

***백민스터 풀러가 현대건축에 미친 영향에 관한 연구

A Study on Influences of Buckminster Fuller in Contemporary Architecture

정연전* / Jeong, Yeon-Jeon
전명현** / Chun, Myung-Hyun

Abstract

This study is on Buckminster Fuller, who is generally known as a structure engineering architect, and his influences. Fuller's radical and utopian ideas and designs were regarded as 'paper architecture.' But considering today's high cost of energy and the limited natural resources, Fuller's Dymaxion theory must be re-evaluated. Fuller's influences on the contemporary architecture are summarized as follows. 1) His idea of controlling the environment through the use of technology influenced today's 'High-Tech' architects. Architecture is no-longer designed purely by its formal character, but becomes a tool of investigating environmental significance of modern technology. 2) Through systemizing mechanical equipment, Dymaxion House prototype, an aggregation of high-tech mechanical equipments, influenced Archigram & Metabolist's capsule idea. It is expressed as a plug-in module equipment of 'High-Tech' architecture which has flexible interior with mechanical exterior image. 3) Megastructure. The Manhattan dome project gave an influence to many engineer/architects who tried to achieve an ideal artificial environment. This is in connection to 1960's utopian projects. Today's megastructures show new possibilities in urbanism and architecture.

Fuller's comprehensive idea of humans living in harmony in the universe shows possibilities ,not only in structural engineering, but in solving various problems that confront today's architecture.

키워드 : 풀러, 우주, 환경조절건축, 설비의 시스템화, 대공간 건축

1. 서론

역사는 현재까지의 사실들의 기록은 물론 어떤 특정한 개인이나 사건에 대해 현재에 다시금 반성, 음미하는데 그 의의가 있다. 또한 지금까지 제대로 알려지지 않은 작가에 대한 사상과 작품의 분석적 고찰을 통해 추출되는 역사적 재조명은 중요한 것이다.

일반적으로 구조 엔지니어링 건축가로 알려진 백민스터 풀러는 근대 초기부터 현재 처한 위기상황을 예견하였으며, 이에 대해 '우주선 지구호'라는 새로운 사고방식으로 전세계적인 문제를 해결하는 방법을 찾았다. 본 연구는 대부분의 건축 자료에서 단지 구조엔지니어링 건축가로 알려져 있을 뿐, 심도 있게 연구 되어있지 않은 미국의 근대건축가인 백민스터 풀러에 관한 연구로서, 기존 건축형태에

대한 비판의 측면에서나 도시 환경의 변화에서 도출된 대안으로서 일찍이 창조적이며 미래 적인 건축을 제시한 풀러의 이념을 파악하고, 그의 작품에서 나타난 의미와 가능성을 고찰하여 현대 건축에 미친 영향에 대해 알아보고자 한다.

2. 풀러의 건축이념 고찰

2.1. 풀러의 건축적 배경

뉴잉글랜드의 이단적 사고의 전통을 가진 집안에서 태어난 리차드 백민스터 풀러(1895-1983)는 하버드에서 두 번이나 퇴학당한 경력을 갖고 있다. 정규교육에 대한 거부감과 독학을 통해 얻은 방대한 지식은 해군에서의 생활과 건설현장의 경험과 함께 그의 독특하고 자유분방한 사고를 형성하게 되었으며, 당시 열악한 주거 환경에 대해 진보된 기술을 통한 변혁을 추구하게 되었다.

* 정회원, 홍익대학교 건축학과 대학원 과정수료

** 정회원, 홍익대학교 건축학과 교수, 공학박사

*** 이 논문은 1998학년도 홍익대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

(1) 사회적 배경

1916년에 발표된 아인슈타인의 상대성 이론은 기존의 유클리드 기하학과 뉴턴의 절대적 공간개념을 변화시키면서 건축을 비롯한 예술 전반에 커다란 영향을 미쳤다. 19 세기의 인구증가와 산업혁명에 의한 도시로의 인구유입은 주택부족 문제와 열악한 도시 환경을 발생시켰고, 그 해결은 종래의 도시정책으로는 전혀 통찰할 수 없었다. 따라서 이 문제를 해결하기 위한 획기적인 방향전환과 새로운 방법론이 요구되었다.

1차대전의 종결과 함께 사회구조와 경제체제가 변화하면서 예술과 문화의 영역에서도 내용과 질의 변화가 요구되었으며, 근대건축운동이 본격적으로 전개되었다. 전후복구와 관련된 주택건설은 조직화된 공업화의 뒷받침을 받은 기계화에 의한 대량생산의 건축적 적용으로, 대전 전과는 다른 새로운 형태의 건축이 탄생하게 되었다. 새로운 재료에 의한 합리적이고 기능적인 건축, 단순한 매스와 평면, 교차된 투명한 면의 구성으로 1927년 슈트트가르트 바이센호프 집합주거를 통해 서로의 개념적 유사성을 확인한 근대 건축가들은 CIAM을 만들게 되었다.

(2) 건축적 배경

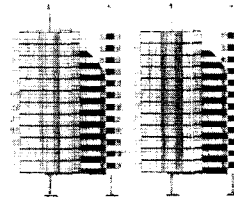
· 테크노 크라시(Technocracy)¹⁾

미국은 대불황에 의해 미증유의 농산물 가격의 저하, 저당의 흐름, 주식시장의 붕괴, 산업계의 도산 빈발, 실업과 빈곤으로 집을 잃어버리고 유랑하는 하층계급의 증대에 둘러싸이게 되었다. 1932년의 고용불황의 최악의 어려운 경제상황에서, 풀러는 「셀터」 잡지를 통해 SSA²⁾와 함께 「테크노크라시」 운동에 참가하게 되었다.

