외 5명, The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture, Actar, 2003
- Weiser, Peter, Digital Space, McGraw-Hill, 1997
- Greg Lynn, Animate Form, Princeton Architectural Press, 1999
- Peter Eisenman, Diagram Diaries, Universe, 1999

- Daniel Schodek, Digital design and manufacturing, Spon Press, 2004
- Peter Cachola Schmal(ED), Digital real, Birkhauser Publisher, 2001
- Peter Zellner, Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture, Rizzoli
- Spuybroek, Lars, NOX: Machining Architecture, Thames & Hudson, 2004
- John Frazer, An Evolutionary Architecture, AA, 1995
- Bauman, Zygmunt, Hermeneutics and Social Science, Columbia University Press, 1978
- Polany, Michael., Personal Knowledge, University of Chicago Press, 1958
- Alberto Perez-Gomez, Architecture and the Crisis of Modern Science, The MIT Press, 1982
- William Michell, City of Bits, The MIT Press, 1995, p.167
- NOX, Thames & Hudson, 2004
- UN Studio, MOVE, UN Studio & Goose Press, 1999
- Maggie Toy, Hypersurface Architecture II, John Wilwy & Sons, 1999
- 봉일범, 프로그램 다이어그램(건축-지어지지 않은 20세기 8), 시공문화사, 2005

## 학위 논문

- 류무열, 디지털건축의 '시간기반 프로세스'에 관한 연구, 서울대학교 석론, 2002
- 허성원, 디지털시대 건축조형의 표현특성에 관한 연구, 경남대 석론, 2001
- 박정대, 곡면형상의 구축을 위한 디지털 기술과 건축 디자인 프로세스, 서울대학교 박론, 2005
- 손창현, 디지털 건축에서 표면의 유연성과 구축성에 관한 연구, 서울시립대 대학원

석론, 2005

■ 김봉수, 피터 아이젠만의 건축설계에 활용되는 디지털 디자인 프로세스에 의한 형태 생성과 변형에 관한 연구, 한양대 석론, 2000

■ 이승준, 디지털 테크놀로지 도입 이후 변화된 프랭크 게리와 피터 아이젠만의 건축 디자인 프로세스에 관한 비교 연구, 단국대 석론, 2003

■ 명 일, 디지털건축에 있어 Hybrid 성향을 나타낸 Greg Lynn과 Marcos Novak의 디자인 특성에 관한 비교분석 연구, 단국대학교 석론, 2003

■ 권기석, '컴퓨터가 할 수 있는 것'에 관한 지식사회학적 고찰, 서강대학교 석론, 2000

## 학술 논문

■ 정인하, 투시도법과 디지털 표현방식의 비교를 통한 비표상적 건축에 관한 연구, 건축역사연구, 통권34호, 2003

■ 김동준, 프랭크 게리와 피터 아이젠만의 건축 디자인 프로세스에서 디지털 미디어의 적용방법과 특성에 관한 비교 연구, 대한건축학회논문집, 2004

■ 송정화, 형태변형 프로세스를 이용한 디지털 건축형태 디자인, 대한건축학회논문집 20권 4호, 2004

■ 변태호, 현대건축의 표상성에 대한 존재론적 위기, 대한건축학회논문집 10(6), 1994

## 정기 간행물

- Zaha Hadid, El Croquis 103, 2001
- Frank Gehry, El Croquis, 2006
- 벤 반 버클, Love it. Live it., DAMDI 편집부, 2004
- ANC, 2001년 4월
- Kas Oosterhuis, "Trans-port", 디지털건축, 현대건축사, 2003
- Space, 공간사, 2007년 1월

## 인터넷 참고자료

- <http://www.glform.cpm>
- <http://www.eisenmanarchitects.com>
- <http://www.cadalyst.com>
- <http://framework.v2.nl/archive/archive/leaf/other/start.xslt/nodenr-70117>
- <http://www.seoulforum.co.kr/main/korea/architect/n-go/9/karl.html>



## 감사의 글

1년 전에 논문의 마지막인 이 글을 쓰고 있을 상상은 후련함과 흥가분함이었지만 막상 지금의 저의 소감은 많이 아쉽고 조금은 후회스럽기까지 합니다. 미흡한 논문은 애써 부정하지 않으려 해도 저의 부족함을 여실히 드러내고 또한 깨우칠 수 있는 계기가 되었습니다. 그래서 저의 인생에 다시는 안 올지도 모르는 소중한 대학원 생활 동안의 아쉬움과 안타까움을 감출 수가 없습니다. 그래도 작은 보람이 가능 할 수 있었던 것은 주위의 고마운 분들의 가르침과 격려 덕분이었습니다.

