

「친환경 건축 인증제도와 외피시스템과의 연계성」



김성열 Kim, Sung Youl
공학석사, 시티월ENG 과장



이은지 Lee, Eun Ji
공학석사,
시티월ENG 대리



원종호 Won, Jong Ho
공학박사(수료), 시티월ENG
대표, 신흥대학 강의교수

www.citywall.co.kr

1. 들어가는 글

본 기고문은 각국의 친환경 건축 인증제도와 사례를 소개하고자 하며, LEED AP를 기반으로 창호에서 수행할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

1.1 각국 그린빌딩 인증제도 소개

인증제도 소개는 영국, 미국, 캐나다, 일본을 소개할 것이다. 영국은 BREEAM¹⁾을 세계 최초로 개발하여 1990년대에 정리가 되었으며, LEED²⁾는 미국에서 개발되어 북미뿐 아니라 세계적으로 통용되고 있으며, 캐나다에서 개발한 GBC³⁾는 2002년 ISBE(International Initiative for a Sustainable Built Environment)로 이전되어 각국의 지역특성에 적용가능하도록 변형가능한 소프트웨어를 사용하여 포괄적인 인증기준으로 발전시켜왔다. 일본의 경우, CASBEE⁴⁾의 경우는 정부, 대학, 기업들이 공동으로 개발하여 산학관 공동으로 개발하여 평가하고 있다. 국내의 경우, 친환경건축물 인증제도(GBCC)⁵⁾는 2002년 공동주택을 대상으로 인증을 시작하였고, 현재는 전 건축물에 적용되고 있다.

1.2 국내외 건축물 적용사례⁶⁾

영국 BRE Office of the Future(1996년 준공)의 경우가 영국에서는 최고 등급을 받은 건축물이다. 이 건물에서 가장 유심있게 볼 것은 에너지저감과 환기 시스템에 있다고 볼 수 있다. 이 건물의 에너지 절감 방법은 냉난방부하에 대해서는 곡선형 천정 및 이중 슬래브에서 냉난방을 하는 시스템을 적용하여 하절기에 에어컨을 사용하지 않도록 고안하였며, 우리가 관심있어하는 외피에 대해서는 일사량을 극대화하기 위해 창호의 사이즈를 크게 했으며, 하절기 일사 조절을 위해서 건물 전면부에 전동제어가 가능한 반투명 루버를 설치하였다. 이는 이지역이 온난지역으로 난방부하에 대해서는 에너지를 많이 소비 하지 않기 때문에 가능하다고 볼 수 있다.

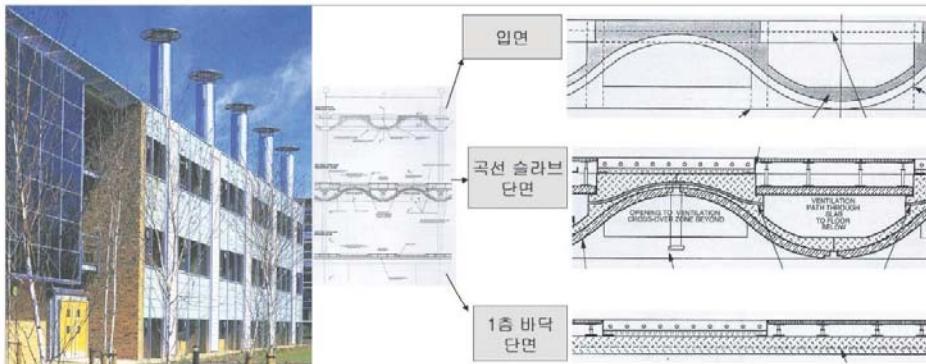
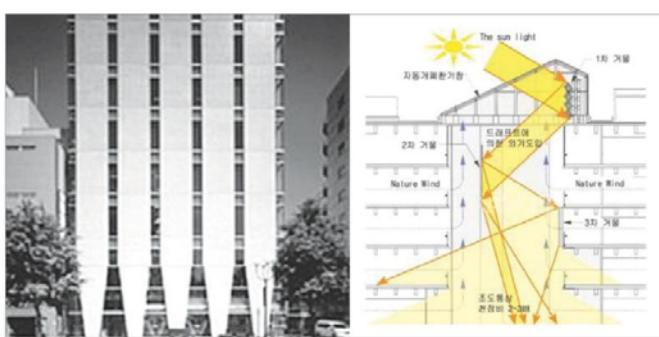


