

## 生態學的 側面에서 본 學校建築計劃

## Ecology and Educational Facilities Planning

金 秉 宣\*

Kim, Byung-Sun

학교건축은 특성상 다른 공간에 비해 녹지공간을 포함한 자연환경의 비율이 높으며 건축물은 시간대, 또는 계절에 따라 그 사용율이 변화한다. 그래서, 학교건축을 최근 관심이 집중되는 생태건축의 관점인 자연 생태계의 일부로 보고, 생태계와의 상호작용의 시각에서 조망하는 일은 경제성과 기능성 측면에서도 의미를 찾을 수 있다. 이 글에서는 생태건축의 개념을 통하여 순환구조를 가지는 건축물의 라이프사이클을 파악하고, 순환사용패턴을 도입한 디자인요소를 정리하여, 그 요소들이 학교건축에 적용된 실제사례를 비추어 이 생태건축을 고려한 학교건축의 방향을 제시하고자 한다.

## 1. 생태건축의 개념

1960년대 이후 전세계적으로 지구 환경에 대한 관심이 고조되면서 환경문제에 대한 건축적 요구로 등장한 생태건축은 건축을 단순한 시각적 대상물이 아닌 자연 생태계의 일부로서 고려해야 한다는 주장아래 건축과 환경의 생태학적 상호작용에 관한 연구분야이다. 생태건축은 유기체와 주변 환경과의 균형 및 조화라는 생태학적 이론과 지구 생태계 보존을 위한 범지구적 생태주의 운동을 배경으로 성립되었으며, 인간과 자연 및 건축의 유기적 관계 회복을 목표로 한다.

최근 들어 이러한 생태건축적 흐름들로 이해될 수 있는 다양한 건축적 시도들로, '환경친화적'이며 '지속가능한' 건축을 표방하며 등장한 녹색건축(Green Architecture), 환경건축(Environmental Architecture), 자연건축(Natural Architecture), 지구건축(Earth Architecture), 생기후 건축(Bioclimatic Architecture) 등이 현실화되고 있다.

생태건축은 대지에 대한 건축물의 공간적인 영향과 생태계와의 상호작용뿐만 아니라, 체계적이고 물리적인 구조와 형태디자인에 사용되는 물질과 에너지의 상호작용, 건물이 환경에 영향을 미치는 과정과 형태, 생태계의 상호작용에 대한 반응 등을 고려하고 있다.

생태건축은 가능한 한 건축물이 생태계에 끼치는 역효과를 고려하는데 목적이 있으므로 이를 위한 디자인과정으로 분석(analysis), 합성(synthesis), 평가(appraisal)로 나눌 수 있다. 분석(analysis)은 모든 관련 자료의 수집과 관계성, 제한요소, 목적, 기준 등의 수립과 디자인 개념의 구조화를 포함한다. 대개 이런 내용은 기술적인 요인들에 의해 구축되는데 생태학적 특성에 따른 기술적으로 적용 가능한 것들을 살펴보면 <표 1>과 같다.

합성(synthesis)은 디자이너가 결정한 개념들을 물리적인 형태로 조직하는 과정이다. 이 과정에서는 각각의 요구와 상호중요성에 따라 적절하고 균형있는 디자인이 강조된다. 디자이너는 형태를 결정하기 전에 문제가 되는 사항을