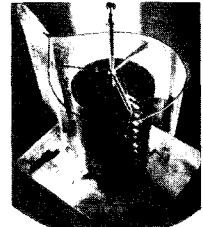
1918년에 발족한 「테크노크라시」가 제창한 것은 자유시장을 폐지하고, 그것 대신에 에너지량을 기준으로 하는 과학적이고 항구성을 가진 통화단위 「에르그 erg」를 채용하는 것이었다. 대중의 일상 생활은 새로운 기술 전문가에 의해 에너지 효율을 최우선으로 하는 입장으로 계획되는 것이다. 그리고 프리패브 주택은 대 공황기를 탈출하는 경제부흥의 기초가 된다고 보았으며, 종래와 같은 주거양식을 폐지하고, 다양한 설비를 공유화하고, 배의 마스트와 같은 구조로 지지되는 경량 프리패브·아파트로 바꿀 것을 제안했다.³⁾

미래파 건축가 산텔리아(1888-1916)는 미래파 선언(1914)을 통해 '근대건축의 문제는 계획을 통해 건전한 계획 위에 새로운 구조를 세우는 것으로 과학과 테크놀로지의 모든 이점을 전면적으로 활용하고 새로운 형식, 새로운 선, 새로운 존재이유를 확립해 가는 것이다. 이러한 건축은 역사적 연속성의 어떠한 법칙에도 따를 수 없는 것이

다. 그것은 우리들의 정신의 상태와 같이, 새로운 것이 아니면 안된다.'⁴⁾ 라고 말하였다. 이처럼 과거와의 단절을 통해 새로운 건축형태를 전개하려는 시도는 테크노크라시가 추구하는 이상적 건축에 영향을 주었으며, 또한 Heinz Rasch 와 Bodo Rasch 의 기둥에서 뻗어나온 인장 구조물⁵⁾에서 다이맥시온 주택과 텐 데크 하우스의 구조 방식과 이미지에 영향을 받은 것으로 해석된다.



<그림 1> Herz & Bodo Pasch 집합주택 입면도, 1927



<그림 2> B. Fuller 10 Deck House, 1932

2.2. 풀러의 건축사상

(1) 우주(Universe)

풀러는 우주를 모든 사람이 의식 위에서 이해하고, 서로 전달하는 경험의 집합체라고 정의한다.⁶⁾ 이것은 시간의 개념이 들어간 「비동시적」 사건(event)의 집합체로 간주된다.

우주는 경험을 통해 우리에게 주어지는 것으로 부분의 조합에 의해 이루어지는 것이 아니라, 통합된 통일체로서 존재하는 것이다. 그것은 전체형질(게슈탈트)이다.⁷⁾

그는 인류가 거대한 우주 속에서 유한한 자원을 실은 「우주선지구호」에 탑승한 승객이라고 여겼다. 그리고 이 승객의 부는 에너지와 정보에 있다고 생각했다. 에너지는 원자나 분자구조 같은 결합적인 측면과 방사선과 같은 분열적인 측면 등 2가지 측면을 가지고 있으며, 열역학 제 1 법칙에 따라 우주의 에너지는 줄어들 수 없다. 한편 정보는 음엔트로피의 성질을 가지므로, 지식·기술·노하우와 같이 끊임없이 증가한다. 연구는 연구를 빠르게 하여 각각의 기술적 진보는 세계 공동체의 생산적 부를 증대시킨다. 결과적으로 '우주선지구호'는 그 에너지가 점차로 인간에 유익하게 전환되고 그 부가 기하학적으로 증가하는 재생시스템이다.

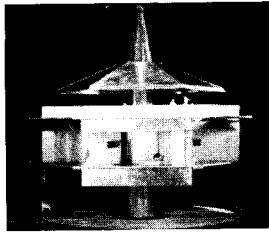
(2) 다이맥시온(Dymaxion)

Dymaxion 은 Dynamic + Maximum + ion 의 합성어로 역동적이고 최대의 효율을 내는 주택을 뜻하는 것으로, 이 단어는, 풀러의 다양한 종류의 발명품이나, 개발·고안했던 기획에 포함되어있는 의미

1)20년대 대공황기에 미국에서 생겨났으며 그 이후 자본주의 국가들에서 널리 유행한 현대 부르주아 사회학의 한 조류. 스코트, 베블렌(T. Veblen)이 창시한 이 사회이론의 근본 사상은 전체사회의 발전의 계획과 주도를 기술인, 경제인, 과학인에게 맡겨야 한다는 주장이다. 철학사사전, 한국 철학사상연구회 편역, 초판, 동녘, 서울, 1998, p.372
2)Structural Study Association 구조연구소동인으로 대량생산 주택 개발에 전념한 현대 건축가 집단을 말한다.
3)Pawley, Martin, Buckminster Fuller, 초판, Taplinger publishing company, New York, 1990, pp.85-89

4)Conrad, Ulrich 저, 건축 선언문집, 이현호 역, 초판, 기문당, 서울, 1992, pp.44-45
5)Klotz, Heinrich, 근대건축의 비전, 동재옥譯, 초판, 집문사, 서울, 1992, p.225
6)Fuller, Buckminster, Marks Robert, The Dymaxion World of Buckminster Fuller, 초판, Southern Illinois University Press, Carbondale, 1960, p.2
7)우주는 그의 시너지 이론으로 설명될 수 있다. 즉 각부분의 작용만으로 예측할 수 없는 독특한 전체 시스템의 작용을 말한다.

를 평가하기 위해 풀러가 사용한 라벨이다. 이 개념은 합리적인 세계에 있어서 합리적 행동이란 모든 사회적, 경제적 활동에 있어서 투입 에너지 당 최대의 퍼포먼스를 추구하는 것이다⁸⁾



<그림 3> Dymaxion House, 1927

(3) 단명화(Ephemerization)⁹⁾

풀러는 시너지(synergy)라고 불리는 누적효과에 의한 기술적 이점의 개념을 단명화의 법칙이라고 불렀다. 테크놀로지의 전개는 건축의 기능을 집약화하고, 중량을 경량화 한다는 것이다.

