

친환경 건축 설계 아카데미 지상강좌

Sustainable Architecture Academy paper lecture

목차

1. 지속가능한 건축과 도시	김광현	서울대학교
2. 친환경건축의 개념과 이해 친환경건축정책 및 친환경인증제	이윤하 김민철	생태건축연구소 국토해양부
3. 지속가능한 도시설계 및 단지계획 친환경적 토지이용 및 외부공간계획	이승일 이아영	서울시립대학교 (주)해림종합건축사사무소
4. 패시브건축설계 개념 및 방법 액티브시스템 건축계획과 설비 시스템	조 한 이응직	홍익대학교 세명대학교
5. 고성능 파사드 및 외벽설계 친환경재료 및 자재적용	박기우 이선영	비정형연구소 서울시립대학교
6. 건축의 재활용 및 생애주기비용을 고려한 유지관리	이해욱	우송대학교

지구라는 한정된 자원을 사용하며 살아가는 인류에게 지구의 온난화와 에너지원의 고갈 등은 인류의 미래를 보장 할 수 없는 단계에 이르렀다. 몇 번의 오일쇼크와 오존층의 파괴 등 지구환경의 변화는 이제 남의 일이 아니다. 세계적인 관심이 이제야 친환경으로 모아지는 것은 오히려 늦은 감이 있다. 건축계에서도 친환경 및 지속가능한 건축이란 명제가 화두가 된지도 몇 해가 지났다. 그러나 아직도 구체적인 실천이 미흡한 것도 사실이다. 그 이유로는 막연한 개념과 건축에의 구체적인 적용방법의 이해 부족에서 기인한 점도 적지 않다고 본다.

이에 「건축사」에서는 우리협회의 “친환경건축설계아카데미 건축강좌”의 내용의 일부를 선정하여 요약, 연재함으로써 친환경건축에 대한 회원들의 이해를 돕고, 친환경 건축이 활성화 될 수 있도록 하고자 한다. 실무에 도움이 될 수 있었으면 하는 바람이다.

5-1. 고성능 파사드 및 외벽설계

필자 : 박기우, 현 건축사사무소 인포마 & 비정형건축연구소 대표,
원광대학교 건축학과 조교수 by Park, Ki-woo, AIA&RIBA



1998년 Columbia University in New York에서 건축설계를 공부한 후에 유럽 친환경 high-tech 건축가인 Nicholas Grimshaw(London & New York), 뉴욕 월드트레이트센터 설계 당선자이자 De-Con건축의 대표 건축가인 Daniel Libeskind(New York)에서 디자이너로 근무하였고, 2008년까지 디지털건축의 거장인 Frank Gehry (Los Angeles)에서 프로젝트 디자이너로 많은 혁신적인

최첨단 건물설계 실무를 수행하였다.

2009년도에 귀국하여 ‘한강 노들섬 오페라하우스-비정형 파사드 시스템설계 및 카티아 BIM설계’를 하였고, ‘포항해동동 주민자치센터’, ‘경상북도 어업기술센터’ 현상설계 당선 및 실시설계, 친환경 파사드 시스템설계를 수행 중에 있다. 그리고 한국빌딩스마트협회가 주관하는 2010년 BIM Design Awards에서 우수상을 수상하였다.

현 원광대학교 건축학과 조교수로도 활동 중이며, GS건설과 비정형타워의 디지털 디자인을 활용한 최적화 설계에 대한 연구 및 디지털 파라메트릭 설계를 이용한 친환경 파사드 시스템 최적화 연구를 하고 있다.

5-2. 친환경재료 및 자재적용

필자 : 이선영, 서울시립대학교 건축학부 교수
by Rieh, Sun-Young, AIA, Arch.D



서울대학교 건축학과를 나와 U.C. Berkeley에서 M.Arch, University of Hawaii에서 건축학 박사학위를 받았다.

한국과 미국 건축사로 지속적으로 환경친화 설계스튜디오 교육방법을 개발해 왔으며 한국과학재단의 지원으로 환경친화적 학교건축의 설계모형개발연구를 수행한 바 있다.

2007년에는 풀브라이트 방문교수로 하와이대학에서 Dimensions of Sustainable Architecture 강의를 한 학기

간 진행한 바 있다.

현재 친환경 건축설계 아카데미의 연구부장을 맡고 있으며, 친환경건축 전문가 교육커리큘럼개발과 친환경건축설계 지원 주제발굴을 위한 기획연구를 진행하였다.

5-1. 고성능 파사드 및 외벽설계

5-1. Intelligent Facade Design

고성능 파사드 설계

빌딩의 요소, 요소들이 다 그렇듯, 파사드 설계시에도 많은 기술적인 분석을 거친 뒤 최종 디자인 결정을 내리게 된다. 현대 건축물들의 형태가 복잡, 다양해지면서 그 해석 방법도 단순한 수학적 계산과 반복된 경험에 의지하기 보다는 주위 환경적 요소들(빛, 바람, 물)을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 정확히 얻어낸 수치적 DATA를 최종 파사드 설계 시 사용하고 있다. 과거 파사드의 기능은 단순히 비,바람을 막고 기본적인 단열의 역할만을 하였다고 해도 과언이 아닐 것이다. 그 이유는 많은 건축가들이 더 나은 파사드 시스템을 생각을 했더라도, 사고와 동반 되어져야 하는 기술들-건축재료, 컴퓨터 시뮬레이션, 제작 기술-이 뒷받침되어 지지 않았다고 볼 수 있다. 아니, 아마도 기술의 성장이 지금보다는 확연히 느렸다고 할 수 있다. 지금의 건축기술은, 특히 파사드의 재료 및 제어, 제조기술은 다른 분야에서 많은 기술과 인력들을 흡수하여 그 성장속도가 가히 과잉의 비교 할 수 없을 정도로 빠르고 광범위 해 졌다고 볼 수 있다.

