

사무소 건물의 에너지성능기준 시행에 관한 연구

REPORT

A Study on the Building Energy Performance Standard

박상동
박효순
우정선
신기식
장해진
태춘섭
한국동력자원연구소 건물연구실

I. 서론

제작년('84) 에너지센서스 결과보고에 의하면 우리나라에서 소비되는 전체 에너지량 중에서 37.7%에 달하는 막대한 양이 가정 및 상업부문에서 소비되고 있으며 그 중 72.2%가 단독주택에서, 20.7%가 아파트에서 그리고 7.1%가 상업용건물에서 소비된 것으로 나타났다.

우리나라는 1975년 2월 건축법 개정시 "건축물에 있어서의 에너지절약" 조항이 신설된 이래 현재는 건물부위(벽, 지붕, 바닥, 개구부)에 사용되어야 할 단열재의 두께와 건물 부위별 열관류율의 상한치를 정하여 규제하고 있다. 그러나 이러한 규제는 건물외피의 열성능에만 국한되므로 냉난방설비, 급탕, 조명, 승강기 등과 같이 에너지를 실제로 이용하는 설비와는 무관한 것이다.

건물에너지 절약을 위한 총양적 에너지 성능기준인 BEPS(Building Energy Performance Standard)는 사용하는 에너지의 종류, 건물외피의 열성능, 건축설비에 대해서는 규제하지 않고 단지 건물 단위면적당 사용할 수 있는 에너지의 상한치를 정하여 규제하는 것이다.

BEPS는 기타의 건물에너지 기술 기준에 비하여 다음과 같은 효용성이 있다.

가. 건물부위별 열성능을 제한하지 않으므로 건물설계자들에게 창안성과 자유성을 부여한다.

나. BEPS의 최대허용에너지양인 EBL(Energy Budget Level) 값을 충족시키기 위하여 태양에너지와 같은 비고갈 자원의 이용 및 폐열의 재이용 등을 유도함으로써 이러한 기법의 적용과 에너지이용 효율을 향상시킨다.

다. 건물에너지와 관련된 성능이 우수한 건축자재 및 효율이 높은 기기와 시스템의 선정을 유도하여 결과적으로 기술의 향상 및 에너지 절약을 기대할 수 있다.

라. 에너지 종류별 가중치 지수를 적용시킴으로써 에너지 소비자들로 하여금 소비하는 에너지 종류를 국가에서 의도하는 에너지 종류별 수급정책에 스스로 따르도록 유도할 수

있다.

이상과 같은 효용성에 근거하여 한국 동력자원연구소 건물연구실에서 연구, 제정한 성능기준(안) 및 그 배경에 대해 아래에 설명하고자 한다.

II. 건물에너지 성능기준(안)

1. 목적 및 범위

이는 신축 사무소건물의 에너지성능 기준을 규정한다. 아울러 기준의 시행을 위한 요건을 규정한다. 에너지 성능기준의 목적은 신축건물에 대하여 에너지 효율의 최대향상과 비고갈 에너지원의 사용증가를 유도하는 것이다.

2. 용어정의

가. 설계에너지요구량(DER : Design Energy Requirement)

건물의 연면적에 대해 2차에너지(site energy)로 계산된 연간 에너지 소요량을 의미한다. 설계에너지 요구량은 표준평가기법이나 승인된 대체평가기법을 이용하여 계산한다. 단위는 $Mcal/m^2 \cdot year$ 이다.

나. 설계에너지소비량(DEC : Design Energy Consumption)

건물의 연면적에 대해 1차에너지(source energy)로 나타낸 연간 에너지 소요량을 의미한다. 즉, 설계에너지 요구량(DER)에 에너지 종류별로 적합한 가중치지수를 곱하여 계산한 값이다. 단위는 $Mcal/m^2 \cdot year$ 이다. 다. 최대허용에너지량(EBL : Energy Budget Level)

사무소건물에 대하여 기후지역으로 구분하여 <표 1>에 나타낸 값을 의미한다. 단위는 $Mcal/m^2 \cdot year$ 이다.