보다 적은 것으로부터 보다 많은 것을 얻는 거듭되는 연구는 하나의 기능을 다른 기능에 편입해서 통합해 나가고, 그 결과로서 결국에는 거미줄같이 섬세하고, 철과 같이 강인한 다기능의 돔이 이때까지의 건축, 건설, 미학이라고 하는 것 같이 분리되어 있던 <문화>를 대체하는 현상이 일어나게 될 것이라고 그는 생각했다.¹⁰⁾

풀러는 그의 돔을 에너지 시스템과 패턴의 구현으로 생각하였고, 그가 디자인한 모든 것들을 단명화라는 기술진보의 흐름 가운데 자신의 위치를 부여했다.

(4) 포괄적 디자인 (Comprehensive Design)

화이트헤드는 현대가 직면하고 있는 중대한 사실로, 특수한 사상 영역을 전공하면서 그 전공 영역내의 지식을 점차적으로 증대시켜 가는 전문가 양성 방법이 발견되었다는 점을 강조하였다.¹¹⁾ 이처럼 지식의 전문화가 성공을 거두어 많은 발전을 이루었으나, 과도한 전문화는 전체적인 관점에서 볼 수 있는 기회를 방해한다는 화이트헤드의 사상에 공감한 풀러는 전문화의 반대개념인 포괄성을 앞세우게 되었다.

풀러는 포괄적 디자인이란 직접적, 또는 개념적으로 경험되는 우주로부터 그 국부적인 사용돌이를 구별하는 것, 즉 총체적 우주에너지·시스템의 행동양식의 구체 예를 도출하여 그것들을 인간의 이용에 제공하는 것이라고 정의하였다.¹²⁾

포괄적 디자이너로서 건축가의 임무는 건축을 포함한 환경의 컨트롤, 인간의 요구, 세계의 자원, 산업의 생산능력들에 대해서 검토하는 것이라고 주장하였다.

2.3. 풀러의 포괄적 방법론

풀러는 생태학적 지구 즉 생물과 그 물적 환경의 관계 안에 존재하는 규칙성에 대해서 대기구와 소기구라고 하는 개념을 발전시켰다.

예를 들어, 조류의 계절적인 세계적 규모의 이동은 생태학적 대기구의 일례였다. 그리고 조류의 무리 만들거나, 「어떤 지역 내에서 재생산적으로 이동하는 것」은 생태학적 소구에 있다고 그는 간주하였다. 인류의 경제생활에 있어서 생태학적인 대규모 제어와 소규모 제어라는 개념을 발전시켜, 대규모 제어로서 세계적 공업망이 나타나는 것이다. 그리고 소규모, 즉 지역적인 생태학적제어가 셀터인 것이다. 그러나, 풀러는 셀터를 인류가 자연의 힘과 싸우는 때에 지역적인 기술상의 편익을 제공하는 사실상 전부에 있다고 포괄적으로 생각한 것이다. 셀터에는 주택 뿐 만이 아니라, 주택을 자립시키는데 도움이 되는 각종의 설비나, 활동하는 장소와 생리학적으로 원기를 회복시키는 장소간의 왕복수송기관이 포함되어있는 것이다.¹³⁾

3. 풀러의 건축적 특성

다이맥시온 하우스의 1927년도 버전은 운송수단 디자인의 원리를 건물에 적용한 것으로, 최소한의 재료와 비용과 적절한 구조시스템을 이용한 최소한의 무게를 획득하기 위한 의도였다.

셀터의 대량생산과 공중수송을 위해서는 건축물의 무게를 줄여야 한다는 것이며, 또한 건물에 사용되는 자원의 양은 건축성능의 향상에 의해서 축소될 수 있을 것이다. 전통적으로 건물은 낮은 성능 즉, 내구 구조물로서 설계되어 왔다. 그것을 대신하는 전략이란 건물을 고성능으로 단명하게 설계하는 일이다. 그는 건물의 무게를 측정하는 것만으로, 건물에 사용되고 있는 테크놀로지의 수준을 알 수 있다고 했다. 그렇지만, 고성능이란 것은 선진 기술재료의 이용가능성, 진보된 구조해석법, 품질 관리에 의존한다. 효율적인 구조배치는 이용자 측의 편리와는 관계없는 논리를 갖고 있다.¹⁴⁾

3.1. 형태적 특성

(1) 가벼움

1927년에 계획된 4D 주택에서, 풀러는 압축부재와 인장부재를 분리하는 것에 의해 중량을 최소한으로 줄였다. 중심 기둥이 압축부분이 되고, 그 주변에 서로 인장력으로 결합된 수평인 철선의 바퀴(輪)가 하중에 늘어져서 이 주택의 골격을 형성하고 있다. 기둥은 몇 개의 와이어가 균등하게 끌어당기는 것에 의해 지지되고 있다.

하지만, 위치타 주택을 개발하는 가운데 풀러는 다음과 같은 발견을 하였다. 즉, 기둥과 그것을 지탱하는 와이어로부터 이루는 부분의 직경을 크게 해 나가면, 전체의 중량은 감소해 가는 것이었다.

8) Fuller, Buckminster, op. cit., p.4

9) 그리스어로 「하루밖에 이어지지 않는」이라는 의미의 단어[ephemeros]에서 유래.

10) Pawley, Martin, op. cit., p.104

11) Whitehead, Alfred. North. 저, 과학과 근대세계, 오영환 역, 서광사, 제1판, 서울, 1990, p.283

12) Fuller, Buckminster, op. cit., p.6

13) Ibid, p.16

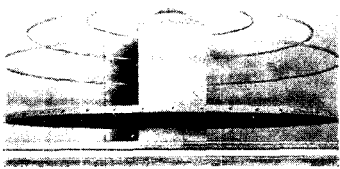
14) Drew, Philip, 건축의 제3세대, 최무혁 역, 초판, 기문당, 서울, 1991, pp.25-26

그리고, 최종적으로는 이 기동복합구조가 주택의 외측을 덮는 외각에 꼭 맞게 합치되는 크기가 되었을 때 그 중량은 최소가 된다.