자동차가 과거 단순한 기계적 제어 장치만 가지고 개발이 되다가, 지금은 거의 모든 제어가 전자, 컴퓨터화 되어서, 이용자에게 최고의 안락함을 주기 위한 자동차 움직임에 대한 컴퓨터제어장치는 불과 지난 10년 사이에 큰 혁명을 가져왔다. 물론 그 원동력은 누구나 한대 씩은 필요한 큰 자동차사업이라는 매력에 기업간의 무한 경쟁을 유도하여 기술개발과 함께 큰 시너지효과와 결과물이라고 본다. 그렇다면 건축에서는 과연 시공사 간의 경쟁구도로만 이러한 결과를 이룰 수 있다고 생각지는 않는다. 그러나 다른 하나의 피해 갈 수 없는 요소- '글로벌 차원에서 에너지 절감정책' 이 앞으로의 건축물이 과거 단순 기계적 수동적 제어에서 전자, 컴퓨터제어 장치를 이용한 복잡한 자동제어 시스템으로 바뀔 것이고 이는 지금의 자동차가 그러하듯, 건물도 이용자의 최적 안락함과 에너지 절약을 위하여 광범위한 자동제어 시스템으로 진화 할 것이다. 물론 이러한 변화에 가장 앞서갈 건물의 요소는 파사드라고 본다.

앞으로 나열할 '고성능 파사드 설계 프로세스'는 건축 실무현장에서 진행되어 지는 것이며 단순히 에너지 측면에서만 해석한 것이 아니고, 모든 건축 환경요소들을 분석, 조사하여 주어진 통합 환경에 최적화되도록 파사드 시스템의 균형을 잡는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다. 그 기본적인 설계 프로세스를 아래와 같이 나열 할 수 있을 것이다.

설계과정 1. 파사드의 형태디자인 및 디지털화 과정

파사드 및 지붕의 형을 구분하기 어려운 현재의 디자인 특성을 고려 한다면, 초기 건물형태 디자인 단계에서부터 컴퓨터 시뮬레이션을 활용하여 파사드 표면적의 태양광에너지량, 표피에 수평으로 빔물이 쌓이는 면적, 파사드 상층부에서 바람의 세기 등을 컴퓨터 시뮬레이션으로 조사하여 건축물의 형태가 주어진 환경과 프로그램에 최적화 되도록 설계를 한다.

설계과정 2. 파사드의 재료 선택 및 표준시스템 설계

파사드의 재료, 시공법을 선택 한 뒤 구조와 마감재에 따라서 파사드시스템을 분류하고(long span metal or glass, storefront, etc) 각각의 면적을 3차원 모델로부터 구해낸다. 디자이너가 원하는 재질을 표현하는 방법에는 여러 옵션이 있을 수 있으며, 주어진 환경에 적합한 시스템 BUILT-UP의 두께, 방수처리방법, 제조방법, 유닛화했을 시 패널의 최대크기, 가격 등은 재료에 따라 많이 차이가 날 수 있다. 최종선택은 에너지 효율적인 측면에서 보았을 때는 기준치의 min.만 넘으면 되며, 다른 요소들을 차례로 검토 한 후에 결정되어야 한다.

설계과정 3. 파사드의 구조체 설계

현재의 건축은 점점 더 복잡한 외피의 설계와 함께, 그 구조의 복잡함도 점점 더해 가고 있다. 특히 long-span 및 비정형 파사드의 패널화 작업이 구조설계와 직접적인 관계가 있기 때문에 건축가가 구조에 대한 방향을 스스로 제시할 수 있어야 한다. 건물외피의 구조적 지지점 위치에 따라서 간단하게 top or bottom supports를 구분 지어야 한다. 이는 지지점이 다른 건물외피들 간에 움직임조인트를 줌으로써, 나중에 외피의 갈라짐을 막고 파사드 각각의 움직임기준을 마련하기 위해서이다. 건물외피의 하중을 전달하는 수직재(secondary steel)를 먼저 고정시킨다. 이 수직재는 하중을 아래로 전달하니 당연히 90도 격자형식으로 설계하는 것이 좋으며, 만약 디자인에 의해 15도 이상 기울어져 있다면 수평 움직임에 대한 bracing을 넣어야 한다. 마지막으로 파사드 중심에서의 일반적 풍하중이 50psf라고 한다면, 최종 적으로 파사드를 잡아 줄 물리언(tertiary steel)의 간격은 10' - 12' 이 적당하다. 이는 우리가 통상 쓰는 철의 종류가 바뀌지 않고 가장했을 때, 일반적으로 건축가가 쉽게 생각할 수 있는 최적화된 구조적 간격이다. 물론 이러한 경험치는 비정형파사드에도 똑같이 적용된다. 예외적으로, 셸이나 돔 타입의 외피는 수평,수직움직임을 통

함하여 설계한다.

설계과정 4. 파사드의 에너지 해석 및 친환경 설계

고성능 파사드의 에너지효율설계 대부분이 건물설비설계와 직·간접 연관이 있다는 것을 먼저 명심해야 한다.

Metal & Masonry가 파사드의 재료로 사용될 경우, 즉 solid한 재료일 때는 보통 빌딩에너지 기준치보다 높게 나오는 경우가 대부분이어서 이러한 재료의 경우는 에너지환경에 의해 지배받는 것이 아니라, 그외의 다른 요소(채광, 소음, 폭파, 형태적 제한 등등)에 의해서 파사드 시스템 built-up이 결정되어 지는 경우가 많다. 결국엔 Glass(or Fabric-ETFE,PTFE)경우처럼 double layer로 사용하여 단열재로 사용 될 경우)처럼 transparent 한 재료가 결국엔 heat gain & loss의 주된 원인이 된다고 볼 수 있으며, 이를 해결하기 위한 방법에는 크게 다음과 같이 3가지 정도로 나눌 수 있을 것이다.

a. Single Skin

일반적인 IGU(Insulated Glazing Unit-복층유리)를 double 또는 triple로 사용하고 유리를 low-e 처리를 하고 대표적으로 frit을 넣거나 film지를 사용하여 shade효과를 낸다. 그 외에 media screen의 활용, BIPV 등을 활용하여 낮 동안에 에너지를 흡수하고 또한 shade로써도 효과적으로 활용한다. 밤에는 낮의 태양광에너지를 활용하여 가로수 등, media screen에 필요한 에너지를 공급한다.

b. Semi Double Skin vs. Double Skin - Stack Effect(굴뚝효과-chimney effect)의 적용

Double Skin의 주 효과는 Stack Effect(건축물 아래와 윗부분의 내부와 외부온도,기압차이로 인하여 건물 내부온도가 굴뚝과 같은 긴 통로를 따라 쪽 밀고 올라가는 현상)라는 자연적 현상을 이용하여 빌딩의 열을 밖으로 방출 하는 것이다.

건물의 천정 안에는 압력차이에 의한 return air의 큰 흐름이 있고 이를 Plenum이라고 한다. 뜨거운 Plenum 공기가 파사드의 이중 외피 속 차가운 공기에 의해 밖으로 빠져나가게 된다.