라. 설계에너지규제치(DEB : Design Energy Budget)

평가기법을 이용하여 설계에너지 소비량(DEC)을 시뮬레이션 하고자 하는 특정 신축건물의 규제치를 의미하며 이 값은 최대허용에너지량(EBL)표와 지침에 따라 구하는 값이다. 단기능건물에서는 설계에너지규제치(DEB)와 최대허용에너지량(EBL)의 값이 동일하다. 단위는 $Mcal/m^2 \cdot year$ 이다.

마. 가중치지수(Weighting Factor)

설계에너지소비량(DEC)을 계산할 때 건물의 설계에너지요구량(DER)을

구성하는 에너지종류(가스, 오일, 전기)에 대해 적용시키는 값으로 <표 2>와 같다.

바. 표준평가기법(SET : Standard Evaluation Technique)
건물의 설계에너지소비량을 계산하는데 사용되는 기준, 과정 및 계산방법을 의미한다.

사. 신축건물(New Building)
냉난방시스템, 급탕시스템, 환기시스템 등을 설비한 구조물로서 건물에너지 성능기준이 법으로 발효한 이후에 건축이 개시된 건물을 의미한다.

아. 공공기관의 건물
공공기관에 의해 건축되거나 또는 그 사용을 위한 건물을 의미한다. (국가 또는 지방자치단체의 청사, 기타 이에 준하는 건축물)

자. 연면적(Gross Area)
바닥면적의 총계를 의미하며 옥내 주차장은 제외한다. 바닥 외벽면의 중심선에서 부터 측정하고 전체 벽면에서 돌출한 것이나 건물을 구획하는 일반벽의 중심선에서 돌출한 것 등은 무시하고 측정한 면적이다.

차. 건물표준운전상태(SBOC : Standard Building Operating Conditions)
건물의 재실 및 조명 상태, 냉난방 및 급배기시스템의 가동, 급탕공급 등에 관한 건물의 전형적인 운전상태를 의미한다.

3. 건물에너지 성능기준을 위한 요건

(1) 신축건물의 설계에너지 소비량(DEC)은 설계에너지규제치(DEB)를 초과하지 않아야 한다.

(2) 설계에너지규제치(DEB)는 신축건물의 위치에 대해 기후지역을 정한 후 최대허용에너지량(EBL) 표와 지점으로 부터 결정된다.

4. 건물에너지 성능기준을 적용하는 사무소건물

점포나 쇼핑센터가 아닌 단일건물로서 연면적이 30,000㎡ 이상이며 유효면적의 81% 이상이 주로 업무처리나 직업적 서비스를 제공하도록 설계된 사무소 건물에 대해 이 기준을 적용한다. 이 기준은 잠정적으로 공공기관의 건물에 한해 적용한다.

5. 최대허용에너지량(EBL) 표 및 지침

가. 최대허용에너지량(EBL) 표
이 표는 신축 사무소건물에 대해

적용한다. EBL 값에는 냉난방, 급탕, 급배기팬, 냉난방 보조기기, 승강기, 조명에 대한 에너지를 포함한다.

<표 1> 최대허용에너지량(EBL)

지역	1지역	2지역	3지역
EBL(Mcal/m ² ·year)	295	270	280

나. 최대허용에너지량(EBL) 지침
(1) 건물 연면적을 산정하여 규정된 연면적과 비교
(2) 유효면적에 대한 사무실면적을 산정하여 규정된 값과 비교
(3) 건물에 대한 기후지역 결정
(4) 최대허용에너지량(EBL) 표를 이용하여 설계에너지규제치(DEB) 결정(사무소건물의 DEB 값은 EBL 값과 같음)
(5) 설계에너지소비량(DEC) 결정
건물의 설계에너지소비량은 평가기법을 이용하여 다음 순서로 계산한다. 표준평가기법을 적용할 경우에는 특정한 고정자료(기상자료, 건물설계 조건, 건물표준운전상태, 에너지 종류별 가중치지수 등)를 사용하여야 한다.

