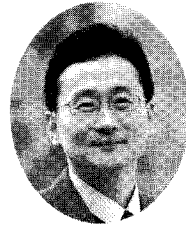


공간구조물의 투명성과 디지털 건축

Transparency of Spatial Structure and Digital Architecture



윤성원*
Yoon, Sung-Won



김혜성**
Kim, Hye-Seong

1. 서론

정보 기술의 발전은 디지털을 통해 건축 환경을 융합하고 변형시키고 있으며, 몇몇 실험적인 건축가들에 의한 이러한 시도를 우리는 디지털 건축이라 부른다²⁾. 이는 21세기 들어 건축의 모든 분야에 영향을 미치고 있는데, 대공간 역시 예외는 아니다. 디지털 건축의 특징인 가상세계와 현실세계 사이의 경계가 없고²⁾ 이중으로 뒤틀린 표면을 표현하기 위해서는 이에 유연하게 대처할 수 있는 재료가 필요하다. 이에 가장 잘 대처할 수 있는 막구조는 현재 대공간 구조물 시장에서 빼놓고 말할 수 없을 만큼 발전했다. 우리가 소개할 이형의 무색 막구조물들은 투명한 그 자체로 구성된 막구조물들로서, 막에 인위적으로 색을 사용하지 않아 빛의 투과 등을 통해 내부와 외부 사이의 연결성과 경계의 모호함을 주고 있다. 또한 기존의 기하학적인 패턴이 아닌 곡선이 주를 이루는 이형적인 형태를 통해 매사에 무관심하고 지극히 개인적인 성향을 띄는 디지털 세대들에게 심리적으로 건축의 유연함과 효율성, 그리고

융통성에 대해 호기심을 유발하고, 투명한 외피를 통해 건축물의 관능미를 부여한다³⁾. 이런 이형적인 구조물들은 외피를 강조한 디자인과 구조물 전체의 모양을 강조한 디자인으로 분류할 수 있는데, 주로 구조물 전체의 모양을 강조한 디자인 중에서도 액체 형상의 구조물들은 공간 구조물의 투명성을 함께 강조한다.

본문에서는 디지털 건축적인 성향이 강한 액체 형상의 건축과 외피를 강조한 건축물로 크게 나누어 설명하였다. 액체 형상의 건축물은 물방울을 형상화 하여 이중으로 뒤틀린 표면을 어떻게 표현하는가에 주목해야 하며, 외피를 강조한 건축물은 플라스틱이나 막구조물을 외피에 사용하고, 이 재료들을 통해 디지털적인 느낌을 어떻게 부여했는가에 주목해야 할 것이다.

2. 액체 형상의 건축

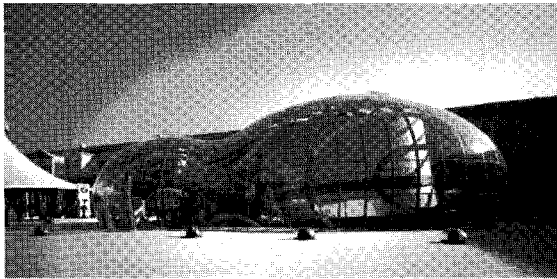
2.1 BMW Bubble

1999년 독일의 프랑크푸르트의 국제 모터쇼 전시를 위해 세워진 BMW Bubble (<그림 1> 참조)은 이중으로 뒤틀린 투명한 막과 아크릴시트로 만들어