그림 1.1 BRE Office of the Future(외관사진) 및 슬래브 개념도



미국의 경우 대표적인 건물은 메사추세츠주 캠브리지에 있는 Genzyme Center이다. 이건물의 경우는 빛의 유입 방법이 획기적이라고 할 수 있다. 건물 중정에 태양의 궤도에 따라 움직이는 반사장치를 이용하여 빛의 유입량을 극대화 하였으며, 또한 반사광이 강한 흰색계열의 마감재를 쓰므로 인하여, 실내 구석까지 빛이 전달되므로 조명에너지의 대부분을 인공채광이 아닌 자연채광으로 공급하고 있으며, 흐린날이나 자연채광이 어려운 시기에는 센서가 작동하여 전기에너지로 조명을 하고 있으며, 이로 인해 연평균 45%의 조명에너지를 절감하고 있다. 또한, 냉난방 부하를 말하지 않을 수 없다. 건물 외주부의 32%를 이중외피와 블라인드를 내장한 Low-E유리를 사용하였으며, 이중외피와 고효율 창호 시스템을 이용하여 하절기에는 블라인드에서 이사를 차단하여 실내 온도 상승을 방지했으며, 동절기에는 버퍼존(Buffer Zone:중공층)이 열손실을 막아 난방에너지를 41%나 절감하게 되었다.



일본의 경우는 일본 북해도 삿포로시에 건설된 Taisei Sapporo Branch Building로 지역적 기후조건을 최대한 활용한 대표적인 친환경 건물이다. 한냉지역 임을 고려하여 외단열 벽식 구조로 계획하였으며, 태양광 채광 시스템인 'T-Soleil', 'Eco-

void'를 이용한 자연환기 시스템을 적용하였으며, 지진으로 인한 골조 및 외장재의 피해를 줄이기 위해 TASMO(제진댐퍼)를 적용하였다. 외피의 열손실을 줄이기 위한 방안으로 외단열 벽체의 개구부를 최소화 하였으며, Low-E 유리를 설치하여 열관류율을 낮춰서 난방부하로 인한 손실을 최소화 하였다. 전세계적으로 우수한 건물은 공통적으로 건강(Health),쾌적성(Comfort),환경성(Environment)을 위해 다양한 친환경·에너지 질약을 위한 설계기법들이 적용되고 있다. 국제적인 흐름이나, 환경보존의 관점에서 보자면, 창호업체나 외벽시공을 수행하는 업체로서는 최대한의 에너지 절감을 위한 아이템 개발이 시급할 것으로 판단되며, 이에 외피 및 창호에서의 접근방향과 방법을 제안하고자 한다.

2. 몸 글

2.1 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) 소개

필자가 수강하고 있는 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)에 대해서 소개하고자 하며, 창호 또는 외벽 시스템에서 LEED 접근방법은 다음과 같다.

LEED는 US Green Building Council에서 개발된 그린빌딩 등급평가 시스템으로 1988년 도입되어 전세계 30개국에서 약 20000개의 프로젝트가 등록되었으며, 그린빌딩으로 인증을 받을 수 있는 항목은 에너지 절감, 효과적인 물 사용, 이산화탄소 발생 축소, 건물 내부환경 품질개선, 자원의 재활용 및 이들의 민감성 등의 항목을 바탕으로 설계되고, 시공되는지를 검증하고 최종인증서를 발급하는 시스템이다.

LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)란 에너지와 환경 디자인을 주도해 나갈 지도자적 역할로 펼이할 수 있으며, 1994년 NRDC 자연자원보존위원회의 수석과학자 로버트 K. 윗슨으로부터 시작되었으며, 인증하며, 등급은 Certified, silver, Gold, Platinum으로 구성되어있다. 그에 관련된 점수는 그림 2.1과 같다.

