

spe- cial Col- umn

국가에너지 총 사용량의 건물에 대한 에너지 부문은 약 28%를 차지하고 있으며, 서울시의 경우는 약 58%가 건물 에너지 소비로 사용되고 있다. 기후변화 대응 및 온실가스 감축을 위하여 서울시는 '친환경 건축기준'을 발표하고 조례 시행 중에 있다. 공공건물에서의 에너지 절감은 어떤 효력을 가지고 있을까. 이에 대해 전문가들은 공공건물의 에너지 손실을 최소화하고 에너지 이용효율을 극대화함으로써, 국가 예산을 절감할 수 있을 뿐 아니라 나아가 이산화탄소 배출량 감축에 기여하면서 미래성장동력인 녹색 성장을 활성화하는데 밑바탕이 될 것으로 내다보고 있다. 이와 관련해 국내 공공건물 에너지 정책과 해외 공공건물의 에너지 정책 사례를 살펴보고, 나아가 에너지절감 기술의 적용 방안을 소개한다. 글 조항문(서울시정개발연구원 도시환경부 연구위원)

공공건물 에너지절감 노력으로 미래성장동력 키운다

국내 공공건물 에너지 정책

국내의 공공건물 에너지정책은 공공기관의 에너지절약과 이용효율 향상을 함으로써 예산의 절감 및 에너지절약 의식을 확산시키고자 '공공기관 에너지 이용 합리화 추진지침'을 시행하고 있다.

ESCO 사업제도

공공기관 에너지 이용 합리화 추진지침 제16조를 살펴보면 ESCO를 통한 에너지 절약사업이 있다. ESCO(Energy Service Company) 사업이란 에너지절약을 추진하는 사업을 총칭하는 용어로 제2차 석유파동 이후 석유가격의 급등을 배경으로 미국을 중심으로 시작된 사업이다. 에너지 효율개선에 필요한 설비 기술 인력 자금 등 관련 자금을 포괄적으로 제공하고 에너지 절감분으로 에너지투자의 일체를 회수한다는 점에 장점이 있다. ESCO 사업은 기존 건물의 에너지 효율화를 위해 개발된 사업으로 에너지 절약을 위한 개 보수를 지원함으로써 기존 건물의 에너지 효율화를 촉진하려는 의도가 강하나, 현재는 기존 건물 신축건물 등의 조명 및 전기설비를 중심으로 시행하고 있다.

고효율 에너지기자재 인증제도

공공기관 에너지 이용 합리화 추진지침의 제18조에는 고효율 에너지기자재 사용의 의무화를 시행하고 있다. 고효율 에너지기자재 인증제도란 에너지 효율이 높거나 에너지절약효과가 우수한 에너지 사용기자재에 대하여 기술표준원 등 지정 시험기관에서 측정한 에너지소비효율 및 품질시험결과 전 항목을 만족시키면 에너지관리공단에서 고효율 에너지 기자재로 인증해주는 효율보증제도이다. 인증 받은 제품에 대해서는 고효율기자재 인증마크를 제품에 부착하여 판매 촉진에 활용할 수 있다. 이 제도는 에너지이용합리화법 제13조(특정에너지사용기자재의 보급촉진)와 산업자원부 고시 ‘ 고효율 에너지기자재 보급촉진에 관한 규정’에 근거하여 운영되고 있으며 1996년 말부터 시행되었다.

절전형기기 보급제도

공공기관 에너지이용합리화 추진지침의 제20조에는 절전형 기기 보급제도의 의무화를 시행하고 있다. 절전형기기 보급 제도는 대기전력 감소를 위해 제조업체의 자발적 참여를 기초로 대기시간에 절전모드 채택과 대기전력 최소화를 유도하는 자발적 협약(VA)제도로 제조업체 자체보증으로 절전 기능을 증명하며, 정부가 제시한 절전기준을 만족한 제품에 대하여 에너지 절약마크를 부착하도록 한다. 대기전력이란 컴퓨터, TV 등의 사무 가전기기가 실제로 사용하지 않은 대기상태에서 소비되는 전력으로, 이 제도의 대상품목으로는

