

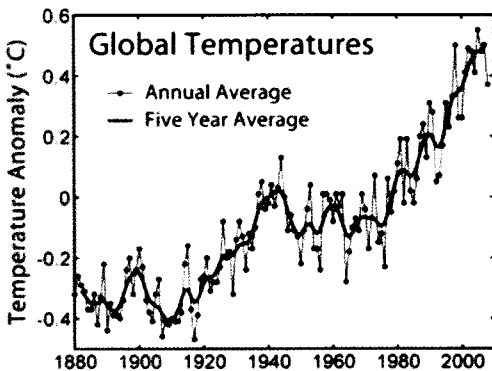
1. 친환경 건축과 에너지절약형 건축

Sustainable Architecture and Energy Conserving Architecture

김광우 / 서울대학교 공과대학 건축학과 교수
by kim, Kwang-woo

지구 온난화와 친환경

우리는 예전에 비해 봄과 가을이 매우 짧아졌고, 겨울과 여름이 더 길어졌음을 피부로 느끼고 있다. 또한 최근에 쏟아진 많은 폭우의 이상도 과거와는 매우 다름을 경험하였다. 이는 지구의 기온이 매년 상승하고 있는, 지구 온난화(global warming)에 의한 한 영향이다. 지구온난화의 요인은 여러 가지가 있으나, 우리가 끊임없이 배출하고 있는 이산화탄소가 가장 큰 영향을 미치고 있는 주범으로 알려져 있다.



(그림 1) 1880~2008년간의 평균 지구표면온도 변화

이에 세계 정상회의에서도 지구를 더 이상 이대로 방치할 수 없다고 판단하고, 우리의 후손들도 지속적으로 지구에 살 수 있는 sustainable 한 친환경적인 개발을 하자고 합의를 하고 단계적인 실천 방안을 모색하기 시작하였다. Sustainable한 개발이란 인류가 지구에서 지속적으로 잘 살 수 있는 방법으로, 첫째, 지구에 유한한 에너지원의 절약과 둘째, 지구에 유한한 자원의 절약의 두 가지 방법으로 요약될 수 있다.

혹자는 주위와 조화되는 건축, 전통을 계승하는 건축이 친환경 건축이라 말하는 자도 있으나, 이는 친환경이란 말이 나오기도 훨씬 전인, 필자가 대학 재학 시에도 추구되었던 건축의 기본 명제이다. 따라서 친환경 건축이라면 건축의 기본 명제는 만족시키는 이상의 것으로, 친환경적이 되기 위한 명제도 만족시키는 것이어야 한다.

어느 누구든 친환경의 필요성을 강조할 때는 지구온난화로부터 시작하여 이산화탄소 배출의 문제점을 지적하고 있다. 이는 친환경건축을 이야기 할 때도 마찬가지이다. 따라서 친환경 건축은 반드시 지구온난화를 방지하기 위한 이산화탄소 배출을 줄일 수 있는 건축이 기본으로 되어야만 한다.

친환경 건축과 에너지절약형 건축

지구 온난화의 주요 원인인 이산화탄소의 발생을 줄이기 위해서는 화석연료의 사용을 억제하여야 한다. 화석 연료의 사용을 억제하기 위해서는 에너지의 소비를 줄여야 한다. 일반적으로 볼 때 어느 국가에서든 에너지의 사용량은 산업, 교통, 건물 부분에서 약 1/3씩 나누어서 소비되고 있다. 우리나라와 같이 아직 산업화의 비중이 큰 나라는 국가 에너지 소비 중 산업 부문이 큰 비중을 차지하나, 산업이 이미 많이 진행되어 서비스 산업이 발전한 나라는 건물 부문에서 약 50% 까지의 에너지를 소비하기도 한다. 우리나라는 건물 부문에서 약 25%의 에너지를 소비하고 있으며, 그 비중은 점차 증가하고 있는 추세이다.

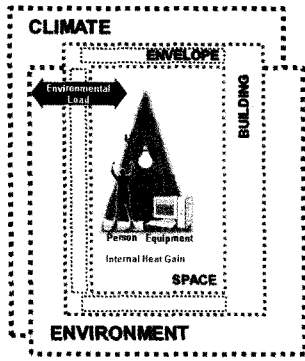
구분	'02	'03	'04	'05	'06	'02~'06 평균증가율
산업	89.2(56%)	90.8(55%)	93.0(56%)	94.4(55%)	96.0(55%)	1.9%
교통	33.8(21%)	34.6(21%)	34.6(21%)	35.6(21%)	36.6(21%)	2.0%
건물	37.5(23%)	38.6(24%)	38.4(23%)	41.0(24%)	40.8(24%)	2.1%
합계	160.5(100%)	164.0(100%)	166.0(100%)	171.0(100%)	173.4(100%)	2.0%

