

# 20세기 현대건축에 나타난 환경친화적인 하이테크건축(High-Tech)에 관한 연구

A Study on the environmental friendly High-Tech Architecture in the 20th century Architecture

김종인<sup>1</sup> / Kim, Jong-In  
박희영<sup>\*\*</sup> / Park, Hee-Young

## Abstract

'Environmental friendly architecture' is undeniably a very important and global paradigm. Beyond energy-conscious design and building with renewable materials, environmental friendly architecture also deals with recyclable and found forms and images.

Concepts of sustainable building lead to the analysis of all currently available options for building optimization. Tomorrow's building must meet high ecological standards in construction and in technology and at the same time deliver the necessary framework for information and communication processing, as well as automation and process optimization.

The purpose of this study is to define the conceptions about 'environmental friendly Architecture' and to discover new alternative architecture in the end of the 20th century.

키워드 : 재생가능, 지속가능, 환경친화건축, 하이테크건축

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 목적 및 의의

18세기 산업혁명으로 농경사회에서 산업사회로 전환된 이후로 환경을 지배하기 위한 인간의 노력은 날로 커져 자연환경에 대한 관심이나 개념도 없이 대단위 규모의 주거 및 건물 등을 건설함으로써 자연환경을 많이 개발하면 할수록 우리의 생활이 더욱 풍요로워질 것으로 확신했었다.

그러나 오늘날 날로 심각해지는 환경파괴의 문제에 부딪치자 이러한 확신에 대해 의문을 품게 되었다. 화석 에너지의 소비에 의한 지구온난화현상을 비롯하여 우리의 환경을 황폐하게 해치고 있는 엄청난 양의 쓰레기, 그리고 분해되지 않는 화학적 재료들에 대한 해결을 위한 각 분야의 노력은 미래의 환경보존, 더 나아가서 풍요로운 삶을 영위하기 위한 필수적인 작업으로 인식되어지고 있다.

유엔환경개발회의(UNCED)의 주제는 "환경적으로 건강하고 지속 가능한 개발(ESSD, Environmentally Sound and Sustainable

Development)"이었으며 환경과 개발의 상충이 아닌 공존이 강조되었다. 이러한 세계적인 추세와 함께 에너지와 환경문제를 동시에 해결하기 위한 방안으로 이제까지의 건물에 대한 기본 개념인 '인간이 거주하며 모든 쾌적한 생활을 영위하기 위한 공간'이라는 차원을 넘어, 인류의 생존과 지구환경문제에 기여하기 위해 생태학적 개념이 도입되면서 건축분야의 대안으로 '환경친화 건축 (environmental friendly Architecture)'에 대한 관심이 커지고 있다.

본 연구를 통해 환경친화 건물에 대한 이해를 돕고 이를 구현할 수 있는 다양한 기술을 고찰하여 그 필요성을 인식하고 앞으로 자연환경을 해치지 않고 지속 보존할 수 있는 미래의 건축이 나아갈 방향을 찾아보는 데 그 목적이 있다.

### 1.2. 연구의 범의 및 방법

본 연구에서는 환경친화 건축에 대한 일반적 고찰을 통해서 환경친화 건축에 대한 의미를 정의해 보고 생태건축, 그린빌딩, 환경공생주택 등 환경친화 건축과 유사한 의미를 지니고 있는 건축용어들을 재정의해 봄으로써 환경친화 건축에 대한 의미를 확립해 보고자 한다.

<sup>\*</sup> 정회원, 홍익대학교 교수, 공학박사

<sup>\*\*</sup> 정회원, 홍익대학교 박사과정

본 연구는 광범위하게 나타난 환경친화 건축 중에서도 20세기 현대건축에 나타난 하이테크 건축으로 범위를 제한해 하이테크 건축 중에서도 환경친화적인 기술적 계획요소를 도입해 계획한 건물을 대상으로 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌으로는 환경친화성에 근거한 인문사회학 관련도서 및 생태건축 등의 관련문헌, 그리고 국내외 관련단체에서 제공하는 인터넷 사이트의 정보를 가공하여 사용하는 것으로 한다.

## 2. 환경친화 건축의 일반적 고찰

### 2.1. 환경친화 건축의 정의

환경친화 건축이란, 건축을 독립적으로 존재하는 시각적 사물로 여기는 것이 아니고, 자연생태계의 일부로서 존재하는 '주변 환경에 순응하는 건축, 또는 자연과 함께 하는 건축'을 의미한다.

환경친화 건축은 주로 인간중심의 일정한 건축물 자체에 한정된 것이 아닌 건축과 주변환경의 관계에 연계라는 광범위한 문제를 종합적으로 처리하고 있다. 이러한 경향의 건축은 생태건축(Ökologisches Bauen), 그린빌딩(Green Building), 지속 가능한 건축(sustainable architecture), 환경공생주택(環境共生住宅)등으로 다양하게 나타나고 있다.

환경친화 건축의 개념을 물질적 순환이 가능한 건축자재의 사용을 의미하는 재활용(recycle), 건축부품을 조립·해체함으로써 다시 사용하는 의미의 재사용(reuse), 그리고 화석연료의 사용을 최대한 자제하는 것으로 간략히 나뉘볼 수 있다.

태양에너지의 이용, 자연조건을 활용한 실내기후 조절, 자연에너지의 사용을 장려하는 의미의 재생가능성(renewable), 식생을 이용한 건물외피의 보호 등은 이에 대한 구체적인 실천항목으로 제시된다. 그리고 건물의 배치나 형태, 재료선택 시 대지와 주변여건의 고려, 자연환경과의 유기적 관계 속에 다양한 동식물들이 서식할 수 있도록 주변환경을 조성하는 것도 환경친화 건축을 실천하기 위한 방법들이다

### 2.2. 환경친화 건축의 유사 개념 정의

환경친화 건축과 유사한 의미의 건축은 생태건축(Ökologisches Bauen), 그린빌딩(Green Building), 지속 가능한 건축(sustainable architecture), 환경공생주택(環境共生住宅)등으로 나뉘 볼 수 있다. 각각 의미가 구분하기 힘들 정도로 유사하나 각각을 정의해 봄으로써 좀더 명확한 구분을 해보고자 한다.

