

# 건물에너지 절약을 위한 설계기준

석호태 / 연구개발부 과장

**19** 73년의 제 1 차 에너지 파동 이후 세계 각국은 에너지 이용의 효율화 및 합리화를 추구하기 위한 각종 정책을 추진중에 있다. 국내의 경우 전체 에너지 소비의 30 % 이상을 차지하고 있는 건물 부문에서의 에너지 소비를 줄이기 위한 활발한 연구와 함께 에너지 절약을 위한 설계기준을 마련하여 시행해오고 있다.

건물에너지 절약기준의 목적은 신축건물의 에너지 효율을 높이도록 유도하는 것이며, 제도적 방안으로서 건물에너지 절약기준이 갖는 역할은 상당히 중요하다. 이는 1981년 이후 건물 외피의 단열재 적용이 의무화 되면서 그 이전의 신축 건물의 단열재 적용률이 5 % 미만에서 100 % 로 바뀐 예에서 볼 수 있듯이 법규를 통한 에너지 절약 유도 효과는 막대한 것임을 알 수 있다."

국내의 건물에너지 절약기준은 1980년에 건물 외피의 열관류율 제한을 통한 부위별 단열기준이 제정되면서 본격화 되었다. 부위별 단열기준에 의한 외피의 열성능 향상은 난방 부하의 감소를 위주로 한 단열성능 향상이 주된 것이었다. 그러나 부위별 단열기준은 난방 부하의 감소에는 큰 기여를 하였으나, 주거용 건물 외에 냉방을 하는 사무용 건물에는 효율적인 기준이 되지 못하고 있다. 특히 사무소

건물의 경우 OA 화, IB 화에 따른 내부 발열의 증가로 인하여 동계에도 냉방부하가 발생하는 건물이 많다.

이에 정부에서는 1988년 사무소 건물에 대한 에너지 절약기준을 제시하여, 건물의 연간 냉·난방부하 상한치를 규제하였다. 사무소 건물에 대한 성능기준은 상당히 개선된 것으로 이에 상응하는 일련의 건축물 에너지 절약 관련정책은 국가적으로는 상당한 에너지 절약 효과를 거두고 있다. 그러나 건축가나 에너지 절약 심의자가 건물에서 매년 에너지 소비 상한치를 계산한 후 에너지 절약적 요소를 찾아내어 개선하기에는 많은 번거로움과 계산과정이 수반되므로, 현 기준은 건축가들이 건축물의 기본 계획시 또는 건축 심의시에 활용하기에는 매우 복잡한 문제점을 내포하고 있다.

이러한 문제점들을 해결하고 에너지 절약을 효과적으로 달성하기 위해서는 건축가들의 의도가 적극적으로 반영될 수 있도록 실무에서 쉽게 적용할 수 있는 에너지 절약 설계기법을 제시하는 것이 필요하다. 이와 더불어 현재 난방위주의 에너지 절약기법은 냉 난방을 동시에 고려한 종합적인 건축 설계기법으로의 전환이 요구되며, 이는 건물 설계 초기 단계에서부터 설계변수 각 요소에 대한 종합

1) 상공자원부, 건물의 에너지 절약형 외피·단열 시스템 개발 연구기획, 1993.6, p.97.

사무소 건물에 대한 에너지 절약 국내 설계기준은 건축, 전기, 기계 부문 등에 대한 설계기준과 함께 건물에너지 성능 기준 즉, 에너지 소비상한치를 규정하여 건물에너지의 효율적인 이용과 설계의 융통성을 부여하고 있다.

적인 대책을 수립하여 건물의 열성능이 최적화 되도록 하여야 할 것이다.

## 국내외의 건물에너지 절약기준

### 1. 국내의 건물에너지 절약기준

전체 에너지 소비의 30% 이상을 차지하고 있는 건축분야에서 1975년 12월 건축물에 있어서의 에너지 절약을 위한 조항이 신설된 이래, 에너지 이용 합리화 정책의 일환으로 에너지 다소비형 건물에 대해서는 에너지절약계획서 제출을 의무화하는 등, 건축법 및 동 시행령, 시행규칙, 고시 등을 통하여 건물에서의 열손실을 방지하고 있다.

