

공간디자인에서 디지털 표피 재 조직화, 물리적 구현 방법 연구

- 표피 재 조직화, 가공 중심으로 -

A Study on methodology of physical Fabrication & reorganization of Epidermis in Space Design

- Focusd on reorganization of Epidermis, Fabrication -

박정주* / Park, Jeong-Joo

Abstract

It requires more close cooperation process and mediator for smooth communication in this industry structure where design and engineers are separated. The database of design integrates separate system and helps connection between organizations. The application category is utilized variously from formation to operation. Architectures addressed in this content as Frank Gehry and Nox are making differentiated design on the base of 3d digital methodology and using it widely from generation to fabrication. Especially they got to be free from the generative limit as it became available to analyse, digital surface organization, and realize the complex system form. Now more integrated and delicate works got to be affordable owing to various kinds of improved CNC, RP(rapid-prototype) machines, and architecture hardwares. With a linkage of software now at their disposal, architects can create a digital model of a building and all of its design elements, and in turn use this 3d information to construct actual building components using machines driven by CNC and other advanced manufacturing techniques. Digital technologies are enabling a direct correlation between what design and construction, thus bringing to the forefront the issue of the significance of information, the production, communication, application, and control of digital information in the industrial system. The central requirement is the clear, reliable, and consistent exchange of information among all parties involved in creating a given project.

키워드 : 재 조직화(생물학적 표피), 재현(3d), 디지털 패브리케이션(RP, CNC)

Keywords : Re-organization(Epidermis), Representaion(3d), Digital Fabrication(RP,CNC)

1. 서론

1.1. 연구 배경

2차 세계 대전 이후 기계중심의 대량생산 체제가 이루어지면서 생산 공정이 파편처럼 분화되기 시작했다. 디자인 역시 과거 장인중심체제, 공예적 특성에서 대량생산의 산업 체제로 전환되면서 디자인과 생산이 분리되기 시작했다. 더욱 복잡해진 생산체제의 네트워크 망으로 시스템 구조 관리는 더욱더 어려워졌다. 이렇게 복잡화된 산업 구조 속에서 부분과 전체에 관한 공간구조는 물론이거니와 같은 맥락에서 분업과 협업을 기반 한 통합적 시스템의 관리가 매우 중요시 되었다. 자료 수집 중에 발견된 프랭크게리, FOA, NOX 와 같은 건축가 그룹도 작업상 시스템적 통섭(system & intergration)을 강조하고 있으며, 처음부터 시공

까지 일괄적인 코디네이션(coordination)을 주장하고 있다. 물론 이처럼 프로세스를 진행하기 위해선 오늘날 미디어로 대변되는 디지털 컴퓨터 소프트웨어, 하드웨어의 총괄적 이해가 필요하며, 이를 조작하거나 기여하는 인원들의 속성을 파악해야 한다. 복잡한 과정 속에서 공통된 시스템을 파악하고 구조상의 변화를 조정해야 하며, 수치화 된 디지털 코드들의 유동과 데이터가 물리적 형상으로 들어나는 과정을 파악하고, 이를 컨트롤하는 방법을 찾아내는 것은 현재의 복잡한 디자인 과정의 이해를 돕고 효율적 운영을 도와준다.

위 내용과 관련하여 미디어가 사용되는 범위, 활용 가능한 방법들을 발견하고, 디자인 발상에서 시공에 이르기까지 유기적인 구조와 현대에서 가장 많이 이용되는 3d 디지털 소프트웨어에 활용, 범주를 설정하는 가이드가 될 것이다.

* 정회원, 원광대학교 산업디자인전공 환경디자인 강의교수

1.2. 목적

정밀하지 못했던 공간구현이 상상하지 못할 정도로 발전되어 복잡한 형태의 다수가 가능하게 되었다. (상당부분 재료와 진보로 더욱더 발전하였다) 수세기 동안 가우디(Antonio Gaudí y Cornet 1852.6.25~1926.6.10)가 제작한 “Sagrada Família¹⁾” 성당은 복잡하고 진보된 형태지만 여전히 공사가 진행되고 있으며, 많은 비용이 지출되고 있다.

또 20세기가 지났음에도 불구하고 항구를 인도하는 거인 ‘Helios²⁾’상이 어떻게 구축되었으며, 여러 개의 청동 셀(cell)조직을 누가 만들었으며, 어떤 방법으로 만들었는지 밝혀지지 않았다. 분명한 것은 그 당시 기술이라면 장인들이 일일이 금속 셀을 두들기고 펴고, 자르는 등 지극히 수공예적인 방법으로 완성시켰다는 것이다.

이 역시 전자에 언급한 ‘Sagrada Família성당’과 같이 많은 비용, 시간 노동력이 필요했을 것이다. 분명한 것은 수준 높은 공간 구축술은 그에 따르는 경제적 댓가가 따른다는 것이다.

이런 면에서 현대의 디지털 fabrication(형체의 세포조각 형성에서 접합시공까지로 범주)방법론은 노동중심의 수공예 방식을 기술 중심의 작업으로 전환시켰으며, 대상(大象)구성요소의 객체들을 알맞게 절단하고, 그들을 더하거나 연결하고, 집합체를 상처 없이 조합 가능하게 하였다.

최근 디지털 작업의 보편화는, 세계의 유명 건축, 공간디자인 관련 대학 학과과정에 일부분 편입되어 사용되고 있으며, 이를 통해 건축, 디자인 산업 구조 속에 보편화 되어 가고 있다.

본 연구는 위에 제시한 복잡계 형태의 3d 디지털화에서 거대 덩어리에 포함된 조각들 생성, 집합, 검증의 디지털 작업과, 또 이를 가능하게 하는 RP, CNC 기술을 통해 fabrication의 과정을 통사적으로 정리하는데 목적을 둔다.

1.3. 연구범위 방법

최근 국내 디지털 프로세스와 관련된 서적이 무수히 나오고 있다, 그에 반해 과정이나 표피구축과 관련된 가이드를 다루는 연구는 제한적이며, 어려운 형이상학적인 언어들로 철학적이거나, 개념적인 서술이 주를 이루고 있어 인식하는데 어려움이 있었다.

치환으로 다른 영역에서 끌어 들이고 컴퓨터라는 툴을 이용, 생성하는 것은 매우 중요하지만, 대부분의 디자이너나 건축가가 전반부의 과정에 과대하게 투자하여, 정작 중요한 후반 현실화

과정을 소홀히 하고 있다는 점은 매우 애석한 일이다. 물론 과정상의 상대적 가치를 논하기는 어렵지만 과정상 균형과 통합적인 조절을 유지하기 위해 전반부의 과대한 집중은 작업의 완결성을 저해 시킬 수 있다.

디자이너나 건축가의 경험을 공개하는 것은 본인 디자인적 차별성, 희소성을 표준화 시켜, 시장에서의 상품적 가치를 떨어트릴 수 있으며, 규범화 시켜 과정의 보편함을 이끌어 낼 수 있어 보안을 유지하고 있다. 이런 이유에서 실제로 그들이 사용하는 시스템, 구조, 프로세스와 디테일한 정보를 수집하는데, 한계가 있었다. 이렇다 보니 원천적인 리서치를 병행 할 수 밖에 없었다.

자료 수집은 다음과 같다.

첫째, 대학 내의 연구 과정이나 다른 분야의 글들과 일부 공개된 디자이너의 과정을 참조하여 글을 집필하였고, 다양한 소프트웨어를 경험과 생산과 관련된 업계 사람들과의 인터뷰를 통해 글을 적어 보았다.

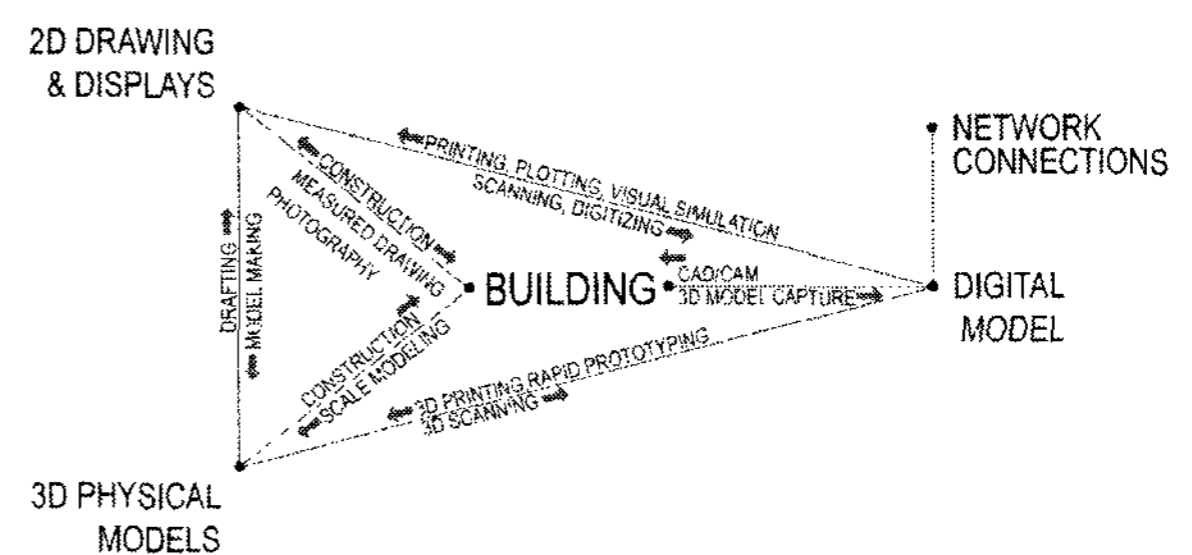
두 번째, 공간화 된 산업분야 중 고속 전철의 바디 표피(구조와 표면을 지니고 있는) 가공 작업을 참조 하였다.

세 번째, 연구는 디지털 미디어를 잘 활용하는 건축가나 디자이너를 조사하였다.

대상자로는 프랭크 게리(Frank Gehry³⁾), Nox를 조사하였다. 이들을 선정한 이유는 여전히 활동이 왕성하고, 지나치게 컴퓨터에 의존적이지 않고, 감성과 이성 사이를 자유롭게 넘나드는 디자이너이며, 과거 전통방식과 다른 프로세스를 지니고 있어 선정하였다. 특히 “복잡계 형태의 fabrication(후반부 언급)”의 골격화를 통해 공간을 형성한다는 특징 때문에 선정했다.

2. 컴퓨터를 이용한 물리적 재현

2.1. 3d 디지털 툴 사용(모델링, 표피 분절, 가공)



<그림 1> 공간 생성 시 디지털 SOFTWARE 사용

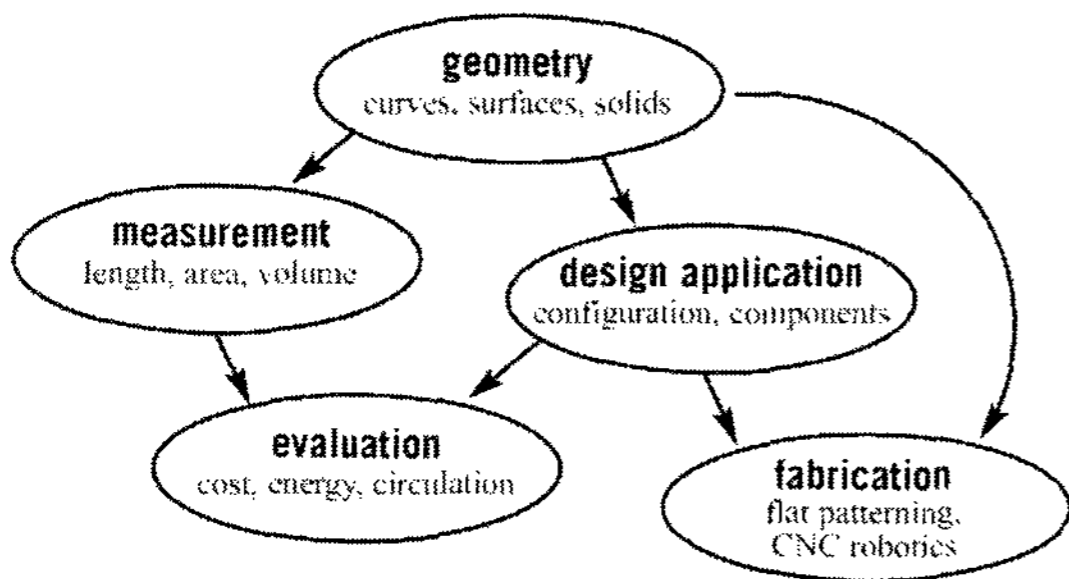
1)1882년부터 건축이 시작되었으나, 여전히 미완성으로, 공사가 진행되고 있다. 예정 완공년도는 2026년으로 계획되고 있으나 현지 전문가들은 100년 정도의 시간이 더 소요 될 것이라 추정하고 있다. 건축 예산은 정부 지원 없이 기부와 입장료로 유지되고 있다.