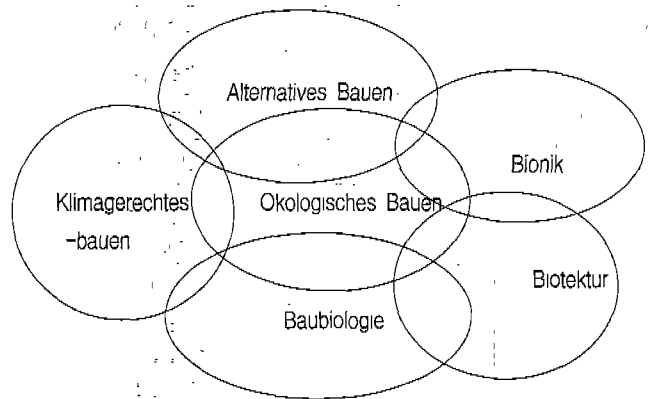
#### (1) 생태건축(Ökologisches Bauen)

독일의 생물학자 에른스트 헤켈(E. Haeckel(1834-1919))이 "유기체와 그 주위를 둘러싸고 있는 유·무기 환경과의 연관관계에 관한 총체적 학문"이라 정의한 생태학(Ecology)은 이제 환경의 시대인 21세기에 중요한 맥락을 이루고 있다.

현재 독일을 중심으로 유럽에 널리 전파되고 있는 신경향

건축의 한 갈래로서 '생태건축(Ökologisches Bauen)'은 자연환경의 중요성에 대한 생태학적 인식에 기인하고 생태학의 개념들을 건축의 기본원리로 사용하고 있다. 그러나 독일의 생태건축 뿐만이 아니라 환경 문제를 염두에 두고 이와 같은 개념을 공유하는 일련의 건축적 경향들도 환경 문제에 대한 공통 인식 속에서 생태학의 개념을 가지고 시도되고 있다.

'생태건축'이라는 용어는 1979년 독일의 P. und M. Krüsch가 연방 환경부에 제출한 연구 보고서의 제목을 결정하는 과정에서 자연과 인간의 상호관계 및 생태계를 고려한 다양한 건축적 시도와 개념들을 종합하여 '생태건축(Ökologisches Bauen)'이라 명명함으로써 처음으로 사용되었다. 그들이 정의한 생태건축은 "자연환경과 조화되며 자연과 에너지를 생태학적 관점에서 최대한 효율적으로 이용해 건강한 주생활 또는 업무가 가능토록 한 건축"이다. 따라서 자연의 순환체계를 모델로 하여 에너지와 자원의 순환체계를 만들고 자연자원을 활용하여 환경부하가 없게 하자는 데 그 기본 목표가 있다. 생태적으로 가장 좋은 환경은 인간의 구축적 행위가 없는 자연 그대로의 상태이나 인간이 존재하는 한 건축적 행위는 멈출 수 없으며 생태건축은 최선의 방안으로 제시된 대안이라고 할 수 있다.



<그림 1> 생태건축 개념도  
 Okologisches Bauen: 생태건축  
 Bionik: 생체공학  
 Biotektur: 생체건축  
 Baubiologie: 건축 생물학  
 Klimagerechtes Bauen: 기후에 맞는 건축  
 Alternatives Bauen: 대안적 건축

#### (2) 그린빌딩(Green Building)

그린빌딩(Green Building)이란 "에너지절약과 환경보존을 목표로 에너지절약, 고효율설비, 자원재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 자연친화적으로 설계, 건설하고 유지 관리한 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때까지도 환경에 대한 피해가 최소화 되도록 계획된 건축물"을 말한다. 그린빌딩은 이제까지의 '인간이 거주하며 모든 생활을 영위하기 위한 공간'이라는 건축물에 대한 단순한 개념으로부터 새로운 건축기술을 개발하고



<그림 2> Audubon Society 본부건물 외관, New York, Manhattan, USA, 1993

집목하기 위한 고도의 기술개발이라는 차원을 넘어 현세와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경문제에 기여하기 위한 건축분야의 대안이 될 것이다.

<표 1>에서는 그린빌딩의 개념을 다섯 가지 인자로 구성하고 있다. 각각은 서로 독립적인 의미를 갖지만 이들이 균형을 이루며 적용될 때 진정한 그린빌딩을 구현할 수 있다.

<표 1> 그린빌딩의 다섯 가지 인자

인자	내용
에너지 효율화와 재생 가능한 에너지 자원 사용	에너지 효율이 높은 설비와 장치 설치
	재생 가능한 에너지의 사용
	에너지 효율을 높일 수 있는 위치의 선정과 배치
	높은 단열 성능
환경 영향	건설과정 중 자연환경 보존
	지역의 특성 보존, 주위와의 조화
	적합한 조경
	그 지역에서 생산되는 건축자재의 사용
천연자원 보호	환경부하가 적은 재료의 사용
	재활용이 가능한 재료의 사용
	폐기물의 최소화, 폐기물의 재활용
	에너지 효율이 높은 설비의 설치
건강한 실내환경 조성	화학물질이나 독성물질을 배출하지 않는 재료의 선정
	기계적인 공조 시스템을 설치하여 신선한 실내공기 유지
	대중교통의 이용
지역 사회·여건	대중교통의 이용
	빌딩 주변에 인프라 설치

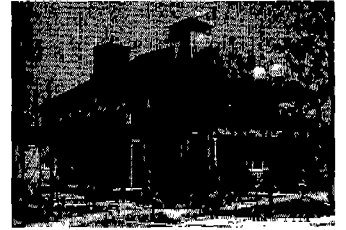
(3) 환경공생주택(環境共生住宅)

지구온난화나 산성비를 시작으로 하는 범 지구적 규모의 환경문제가 국제적인 공통적인 문제로서 대응책이 모색되어 일본에서도 1990년 10월의 관계 각료회의에서 '지구온난화 방지 행동계획(地球温暖化 防止 行動計劃)'이 채택되어 이산화탄소의 배출 억제, 열대 우림의 보전 등에 관해 각 관련 성청(省廳)에서 구체적으로 지구환경보전에 관한 조치를 강구하도록 하고 있다.