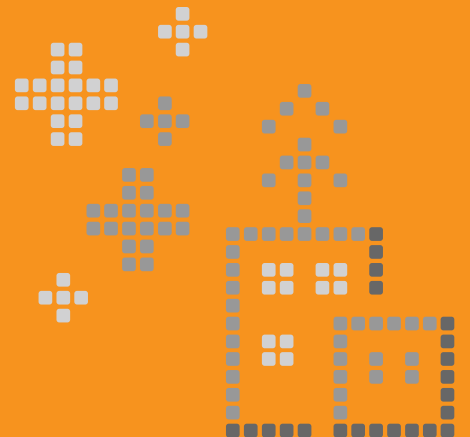
컴퓨터, 모니터, 프린터 등의 총 21개 품목이 있다.

해외 공공건물 에너지 정책

일본

일본은 전체 최종에너지 사용량이 약 18%가 민간 및 업무용(공공건물 포함)이 차지하고 있다. 에너지절감센터에서 실시한 2004년 업무용 빌딩 진단 조사 결과, 병원이 가장 높았고, 백화점, 호텔, 슈퍼마켓, 사무실 순으로 나타났다. 공공건물에서의 에너지 소비처별 구성비를 살펴보면 조명 콘센트가 35%, 공조나 급탕열 열원이 28%, 냉온수 펌프나 공조기용 펌프 열 반송이 14%, 승강기나 환기팬 및 보 급수 펌프 동력이 13% 등으로 나타났다.

최종에너지 사용량의 증감원인으로는 운전기간에 따라서 최종에너지 사용량이 가장 크게 변화될 수 있으며, 바닥 면적, 신규설비, 기존설비 증가 순이었다. 기본적으로 일본의 공공건물 에너지 정책의 토대는 에너지 보존법 안에 포함되었다. 에너지 보존법은 여러 차례 개정이 되었는데 2005년 8월 법률이 공포되었고, 2006년 4월부터 시행되고 있다. 에너지보존법 중 공공건물 에너지 정책은 에너지 절약 효율을 강화한 ‘Top Runner Standard’ 프로그램, 에너지 라벨 프로그램, 고효율시스템의 도입에 관한 개정 법률, 에너지 홍보 프로그램, 에너지 절약 지침서 제출 등의 기준안 등이 있다.



미국

미국의 공공건물 관련 에너지 정책은 에너지부(DOE; Department of Energy)를 중심으로 2005년 개정된 에너지 법안을 기초로 모든 공공건물과 주거지역, 상업 건물 등에 대한 기준안이 마련되었다. '05 Energy Act의 주요내용은 2004년 IECC(International Energy Conservation Code)를 바탕으로, 상업지역과 고층건물은 1990년 1월부터 2004년까지 사용된 ASHRAE(American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers) 기준안을 토대로 작성되었다. 모든 연방정부의 건물은 각각의 기준에 의하여 적어도 30% 이상의 에너지소비 절감효과를 달성해야 하며 신축되는 연방정부 빌딩은 자재, 디자인, 대지 사용 등에 지속 가능한 디자인 원칙을 사용해야 한다. 공공부문 건물 대상의 기준안을 살펴보면, 미국 그린빌딩 협회(USGBC)는 LEED(Leadership in Energy and Environment Design) 등급 제도를 통하여 공공부문 건물을 대상으로 하는 그린빌딩 기준안을 마련했다. LEED 인증제도는 총 6가지의 범주가 평가항목이 된다. 지속 가능한 토지계획, 수질의 효율성, 에너지와 대기, 자재 및 자원, 실내 환경의 대기질과 혁신적인 디자인 등으로 나뉜다. 각각의 구성요소는 LEED 기준에 맞춰져야 하며, 각각의 부문별로 얼마의 점수를 획득하느냐에 따라 LEED 인증 Silver, Gold 혹은 Platinum 순으