\* 정희원, 연세대학교 건축공학부 교수

표 1. 생태건축의 설계요소와 기술적용

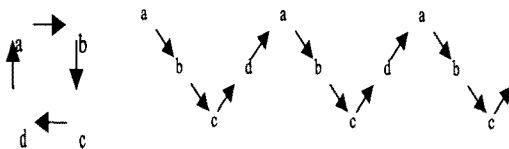
구분	생태학적 내용	고려되는 설계요소	기술적 적용
재료선택	· 재료와 구조에 따른 에너지와 자원의 감소 · 대지의 재료와 구조형태의 생태계의 영향 · 인간의 행동과 활동의 생태계의 영향	· 지역성 재료 사용 · 재사용 쉬운 물리적 디자인 · 수명 오래가고 다방면 사용 가능한 디자인 · 하위레벨에서 재사용 가능한 디자인	· 분해 가능한 구조물, 재사용 가능한 시스템 · 재생 가능한 재료 · 미생물로 분해되는 재료 · 저에너지소비, 저공해 형태의 재료
시스템선택	· 생산, 건설, 운영, 철거시 에너지와 자원 감소 · 라이프사이클동안의 배출물 책임 · 대지의 생태계 영향 · 인간 행동과 활동의 생태계 영향	· 순환되는 에너지와 자원 사용 · 시스템의 소비를 줄임 · 사용되는 에너지와 자원을 최대한 이용 · 배출물과 생태계와 융합시킴 · 건물환경의 재사용	· 순환되는 에너지 자원 (태양에너지, 풍력) · 효과적이고 기술적인 생태시스템 · 재활용과 재순환시스템 · 생태계와 공생하는 시스템 디자인
형태	· 대지의 생태계 영향	· 생태적인 영향 최소화	· 대지분석에 생태계분석 포함.

내용으로 하는 설명서를 작성하여 서로의 상호 관계를 조직화할 수 있도록 하고, 설명서는 사진, 상황, 관계성 등 필수적인 특징들을 내용으로 하여 연관되는 관계들을 나타낼 수 있다.

평가(appraisal)는 디자이너가 제시한 해결방법의 질을 판단하는 것으로 모델을 만들거나 물리적인 측정을 통해서 이루어질 수 있다. 생태디자인에서 가장 중요한 평가요소는 생태계 유해요소와의 충격을 최소화하거나 완화시켜, 생태계와 완전한 균형관계성립을 위해 디자인요소들을 통합하는 것이다.

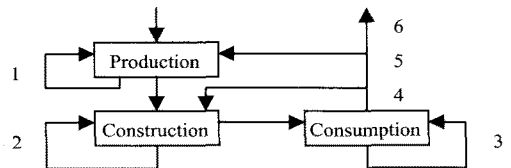
## 2. 건축환경의 라이프사이클

건축환경의 재료의 순환은 성장(growth)과 퇴화(decay)라는 서로 상반되는 단순한 사이클로 표현될 수 있다. 건축환경에서의 에너지와 자재의 관리는 계획 시스템의 총 라이프사이클을 통한 디자이너에 의하여 반드시 고려되어야 한다. 이를 통하여 그 동안 디자이너들이 건축환경의 초기비용만을 중시하여온 오류를 극복할 수 있다. 순환패턴은 연속적인 변형과정으로 볼 수 있다. a, b, c, d 의 네 가지 상태가 a-b-c-d-a-b-.....의 변형과정으로 이루어진다면 연속적으로 순환되는 과정이 되는 것이다. 이것에 시간범위를 고려하여 볼 수도 있다.



건축환경에서 재료의 흐름은 extraction → transport → processing → use → recycling → disposal의 순환으로 이루어진다. 따라서 건축환경의 순환은 다음과 같은 단계로 구조화할 수 있다.

- 1) 생산단계 (production phase): 원자재와 에너지 형태가 건축환경에 이용되기 위한 추출(extraction), 준비(preparation), 분배(distribution)가 포함된다.
- 2) 시공단계 (construction phase): 건축환경 공간 내에서 일어나는 과정과 행위로, 건물요소간의 조립, 시공행위, 사용되는 재료와 에너지 형태, 생산과정이 모두 포함된다.



1. 생산과정에서의 회복
2. 시공과정에서 잔여물의 회복
3. 소비과정에서의 회복
4. 소비재의 시공과정으로의 회복
5. 소비재의 생산과정으로의 회복
6. 다른용도로의 회복

그림 1. 건축환경의 순환사이클

- 3) 운영 및 소비단계 (operation & consumption): 건축 후에 일어나는 건축환경과 사용자들의 행위와 과정들로 이루어지며, 이는 건축물의 소비과정을 크게 변화시키고 유지하는 작용이 포함된다.
- 4) 회복단계 (recovery phase): 자재의 순환적인 사용과 순환에 밀접하게 일어나는 행위와 과정으로 이루어지며, 철거, 해체, 재개발, 재순환, 재사용과 재생산과정 및 생태계의 복구과정이 포함된다.