소위 인구밀집지역내의 인구가 전체 인구의 60%를 넘고 있

는(1990년 조사) 일본의 실정에서 보더라도 도시지역에서의 집주환경(集住環境)의 정비는 매우 중요한 과제로써 생태환경을 기반으로 커뮤니티나 지역사회에까지 시야를 넓혀 종합적인 관점에서 조치를 취하는 것이 불가피하게 되었다.

1990년이래 일본의 건설성을 비롯한 행정기관이나 많은 공익, 민간기업, 연구 기관 등이 '환경공생주택 연구회'를 구성하여 종합적으로 추진하고 있는 '환경공생주택(環境共生住宅)'은 그린 주택의 개념과 가장 가깝다고 할 수 있다.



<그림 3> Yahata Housing Plaza의 환경공생주택, Kitakyushu, Japan, 1993

일본의 환경 주택 연구회에서 '환경 공생 주택'은 지구 환경을 보존하는 관점에서 에너지, 자원, 폐기물 등의 면에서 충분한 배려가 되고 주변의 자연환경과 친밀하게 조화를 이루는 구조가 있고 또 거주자가 주체적으로 관련도면서 건강하고 쾌적하게 생활할 수 있도록 고안된 주택 및 환경이라고 정의하였다.

3. 환경친화적 건축의 태동과 동향

3.1. 환경친화적 건축의 태동

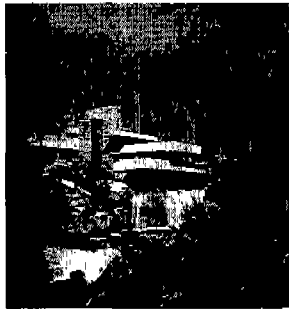
환경친화에 대한 관심은 지구환경 문제의 심각성에 대한 인식과 함께 건축분야에도 필연적으로 대두하게 되었다. 이러한 환경친화건축이 태동하게 된 배경을 건축사적 측면으로 살펴보고자 한다.

환경친화건축은 18세기 중엽 고전주의 이후의 건축양식에서 그 기원을 찾아 볼 수 있다.

절제되고 엄격한 법칙과 명확한 공간질서를 추구하는 고전주의 양식은 뒤이어 역사적 건축을 보다 구체적으로 모방한 역사주의 건축양식으로 승계 된다. 역사주의 건축양식은 이후 자연에서 건축형태의 원형을 찾고자 하는 자연주의적 경향을 지닌 유겐트스틸(Jugendstil)로 발전하고 다른 한편으로 또 다른 기하학적 경향을 추구하는 초기 합리주의의 두 가지 흐름으로 발전한다. 환경친화적 건축은 자연주의적 경향을 추구하는 흐름에서 유래한 개념이라 할 수 있다.

자연주의적 경향을 보여준 유겐트스틸은 20세기 초반에 자연의 원초적, 신비주의적 생명력을 건축에 도입하여 자유롭고 추상적이며 기념비적 형태의 건축양식을 추구하는 표현주의 건축으로 발전하며 이 후 건축물을 자연경관의 일부로 인식하며 지역고유의 풍토나 문화적전통과 연결시키고자 하는 유기건축으로 태동하게된다. 건물을 유기체로 보는 관점은 전자와 부분과의 관계를 상호 보완적인 관계로 파악하는 유기론의 개념뿐

만 아니라, 유기체의 성장, 소멸, 진화의 의미로 파악하는 생물학적 개념으로 구분할 수 있다.



<그림 4> Frank Lloyd Wright, Fallingwater, Bear Run, Pennsylvania, 1934-7

“형태는 기능을 따른다.”고 선언하여 유기적 기능주의 (Organic Functionalism)의 창시자로 불리는 루이스 설리반(Louis Sullivan)을 비롯하여 프랭크 로이드 라이트(Frank Lloyd Wright)는 자연친화적 건축의 원칙을 구체화한 건축가로 건축이 자연조건을 이용한 작업으로 마치 살아있는 유기체를 다루는 일과 같다고 설명하였다. 1936년에 지어진 낙수장은 그의 자연친화적 건축의 원칙이 잘 드러나는 작품이라고 할 수 있다. 유기체의 성장, 소멸, 진화의 의미로 파악하는 생물학적 개념은 키요노리 키쿠다케(Kiyonori Kikutake), 키쇼 구로가와(Kisho Kurokawa), 후미히코 마키(Fumihiko Maki)등을 중심으로 ‘성장과 변화’라는 신진대사의 생물학적 개념을 건축에 적용하고자 한 일본의 메타볼리즘(Metabolism) 건축 운동에서 발견된다.)

2차 세계대전을 계기로 전통을 의식한 자연주의적 경향은 고유의 지역성에 관심을 집중시킨 전통주의 건축으로 발전하고 다시 지역주의와 신 표현주의 건축양식으로 전개되게 된다.

1973년 석유판동으로 말미암아 태양열 주택에 대한 개발이 활발하게 일어나기 시작했으며, 1980년 중반부터 지구환경문제에 관심을 가진 건축가들 사이에서 ‘환경친화 건축’이라는 용어를 사용하기 시작하였다.

이러한 관점에서 볼 때 현대의 환경친화적 건축경향은 자연에 대한 향수에서 출발한 일시적 현상이 아니라 합리주의 건축양식에 뿌리를 두고 있는 극단적 기술문명 지향의 현대건축이 야기한 환경문제를 해결하려는 하나의 건축적 대안으로 보는 것이 타당할 것이다.

### 3.2. 하이테크건축에 나타난 환경친화 건축의 동향

최근 전자, 반도체, 유전자 공학 등 기술분야에 첨단기술이 급속하게 발전하면서 건축분야에서도 고도의 기계 미학의 측면에서 공업기술의 호용성 뿐만 아니라 미학적인 면을 적용시킨 첨단건축(High-technology Architecture)이 나타나게 되었다.