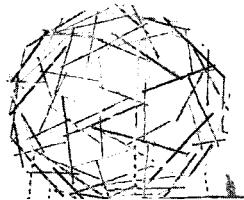
이러한 「합동상태」에 도달한 때, 외각의 내측(기동복합체)은 압축상태에 있고, 외측의 구조는 인장상태에 있는 것이 된다. 바깥으로부터 보고있는 사람에게는 압축부분도 인장부분도 구별하는 것은 불가능 할 것이나, 거기에는 보편적 포괄적 장력조직(普遍的包括的張力組織)이 작용하고있는 것이다. 이 조직이 구조전체를 조이면서 하나의 독립적이고 유한한 에너지 집합이 되는 것이다.

이 장력조직에 있어서 압축부에 해당하는 부재는 분산되어 있으나, 그들의 분산된 압축부재는, 서로 접촉해 있으면 안된다.¹⁵⁾ 이 구조를 구면의 삼각형 분할방법과 연계하여 지오데식 돔으로 발전시켰다.

또한 돔형태는 최소의 표면적으로 최대의 용적을 감쌀 수 있기 때문에, 큰면적을 커버하는 데에는 가장 효율적인 형태이다. 합금기술의 발달로 인한 인장능력의 향상, 플러의 공에너지 기하학을 통해 지오데식 돔은 대공간 건축의 가능성을 연 것이다.



<그림 4> Wichita House의 구조체 1945



<그림 5> 장력복합체 구조 (Tensegrity), 1953

(2) 투명성

어느 정도이상의 크기를 가진 투명한 플라스틱의 표면에 둘러싸인 지오데식·돔은 눈에 보이지 않는 존재가 된다. 그것은 지지되는 부재를 매우 가는 것으로 하는 것이 가능하기 때문에, 구(球)의 반경이 어느 크기를 넘어선 것이 되면 그들 부재는 눈에 보이지 않기가 때문이다.¹⁶⁾ 또한 투명한 공간의 실현에는 구조자체의 투명성에 기본을 두면서 동시에 구조를 덮는 마무리도 투명한 재료로 완성하였다. 단순히 재료의 소재로서의 성질에 의한 것이 아니라, 플러가 제안하는 기본이 되는 단위와 전체의 자유로운 관계성에 유래하고 있으며¹⁷⁾내·외부 공간의 상호관입을 꾀하고 있다.

3.2. 기능적 특성

(1) 환경을 조절하는 성질

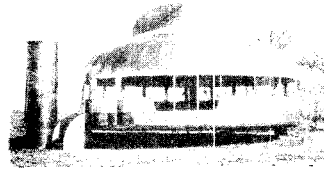
플러는 주택이나 돔을 비행기나 배와 같이 육지환경을 조절하는 도구로서 생각하였다. 인간의 생태학적 양식과 다른 양식 모두와의 구별, 결국 소유주와 대우주와의 구별을 만들어내고 있으나, 동시에 그것은 이들 2개의 분리된 양식역 간의 에너지(열과 빛을 포함해서) 교환도 제어하고 있는 것이다.

15)플러는 이러한 비연속적 압축부와 연속적 인장부로 이루어진 특별한 조직체를 장력 복합체 tensegrity 구조라고 불렀다.

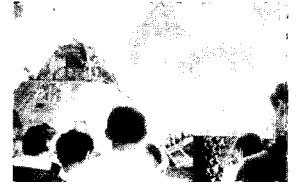
16)Fuller, Buckminster, op. cit., p.85

17)편집부, 건축20세기 2, 신건축사, 1991, p.134

환경을 콘트롤 하기위한 방법 가운데에는 구조의 내외의 공기역학적 방법으로서 10 데크 하우스, 위치타 하우스의 유선형 피막과 환기장치 등은 공기마찰에 의한 열손실을 줄이기 위해 도입된 방법들이다. 몬트리올 엑스포 '67 미국관에는 태양광선에 호응해서 작동하는 블라인드가 설치되어 내부의 기후조절을 의도했다.



<그림 6> Wichita House의 유선형 피막과 상부의 환기장치, 1945



<그림 7> Montreal Expo'67 Dome 내부 햇빛 가리개, 1967

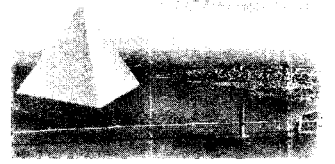
(2) 이동성

플러에게 있어 모든 구조물의 자유로운 이동성이라는 관념과 결합되어 있다. 건축의 테마로서 이동의 자유로움은 기념비적이고 위압적인 건물에 반대하는 가볍고 개방적인 건축으로 설치·해체의 용이성과 운송수단과의 관련성을 갖고 있다.

새로운 시대는 우리들이 각 지방의 고유한 기후로부터 벗어날 수 있는 가능성을 조망해 준다. 저렴한 가격으로, 또한 쉽게 공중수송해서 건설 가능한 4-D 주택은 플러의 눈에는 동적인 서비스 상품으로 보였다. 주택은 인간생활의 전회와 같은 부대설비로서 서비스 산업에 의해 세계 가운데 어디라도 설치되어, 그것을 사용하는 사람들은 지역성이라고 하는 족쇄로부터 해방하는 것이다.¹⁸⁾플러가 궁극적으로 실현하고자 한 것은 자유롭게 이동하면서 인간의 사용패턴에 맞게 적용할 수 있는 구조체로서 유토피아적인 계획안인 구름도시와 테트라헤드론 씨티에서 잘 나타나고 있다.



<그림 8> Cloud nine, 1970



<그림 9> Tetrahedron City, 1970

3.3. 공간적 특성

(1) 성장하는 공간

플러의 사상은 자연의 형태적 특징을 모방하는 생물학적 요소에 대한 중립적인 태도를 넘어서, 미세한 세포의 운동으로부터 우주의 여러 가지 현상에 이르기까지 서로 연관되고 하나의 총합적인 시스템으로만들어 졌다고 하는 플러의 일반시스템의 착상¹⁹⁾은 자연의 구조체를 지지하고 있는 원리를 직접적으로 건축의 구성에 적용한다는 구조적 관점을 제시한다.