결론적으로 mechanical system에 의해서 100% 공기의 흐름을

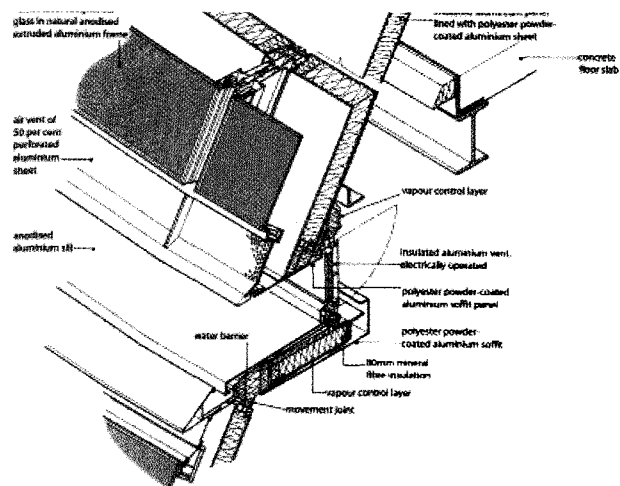


그림1. GLA(Norman Foster)

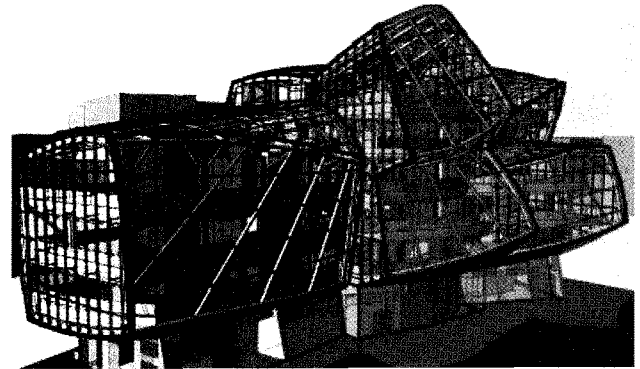


그림2 Novartis Campus(Frank Gehry)

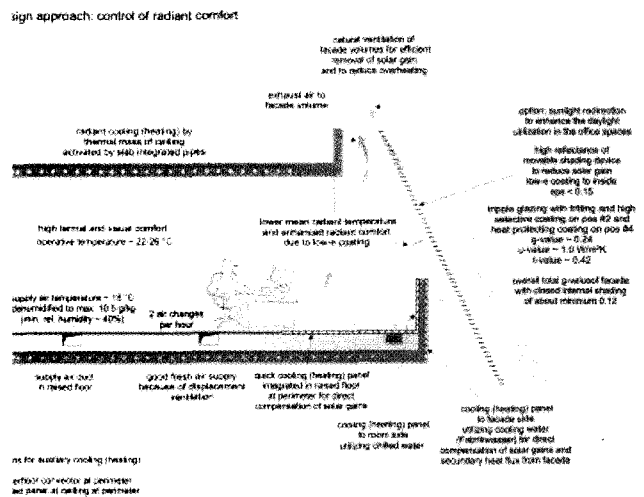


그림3. Novartis Campus(Frank Gehry)

조절 하던 것을 natural system과 mix해서 사용함으로써 에너지 절약 효과를 가져 오게 되는 것이다. 세미 더블스킨은 위의 그림에서 보듯이 파사드 시스템 자체 내에서 공기의 흐름을 만드는 시스템 이어서 공기를 실내까지 유입해서 차갑게 하지 않고, 뜨거운 파사드 자체를 식혀주는 역할을 한다.

이에 반해 일반적 더블스킨 시스템은 공기를 실내까지 유입하여 빌딩 전체를 식혀주는 역할을 한다. 그러나 공간이 커야 하며, 관리공간 확보와 이로 인한 구조체의 무게증가 등, 비용면에서 더 높게 들어가는 단점이 있다. 그리고 전반적으로 건물의 에너지 효율 친환경설계를 하게 되면 공사비가 5%정도 올라간다.

설계과정 5. 파사드의 폭파방지 설계

외국의 여러 중요 대도시에서는 대규모의 경기장, 오페라하우스, 음악당, 컨벤션센터 등의 예서는 테러방지를 위하여 폭파방지 설계를 하고 있다. 개인적인 견해로, 남북이 아직까지 침예하게 대처한 한국의 특수한 상황을 볼 때는 폭파방지(blast-resistant)설계가 필수적 이라고 본다. 그리고 이는 건물의 구조뿐만 아니라 파사드 시스템 설계에 큰 영향을 준다. 대부분의 경우에는 폭파방지설계의 제한조건이 Metal & Glass 파사드 시스템의 built-up을 결정하는 최상위 조건이

된다고 할 수 있다.

미국의 경우 9.11테러공격 이후 모든 새로운 중요 사회공공시설 건물 설계에는 폭파방지 설계를 하도록 하고 있다. 대규모의 건물설계들이 보통 중요 공공시설설계에 사용되며, 특징상 아주 상징적이며, 많은 사람들이 사용하고 테러리스트들의 주요 목표물이 될 것이라는 것은 누구나 쉽게 생각 해 낼 수 있다.

폭파방지 설계의 시작은 모든 프로젝트 관련자들(건축가, 엔지니어, 건물의 오너, 소방&경찰 공무원들)이 모여 가정과 설계기준을 세워 시작한다.

가정의 예)

- 땅 위와 건물 밖에만 폭파가 있다고 가정함. 그리고 핵폭탄의 위험은 없다고 가정함.
- 건물구조는 어느 정도의 연성(가변성)이 있다고 가정함
- 폭파는 전혀 예상치 못하는 경우라고 가정함(매일 또는 자주 일어나는 것이 아님)
- 위험은 폭파의 크기와 폭파지점에서의 거리로 정의함
- 경제적 설계를 위하여, 어느 정도의 폭파 후 변형은 허락함

현재 미국 또한 세밀한 규칙들을 정해 가고 있으며, 높은 공사가격의 인상을 때문에 모두 프로젝트 베이스로 세밀하게 따져서 규정을 어느 한도 내에서 완화 해가며 설계를 하고 있다.

