

# 디지털 디자인프로세스에 나타난 형태생성방식의 특성에 관한 연구

A Study on the Formal Generation Characteristics in the Digital Design Process

이 수 용\* 이 상 준\*\*  
Lee, Su-Yong Lee, Sang-Joon

## Abstract

The research want to know about form creation method's special quality that found in digital construction design process that using digital media, and they comparison analysis that who positive using digital media, Frank O. Gehry, Peter Eisenman, Greg Lynn, UN studio's work. First, In digital design process using digital media is make full use to design unfolding step and application way can change by architect's recognition difference of using digital media and each architect's design general idea unfolding process, and it means form creation process can change. Second, In digital design process a building form doesn't design adaptation to construction system, they directly design the third dimension form. So, they deduction a new form that unification and integration. Third, the architect that appear's in digital design process's part is existing, data from position of the master which it selects the coding selects the outcome goods which appears in computer operation with coordinator role of the originality and construction sense which it is visible.

키워드 : 디지털 건축, 디자인 프로세스, 형태생성, 디지털 매체  
Keywords : Digital Architecture, Design Process, Formal generation, Digital media

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적 및 배경

패러다임의 변화와 함께 수반되어온 디자인 작업에서의 디지털화는 급진적으로 일어나고 있다. 건축형태를 제한하는 방법에서부터, 그에 따른 공간개념, 구축방식, 형태구성에 이르기까지 많은 변화를 수반하고 있는 실정이다. 현대의 건축가들은 이러한 변화에 어떤 방식으로든 영향을 받고 있으며, 이러한 디지털화에 따른 매체의 다양화가 다양한 방식의 디자인 프로세스와 형태생성방식을 만들어 가고 있다. CAD(Computer Aided Design)의 도입으로 도면작업을 대신한 디지털 매체의 활용에서부터 점차 이를 이용한 그 활용방법의 다양화는 건축가의 언어와 매체의 속성이 결합하면서 디지털 매체의 역할이 더욱 광범위해지고 있다. 또한 디지털 매체는 디자이너의 이성적 의지에 의한 형태생성뿐만 아니라 디자이너가 연산할 수 없는 다양한 변수 데이터를 입력하여 컴퓨터 생성 알고리즘에 의한 우연적이고 창의적인 형태를 만들어 내기도 한다. 즉 건축디자인 프로세스에 있어서 2차원적

디자인 보조수단으로 인식되어왔던 디지털 매체는 이제 건축의 형태를 결정하고 디자이너의 상상력을 자극시키는 충분한 디자인 도구로서 역할을 하고 있다.

### 1.2 연구의 범위와 방법

본 연구에서는 이러한 사회적 변화를 배경으로 디지털 매체를 이용한 창의적 조형방식으로서 디지털 디자인 프로세스에 의한 형태생성방식의 다양성에 대해 알아보고자 한다. 이에 현대건축가 중 디지털 매체를 적극적으로 활용하고 있는 Frank O. Gehry, Peter Eisenman, Greg Lynn, UN STUDIO의 작품을 중심으로 디자인 프로세스를 비교분석하고 그 특성을 파악하여 형태생성방식에 나타난 특성에 대해 고찰하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 디지털 매체의 정의

디지털이란 아날로그의 상대말로써, 20세기 후반 컴퓨터, 반도체, 정보통신 기술의 급속한 발전은 영상, 음성, 데이터 등 서로 다른 유형을 갖는 정보를 디지털이라는 단일한 신호처리방식에 따라 통합적으로 처리하게 된다. 이러한 디지털 매체의 능력은 네트워크 기능과 더불어

\* 정희원, 동신대학교 건축공학부 전임강사

\*\* 정희원, 동신대학교 건축공학부 부교수, 공학박사

시간과 공간적 제약으로부터의 해방을 가져왔다.<sup>1)</sup>

표 1. 아날로그와 디지털의 속성<sup>2)</sup>

분류		아날로그	디지털
미디어 공간	시·공간	공간편향성	시/공간편향성, 비동기성
	관계형태	一 ↔ 多, 일방적	多 ↔ 多, 상호작용적
	관계중심	송신자중심	커뮤니케이션 행위자
	공간중심	세계사회	네트워크
재현 양식	전달수단	전자	비트
	재현수단	전파	유무선 혼용
	정보흐름	선형적 (연속적 흐름)	비선형적 (비연속적, 단절)
	재현기관	시청각적 영상	공감각적 재현

<표 1>에서 알 수 있듯 아날로그라는 개념에 비해 역동적이고 불안정한 성격을 갖는 디지털의 개념은 개체들이 동일성, 정체성을 갖는 아날로그의 세계와는 달리 개체들의 정체성이 와해되고 다양하게 형태변이를 하는 복잡하고 유동적 세계라 하겠다.<sup>2)</sup>

2.2 건축에서의 디지털 매체의 가능성

정보통신 분야의 발전과 병행하여 CAAD(Computer Aided Architectural Design)라고 불리는 컴퓨터를 이용한 건축설계분야 역시 상당한 발전을 이루어왔다. 초기에는 주로 인력과 시간, 비용의 절감을 위해, 그리고 작업의 편리성 추구를 위해 시작되어온 디지털 도구는 1990년대에 들어서면서 작업의 편리성 추구를 위한 도구에서 벗어나, 또 다른 창의적인 건축 작업의 가능성을 제시하고 있다.

표 2. 건축에서의 디지털 매체의 가능성

역할	의미
Data Base	데이터의 용도에 맞게 관계 설정, 구조화
Drawing and Modeling	반복적 업무의 자동화, 수정의 편리 창조적 작업의 가능성
Simulation	가상공간을 실제환경과 시각적으로 유사하게 재현
Communication	정보통신기술이 접목된 전문가들 사이의 인터넷을 이용한 공동작업
Rapid Prototyping	기하학적 복잡성에 구애받지 않고, 물리적 조형물을 빠른 시간안에 재현하여 원래의 설계의도와 비교가능

즉 새로운 디자인 도구로서 디지털 매체를 활용한 건축디자인 행위는 종래의 제한적 매체를 사용하는데서 벗어나 다양한 디지털 매체를 활용하고 있다. 이러한 디자인 행위는 더 이상 물리적 공간을 점유할 필요가 없으며 실제에 존재하는 시간개념과는 다른 시간속에서 창작행위가 이루어질 수 있다. 기존의 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 결과보다 다양한 개념적 건축이 가능해진다.