현재, 건축법규에 규정되어 있는 열손실 방지규정은 크게 부위별 단열기준과 에너지 다소비 건물의 성능기준으로 나눌 수 있다. 열손실 방지를 위한 부위별 단열기준(Component Standards)은 열관류율 또는 단열재의 두께를 지역별로 규정하고 있으며, 주로 주거용 건물의 난방에너지 절약에 목적

이 있다. 에너지 다소비 건물의 열손실 방지 규정은 성능기준(Performance Standards)으로써 공동주택 및 사무소 건물의 단위면적당 연간 냉·난방부하 상한치를 제시하고 있다.

사무소 건물의 경우 성능기준에 따라 1988년 12월 건설부고시 제 1988-695 호에 「사무소 건축물의 에너지 절약 설계기준」이 제시되었으며, 1992년 8월에는 건설부고시 제 1992-444 호에 「사무소 건축물의 에너지 절약 및 그 합리적 이용을 위한 설계기준」이 개정 고시되었다. 이와 같은 사무소 건물에 대한 에너지 절약 설계기준은 건물의 에너지 소비가 합리적으로 이루어지도록 건축, 전기, 기계부문 등에 대한 설계기준과 함께 건물에너지 성능기준(BEPS : Building Energy Performance Standards) 즉, 에너지소비상한치(EBL : Energy Budget Level)를 규정하여 설계치가 규정치 이내로 들도록 하기 위한 것으로서, 건물 에너지의 효율적인 이용과 함께 설계의 융통성을 부여하는 종합적인 지

(표 1) 국내 건물에너지 절약기준의 특징 및 장단점

구분	특 징	장 단 점
부 위 별 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 외피 부위별로 열관류율 또는 단열재 두께 제한</li> <li>• 전국을 3개 기후대에 따라 구분</li> <li>• 주거용 난방에너지 절약이 목적</li> <li>• 에너지 절약을 위한 최소의 기준</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작성이나 확인과정이 간편</li> <li>• 건물의 종합적 에너지 성능 파악이 어려움</li> <li>• 설계의 융통성 보장이 힘들</li> <li>• 냉방부하가 많이 발생하는 건물에는 효과적이지 못함</li> </ul>
성 능 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공동주택 및 사무소 건물의 단위면적당 연간 냉난방부하 상한치 제시</li> <li>• 건물에너지의 효율적 이용과 함께 설계의 융통성 부여</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물의 향, 자연채광, 구조체의 축열 등에 대한 고려가 미흡</li> <li>• 상한치의 여유가 없고 계산과정이 복잡하여 계산 과정에 오류가 많이 발생</li> <li>• 건축설계자의 기본계획서 또는 기본계획이 검토되는 건축심의시 이용하기에는 어려움</li> <li>• 기준 부하 상한치를 초과할 경우 설계적 대안이 극히 제한적</li> </ul>
E P I 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지성능지표(EPI) 제안 : 가장 에너지 절약적으로 설계된 건물의 에너지 소비량을 지표로 설정하고 이를 기준으로 각 건물의 에너지 성능 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계과정이나 심의과정 혹은 허가과정에서 사용이 간편</li> <li>• 설계초기단계에 활용이 어려움</li> <li>• 건물외피부하와 실내발열부하 사이의 상호관계가 고려되지 않았음</li> <li>• 가중계수 산출의 근거가 모호</li> </ul>

표를 제시하는 것이 궁극적인 목표이다.

특히 건물에너지 성능기준(BEPS)은 건물의 단위면적당 연간 냉·난방부하를 규정하여 설계치가 규정치 이내에 들도록 하는 방법(공동주택 및 사무소 건물)과 건물의 에너지 성능지표(EPI : Energy Performance Index)를 규정하여 일정 점수 이상의 EPI를 에너지 절약 설계의 기준으로 인정하는 방법(숙박시설 및 목욕장/실내수영장)이 있고, 건물의 외피 열성능기준을 종합적으로 규정하는 방법(병원) 등 다원화된 규정이 적용되고 있다. (표 1)은 국내의 건물에너지 절약기준의 특징 및 장단점이다.