(그림 2) 국내 부문별 최종에너지 소비 추이 (단위: 백만TOE)
(Source : 에너지 통계연보(2007), 산업자원부 에너지경제연구원, 1 TOE = 11,630kWh)

그러나 건축물을 건설하기 위한 산업, 교통부문의 기여까지를 생각해 본다면, 건축물에서의 에너지 절약은 매우 중요하게 인식되고 실천되어야 할 명제이다. 따라서 세계 각국의 친환경 건축물 인증 제도에 있어서도 에너지 절약이 큰 비중을 차지하고 있다. 최근에 개정된 LEED에서도 에너지 관련 항목의 비중이 크게 증가하였을 뿐 아니라, 미국은 에너지스타와 같은 건축물의 에너지 절약을 위한 제도를 별도로 시행하기도 한다.

건축물의 에너지 절약은 매우 시급히 실현되어야 한다. 왜냐하면 지금도 많은 건축물이 지어지고 있으며, 현재 지어진 건축물도 열적 성능이 점점 더 떨어지면서도 앞으로 50~60년은 더 존재할 것이기 때문이다. 새 건축물을 10% 에너지 절약형으로 짓는다고 해서 우리나라 건축물의 에너지 소모가 10% 줄어드는 것이 아니라, 새로 지어진 건축물의 90% 만큼 에너지를 더 쓰게 되는 것이다. 따라서 건축물에서의 에너지 소비량은 혹독할 만큼 높은 비율로 줄여 나가야 한다.

지금 국제적으로는 Zero 에너지 하우스를 위한 많은 연구와 학술대회가 개최되고 있으며, 마이너스(또는 플러스) 에너지 하우스, 즉 사용하는 에너지보다 생산해 내는 에너지가 더 많은 주택까지도 개발하고 있는 실



〈그림 3〉 건축물의 부하

정이다. 실제로 독일에서는 일반 건물에 비해 10~15% 정도의 에너지를 사용하는 패시브하우스를 건설하고 있다. 따라서 얼마 전 정부에서 발표한 에너지 소모량 15% 절약 목표의 주택건설 방안은 너무 안이한 사고방식이며, 사태의 심각성을 아직 잘 인식하지 못하고 있는 것이라 하겠다.

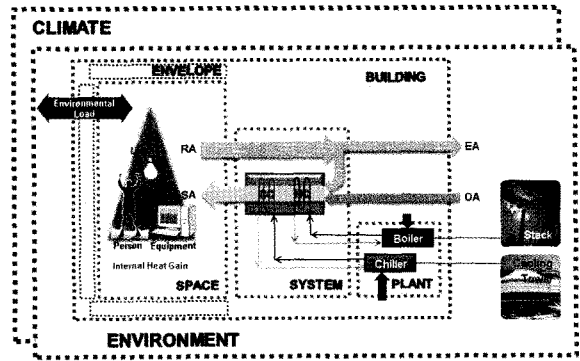
건축물과 부하

에너지 절약형 건물 설계를 위해서는 건축물의 에너지가 어떻게 소모되어지는가에 대한 상관관계를 잘 이해하여야 한다. 인간이 항온 동물이며 신진대사작용을 통하여 인체의 온도를 일정하게 하여 건강을 유지하는 것과 마찬가지로, 건축물도 실내 온도를 일정하게 유지하여 거주자에게 쾌적한 실내 환경을 제공하고 있다. 따라서 건축물이 소모하는 에너지는 건축물 내의 온도를 일정하게 유지하기 위한 냉난방에 많은 에너지를 소모하고 있다.

〈그림 3〉에서 보는 바와 같이 건축 공간은 실내의 쾌적조건과는 다른 기후와 외부 환경에 노출됨으로써, 시간적으로 그리고 공간적으로 서로 다른 외부조건에 노출된다. 건축공간은 외피를 경계로 하여 외부조건에 노출되며, 외피의 성능에 따라 공간의 냉난방부하의 크기가 달라지게 된다. 따라서 건축물의 형태나 외관이 복잡해질수록 더 다양한 외부조건에 노출되어짐으로써 건축공간은 다양한 냉난방부하를 가지게 된다.

건축공간 내에서도 재실자, 조명, 기기에 의하여 발열이 일어나고 있다. 이러한 내부 발열은 외피의 부하와 합쳐져서 최종적인 공간의 냉난방부하가 결정되어진다. 그러나 재실자는 항상 일정한 실내조건을 필요로 하기 때문에 공간의 냉난방부하만큼의 열은 반드시 공간으로 제공되어야 한다.