LEED®_Leadership in Energy and Environmental Design	
	Certified 40 ~ 49 point
	Silver 50 ~ 59 point
	Gold 60 ~ 79 point
	Platinum 80 point and above

그림 2.1 LEED 등급 및 취득점수

LEED 검토되는 각 파트는 그림 2.2와 같으며, 각 항목을 만족할시 받은 점수를 합산하여, 그림 1.1과 같은 등급을 받는다. 미국의 여러 주에서는 그린빌딩 프로그램에 관련된 인센티브 제도를 시행하고 있는데, 특히 에너지 소비량 절감에 관련된 인센티브 제도는 대부분의 주에서 시행하고 있으며, 대표적인 몇 주의 정책을 소개하자면, 오리건주는 일반 건물보다 에너지 사용량을 최소 20% 줄이면, 1t2 당 \$ 14.29를 지급하며, New York는 세액을 줄여준다. 시애틀의 경우는 Certified등급을 획득할시 최소 \$15,000를 지급하며, Silver등급의 경우는 \$20,000를 지원해준다. 이처럼 세제라든지 비용을 지급하는 것 이외에도 건물의 Name value가 커지므로 효과를 극대화 시켜준다.

LEED는 각 세부과제 7개를 바탕으로 하며, 그림 2.2와 같은 배점을 매기고 있다. 간략하게 설명하면 다음과 같다.

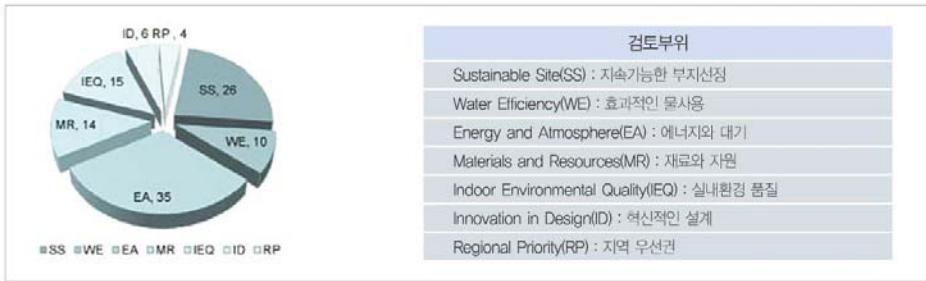


그림 2.1.2 LEED 검토 부위와 세부점수

- 1) SS(Sustainable Site): 시공시에 발생하는 비산먼지, 흉수시 토사유출 등을 방지하여, 인근 환경파괴 요소를 저감하자는 취지이며, 접근의 용이성을 확보하여, 나홀로 운전자등 자동차에서 발생하는 탄소를 저감하고, 녹색에너지를 최대한 사용하여, 공기의 오염도 방지하는 취지에서 각 세부적으로 1점에서 6점까지 부분점수를 준다.
- 2) WE(Water Efficiency): 식수를 최대한 확보하자는 취지에서 세면기, 죽변기, 소변기등에서 발생하는 오폐수를 감소하여, 물을 절약하며, 깨끗한 물을 확보하는 방법을 제안하면, 세부적으로 2점에서 4점까지 점수를 준다.
- 3) EA(Energy and Atmosphere): 에너지를 절약함으로 인해, 화석연료의 고갈을 막고, 화석연료나 냉난방 부하로 인한 공기의 오염을 저감하자는 취지에서 생겨난 항목으로 그림1.2에서 보듯이 세부과제중 점수가 가장 높다.
- 4) MR(Materials and Resources) : 건물의 건설단계에서 발생하는 원자재와 운영단계에서 발생하는 원자재들을 감소하여 자원의 고갈 또는 쓰레기등으로 인한 환경파괴를 막자는 취지에서 발생한 항목으로 각 세부 점수는 1점에서 5점 사이다.
- 5) IEQ(Indoor Environmental Quality): 실내 환경 품질을 항상시키기 위한 항목으로 실내의 빛,음, 공기등을 얼마나 만족 사람에게 이롭게 설계하는지를 판단하는 지표로 각 세부적인 점수는 1점이다.
- 6) ID(Innovation in Design): 혁신적인 기술 및 전략들을 작성하여 LEED 항목 점수에 의해 요구되는 점수를 넘어서 건물성능을 극대화한 그린빌딩에 보너스 점수를 주는 항목으로 학교는 1점에서 5점까지 세부점수를 받을 수 있다.
- 7) RP(Regional Priority): USGBC의 지역 위원회, 협의체 또는 관련단체에서 건설되는 부지에 가장 중요하다고 생각되는 LEED 항목중 6개까지 지정하여 지역우선 항목 점수라고 표기하여 최대 4점을 지역 우선점수로 주는 항목이다.