## 2. 미국의 건물에너지 절약기준

미국의 에너지 절약기준은 각 주마다 약간씩 다른 규정을 적용하고 있으며, 그중에서 가장 보편적으로 적용되고 있는 것은 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.) 기준으로 많은 주에서 채택하고 있다.

ASHRAE Standard 90-75의 경우, 주거

용과 그 외의 건물에 대해 외피의 열관류율(Uo)과 총열취득계수(OTTV : Overall Thermal Transfer Value)로 규정하였다. EBL 기준은 건물외피의 열성능, 냉·난방 설비, 급탕, 조명 등을 포함하는 총소비 에너지의 단위면적당 상한치를 설정하는 것으로서 이상적인 에너지 기준이기는 하지만, EBL 기준 개발에 있어서 건축, 전기, 기계 등 각 분야의 수준 파악이 선행되어야 했기 때문에 기준 적용상 많은 예산, 인원, 시간 등이 요구되었다. 따라서 EBL 기준이 처음 제시된 미국에서도 시행상의 복잡성 등을 이유로 전국적인 시행이 중단되었다.

ASHRAE에서는 1980년 이후 OTTV 및 EBL 기준의 보완 연구를 계속하여 1989년에 ASHRAE 90.1을 제시하였는데, 종래의 EBL과의 중요한 차이점은 총에너지 개념을 외피, 기계, 전기 등에 대한 기준으로 세분화한 것이다. 즉, ASHRAE 90.1 기준에서는 건물 외피의 성능기준이 단일체계로 구성되어 건물형태별 외피 열성능이 내부부하의 차이에 따라 검토될 수 있다. 이러한 새로운 기준은 건물 설계시 융통성 제고 및 열성능 향

(표 2) 미국의 건물에너지 절약기준의 특징 및 장단점

구분	특 징	장 단 점
부 위 별 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주거용과 그 외의 건물에 적용</li> <li>· 외벽면 전체의 열관류율(Uo)과 총열취득계수(OTTV)로 규정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물재료선택이나 창면적비의 결정 등 건물의 외피설계에 융통성을 부여</li> <li>· 건물의 종합적인 에너지성능 파악이 어려움</li> <li>· 건물외피부하와 실내발열부하 사이의 상호 관계가 고려되지 않았음</li> </ul>
성 능 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물외피의 열성능, 냉난방설비, 급탕, 조명 등을 포함하는 총소비에너지의 단위면적당 상한치(EBL) 설정</li> <li>· 시행상의 복잡성 등으로 인해 전국적인 시행 중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기준적용상 많은 예산, 인원, 시간 등이 요구됨</li> <li>· 정밀한 컴퓨터 프로그램의 활용이 필요</li> <li>· 설계 초기단계에 적용이 불가능, 최종적인 설계 단계에서 기준의 검토가 가능</li> </ul>
E P I 기 준	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 총에너지 EBL 개념을 외피, 기계 전기 등에 대한 기준으로 세분</li> <li>· 건물외피에 대한 단일 성능기준</li> <li>· ACP표를 개발하여 설계자에게 사용의 간편성과 융통성 부여</li> <li>· 설계의 융통성이 크거나 특수한 운전일정 등에는 에너지 기준을 회귀식을 이용하여 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건물외피부하와 실내발열부하 사이의 상호관계 고려</li> <li>· 실내발열밀도, 차양, 주광채용 등을 고려하여 최대허용 창면적비를 계산하는 동시에 단열제 위치, 열용량, 창면적비 등에 대해 벽체의 열관류율을 신속하게 계산</li> </ul>

에너지 절약 기준으로 미국에서 보편적으로 적용하고 있는 ASHRAE 90.1에서는 건물외피의 성능 기준이 단일 체계로 구성되어 건물형태별 외피 열성능이 내부 부하의 차이에 따라 검토될 수 있다.