이러한 순환적인 사용패턴을 통하여 건축환경내의 각 구성요소간에 일어나는 내부 생태계의 상호의존과 문제들을 인식할 수 있다. 건물에서 사용되는 모든 요소의 생태학적 의미와 상호작용이 명확해진다면, 디자이너는 각 요소들이 원재료로 되돌아가는 과정과 사용되는 모든 재료와 에너지가 폐기물의 생산을 줄이고 생태환경의 2차적인 문제들을 최소로 하는 과정을 각 단계에서 고려하게 될 것이다.

디자인 작업은 모든 것이 재순환되고 재사용되어 평형상태가 전제가 되어야 한다는 것은 아니다. 이는 실질적으로 불가능하며 모든 디자인 상황에 비해 바람직하지 못하다. 그러나 환경문제가 더 야기되지 않도록 하고, 생태계 공간적 문제를 최소화하여 생태계의 안정을 되찾게 함으로써, 모든 에너지와 자원의 소모량과 손실을 최소화하도록 하는 이상적인 순환패턴이 디자인의 최후의 궁극적인 목표임을 디자이너는 인식해야 할 것이다.

### 3. 순환사용패턴을 위한 디자인

건축물은 건축환경 내에서 디자이너가 에너지와 재료의 사용패턴을 고려하여 결정하는 특수한 결과물이다. 건축환경 내에서 순환적인 사용패턴을 위해 디자인하는 것은 많은 요인들과 관련되어 있다.

#### 1) 재활에 드는 에너지와 재료의 비용

대형건물의 디자인에서 시공의 용이함과 효율성의 측면에서는 절대적인 고려가 이루어지지만, 이를 철거하는데 요구되는 것들에 대한 고려는 간과되고 있으며, 건물구성요소들의 경제적 수명이 계속 짧아짐에도 불구하고 여전히 영구적으로

건축되어지는 경향이다. 디자인 과정에서 반드시 필요한 것은 건축 시스템을 철거하고 이를 재활용하고 재순환시키기 위해서 에너지와 재료의 투입과 폐기물에 대한 인식이다. 재료를 사용하는 기준을 설정하기 위해서는 재활에 필요한 에너지와 재료들의 추가적인 비용을 하나의 기준으로 설정해야 한다.

#### 2) 철거와 재활에 따른 생태계영향

건물의 파괴, 철거, 재활의 과정에서 일어날 수 있는 생태계의 문제에 대해 고려할 필요가 있다. 중장비에 의한 건물철거는 주변 생태계에 유해한 영향을 미칠 수 있으며, 어떠한 재활과정도 그러한 배려를 위한 과정이 요구될 것이다.

#### 3) 재활과정에 의한 방출과 결과물

순환적인 사용패턴에서의 방출과 결과물도 역시 고려되어야 하며 디자이너는 이러한 것이 환경에 새로운 오염물질을 유입시키는 결과를 낳지 않도록 해야 할 것이다.

#### 4) 건축환경에서 사용되는 재료의 형태

재료의 재활에는 재료생산물의 회소성, 풍부함, 생산의 용이함 등과 관련이 있다. 금은 회소성으로 금전적 가치가 있기 때문에 재활용되는 것이 당연하고, 널리 존재하는 알루미늄은 생산시 많은 에너지 비용이 들지만 적은 비용으로 재활용이 가능하므로 재활용이 필수적이다.

#### 5) 시공의 형태

시공의 형태와 사용구조에 따라 건물의 철거와 재활의 용이성이 결정된다. 건물에서 사용된 스틸은 철거 후에 다른 용도로 사용하기 위해 수집이 가능하지만, 화학적 반응을 수반하는 철근 콘크리트 구조물은 최초의 구성물인 모래, 시멘트, 철근으로 분리되어질 수 없으며 형태로만 이용 가능하다. 시공과 접합이 기계적인 체계로 이루어진 건물에서의 재활용이 훨씬 용이하며 물리-화학적 체계에 의한 건물은 재활 가능성이 떨어진다.

건물의 철거와 복구는 용이성과 경제성이 다르므로, 복구에 드는 에너지와 자원의 추가소비, 재활과정이 환경에 미치는 영향, 건축물에서 낭비되는 자원의 정도 등에 대한 기준 설정이 필요하다.