건축에서 하이테크라는 용어는 J. Kron과 S. Slesin의 저서 ‘High-Tech’에서 처음으로 언급되었으며,<sup>2)</sup> 이 용어에 대해 최초로 언급한 건축가는 에밀리오 암바즈(Emilio Ambasz)이다.<sup>3)</sup>

1)길성호, 현대건축사교론, spacetime, 1998, p.145  
2)이책의 서문에서 듀상과 피카소의 공예작품의 비교설명에서 이 말을 사용하게 된다.

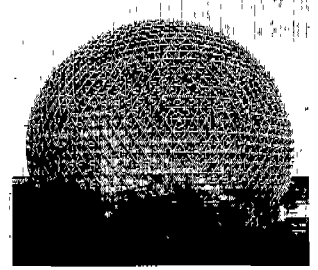
이후 피터 버크만(Peter Buchman)은 현대 공업 기술을 발휘하는 재료와 구조 시스템이 조립 시공되고, 설비기술이 건축생산을 통해서 기술의 영역을 확대하고, 건축표현을 이루면서 건축구조의 노출, 설비의 노출로 기술적 이미지를 창조하는 것이라고 정의하고 있다.

하이테크 건축가들은 현대건축의 태동 이후 계속되어진 건축과 테크놀러지의 융합이라는 이슈를 확장하여 건축의 기능, 경제성과 함께 재료, 구조, 시공법 등을 구사하고 있으며 이는 실내설계와 마감, 가구, 조명기구 등에 까지 전반적으로 사용되고 있다.

환경친화 건축이 하이테크 건축에 적용되면서 유기체가 가진 구조를 건축에 도입하게 되었다. 이는 구조와 장식의 합치를 꾀하는 동의 방법으로서 기술의 유기적 측면을 발견하게 되었다.

이러한 원리를 건축에 적용시킨 대표적인 건축가로는 버킨스터 풀러(R.Buckminster Fuller), 아키그램(Archigram)을 거쳐 리처드 로저스(Richard Rogers), 렌조 피아노(Renzo Piano), 노먼 포스터(Norman Foster), 마이클 홉킨스(Michael Hopkins)등을 들 수 있고 이들 건축가들은 하이테크 건축을 건축의 기능, 형태, 구조, 마감재료뿐만 아니라 적극적인 에너지 관리 및 설비 시스템의 표현 등의 영역까지도 확장시킬 수 있음을 시사해 주고 있다.

풀러는 비누거품의 장력이 지니는 강도나 동물, 무기체까지의 형태를 기능적으로 건축에 수용하였으며, “나는 진정한 아름다움이 자연의 체계에 있다는 것을 깨달았다. 왜냐하면 모든 것들이 놀라운 정도로 선명한 정수들의 질서를 띠기 때문이다. 독립된 개체로 있는 것은 없고 만약 자연이 아름답고 단순한 수로 이루어진 이 모든 화합체를 토대로 하고 있다면 이 기본형은 지극히 아주 단순한 체계임에 틀림없다고 생각하며 나는 자연의 이러한 기본형을 발견하는 것을 나의 과제로 삼기로 결정했다.”라고 말한 것처럼 그는 자연의 질서체계를 이해하고 모방적인 해석을 통해 인간적이며 창조적인 과정으로 옮겨, 유용한 것으로 변형시키고자 했다. 그는 자연에서 비롯된 기본형을 바탕으로 한 단순한 기하학을 건축에 도입하여 건축학에 있어서 역동적 조형성을 표현하였다.

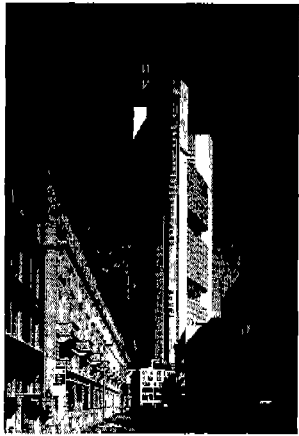


<그림 5> R. Buckminster Fuller, Geodesic Dome, Montreal, Canada, 1967

파올로 솔레리(Paolo Soleri)는 유기적 성장을 건축에 도입하

3)조성룡, 피에르 샤로우와 하이테크, 월간플러스, p.163  
4)Peter Buchanan, ‘High-Tech: Another British Throughbred’, A. Review, July 1983, p.15

여 끊임없는 공상상의 거대구조(Megastructure)로 표현했다. 또한 그는 물리적 과학의 적용보다는 유추에 의한 논리로 구성하였으며, 그 기본적인 유추는 그가 자연에서 느낀 간결함이었다. 아콜로지(Arcology, Architecture+Ecology)는 자연환경에 대하여 한층 더 기능적이어서 예민한 도시형태를 만들어 내는 것을 목적으로 하며, 주민을 위하여 한층 더 생동감있게 하고 또 책임 있는 경관을 제공하는 것을 목적으로 한다.



<그림 6> Norman Foster, Commerzbank, Frankfurt, Germany, 1997

인간과 자연을 조화시킨 '대체 에너지 기술'과 토착 노동력을 이용한 집약적인 건축기술의 이용을 제한한 노먼 포스터는 새로운 공간의 기술적 해결, 기계의 미학과 사회 변화에의 대응 등 미래를 미리 내다보는 낙천적인 성격과 환경친화적으로의 접근, 공사영역의 현명한 균형, 기존의 부지와 지역환경에 대한 배려를 하며 렌조 피아노(Renzo Piano)는 외부에 노출된 기계설비들을 갖는 박스형태를 설계하기보다는 건설의 개방시스템에서 건물의

구조와 외피를 완전히 융통성있는 구조로 축소시켜 환경과의 일치를 꾀하는 작업에 열중하였다. 피아노의 건물은 결코 자연 형태에서 유추된 것이 아닌 적용의 결과라고 할 수 있다.