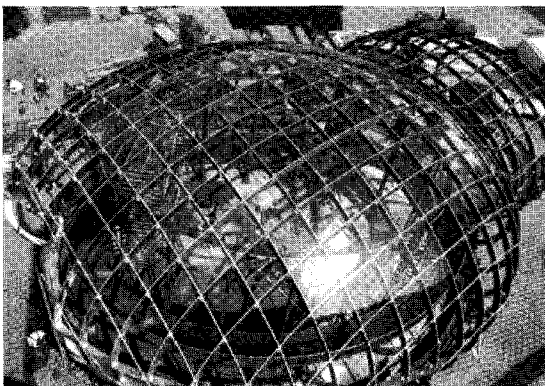
* 정회원 · 서울산업대학교 건축학부 부교수, 공학박사

** 학생회원 · 서울산업대학교 건축학부, 석사과정

졌다. 구조물의 형태는 물방울 모양의 형태로 당시 BMW사의 슬로건이었던 'Clean Energy'를 보다 효율적으로 관람객들에게 전달하기 위해 물방울 모양으로 제작하였다고 한다. 이 구조물의 외피는 막으로 구성되어 이를 지지하기 위한 알루미늄 뼈대가 설치되었고, 그 속에 8mm의 두께를 가진 305개의 다양한 모양의 투명한 아크릴 패널이 사용되었다. (<그림 2> 참조) 이 아크릴 패널들은 개별적으로 고정되었고, 패널과 패널의 이음부분엔 실리콘 마감이 사용되었다. 무엇보다 주목할 점은 물방울의 느낌이 완벽하게 실현되었다는 점인데, 이를 위해 빛을 차단하기 위한 차양이나 단열재, 흠통 등을 설치하지 않았다. 또한 태양광 시스템을 설치하여 외부 열이 내부공간에 필요 이상으로 유입되는 것을 막고, 바닥은 천공한 알루미늄 판을 사용하여 내부와 외부 사이의 공기순환 통로로 사용한다⁷⁾.



<그림 1> BMW Bubble¹¹⁾



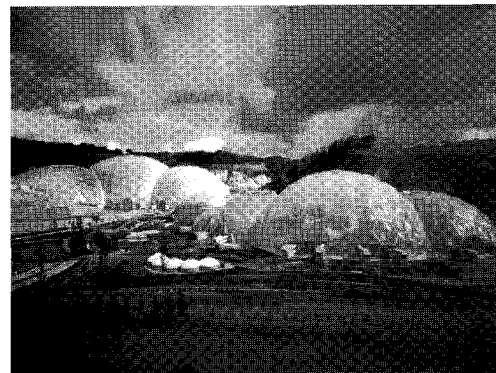
<그림 2> 투명 아크릴 판넬과 알루미늄뼈대가 설치된 모습¹¹⁾

2.2 Eden Project

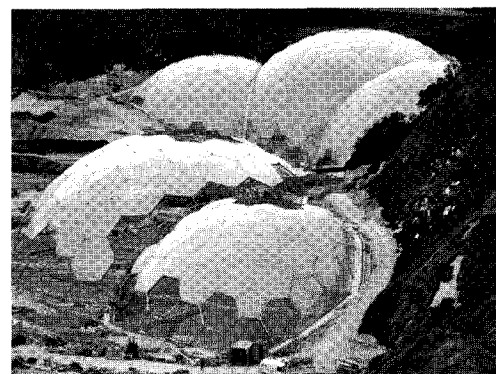
2001년에 완공된 에덴 프로젝트(Eden Project)는 별집모양의 구조로 된 대형 온실이다(<그림 3> 참

조). 이 프로젝트는 런던의 밀레니엄 돔 (Millennium Dome), 런던 아이 (London Eye)와 함께 영국의 대형 밀레니엄 프로젝트 중에서도 상당히 성공적으로 평가되고 있는 프로젝트이다⁵⁾.

Nicolas Grimshaw가 설계한 이 프로젝트는 투명한 에어쿠션으로 만들어진 여러 개의 돔들로 구성되어 있다(<그림 4> 참조). 기하학적인 자연을 표현하기 위해 별집모양의 구조를 고안해 냈는데, 이 별집모양의 구조는 변화하는 지형에 맞추기가 더 용이하고, 육각형의 별집모양의 프레임은 태양광을 더 쉽게 받아들인다. 또한 육각형 결정 구조의 외관은 자연에서 발견되는 많은 대상에 가깝다. 무엇보다도 경제적인 면에서 모든 부재를 모듈화 하여 보다 쉽게 시공할 수 있고 공사기간도 단축할 수 있는 장점들을 가지고 있다^{5),7)}.