2)로도스 항구에서 있던 태양신 <헬리오스 청동표피로 만들어진 동상>은 높이가 36m, 린도스 (로도스 섬 동쪽에 있던 고대 도시의 이름)의 카리오스에 의해 BC 280년경 건조되었는데 BC 224년의 지진 때 붕괴되었다고 한다.(사도행전 21:1-6)

3)프랭크 게리의 디지털 이용에 대한 배경은 유대인 집안에서 자라 종교적인 영향으로, 감성이나 직감적인 디자인에 대하여 관심이 크다 두 번째는 할아버지가 운영했던 공구 판매점으로 인하여, 기계적 감각과 재료를 다루는 능력이 뛰어나다. 3번째로 어렸을 적 가난하게 자라 경제적 디자인에 대하여 관심이 많다.

El Croquis 117(1987-2003), El Croquis 117(1987-2003), 2006, pp. 18-33 참조

<그림 1>⁴⁾은 컴퓨터 이용을 다이어그램화한 것으로 시각적인 디자인 과정을 포함한 것이다. 물론 디지털 공간과 프리젠테이션(PRESENTATION)과 관련된 3D 표현은 중요하나 이가 실제화 되기에는 정교함이나 실제 다른 유틸 등과 연관성을 맺기 어렵다고 판단하여 시각, 특히 프리젠테이션(presentation)과 관련된 3D방법은 과감히 범주에서 배제 하였으며, 보편화 되어 있거나 비교적 자주 언급되는 소프트웨어의 특징과 이용에 관하여 연구하였다. 지오메트리 형성(DIGITAL 3d 생성)에서 검증 측정, 표피 조직화 재구성, 패브리케이션으로 구분하여 정리하였다.



<그림 2> bentley사의 건축에서 디지털 이용

2.2. 모델링(modeling)간 이용 비교

<표 1> 건축공간론 발전기의 공간분류와 인식개념

	3ds max	maya	formz	cinema4d	rhino 3d	alias studio	catia	pro-engineer
회사	autodesk	autodesk	AutoDes Sys	maxon	McNeel	autodesk	dessault system	parametric technology
주용도	게임, 애니메이션, 영화제작, 3d재현, 주로 시각화와 관련			공학 설계	공학 설계	공학 설계	공학 설계	공학설계
gehry	x	o	x	x	o	x	o	x
nox	o	o	o	x	o	x	x	x
호완성	중	하	하	중	상	하	중	중
확장성	상	중	중	중	상	하	중	중
mesh&poly모델링편집	상	상	상	중	하	하	하	하
nurbs 모델링 편집	하	중	하	하	상	상	상	상
sub-division modeling	o	o	o	o	x	x	x	x
network-surface	o	o	o	x	o	o	o	o
dxf 호환성	o	o	o	o	o	o	o	o
fuselage	하	하	하	하	중	하	상	상
ribs	하	하	하	하	중	하	상	상
플러그인 확장성	상	상	중	중	상	하	하	하
cam툴과의 호환성	중	중	중	중	상	상	상	상
g-code 전환 시 정밀도	중	중	중	중	상	상	상	상
시간성 & 형태변형도	상	상	중	상	하	하	하	하
loft	o	o	o	o	o	o	o	o
sweep-rail	o	o	o	o	o	o	o	o
network-surface	o	o	x	o	o	o	o	o
만곡분석	x	x	x	x	o	o	o	o
direct-x	o	x	o	o	x	x	x	x
open-gl	o	o	o	o	o	o	o	o
3D scanner (*.faro, *.cat)	x	x	x	o	o	o	o	o
3d printer (*.stl)	x	x	x	o	o	o	o	o

4)Cindy Coleman, Interior Design Handbook of Professional Practice, McGraw-Hill Professional, 2001, p.25 참조

5)1996년 맥스(3d studio max)가 출시된 이후, 모델링, 애니메이션, 렌더링 솔루션과 캐릭터 애니메이션과 차세대 게임을 위해 보급된 소프트웨어로, 건축 쪽에서는 프랭크 로이드 라이트 재단(Frank Lloyd Wright foundation) 이탈리아 신 웨스트(Taliesin West)에 최초로 사용한 것으로도 알려져 있다. 건축가와 제품디자이너들이 주로 사용한다.

6)Frank gehry 의 'Barcelona fish, Villa Olympia' 프로젝트에서 하바드에

상기 표는 대표성을 지닌 모델링 툴은 비교하였다. 먼저 모델링 사용유무를 보면 프랭크 게리는 주로 엔지니어적인 측면 특히 구축 작업에서 이용하고 있다 반면 녹스의 경우는 비교적 툴의 이용도가 다양하며, 애니메이션이 내장되어 있는 툴과 공학설계 툴을 번갈아 가며 이용하고 있다. 이는 초기 형태 작업 시 3d 디지털 작업의 다양한 변이 실험을 하는 녹스의 성향으로 잠재된 것으로 볼 수 있다. 여기서 한 가지 의문이 남는다. 표에서 보이는 것처럼 모델링은 크게 2가지, 즉 mesh & poly, nurbs 방식의 두 가지 방식으로 모델간의 호완성에 대하여 고민하게 된다. 먼저 두 방식의 모델링의 점의 ID와 면 구성순서가 다르기 때문에 RIBS나 FUSELAGE 설계 시 구조체가 꼬일 수 있기 때문에, 재 모델링을 하는 경우가 발생한다는 것이다. 그러므로 이 두 방식과 연동하여 작업하는 것이 매끄럽다고 단언하는 것은 무리가 있다. 특히 메쉬(MESH) 폴리곤(POLYGON) 개념의 모델링에서 넘스(NURBS)의 모델링으로 연동할 때 불가피하게 구조체를 재설계해야한다.

녹스는 이런 측면에서 면 위에 표피의 커브와 동등한 그리드를 덮어 다시 작업하고 있으며, 여러 개의 툴을 번갈아 가며 형을 구성하고 마지막 고정된 형태를 고가의 공학 설계 프로그램을 통해 재 조직화 하는 것으로 드러났다.

반면 프랭크 게리는 이런 측면에서 면의 점 즉 point cloud(점의 군집)과 점의 재구성 구조 형성을 철저하게 분리하여 작업하고 있으며, 이는 프로그램간의 특성, 장점을 고려 한 것이라 할 수 있다.

최근 툴의 경향들을 살펴보면, 유사 툴 간의 장점들이 서로 간 교류, 흡수⁷⁾ 되면서, 디지털이져나, 캠등의 기술이 자체적, 플러그인의 형태로 도입되면서 차츰 영역간의 프로그램 영역간의 소통은 원활 해져 가고 있다.

2.3. 검증 툴로서의 디지털 미디어

CAD(Computer Aided Design)로 디자인 된 3d모델 등은⁸⁾

의외 alias를 통해 복잡한 형태를 만들었으나 부정확한 수치(rib, fuselage와 같이 면사이의 중첩 연산 부정확함)로 시공으로 이어지지 못했다. alias는 이후 wavefront라는 공학 프로그램 회사와 결합하여 alias studio와 maya를 만들어 내었다. 지금 현재는 autodesk에 흡수되어 있다, 주로 자동차, 선박 자동차의 초기단계 모델링에 사용되고 있다.

Dennis R. Sheldon, Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture, 2002, p.28 참조

7)2007년 2D그래픽을 대표하는 ADOBE와 웹을 대표하는 MACROMEDIA흡수, 3D 소프트웨어의 AUTODESK와 ALIAS가 합병 등 다양한 현상이 발생하였다. 소프트웨어의 거대한 시장 논리가 작용하는 것을 의미한다. 이는 자체사 툴의 연동으로 이어 지게 되었다.

8)이는 객체의 물리적 중재(physical intervention-강도:stress, 열:heat, 대기 흐름:flow등) 효과를 계산하기 위해 1943년 개발되었다. 매우 제한적인 변형형태를 분석하는데 사용하였다. 그것은 본래 제한된 객체의 파손된 부분(breaking section)을 보완하기 위해 만들어졌다. 오늘날 복잡한 통합체의 구성요소(elements)들 간 매트릭스(matrix)의 복잡한 계산에 사용되어진다.

FEA, CFD와 CAE의 모의실험 프로그램을 이용하여, 테스트를 한다. 가격대비 효율성이 높으며, 빠른 시간 내 정보 수집이 용이하다. CFD(Computational Fluid Dynamics)프로그램으로 불리는 툴들은 대부분 산업분야에서 주로 쓰인다. 건축, 선박, 비행기, 열차 등 디자인 과정에서 위험이 존재하거나, 검증이 요구될 때 컴퓨터 모의실험을 통해 테스트 한다. 실제사이즈 모형과 그에 맞는 환경을 구성하는 비용이 너무 비싸서 이를 대처하였다. 유체역학은 물이나 공기 등을 계산하는 프로그램으로 NAVIER STOKES⁹⁾방정식을 이용한 것이다. 자연을 수학으로 바꾸고, 비선형의 변수를 앞의 공식대로 푼다면 상당한 시간이 소요 될 것이다. 그래서 이를 대입 가능한 프로그램을 만들어 복잡한 방정식을 풀게 하는 것이다. 하지만 역시 한정된 방정식과 인간에 의해 주어지는 변수로만으로 자연을 해석하는 것은 불가능하다.

3d media는 3차원 좌표의 점, 선, 면과 시간개념으로 구성되었다. 하지만 이는 형을 구성하는 기본 요소 일 뿐, 에너지 간 역동성은 존재 하지 않는다. 다만 정답에 가까운 답을 찾으려 하는 것이다. 즉 안전성의수치를 가까워지기 위해 최소한의 방편으로서 실험 하는 것이다.

CAE¹⁰⁾는 (Computer Aided Engineering) CFD와 같은 맥락으로 해석해야 하며, 이들 모두 완전체가 아니라는 사실을 상기해야 한다. 또한 절대적 믿음을 가지거나 정치적 홍보물로서 사용되는 것 또한 조심해야 할 것이다. 방향 설정과 법칙을 만들어 내는 것은 인간에 직관에 의한 것을 인식해야 한다.

2.4. 표피의 패브리케이션(fabrication)

digital fabrication이란 디지털 생성에서 시공 공정에 이르는 것으로, 시스템과 구조 발견에서, 생산과 관련된 그리드의 재정의, 재료가공, 공정을 다루는 방법이다. 주로 표피의 골격화와 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다

(1) 자연의 응용

1) 형, 자연, 과학 태도

과연 형이란 무엇인가. 고대의 철학자 플라톤의 형이상학적인 반영에 의한 것인가. 아리스토텔레스의 물질형태의 근원이자

연인 것인가. 아니면 단지 우리의 마음속에 표출인가. 그 어떤 입장조차 만족스런 대답을 주지 못한다. 조금 바꾸어 자연이라 칭해지는 것들이 우리 속에 내재 되어 있고, 형상을 만들었다면 재창출 되었다고 말 할 수 있는가. 이런 질문조차 상당히 답변하기 어렵다. 하지만 우리는 자연이란 존재에 영향을 받지 않았나 반문한다면 대답할 수 있는 사람은 없을 것이다. 분명한 것은 우리 의식 속에 자연이라는 속성의 존재를 부인 할 수 없다는 것이다. 그러나 여전히 우리는 자연이란 존재를 쉽게 말하지 못한다. 과거 원자가 최하위 단위라 믿었던 때가 있었다. 지금 어떠한가. 그 보다 훨씬 작은 미립자 단위가 발견되었고 지금도 발견되고 있다.¹²⁾ 결국 과학은 완결한 상태의 분야가 아니라, 단지 자연을 바라보고자 하는 환원의 수단일 뿐이다, 형이란 항상 불 완결 할 수밖에 없으며, 그 가능성은 무한대 이다. 말을 바꾸어 형상을 만들어 냄이란 완벽한 모방도, 재현도 아니고 창조하는 시스템을 유지하면서 열린 구조로 창조 해 나가는 것이다.

2) 자기조직화 표피 만들기

자연의 형은 자기조직화(self-organization)와 출현¹³⁾(또는 발현 : emergence:숨겨져 있거나 안에 있는 것이 드러남)과정에서 나온다. 그러나 두 개념은 시스템적 행위에 의해 차별화의 속성으로 드러난다. 자기 조직화는 시스템적 행위로 역동성(dynamic)과 적응과정(adaptive process)을 통해 외부의 영향으로부터 시스템과 구조를 유지 한다¹⁴⁾. 즉 본질적인(intrinsic) 속성을 유지하기 위하여 변하지 않는 것, 안과 바깥의 막을 형성시켜 주는 표면장력, 공통으로 발견되는 것, 즉 지속성이 가능한 시스템과 구조를 찾아내는 것이다. 다르게 풀면 공간에서의 자기조직화란 형을 유지시켜 주기 위한 가능한 범위내의 최적화 구조를 발견함이라 할 수 있다.