2.3 디지털매체를 이용한 디지털 디자인 프로세스

디자인 프로세스에서 디지털 기술은 여러 단계에서 활용된다. 특히 3D 컴퓨터 모델링은 시각화를 표현하는데 매우 유용하게 사용된다.<sup>3)</sup>

디자인 프로세스의 초기단계는 디자이너의 사고체계 내에 가상으로 존재하는 디자인 개념을 적절한 매개물로 구체화 해가는 과정이라 할 수 있다. 이렇게 구체화된 디자인 개념은 요구조건을 충족하는 적절한 대안 검토를 통해 최적의 디자인을 결정하게 된다. 그리고 도면과 같은 실질적인 형상화 및 구축을 위해 측정 가능한 형태로 표현되어지게 된다. 구축의 단계에서는 완성된 도면을 기반으로 요구된 재료와 규격으로 부품을 제작하고 제작된 부품은 일련의 과정을 통해 조립되어 시공된다.

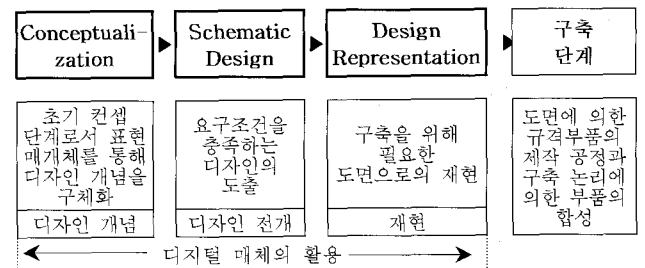


그림 1 디자인프로세스에서 디지털 매체의 활용

이처럼 디자인 프로세스에서 디지털 매체가 부가적인 표현수단으로 작용하고 인간의 드로잉과 모형등에 의해 진행되는 것을 아날로그 프로세스라고 한다면, 이에 반해 디지털 매체가 프로세스의 진행에 필수적으로 작용한다면 디지털 디자인 프로세스로 정의할 수 있다.

<그림 1>에서 보는 것처럼 디지털 매체는 초기개념 단계에서부터 연속적으로 디지털 디자인 프로세스에 적용된다.

3. 디지털 디자인 프로세스와 형태생성방식

3.1 Frank O. Gehry의 디지털 디자인 프로세스

프랭크 게리는 3차원 디지털타이저와 CATIA<sup>4)</sup>라는 디지털 매체를 통해 탈정형적이고 자유로운 공간을 표현해내고 있다. 모형제작을 통해 디자인 초기단계의 개념을 정리하고 디지털 테크놀로지를 이용하여 3차원 곡면을 가진 건축의 조각적 잠재력을 탐구하면서 형태를 발전시킨다.

(1) Bilbao Guggenheim Museum, 1997

3) M. Saleh Uddin, Digital Architecture, McGraw-Hill, 1999  
4) 프랑스 소프트웨어 회사인 Dassault에 의해 개발된 것으로 우주선, 자동차 디자인 등에 유용한 프로그램이다.

1) 라도삼, 비트의 문명 네트워크의 사회, 커뮤니케이션북스, 1999, p79  
2) 김주미, 비선형 패러다임과 디지털 건축, 2001.09 대한건축학회지, 제44권 제9호, p10

20세기 말에 전 세계적으로 가장 주목받는 건축물중 하나인 빌바오 구겐하임 미술관은 불규칙하고 다양한 곡면으로 구성된 외벽 탓에 기존의 2차원 도면의 표현방법으로는 쉽게 그려낼 수 없다. 그러므로 수작업에 의해 시각적으로 만족할만한 상태까지 다듬어진 건물모형을 디자이너에 의하여 3차원의 와이어 프레임 컴퓨터 모델로 입력된다. 이 저장된 데이터를 컴퓨터로 제어하여 매우 정교한 새로운 모델로 제작하고, 디자인 의도에 따라 원래의 모델과 서로 비교, 수정하여 컴퓨터에 재입력하는 반복 작업을 실시하게 된다. 이와 같은 작업을 통해 최종 형태를 결정한다. 결정된 형태는 3차원



wire-frame 모델을 활용하여 3차원의 구조소프트웨어를 통해 가장 효율적인 구조를 갖도록 구조도가 작성된다.

구조모델은 wire-frame 모델과 오버랩되어 상호간섭여부를 확인한다. 커튼월 상세 또한 wire-frame 모델에 근거하여 외벽상세를 표현하고, 궁극적으로는 세 개의 3차원 도면을 취합하여 평면이나 단면으로 확인하기 어려운 복잡한 곡면체의 외벽상세의 이상여부를 확인하게 된다.

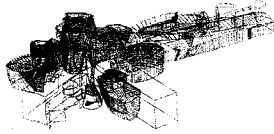


그림 2 CATIA wire-frame computer model

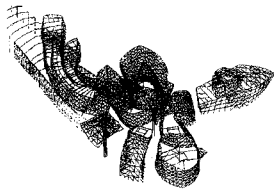


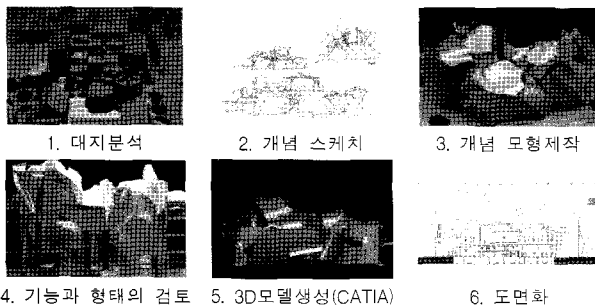
그림 3. structural model

(2) EMP(Experience Music Project, 1999)



EMP는 미국의 팝음악과 대중문화를 통해 표현된 창의성과 혁신성을 기념하기 위해 만든 약 12,600㎡ 규모의 시설이다. EMP의 디자인 프로세스는 먼저 대지조건에 부합하는 건물의 볼륨 및 기능조건을 분석한 후 프로그램에 맞는 공간을 검토한다. 이후 스케치를 통해 대지조건과 프로그램을 배경으로 한 우연이나 영감을 새로운 형태로 표현한다.