18)Fuller, Buckminster, op. cit., p.20

19)도시마사·스기모토, 건축의 현대사상-포스트모던 이후의 패러다임, 최재석 역, 발언, 제1판, 서울, 1998, p.60

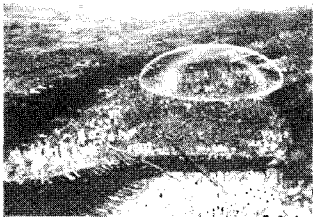
구조란 상호작용해서 안정된 패턴을 형성하는 사상(event)의 복합체이며, 우주 속에서 가장 경제적인 평형상태로 이행해 간다²⁰⁾고 풀러는 정의한다.

그의 energetic-synergetic기하학을 이용해서 만들어낸 건축적 소산인 지오데식 돔은, 그 틀의 전체하중은 크기에 대한 대수비로 증가한다. 크기의 제한이 없기 때문에 풀러가 제안한 것처럼 도시 전체를 덮는 '천막'으로 쓰일 수 있어, 북극이나 남극처럼 혹독한 지역에서 경제적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 포괄적인 환경 조절을 가능하게 한다. 건축은 더 이상 폐쇄된 공간학이 아니고 무한히 성장·확대되며, 팽창·분화되는 공간을 대상으로 하게 된다.

(2) 개방적 공간

산업혁명 이후 근대도시의 급격한 발생은 기존 도시의 가로와 광장을 파괴하고 자동차 중심의 도로와 획일화된 건물의 무분별한 난립으로 무기건조한 도시·건축 공간을 형성하게 되었다. 네덜란드 건축가 알도 반 아이크(Aldo van Eyck)가 언급했듯이 집은 작은 도시 같아야 하고, 도시는 커다란 집과 같아야 한다. 건축공간은 열린 체계로 구성되어야 하며, 개인과 사회, 내부와 외부의 상호교류가 가능하여야 한다. 풀러는 맨하탄 돔 계획안에서 개방적인 공간의 연속체를 하나로 결합시켰고, 환경제어 가능한 돔을 통해 에너지 절약의 가능성과 쾌적한 환경, 프라이버시는 외향화하고 커뮤니케이션은 내향화하는 이득이 주어진다고 주장하였다.

또한 이러한 구조는 도시를 덮을 수 있는 거대한 건축, 피막 건축의 가능성을 제시하게 하며, 이러한 건축적 구조 내에서 발생하는 유희적이고 개방적인 내부공간은 그대로 자연공간이기도 하며, 집



<그림 10> Manhattan Dome 계획안, 1962

의 피막이자 도시를 포괄하는 주변환경으로 작용한다. 그는 이러한 인간의 행위공간 영역을 확장시키는 건축공간의 이상을 제시함으로써 자연과 건축사이의 대립을 극복하고 경계를 없애고자 노력하였다.

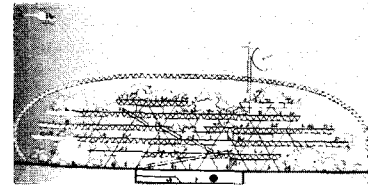
4. 현대건축에 나타난 풀러의 영향

4.1. 환경조절건축

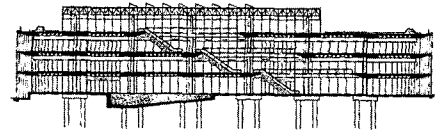
1971년 옥스퍼드 칼리지 사무엘 베케트 극장 설계를 계기로 노만 포스터와 협동작업을 하게 된 풀러는 일련의 계획작품을 통해 노만 포스터에게 영향을 주게 된다.

그중 클라이오토피스(1971) 계획안에서는 풀러의 제안으로 최소의 외피구성에 의한 최대한의 사무실 공간 용적을 확보하는 동시에 무한한 에너지 절약의 가능성을 가지면서 국부적인 기후를 지닌 대

규모 덮개의 가운데로 건물을 모은다는 생각이 핵심이 되었다. 결국 실현되지 못하였으나, 계획안의 중앙에스컬레이터 아트리움 공간은 윌리스 화이버건물(1975)에서 부분적으로 실현되었다.



<그림 11> Norman Foster와 협동작품인 limatatroffice의 단면도, 1971



<그림 12> Norman Foster Willis Faber건물 단면도, 1975

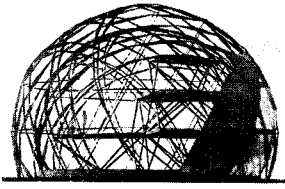
또한 오토노머스 하우스 (1982) 계획안에서는 새로운 구조 기하학에 근거를 둔 이중 외피의 돔(Dome)으로 내측과 외측의 외피가 독자적으로 회전한다. 돔의 반은 유리로 되어있고, 또 다른 반은 솔리드로 되어 있기 때문에 야간은 완전히 차폐되고, 주간은 태양의 궤적을 더듬어 가는 것이 가능하다. 따뜻하고 찬 공기가 이중외피 사이를 돌며 내부의 미세한 기상환경을 만들 예정이었다.²¹⁾

계획안에 그치고 말았으나 여기서 나온 움직이는 피막의 원리는 상하이 뱅크에서 내부 아트리움에 빛을 공급하는 선스쿠프로 발전되며, 독일 연방의사당의 돔(1995)에서 새롭게 디자인되어 나타나고 있다. 또한 바르셀로나 타워(1992)에서는 자연경관을 시각적으로 방해하는 존재가 되지 않기 위해 풀러의 텐세그리티 구조원리가 응용되어 나타나고 있음을 볼 수 있다.