건축학도로서 저의 대부분의 시간을 안용희 교수님과 함께 보냈습니다. 생전 처음 건축설계라는 것을, 교수님의 재미있지만 날카로운 가르침과 무섭지만 열정이 담긴 꾸지람 속에서의 그 경험은, 6년이 지난 지금도 저에게 자극이 되고 활기를 불어넣어줍니다. 나아가 그저 바람에 나부껴다니는 낙엽과 같을 수도 있는 저에게 건축가의 진정한 가치관과 자세에 대한 끊임없는 가르침은 앞으로 저의 건축인생에 기둥이 될 것입니다. 대학원 생활 내내 교수님의 기대와 가르침에 부응하지 못한 부족한 저에게 끝까지 열정이 넘치는 채찍질과 가르침을 주신 점 깊이 감사드립니다.

또한 논문이나 학업이외에도 늘 저에게 안부를 물으시고 격려를 아끼지 않으신 이명권 교수님, 그리고 저의 학문적 건축적 미숙함을 웃으시며 감싸주시고 사례 깊은 조언으로 항상 힘을 실어 주시는 오광석 교수님 감사드립니다. 늘 관심으로 격려해주시고, 지도 해주신 이한석 교수님, 송화철 교수님, 도근영 교수님, 박수용 교수님, 그리고 형처럼 편안히 대해주시고 건축과 건축이론을 쉽고 폭넓게 가르쳐주신 강윤식 교수님께 감사의 마음을 전해 드리고 싶습니다.

많은 대화를 통해 건축의 정보와 길을 제시해 주시는 연구실의 '분대장' 김용화

소장님, 특히 이틀 밤을 새시고도 저희를 위해서 직접 도면을 만지시며 가르쳐 주신 점 잊지 못할 것 같습니다. 또한 늘 배려와 정으로 대해주는 한창수 선배님께도 감사를 전하고 싶습니다. 더불어 대학원의 기동인 이성명 소장님, 박동구 교수님, 최대영 소장님, 김원갑 사무관님 덕분에 대학원 생활 동안 더욱 더 많은 것을 경험하고 그것이 앞으로의 저에게 건축가로서의 밑거름이 될 것입니다.

병아리 시절부터 늘 함께 해온 민성이 신채에게는 단 한번도 표현한 적은 없지만 많이 미안하고 고맙다는 말을 전하고 싶습니다. 늘 저의 고민거리를 해결해주고 대화상대가 되어주었던 민성이, 항상 저의 든든한 지원자였던 신채에게 형으로서 많이 배려하지 못하고 이끌지 못해 미안합니다. 그럼에도 불구하고 나를 걱정해주고 물심양면 도와준 점에 너무나도 많은 고마움을 표합니다. 또한 많은 시간 함께 하며 괴팍한 선배덕에 늘 고생하고 힘이 되어준 을한이에게는 고마움을 말로 하기 힘들 것 같습니다.



비록 대학원 생활동안은 같은 공간에서 공부하진 않았지만 저와 희노애락의 끈으로 똘똘 뭉쳐있는 형제와 같은 균용이에게는 이루어 말할 수 없는 배려와 격려와 걱정애 고맙다는 말을 전하고 싶습니다. 더불어 용수형, 봉건 형, 성제, 원조, 승우, 경일, 성택, 덕민이는 비록 많은 시간을 함께 하지는 못했지만 같은 원생으로서 든든한 저의 후원자 임은 두 말할 나위 없이 고마움을 표하고 싶은 점입니다. 그리고 이번에 입학하게 될 민호와 경태에게는 벌써 부터 고생하며 저의 수고를 들어주는 것에 고맙고, 또 앞으로 보내야 할 대학원 생활에 격려를 보내고 싶습니다.

늘 좋은 정보와 가십거리를 제공해주는 성욱이, 그리고 무한한 식사와 술을 제공해주는 그의 아내 인숙이, 항상 저를 배려하고 고민을 들어주는 재희, 이제는 사람되어 저를 걱정해주는 석진이, 대학원 생활의 힘든 무게를 떨쳐버릴 수 있

도록 저에게 웃음과 힘을 주는 동일이, 문규에게 이 기회에 고맙다는 말을 전하고 싶습니다. 비록 연락은 자주 못했지만 저에게 아주 소중한 존재임에는 틀림이 없다는 말 또한 전하고 싶습니다.

끝으로 단 한 차례도 저에게 싫은 내색 없이 믿어주시고 힘을 주시는 형님, 형수님, 끊임없는 관심과 애정으로 응원해 주시는 김혜, 동래, 덕계 가족분들, 그리고 늘 실망스러운 모습만 안겨주는 작은 아들을 위해 끝까지 사랑으로 믿어주시고 보살펴 주시는 아버지와 저를 위한 기도와 걱정을 밤잠 못이루시는 어머니께 이 자리를 빌어서 이 모든 감사와 함께 사랑한다는 말 전하고 싶습니다.



2009년, 아침을 향한 경계에 연구실에서...