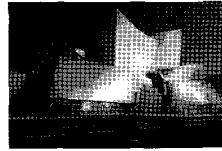
표 3. EMP에 나타난 디지털 디자인 프로세스



표현된 스케치는 수작업을 통해 종이등의 재료를 이용하여 개념모형으로 제작한다. 형태의 조정을 위해 3차원

디지털라이저에 의해 컴퓨터 데이터로 입력된 후 정교한 모델로 제작되어 개념모형과 비교하여 반복적인 모형제작을 통해 디자인 의도에 맞는 기능과 형태를 도출한다. 최종적으로 CATIA에 의해 3D 모델로 생성된 후 2D도면으로 전환하며 치수화하여 구조나 디테일을 검토한 후 시공도면을 제작한다.

(3) Disney Concert Hall, 2003



디즈니 콘서트 홀은 LA 필하모니 오케스트라의 새로운 하우스로 LA시내의 1번가와 그랜드 에버뉴(Grand Avenue)가 만나는 위치에 2003년 완공되어진 건물이다. 초기

외벽마감이 석재(limestone)였으나 경제적, 기술적 문제로 스테인레스 스틸로 바뀌면서 캘리포니아의 강렬한 태양빛이 주위 건물에 대해 빛의 반사와 온도상승 때문에 문제가 제기되기도 했던 건물이다.

프랭크 게리는 디즈니 콘서트홀에서 디지털 도구를 활용하여 천과 같이 유연한 외피가 상호 얽혀있는 내부 볼륨을 감싸도록 디자인 하고 있다.

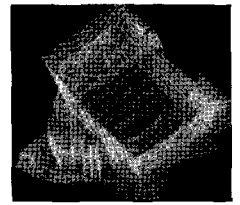


그림 4. CATIA wire-frame computer model

(4) Frank O. Gehry의 디자인 프로세스 분석

사례에서 살펴본 것처럼 게리는 3차원적인 사고를 기반으로 3차원적인 건축을 형상화하며, 3차원 디지털 정보에 의해 자동으로 추출된 2차원적 도면을 만들어 내고 있다. 또한 디지털 매체가 갖는 한계를 극복하기 위해 공간감이나 기능해결을 위한 모델작업을 중요시 하고 있음을 알 수 있다.

표 6 Frank O. Gehry의 디지털 디자인 프로세스

프로세스	내용	디자인 툴
개념 모델 작업과정	3차원 스페이스 프로그램에 기능에 맞춰 공간의 구체적 형태를 개념 모델로 검토	수작업
형태 및 기능검토	배치의 방향, 기능의 배분 형태개념이 결정되면 보다 정밀하게 모형작업 진행	수작업
디지털라이징	CATIA를 이용 wire-frame 시스템을 이용하여 건축적으로 해석 가능한 구조모델로 전환	디지털 매체
2D 도면 전환	생성된 3D 모델을 측정가능한 2D 모델로 전환	디지털 매체
구조, 디테일 검토	CATIA 프로그램에 의한 구조적 시뮬레이션을 시행 문제점 해결 및 디테일 검토	수작업+디지털 매체
통합모델	설비체계와 구조체계를 단일화한 디지털 모델로 통합	수작업+디지털 매체






직관적인 수작업으로 스케치와 모형을 만들며, 이러한 조소적인 형태를 구체적인 건축형태로 형상화하기 위한 방법으로 디지털 매체를 활용한다. 기존의 디자인 방법으로는 형상화하기 힘들었던 우연한 형태를 3차원 디지털라이저를 활용하여 디지털 정보로 변환시켜 디지털 모델로

전환한다. 이러한 디지털 디자인 프로세스 상에서 공간적 문제, 구조적 문제, 시공상의 문제, 경제적인 문제등을 해결하며, 시공자, 건축주 등과의 의사소통의 수단으로 활용하여 추상적인 그의 건축 사고를 구체화하고 있다. 그의 디자인 프로세스를 정리해보면 <표 6>과 같다.

3.2 Peter Eisenman의 디지털 디자인 프로세스

피터 아이젠만의 디자인 개념은 기존의 건축적 사고에서 관습화 되어 있는 건축적 질서와 규칙들을 초월하려는 의지에 있다. 즉 길들여진 미학으로부터 탈피하고자 아이젠만은 그가 가지고 있는 건축 내·외부의사고와 컴퓨터 알고리즘을 통해 기본단위 도형들을 다양하게 변형시킨다.<sup>5)</sup> 아이젠만의 디자인 과정은 먼저 건물의 기능적 요구 및 개념 설정에 기초하여 형태를 생성한 후 이 초기 형태를 디지털 미디어를 이용하여 변형, 생성하게 된다. 이렇게 변형, 생성된 형태에 건물의 기능적 요소인 실(室)이나, 코어 유틸리티 등을 배치하게 된다. 즉 결과적인 형태는 건물의 기능적 요구에서 파생된 초기형태에 프로그램의 고려와 함께 디지털 변형을 통해 다양한 형태를 도출해낸다.<sup>6)</sup>

표 7. 기본다이아그램<sup>6)</sup>

cube	el-form	bar	plate	text
				

또한 아이젠만은 그의 건축적 질서와 형태논리를 위해 다이어그램의 생성과 변형을 통해 진행하는데 몇 개의 간단한 기하학적 다이어그램을 디지털 매체의 command를 이용하여 1차적 생성, 2차적 생성 과정을 거쳐 새로운 형태로 변형하여 디자인을 전개해 가고 있다. 이 과정에서 다이어그램을 이루는 각 점의 위치좌표의 변경을 통한 형태변형인 직접적 변형과 컴퓨터의 연산프로세스를 이용한 간접적 변형을 활용하고 있다.