공간에서의 자기 조직화 시스템에서 숨겨져 있는 시스템과 구조를 발견하고 낮은 단계의 속성에서 본래 설정한 디자인에 가깝게 재현함이라 할 수 있다. 이때 기계적인 행위, 즉 컴퓨터에서 하드웨어에 이르기까지 도구로서의 이용은 보다 근접한 재현 작업을 창출해 낼 수 있으며, 경제적인 디자인을 실현케 해 준다.

3) 자연의 구조 인용, 표피의 구조화

복잡한 형태, 그것도 비선형 구조를 만들어 낼 때, 우리는 새로운 문제에 봉착한다. “먼저 생성된 볼륨 내부에 그리드를 어떻게 재 조직화 시키는가.” 또 “각기 다른 단위 그리드 표피를 규격화 된 재료로, 생산 해 낼 수 있는가.”, “생산이 가능하다면 시공비용은 경제적인가. 안정성이 충분히 검증 되었는가.” 등등의 문제가 발생한다. 만약 아날로그 방식으로 계산하고, 시공에 필요

9)비행기 날개 위로 흐르는 공기 같은 기체 흐름과 배 옆으로 흐르는 물 같은 유체의 흐름을 기술하는 편미분 방정식의 해, 줄여 NS라고도 불림.

10)작성한 설계도를 토대로 제품을 만들 경우 강도나 소음, 진동, 구조 역학을 컴퓨터로 모의 실험하는 것 그래서 CAD로 작성한 제품모델을 컴퓨터 안에서 상세히 검토하고 그 데이터를 토대로 모델을 수정, 설계를 변경하기 위한 시스템. 말하자면 시작품을 컴퓨터 안에서 몇 번이고 만들어내는 것과 같은 일로서 시작품을 실제로 고쳐 만드는 수고를 덜 수 있어서, 신제품 개발기간의 단축이나 원가절감에 도움이 된다.

Kolarevic Branko, architecture in the digital age/ design and manufacture, Taylor & Francis, New York and Design, 2003, p.30 참조

11)순수한 형태를 토대로 재료의 요소화에서 구조화 시공에 이르기까지, 복잡한 프로그램과 생산방식을 조합하여 공정상의 투명성을 유지하고, 추상적이고 비물질적이 디자인을 이끌어 내는 것.

The metapolis dictionary of advanced architecture, p.216 참조.

12)원자, 분자보다 작은 여러 종류의 쿼크(quark)가 발견되었다.

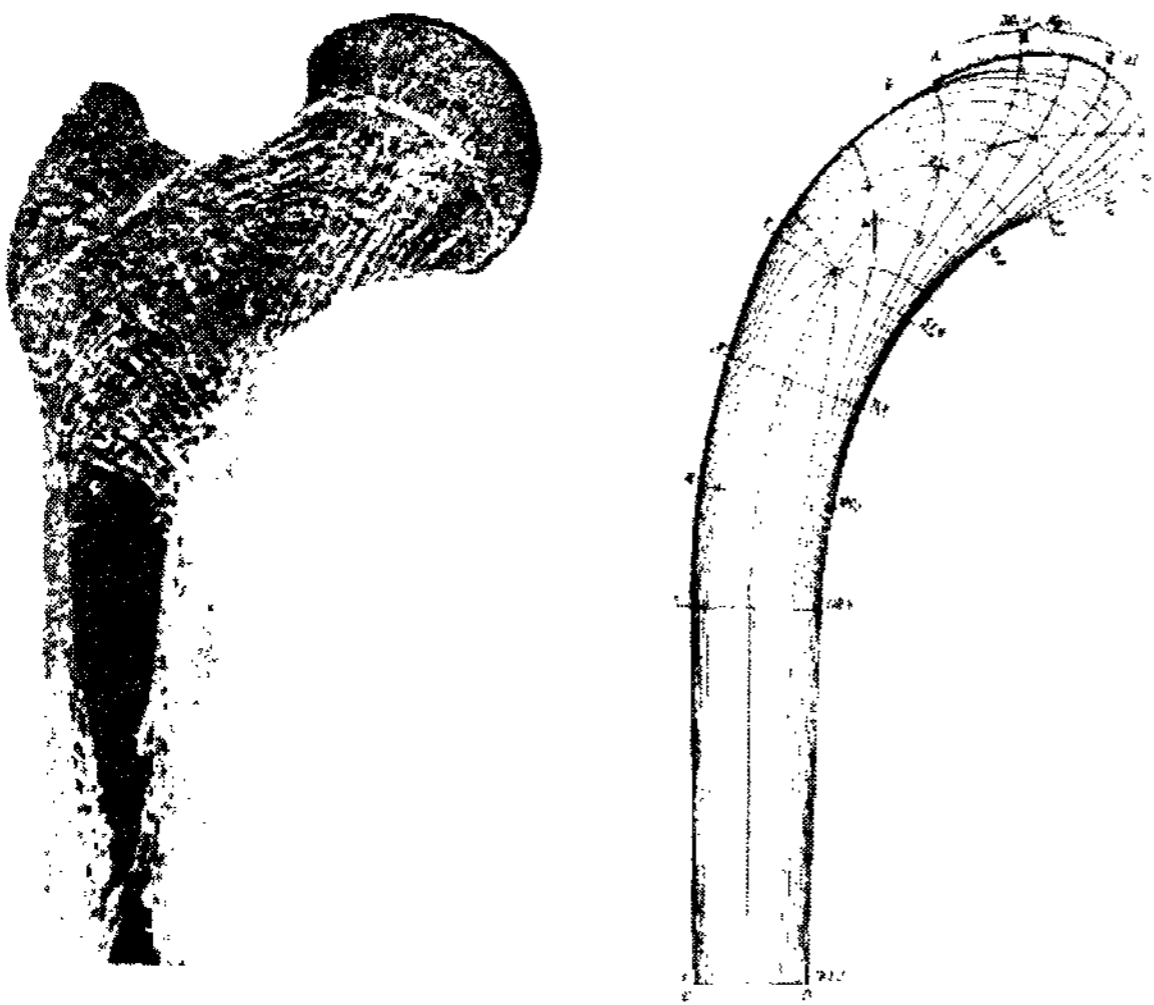
Greene. Brian, 엘러건트 유니버스, 승산, 2005, pp.27-36참조.

13)M. hensel, A menges, M. weinstock, ed, Architectural design techniques and technologies Morphogenetics design (wiley-academy) p.6 참조.

14)Fritjof . Cafra, 생명의 그물, 범양사, 1998, pp.212-222 참조.

한 도면을 생산해 내려고 한다면, 많은 시간과 인력이 필요할 것이다. 이때 디지털의 기계적 이용은 본래 디자인에 근접한 방법을 줄 뿐만 아니라 보이지 않았던 가능성을 만들어 줄 수 있다.

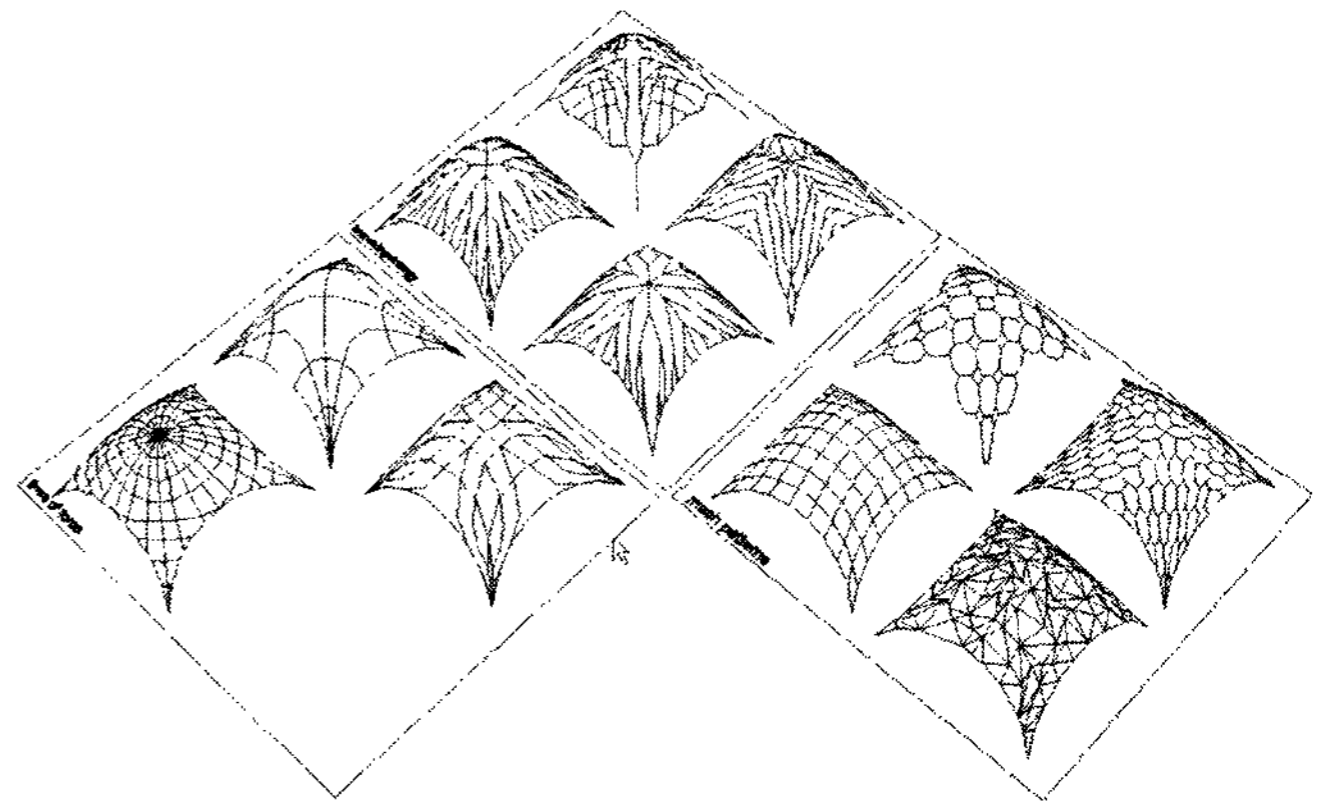
위에 제시한 프로세스를 진행하기 위해선 생태학적 몇 가지 관점의 치환이 요구된다. 그렇다 하여 전반에 언급한 아리스토텔레스의 주장을 절대적으로 옹호한다는 입장은 아니다. 언제나 그래 왔듯이 자연 속의 건축물은 늘 우리에게 교과서이며, 새로운 사례를 제공하기 때문이다. 특히 새로운 형태를 만들어 낼 때, 유사한 자연의 사례를 찾는 것은 안정적인 형태를 발견하는데 도움을 줄 수 있다. 예를 들어 뼈의 형태와 강도(stress)는 외부 환경의 수치와 내부의 활동 강도에 의해 마침내 형태가 결정된다. 이처럼 뼈 표면 구조는 활동하는 힘에 따라서 내부 조직을 재조직화시킴으로 내부구조를 조절하여 강도를 유지시켜 준다. 재구성된 닫혀진 루프 시스템(closed loop system)은 환경변화에 다양함과 변화를 가능하게 한다. 게다가 뼈의 역동성은 재료와 중량의 적은 단위의 교차연결을 통해 패턴을 만들고 내부 강도를 만들어 낸다.



<그림 3> 뼈의 강도(stress)에 따른 자기 조직 세포 구성

자연에서 발견되는 다이내믹 구조(dynamic structure)는 외부 환경에 의한 진화과정이며, 그 형태와 변이는 다양하다. 이렇게 자연계의 속에서 실험 사례는 다양하며, 공간적으로 치환 가능한 요소들을 찾아낼 수 있다. 복잡계 형태를 구현해 나갈 때, 힘과 관련되어지는 루프구조의 그리드 크기나 형은 매번 다르며, 그리드의 집중과 분산을 만들어 낸다. 이를 재현 할 때는, 표면 내 그리드의 네트워크 적합하게 구조화 시키고, 표피를 재조직화한다. 이 때 중요한 것은 내부에 볼륨의 장력 범위를 설정하는 것이다. 만곡(curvature) 이나, 안전성과 관련된 검토는 필수이며, 표피의 두께는 프레임의 두께를 결정하는 중요한 요소임으로 반드시 분석 틀로 검증해야 한다. 최근 하중에서 풍동 지진 등, 유체역학, 쉬운 검증 소프트웨어 이르기까지 다양한 툴들이 개발

되고 있으며, 적게는 구조 조인트에서 세세한 볼트에 이르기까지 적정사이즈와 규격을 계산하는 툴이 나와 더욱더 정밀한 작업을 할 수 있다. 이처럼 구조적 측면의 검증이 완료된 후 기성재료의 반복을 통해 형을 구성해야 한다. 기성화 된 재료 규격 사이즈를 초과 할 수 없으며, 하나의 가공된 유닛이 반복 될 경우, 컴퓨터 계산을 통해 규격에 맞도록 변형해야 한다. 각기 다른 그리드에 맞춰 회전, 스케일링 늘어지는 작업과 반복과 차이를 만들어 내기 위해, 내부 그리드를 재 조직화 시키고 표피의 두께와 프레임웍(framework)을 만들고, 기성화 된 규격의 재료의 변형을 통해 복잡계 형태를 구현해 낼 수 있다.