로 등급이 구분된다. 그린빌딩 기술을 적용하여 LEED 인증제도의 효과는 주의 재정 상태와 납세자들의 총 건물에너지 비용이 약 20~25% 절감되는 것으로 나타났다. 물의 사용은 실외에서는 50%, 실내에서는 30%의 절감효과가 발생하며 그린빌딩에서 근무하는 노동자들이 생산성이 6~16%의 향상이 있는 것으로 나타났다. 또한 공공부문의 수요관리 정책으로는 녹색 조명 프로그램(Green light program)이 있다. 이 프로그램을 보급하기 위하여 각 공공기관마다 양해각서(MOU)를 체결하고 1991년부터 시작하였다. 1991년 기준으로 지속적인 에너지 절감을 실천하기로 하고 매해마다 정보, 소프트웨어, 기술지원 등을 제공할 뿐만 아니라 이행여부 등을 확인하고 있다. 1996년까지 약 2,300여 개의 기업과 공공기관이 참여하였으며 이 기간 동안 약 4억400천만 달러의 에너지 절감을 달성하였다. 평균적으로 총 에너지 사용량의 약 40%를 절감하였다.

영국

영국의 공공건물 에너지 사용량의 변화를 살펴보면 지속적으로 감소하고 있는 추세로 나타났으며 연료별로는 가스가 가장 많이 소비되며 고형연료(석탄 등), 석유 순으로 많이 소비하고 있는 것으로 분석되었다. 또한 신재생에너지 사용량 역시 꾸준한 증가추세에 있는 것을 알 수 있다. 영국의 공공건물의 소비처 비율은 난방이 전체 비중의 반 이상을 차지하고 있으며 조명, 컴퓨터, 급탕 등의 순으로

많이 사용되고 있는 것으로 분석되었다. 일본은 조명의 비중이 가장 큰 반면, 영국은 난방의 비중이 높은 것은 기후의 조건이 가장 크게 영향을 미친 것으로 추정된다.

영국 연방정부는 신축하거나 보수하는 공공부문 건물들에 대하여 지속가능성을 요구한다. 영국정부에서는 건물 법규와 설계 기준 등을 통하여 2010년까지 이산화탄소 발생량을 20% 줄이며 2050년까지는 60% 절감하는 것을 공통된 목표로 하고 있다. 에너지 효율 법안 계획(Energy Efficiency Action Plan)과 기후변화 프로그램 시행으로 공공부문 및 가정용 건물은 2010년까지 영국의 온실가스 배출량의 약 40%에 해당하는 천만 톤의 온실가스를 절감해야 하며, 2020년까지는 12~13MtC를 절감해야 한다. 특히 공공부문 건물에 대하여 2006년 영국 정부는 지속가능 TF(Sustainable Procurement Task Force)팀은 2011년까지 온실가스를 2000년 대비 12.5%를 절감하고 2020년에는 30% 절감을 목표로 두고 있다. 에너지 효율성은 2010년에는 2000년 대비 m^2 마다 15%의 개선, 2020년에는 30%를 효율성 향상에 투자를, 공공부문 수송용 차량에 대해서도 2006년 대비 15%의 온실가스 배출량 저감을 목표로 하고 있다.

호주

호주 정부는 에너지 효율 향상을 위하여 온실가스 배출량의 감축과 에너지 소비를 줄이는 정책을 기본원칙으로 삼

고 있다. DEH(Department of the Environment and Heritage: 호주 환경 유산 부서)를 중심으로 적정한 에너지 집약도와 최종에너지 사용량의 목표 설정에 정책의 초점이 맞춰져 있다. 공공부문 건물은 그린 설계 계획(Green Lease Schedule)에 따라 신축을 하였는지 여부에 따라 지원정책을 실시하고 있다.

DEH는 2005년 1월부터 호주 공공부문 건물을 대상으로 전력 감소 프로그램을 실시하여 총 53개의 건물이 목표치에 달성하였다. 이 목표치는 총 2년 동안 약 8천만 달러의 가치가 있는 것으로 판단되며, 신재생에너지 비율의 약 8%를 차지한다. 또한 DEH는 에너지 관리 가이드라인을 신축건물과 리모델링 건물에 적용하여 장기간 공안의 에너지 효율성 유지 및 에너지 관리 기준을 최소 호주 온실가스 등급기준은 4.5-5 등급으로 맞춰 지속 가능한 건물 계획 및 유지가 될 수 있도록 지원을 한다. 이러한 정책의 시행에 따라 2004년과 2005년을 비교하면 에너지 소비는 0.89% 감소되었고, 온실가스 역시 0.23% 감소하였다. 지난 6년 동안 에너지 소비는 5.2%, 온실가스 배출량은 2.3%가 감소되었다.