(1) Arnoff Center, 1996



Arnoff Center는 미국 오하이오주의 신시네티 대학에 소재한 예술 및 디자인 센터로써 1988년에 설계가 시작되어 1996년에 완공되었다. 기존 건물을 재구성하고, 동일한 면적을 새로 증축한 작품으로 특히 곡선부분의 증축에 디지털 디자인 프로세스를 적극적으로 활용함으로써 대중의 이목을 끌게 되었다. 곡선부분의 초기형태 구성을 위해 선정된 기본 다이어그램 3차원 큐브(13mx21mx4.8m)를 병렬 연결하여 초기매스를 형성하고 간접적 변형을 통해 중첩한 뒤, x-y축 상에서 비틀림을 만들었다. 대지레벨을

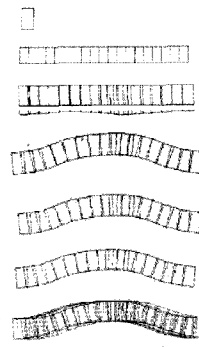


그림 4. 다이어그램의 직접적 변형

고려하여 각 입방체를 계단화하고, 다시 z축상에서 비틀림을 주어 수평적인 변형과 수직적인 변형을 동시에 갖게 했다. 이것을 자리바꿈하여 중첩시켜 형태를 완성하고 있다.

Arnoff Center는 디지털 디자인 프로세스를 활용하여 증축한 곡선부분과 원래 건물이 중첩되어 전체건물을 형성하게 되고 일정한 구조모듈의 구성은 나타나지 않지만 외부형태에 대응해서 구조요소가 배치한 것을 알 수 있다.

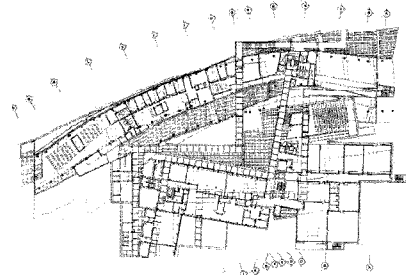


그림 5. Arnoff Center의 평면도

(2) Tours Art Center, 1994

투어스 아트센터는 1994년에 설계된 프랑스의 Tours에 위치한 복합건물계획이다. 투어스 아트센터에서 피터 아이젠만은 영화나 비디오 등에서 사용되었던 하나의 형태에서 다른 형태로의 변형을 만드는 기술인 모핑(morphing)을 건축설계에 도입하였다. Tours Center에서 모핑은 인접한 18세기 건물과 19세기 건물의 지붕측면의 외곽선과 평면의 외곽선을 이용하여 일어난다.

표 8 Tours Art Center에 적용된 morphing



대지현황                      morphing                      형태생성

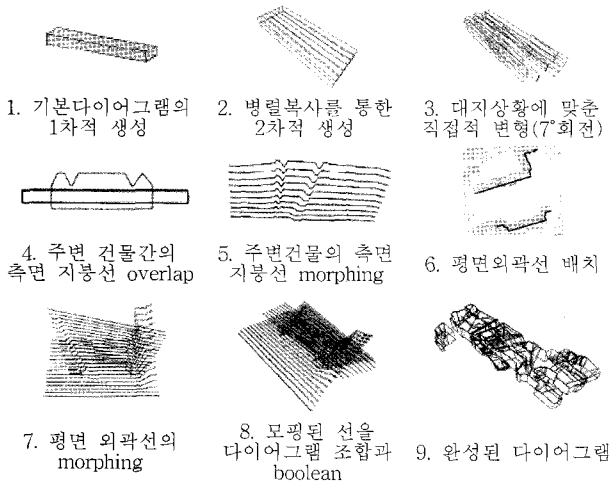
투어스 아트센터에서 다이어그램의 초기형태는 인접건물과 동일한 폭의 bar 형태의 기본 다이어그램이 사용되었다. 이처럼 3차원의 기본다이아그램에 2차원적 모핑을 적용하여 모핑된 선을 다이어그램의 변형에 적용시켰다. Arnoff Center에서는 3차원 초기 매스에 직접 디지털 디자인 프로세스를 적용한 것에 반하여 Tours Art Center에서의 디지털 디자인 프로세스의 적용은 일단 2차원적으로 모핑한 후 이를 초기매스에 적용하는 2단계를 거치

5) 김동준, 정재욱, 프랭크 게리와 피터아이젠만의 건축디자인 프로세스에서 디지털 미디어의 적용방법과 특성에 관한 연구, 대한 건축학회 논문집 20권 11호, 2004년 11월  
6) 김봉수, 피터 아이젠만의 건축설계에 활용되는 디지털디자인 프로세스에 의한 형태생성과 변형에 관한 연구, 한양대석론, 2000, p 23

7) morphing 이라는 말은 주어진 하나의 영상을 점진적으로 다른 영상으로 변화시키는 그래픽 기법을 말한다. 모핑 기법을 통해 지금까지의 디자인과는 다른 새로운 형태의 디자인이 나타날 수 있는데 즉 서로 다른 두 형태사이의 변형에서 디지털 알고리즘에 의해 인간의 사고과정으로는 생각할 수 없는 것들을 만들어준다.