예를 들어 폭파라는 것은 하나의 impact load로 아주 짧은 시간에 터져서 사라지며, 그 범위도 지상에서 일정 높이에만 국한하기 때문에 파사드의 일정부분만을 폭파방지 설계하는 경우가 대부분이다. 그리고 파사드의 폭파방지 설계의 built-up설계를 위한 가장 기본적인 지식이라면 폭파가 일어 났을 경우 positive방향은 물론 파사드 구조체에 의한 반력으로 생기는 negative충격을 같이 고려해 주어야 하며, built-up의 모든 layer들을 하나로 일체화 해야 한다는 것이다. 폭파시에 가장 위험한 것은 파사드의 파편조각들로, 이로 인해 많은 사람들이 실명 하게 되는 것을 본다면, 이해가 될 것이다. 쉽게 말해 얇은 glass-fiber 수백 layer로 만들어진 방탄조끼를 생각하면 된다.

설계과정 6. 파사드의 눈, 얼음으로부터 보호설계 및 풍동 실험

형태가 복잡해지면서 지붕의 많은 다른 각도들의 요철 속에 눈, 비 등이 쌓이고 흘러 내리면서 이들의 움직임은 점점 더 예측 할 수 없게 되었다. 그래서 여기서 생겨날 위험한 상황을 막기 위해 많은 주의 를 기울여야 한다. 건축가는 각각 설계 단계마다 평면, 단면, 입면, 각종 지붕 상세도(물받이, 열선, 눈떨기 나이프, 눈잡는 편 등)들에 대한 보호설계를 해야 한다.

또 지붕의 많은 요철로 인해 눈 하중의 위치변동에 을 파악하기 위해 실제 모형 위에 풍동실험을 하여 눈의 움직임을 파악해서 하중의 분포를 알아야 한다. 물론 이때 컴퓨터 시뮬레이션도 함께하여 장기

적인 관점에서의 눈의 흐름도 분석해 낸다. 결론적으로 이 실험은 지붕 위의 눈 하중을 적정으로 계산해 내어, 건물과 외피의 구조를 최적화하여, 가격을 낮출 수 있게 된다. 물론 이 과정에서 지붕의 built-up을 구조에 최적화하기 위해 여러 시스템으로 테스트를 하게 된다.

설계과정 7. 파사드의 음향설계

파사드를 소음차단으로 사용할 경우, 주의를 하여야 한다. '무게'라는 재료의 물리적 성질이 소음차단의 주 방법이 된다. Metal, Masonry의 경우 비정형이 아니라면 마감재의 구조적 substrate을 metal stud로 하기 보다는 콘 크리트로 하는 것이 바람직하며, 특히 콘서트 홀처럼 low frequency(long distance wave)의 차단에 유리 로 마감할 때는 오직 라미네이트된 유리(강화유리) 사이에 일반적으로 8"이상이라는 넓은 공기의 공간(air cavity)만이 소음차단에 도 움 되기 때문에, 외피의 형태 설계에 큰 제한을 주게 되며, 결코 및 먼 지 때문에 유리 사이에 청소할 불필요한 공간들이 생겨 구조적으로 많은 예산이 들어가게 된다. 결국 소음차단은 기능 한한 건물의 안쪽 에서 해결 하는 것이 파사드를 건드리는 것 보다 쉽고, 가격도 낮아 효율적이다. 이런 한 경우 파사드의 built-up을 결정짓는 환경적 요소는 결국 에너지요소가 아닌 소음이 된다.

설계과정 8. 파사드의 관리시설(Maintenance) 설계

Solid한 마감재는 보통 maintenance free로 간주한다. 유리로 마감할 하게 되면 항상 관리시설설계를 고려해 주어야 한다. 특히 cherry picker타입이나 특수한 Crane들은 기계 자체가격도 고가지만 건물 구조에도 큰 영향을 미치기 때문에 경제성을 고려하여 꼭 필요한 경우에만 설치 될 수 있도록 주의를 기울여야 한다. 즉 초기 건축 설계 시에 파사드의 시공설치방법(설치 하기 위한 충분한 공간)및 관리방법을 충분히 고려 하여야 한다. 특히 비정형 파사드 설계 시에는 가장 엄격하게 파사드의 형태를 최종 결정지어주는 중요한 요소이다. 파사드의 형태가 바뀐다는 말은 파사드의 에너지효율성, 풍하중에 대한 구조, 눈의 영향, 파사드 방수방법, 지붕우수계획 등등 모든 것이 연쇄적으로 바뀐다는 것이니, 주의해서 설계를 해야 할 것이다.

설계과정 9. 파사드와 인테리어 간섭확인

간섭확인에는 주로 2가지 종류가 있다. 첫 번째는 도면에서 외피의 외곽선과 다른 실내도면, 구조도면 등과 겹쳐서 간섭을 체크한다. 두 번째 방법은 시공과정에서의 BIM모형(또는 다른 3차원모형)을 이용한 간섭확인이다. 시공자의 건물외피 실시도면은 도면 및 3차원모델 이 같이 제공되며, 건축가는 예전과 같이 외피 시스템의 상세도를 보면서 방수 및 구조, 디자인 확인을 최종적으로 검토 & 승인하여야 하며, 이와 동시에 3차원도면에서의 다른 내,외장, 설비, 구조와의 간섭도 확인을 해야 한다. 지금까지 형태가 복잡해진 경우, BIM을 이용한 간섭확인은 필요조건이다. 이 또한, 파사드의 큰 형태변화를 가져 오

니, 모든 환경요소들의 연쇄변화가 온다고 볼 수 있다.

설계과정 10. 파사드의 가격조절

건축가는 초기 설계 단계부터 3차원 컴퓨터 모델과 이에 상응하는 외피 시스템 리스트를 준비하여, 외피 면적과 단위가격, 외피시스템 대안들을 준비하여 항상 총예산에 맞추도록 하여야 한다.

설계과정 11. 파사드의 견본제작 및 실험

견본제작은 건축가가 디지털3차원 모델도면을 시공자에게 전달하여 실물로 만드는 과정까지도 실험해 볼 수 있게 하기에 무척 중요하며, 외피 견본제작은 공학적으로 모든 실험들(구조, 풍동, 방수 등)을 거치게 되고, 최종 테스트 합격과 동시에 shop drawing제작에 들어가게 된다. 한가지 필히 명심해야 할 것은, 비정형 파사드 설계 시에 건축가와 엔지니어들은 Design Development과정에서 모든 것을 끝내고 시공자에게 넘기고, 시공자는 실시설계단계(CD)에서 Mock-up Test 및 Shop제작을 완료 하여야, 전체 공정을 지켜 나 갈 수 있다.