상의 측면에서 이루어졌다. 이 기준은 건물의 외피에서 발생하는 부하와 실내발열부하 사이에 존재하는 관계를 고려하였으며, ACP(Alternate Component Packages)표를 개발하여 설계자에게 사용의 간편성과 많은 융통성을 부여하였다.

이와 같이 미국의 건물에너지 절약기준은 계속적으로 수정 보완 및 개정작업이 이루어지고 있는데, 이것은 시대적, 사회적 상황변화에 따라 새로운 방법론과 기준의 설정치가 요구되기 때문이다. 미국의 경우 현재에도 건물에너지 절약기준에 대한 연구가 진행 중이며 향후 계속적으로 추진될 예정이다.

(표 2)는 미국의 건물에너지 절약기준의 특징 및 장단점이다.

### 3. 일본의 건물에너지 절약기준

일본에서의 건물에너지 절약에 관한 법규정들은 1979년 10월부터 시행된 「에너지 사용 합리화에 관한 법률」로 일원화되어 있다는 것이 가장 두드러진 특징이다.

사무소에 대한 에너지 사용 합리화에 관한 건축주의 판단기준은 1980년 제정되었는데, 여기에서는 건물 외벽, 창 등을 통한 열손실 방지에 관한 연간열부하계수(PAL : Perimeter Annual Load)와 공조에너지계수(CEC : Coefficient of Energy Consumption for Airconditioning)가 적용되었다.

### 4. 독일의 건물에너지 절약기준

통일전 독일에는 여러가지 국가규격이 있었으나 통일후 구서독의 규격이 사용되게 되었다. 구서독의 건물에너지 절약기준은 1976년 제정된 「에너지 절약에 관한 법률」에 근거하고 있다. 이 기준은 건물유형을 크게 주택, 업무시설, 판매시설, 학교, 도서관, 병원 및 숙박용 건물 그리고 실내온도를 낮게 유지하는 건물 및 체육관, 집회용 건물로 구분하고 각각의 건물유형에 따라 최대 평균열관류율을 규정하고 있다. 이때 최대 평균열관류율은

건물의 형상을 고려하여 건물용적(V)에 대한 외피면적(A)에 따라 다르게 규정함으로써 설계의 융통성을 부여하고 있다.

### 5. 영국의 건물에너지 절약기준

영국의 건물에너지 절약기준은 1981년 CIBS(Chartered Institute of Building Services)에서 제시한 건물에너지 기준(CIBS Building Energy Code)에 근거하고 있다. 이 기준은 건물을 크게 업무시설, 판매시설, 산업시설, 주거용 건물, 호텔, 병원 및 교육시설로 나눈 다음, 이를 다시 주간 사용일수로 구분하고 이에 따라 단위면적당 에너지 소비 목표치를 열에너지와 전기에너지로 나누어 제시함으로써 에너지 절약설계에 있어서 설계자에게 최대한 융통성을 부여하고 있다.

### 6. 기타 국가의 건물에너지 절약기준

덴마크는 1972년 6월에 제정 공표된 건축 단열에 관한 법규를 에너지 파동 이후 그 기준을 더욱 강화시켜 1979년 2월에 변경된 단열기준을 사용하고 있다. 덴마크는 국토가 좁은 관계로 지역 구분없이 전국을 1개 지역으로 하고 10~18℃로 난방하는 방과 18℃ 이상으로 난방하는 방으로 구분하여 건물 부위별로 최대 열관류율을 규정하는 부위별 기준을 채택하고 있다.

프랑스는 1960년에 발표된 주택법이 있었고, 1974년에는 법령 74-306에서 전국을 위도와 지도상의 위치로부터 3개 지역으로 나누어 각종 건물에 대한 단위용적당의 열손실률 G 값(외기와 실내의 온도차 1℃당 열손실 kcal/h을 실의 용적 m<sup>3</sup>으로 나눈 값)으로 규정하고 있다.