게 된다. 이런 이유는 당시의 컴퓨터 기술로서는 실질적으로 3차원적 모핑을 제대로 실현되기가 어려웠기 때문이라고 추측된다.<sup>8)</sup>

표 9. Tours Art Center의 디지털 디자인 프로세스



(3) Peter Eisenman의 디자인 프로세스 분석

피터 아이젠만의 디지털 디자인 프로세스는 임의적이고 컴퓨터 연산에 의한 자동적인 성격의 2차적 생성과

표 10 Peter Eisenman의 디지털 디자인 프로세스

프로세스	내용	디자인 틀
다이아그램의 초기형태구성	초기형태는 디자인 개념에 근거하여 기본다이아그램으로 형성되고 기능적 요인에 의해 크기를 결정.	디지털 매체
다이아그램의 변형 및 2차 생성	디지털 매체를 이용하여 기본다이아그램을 변형한다. 컴퓨터 연산에 의해 예측하기 어려운 형태로 진행되며 초기형태와 다른 개체를 형성.	디지털 매체
다이아그램의 건축형태화	디지털 매체를 이용하여 변형, 생성된 형태에 구체적인 건물의 기능을 삽입.	디지털 매체
2D 도면 전환	내부공간기능과 건물매스의 연관관계를 3D 작업을 통해 검토하고 결정된 계획안을 측정가능한 2D모델로 전환	디지털 매체
구조, 디테일 검토	2D 도면을 통해 정밀한 모델을 만들어 내부공간기능, 연결관계, 디테일 및 구조적 문제점등을 검토, 보완	수작업+디지털 매체
통합모델	실질적 마감재료와 질감, 컬러등이 반영된 모델을 만들어 대지와 주변환경과의 환경적 맥락에 대한 검토	수작업+디지털 매체

간접변형 위주로 이루어져 있고 디지털 매체에 의한 형태와 건축가의 제어에서 발생한 형태의 종합적인 성격을 갖는다. 또한 디자인 프로세스 초기단계에서부터 디지털 매체를 활용함으로써 새로운 건축디자인 프로세스를 만들어 가고 있다는데 의미가 있다. 피터 아이젠만의 디지털 매체를 활용한 디자인 프로세스는 <표 10>과 같다.

3.3 Greg Lynn의 디지털 디자인 프로세스

Greg Lynn은 건축에 대한 새로운 디자인 방식을 추구

하고 있는 디지털 건축가중 한사람으로 움직임(movement), 불변성(permanence) 그리고 구조에 대한 새로운 건축적 시각을 보여주고 있다. 전산적인 모션 기하학(motion geometry)과 시간 기반의 동적 에너지 시뮬레이션을 사용하는 등의 Lynn의 혁신적인 어프로치는 그를 진보적인 건축적 담론에 대한 중요한 공헌자로 만들었다.

표 11 Greg Lynn의 공간조형언어<sup>9)</sup>

용어	이미지	특징
bleb		표면의 교차점들이 스스로 공간을 형성할 때 만들어지는 주머니 형태의 공간
blob		각이 지거나 구의 형태를 이루는 것들의 감용과 굴절에 대한 것으로 변형을 위해 용합, 인장, 조합된다.
strand		가닥을 일컫는 말로, 조합된 구조의 기술 각각의 가닥들은 아주 가는 개체로 풀어질 수도 있고, 여러 가닥으로 모일 수 있다.
fold		주름, 또는 접은 자리, 부드럽게 접거나 각이 지도록 접는 방법이 있으며, 획일적인 표면을 만들어내기도 한다.
shred		조각을 의미, 그물로 된 조각을 복사하거나 잘라서 표면의 점을 여러 방향으로 잡아 늘이고 밀어 넣을 수 있다.
flower		절혀진 관 또는 기포의 조합으로 서로 엉겨 붙어있는 줄기 안으로 들어가는 꽃잎이나 표면.
skins		이음새가 없고 인공적이지 않고 부드럽고 반짝이는 표면.
teeth		어떠한 기계적 장치나 부착물 없이 공간을 연결시키는 것.
branch		가닥의 성장, strand의 흩어진 끝자락 개체와 다수 또는 중복되는 것들의 잡아당김
lattice		구조를 위한 방법으로 표면을 차별적으로 보강 구조가 되는 표면을 세분화시켜 하중의 분배

최신 애니메이션기술과 특수효과 소프트웨어를 사용하여 공간과 형태를 매우 조형적(plastic), 가변적(flexible), 변하기 쉬운(mutable) 있는 개체로 변형시키고 있다. 구부리고(bend), 뒤틀고(twist), 변형시키고(deform), 구조적인 변이를 통해 급진적 디자인 방향을 제시하며 작품을 만들어 가고 있다. 또한 고정된 주체에 의해 영향 받지 않는 잠재된 의미와 논리의 다양한 건축적 형상을 창출하기 위해 '생동감 있는 형태(animate form)'를 주장하며, 외부의 영향에 유연하게 대처할 수 있는 기본개념으로 다음과 같은 공간조형언어를 제시하고 있다.<sup>9)</sup>

Greg Lynn은 이처럼 디지털 매체를 이용하여 인간이 하기에는 소모적이고 반복적인 작업을 짧은 시간 내에 처리할 수 있는 높은 생산성을 가져왔다. 이는 컴퓨터를 지능을 가진 무기체로서 인정하고 컴퓨터에 의한 작업을

8) 김봉수, 피터 아이젠만의 건축설계에 활용되는 디지털디자인 프로세스에 의한 형태생성과 변형에 관한 연구, 한양대석론, 2000, p 62

9) 이한나 외, 그레그 린의 자연기반 디지털 공간디자인 매트릭스 분석, 한국실내디자인학회논문집, 제14권 제1호, p40, 2005

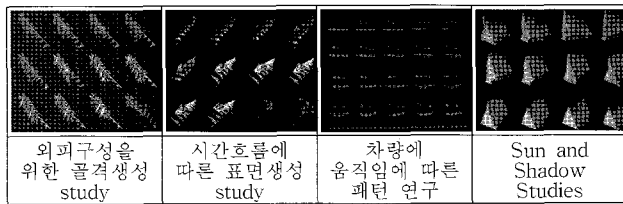
철저히 응용하고 있음을 보여주는 것이다.

(1) Hidrogen House for the OMV, 1999



OMV라는 오스트리아 정유회사의 다목적 기업홍보관으로서 방문객에게 기업홍보 및 교육을 위한 편의공간을 제공하기 위한 목적으로 설계되었다. 수소를 동력으로 사용하려 한 점을 강조하고 싶었기 때문에 역동적인 공간과 형태를 구현하였다. 중력이나 바람에 의해 건물이 받는 영향을 표현하고자 하였으며 움직임을 건축물의 표피에 표현하였다. 건축물은 태양의 움직임과 건물 옆을 통과하는 고속도로의 교통량 통계데이터를 분석하여 빛에 의해 건물자체가 움직이는 듯한 느낌을 가질 수 있게 하였다. 건축물의 형태와 디자인을 구성하는 컴퓨터 기술 덕에 이곳을 지나가는 사람들은 건물 외부의 표피가 바뀌는 듯한 착각을 갖게 한다.