결론적으로 고성능 파사드의 설계란 주어진 일정과 budget안에서 많은 건축환경 요소들의 발란스(BALANCE)를 맞추는 것이 최대의 관건이라 하겠다. 앞서서도 여러 번 언급하였지만, 단순히 에너지 환경요소만으로 파사드 설계를 결정 짓는 것이 고성능 파사드 설계가 아님을 알아야 할 것이다. 여러 다른 건축환경도 제각각 모두 중요하게 작용하며, 설계자는 이런 요소들의 각각에 대한 최소치를 충족시키도록 설계 하는 것이 바른 의미의 '고성능 파사드 설계'라고 할 수 있을 것이다.

고성능파사드설계의 발전방향—Intelligent Building's Parametric Decode (고성능빌딩의 파라메트릭 해석)

지금까지 건축가의 design(설계)이 건물의 형태, 재료, 기능들을 결정 하였다면, 앞으로는 건축 환경의 디지털적 decode(해석)가 건물의 기본 요소들을 설계할 것이다. 다시 말해 형태 및 환경의 요소들을 디지털 파라메트릭 decoding에 의해서 고성능의 최적화 빌딩들을 만들어낸다.

건축에서 파라메트릭 설계가 보편화 되면서, 고성능 파사드 설계에도 가히 혁명이라고 볼 수 있는 컴퓨터 자동제어 파사드 설계가 이루어지고 있다. 빛, 바람, 눈, 비-이 모든 환경요소들은 이미 컴퓨터 시뮬레이션에 의하여 정확하고 정밀하게 수치화되어 하나의 data로 사용할 수 있게 되었다. 이 data는 파사드 디지털 파라메트릭 설계의 변

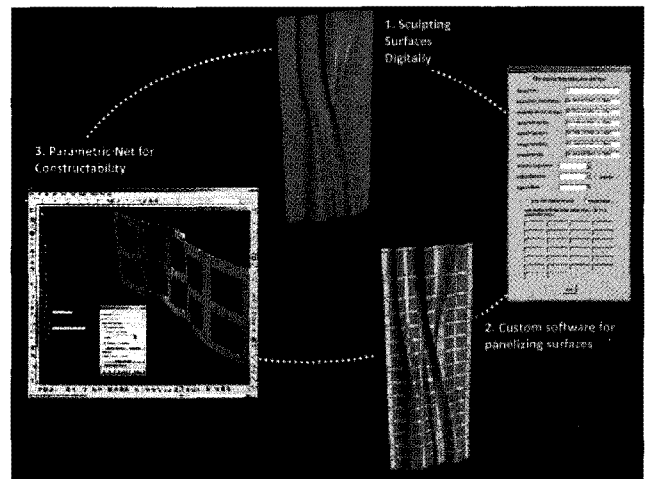
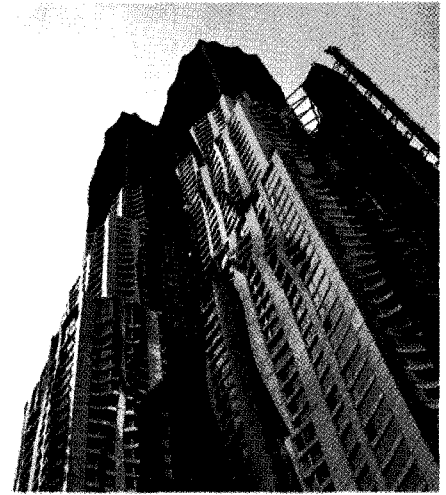


그림4~5. Beekman tower (Frank Gehry)

수로 대체되며, 파사드는 정확하게 하나하나의 환경요소에 시시각각 반응 하도록 하여, 에너지 효율을 극대화 시키리라고 본다.

아직까지는 시공업체들의 선택이지만 지구 온난화 및 자원고갈의 속도를 볼 때, 환경에 최적화 자동 제어하는 살아 있는 건물의 등장도 멀지 않았다고 본다.

참고문헌 및 프로젝트

- Novartis Campus by Frank Gehry
- LVMH by Frank Gehry
- Beekman Tower by Frank Gehry
- IAC by Frank Gehry
- Royal Ontario Museum extension by Daniel Libeskind
- GLA by Norman Foster
- Eden by Nicholas Grimshaw
- 포항 해도동 주민문화 센터 by 박기우, 박기우비정형건축연구소

5-2. 친환경재료 및 자재적용

5-2. Green Material and Product

들어가며

재료는 건축물의 설계 및 구축 전반에 걸쳐 가장 많은 친환경적 속성을 결정하는 요소이며 다른 어떤 분야보다도 그린페러다임으로의 전환에 필수적으로 고려되어야 하는 속성을 갖는다. 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 상대적으로 주목을 받지 못한 상태가 지속되어

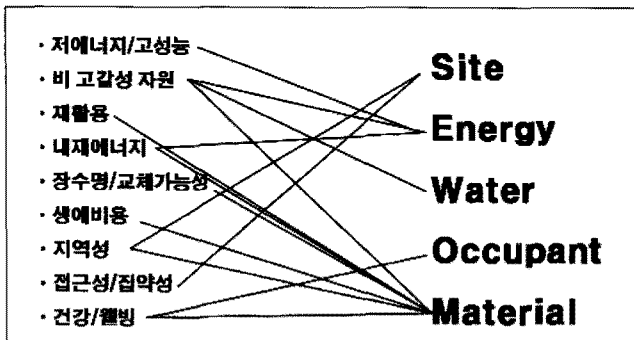


그림1. 친환경요건과 친환경건축의 주제 연관도

왔는데 이는 친환경 건축이 몇몇 소수 전문가의 별개 컨설팅작업으로 인식되어 오거나 친환경과 에너지절감을 일대일로 대응시켜온 한정적인 친환경 건축에 대한 이해에 그 원인이 있다고 할 수 있다.

실제로 (그림1)에서 볼 수 있듯이 친환경의 성격을 결정짓는 가장 큰 부분이 재료의 선정과 이들의 적절한 구사에 있다는 것을 확인하는 순간 설계의 초기단계부터 건물의 해체시까지 재료에 대한 친환경적 접근이 그린 페러다임의 열쇠라는 사실을 깨닫게 된다. 하나의 건축물이 만들어지기까지 관여하게 되는 다양한 분야의 전문가들은 친환경이라는 하나의 주제에 대하여 모두 자신의 분야만의 시각으로 보게 되어 큰 틀의 친환경 맥락에서는 불가피하게 간극을 가지게 된다. 이러한 간극을 메울 수 있는 것이 바로 재료이다. 어떠한 재료로 구축을 하는가? 특정 재료를 사용할 때 에너지효율을 어떻게 변화할 것인가? 선택한 재료로 이루어진 건물의 사용 중 실내공기 질은 어떠한가? 건물의 유지관리상 수월성은 어떠한가? 건물의 해체 시 폐기물의 양은 어떠한가? 건물의 뼈대나 요소들은 재활용될 수 있는가? 이 모든 것에 재료가 관여하게 되므로 다양한 전문가의 의사결정을 조율하여 하나의 친환경적인 건축으로 이끌고 가는 건축자에게 친환경 재료와 관련된 지식은 필수적이라고 할 수 있다.