6) 철거와 해체의 방법

해체되는 건물 구성요소들을 재사용하기 위해서는 물리적으로 좋은 상태이거나, 보수가능해야 하며, 새로운 치수, 형태, 구성방법 등이 사용에 적합해야 한다. 따라서, 건축물의 재활을 목적으로 하는 디자인에서 고려해야 하는 것은 철거와 해체의 방법이다. 복합구성체를 그대로 복구해야 하는지 아니면 재생산하기 위해서 각각의 구성 요소들을 재활해야 하는지에 따라 다양하게 결정될 수 있다. 건물의 철거는 디자인과 시공 그리고 재활과정들을 서로 연관시킴으로써 효과를 얻을 수 있다.

7) 재활생산품의 사용과 요구

건축물의 구성 요소들을 디자인하는데 있어서 자원의 재활을 염두에 둔다면 앞으로 재활생산품의 계속적인 관계와 사용을 미리 고려해야 하고, 미래에 사용되는 시스템에 대해서 적합성 여부를 고려하여야 한다. 앞으로 널리 사용되는 재료들과 관계를 가지지 못한다면 오히려 재활의 건축은 낭비적인 결과를 가져온다. 건물 요소의 재활 과정에서 지리학적 복잡성은 재활의 패턴이 복잡해서라기보다는 많은 자원을 요구하는 건물 디자인 과정이 복잡한데서 기인한다. 조각 조각으로 된 자원들은 양적으로 너무 적고 재활 생산품 시장이 존재하기 힘들 수도 있기 때문에 재사용이 힘들다.

8) 지원시스템의 선택

건축 환경에 폐적성과 필요한 자원을 제공하는

환경보조시스템들의 유형은 건축환경의 사용연 동안 에너지와 자원의 소비를 줄이도록 디자인되어진다. 환경을 유지시키는 시스템은 본질적으로 순환적이거나 자원과 소모품의 소비를 줄이도록 선택되거나 디자인되어야 하는데, 생태학적 접근에서 디자이너는 시스템이 사용자에게 양도된 후에 일어나는 문제에 까지 인식하고 책임을 가져야만 한다. 이상적으로 디자인된 시스템은 어떻게, 또 어떠한 환경 비용으로 건축될 수 있는 지뿐만 아니라, 어떤 환경비용으로 관리되며, 후에 버려지는 것은 무엇인지에 대해 디자이너가 구체화할 수 있어야 한다.

4. 적용사례

· Triple Sports Hall for the School in Kinkplatz, Vienna Triple Sports Hall은 경사지에 7m깊이로 sunken되었다. 건물은 유리로 되어서 전경을 실내로 확장시키고 열차단 효과를 위한 이중층으로 되어있다. 바깥층은 녹색기름기 가 먼 필터가 들어간 안전유리이고, 내부층은 투과성이 적은 안전유리로 되어 있다. 통풍시설이 잘 되어서 여름의 과열을 막아주고 지중벽의 효과도 좋다.

· Lycee Polyvalent, Frejus(France)