<그림 3> 에덴 프로젝트⁹⁾



<그림 4> 에덴 프로젝트가 시공되고 있는 모습⁹⁾

2.3 Cycle Bowl

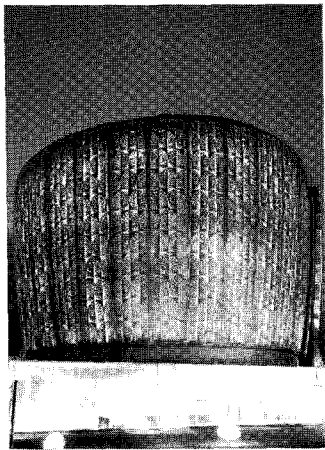
인류, 자연, 기술이란 테마로 열렸던 2000 하노버 엑스포에서 전시되었던 Cycle bowl은 프린트된

ETFE를 주로 사용했다(<그림 5> 참조). 이 ETFE는 타 막재와는 달리, 신율이 크므로 단순히 면재로 사용할 경우 변형도 크기 때문에 비 또는 눈에 의한 Ponding현상을 야기할 수 있다. 이를 방지하기 위해 필름면을 이중으로 사용하여 사이에 공기를 불어넣어 내압을 높여서 강성을 확보한다. 이를 쿠션(Cushion)구조라 하는데, 이 구조물에는 ETFE가 단일막재로 사용되지 않고 이중 막형태의 쿠션구조로 이용되었다^{13,4)}. 이 ETFE는 광장에서 바라볼 때 전체 모양이 깔때기 모양이며, 내부는 나선형의 관람동선을 따라 방문객들이 관람할 수 있도록 유도한다(<그림 6> 참조). 세로로는 18m×3m 사이즈의 ETFE가 알루미늄 프레임 사이에 설치되어 있다. ETFE의 프린트는 나무모양의 필름 한 장과 이에 대칭이 된 필름 한 장이 모여 필름 두 장이 하나의 그림을 이루는 구조로 되어 있다. 또한 구조물에 투입되는 빛의 양을 조절하기 위해 사용되는데 내부공간에 빛의 유입량이 많을 때에는 하부의 막 부분을 눌러 빛

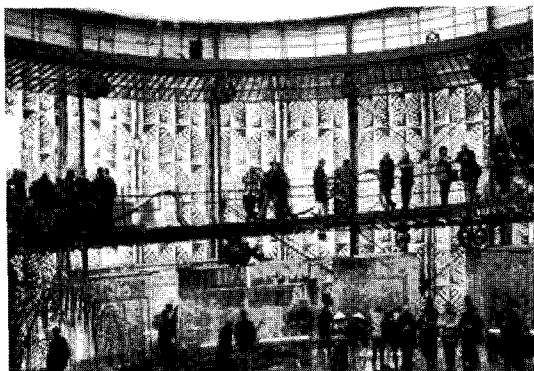
의 양을 조절하고 빛의 유입량이 적어 내부가 어두울 때는 상부 막 중에서도 가장 센 중심의 막 부분의 압력을 변화시켜 빛의 유입량을 증가시킨다.⁷⁾

2.4 Water Cube

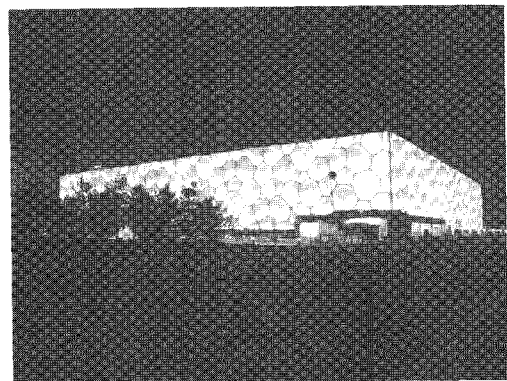
2008년 가장 화제가 되고 있는 건축물 중의 하나인 워터큐브(Water Cube)는 베이징 올림픽의 수영 경기를 위해 지어진 건물이다(<그림 7> 참조). Herzog & de Meuron Architects와 ARUP등 각 분야의 최고라 꼽히는 사람들이 모여 만든 워터큐브는 최첨단 기술과 디지털적인 디자인 개념이 적용되어 만들어 졌다. 투명성과 임의적으로 보이는 외부의 모습은 팽팽하게 공기를 주입한 ETFE 쿠션구조를 통해 건물 내·외부로 전달된다. 또한 전통적으로 경기장 구조에서 흔히 볼 수 있었던 거대한 기둥, 보, 케이블 등으로 이루어진 파사드 시스템 대신 워터큐브는 비누 거품에서 따온 새로운 개념을 적용하여 건축적 공간과 구조, 파사드를 하나의 요소로 통합시켰다(<그림 8> 참조) 막을 형성하고 있는 ETFE는 훌륭한 단열재 역할을 하며 온실효과를