<그림 4> 표피의 다양한 해석 내부 그리드 재 조직화¹⁵⁾

(2) fabrication 머신(CAM / RP, CNC)이용

시공 전 스케일모형을 통해, 재현 해볼 때 신속조형기술¹⁶⁾(RP:rapid prototype¹⁷⁾)을 이용하여 3d 디지털 프로그램에서 확인하기 힘든 내부 오브젝트의 간섭이나, 조립과 관련한 하드웨어를 신속하게 만들어 볼 수 있다.

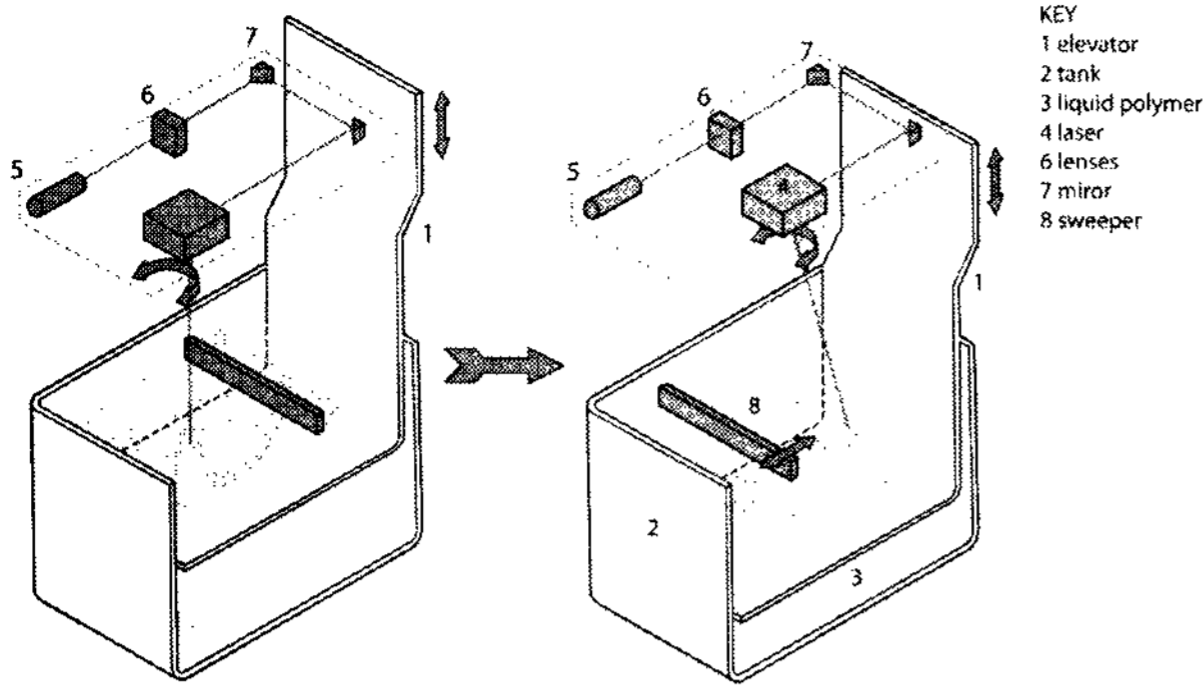
15)표피 내 그리드를 재 조직화 실험. 기본적인 형은 유지하고 있다. 내부 셀 조직 개수

A. Kilian, Department of Architecture, School of Architecture and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge. p.13 참조.

16)Stereolithography (SLA), Selective Laser Sintering (SLS), 3D Printing (3DP), Laminated Object Manufacture (LOM), Fused Deposition Modeling (FDM), Multi jet manufacture (MJM), Sprayed concrete 등으로 종류가 구분된다. 주로 재료에 따라 구분된다.

17)이의 기술은 반도체의 생산기술, 인쇄기술, CAD기술의 3개의 기술 분야의 통합으로 만들어진 것이다. UVP사 (후에 3D system)실용화를 현실화되었다. 1987년에는 3D system사가 세계최초의 실용기기 SLA-1의 제품화를 발표, 후에 일본의 미쯔비시상사가 SOUP system, SONY, JSR group이 SCS system을 발매하여 실용화의 단계에 들어갔다. 1991년 미국 DuPont社의 기술을 도입하여 1992년에 SOLIFORM system을 발표했다.

Y. Morita, T. Noikura, R. Petzold, M. Blank, W. Kalender, S. Hiura, A. Okubo, K. Sugihara, T. Kamiinaba and Y. Izumi, "Rapid Prototyping for Dentistry in Japan", ibid., Kamata, Tokyo 2000 pp.282-287 참조.



<그림 5> RP작동 구성

<표 2> RP 기기 분류 설명

	광조형		분말소결	잉크젯		용융수지압출법	박막적층법	
영역	SLA		SLS	MJM		FDM	LOM	
이미지								
방식	Laser 주사 (走査) Scanner 사용	Mask법	Laser 주사 Scanner 사용	퇴적법 다열 nozzle	Binder법 다열 nozzle	Nozzle	탄산 가스 laser	Knife
재료	액상광 (光) 경화성 수지	액상광 (光) 경화성 수지 왁스	왁스 분말 수지 분말 금속분말 세라믹분말	왁스 수지	세라믹 분말	수지 Nozzle	Sheet (종이, 수지) 접착제 도포 sheet	보통 종이 접착제 toner
특징	자외선으로 경화 고정 밀미세 형상 다양	고강도 고속	분말을 가열소결 Support 설치 불필요 범용수지도 가능금속, 세라믹도 가능다공질체도 가능	왁스수지입자 퇴적 장치 범용수지	분말을 binder로 결합 Support 설치 불필요	선상수지의 퇴적 장치 범용수지	Sheet를 절단 대형 가능목형 유사재 Support 설치 불필요	
용도	Model 소실직 접형	Model	Model 소실모형 금형 주형 (세라믹) 금속부품	소실 model	주형	소실 model	Model목형	

이 분야는 의학, 역사, 생물학, 토목, 건축에서 이용되고 있으며 정밀함<그림 6 참조>과 신속한 재현이 가능하다. 다만 재료의 한계가 있고, 부서지기 쉬워 후 가공이 병행 되어야 한다. 큰 스케일 보단 작은 스케일의 작업이 용이하다. 그러나 절삭가공에 비해 supporter가 적어 후 가공에 대한 손이 덜 간다는 장점도 있다. 반면 절삭가공은 가공조건 선택 및 CAD/18)CAM data 작성에 숙련에 필요한 기술19)이 요구되며, 엔드밀(Endmill)이나 톱

18)CAM(Computer Aided Manufacturing) 소프트 웨어는 드릴 가공, 페이스 밀 가공, 윤곽 가공, 포켓 가공, 테이퍼 기울기 적용 가공, 프로파일 이용 3축 가공 기능, 패턴 가공 기능, 선반 가공 기능, 공구, 공정 관리 기능을 조절 하는 과정으로 가공 방식과 엔드밀이나 톱날의 가이드를 설정 해 주는 방법이다. 재료의 경우 그 특성에 따라 절삭되는 강성이 모두 틀리기 때문에 이를 설정하는 작업은 가공 시간을 결정하는 매우 중요한 기술이라 할 수 있다.

19)<표 3>을 보면 알 수 있듯이, 신칸센의 n700는 일본 고속전철 생산방

날 등을 교체해야 하는 번거로움이 있다.

<표 3> 고속전철의 cnc사용

	tgv-3	ice-3	n700
국적	프랑스3	독일	일본
영업시기		2002	1999
전두부 동체 재료	FRP	aluminium 합금판	aluminium 합금판
cnc 사용	x	o	o
cnc 축	x	5축	5축



<그림 6> n700의 cnc 활용, 분절-재료선택-가공-접합, 정밀도

그러나 분비물(chip)이 발생하여 공기를 오염이 심하여 인체에 유해하다. 그러나 앞에서 제시한 RP타입의 가공에 비하여 절차는 복잡하지만 정교한 형태를 만들 수 있다. 이렇다 보니 현재 까지 절삭 CNC20)21)<그림 7, 8참조> 기술이 자주 사용되고 3차원 된 데이터를 가공하기 위해선 g-code 미디어와 관련기계들을 알아야 한다. 이는 앞서 언급한 데이터로 바뀌진 3차원의 형상이 실제화 되는 과정이다. CNC 즉 데이터로 구축된 디지털 형태가 g-code22)로 전환되어 성형, 절단(cutting), 절곡(beding), 연마

식을 크게 바꾸어 놓았다. 먼저 수공작업의 생산 방식에서 자동화 공정으로 특히 이 단계에서 cad/cam 방식으로 전환하였다. 보다 정확한 시공과 전 FRP방식에 비하여 가벼움, 이상시 보수를 위하여 채택하였다. 이때 40mm의 비철금속 알루미늄 합금판을 사용하였고, 판재의 각도에 설계하기 위하여 5축의 15000rpm을 가진 cnc 머신을 사용하였다. (그림 17)을 보면 그 정확도를 알 수 있는데 먼저 재료에 맞는 표피 분절, 재료 절곡, cnc가공, 분진(알루미늄 밥)제거, 접합의 과정을 통해 컴퓨터 물리데이터의 정확도를 높였다.

讀賣新聞大阪本社, 最速への挑戦—新幹線「N700系」開發, 單行本, 2006 pp.68-63 참조

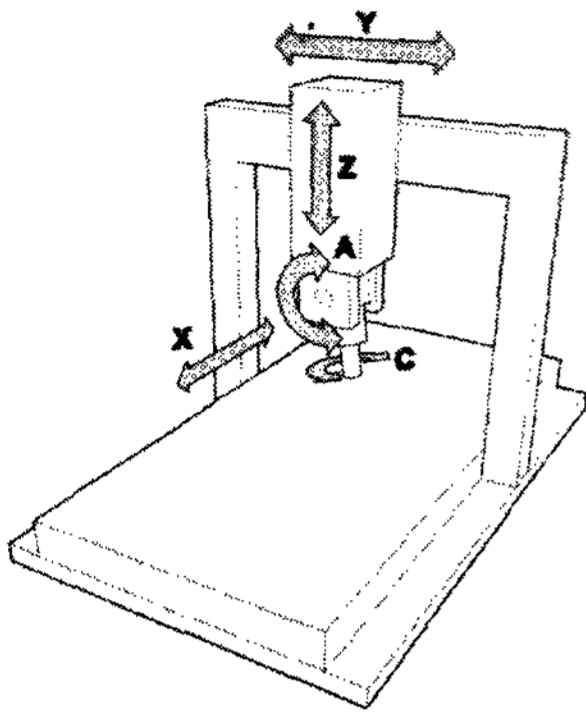
20)CNC(computer numerical control.)는 좌표로 구성된 엔드밀 경로(tool paths)에 따라 절삭, 절곡 등 관절의 수량과 이를 통제하는 컴퓨터 신호를 받는 마이크로보드에 의해 작동 된다. 일찍이 영국에서 1970년대에 건축에 도입하였다. 그리고 미국으로 넘어가면서 기계의 크기가 증가 되었다. 미국 시카고 SOM에서 CNC 밀링 머신과 레이저 커팅기를 도입했다. 주로 건축 모형에서 이용되었다. GEHRY's ARCHITECTURE 에서 'WALT DESNEY CONCERT HALL'을 설계하면서 본격적으로 CAD/CAM 기술이 더하여 본격적으로 사용되게 되었다.