더운 기후를 위한 통풍은 아랍의 전통적인 건축에서 사용된 기술을 이용한다. 콘크리트 구조체는 온도변화를 흡수하는 역할을 하고 건물의



그림 2. Triple Sports Hall for the School in Kinkplatz

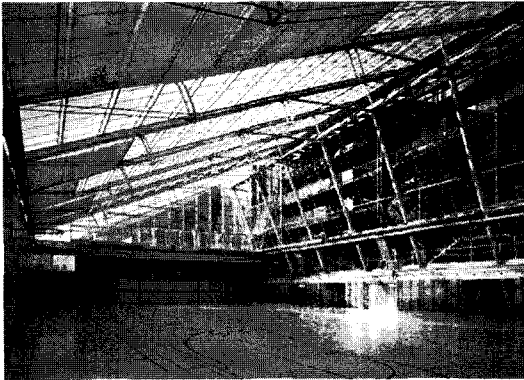


그림 3. Triple Sports Hall의 내부

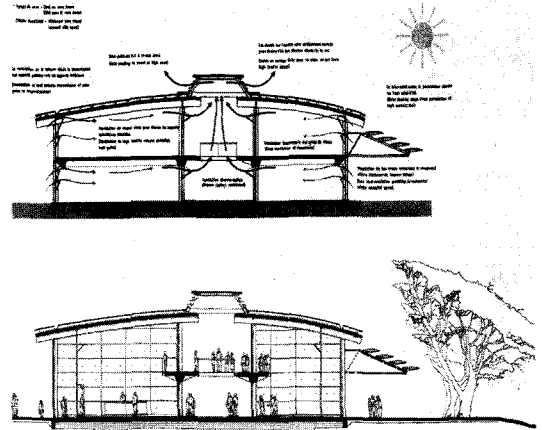


그림 5. Lycee polyvalent의 단면

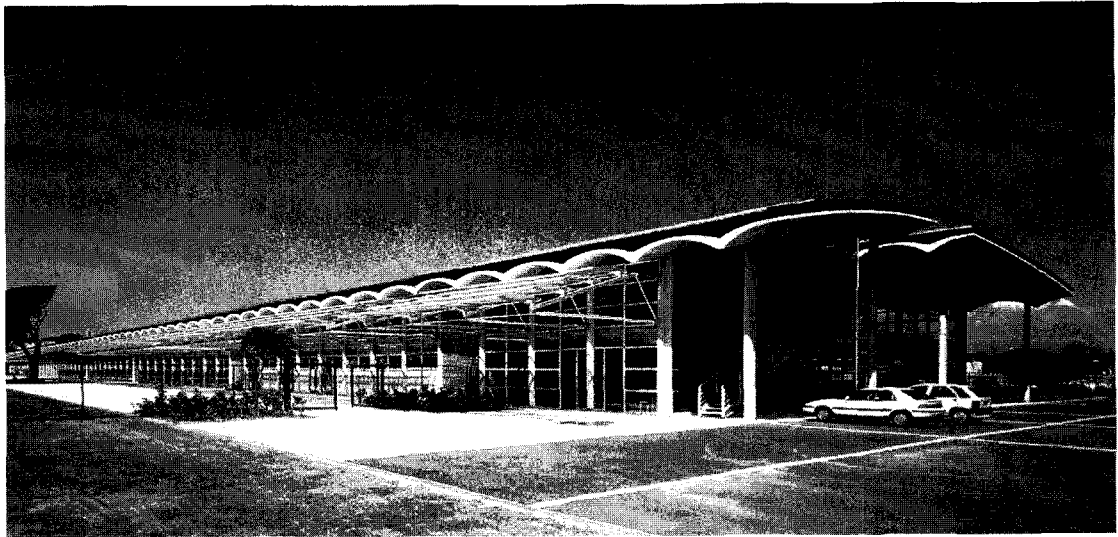


그림 4. Lycee polyvalent

· Sports Centre, Odenwald School(Germany)