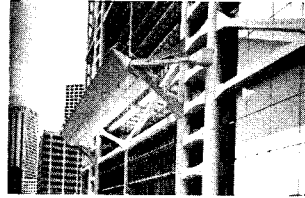
이와 같이 환경을 적극적으로 조절하는 방법은 다른 하이테크 작가들에게도 비슷한 양상으로 나타내게 되는데, 렌조피아노의 경우 메릴 컬렉션에서 빛을 조절하는 장치인 리프, 장누벨의 아랍문화원에서 나타나는 조리개, 니콜라스 그람쇼의 세비야 박람회 영국전시관의 물벽 등을 들 수 있다. 이러한 환경조절 건축은 건축이 형태적 차원에서 벗어나 환경제어 기술의 진보에 따른 기술 전개의 이해와 건축적 디자인을 통한 환경기술의 도입으로 건축물의 기능과 성능의 유지 및 향상에 기여하고 있으며 기술 이미지를 나타내게 된다. 또한 세계 자원의 활용에 대한 새로운 탐구와 시도를 토대로 에너지 절약시스템의 건축적 적용을 통해 건축물의 유지관리비용을 절감하여 초기 투자비에 대한 비판적 견해를 넘어서 비용상의 이점을 얻을 수 있다는 가능성을 보여주고 있다.

20)Brenneman, Richard J. Fuller's Earth, 芹盡高志+高岸道子 譯, めるくま-る社, 일본, 1990, p.84

21)Sudjic Deyan, Norman Foster, Richard Rogers, James Stirling 영국 건축의 새로운 흐름, 김인철譯, 초판, 집문사, 서울, 1990, p.39



<그림 13> Norman Foster와의 협동 작품인 Autonomous Dwelling, 1982



<그림 14> 홍콩 상하이 뱅크 Sun Scoop, 1986

4.2. 설비의 시스템화

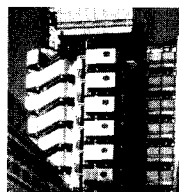
플러는 주택을 서비스산업이 되어야 한다고 생각했다. 삶의 공간과 그것을 지지하는 기계설비의 복합체로서 고안된 대량생산 다이렉트 시온 하우스는 서비스산업에 의해 단시간에 설치·제거될 뿐만 아니라, 새롭게 설치할 때마다 개량형으로 오래된 것을 치환해 가는 방법을 통해, 서비스회사에 의해 행해지는 미래주택의 모습을 예견하였으며, 이것은 더욱 고도화된 기술의 집약체로서 발전되어 아키텍트와 메타볼리스트들의 캡슐개념에 영향을 미치게 된다. 캡슐은 모든 장치가 빌트·인 된, 이동 가능한 공간단위로서 clip on, plug in 되는 주거단위로 나타난다. 소비사회에서의 건축물은 기계적 부품의 하나로 다 소비된 부품은 계속 다른 것으로 교체되어 재생산된다는 개념으로 이어진다. 플러의 세계 디자인 과학 10년 계획(1965)에 영향을 받은 니콜라스 그림쇼는 67년에 서섹스 가든 서비스 타워를 만들었는데, 여기에서 플러가 강조한 서비스 시설의 대량생산개념과 에너지 절약의 방법이 제시되고 있다.

하이테크 건축물인 상하이 뱅크나 로이드 빌딩의 설비 유니트도 이러한 양상을 띄는데, 이러한 설비의 시스템화는 공업 제조방식의 도입을 통한 최대한의 효율성, 최소한의 재료와 무게를 적용하여 건물의 설비나 건축재료 등의 품질향상과 원가절감의 이점이 있다. 이러한 설비의 시스템화는 모듈러 디자인의 개념을 적용하였기 때문에 다른 설비와의 연계가 용이하며, 소모되기 쉬운 부분의 교체를 통해 상대적으로 건물의 수명을 반영구적으로 연장시킬 수 있다.

또한 하이테크 건축은 설비시설의 분리와 구조시스템의 발달에 의해 가능하게 된 극도의 등질적 공간을 창출하기 위해 Flexibility를 지향하고 있다. 이러한 plug-in 모듈 설비 시스템은 공간의 Flexibility를 창출하기 위해 중전 건물과는 달리 평면주위로 배치되며, 또한 이러한 설비 등을 여과하지 않고 그대로 외부에 드러냄으로써 기계 이미지를 형성하고 있다.



<그림 15> Kisho Kurokawa Capsule Tower 빌딩, 1972

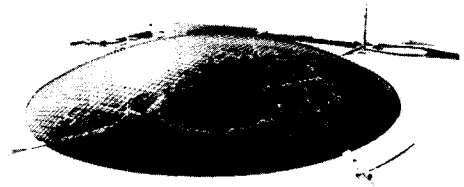


<그림 16> Richard Rogers, Lloyd Building, 1986

4.3. 대공간 건축

1950년대 벽민스터 플러가 제안한 맨하탄 전체를 감싸는 돔 계획안은 구조기술의 가능성을 통해 이상적 인공환경을 실현하려고 하는 다양한 시도에 영향을 주었다.

프라이 오토의 Arctic Town (1971)은 공기로 팽창된 피막에 의해 3km²의 범위를 덮고 북극권에 하나의 거리를 건설하려고 하는 연구였다. 그 주목적은 유럽의 기후조건에 맞춘 인공적인 환경을 만드는 것에 의해 자연기후의 혹독한 거주불능인 토지에 45,000인 이상의 사람이 살도록 거리를 만드는 것이다.²²⁾

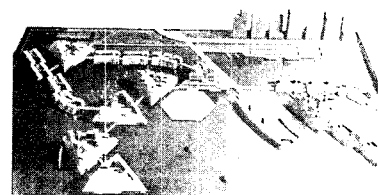


<그림 17> Frei Otto, Arctic Town, 1971

일본의 이시모토(石本) 건축사무소가 설계한 하쓰오지(八王子) 서머랜드는 스페이스 프레임에 의한 거대한 입체구조로 1.2ha의 넓이를 가진 전천후형 레크리에이션 시설로, 매일 몇 천명의 사람이 1년 중 변하지 않는 여름의 기후 안에서, 열대식물이나 다양한 레저 활동을 즐길 수 있다. 길이 161m×폭 80m의 철골지붕은, 작은 길이나 마을의 인구를 통째로 수용할 수 있는 규모이다.