Denis, R. Shelden, Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture, 2002, pp.85-89참조

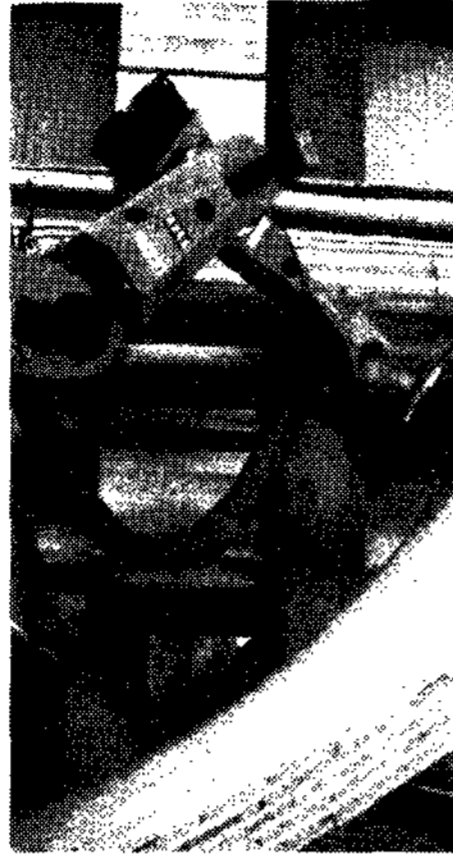
21)<표 3>, <그림 7> 고속 전철을 먼저 상업화 한 프랑스의 경우 FRP를 이용하여 곡면을 설계하였다. 이후 속도와 관련하여 중량의 문제가 거론되면서 가볍고 내성이 강한 알루미늄 합금의 재료를 사용하게 되었고, 과거 수공예 장인방식에서 컴퓨터 기반의 자동화 시스템, 컴퓨터 코드를 통한 실험과 정확한 형태 재현 과정, CNC 기술이 도입되었다.

22)g-code를 분석해보면 G53은 기계 좌표 시스템의 움직임(motion in machine coordinate system), M01은 프로그램 멈춤 선택(optional program stop), M06툴 변화(tool change) 엔드밀 교체, G54 좌표 시스템 조절 작업(use preset work coordinate system), M3 스핀들 시계방향으로 회전(turn spindle clockwise) 등으로 구성되어 있다.

(grinding) 등의 방식으로 가공하는 것이다. CNC는 먼저 3D 데이터를 g-code로 전환시켜야 한다. 엔드밀이나 레이저가 가이드라인 최적화를 위해 CAM(computer aided manufacturing)툴을 이용해야 하며, 재질에 맞게 황삭, 절삭의 경로를 엔드밀의 종류와 크기, 스피들의 RPM속도 맞게 조절해야 한다.



<그림 7> 4축 방식의 cnc머신



<그림 8> 원형 톱 cnc머신

이 작업은 형을 다시 해석하는 과정으로, 때에 따라 이미 만들어진 웨입의 그리드 방식을 재구성하거나 분절시켜 CNC가공크기와 제원에 이상적인 경로를 설정해야 하는 것이다. 판형의 경우 모델링 후 네스팅(NESTING)기술을 이용 규격재질의 손실(LOSS)을 줄여, 객체 배열을 재구성하여야 한다.²³⁾CNC머신은 일반적으로 3개축 이상과 추가된 관절의 움직임으로 작동되며. 작업 속성에 맞게 가공방식을 선택해야한다. 이 모두는 재료, 가공시간, 비용을 줄이는데 도움이 되고, 보다 전문적인 과정이 요구된다.

3. 건축가, 디자이너 디지털 사용 방법

디지털미디어를 활용한 공간 작업은 전 근대화 이전 유지해왔던 전통적 건축구조와 다른 차별화를 가져다주었다. 특히 공간의 규모가 거대화, 공간 요구가 다양해지면서, 공간에 대한 해석, 접근의 방식이 복잡하게 되었고, 산업사회 즉 기계를 기반한 대량 생산 시스템이 되면서, 경제성을 고려한 사회전반의 분업과 협업, 자율적 그물망 시장이 형성되었다 1950년대 미국에서의 건축구조와 관련한 법률문제가(전문성, 법률, 경영등과 관련한) 발생되면서 디자인과 엔지니어가 분리되기 시작했다. 이런 구도 속에 공간 창출은 조직 간 긴밀함의 중요성이 요구 되었으며, 부분과 전체가 공존하는 사회시스템으로 변해가고 있다.

Branko Kolarevic, architecture in the digital age/design and manufacture, Taylor & Francis, New York and Design, 2003, p.35 참조.
23)<그림 8> x,y,z- 좌표축 움직임, a(angle)- 회전축, c-spindle모터

위 내용의 관점을 토대로 정리해보면 다음과 같다.

첫째, 분리되어진 영역들 간 소통을 위한 통섭 코드가 필요하며, 가장 흔하게 쓰이는 디지털을 프로세스의 이해가 필요하다는 것이다.

둘째, 물질 중심의 세계관으로 보다 인간적이고 자연적인 감성이 요구되기 시작했으며, 감성과 이성이 동시에 존재 디자인을 해야 한다는 것이다

이런 맥락에서 본인은 위 상기한 두 가지 조건을 충족한 디자이너로 Frank Gehry 와 Nox를 선정하였고, 그들의 과정을 살펴 보았다.

3.1. 프랭크 게리(Frank gehry)

건축가 프랭크 게리의 경우 디지털 미디어를 역설계(Reverse Engineering)방법을 주로 지향한다.

방법론상 역사주의에 대하여 회의적 입장을 언급했으며, 화가(painter)나 조각가(sculptor)들의 생각이나, 형들, 물성에 대하여 관심이 간다고 이야기 한바 있다²⁴⁾. 이는 지나치게 이성이나 유형학적인 관점의 디자인과는 달리, 감성으로서의 디자인을 강조하고 있다. 프랭크 게리의 작품을 찾아보면 빠짐없이 등장하는 것은 스크래치 스케치와 모델들이었다. 그는 자신의 디자인을 시바(shiva : 인도의 신)로 빗대어 이야기 하고 있다. 그는 은유라는 방법을 사용하고 이들의 성질을 조형화 시키고 있다. 그의 직관이 은유를 통해 스케치나 모형으로 나타난다. 또 디지털 미디어 작업을 체계적인 시스템 구축으로, 추상적인 작업의 디테일을 가능하게 했다. 생성에 관련된 순서는 다음과 같다.

첫 번째, 회화적인 스크래치 스케치²⁵⁾를 통해 사고를 이미지화 시킨다.

두 번째, 이를 바탕으로 러프 모델을 여러 개 만든다. 모델 제작 시 물성의 성질을 최대한 활용한다. 그는 주로 탄력이 있는 두꺼운 은색 종이를 이용하여 작업을 했다. 이는 금속판을 감안하여 작업한 것으로 뒤에 언급되는 밴딩(bending)과 절단(cutting)을 고려한 것이다. 주로 표피의 골격화를 통해 공간을 형성한다. 이 때문에 표피 내 존재하는 그리드를 재 조직화와 재료선정과 성질에 대하여 신중하게 검토하는 것으로 밝혀졌다. 이때 재료의 한계 즉 규격화된 재료를 어떻게 가공 할 수 있는지는 매우 중요하며, 표피를 분절하는 방식에 대하여 염두 하면서 작업을 진행하는 것으로 드러났다.

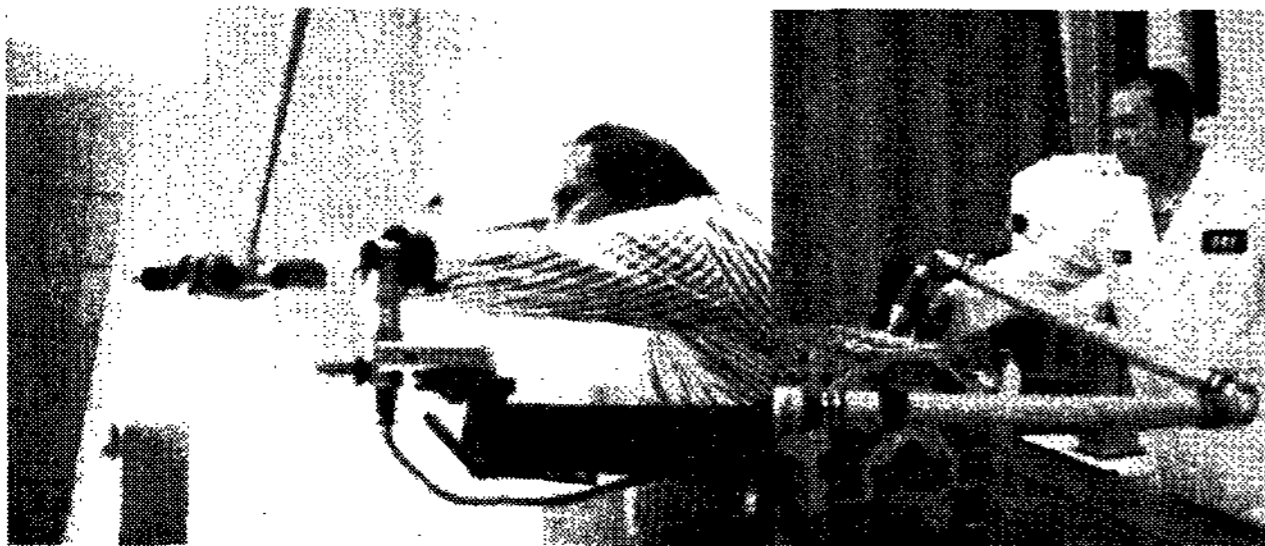
세 번째 정교한 모델을 만든다. 초기부터 3d모델링을 활용하지 않고 회화적으로, 러프모델에서 취사선택하여 이를 다시 견고하게 만들고 표피의 셀(cell)조직을 형성하여 면을 형성한다. 이

24)F. Gehry, B. Tschumi, I. cheng ed, The State of architecture at the Beginning of the 21st century, columbia graduate school of architecture 2003 p.52 참조.

25)M. Webb, El Croquis 117(1987-2003), 2006, pp.34-39 참조

때 교차점(intersection point)의 경우 메쉬(mesh)와 폴리곤(polygon)의 최소 유니트, 점(vertex)이 된다.

네 번째 형태를 데이터화 한다. 이때 중력과 수직하는 점들의 좌표를 추적(BIM²⁶) : building information modeling)한다. 미디어로는 3d-디지털타이저를 사용하는 것으로 밝혀졌다.



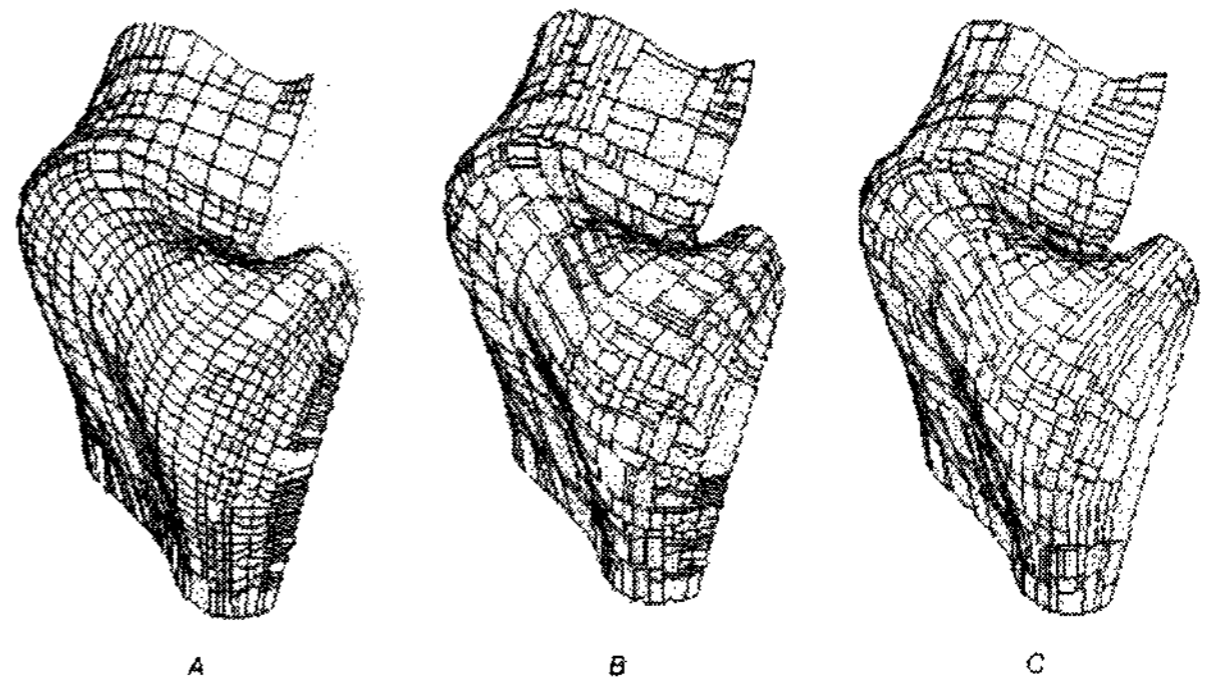
<그림 9> 3d digitizer

이렇게 포인트 구름(point cloud)을 만들면서 본격적인 디지털 작업이 개입된다. 이때 알려진 'CATIA' 라는 툴로 데이터화 한다. 이는 매우 중요한 의미를 시사한다. "물리 형태의 파일화" 즉 이는 '형의 코드화'로 다른 툴과의 연동을 의미한다. 대부분 좌표가 지정된 파일의 경우 호환이 용이하다. 또 이를 변형하는 translator가 자체적으로 내장되어 있거나, 플러그인(plugin)으로 추가되어 소프트웨어 간 상호 소통을 가능하게 하였다. 게리가 선택한 CATIA의 경우 자동차나 항공기 같은 극도로 복잡한 시스템을 설계하고 시뮬레이션 할 때 초기 설계부터 유지보수에 이르기까지 전체 제품의 라이프사이클에 대한 3차원 비전을 제공하는 솔루션을 지닌 소프트웨어다. 정확한 모델링(특히 곡면구현 우수), 비교적 적은 에러율, 다른 툴과의 연동, 생산과 직접적 연계의 면에서 좋은 툴이다. 이런 이유로 CATIA²⁷⁾를 선택했다.