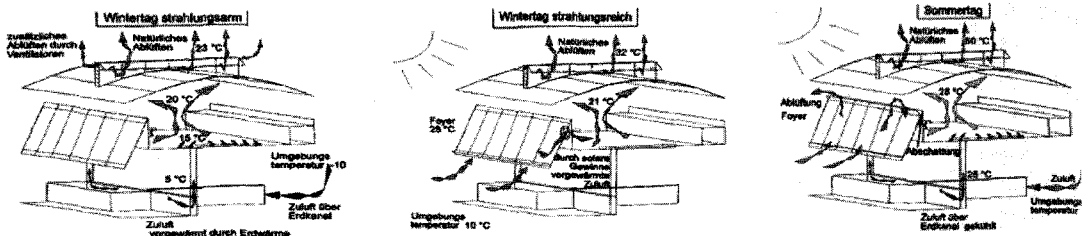


그림 6. Sports Centre의 계절별 기능도

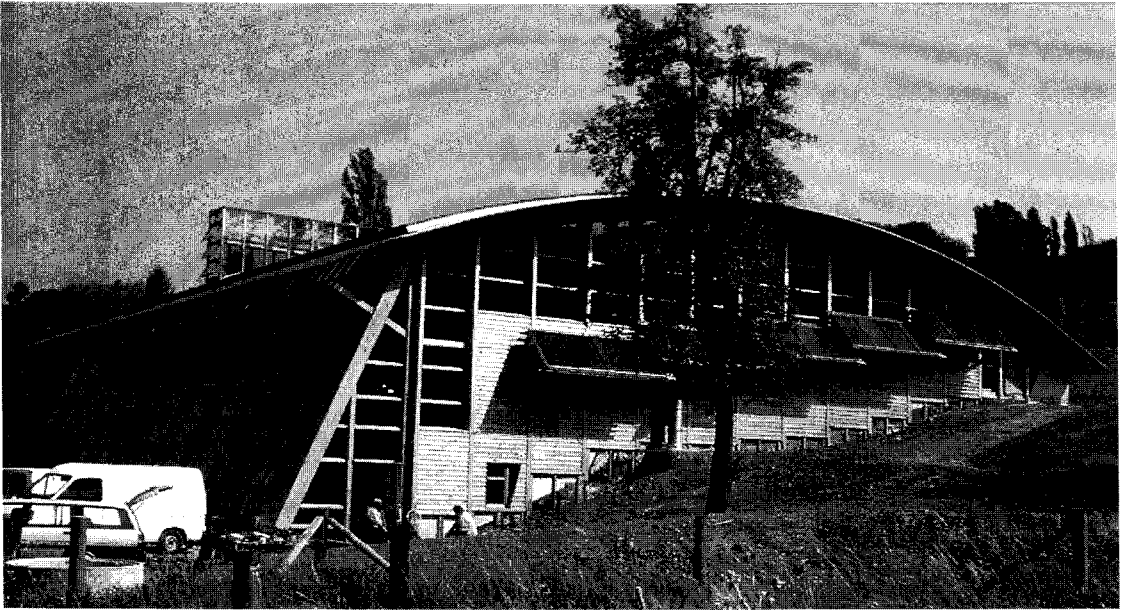


그림 7. Sports Centrs

형태는 자연적인 통풍을 유도한다. 내부의 긴 복도는 공기의 흐름을 유도하는 굴뚝효과를 가져오고 남쪽의 입면의 셰이드 장치는 전통건축의 특징을 나타낸다.

이 건물은 투자비용을 최소화하고 유지비를 줄이는 데 목적을 두었다. 유리구조는 움직이는 커튼 역할을 하고 천장은 자연의 통풍효과를 가져온다. 나무널바닥의 고정물은 훌륭한 덩트를 제공한다.

· International School, Lyon

공용부분은 전통 유리 시스템에 의해 여름에는 완전히 개방되고, 교실의 동쪽과 남쪽은 태양의 위치에 따라 각도가 변하는 유리로 되어 있으며 빌리지는 내어달린 잔디가 식재된 캐노피로 덮여진다

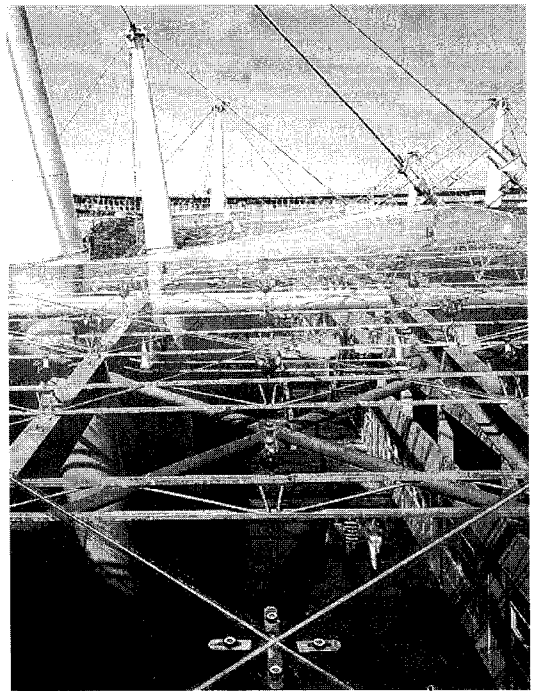


그림 8. International School

· University of Trondheim(Norway)



그림 9. University of Trondheim의 아트리움

개방성, 융통성, 분리성을 주며, 드라마적인 자연환경에 어울리게 수평으로 늘어선 형태를 갖는다. 내부의 아트리움 거리는 교통과 접근의 효과와 함께 일조효과를 준다.