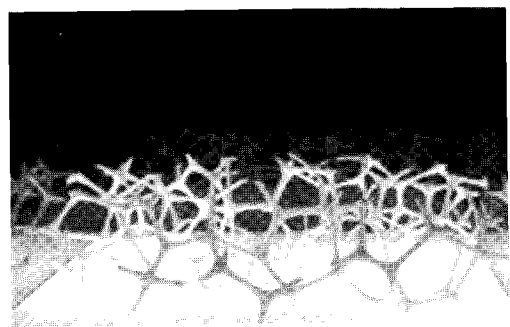
<그림 5> Cycle bowl 전경¹²⁾



<그림 6> Cycle bowl 내부공간¹⁶⁾



<그림 7> 워터큐브 전경¹⁴⁾



<그림 8> 워터큐브의 기본 개념⁹⁾

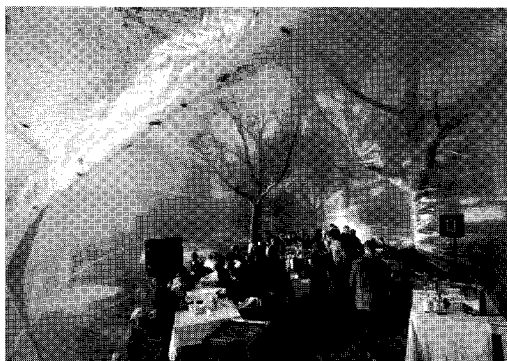
낸다. 이 건물 역시 다른 막구조물과 비슷하게 태양 에너지를 활용한 부분에서 건물이 받는 태양에너지의 90%정도가 건물 구조 안에 저장되는데, 수영장 에서 빼놓을 수 없는 기능 중 하나인 난방과 가열을 이 태양열을 이용해 건물 내부와 수영장의 물을 데운다. 또한 건물 내부로 많은 양의 자연광을 유도해 레저 풀 홀에서 절약하는 조명에너지의 양은 다른 공간보다 많은 55%에 달할 것으로 PTW Architects 는 예상하고 있다⁶⁾.

2.5 기타 구조물

Raumlabor는 베를린에서 열린 'The Kitchen Monument'의 주제로 공간을 위한 예술 프로젝트의 일환이다. 공기가 들어있는 투명한 막을 이용한 최소의 구조로 공적인 부분과 사적인 부분 사이에서 유연하게 작용할 수 있는 구조물이다(<그림 9> 참조). 주로 젊은 건축가들 사이에서 이 부분에 대한 재 정의가 활발하게 이루어지고 있었는데, 이를 설계한 건축가는 공기를 넣어 부풀린 투명한 막을 통해 공간을 창조하고 메탈 구조물을 통해 이를 지지하는 구조를 생각해 냈다. 그 결과, 주변을 둘러



<그림 9> Raumlabor 외부 모습⁸⁾



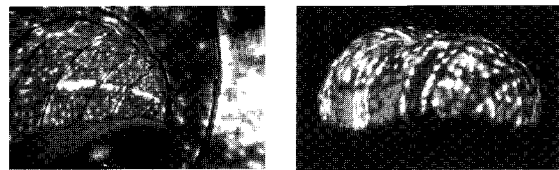
<그림 10> Raumlabor 내부공간¹⁸⁾

싸고 있는 투명한 외피로 인해 공공공간과 사적인 공간사이에서 자유롭게 소통할 수 있었다. 이 공간을 주방뿐만 아니라 댄스홀 같이 사회 커뮤니케이션을 위한 공간으로 사용되었다⁷⁾(<그림 10> 참조).