다섯 번째 3d화 구조화하고 생산에 맞게 그리드(grid)를 재 조직화(최적화 면 분절하기)한다.

이 때 곡면 설계에 대한 몇 가지 고민이 있다. 첫 번째로 설계

상 완벽한 곡면을 구현하기가 힘들다. 두 번째 금속을 현재의 기술력으로 CNC나 판형 절곡 할 시, 실제 건물의 수직 배에 해당하는 로봇이 필요하기 때문에 엄청난 비용과 주변공간이 필요하다. 현실적으로 타산이 맞지 않는다. 세번째 이렇다 보니 설계한 대로 만곡(curvature)을 만들어내지 못한다. 표피를 생산성과 관련 지어 균일하게 분절하고, 개체의 방향을 설정하고 변형시키는 작업이 관건이다. 인터뷰에서 프랭크 게리는 본인이 설계한 건물 중에 곡면인 건물은 없다고 밝힌 바 있다(simply curve사용).²⁸⁾ 이는 표피의 분절을 통해 곡선 shape의 형태를 유지 시켰기 때문이다. 이런 단위 개념의 재료의 경우 주로 가공 전 단계의 작업이 대량화를 위해 동일한 두께와 사이즈 절단이 매우 중요하다. 매번 유닛 형태에 맞춰야 하는데, 프랭크 게리는 공과 대학과 협약하여 금속 유니트 엣지에 가변을 주어 변형하는 혁신적인 기술²⁹⁾(자동 밴딩 머신)을 만들어 내 것으로 밝혀졌다.



<그림 10> 표피의 최적 분절 결과³⁰⁾

새로운 방식의 디자인 방법론으로 인하여, 다양한 분야의 사람들과 관계를 형성하고, 일자리를 창출하고, 필요한 기술을 물리적으로 구현하였다. 이처럼 프랭크 게리는 감성적 디자인을 현실화 시키는 작업에 디지털 미디어를 활용하였고, 협력자간 통합 솔루션을 위해 디지털 미디어를 활용하고 건축에서의 시스템을 통일 하여 상호간 의사소통이 용이하도록 했다. 지극히 감성적인 방법이 디지털 기술을 전환, 창의적인 형태 방법론을 매년 만든다. 이로 안정적인 시스템과 창의적인 구조가 만들어 지고,

분리된 조직들의 유기적인 소통이 원활하게 되었다. 또한 새로운 분야를 탐구하여, 경제루트를 확장³¹⁾(joint venture)하고 부수적인 일자리를 창출하였다.

26)이미 프랭크 게리는 이미 BIM 기술의 중요성을 시사한 바 있으며, 최초로 구겐하임 박물관에 적용하였다. 이는 빔 설계와 요소 간 특성 그대로 반영할 수 있다는 장점이 있다. 대형 건축회사 KPF나 SOM에서 이미 도입하여 사용하고 있으며, 소프트웨어는 Revit(autodesk), GT Solutions : Digital Project(Gehry Gechnologies:게리의 디지털 방법론을 바탕으로 만든 소프트웨어 회사), Tekla Structures(tekla)등의 다양한 소프트웨어가 있다.

27)CATIA는 프랑스Dassault Systemes의 제품으로, 처음에는 제트기의 보다 발전된 handling curve surface를 위해 개발되어 사용되었다. 대량의 customization(주문에 따라 만들)에 매우 능하고, 유기적인 형태의 몰드 또는 fuselage(비행기 동체) shape을 만드는 등 산업분야에서 널리 사용 되고 있다.

기계의 구성요소의 가상 데이터 수집(virtual assemblies of components)이 용이하며, 강성분석(analysis stresses), 디자인 공정 방법(design fabrication methods), 디자인 몰드틀(mould shapes), 뼈대 구조(ribs)등에 매우 유리하다.

앞의 책, Dennis R. Shelden, 2002, p.30 참조.

28)Birkhäuser Basel, Frank Gehry MARTa Herford, Birkhäuser Basel, 2005, p.44 참조

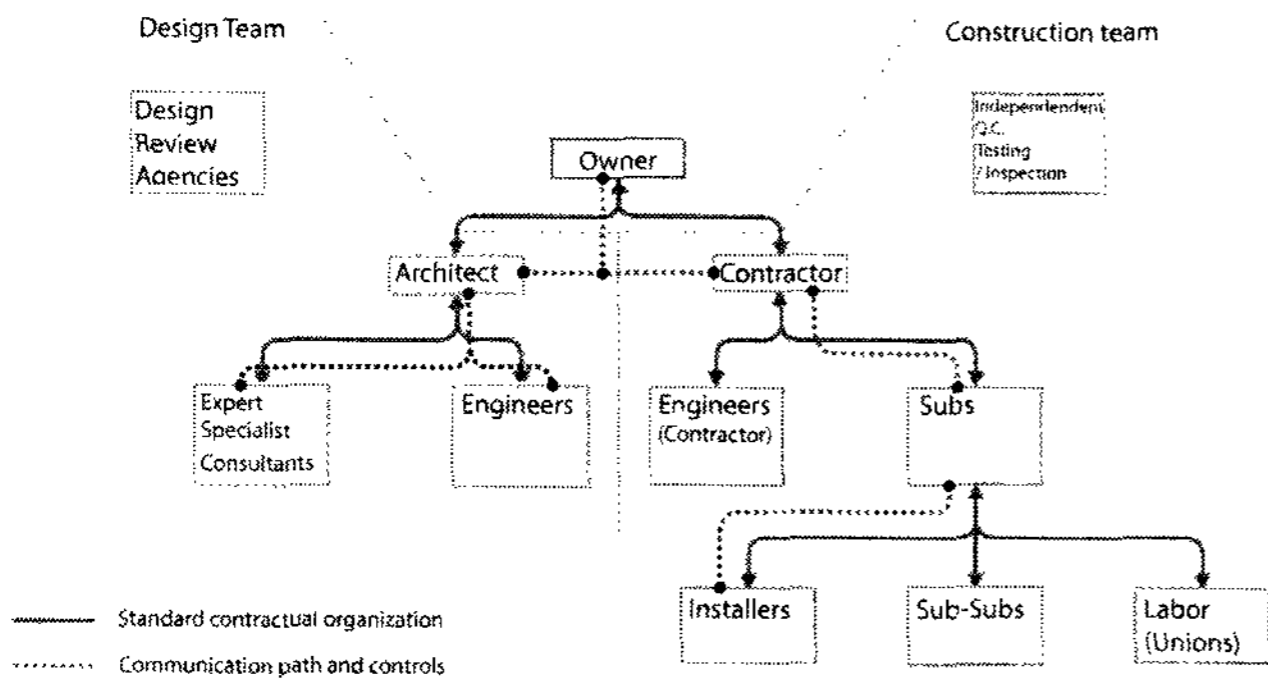
29)Cnc기계로 매번 다른 형태의 금속 조각의 엣지에 힘을 가하여 절곡하여 원하는 cell조직을 만들어 낼 수 있다.

30)앞의책 Dennis R. Shelden, p.289참조

31)조인트 벤처 : 현지사람들과 협약하여 경제적 인프라를 만든다.

구겐하임박물관설립의 지역 내 단혀 있던 대리석 공장을 열게 하였고, 건축시공, 건물 관리 등의 일자리를 창출시켰다. 또한 노령화 된 도시에 젊은 사람들을 유입하는데 공헌 하였다.

BEATRIZ COLOMINA, El Croquis 117(1987-2003), 2006, pp.6-7 참조.



<그림 11> 미국 건축사무실 / 프랭크 게리 조직도³²⁾

3.2. NOX

Nox의 Lars spuybroek은 게리와는 달리 초입부터 디지털이 개입된다. 정신 속에 복합적으로 나열된 무수히 많은 사고들을 끄집어 내 기록, 생각을 재인식하고 복잡한 디자인 과정상의 작업 순서를 정해 효율적인 일 처리를 가능하게 하고, 클라이언트나 대중들에게 디자이너 의도나 방향을 이해시키고, 설득함으로 일을 매끄럽고 하고자 했다, 이렇게 객관화된 디자이너의 사고를³³⁾ 객관화 시켜, 실제 공간으로 현실화 시키는 작업의 중요성을 시사 했다. 그는 포괄적인 작업을 응집성 있게 순서화 시키는 작업은 창의적이고 결과물을 이끌어 낼 수 있다고 주장하고 있다. 이는 라빌레뜨 공원 설계에서 베르나르 추미가 구사했던 점/선/면의 레이어 병치(layering juxtaposition), 램 콜하스나 벤 반 베르켈 풍의 다이어그램 접근, 제임스 코너의 맵핑(mapping), 다운스뷰파크나 프레쉬 킬스를 통해 유행된 단계별 phasing 설계와 상당히 차이를 지니고 있으며, 초기 당시 감성과 이성의 접점을 발견하고자 하는 노력으로 간주해야 할 것이다.

<표 4> 녹스의 그리드 관 비교

	greek grid	wet grid
유사개념	crystal grid	deep grid
속성정적	정적, 고착화	생물적, 동적, 플로우나 시간개념 중요
표현방법	모형실험, 물성실험, 디지털 모델링	3d 디지털 모델링, 애니메이션 변형(시간차를 두어 다양한 변이 만들기)

이렇게 가시화 된 객관적 언어들을 그리드(grid)에 떨어트려 위치시키고 network를 통해 군사적 움직임과 같은 변화를 만들

32)1950년대 이후 건설과 관련한 법적 문제들이 발생하면서 디자인 (design)과 건설(construction)이 분리되기 시작했다.

위의책 Dennis R. Sheldon, pp.38-40 참조.

33)건축화 과정에서 과정상 논리(logic)를 강조하고 있다. 창조적인 가능성(creative perspective)성을 위해 순서상의 자유로움과 은유가 필요하다고 역설 하였다.

Lars Spuybroek, (NOX) interviewed by Arielle Pelenc, chief curator of "Vision Machine". This tekst was published in the catalogue of the exhibition, p.5 참조.

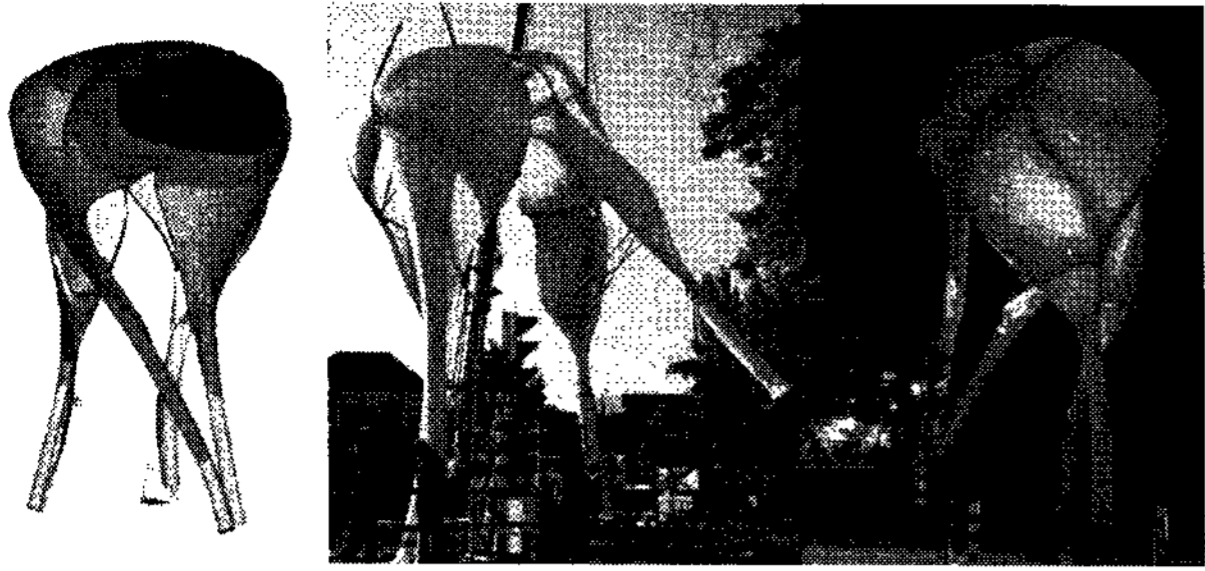
어 작업하였다. 여기서 그리드는 그릭그리드(greek grid³⁴⁾)와의 차별을 강조했고 모순어법상의 기계적인 시각과는 다른 "wet grid", 또는 "deep surface"와 같은 생물처럼, 움직임이 있는 그리드를 강조하고 있다. 역설적으로 crystal grid를 들어 대조시켰는데, 성질을 고체 상태와 액체 상태로 비교하였다. 그는 둘 상태가 아닌 유동적인 상태 움직임과 자율성을 강조 하였다. 이는 엄밀히 중간 형태는 아니지만 순서상 과정에 해당한다. 실제 작업을 지켜보면, 영화에서 자주 쓰이는 시퀀스(sequence)개념을 활용하여, 형태를 생성하고 있다. 대상과 대상 사이에 존재하는 중간개념 다만 완벽한 중간은 아니며, 변수에 의한 다른 변이가 이뤄질 가능성이 열려있는 상태에서의 가능성을 주시하였다.