네덜란드는 1964년 NEN 1068에서 건물의 단열에 관해 독일의 규격과 마찬가지로 건물의 각 부위에 대한 열관류저항 최소치를 추천하고 있으며, 위도와 기후에 따라 구역을 나누는 대신에 온화(Mild), 보통(Moderate), 한

지(Severe)의 셋으로 나누고 있다. 이 기준은 법적의무는 없지만 NEN 1068에 따르지 않는 건물에는 조성금 용자 거절 등 금융지원을 제한하기도 한다.

캐나다의 난방도일에 의해 전국을 4개 지역으로 구분하여 열관류율 K값을 건물 부위별로 규정하고 있으며, 현재 국립연구소(CNR)에서는 1991년부터 새로운 기준의 연구를 진행 중이다.

스페인의 경우도 전국을 4개 지역으로 구분하고 있으나 단일기준은 외표면적, 실내용적에 대한 건물의 평균 K값으로 강제 규정하고 있다.

### 건물에너지 절약을 위한 설계지침

현재 국내에서 시행되고 있는 에너지 다소비형 건물에 대한 성능기준은 상당히 개선된 기준으로써 이에 상응하는 일련의 건축물 에너지 절약 관련시책의 추진으로 국가적으로는 상당한 에너지 절약효과를 거두고 있다. 그러나 건축가나 에너지 절약 심의자가 매번 에너지 소비 상한치를 계산한 후 건축물에서 에너지 절약적 요소를 찾아내어 에너지 절약 방향으로 개선하기에는 많은 번거로움과 계산과정이 수반되므로, 현 기준은 건축가가 건축물의 기본 계획시 또는 건축 심의시에 활용하기에는 다소 복잡한 문제점을 내포하고 있다.

따라서 에너지 절약을 효과적으로 달성하기 위해서는 건축가의 의도가 적극적으로 반영될 수 있도록 실무에서 쉽게 적용할 수 있는 에너지 절약 설계지침을 제시하는 것이 필요하다. 이와 더불어 최근의 사무소 건물 설계동향이 첨단정보화하는 추세를 보이고 있으며, 기존 사무소 건물에 비해 건물 외피 관련인자, 실내발열부하 및 실내공간규모 등 제반변수들이 크게 변화함으로써 사무소 건물의 에너지 사용실태가 과거와 큰 차이를 보이고 있으므로 이에 대한 고려 역시 사무소 건

물의 에너지 절약을 위한 설계지침에 적극적으로 반영되어야 한다.

건물에너지 절약을 위한 설계지침은 다음과 같은 사항을 고려하여 작성되어야 할 것이다.

1) 건물에너지를 절약하기 위해서는 설계 초기단계에서부터 건물의 열성능이 최적화 되도록 설계되어야 하며, 건축가가 쉽게 사용할 수 있는 방법을 제공하여야 한다.

2) 건물 외피는 다른 부위의 열성능과 상호작용에 따른 정확한 평가가 어려우므로 건물 설계변수의 상호작용을 평가할 수 있는 모델이 필요하다.

3) 정밀 해석 프로그램은 정확성은 있으나 실무에서의 적용이 어렵고, 계산 방법이 간단한 경우 사용은 간편하지만 오차가 커지게 되므로, 정밀 해석 프로그램의 결과에 상응하는 신뢰성을 가지면서 사용이 편리한 방법의 개발이 필요하다. SS

### 참고문헌

1. 상공자원부, 건물의 에너지 절약형 외피 단일 시스템 개발 연구기획, 1993.6
2. ASHRAE, ASHRAE/IES 90.1-1989 Energy Efficient Design of New Buildings except New Low-Rise Residential Buildings, ASHRAE, 1989.
3. 住宅 建築省エネルギー機構, 事務所建築の省エネルギー基準と計算の手引, 1980.
4. DIN4108, Thermal Insulation in Building, 1979.
5. CIBS, CIBS Building Energy Code, Part 2, The Curwen Press Ltd., 1981.