독일 슈르트가르트 대학의 ILEK는 여러층으로 구성된 막구조를 'Paul'이라 이름짓고 이를 실험하였다(<그림 11> 참조). 이는 동굴과 비슷한 얇은 막으로 둘러싸인 구조물인데 외피로 사용된 PTFE는 외부에서부터 내부를 날씨로부터 보호해주는 기능, 전열기구의 기능, 열을 저장하고 분리시키는 기능을 한다. 이 기능들에 의해 구조물은 고효율의 세라믹이나 PCM등으로 이루어진 광섬유로 된 조명시스템이 작동하는 것을 돕는다.⁷⁾(<그림 12, 13> 참조).



<그림 11> Paul의 전경⁷⁾



<그림 12> 조명기구를 이용한 내부 공간⁷⁾ <그림 13> 조명기구를 이용한 외부 공간⁷⁾

3. 인피를 강조한 건축

3.1 Trans-ports Pavilion

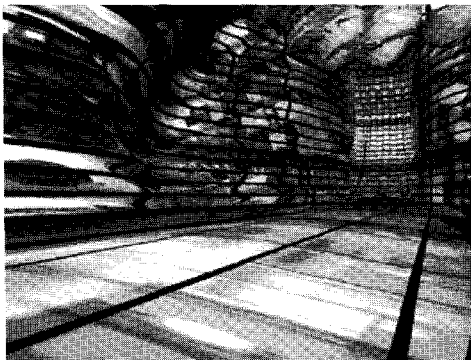
2000년 베니스 비엔날레를 기념해 만들어진 이 건물은 Kas Oosterhuis가 설계하였다. 그는 건축분야 뿐만이 아닌 여러 다양한 전문분야의 작품을 하고 창조적인 자극과 진보적인 건축에 대한 담론³⁾을 이끌어낸 사람으로 Trans-ports Pavilion 역시 가장의 공간과 실제 공간으로 이루어진 "Hyper Bodies"를

이 전시관의 주 컨셉으로 발전시켰다. 이 안에서 디지털 콘텐츠는 연결된 가상공간과 실제 공간사이의 소통으로 서로 상호작용하고 있고, 그들을 둘러싸고 있는 콘텐츠와 형태의 변화로 반응하고 있다(<그림 16, 17> 참조).

전시관의 외피는 공기가 든 긴 부분들이 모여 사람의 근육같이 배열되었다. 종합적으로 막의 형태는 외부 층과 전자적인 내부 층의 공기가 들어있는 외부 구조의 움직임에 따라 유연하게 작용한다⁷⁾(<그림 14, 15> 참조)