리차드 로저스(Richard Rogers)의 건물의 설비와 구조는 대부분 장식이나 조각의 형태로 항상 외부에 노출되어 있다. 그것은 모든 건축요소들이 솔직함을 나타내는 것이며 조직 자체의 정직한 표현이다. 또한 공간의 오픈 시스템을 통해 가변적 융통성(Flexibility)과 자유로움을 부여하는 유기적 원리와의 통합을 시도하였다.

#### 4. 환경친화적 하이테크건축의 기술적 계획 요소

##### 4.1. 자연환기

인간은 일반적으로 하루 24시간 중 80% 이상을 실내에서 생활하며 실내공기는 한정된 공간에서 오염된 공기가 인공적인 설비를 통하여 계속적으로 순환되면서 그 농도가 증가된다. 이로 볼 때 실내공간이 오염되었을 경우 인체에 미치는 영향이 대기오염의 영향보다 더욱 크다.

환기는 인간의 쾌적성에 중요한 역할을 한다. 인체의 발열을 도울 뿐 아니라 실내의 수분을 제거하고, 증발냉각을 도모하며, 이산화탄소, 박테리아와 같은 오염물질이 축적되는 것을 막아 준다.

환기에는 자연환기와 강제환기가 있는데 자연환기(Natural Ventilation)는 건물의 틈새를 통해 자연적으로 누입, 누출되는 공기의 이동(Air Leakage)과 창문, 문, 통풍구를 열고 닫음으로써 공기의 유입, 유출이 이루어지는 것을 말한다. 날씨 또는 건물내외의 압력차이는 건물에서 미세한 양의 공기가 환기되는 누입, 누출에 영향을 미친다. 강제환기(기계적 환기)는 전기구동 환풍기(송풍기)에 의해 공기가 공급되는 것을 말한다. 이러한 환풍기는 가끔 공기조절 시스템의 한 부분이 되거나 환풍기 단독으로 공기를 공급(급기)하거나, 외부로 공기를 배출(배기)하거나, 급 배기를 동시에 하는 등 용도가 조금씩 다르다.<sup>5)</sup>

자연환기는 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 바람에 의한 환기와 굴뚝효과에 의한 환기이다. 바람에 의한 환기는 압력차에 따른 공기의 흐름을 이용하는 것으로 0.25m/s 이하의 공기는 사람이 느끼지 못하며, 0.25m/s - 0.5m/s 기류속도에서 가장 쾌적함을 느끼게 된다. 굴뚝효과에 의한 환기는 건물의 실내외 온도차에 의해 비중이 낮아진 공기의 부양력(buoyancy)에 의해 발생한다.<sup>6)</sup>

자연환기를 적극적으로 도입한 현대건축의 예로는 독일의 함부르크(Hamburg)에 있는 Tchibo Holding AG 빌딩을 들 수 있다.

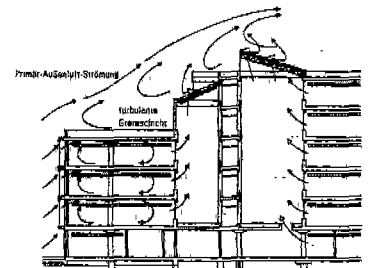
이 지역의 주 풍향인 서쪽에서 바람이 불어 올 경우의 환기 효과를 풍동실험(Wind Tunnel Test)을 통하여 분석한 결과 그림과 같은 자연환기의 가능성을 보이고 있다.

<그림7>에서는 Tchibo Holding AG 빌딩의 중정 상층부와 각 사무공간의 실내 모습을 보여주고 있는데 사무공간으로부터



<그림 7> 건물의 중정 상층부

중정 부분으로 공기를 유입한 후 상부로 배출시키기 위한 자연환기의 개념을 볼 수 있으며 지붕을 개폐할 수 있게 설계함으로써 외기의 상태에 따라 기류조절이 가능하도록 계획하였다. 또한 외기에 면한 사무공간의 상부 창과 하부 창을 두어 외부의 바람이 온화할 경우 하부 창을 통하여 외기를 직접 유입할 수 있으며 외부의 바람이 강하게 불 경우에는 상부 창을 통하여 바람을 유입한 후 천장에 설치된 구조물에 의해 기류를



<그림 8> 자연환기 개념도

5)임상훈, 그린에너지 공법과 건강건축, 1995, pp.77-78

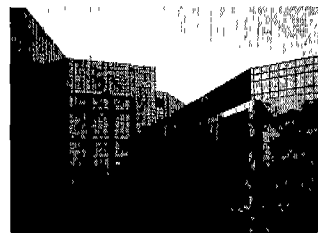
6)이승복, 환경의 위기와 건축의 대응, 이상건축, 99.10., p.157

조절할 수 있도록 세심하게 배려하고 있음을 볼 수 있다.

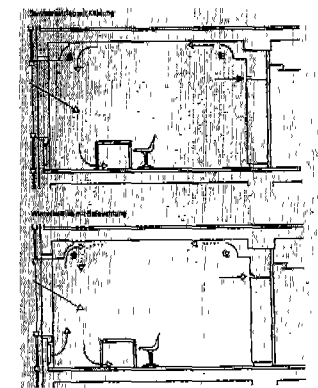
#### 4.2. 축열 · 냉각효과

건물의 열적특성은 크게 단열·기밀성, 일사취득성, 축열성의 3가지가 있다. 외벽이나 지붕의 단열두께를 두껍게하고 창을 복층 유리로 하여 건물의 틈새를 가능한 작게 하여 단열·기밀성을 높이면, 옥외기상의 영향을 적게 받으며 동시에 외부로의 열 손실을 적게 할 수 있다. 또 남향으로 창을 크게 설치한다거나 천창(Top Light)을 설치하면 일사 취득성이 향상된다. 콘크리트와 같이 열 용량이 큰 재료로 건물을 지으면 축열성이 높아져서 실온의 안정성을 얻을 수 있다.<sup>7)</sup>