최근 대부분의 건축물이 glazing의 면적이 큰 외관을 가지고 있다. 일반적으로 glazing의 단열성능은 불투명한 외벽체의 1/10 정도로 평가된다. 따라서 all glass 건물은 창문이 하나도 없는 건물보다 10배의 냉난방부하를 갖게 된다. 그러나 glazing을 통해서 일사가 유입되므로 겨울의 주간에는 냉난방부하가 줄어들 수 있으나, 여름의 주간에는 거대한 냉난방부하가 발생하게 된다. 이러한 일사를 잘 조절하여 유용한 자연채광으



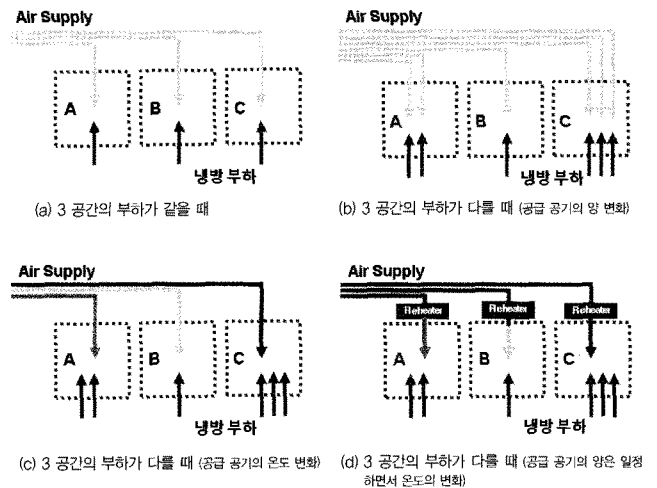
〈그림 4〉 건축물의 부하, 시스템, 플랜트 간의 관계도

로 활용하면 조명 에너지도 절약하고, 조명발열이 감소된 만큼의 냉방부하도 줄어드는 일석이조의 효과를 얻을 수 있다. 따라서 건축물의 glazing area는 반드시 차양장치와 환기 기능이 포함된 dynamic 한 구조로 되어야 한다.

건축물의 부하와 에너지

〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 건축공간에 필요한 냉난방 부하는 일반적으로 공조기(AHU: Air Handling Unit)에서 가열 또는 냉각된 공기를 덕트로 공급하는 시스템에 의하여 제공된다. 공조기에서 공기를 가열하기에 필요한 열은 보일러로부터, 공기를 냉각하기에 필요한 냉열은 냉동기로부터 제공된다. 따라서 건축물이 실제로 소모하는 에너지는 보일러와 냉동기에서 소모된 에너지이다.

에너지 절약형 건축물을 위해서는 건축공간의 냉난방 부하를 최소화하는 것이 무엇보다 중요하다. 그러나 건축공간의 냉난방부하의 크기는 그대로 건축물의 냉난방에너지 소모로 이어지지 않는다. 경우에 따라서는 부하보다 더 적은 에너지를 쓸 수도 있고, 부하보다 더 많은 에너지를 쓸 수도 있다. 즉, 시스템에서는 공간의 부하보다 더 많은, 또는 더 적은 에너지를 소모하면서도 공간을 냉난방할 수 있으며, 플랜트에서는 시스템에서 필요로 하는 에너지를 공급하면서도 더 많은 또는 더 적은 에너지



〈그림 5〉 공간의 냉방부하와 시스템에 의한 냉방

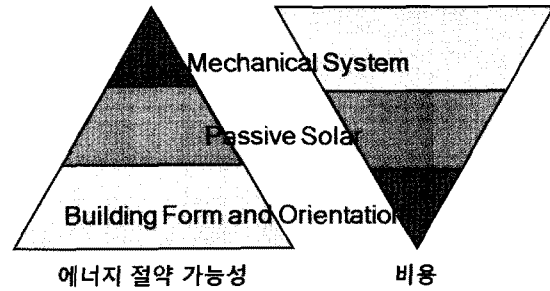
를 소모할 수도 있다. 이것이 바로 건축공간과 시스템, 플랜트간의 조화가 이루어져야 하는 이유이다.