초기 작품을 보면 모핑(morphing)이나 틱위너(tweener)기법을 자주 사용하고 있다. 이는 진화론과 매우 유사한 구조를 지니고 있는 것이다. 녹스는 개인적 사고에 3, 4차원 소프트웨어를 통해 더욱 발전시키고 있다.

Wet-grid는 점(point), 선(line), 면(surface) 즉 1, 2차원이 아니다. 3차원과 4차원 사이에 존재하는 잠재적 가능성이다. 컴퓨터가 가지고 있는 생성언어를 최대한 활용하고, 형태를 생성한다. 다음으로 결정된 형태를 구조화시키기 위해 해석 틀을 이용하여 중력에 대응하는 구조를 찾는다. 그는 표피를 전통적인 건축의 구조 바닥, 벽, 기둥, 천정의 형식으로 환원하여 바꾼다. 이때 디지털 미디어는 구조, 적산 등등 중력과 대응하는 건축의 형태로 전환한다. 이때 시공으로 이어질 수 있는 상세도면은 3차원상의 geometry를 개별적으로 도면화 하고, 규격화 된 재료 안에 가장 효율적인 배열과 배치를 한다. 주로 사용하는 방법은 3축의 cnc머신을 사용하는데 물체간 거리, 엔드밀(endmill) 사이즈를 고려 판재에 최대한 경제적으로 배열한다. 이렇게 절단 경로를 설정 한 후에 이들을 산소 용접을 통해 구조화, 표피화(fuselage, ribs : 뼈대화)로 이어진다. 녹스(nox)의 "35)Son-O-House"는 은유적인 디자인 과정을 거친 후 종이의 물성을 이용하여 입체적 flow(흐름)를 만들고 공간을 형성했다. 일정하게 잘려진 종이내부에 단혀진 분절과 일정간격의 점을 찍어 3차원의 배열 좌표 위상과 면으로 이어지는 가능성을 의미하고, 디지털 모델링을 통해 볼륨을 만들고 내부 그리드를 재 조직화 한다. 이때 표피는 구조(structure)체이자 면(surface)으로 환원 되는 것으로 인식할 수 있다. 이때 만곡, 하중 등을 검증 틀을 통해 실험하고 최적화된 framework을 찾아낸다. 녹스는 유체학적인 형태 구현을 증명하기 위해 공통적으로 FEA나 CFD등의 검증실험(analysis)을 하고 있다.

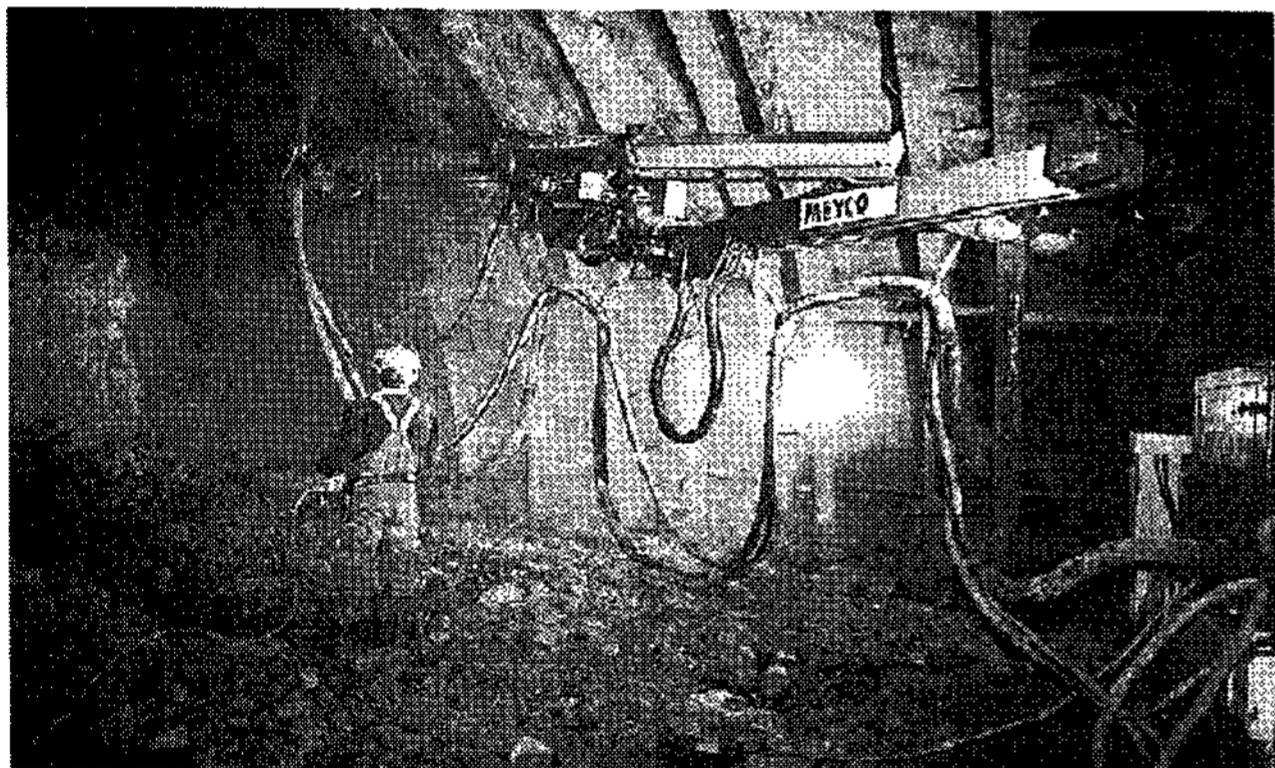
34)고대 이집트의 Kahun 이나 메소포타미아의 Babylon 같은 고대 문명은 전통적인 직교계획에 의해 도시를 설계했다. 그리스의 도시들이 성장하면서 새로운 식민지를 만들었고, 관리하기 위해 고대 그리드 시스템을 이용하였다.

35)Lars. spuybroek, NOX, tames & Hudson nox, pp.74-197 참조.



<그림 12> D-tower 4개의 분리된 부분들이 결합 시 유지를 위한 강도실험이 필요했으며, 이에 맞는 분절과 강도 재료적 성질을 실험하고 이에 맞게 조절하여 새로운 구조를 만들었다. (재료 : FRP)

각기 다른 너비의 구조조각과 규격 금속내부에 들어가는 배열을 최적화 한 후, 레이저 커팅(laser/plasma cutting)을 통해 재단한다. 절단된 조각들은 결합과 용접(WELDING)등을 통해 결합되고, 6각형(hexagon)으로 분절된 망사철면으로 채운다. 이때 면과 구조는 각기 다른 방향으로 분절하였다. 이전 blow-out 프로젝트에서는 망 위에 스프레이 콘크리트(Sprayed concrete)를 이용하여 표면을 형성하였다.



<그림 13> 시미즈 사의 스프레이 콘크리트 로봇

녹스의 작업을 살펴보면 공간 다이어그램을 통해 사고를 정리, 일개요, 순서, 설득의 작업을 하고 생성의 과정에서 많은 매개변수(parameter)를 만들어 선택의 폭을 늘리고, 조합가능성을 만들었으며, 선택 되어진 형태를 섬세한 3차원으로 도형화시키고 측정 가능한 시공도면을 만드는 등 디지털 소프트웨어를 광범위하게 이용하는 것으로 드러났다. 순서상의 문제보다 다양한 실험이나 디지털과 아날로그 작업을 병행하면서, 이상적인 구조를 찾기 위함이라 할 수 있으며, 결국 건축으로 전개되는 과정 즉 구조를 발견하고 물리적으로 구현되는 단계, 발현하는 구조가 36)고착화되는 단계에 대한 중요성을 인식하는 과정이라 할 수 있다.

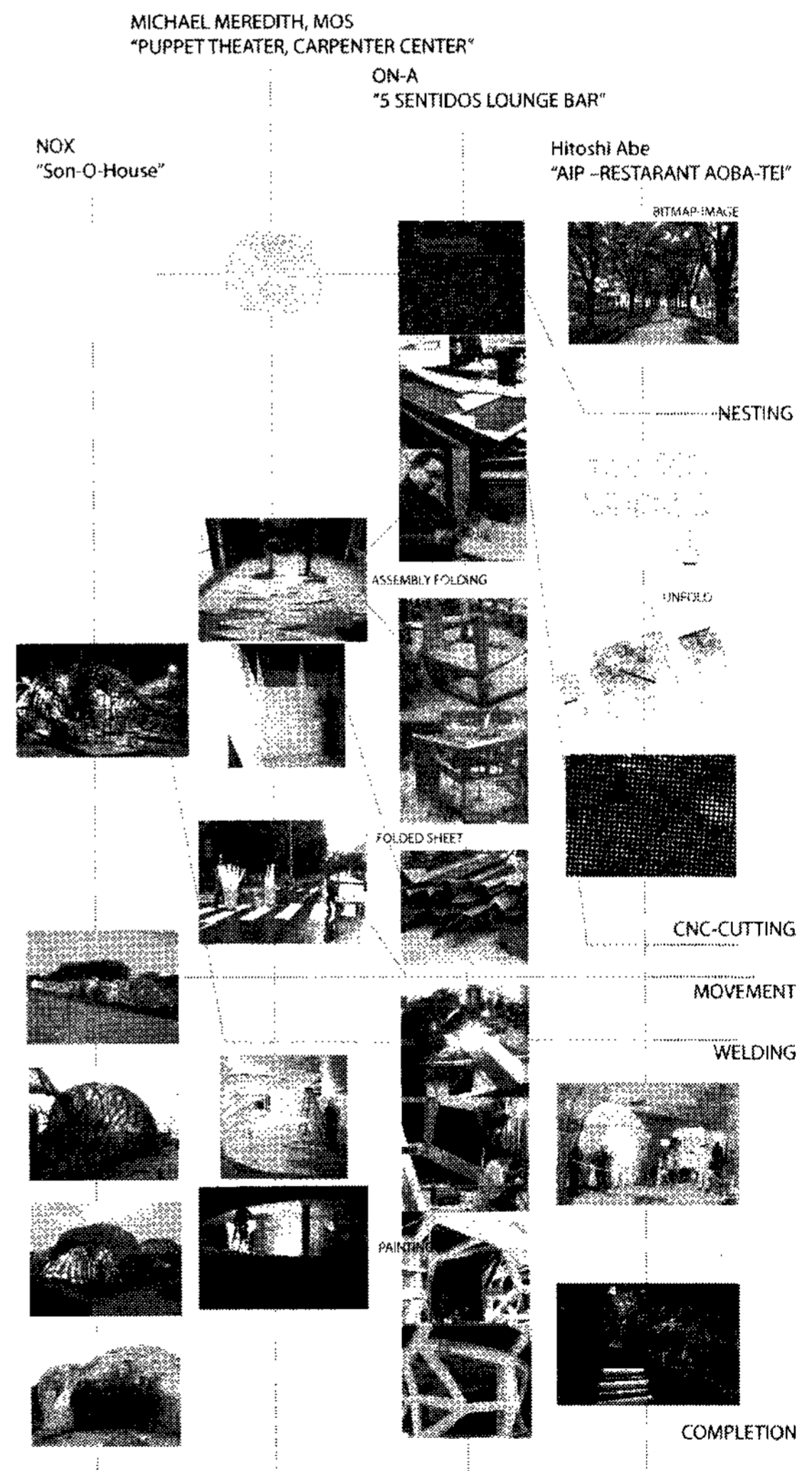
36)건축화 과정을 위해 자연의 구조나 시스템, 혹은 가우디(Antonio Gaudí y Cornet)나 프라이 오토(Frei otto)등과 같은 유기적인 형태를 다루었던 건축가의 구조(structure)를 인용하고 있다. 위의 책, pp.352-359 참조.