건물의 열용량과 구조체의 적절한 계획은 환경친화건축에서 중요하게 고려해야하는 내용이다. 건물구조체의 열용량은 냉방부하(冷房負荷)<sup>8)</sup>를 줄이고, 온도의 변화폭을 최소화함으로써 안정적인 실내환경을 유지하는데 결정적으로 기여한다. 구조체의 열용량이 클수록 자연효과가 길어지고 실내기온의 변화폭이 감소하며 여름철 야간통풍을 병행할 경우 실내기온이 약 2K - 6K정도 추가로 낮아짐으로써 냉방부하를 줄이는데 매우 효과적인 수단으로 평가되고 있다. 이처럼 축열과 야간통풍방식을



<그림 9> Nägele, Hofmann, Tiedemann, Triton-Haus, Frankfurt



<그림 10> 환기설비의 개요적인 그림

통하여 냉방부하를 줄임으로써 공조시스템에 대한 초기투자비용의 감소는 물론 에너지 비용을 최소화하려는 노력이 적극적으로 시도되고 있다.<sup>9)</sup> <그림9>은 중량 구조체 건물의 예로서 Frankfurt(Triton-Haus)에 독일 은행이 입주해 있는 사무실 건물이다. 이 건물은 중간 정도의 축열체와 고축열체로 이루어진 건물로 <그림10>에서 보는 바와 같이 여름철 축열 성능을 이용한 공기의 냉각 방식을 채택하고 있다. 이 건물은 또한 축열체의 성능을 높이기 위해 천장 마감 부분은 생략되었고 천장 두께를 최대 22cm-25cm 까지 높였다. 축열 효과가 제약되지 않게 메 달려 있는 천

장 구조를 하지 않았다. 채광을 위해 코브 조명(cove light)을 통해 간접조명을 하였으며, 각 실마다 소음을 흡수하는 벨루어 카펫트를 깔았다. 여름에는 낮에 축열 효과를 높이기 위해 밤에도 3배 정도의 환기가 기계에 의해 이뤄진다. 방들 사이의 벽은 가벼운 파티션으로 되어있다.

#### 4.3. 건물의 외피 구조

건물의 외피구조는 건물의 외관을 결정할 뿐 아니라 반드시 해결되어야 하는 다양한 기능, 즉 일사 유입, 열 손실/열 획득, 외기의 유입이나 풍압계수의 분포, 그리고 더 나아가 에너지 보전의 측면에서도 중요한 역할을 한다. 이러한 에너지 보전의 측면을 고려한 입면 계획은 매우 복잡하고 중요한 사항이다. 입면 구조체와 에너지 투과율은 건물의 냉방 측면에 있어서 지속적인 절약 효과를 제공할 수 있다.

현재의 유리 산업이 발전하면서 전자 광학적인 유리 시스템이 개발되어 Gasochrome 혹은 Electrochrome 유리창이 개발되어 어느 정도는 이상적인 입면이 실현되고 있다. 하지만 현재의 개발 단계에서는 아직 많은 부분에서 개발의 여지가 있으며, 여전히 전통적인 재료를 이용한 비효율적인 건물이 지어지고 있는 실정이다.

1993년 독일 Stuttgart, IGA(Internationalen Gartenbauausstellung)에서 새로운 개념의 외피구조를 선보였는데 HHS(Hegger, Hegger-Luhnen and Schleiff, Kassel)와 BDA의 공동 설계로 한 주택트롭으로 HDS(Holographic Diffractive Films)라는 유리를 사용하여 태양에너지를 적극 이용하였다.



<그림 11> HHS(Hegger, Hegger-Luhnen and Schleiff, Kassel), Stuttgart, Germany, 1993

그 외에도 다양한 유리를 사용하여 외부의 환경조건 변화에 반응할 수 있는 외피구조들이 있는데 그 중에서 이중외피구조는 환경친화적인 현대건축에서 자주 사용되고 있는 외피구조이다.

이중외피구조(Double-Skin Facade)는 원래의 입면 앞에 또 하나의 유리로 된 입면이라고 정의할 수 있다. 이중외피구조사이의 공간은 대체로 기후영향과 공기의 오염에서 보호하고, 특히 차량이 많은 거리에서 있는 건물에 유용하게 쓰이며 차양과 현광 방지 장치로도 쓰인다.

이중외피구조의 또 다른 장점은 여름에 차양효과인데 태양광선을 흡수하여 이중외피구조사이의 공간에 2차 복사로 방열되기 때문에 그 사이로 굴뚝효과(Stack Effect)<sup>10)</sup>가 생겨 열을 포

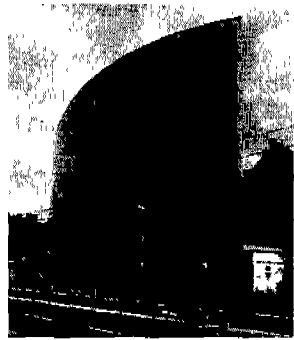
10)굴뚝효과: 폭에 비해 높이가 높은 실내공간에서 실내공기의 온도가 외기 온도보다 높은 경우 위쪽에서 공기가 유출하고 아래쪽에서 유입하는 현상

7)김중수의... 건축환경공학, 시그마프레스, 1998, p.89  
8)냉방부하(冷房負荷, cooling load): 냉방시 제거해야 할 열량, 또는 냉방된 방에 외부에서 침입하는 열량 및 실내에서 발생하는 열량(취득 열량)·송풍기·덕트·배관에서 열량(공기 조화기기 부하)·외기부하·재열부하의 합을 일컫음 - 건축용어대사전에서 발췌  
9)이승복, 환경의 위기와 건축의 대응, 이상건축, 99.10., p.157

합한 공기가 올라간다.

계산상에서 그리고 실제적인 실험에서 자연환기로 25%까지 이중외피구조사이 공간에서 태양광선이 열로 바뀔 수 있다고 판명됐다. 적합한 유리판과 차양장치로 g-values<sup>11)</sup>를 0.10까지만 줄일 수 있다.