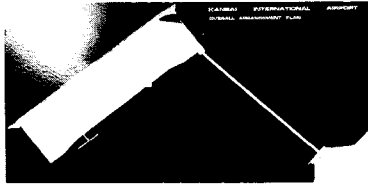
포스터의 하마스미스 센터 프로젝트 계획안(1977)에서는, 쇼핑 센터, 사무소, 교통 환승장의 중심에 있는 거대한 공공 공간을 막지붕에 의해 덮고 있다. 이 계획은, 이러한 장소에서의 공공 공간의 중요성을 존중하면서, 그 공간이 이용되는 때에 문제가 되는 기후의 변화를 해결하려고 하는 시도이다.

플러의 유토피아적 계획안인 사면체도시와 트리톤 시티는 계획안으로 끝나고 말았으나, 오늘날 일본에서는 과밀한 육지의 상황을 개선하기 위해 두 계획안을 원형으로 하는 인공의 부도계획이 점차 증가하는 육지 인구를 살게 하는 동시에 그것이 배치되는 근해까지 공공적인 편의를 제공하는 모습으로, 실제 건설 중인데. 그 중 하나가 렌조 피아노의 설계에 의한 간사이 공항이다.



<그림 18> B. Fuller, Triton City, 1968

22)Wilkinson, Chris, Supersheds, The Architecture of Long-Span Large-Volume Buildings, 難波和彦, 佐佐木陸朗 監譯, 조판, 慶島出版會, 일본, 1995, p.114



<그림 19> Renzo Piano, Kansai Airport, 1993

이와 같이 구조기술을 통해 이상적인 인공환경을 실현하려는 경향은 1960년대 유토피아적 건축 경향과 밀접한 관련을 갖고 있으며, 엔지니어링 건축가들의 작품. 요나프리트만의 공중도시나, 콘라드 왁스만의 계획안, 메타볼리스트들의 해상도시 계획안 등에서 유사성을 찾을 수 있다. 그러나 대공간 건축에 대한 열망은 70년대 들

어와서 오일쇼크로 인한 불황 그리고 서서히 일기 시작한 포스트모더니즘의 대두, 합리적 사고방식에 내재하는 한계성으로 인해 서서히 식어갔다.

하지만 최근 들어 이러한 대공간 건축은 컴퓨터의 도입, 구조기술과 재료의 발달로 인한 실현가능성의 증대, 더욱더 심각해져 가는 대기 오염에 의한 도시환경을 극복하는 시도로서, 쾌적한 환경, 에너지 절약적인 측면과 함께, 도시인들에게 최대한의 자유로운 액티비티와 flexibility를 제공하는 공공적인 공간을 제시한다는 측면에서 새로운 의의가 있다고 할 수 있다.

이상의 내용을 종합하면 다음의 표와 같다.

<표 1> 종합분석표

Buckminster Fuller가 현대건축에 미친 영향						
건축 배경	사회적 배경	아인슈타인 상대성이론으로 인한 새로운 세계관 형성	1차 대전후 대규모 공업생산 방식의 건축적 적용	급격한 인구증가와 산업발달에 의한 도시문제 발생		
	건축적 배경	테크노 크라시 전체사회의 발전 계획과 주도를 과학, 기술인이 맡아야 함.	미래파 전시대의 건축양식을 부정하고 기계 찬양적이며 새로운 건축양식 제시	Heinz & Bodo Rasch 현수 구조물		
건축 사상	우주	다이렉시온	단명화	포괄적 디자인		
	인류가 의식적으로 감지하고, 전달하는 경험의 총화.	Dynamic+Maximum+Ion 단위 에너지당 최대효율을 거두는 것.	보다 적은 것으로 보다 많은 것을 이루려는 과정	우주속에서 인류가 물질적인 성공을 이루기 위한 방법		
포괄적 방법론 ; 1. 대기구와 소기구의 구별 (주택을 포함한 설비, 수송기관 등) 2. 인간을 바꾸기보다 환경을 조절함으로써 세계를 바꾸는 것으로 생각						
건축적 특 성	형태적		기능적		공간적	
	가벼움	투명성	환경조절성	이동성	성장하는 공간	개방적인 공간
	· 인장재와 압축재의 분리 · 단위중량당 최대강도 · 최소 표면적과 최대 공간용적	· 크기의 확대에 따른 구조부재의 비가시화 · 구조체 자체의 투명성	· 유선형 디자인 · 햇빛 가리개 · 공기조절환기장치 · 돔의 자체 기후조절 능력	· 서비스산업에 의해 설치, 해체, 이동가능한 서비스 상품.	· 구조적 특성에 기인한 성장, 확대, 팽창, 분화 가능한 공간	· 도시를 덮은 지오데식 돔을 통한 에너지 절약. · 프라이버시 외향화, 커뮤니케이션 내향화.
현대건축에 대한영향	환경조절 건축		설비의 시스템화		대공간 건축	
	· 공업적 기술력을 최대한도로 활용하는 하이테크 건축의 근본사상과 인공적 환경 조절수법에 영향		· 고도의 설비복합체 · Archigram, Metabolism의 캡슐개념에 영향 · 하이테크 건축의 설비유닛.		· 구조기술의 가능성을 통한 이상적 환경실현을 추구한 1960년대 메가스트럭처 운동 · 기술과 재료의 발달에 의해 새롭게 부각되는 대공간 건축.	
종합 분석	· 현대 건축에서 기술이 가지는 환경적 의미제시 · 설비의 시스템화는 건축에 이동성(Mobility)과 변화가능성을 부여하고, plug-in module을 통한 내부공간의 flexibility와 외부의 기술이미지 형성 · 대공간 건축을 통한 쾌적하고, 개방적 건축의 가능성 제시.					

5. 결론

급진적이고 유토피아적인 풀리의 사상과 작품들은 대부분 계획안으로 그치고 말았으나, 오늘날 세계 속에 확대되는 불경기와 에너지 비용의 상승, 가속하는 천연자원의 고갈이라는 사태와 함께, 「보다 작은 재료로, 보다 큰공간」의 달성을 목표로 한 버킨스터·풀리의 다이맥시온 사상은 새롭게 재평가되어야 할 것이다.