<그림 14, 15> 변화하는 Trans-Ports Pavilion¹³⁾



<그림 16> Trans-ports Pavilion의 내부 공간¹⁰⁾

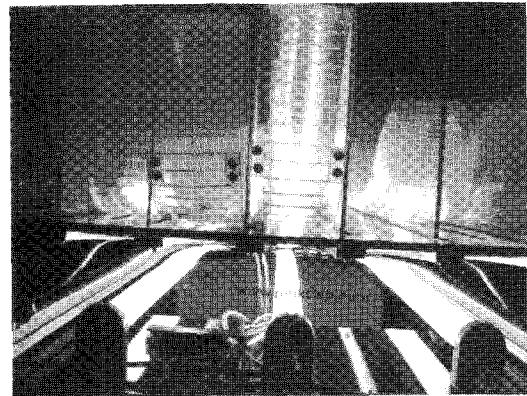


<그림 17> Trans-Ports Pavilion의 내부공간¹⁰⁾

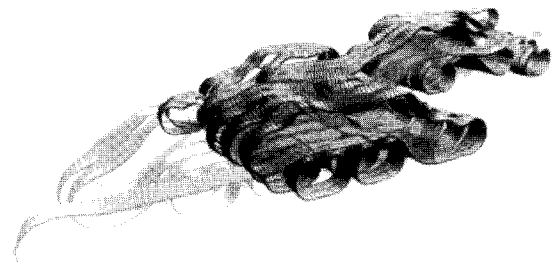
3.2 TechnoClouds

f-u-r의 TechnoClouds는 형이상학적으로 인공적인 형태로 제작되었다(<그림 19> 참조). 전체 구조

는 플라스틱으로 디자인되어 있고, 공간은 끝부분이 고리모양으로 형성된 널빤지 모양의 조각으로 구성되어 있다. 이 조각들은 컴퓨터의 감지기와 연결되어 가로방향과 세로방향으로 구획을 나누고 있다(<그림 18> 참조). 컴퓨터에 의해 다루어지는 각각의 조각들은 서로에게 영향을 끼친다. 이 중에서도 특별한 모양의 조각은 전체의 계획과 배치에 영향을 미친다⁷⁾.



<그림 18> 감지기에 연결되어 제어되는 TechnoClouds⁷⁾



<그림 19> TechnoClouds⁷⁾

4. 결론

지금까지 우리는 투명한 막구조로 대공간을 이루고 있는 구조물들을 액체상태의 모양을 가진 구조물들과 외피가 특징적인 구조물들로 나누어 조사해 보았다. 그 결과 액체상태의 모양을 가진 구조물들은 막구조를 사용함으로써 이중으로 뒤틀린 곡선을 좀 더 자연스럽게 표현할 수 있었고, 기존의 기하학적인 패턴이 아닌 곡선이 주를 이루는 이형적인 형태를 통해 매사에 무관심하고 지극히 개인적인 성향을 띄는 디지털 세대들에게 심리적으로 건축의 유연함과 효율성, 그리고 융통성에 대해 호기심을

유발하는 것을 확인할 수 있었다.

또한 외피가 특징적인 구조물들은 디지털 건축적인 성향이 강했으며 외부의 표면을 공기가 든 조각으로 표현한다든지, 끝부분을 고리 모양으로 표현한다든지 등의 방식으로 연속성을 표현하는 것을 볼 수 있었다. 이는 투명한 재료를 사용하지 않아도 구조물의 연속성을 표현할 수 있는 아이টে姆으로 확인할 수 있었다.

전체적으로 투명한 그 자체로 구성된 막구조물들은 빛의 투과를 통해 내부와 외부 사이의 연결성과 경계의 모호함을 부여하는 것을 알 수 있었다. 또한 투명한 외피를 통해 건축물의 관능미를 관람객들에게 전달하고, 자칫 투명성 때문에 내부 공간의 급격한 온도상승 등을 태양광 시스템같이 환경적인 발전 시스템으로 환원할 수 있는 것도 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 김승덕, "건축용 막구조의 현황과 전망", 대한 건축학회지, 2005, 10, pp. 49-56.
2. 이철재, "디지털 건축에서 추구하는 하이브리드한 주거공간에 관한 연구", 한국 실내디자인학회 논문집, 2001, 12, pp. 289-296.
3. 이철재, 임종엽, "디지털 건축의 형태 분석에 의한 공간 유형연구-Liquid Architecture와 Body-Building을 중심으로", 한국 실내디자인학회 논문집, 2000, 12, pp. 176-183.
4. 장일순, 이성범, "세계의 건축을 바꾸어 가는 ETFE", 한국 공간구조학회 춘계 학술발표논문집, 2008, 05, pp. 53-58.
5. 박선우, "박선우의 명작해설 16 '에덴 프로젝트'", 한국공간구조학회지, 2005, 09, pp. 47-53.
6. PTW 아키텍츠, Watercube, Space, 공간사, 2008, 08, pp. 74-81.
7. Simone Jeska, Transparent Plastics, Bibliographic, 2008.
8. Art in liverpool "www.artinliverpool.com".
9. ARUP "www.arup.com".
10. Alvinban "alvinban.blogspot.com".
11. erag "www.erag.cz".
12. vectorfoiltec "www.foiltec.com".
13. Kas Oosterhuis "www.oosterhuis.nl".
14. PTW Architects "www.ptw.com.au".
15. 베이징올림픽 공식웹사이트 "www.beijing2008.cn".
16. tensinet "www.tensinet.com".
17. tensile "www.tensile.com".
18. raumlabor "www.raumlabor-berlin.de".