한 판이 추가된 유리로 풍압력이 적어지고 이로 인해 안쪽에 있는 고층의 유리창을 열어서 들 수 있다. 외부로부터의 신선한 공기의 유입으로 작업공간의 자연환기가 이뤄지고 그로 인해 일하는 사람들은 쾌적함을 느끼게 된다. 또한 건물의 기술적인 설비와 에너지가 절약되고 이중외피구조는 열 손실까지 절감할 수 있다. 더 나아가 이중외피구조의 가능성은 배기에 의해 열이 에너지로 바뀌는 것이다.



<그림 12> Norman Foster, Business Promotion Center, Duisburg, Germany, 1990-1993

1993년 노먼 포스터경과 에너지 효율성이 높은 건물 시스템 개발에 일가견이 있는 환경공학 및 연구단체인 Kaiser Bautechnik이 공동 설계한 독일 두이스부르크에 있는 산업진흥 센터(the Business Promotion Centre and the Technology Centre)도 이중외피구조 건물의 좋은 예이다.

렌즈 모양의 굽어진 이중외피구조의 이 건물은 안쪽 단열 유리로 된 파사드에서 바깥쪽 단층

유리외피 사이의 거리는 20cm 정도 된다.

안의 외피 유리는 층고 높이의 회전창(side hung window)이 알루미늄 프로필에 달려 있고 이중외피구조 사이의 알루미늄 루버는 컴퓨터로 조절된다. 그 사이에서 데워진 열은 지붕가장자리 사이에 열린 곳으로 나간다. 사무실의 냉방은 천장의 물로 차가워진 공기에 의해 되고, 난방은 파사드쪽에 놓인 60cm 넓이의 바닥 난방(Underfloor Heating)에 의해 된다.

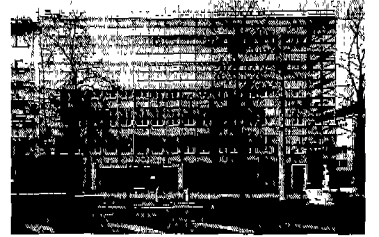
다른 Second Skin Facade 예로는 1993년 스위스 바젤(Basel)에 헤르조과 드 메론(Herzog & de Meuron)에 의해 설계된 보험회사 건물 SUVA가 있다.

이 건물은 원래 있던 건물을 부수고 새로 짓느냐 아니면 있던 건물을 계속 두고 증축을 할 것이냐 하는 두 가지 방법 중에서 후자를 선택한 계획이다. 이 건물은 원래 돌로 마감된 입면(stone facade)의 건물이었고 원래 입면 위에 새로운 second skin으로 원래의 건물과 통일된 모습으로 세워지게 되었다.

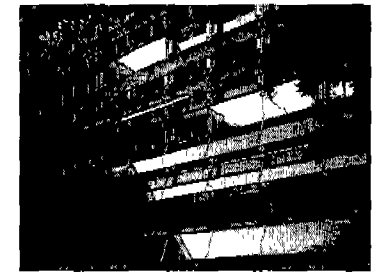
입면을 수직으로 세 부분으로 분할함으로써 창문턱 높이의 외피 창은 사람이 열 수 있는 높이에 두어 환기와 조망을 가능하게 하고 윗 부분의 창은 프리즘이 내재되어 있는 복사유리로

써, 컴퓨터로 조절하여 자연채광의 적극적 유입을 유도한다. 그리고 나머지는 photovoltaic에 의한 전기에너지의 생산 등 건물 외피를 통하여 다양한 기능을 수행할 수 있게 디자인되었다.

이 창은 사무실로 직접 햇빛이 들지 못하게 하는 차양효과를 하며 맨 밑 부분의 유리는 기후 공학적인 기능(Klimatechnische Funktion)을 가지고 있다. 겨울에는 대부분 닫혀있어서 창문턱 앞에서 공기쿠션(Buffer Air) 역할을 한다. 여름에는 옛날 건물의 돌 입면이 열에 의해 데워 지는 것을 막고 자연스러운 냉각을 유지하기 위해 열어둔다. 이러한 이중외피 요소는 태양의 궤적, 외기 온도, 그리고 하루중 시간에 따라 조절되며, 경우에 따라서는 바람의 방향이나 강도와 같은 요소를 고려하여 제어할 수 있다.



<그림 13> Herzog & De Meuron, SUVA, Basel, Swiss, 1991-1993



<그림 14> SUVA의 입면

#### 4.4. 아트트리움(Atrium)의 사용

아트트리움이란 어떤 공간을 연결시키거나 겹치는 패턴에 의해 결정되는 빈 공간이며 큰 입구 공간, 초점으로서의 중정(中庭), 셀터형 반(半) 공적인 공간으로서 2,000년의 역사를 갖고 있다.

아트트리움은 조적조와 목구조 기술의 한계 속에서도 발전해 왔으며 지중해 및 중동 건축의 중심 건축이 되었다. 산업 혁명 이후 서구 건축은 유리와 철의 기술을 이용하여 커버가 있는 중정·아케이드·온실을 발전시키게 된다. 아트트리움은 사람들이 건물 속을 다닐 때 감성적인 체험을 느끼도록 하며 건물이용자들이 자연스럽게 위치와 방향을 알 수 있으며 건물의 외피와 내부공간 사이의 관계를 연구함으로써 부지가 기후로부터 받는 영향을 완화시켜 많은 비용이 드는 에너지 사용을 감소시킬 수 있다.