다분히 공상적으로 보이는 그의 계획안들은 현재의 자원의 목록에 기반을 둔 미래 예측이었으며, 우주라는 보다 더 넓은 시각에서 세계 디자이너로서 건축가의 역할을 강조하였다.

풀리의 우주개념은 전체상이 분열하고 급격한 전문화가 진행되고 있는 현재 상황을 재생하고, 종합하며, 부분과 전체의 관계를 보다 넓은 시야에서 총괄할 수 있는 필요성을 제시하였다. 그가 현대건축에 미친 영향에 대해 종합해 보면 다음과 같다.

첫째, 기술을 통한 환경을 조절하는 사상은 그와 협동작업을 한 노만 포스터에게 영향을 주었고, 이후 작품에서 다양한 환경조절 기술로서 나타나고 있다. 동시대 하이테크 건축가들에게도 유사한 수법을 통해 적극적으로 나타나고 있으며, 이러한 경향은 최근 에너지와 자원절약, 환경보전의 차원에서 건축환경의 중요성이 점점 더 부각되고 있는데, 이는 건축이 형태로만 디자인되어지는 굴레에서 벗어날 것을 요구하는 것으로 진실한 의미에서 현대의 기술이 가지는 환경의 의미를 탐구하는 도구로서 이해된다.

둘째, 설비의 시스템화로서 다이맥시온 주택은 아키그램과 메타볼리스트의 캡슐개념에 영향을 주었으며, 로이드 빌딩과 상하이 뱅크의 설비 유니트로 나타나고 있다.

설비의 시스템화는 공업 제조방식의 도입을 통한 효율성, 이동가능성, 모듈러 디자인의 개념을 적용을 통해 다른 설비와의 연계가 용이하며, 소모된 부분의 교체를 통해 건물의 수명을 연장시킬 수 있다.

공간의 flexibility를 지향하는 하이테크 건축은 plug-in 모듈 설비시스템을 평면의 주위에 배치하였고, 이러한 설비를 그대로 외부에 드러냄으로써 기계 이미지를 형성하고 있다.

셋째, 대공간 건축으로서, 맨하탄 돔계획안은 구조기술을 통해 이상적 인공환경을 실현하려고 하는 엔지니어 건축가들의 다양한 시도에 영향을 주었으며, 1960년대 유토피아적 계획안과 연관성을 찾을 수 있다. 최근 새롭게 부각되는 대공간 건축은 구조기술과 재료의 발달로 인한 실현가능성의 증대, 심각해져 가는 대기 오염에 의한 도시환경을 극복하는 시도이며, 쾌적한 환경, 에너지 절약적인 측면과 도시인들에게 자유로운 액티비티와 flexibility를 제공하는 공공적인 공간을 제시한다는 측면에서 의의가 있다고 할 수 있다.

우주 속에서 조화롭게 살아가는 인간의 모습을 그린 풀리의 포괄적인 사상은 단순한 구조엔지니어 건축가의 차원을 넘어서 현대건축이 직면한 많은 문제점을 풀 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

이같은 개괄적인 풀리의 건축에 대한 연구가 그의 건축을 이해하기에는 충분치 못한 점이 있으나, 풀리의 건축이 가지는 독창성이나 그의 이념은 현대 건축의 다원화된 요소들이 갈등하고 있는 상황에서 그의 건축이 주는 교훈은 크다고 할 수 있으며, 앞으로 보다 많은 자료를 통한 체계적인 연구가 있어야 할 것이다.

참고문헌

1. Brenneman, Richard J. Fuller's Earth, 芹盡高志+高岸道子 譯, 초판, めるくま-る社, 일본, 1990
2. Conrad, Ulrich 저, 건축 선언문집, 이현호 역, 초판, 기문당, 서울, 1992
3. Drew, Philip, 건축의 제3세대, 최무혁 역, 초판, 기문당, 서울, 1991
4. Ford, Edward R, The Details of Modern Architecture Vol.2, 1928-1988, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996
5. Fuller, Buckminster, Marks Robert, The Dymaxion World of Buckminster Fuller, 초판, Southern Illinois University Press, Carbondale, 1960
6. Klotz, Heinrich, Moderne und Postmoderne, 現代建築論, 양동양譯, 초판, 기문당, 서울, 1991
7. Klotz, Heinrich, Vision der Moderne, 근대건축의 비전, 동재옥譯, 초판, 집문사, 서울, 1992
8. Lampugnani, Vittorio Magnano, Architecture and City Planning in the 20century 現代建築論, 윤재희, 지연순譯, 재판, 세진사, 서울, 1988
9. Lanbot, Ian, Foster Associates 1, 2, 3, 鈴木博之 監譯, 초판, 同朋舎出版, 일본, 1993
10. Nakamura, Toshio, Norman Foster, 초판, a+u Special Publication, 일본, 1988
11. Pawley, Martin, Buckminster Fuller, Taplinger publishing company, New York, 1990
12. Sudjic Deyan, Norman Foster, Richard Rogers, James Stirling 영국건축의 새로운 흐름, 김인철譯, 초판, 집문사, 서울, 1990
13. Whitehead, Alfred. North 저-과학과 근대세계, 오영환 역, 서광사, 서울, 제1판, 1990
14. Wilkinson, Chris, Supersheds, The Architecture of Long-Span Large-Volume Buildings, 難波和彦, 佐佐木陸朗 監譯, 초판, 塵島出版會, 일본, 1995
15. 도시마사·스기모토, 건축의 현대사상 - 포스트모던 이후의 패러다임, 최재석 역, 발인, 제 1판, 서울, 1998
16. 편집부, 건축 20세기 1, 2, 신건축사, 서울, 1991
17. 편집부, 철학소사전, 한국 철학사상연구회 편역, 동녘, 초판, 서울, 1998

<집수 : 1999. 4. 27>