에너지 절감 기술의 적용 방안

건물부문에서는 ESCO 사업이 조명 및 전력설비 중심으로 추진돼왔기 때문에 최종에너지 소비량에 비해 에너지 절감

량은 매우 적었다. 에너지소비량의 13%에 불과한 조명에너지 효율향상에 집중돼온 ESCO 사업의 방향을 에너지 소비량의 50% 이상을 점유하는 냉난방 에너지 효율개선을로 전환해야 한다. 저탄소 녹색성장 실현을 위해 에너지 절약효과 뿐만 아니라 일자리 창출효과도 큰 환기설비개선, 창호개선, 외피단열 향상 등의 냉난방효율향상 사업도 ESCO 사업 영역에 포함시키는 것이 바람직하다.

고단열 창호설치

고단열 창호설치는 건물 난방에너지의 약 25%의 절감을 가능하게 해준다. 건물 외피 중 창호부는 일사희득, 채광, 환기가 가능한 매우 중요한 공간이지만 다른 외피와 비교하여 단열성능이 매우 취약한 곳으로 겨울철 난방비 지출의 가장 큰 요인으로 작용한다. 일반적으로 창호의 열관류율의 규제치가 3.84W/m²°C로 벽체의 열관류율 규제치인 0.35~0.47W/m²°C와 비교해서 약 10배 정도가 되는데, 이는 창호를 통해서 손실되는 열량이 벽체를 통해서 손실되는 열량의 약 10배에 상당하다라는 것을 의미한다. 이는 창호면적 1m²와 벽체면적 10m²가 동일하게 열손실이 이루어지는 것을 의미한다. 그 예로 주거용 건물에서는 전체 열손실량의 20~40%, 비주거용 건물에서는 10~30% 정도의 열손실이 창호를 통해 발생하는 것으로 분석되었다.

이 중 고단열 창유리 및 단열출입문은 겨울철에 열손실을 줄이면서 온열감을 향상시킬 수 있고, 창가에서 발생하는 냉

기를 줄일 수 있다. 또한 추운 겨울에도 창표면에 발생하는 결로현상을 감소시킬 수 있다. 이러한 방법은 평균 실온을 낮게 유지하더라도 쾌적한 실내환경을 유지할 수 있는 등의 부가적인 효과가 있고 에너지절약 효과도 매우 크다.

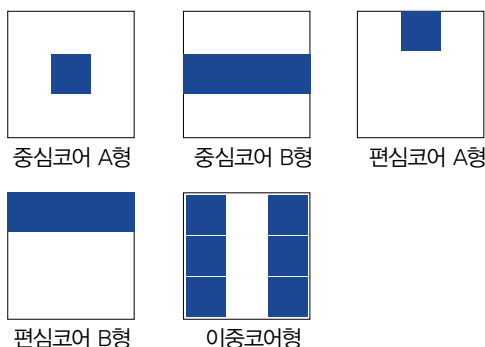
고단열 창호에는 복층유리나 이중창 등을 들 수 있는데 복층유리나 이중창에는 공기층이 존재하며, 이 공기층은 창유리의 단열성 향상에 큰 영향을 미치는 중요한 요소 중의 하나다. 복층창을 구성하고 있는 유리사이의 공기층은 6mm의 공간보다는 12mm의 공간을 이루고 있는 창유리가 단열효과가 더 우수하다. 따라서 12mm의 공간을 갖는 22mm(5mm+12mm+5mm) 또는 24mm(6mm+12mm+6mm)의 복층창을 선택하는 것이 유리하다.

특히, 투명 창으로 설계된 거실공간과 같이 열손실이 많이 발생하는 공간에 대해서는 단열성이 우수한 로이(Low-e)유리를 사용하거나 복층유리창과 단층유리창을 조합한 3중창의 도입을 검토할 필요가 있다.