· Queen's Building, De Montfort University, Leicester(Great Britain)

공업기술학교라 열발생이 많으나 자연채광을 최대한 이용하고 자연 통풍을 유도하도록 디자인하고, 건물을 수직으로 나누어 단면을 자유롭게 하였다.

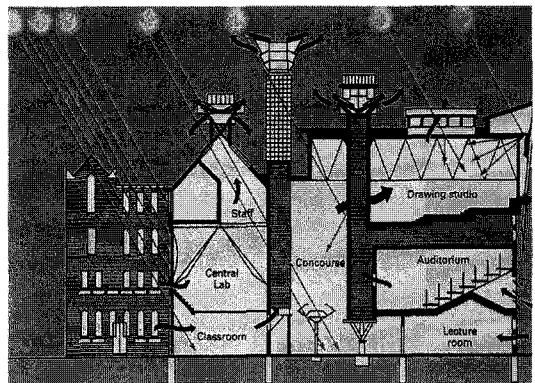


그림 10. Queen's Building, De Montfort University

· Science and Technology Park, Gelsenkirchen(Germany)

호수에 면한 유리 아케이드는 계절에 따라 일조와 통풍의 역할을 변화시키는 시스템으로 되었다.



그림 11. Science and Technology Park

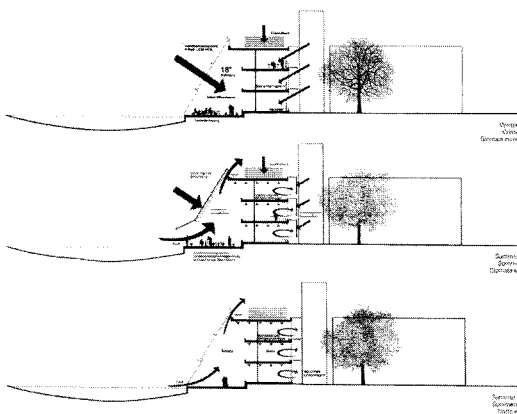


그림 12. Science and Technology Park의 계절별 기능단면도

사례의 교육시설들은 자연환경의 요소를 그대로 형태와 재료로 활용하고, 기술을 응용하여 자연환경의 효과를 극대화시키도록 디자인되었다. 이는 앞에서 제시한 순환사용패턴을 위한 디자인 요인들 중에서 환경보조시스템들의 사용과 관련이 깊다. 건축환경의 사용연한동안 에너지와 자원의 소비를 줄이도록 건축환경에 쾌적성과 필요한 자원을 제공하는 기계적 시스템들이 사용되고 있다. 따라서, 생태계의 순환사이클을 적용하고, 철거와 해체의 방법 측면에서 보면, 재순환사용을 고려하는 재활의 건축적 입장이 적극적으로 표방되지 못하고 있다. 따라서 생태건축의 관점에서 디자인되었다기보다는 환경을 고려하여 현실적으로 적용한 디자인으로 보는 것이 타당하겠다.

교육시설은 이전이 잦지 않으며 개축이나 재건축의 과정에서도 공간사용이 필요하고, 짧은 공사기간이 요구된다. 계획의 단계에서부터 철거와 해체를 고려한 시공의 형태와 방법을 구상하고 재활을 도모하는 것이 매우 중요하다. 또한 주변 생태계와의 상호작용을 고려할 필요가 있다. 중수시설설비를 포함하는 물의 순환시스템을 적용하고 재순환가능한 재료를 사용하며, 건물의 다양한 녹화방법을 도입하여 건축물을 주변생태계에 흡수시키도록 하는 방법 등은 그러한 예로서 모색되어 질 수 있다. 추후, 생태건축의 적극적인 도입을 위한 다양한 연구와 시도가 계속되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. Yeang, Ken, *Designing With Nature - The Ecological Basis for Architectural Design*, McGraw-Hill, Inc. 1995.
2. Vale, Brenda, & Robert, *Green Architecture: Design for an energy-conscious future*, Bulfinch Press Book, 1991.
3. Behling, Sophia & Stefan, *Solar Power: The Evolution of Solar Architecture*, Prestel, 1996.
4. Herzog, Thomas, *Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, Prestel, 1996.