표 12 Hidrogen House에서 디지털 매체를 이용한 simulation



태양이 어떤 각도와 위치에서 비치느냐를 시뮬레이션하고, 시간대별 교통량 데이터를 분석하여 볼륨디자인에 적용하여 이미지를 만들었다. 건물의 북쪽 외관은 고속도로에서 자동차 움직임의 시뮬레이션을 통하여 형성했다.

(2) Korea Presbyterian Church, 1999



New York에 위치한 이 교회는 1930년대 지어진 세탁소 건물을 디지털 디자인 프로세스를 통해 디자인하여 증축, 리모델링한 것이다. 프로젝트의 진행시 다른 지역의 프로젝트 참가자 세 명<sup>10)</sup>을 인터넷으로 연결하며 각종 자료들을 공유했고 디지털 기법을 사용하여 Greg Lynn에 의해 실제로 지어진 최초의 건물이다. 이 작품은 심한 왜곡이나 유동적인 모습이 아닌, 일정한 질서가 느껴지는 변형을 통해 비교적 기하학적인 질서를 갖도록 구성하고 있다.

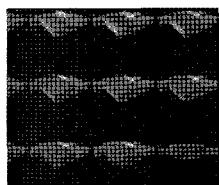


그림 5. blob이 전체 mass를 이루는 과정

디자인 프로세스를 살펴보면 공간 조형기본언어 중 Blob을 일렬로 나열하여 주요 구조가 될 부분을 구성했다. 이 Blob들은 프로세스가 진행될 때마다 성장하고 혼합되며 점차 형태의 크기 변화와 겹침을 통해 유동적(animated)인 형태를 띠게 된다. 각각의 교회구성요소인

alter, nave, aisle, choir를 겹치면서 매스를 변화시킨다. 이렇게 각기 이질적인 형태와 프로그램을 유기체적 형태로 결합시켜 시간의 변화에 따라 형상이 변화하는 것을 개념으로 형태변이를 추구하고 있으며 디지털 매체를 이용하여 형태를 반복시키는 과정에서 생기는 blob의 최종적인 형태를 디자인에 반영하고 있다. 이와 같은 과정을 거쳐 나타난 형태를 활용해서 새로운 건축물을 기존의 빌딩과의 연결시켜 다각적인 곡률을 외관에 표현하고 있다.

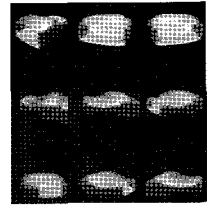


그림 6. 연속된 곡면 표피의 완성

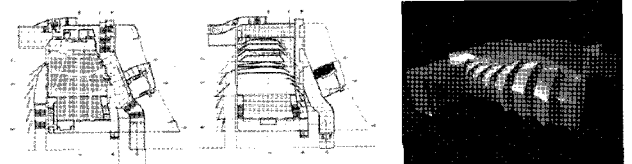


그림 6. Korean presbyterian church 평면도 및 조감도

(3) Greg Lynn의 디자인 프로세스 분석

Greg Lynn은 가변적인 대상이 수학적 알고리즘에 따라 모핑해 가는 과정을 시뮬레이션하고 이 과정에서 얻어지는 형상들을 건축적 해결안으로 제시하고 있다. 따라서 디지털 디자인 프로세스를 거친 산물은 다분히 기형적인 모습을 갖고 있으며, 전통적인 의미의 파사드는 존재하지 않음을 알 수 있다.

표 13 Greg Lynn의 디지털 디자인 프로세스

프로세스	내용	디자인 틀
데이터의 시뮬레이션화	프로그램 및 형태에 영향을 주는 모든 요소의 움직임 패턴을 데이터화 공간조형 언어에 데이터를 적용하여 시뮬레이션	디지털 매체
시뮬레이션의 전개	자연의 사실적이고 표현적인 현상에 힘과 파동이 가해지는 새로운 생명력을 의미하는 작업으로서 애니메이션 폼(Animate form)전개	디지털 매체
형태와 공간의 2중 구조 구성	형태와 프로그램이 연속된 혼합체내에서 일체화를 추구 형태와 공간이 매개변수들의 영향을 받으면서 점차 변형하여 통합화 내부는 기능에 부합하고, 외부는 자유로운 형상의 2중구조 구성	디지털 매체
모델제작	모델의 제작은 도면제작의 과정을 거치지 않고 컴퓨터 수치제어(CNC)기계를 통해 즉각적인 제작	디지털 매체

또한 프로세스 초기단계에 해류, 난기류, 점도(viscosity), 저항, 교통량, 빛 등 건축에 영향을 준다고 생각하는 모든 복잡한 힘들의 상호작용을 계산하여 컴퓨터를 이용해 그 요소들의 움직임 패턴을 데이터화하고 있다. 이러한 데이터들은 그의 개념을 형태화한 원형에 적용하여 시뮬레이션을 통해 변형되어진다. 또한 입력데이터의 변화에 따라 형태가 지속적으로 변형되는 가변적 대상으로서 재현된다. 즉, 소스데이터를 토대로 수학적 알고리즘이 구동되고 이를 통해 일종의 자기변형 애니메이션의 형태변형이 연속적으로 시뮬레이션 되어 최종

10) Greg Lynn, Douglas Garofalo, Michael McInturf 등이 협력설계 하였다.

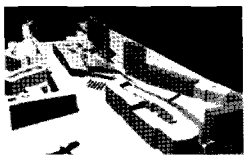
적으로 형태가 완결되어짐을 알 수 있었다.