녹스의 형태는 소수점 좌표로 이루어져 있기 때문에, 컴퓨터의 정확함과 연산 능력은 절대적이라 할 수 있으며, 이때 3d 컴퓨터 작업은 내부 구조를 향상 시킬 수 있는 주된 틀로서 기인한다.

수치가 존재하는 도형을 검증하여 가능한 구조를 찾고, 이들을 시공과 연관, 분절하는 작업을 위해 여러 가지 틀을 연동하는데, 이는 모델링 틀과 분석 틀을 번갈아 가며 최적화된 파편들을 만들고 이성적인 구조를 차기 위함이라 할 수 있다. 이런 분절된 각기 다른 조각들을 가공하기 위해 라미네이트(laminate) 분절, 재료의 규격에 최적화(네스팅:nesting)를 통해 이상적인(경제성에 입각한: 재료의 손실을 줄이는 방법) 제조방법을 찾고 있다.

녹스는 생성, 발현형태 고착화, 자기조직화 표피 분절 재구성, 검증, 시공에 이르기 까지 다양하게 이용되고 있고, 피드백 통해 끊임없이 피드백 이상적인 구조를 발견하기 다양한 실험을 한다.

순서상의 자유로움, 동시 다발적이며, 아날로그 디지털의 작업의 병행, 시공으로 이어지는 정밀 작업은 가장 중요한 특징이라 할 수 있다.

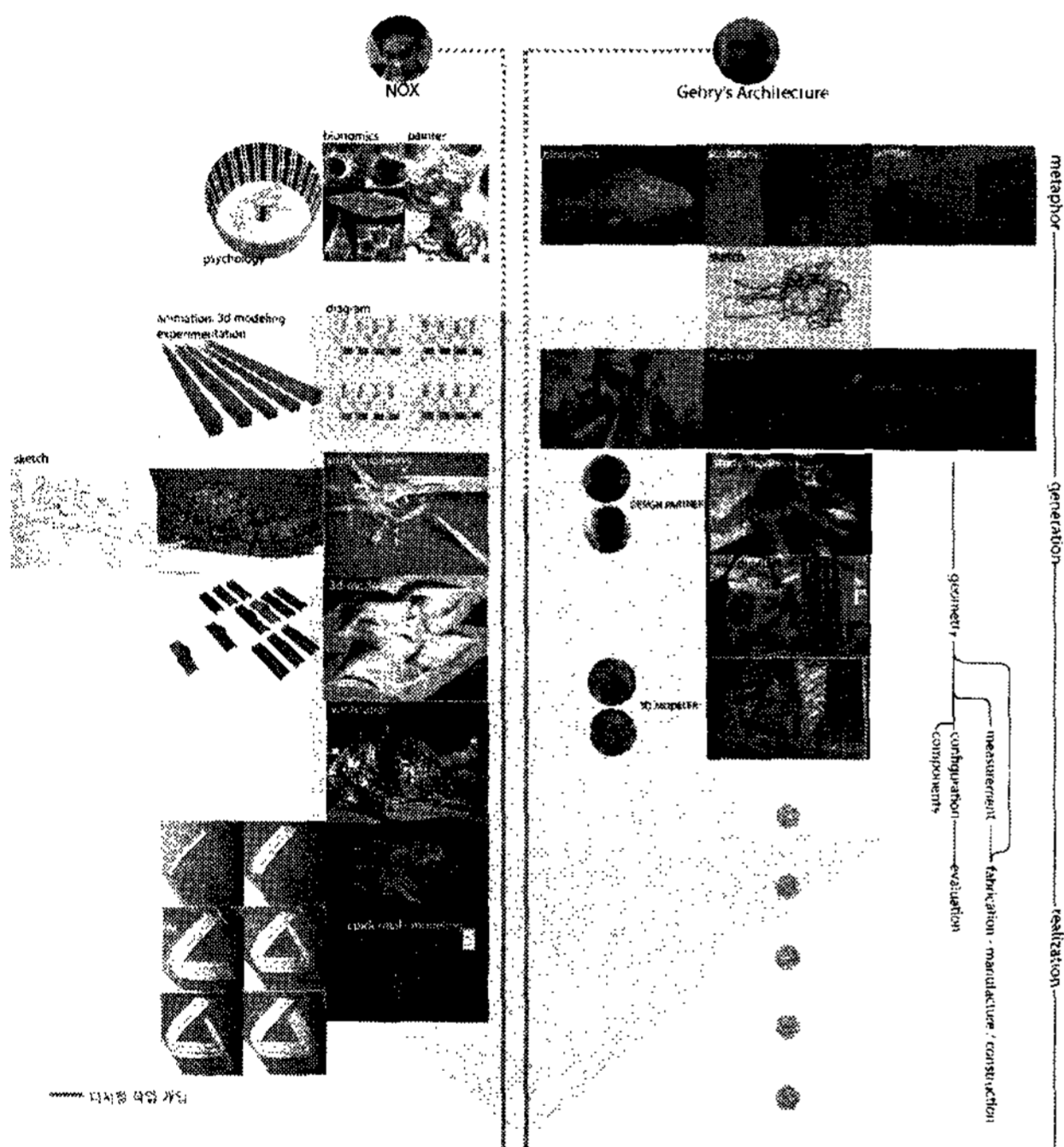


<그림 14> 타 건축가 시공(CONSTRUCTION)과정 비교37)

37)일본의 Hitoshi Abe의 "AIP - RESTARANT AOBATEI"는 사이트 주변 숲 "ZELKOVA TREE"의 패턴을 이미지로 전환 한 후 점(DOT)

3.3. 디지털 방법론 개입시기 및 분류

두 건축가는 영감과 관련된 은유 관심사는 유사했다. 가령 회화나 조각, 생태학적 은유 등 상당히 유사한 관심사를 지니고 있는 것으로 드러났다. 그러나 생성의 단계로 넘어오면서 확연히 차이를 지니는데, 프랭크 게리는 전통적으로 은유를 스케치나 모형 등의 아날로그 작업을 통해 형을 만들어 낸 후 3d geometry를 만드는 과정에서부터 디자인이 개입되기 시작한다. 반면 NOX는 순서는 상관없이 필요에 따라 디지털 미디어를 사용한다. 때에 따라선 후미에 스터디 모델을 만들기도 한다. 프랭크 게리에 비해 아날로그와 디지털 미디어의 구분을 두지 않고 사용한다.



<그림 15> 디지털 방법론 개입시기

<그림 15>를 참조하면, 디자인 과정상 디지털 개입 순서를 6가지로 구분할 수 있었다.

첫 번째 디자이너의 사고가 이미지나 조형으로 드러나는 단계.

두 번째는 구체화 되지 못한 사고가 현실화 되어 3차원으로 발전하는 생성의 단계.

세 번째로 이를 실제로 만들기 위한 현실화 과정에 필요한 설계 단계.

네 번째 이를 검증하고 보수하는 수정 단계.

이미지로 전환한 후 CNC머신으로 타공하여 벽체를 만들고 빛의 요소를 더하여 서사적인 숲의 분위기를 만들어 내었다. ON A의 "5 SENTIDOS LOUNGE BAR"는 메스의 솔리드 버블(SOLID BUBBLES)을 만든 후 이를 분절하고 조인트의 결합방식을 설계한 후 프리즈마 CNC머신을 이용해 절단하고 밴딩 머신을 이용하여 절곡하고 용접하여, 구조를 만들었다.

Ferre, A, & Hwang, I & Sakamoto, T & Tetas, A & Kubo, M, & Prated, Verb Natures : Architectural Boogazine. Actar, 2007 pp.88-12 참조.

다섯 번째 시공의 단계.

여섯 번째 대중 설득의 단계로 나누어 볼 수 있었다.

네 번째 항목부터 공학적인 지식을 가진 전문가의 도움을 받아 진행된다.

물론 그 밖에 더 세분화 하여 구분할 수 있지만, 형상이 구체화 되고 공간 내에 사용자가 존재하는 디자인적 범위로 한정하여 축소시켜 연구하였다.

4. 결론

본 연구 역사적으로 두 가지 관점을 가지고 진행했다.

첫 번째는 20세기 초 바우하우스(BAUHAUS), 러시아 구축주의(constructivism), 부흐테마스(VKHUMAUS)등의 학교 등에서 산업구조의 디자인 특히, 재료³⁸⁾, 기술, 과학의 도입을 통한 디자인 반영.

두 번째는 2차 세계대전 이후 개발되고 발전한 고성능의 컴퓨터, 또 이와 관련된 소프트웨어 하드웨어의 발전과 활용.

특히 복잡계 형태의 디지털 표피 재 조직화, 물리적 구현 방법 연구를 통해, 시각적인 작업을 뛰어 넘어, 물리적 구축으로 보편화되어 있는 디지털 구축 과정을 추적하였다. 외피에서 보여 지는, 생성과, 재 조직화, 구현의 과정을 다루면서 다양성과 디지털의 제어 기술의 가능성을 보았으며, 그 과정에서 다음 4가지의 가능성을 확인 하였다

첫 번째 세분화 되어 있는 다양한 분류 조직과 사람들이 소통하는 좋은 매개체이며, 생산방식에서의 특수성과 차별화로 가치를 높일 수 있다.

1. 두 번째 구축 시 디자이너의 의도, 공정상에 발생하는 왜곡을 줄여 줄 수 있다.

2. 세 번째 디자인 변경 시 검증과 수정이 용이하여 소모적인 디자인 프로세스를 막을 수 있다.

3. 네 번째 정밀한 시공으로 재료의 손실 방지와 불필요한 작업 시간을 절약할 수 있다. (경제성)

4. 본 연구는 향후 더욱 보편화 될 수 있는 디지털 방법, 그 중에서 구축과 관련된 디지털 프로세스를 통해 초기에서 결과의 과정에 대한 근접성을 높일 수 있음을 확인 할 수 있었고, 이런 사례가 더욱 발전, 증가 할 것이라 예측 해 본다.

38)타틀린의 '재료에 충실한(truth to materials)', 이는 각 재료가 지니고 있는 본질적 속성에 의거하여 조각형태가 결정된다는, 즉 원통형에는 금속이 평면에는 나무가 적합하다는 등등의 주장으로. 기존 예술형태(자연재료를 이용한 조각이나 조소)의 초월을 의미하고 가공된 재료 특히 금속파이프나, 유리등의 이질적인 산업재료 접합(본드나 볼트, 너트를 이용한 방법 등)을 통해 새로운 형태를 구현해야 한다는 주장이다.

참고문헌

1. Cafra Frizof, 생명의 그물, 범양사, 1998
2. Coleman Cindy, Interior Design Handbook of Professional Practice, McGraw-Hill Professional, 2001
3. El Croquis 117(1987-2003), El Croquis, 2006
4. Ferre, A, & Hwang, I & Sakamoto, T & Tetas, A & Kubo, M, & Prat, ed, Verb Natures: Architectural Boogazine. Actar, March 1, 2007
5. Green. Brian elegant universe, 2005
6. Hesel, M, Menges, A, Weinstock, M ed, Architectural design“ techniques and technologies Morphogenetics design” wiley-academic, 2006
7. Kilian, A, Candidate in Computation, Department of Architecture, School of Architecture and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge
8. Kolarevic Branko, architecture in the digital age/ design and manufacture, Taylor & Francis, New York and Design, 2003
9. Birkhäuser Basel, Frank Gehry MARTa Herford, Birkhäuser Basel, 2005
10. Tschumi, B & Cheng, I, ed, T The State of architecture at the Beginning of the 21st century, Monacelli, 2003
11. Shelden, D. R, Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture. Ph.D. thesis in Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA. 2002
12. Spuybroek, L(NOX) interviewed by Arielle Pelenc, chief curator of "Vision Machine", This tekst was published in the catalogue of the exhibition.
13. Spuybroek, L, NOX tames & Hudson, 2004
14. Y. Morita, T. Noikura, R. Petzold, M. Blank, W. Kalender, S. Hiura, A. Okubo, K. Sugihara, T. Kamiinaba and Y. Izumi, "Rapid Prototyping for Dentistry in Japan", ibid., Kamata, Tokyo, 2000
15. 讀賣新聞大阪本社, 最速への挑戦—新幹線「N700系」開発, 單行本, 2006

<접수 : 2008. 2. 29>