2.2 LEED와 창호의 접근성

통계에 따르면 국내외의 경우 건물의 전면을 커튼월로 구성하는 경우가 전체건물의 약 45~50%에 이르고 있는

것으로 조사되었으며, 특히 고층 건물은 도심 중심권 건축부지의 부족현상과 요구공간의 증가 등으로 인하여 요구 공간을 충족하기 위한 대안으로 채택되었으며, 높이증가로 인하여, 기존의 외벽 미감방식의 변화를 갖고 오게 되었으며, 구조체의 중량 외벽체 대신 경중량 외피 구성재의 커튼월시스템이 적용 되기 시작하였다. 또한, 커튼월이 적용된 초고층 건축물은 창면적비가 60%이상을 상회하고 있으며, 전체 벽면적 중 창호가 차지하는 비중이 증가되면서 외기온 및 일사량에 의한 건물 부하의 민감도가 더욱 높아지게 되며, LEED와의 연계성을 본다면 채광효과를 극대화 하며, 냉난방 부하시 창호나 외벽으로 인한 에너지 손실을 줄이는 방향을 제시해야 할 것으로 판단된다.

이에 대해 접근하는 방식은 열관류율이며, 이에 대한 열적 특성은 다음과 같다.

2.2.1 열의 특성

물체중에 온도차가 발생하면 열은 고온에서 저온쪽으로 흐르게 된다. 이와 같은 현상을 열의 전도라고 하며 이 때 발생되는 열의 흐름을 여류(Heat Flow)라 하며, 전도에 의한 열량은 물질에 따라서 다르며 이를 열전도율 ($\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot {}^\circ\text{C})$)에 비례하며, 열류량은 온도차의 정도와 물체의 열전도율에 비례한다. 이를 푸리에(Fourier)법칙이라 하며 식은 다음과 같다.

$$q = -\lambda A \frac{\Delta \theta}{\Delta d} = -\lambda A \frac{\partial \theta}{\partial d} = [\text{kcal}/\text{h}]$$

여기서, q : 고체내부의 열류(kcal/h), $\frac{\partial \theta}{\partial d}$: 방향의 온도구배, A : 벽의 면적(m^2),
 λ : 고체의 열전달율($\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot {}^\circ\text{C})$)

상기 식의 $-$ 부호는 온도기울기를 $+$ 방향으로 보았을 때 열이 $-$ 방향으로 흐르는 것을 의미한다. 따라서, 건물에서 열전도는 다음과 같은 법칙을 가지고 있다.

첫 번째로 벽이 클수록 열손실이 많다(면적:A), 두 번째로는 날씨가 추울수록 열손실이 많다(실내외 온도차:), 세 번째는 같은 재료일때 벽이 두꺼울수록 열손실이 적다(벽두께), 이와같은 법칙을 고려한다면, 면적을 좁히기도, 온도차를 적게하기도 어려운 상황이 된다. 그렇다면, “어떻게 열전도율을 줄일까?”의 의문이 생길것이다. 그래서 개발된 것이 두께(d)를 키워 온도편차를 줄이는 이중창이나 삼중창이다.

그렇다면, 이제는 실무를 하면서 많이 들었던 열관류율이 무엇인지 알아보자. 열관류율이란 물체의 한쪽면 공기로부터 그 물체를 통과하여 반대면 공기까지의 열이동, 즉 열전달과 표면 열전달을 동시에 고려한 열이동을 말한다. 열관류율 K 의 단위는 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 또는 $[\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot {}^\circ\text{C})]$ 으로 양쪽공기의 온도가 1K 인 경우 물체 1m^2 의 면적을 통해 시간당 이동하는 열량을 의미하며, 열이동량이 적으면 적을수록 열관류율 K 값이 작아진다.