### 3.4 UN Studio의 디지털 디자인 프로세스

UN Studio는 이미 수개의 프로젝트를 실현시켜오고 있으며 학술적 활동에도 활발한 참여를 보이고 있다. 혁신적인 건축을 선도하고 있는 Un Studio는 특히 디지털 매체를 이용한 시각적인 영감을 많이 강조하고 있다.

1999년 출간된 MOVE란 3권의 연속시리즈(Imagination, Techniques, Effects)를 통해 그들의 작품을 설명하고 있다. 즉 새로운 기술들을 사용함에 있어 어떻게 상상력을 이용하는가에 따라 다양한 건축적 효과를 이뤄낼 수 있다고 말하며, 오늘날의 복잡한 사회상황과 도시환경을 독특한 시각에서 분석하고 그것을 재해석하려 노력한다. 또한 이 과정에서 특히 컴퓨터의 기술을 배우고 받아들이는 것을 강조한다. Ben van Berkel은 세계가 조직되는 방법이 '액체화(liquified)' 되고 있다고 말한다.<sup>11)</sup> 그리고 그것은 형태와 법칙도 없고, 확실한 윤곽도 지니지 않은 상태라고 말한다. 이러한 시대의 인식에서 그가 지향하는 건축 역시 integration, seamless, hybridization<sup>12)</sup> 등의 단어들로 설명해내고 있다. 특히 벤 반 베켈은 서로 다른 분야들의 통합에 있어서 서로 다른 분야들에서 흘러나오는 대량의 '정보'들을 엮어주는 일을 해야 하며, 그것은 network<sup>13)</sup>란 개념을 통해 컴퓨터<sup>14)</sup>가 가능하게 해준다고 이야기하고 있다.

#### (1) Arnhem Central Master Plan, Arnhem, 1996-2000



아른헴 프로젝트는 기존의 터미널과 기차역의 복합건축으로 기반시설의 측면과 건축개념들을 통합해서 새롭고 높은 수준의 대중공간을 개발하기 위한 프로젝트이다.

역 대지의 새로운 정체성은 아른헴의 지역적 중요성을 갖는 곳으로 시내 및 시외버스 중앙정류장과 주차시설을 갖추고 도시의 주요관문으로서 역할을 갖는다. 이 프로젝트의 가장 중요한 문제는 도시 중심가의 보행자 움직임, 교통체계, 빛, 구조와 다양한 프로그램을 하나의 연속적이며 실용적인 랜드스케이프에 통합하는 것이었다. 다수의 교통체계와 보행자의 움직임의 데이터 분석을 통해 기능을 분리하고 갖가지 제한조건으로부터 이러한 시스템의 기본적 구조를 결정하여, 다양한 교통수단 간에 만들어져야 할 필수적인 연계를 결정한다.

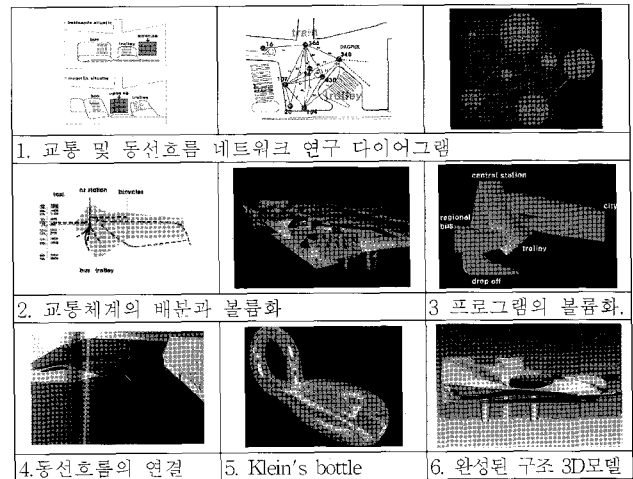
11) UN STUDIO, MOVE 1권 Imagination, p21, 1999

12) 혼성화(hybridization)는 '서로 다른 특징들이 흐려져서 다층적 관계로 존재하는, 원래 특징들의 합 이상을 제시하는 완전한 하나의 통일체로 융합되는 현상'이라고 정의된다. 이는 벤 반 베켈의 가장 주요한 개념으로 요소의 완전한 통일체의 의미를 가지며 Daniel Lee의 인간과 동물의 디지털 매체를 이용한 합성작품인 'Manimal' 시리즈를 인용해 설명하고 있다.

13) 전개서, p27, 1999

14) 나에게 있어서 컴퓨터는 어떠한 전통들로부터 근본적인 단절의 방법을 의미한다. 컴퓨터가 가능하게 해준 중개의 기술은 많은 건축적인 가설들의 완전한 전복을 의미한다.....또한 도로, 항만, 수송, 철강, 콘크리트와 같은 많은 다른 분야들 사이의 연결을 단번에 작업선상으로 가져올 수 있다. 전개서, p222, 1999

표 14. Arnhem Central Master Plan에 나타난 디자인 프로세스



<표 14>의 그림 1은 research를 통한 기능적, 합리적 근거를 위해 이 프로젝트의 주요한 쟁점인인 교통 및 동선흐름을 조절하는 다이어그램이다. 그림 2는 분석되어진 교통체계 데이터를 바탕으로 직관을 첨가시켜 볼륨화 작업을 하였다. 그림 3에서는 기차, 버스, 전철로 대표되는 각각의 교통 체계 프로그램요소들을 통합하기 위해 콘으로 상징화된 개개 프로그램을 서로 엮어 부드럽게 구부러진 별 모양의 3차원 컴퓨터 모델로 표현하고 있다. 이후 직관적 형태요소로서 클라인 병이라는 이질적 요소를 도입하여 형태생성과정에 영향을 주고 있다.