친환경재료와 관련된 건축가의 자격

친환경건축이 선택이 아닌 필수적 조건이 되어버린 작금의 현실에서 서비스의 국가 간 이동을 위한 UIA의 건축가의 기본 자격요건상 친환경 재료와 관련한 업무능력은 어느 정도로 요구되고 있는지 살펴보는 것은 친환경 재료와 관련한 친환경 건축의 스펙트럼을 파악하는 데에 유용한 정보를 제공한다. 다음의 항목들은 국제적으로 통용되는 건축가의 자격에서 친환경 재료와 관련된 부분만을 추린 것이다.

- 재사용 및 재활용성, 재생가능성, 저오염성 등 다양한 친환경 건축 자재 및 재료의 특성을 이해하고, 이를 바탕으로 설계 방향에 맞는 적절한 건축 자재를 선정할 수 있는 능력
- 재활용 및 재사용이 가능하고 신축 및 유지 관리시 건축 폐기물을 절감하는 방향으로 건축 시스템 및 건축 디테일을 구성할 수 있는 능력
- 건물 재활용 및 재사용 등 다양한 리노베이션에 관한 충분한 지식을 습득하고 이를 설계에 이용할 수 있는 능력
- 쾌적한 실내 공기환경을 위하여 적절한 친환경 건축 자재 및 재료를 선정하고 이를 설계에 반영할 수 있는 능력
- VOC을 포함한 유해물질을 최소화할 수 있는 구축방법을 제안하고 관련 건축 자재를 선정하여 설계에 반영할 수 있는 능력
- 공사 중 현장작업 시 주변 환경에 유해물질이 노출되지 않는 친환경적 공사방법을 이해하고 이를 건축주와 시공자에게 전달할 수 있는 능력
- 준공 후 유해한 물질을 최소화하고 유지관리가 용이한 친환경적 유지관리방법을 이해하고, 이를 건축주, 유지관리자 및 사용자에게 전달할 수 있는 능력
- 지역적 재료 및 내재에너지 저감을 고려한 건축 자재를 선정하여 이를 설계에 반영할 수 있는 능력
- 건축 생애주기비용의 개념 및 방법을 이해하고 이를 설계 진행 및 디자인에 활용하는 능력

이러한 사항들을 살펴볼 때 친환경 재료에 대한 정확한 정보를 통해 시방서에 적절한 재료를 선정하여 넣는 작업에 국한된 것이 아닌 이와 관련한 공법에 대한 지식뿐 아니라 궁극적으로 친환경재료를 이용한 구축단계 이후 해체단계에서도 환경에 영향을 최소화 할 수 있는 디테일 구사능력이 요구되며 이를 건축주와 시공자에게 전달할 수 있는 정도의 의사소통까지도 요구하고 있는 것을 알 수 있다. 더욱더 중요한 것은 친환경을 빙자한 과장된 마케팅의 홍수 속에서도 정확하게 판단하여 그런 위시를 넘어서는 전문가적인 지식이 필요하다는 사실이다. 이를 위해서는 친환경재료가 가지는 요건을 숙지하여 친환경의 한 가지 면을 부각시키며 환경측면에서 부정적인 다른 약점을 교묘히 감추는 제품홍보를 객관적이고 비판적으로 볼 수 있는 역량을 키우는 것이 필요하다.

친환경 재료의 요건

친환경재료를 보는 시각은 크게 두 개로 나누어 질 수 있는데 생태적 관점과 LCA 관점이 그것이다. 생태적 시각에서 보는 친환경 재료는 재료의 실제적 생산과 사용상의 생태적 맥락에 주로 관심을 가지며 리사이클에 필요한 자원과 에너지를 상대적으로 경시하는 경향이 있다. 반면 LCA적인 관점에서 보는 친환경 재료는 라이프 사이클 전반에 걸친 환경적인 영향을 평가하므로 천연자원으로서의 재료, CO₂ 배출 등을 고려하게 된다. 이러한 시각의 궁극적인 관심사는 지구 온난화이며 친환경재료들을 생태적 시각으로 접근하는 것은 지나치게 폐기물에 치중하게 되는 한계가 있다고 보고 있다. 이러한 두 개의 다른 시각에도 불구하고 친환경재료를 판단하는 요건은 전문가들 사이에서 다음의 몇 가지로 정리되고 있다.

표1. 친환경 재료의 요건

· 유해성분 배제
· 제조과정의 친환경성
· 채굴/정련/제조/운반/설치/사용/유지관리/해체시 에너지소비 최소화
· 사용 중의 친환경성(IAQ관련)
· 재활용을 고려한 해체가능성
· 닫힌 순환계로의 편입가능성

친환경재료라고 일반적으로 지칭되는 재료들은 엄밀하게 분류하자면 친환경 재료와 친환경 제품으로 나뉘질 수 있는데 모든 측면에서 친환경이라고 평가될 수 있는 것이 바로 전자의 친환경재료라 할 수 있다. 이는 제품을 이루는 개별요소라 할 수 있으며 다른 재료에 비하

여 상대적으로 환경측면에서 충격이 적은 재료, 지역적으로 취득가능하며 최소한의 공정을 거쳐 생산되는 재료, 리사이클 되어 궁극적으로 닫힌 순환계로 편입될 수 있는 재료를 모두 일컫는다.

그러나 이러한 친환경재료는 전제 라이프사이클이 고려될 때엔 성능평가에서 열등할 수도 있다. 반면에 친환경제품으로 구분될 수 있는 것들은 환경에 부정적 영향을 미치는 관습적인 건물시스템에 대응하여 대안적으로 만들어진 결합물들로 이러한 제품을 구성하는 재료들을 분석해 볼 때 각각은 친환경재료로 구분될 수 없으나 궁극적으로 친환경건축으로 구축되는 데에 도움이 될 수 있다는 취지에서 친환경 재료로 구분되는 것들이다. 예를 들어 low-e glass의 경우 요소들 각각은 친환경재료로 구분되는 데에 문제가 있더라도 제품 그자체가 친환경건축에 부합되므로 친환경 재료로 취급되는 것이다. 이러한 취지에서 친환경 재료를 바라볼 때 다음과 같은 분류군들이 만들어질 수 있을 것이다.