아트트리움의 배치는 아트트리움내에 집열을 할 것인가, 아니면 열을 냉각시킬 것인가 하는 문제뿐만 아니라, 나아가서는 그 고장의 기후에 따라서 결정된다. 건물이 어느 위도에 위치하는가에 관계없이 빛은 위에서부터 받아들일 수 있기 때문에 채광

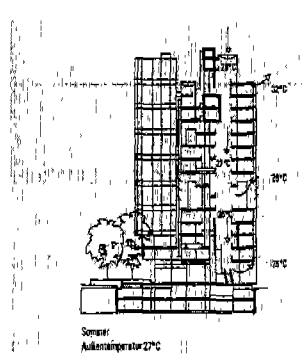


<그림 15> Pysall, Stahrenberg + Partner, DAK, Hamburg

11)g-value: 전체 태양 에너지 전달율

상 가장 경제적인 수단은 천창 채광이다. 난방을 위해 천창으로부터 태양광을 받아들이는 것은 간단하지만 천창을 이용하여 가장 잘 집열할 수 있는 때는 열이 가장 불필요한 여름철이다. 일반적으로 서늘한 지역에서는 태양광을 유입하고 따뜻한 지역에서는 태양광을 차단한다. 열이 과잉되는 경우에는 건물의 평면 깊이와 기후에 상관없이 반드시 태양광을 차단하여야 한다.

아트리움은 쾌적성에 기여하는 것과 대립되는 것, 2가지 자연현상을 지니고 있다. 즉 온실 효과와 굴뚝 효과이다. 온실 효과는 태양으로부터의 짧은 파장인 열선이 유리를 투과하여 내부의 표면을 따뜻하게 만드는 데에서 생긴다. 따뜻해진 표면으로부터 재 방사되는 파장은



<그림 16> 여름의 자연환기 개념도

로부터 재 방사되는 파장은 길기 때문에 유리를 투과하지 못한다. 태양열은 이렇게 실내에 집열되어 겨울에는 플러스, 여름에는 마이너스의 영향을 미친다. 굴뚝 효과는 고도차(高度差)에 의한 압력 작용의 차이로 인해 발생된다. 사방이 차단된 공간에서 공기는 항상 아래쪽 개구부로부터 위쪽 개구부로 흐르며, 개구부로 부는 바람은 흡입효과를 조장한다. 온실 효과에 의해 따뜻해진 공기의 부력과 어울려 층고가 높고 차단된 공간에서는 온도차로 인한 공기의 성층(成層)이 만들어지고, 개구가 있으면 마찬가지로 강한 상승 기류가 발생된다. 이러한 2가지 효과를 이용하면 실내 기후를 비교적 쉽게 조절 할 수 있다.

## 5. 결론

세계적으로 환경에 대한 관심이 높아져 있고 국내에서도 최근 들어 '환경'이라는 단어가 안들어지면 말이 안될 정도로 환경에 대해 관심이 고조되어 있다.

또한 에너지 공급이 둔화되고 에너지 수요가 증가함으로 에너지 가격에 대한 부담이 커짐으로 환경문제에 하나의 대안으로 에너지효율도 강조되고 있다.

이러한 시점에서 건축분야에서도 환경문제와 생태계의 파괴에 대응하는 대안적 건축운동으로 환경친화적 건축, 지속가능한 건축, 환경공생이라는 논의가 나타나게 되었다.

인간이 살아가는데 가장 기본을 이루는 '주'인 건축이 환경을 거스르지 않고 환경에 친화하며 지속가능함을 이루는 것이 당연한 것인데 지금에 와서야 하나의 대안으로 나타난다는 것이 늦은 감이 없지 않다.

본 연구에서는 1. 환경친화 건축의 정의를 유사 개념의 정의

와 함께 살펴봄으로써 환경친화 건축의 이해를 돕고 환경친화 건축이 대동하게된 건축사적인 배경을 통해 현대건축에서 특히 하이테크건축에서 나타난 환경친화 건축에 대해서 살펴보았다.

2. 현대 하이테크건축 중에서도 환경과 친화하고 지속가능한 건축을 이룰 수 있는 기술적인 요소이며 적극적인 실천방법인 자연환기, 축열, 냉각효과, 건물의 외피구조, 아트리움의 사용 등을 살펴보았다.

위와 같은 환경친화적인 기술적 계획요소들을 하이테크건축에 적용하였을 때 오늘날 새로운 분야인 환경친화적인 하이테크건축으로 나타나고 있는 것을 많은 사례들을 통해서 볼 수 있다. 이러한 기술적 계획요소들은 이론으로만 그칠 것이 아니라 더욱 깊은 연구를 통해 오늘날 우리가 직면하고 있는 문제에 대해 새로운 접근을 시도하여 환경과 친화하고 지속가능한 건축을 이루는 것이 현대건축인 21세기 건축이 나아 가야할 방향이다.

## 참고문헌

1. Klaus Daniels, The Technology of Ecological Building, Birkhauser, 1995
2. Thomas Herzog, Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Prestel, 1998
3. Norman Forster a global Architecture, Martin Pawley, Thames & Hudson, 1999
4. Andrea Compagno, Intelligent Glass Fassade, Birkhauser, 1996
5. P. und M. Krusche, Ökologisches Bauen, Bauverlag, 1982
6. 임상훈, 그린에너지공법과 건강건축, 형제사, 1995
7. 전채휘, 자연환경과 건축 디자인, 기문당, 1999
8. 대한 건축 학회편, 건축환경계획, 기문당, 1995
9. 김종수외..., 건축환경공학, 시그마프레스, 1998
10. Richard Saxon, 아트리움건축, 기문당, 1994
11. 김성호, 현대건축사고론, spacetime, 1998
12. 건축 9712, 9809
13. 건축과 환경 9706
14. 이상건축 9712, 9910
15. Glasforum 9503
16. 박상동, 신기식, 그린빌딩 기술동향과 사례, 설비
17. 김현수, 환경친화적 도시건축 기술개발, 현대 환경 연구원
18. 이대우, 환경과 건축, 현대 환경 연구원
19. 윤용진, 자연에너지를 이용한 생태적 건축계획, 한국에너지 기술 연구소, 2000
20. 동아일보 매거진 과학동아 9905
21. 김유정, 현대 건축에 나타난 생태학적 공간 구성에 관한 연구, 홍대석론, 2000

## 인터넷 참고 사이트

1. <http://eco-zone.co.kr>
2. <http://ecohouse.jugong.co.kr>
3. <http://www.kier.re.kr>
4. <http://www.usgbc.org>
5. <http://www.kict.re.kr/arch/shkim/main.htm>

<접수 : 2001. 5. 2>