표 15 UN studio의 디지털 디자인 프로세스

프로세스	내용	디자인 툴
다이어그램을 통한 데이터의 시뮬레이션	프로그램 및 형태에 영향을 주는 요소의 다이어그램을 통한 분석	디지털 매체
기능의 배분과 볼륨화	기능의 배분을 위한 프로그램의 볼륨화와 흐름, 구조, 이음새 없는 외피의 연속적인 통합	디지털 매체
직관적 형태요소와의 혼성화를 통한 통합	혼성화 개념을 이용한 직관적 형태요소, 프로그램, 구조, 이음새 없는 외피의 연속적인 통합화	디지털 매체
모델제작	통합화된 3D 모델의 완성	디지털 매체

여기서 클라인 병은 형태적으로 실제의 건물과는 다르지만 건물 내 흐름을 규정하는 역할을 한다.<sup>15)</sup> 이러한 디자인 프로세스를 통해 UN STUDIO는 역동성과 복잡성에 주목하며 건축가의 직관과 상상력을 동원한 다양한 대안도출에 주목하고 있다.

#### 4. 디자인 프로세스와 형태생성방식의 특성비교분석

디지털 매체를 활용한 디자인 프로세스의 사례를 분석한 결과 요구 조건을 충족하는 디자인 도출을 위한 디자인의 전개단계에 특히 디지털 매체의 활용이 두드러지게 나타나고 있음을 알 수 있다. 또한 디지털 매체를 이용함으로써 2차원의 도면형태에 의해 3차원의 건축을 구상하

15) 김정기, 현대건축에 있어서 들뢰즈의 '생성'에 관한 연구, 금오공대 석사학위논문, 2003, p66

던 것에서 벗어나 3차원적 사고를 직접적으로 형상화 하고 있다. 또한 새로운 형태를 형상화하는 과정과 디지털 도구에 대한 인식차이에 따라 서로 다른 적용방법을 분석하였으며 그 결과는 <표 16>과 같이 정리할 수 있다.

각 사례별 건축가들의 디자인 프로세스에 나타난 형태 생성의 방식을 살펴보면, 프랭크 게리는 디지털 매체를 자신의 드로잉과 모형을 현실화하는데 사용하고 있다. 피터 아이젠만과 그렉린은 디지털 미디어를 통해 직접적으로 형태를 생성하고 있다. UN Studio는 복합적이고 다면적인 프로그램의 건축형태화를 위해 다이어그램을 이용하여 디지털 매체를 이용해 혼성화시켜 통합된 형태를 생성하고 있다. 특히 그렉 린은 디지털화 된 다양한 코드의 연산작용을 통해 형태를 생성, 변형하는 급진적 형태 생성방식을 추구하고 있음을 알 수 있었다. 또한 프랭크 게리가 외부의 형태에서 내부의 기능으로 이동하며 디지털 매체의 도움을 받아 디자인을 전개해간다면 Greg Lynn은 가변적인 대상이 수학적 알고리즘에 따라 모핑해 가는 과정을 시뮬레이션하고 이 과정에서 얻어지는 형태들을 선택하여 건축적 해결안으로 제시하고 있다.

표 16 디지털 디자인 프로세스 비교

Frank O. Gehry	Peter Eisenman	Greg Lynn	UN studio
개념 모델 작업과정	다이어그램의 초기형태구성	공간조형언어를 통한 원형결정	프로그램의 분석
↓	↓	↓	↓
형태 및 기능검토	다이어그램의 변형 및 2차 생성	데이터의 시뮬레이션화	다이어그램을 통한 데이터의 시뮬레이션
↓	↓	↓	↓
디지털타이핑	다이어그램의 건축형태화	시뮬레이션의 전개	기능의 배분과 분류화
↓	↓	↓	↓
2D도면 전환	2D 도면 전환	형태와 공간의 2중 구조 구성	직관적 형태요소와의 혼성화
↓	↓	↓	↓
구조, 디테일 검토 및 통합모델	구조, 디테일 검토 및 통합모델	모델	통합모델

참고문헌

1. 라도삼, 비트의 문명, 넷의 사회, 서울커뮤니케이션북스, 2002
2. 김주미, 비선형 페러다임과 디지털 건축, 대한건축학회지, 2001.09
3. 김동준, 정재욱, 프랭크게리와 피터아이젠만의 건축디자인 프로세스에서 디지털 미디어의 적용방법과 특성에 관한 비교연구, 대한건축학회논문집, 제20권 11호, 2004
4. 송정화, 이현수, 형태변형프로세스를 이용한 디지털 건축 형태 디자인, 대한건축학회논문집, 제20권 4호, 2004
5. 박정대, 김진균, 프랭크 게리의 디지털 디자인프로세스에 관한 연구, 대한건축학회논문집 제20권 10호, 2004
6. 안호영, 디지털 매체의 속성에 따른 디자인프로세스와 형태생성에 관한 연구, 전남대학교 석사논문, 2005
7. 이한나, 박현옥, 이종숙, 그렉 린의 자연기반 디지털 공간디자인 매트릭스 분석, 한국실내디자인학회논문집 제 14권, 1호 2005
8. 김봉수, 피터 아이젠만의 건축설계에 활용되는 디지털디자인 프로세스에 의한 형태생성과 변형에 관한 연구, 한양대석론, 2000
9. 김정기, 현대건축에 있어서 들뢰즈의 '생성'에 관한 연구, 금오공대 석사학위논문, 2003
10. M. Saleh Uddin, Digital Architecture, McGraw-Hill, 1999
11. UN studio, MOVE, 1999
12. <http://www.glform.com> (Greg Lynn 홈페이지)

피터 아이젠만과 프랭크 게리에게 디지털 매체는 자신이 구상한 조각적 곡면을 기술적으로 실현해주는 도구임에 반해 그렉린에게는 복잡한 수학적 알고리즘을 통해 우리가 미처 상상하지 못한 위상학적 곡면들을 창조해주는 인간과 동등한 파트너로서 의미를 갖는 것으로 사료된다. 또한 UN Studio는 컴퓨터를 서로 다른 분야를 연결하여 통합하는 network의 개념으로 인식하고 있다.

디지털 매체의 적용에 나타난 이러한 차이는 디지털 매체에 의한 디자인 프로세스에서 건축가의 역할과 디지털 매체에 대한 건축가의 인식태도의 차이임을 의미한다.

5. 결론

디지털 매체를 이용한 디지털 건축 디자인 프로세스에 나타난 형태생성방식의 특성을 알아보고자 디지털 매체