1. 환경측면에서 긍정적인 재료

재사용 제품, 소비자사용후의 재활용 성분을 포함한 제품, 공장에서의 생산과정상 재료의 재활용 성분을 포함한 제품, 유지 관리된 목재 제품, 신속하게 재생될 수 있는 제품, 농산물의 폐기물성분을 포함한 제품, 최소한의 공정을 거친 제품 등이 이에 포함된다.

2. 특정성분을 포함하지 않은 제품

오존층파괴물질에 대한 대안으로 만들어진 제품, PVC나 폴리카보네이트 등 오염시키는 물질이 방출되는 것을 막을 수 있는 제품, 이러한 제품에서 한걸음 더 특정물질에 대한 대안으로 생산된 제품, 대안적인 방부처리를 거친 목재, 유해물질에 대한 대안성분을 포함한 제품들이 이에 포함된다.

3. 시공/리노베이션/철거상 환경적 영향을 줄이는 제품

신축 시 기존환경에 대한 충격을 완화시킬 수 있는 제품, 리노베이션을 위한 철거 시 충격을 완화시킬 수 있도록 해체의 수월성을 고려한 제품을 의미한다.

4. 건물사용 중 환경적 영향을 줄일 수 있는 제품

냉난방 부하 절감형, 에너지 보존형, 재생에너지 사용제품, 절수형 제품, 내구성, 유지관리상 비용절감 제품, 오염방지용 제품, 폐기물 최소화 제품, 살충제사용 최소화 및 불필요 제품이 이에 해당된다.

5. 안전하고 건강한 실내환경에 부응하는 제품

자재로부터 방출되는 오염물질이 원천적으로 봉쇄된 제품, 더 나아가 실내오염물질을 제거하는 제품이 이에 포함되며 사용자에 대하

여 유해사항을 경고하는 제품까지도 이러한 범주에 들 수 있다. 채광의 질을 개선할 수 있는 제품도 넓은 의미에서 이러한 분류에 넣고 있다.

내재에너지와 친환경 재료

내재에너지(Embodied Energy)란 제품 및 관련 기능을 만드는 데에 사용되는 에너지인 직접에너지(Direct Energy)와 천연자원의 취득을 포함하여 생산프로세스상의 모든 행위와 관련하여 요구되는 에너지인 간접에너지(Indirect Energy)를 포함하는 개념이다. 건물재료의 채굴/운송/제조/시공 상의 간접에너지가 에너지효율이 탁월한 건물의 전 생애주기에 걸쳐 사용하는 총 에너지의 25%에 해당한다는 사실은 내재에너지의 중요성을 확인 시켜주는 사항이라고 할 수 있다. 다음 그림은 주요 건축자재의 내재에너지를 비교한 것으로 같은 금속이더라도 내재에너지에 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 친환경재료가 되기 위해서는 기본적으로 내재에너지가 적은 재료에 우선순위를 두는 것이 자연스러워 보인다. 하지만 내재에너지는 친환경 재료를 판단하는 데에 절대적인 잣대가 될 수 없는 한계가 있다. 왜냐하면 순환 사이클 내에서 긍정적으로 평가받는 재료라면 충분히 재사용, 재활용을 통하여 친환경적인 역할을 할 수 있기 때문이다.

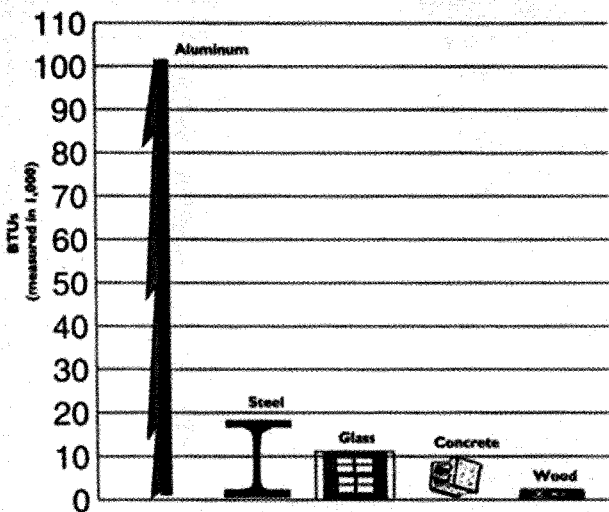


그림2 다양한 건축자재의 내재에너지

그림에도 불구하고 이러한 내재에너지를 우선적으로 줄이는 것이 친환경건축을 위해서는 필요하다. 내재에너지를 최소화할 수 있는 전략은 다음과 같은 몇 개로 정리될 수 있을 것이다. 먼저 건축물의 재사용이 있다. 가능한 한 기존 건물 및 구조를 재사용하면 모든 재료를 새롭게 생산하면서 소요되는 에너지를 절감할 수 있으므로 가장 기본적인 내재에너지 최소화 전략이 될 수 있다. 그러나 이러한 전략이 친환경적인 접근으로 인정받으려면 에너지비용이 수용 가능한 레벨로 낮아질 수 있다는 전제가 필요하다. 내재에너지를 최소화

할 수 있는 두 번째 전략은 유지관리의 수월성전략이라고 할 수 있다. 장수명 건물로 설계하며 장래 변화하는 공간상 요구에 따라 재구성 가능한 방식으로 계획하고 유지관리가 수월하도록 스펙과 디테일을 결정하게 될 때 새로운 재료를 사용하면서 들어가게 되는 내재에너지를 줄일 수 있다. 그 다음으로 내재에너지의 최소화를 위하여 지역적 재료를 사용하는 전략이 있다. 가능한 한 지역에서 취득 가능한 재료, 저에너지 재료로 건물과 인프라를 계획하는 것이 수송에 소요되는 간접 에너지를 최소화 할 수 있으므로 내재에너지를 최소화 할 수 있는 가장 손쉬운 방식이 될 것이다.