건축공간과 시스템 간 조화의 필요성의 한 예는 (그림 5)와 같다. 건축물 내에 3개의 공간 A, B, C가 있을 때, 그림 5의 (a)와 같이 3 공간의 냉방부하가 같다면, 같은 온도의 같은 양의 공기를 공급해주면 공간이 쾌적하게 유지될 것이다. 그러나 3 공간의 부하가 서로 다르다면 (b)와 같이 같은 온도로 공급되는 공기 양을 서로 다르게 하든지, (c)와 같이 같은 양으로 공급되는 공기의 온도를 서로 다르게 하여 공급하여야 한다. 그러나 3 공간의 부하 차이가 항상 일정하지가 않다면, 공급 공기의 양을 항상 변화할 수 있게 하여야 한다. 특히 냉난방 부하가 동시에 일어날 경우에는 (d)와 같이 공급하는 공기의 온도를 변화시킬 수 있어야 한다. 이를 위해서는 공조기에서 공급되는 공기의 온도는 3개의 실 중 최대 냉방부하가 발생하는 실에 맞게끔 낮추어서 공급하고, 말단에서 공급공기를 재열(reheat)하여 각 실의 부하에 맞는 온도로 변화하여 공급한다. 결과적으로는 가장 냉방부하가 큰 실이 에너지를 가장 적게 쓰고, 냉방부하가 가장 작은 실이 에너지를 가장 많이 쓰는 결과가 발생하게 된다. 따라서 건축물에서는 각 실의 부하 변화가 크지 않게 건축계획을 하는 것이 에너지 절약의 가장 기본이 된다.

맺는말

지금까지 친환경건축의 필요성과 에너지절약 건축물의 중요성에 대하여 간략히 소개하였다. 이는 본 특집에 소개된 여러 가지 건물에너지 절약기법들이 그 자체로 한 가지씩 분리되어 적용되어져서는 안 되며, 전체적으로 조화를 이루며 종합적으로 계획되어져야 한다는 점을 강조하기 위해서이다. 왜냐하면 난방부하 절약에 유리한 기법은 냉방부하의 증가를 가져오기가 쉽고, 냉방부하 절약에 유리한 기법은 난방부하의 증가를 유발하기가 쉽기 때문이다.

흔히 에너지절약 건축물은 건물의 외관에 무엇인가 다르게 나타나거나, 신재생에너지를 사용하여야 하는 것만으로 인식되어져서 태양열시스템의 집열 면적이나, 지열시스템의 규모 등이 에너지절약의 평가 척도인 것으로 잘못 인식되어져 왔다. 그러나 이러한 시스템은 건축물에서의 플랜트에 공급되어질 에너지를 생산하는 것으로써, 부하의 저감이나 시스템의 효율화와는 무관한 것이며, 예전만큼 사용하는 에너지의 일부를 화석연료를 사용하지 않으며 생산해내는 것이다.



(그림 6) 건축물의 계획 기법의 에너지 절약 가능성과 비용

더구나 신재생에너지 시스템 자체를 생산해 내는 데에는 또 다른 화석 연료를 사용하게 된다.

이에 비해 부하의 저감이나 시스템의 효율화는 건축물에서 필요로 하는 에너지 자체를 최소화함으로써 신재생에너지 적용 이상의 효과를 볼 수 있을 뿐만 아니라, 이렇게 적어진 에너지 소모량은 건축물에서의 에너지 자급률에도 크게 기여하게 된다.

건축물의 부하를 최소화하기 위해서는 단열, 차양, 환기 등을 적극 활용한 외피의 최적화를 이룸과 동시에 자연채광을 적극 활용할 수 있도록 하여야 한다. 또한 사용 시간대가 비슷한 유사한 기능, 부하의 특성이 유사한 공간은 적극적으로 그룹화 함과 동시에, 각 실들의 부하 변동이 균일하도록 건물의 향, 배치, 축열체(thermal mass) 등이 이를 감안하여 계획되어져서, 제어 유니트와 시스템의 단순화를 이룩할 수 있어야 한다.

시스템과 플랜트 레벨에서는 혼합손실(mixing loss)이 생기지 않는 방안, 최대부하(peak load)를 줄일 수 있는 방안, 유용한 미활용 또는 자유(free) 에너지를 적극 활용하는 방안 등이 필요로 할 것이다. 최근 유럽과 북미뿐만 아니라 가까운 일본과 중국에서도 우리의 복사 난방시스템을, 복사 냉난방시스템으로 적극 활용하면서 저온수난방-고온수냉방을 할 수 있는 low exergy 친환경시스템으로 적극 발전시켜 나가고 있다.

이렇듯 건축물의 에너지 절약은 LED 조명의 채용 등과 같은 간단한 조항의 채택만으로는 불가능하며 건축물 전체의 조화로운 계획이 매우 중요하다. LED 조명이 전기를 절약하겠지만, 그 LED 조명마저도 끌 수 있는 건축계획이 더 중요한 것임은 자명할 것이다. 따라서 에너지절약형 건축 설계를 위해서는 건축계획 자체가 처음부터 과거와는 다르게 계획되어져야 한다는 점을 명심하고, 건축가들도 에너지 문제에 관하여 지속적으로 깊은 관심과 노력을 기울여야 할 것이다. ■