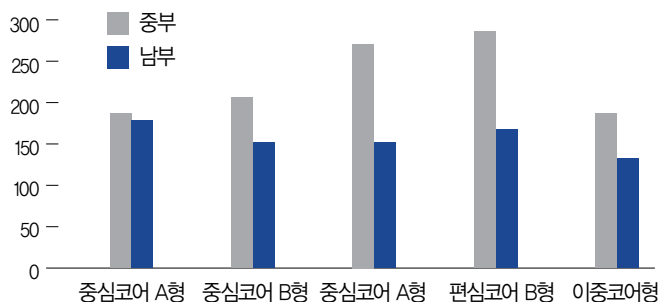
창호의 크기 조절

창호의 크기 조절은 전체 에너지원의 약 20% 정도의 난방 에너지 절약을 가능하게 해준다. 창면적비에 따른 연간 난방부하량을 살펴보면 창면적비 10%가 제일 적고 창면적비 100%일 때가 제일 크다. 창면적비가 적으면 적을수록 난방방에 미치는 영향이 적으며 손실을 또한 낮게 나타난다. 그러나 창면적비가 적을수록 조명의 부하량은 높을 수밖에 없

〈코어의 유형〉



〈코어형태에 따른 에너지소비량〉



으며 조명 부하량을 포함한 연간 에너지 소비량은 창면적비가 10%일 경우가 제일 많고 창면적비가 50%인 경우 가장 적음을 알 수 있다. 실내 기준 온도를 18℃부터 26℃까지 변화시키며 분석한 결과는 창면적비 40% 이상 100%까지의 에너지 소비량은 큰 차이는 없으나 50%가 가장 적은 것을 확인할 수 있다. 결론적으로 가장 이상적인 창호의 크기는 창면적비 50%가 최적의 상태임을 알 수 있다.

코어의 유형

코어형이란 건축시설의 여러 가지 공용부분을 한곳에 모아서 코어로 만들고 그 주위에 필요한 실들을 배치하는 평면형식이다. 중심코어형, 편심코어형, 이중코어형, 측면집중형, 분산형 등의 유형으로 다양하게 구분된다. 코어의 유형에 따라서도 에너지소비량이 변화되며 건축설계시 필수적으로 고려되어야만 한다.

코어의 위치 선정은 건물의 규모, 기준층의 바닥면적, 설비 계획 등이 중요하지만, 개보수가 용이하고 에너지 효율을 높일 수 있는 내부공간의 변화도 고려하여야 한다.

지역별로 조금씩은 다르게 나타나지만, 대체적으로 이중코어형으로 설계된 건축물이 에너지 소비가 가장 적은 것으로 분석되었으며 중심코어 A형이 에너지 소비가 가장 높음으로 나타났다. 건축의 평면계획에 따라서도 에너지 소비가 각각 다르게 나타나며, 건물의 코어의 배치가 이중코어형으로 설계된다면 에너지 소비 효율적인 측면에서 가장 높을 것

이라 추정된다.

BEMS 시스템

BEMS(Building Energy & Environment Management System)란 정보기술을 이용하여 건물 내의 실내 환경과 에너지사용량 현황 등의 정보를 수집, 해석하여 건물 에너지 성능의 최적화를 위한 관리 툴이다. BEMS 시스템의 기능은 에너지 사용량 계량, 트렌드 프로파일, 사용량 원단위 분석, 기기 및 시스템 효율평가, 수요예측 및 부하대응으로 구분된다.

중앙컴퓨터에서 에너지 데이터, 설비가동데이터, 계측데이터 등의 사용량을 수집 및 추적하고 데이터 가공, 전년도 비교, 통계 및 이력분석 등의 평가 및 진단을 거쳐 설비운전방법, 설비관리방식, 건물경영정보 등에 관한 개선방안 등을 데이터로 전송하면 설비 기기들이 개선된 데이터 시스템으로 운전하는 방식이다.

업무효율화, 에너지 비용 등의 효과가 높은 시스템이지만, 현재 우리나라의 건물 에너지 관리시스템은 에너지사용량의 데이터 분석 및 평가시스템이 거의 부재한 실정이다. 대형건물 중심으로 BEMS 패키지 개발이 시행 중에 있다. 건물에너지의 효율적인 관리를 위하여 BEMS 시스템이 공공건물에 도입된다면 높은 에너지 절감효과를 보일 수 있을 것이라 예상된다.