환경친화형 건축자재의 새로운 방향

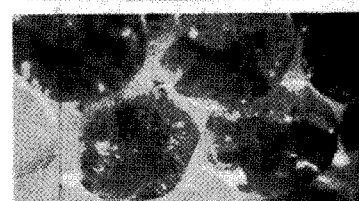


그림3 녹조류를 이용한 창의적인 디자인

이제 친환경 재료의 개념은 많은 변화를 거쳐 좀 더 확대된 의미로 진화하게 되었다. 기존 친환경 건설재료가 오염물질저감과 재활용 등 자원절약형, 장수명 건설재료에 국한되었다면 미래형 친환경 건설재료는 저에너지형 건설재료, 환경부하저감형 건설재료, 첨단기능성 건설재료를 포함하게 된다. 인체유해 성분의 유무나 재활용성분의 유무에 따라 친환경이 판정되던 방식에서 진화하여 건물성능과 개선에

관여하는 확대된 의미가 포함되는 방향으로 나아간 것이다. (그림3)은 PCM(Phase Changing Material)의 평범한 모습에서 더 나아가 온도변화에 따른 습도를 식물의 성장정도에 적용하여 채광을 조절하는 창의적인 디자인이라 할 수 있으며 (그림4)는 조명에너지를 절약하기 위한 대안적 재활용 바

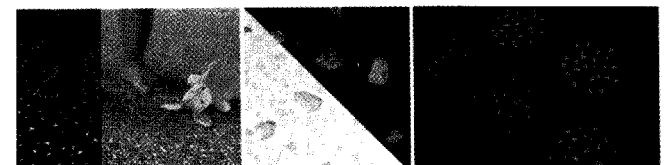


그림4 형광물질로 조명에너지를 줄인 재활용 테라조

닥재이다. (그림5)는 고속도로의 분리대가 소음과 광공해를 막아줄 뿐 아니라 오염물질까지도 흡수하도록 만들어진 지능형 친환경제품의 예이다. 이밖에 (그림6)과 같이 알루미늄 폐기물을 건축자재에 사용하여 방화성능과 방향, 소음 방지를 동시에 노린 친환경자재도 개발되어 사용되고 있다.

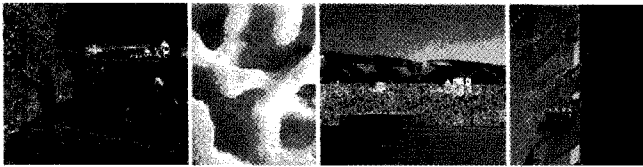


그림5. 소음, 빛, 오염물질 흡수형 고속도로 분리대

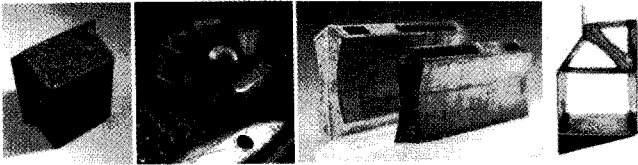


그림6. 알루미늄 폐기물을 이용한 중진재

이와 같은 친환경자재의 개발은 윤리적 차원을 넘어 새로운 미학을 추구하는 친환경건축의 새로운 가능성의 차원에서 건축가들의 관심을 끌고 있다. 건축의 속성인 과학과 예술의 접점에 친환경재료가 주인공으로 나서고 있는 현시점에서 정확한 지식으로 무장된 신지식인으로서의 건축가의 역량이 기대되고 있는 것이다.

결어

친환경재료는 폭넓은 개념을 아우르게 되므로 하나의 잣대로 평가할 수 없다는 어려움이 있다. 그럼에도 불구하고 재료의 친환경성을 정량화하고 이를 규명하려는 노력은 지속적으로 이루어지고 있다. 따라서 건축가들에게 있어 친환경재료와 관련하여 필요한 능력은 가장 업데이트된 최신의 정보를 취득하는 기동성과 더불어 재료의 친환경적 속성을 판단하는 다양한 잣대에 대한 정확한 이해이다. (그림7)은 영국에서 건축가들에게 제공되는 친환경재료 가이드북의 일부이다. 산성비, 유해물질, 오존층파괴, 지구온난화 등 재료생산과 관련된 환경적 측면의 분석과 더불어 에너지사용, 내구성, 재활용성, 건강관련 측면 등 사용상의 분석까지 다양한 잣대로 평가하여 최선의 재료를 선택하게 하는 정보제공방식이다. 우리나라에서도 국가

#	Production										Use			
	Unit Price Multiplier	Energy Use	Resource Depletion (bio)	Resource Depletion (non-bio)	Global Warming	Ozone Depletion	Toxics	Acid Rain	Photochemical Oxidants	Other	Energy Use	Durability/Maintenance	Recycling/Reuse/Disposal	Health

Insulation Materials															
Cellulose Fibres	n/a	*													?
Compressed Straw Slabs	n/a	*	*										*		
Cork	7.2	*										*			
Foamed Glass	16.7	●	*			●	●	●	●						
Glass Wool	1.0	●	●			●	●	●	●				●	●	
Phenolic Foams	n/a	●	●	?	?	●	●	●	●						HFCs, HCFCs
Polystyrene - Expanded	3.1	●	●			●	●	●	●				*		
Polystyrene - Extruded	8.2	●	●	?	?	●	●	●	●				*		HFCs, HCFCs
Rigid Urethane Foam	4.9	●	●	?	?	●	●	●	●				●		HFCs, HCFCs
Rock Wool	1.0	●	●			●	●	●	●				●	●	
Softboard	9.5	*	*												
Softboard + Bitumen	8.7	*	*			*	*	*	*				*		
Urea-Formaldehyde Foam	n/a	●	●			●	●	●	●				●		
Vermiculite (Expanded)	n/a	●	●						●					?	
Wood-Wool Slabs	11.8	●	*	*	*	*	*	*	*				*		
Wool	10.4	*	*												

그림7. 다양한 속성으로 분석한 영국의 재료관련 정보

차원에서 전문가의 선택의 폭을 넓혀주는 이러한 정보의 지속적이고 신속한 제공이 절실하다. 이러한 정보의 제공이 공식적으로 이루어질 때까지 당분간 우리나라의 건축가들은 취득한 지식 내에서 판단한 자신만의 친환경재료의 팔레트를 구축하여 프로젝트에 적극적으로 적용하는 것이 최선이 될 것으로 보인다. ■

참고문헌 및 프로젝트

- Blaine Brownell(ed.), Transmaterial
- Peter Buchanan, Ten Shades of Green
- Chris Letteri, Materials for Inspirational Design
- Axel Ritter, Smart Materials in architecture, interior architecture and design
- Rocky Mountain Institute, A Primer on sustainable Building
- Tom Woollet, Sam Kimmins, Paul Harrison and Rob Harrison, Green Building Handbook