상기 내용을 창호에 적용하면, 창호는 외기와 직접적으로 맞대어 있으며, 이는 열을 빨리 뺏기는 결과를 도래하기 때문에 냉난방 부하에 많은 부분을 차지한다. 따라서 창호나 커튼월에 대한 열관류율을 정확히 검토할 필요성이 있으며 관련 프로그램은 다음과 같다.

2.2.2 Program 소개

창호 열관류율 해석하는 범용프로그램을 소개하면, Therm 5.2는 미국 LBNL에서 개발되었으며, ASHRAE의 기준 조건하에서 사용자가 명시한 환경조건에 대하여 창호 구조체의 2차원 정상상태 전열 해석이 가능한 프로그

램으로 전 세계적으로 학계, 연구기관은 물론 창호를 생산하는 기업체 등에서 꼭 넓게 사용되고 있다. Therm 5.2는 유한요소법에 의한 건물 구조체의 2차원 정상상태 전열해석이 가능한 프로그램으로서, 복작한 디테일을 정밀도 높게 시뮬레이션 할 수 있어, 창호시스템의 실내측 최저 표면온도 산출에 적절한 프로그램이라 할 수 있다. Therm 5.2는 Window 5.2는 상호 연동관계에 있다. 창호시스템의 에너지 성능을 시뮬레이션 하기 위해서는 Therm 5.2에서 모델링시 사전에 Window 5.2에서 조합된 Glazing Library를 불러들인 후 Glazing Edge와 프레임에서의 U-factor값을 구하게 된다. 그리고 Window 5.2에서는 Therm 5.2에서 계산되어진 결과를 Library로 다시 불러들여, Window 5.2에서 계산되어진 Glazing 중앙부의 U-factor와 함께 전체 창호시스템의 U-factor 값을 구하게 된다.

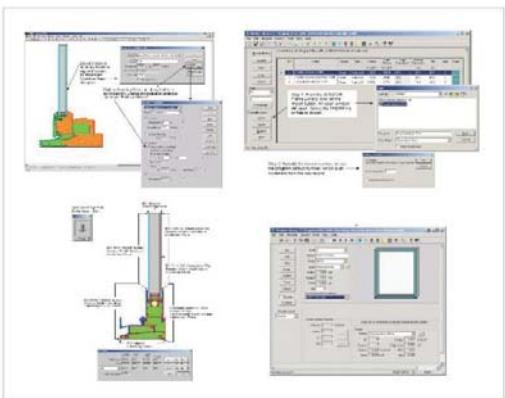


그림 2.2 Therm5.0, Window5.0 해석방법의 예

Therm & Window에 대한 소개는 이로 마치며,
다음호에서는 실무 중심으로 소개할 것이다.

3. 마치는 글

위와같이 LEED와 외피와의 상호 연계성에 대하여 서술하였다. LEED의 EA(Energy and Atmosphere)는 건축 중 외피와 관련된 사항의 비중이 크며 특히 냉난방부하를 효과적으로 줄이는 방안이 핵심이라 할 수 있다. 또한, 냉난방 부하는 외피의 열관류율과 밀접한 관련이 있으므로 끊임없는 연구가 필요할 것이라 판단된다. 다음호에는 실무를 중심으로 수행 프로젝트를 인용하여 외피의 열관류율 및 단열해석 방법에 대하여 기고할 예정이다.

참고문헌

- 1) BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) 홈페이지(<http://www.breeam.org>)
- 2) LEED(Leadership in Energy and Environmental Design), GREEN BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, VERSION 3.0, 2009
- 3) GBC(Green Building Challenge), GBTool2005, 2005
- 4) CASBEE(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) 홈페이지 (<http://www.ibec.or.jp/CASEBEE/>)
- 5) GBCC(Green Building Certification Criteria), 건설교통부 환경부, 2002
- 6) 석호태, 김삼열, 조진균, 최동호, 각국의 친환경 건축물 사례, 한국그린빌딩협의회 춘계학술 강연회, 2007
- 7) LBNL, THERM 5.2/WINDOW 5.2 NFRC Simulation Manual, 2006