① 건물의 설계에너지요구량(DER)을 에너지 종류별(가스, 오일, 전기)로 산정
② 각 에너지 종류별 요구량에 가중치 지수를 곱함.
③ 가중된 값을 전부 합하면 그 건물의 설계에너지소비량(DEC)이 된다.

비교값에너지(태양에너지 등)는 설계에너지소비량에 포함되지 않는다.

(6) 설계에너지소비량(DEC)와 설계에너지규제치(DEB)의 비교
설계에너지소비량(DEC) 값이 설계 에너지규제치(DEB) 값을 초과하지 않으면 그 건물설계는 기준을 준행하는 것이다. 그렇지 않은 경우에는 기준을 준행하기 위하여 그 건물설계는 수정되어야 한다.

6. 가중치지수(Weighting Factor)
가중치지수는 건물의 설계에너지소비량(DEC)을 계산할 때 그 건물설계의 에너지 종류별 요구량(DER)에 적용하는 값이다. 즉 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$DEC = W_o \times E_o + W_g \times E_g + W_e \times E_e$$

여기에서

W_o (W_g , W_e) : 오일(가스, 전기)의 가중치지수

E_o (E_g , E_e) : 오일(가스, 전기)의 설계에너지요구량(DER)

<표 2> 가중치지수

에너지종류	가스	오일	전기
가중치지수	1	1	2500/860

7. 설계에너지소비량(DEC)의 시뮬레이션을 위한 제출자료
평가기법을 적용하여 설계에너지소비량(DEC)을 시뮬레이션하여야 하는 건물의 설계자는 설계도면과 시방서(건축 및 전기, 기계설비의 부하계산서) 및 별도로 정한 특정자료를 작성, 제출하여야 한다.

8. 건물에너지 성능기준(BEPS)의 시행방법

(1) 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안)¹⁾ 적용

— 지상층에 대해 유리창 면적비는 지상층 바닥면적의 15% 이하로 제한한다.

(2) 건물에너지 성능기준(BEPS) 적용
— 상기 (1)항에 적합하지 않을 경우는 BEPS 기준에 적합하여야 한다.

(3) 상기 (1), (2)항을 벗어나고자 하는 경우는 건설부 중앙설계심사위원회의 건의로 동력자원부장관의 동의를 얻어야만 한다.

Ⅲ. 최대허용에너지량(EBL) 산출

1. 건물의 부위별 성능기준(안)
이는 신축건물 외피의 에너지절약을 위한 최저조건을 제시한다. 적용대상은 주거용 및 비주거용 건물에 한한다.

가. 지역구분
우리나라의 전지역을 다음과 같이 3개 지역으로 구분하여 부위별 성능 기준을 적용한다.

1) 1지역
서울특별시, 인천직할시, 경기도, 강원도, 충청북도

2) 2지역
충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 부산직할시, 대구직할시

주 1) 에너지절약을 위한 부위별 성능 및 설비기준(안), 1983, 한국동력자원연구원

3) 3지역

제주도

나. 성능기준

건물 부위별 성능기준은 <표 3>과 같다.

<표 3> 지역구분에 따른 건물 부위별

Ka 값(Kcal/m²·h·℃)

지역 부위	1지역	2지역	3지역
개구부	2.86	3.12	5.80
벽	0.44	0.57	0.70
지붕	0.33	0.43	0.52
바닥	0.55	0.67	1.00

1) 주거용 건물의 기준

(1) 주거용 건물은 하기 유형의 건물을 의미한다.

① 사용자의 일평균 재실시간이 24시간이고 따라서 난방소요시간이 24시간인 건물

② 주택, 병원, 호텔, 교도소 등이 이에 속한다.

③ 단, 상기 건물의 화장실, 현관, 계단실, 복도 등은 제외한다.

(2) 성능기준

각 지역별 건물부위의 열관류율은 <표 3>의 값 이하가 되도록 하여야 한다.

2) 비주거용 건물의 기준

(1) 비주거용 건물은 하기 유형의 건물을 의미한다.

① 사용자의 일평균 재실시간이 15시간 이하이고 따라서 난방소요시간이 15시간 이하인 건물

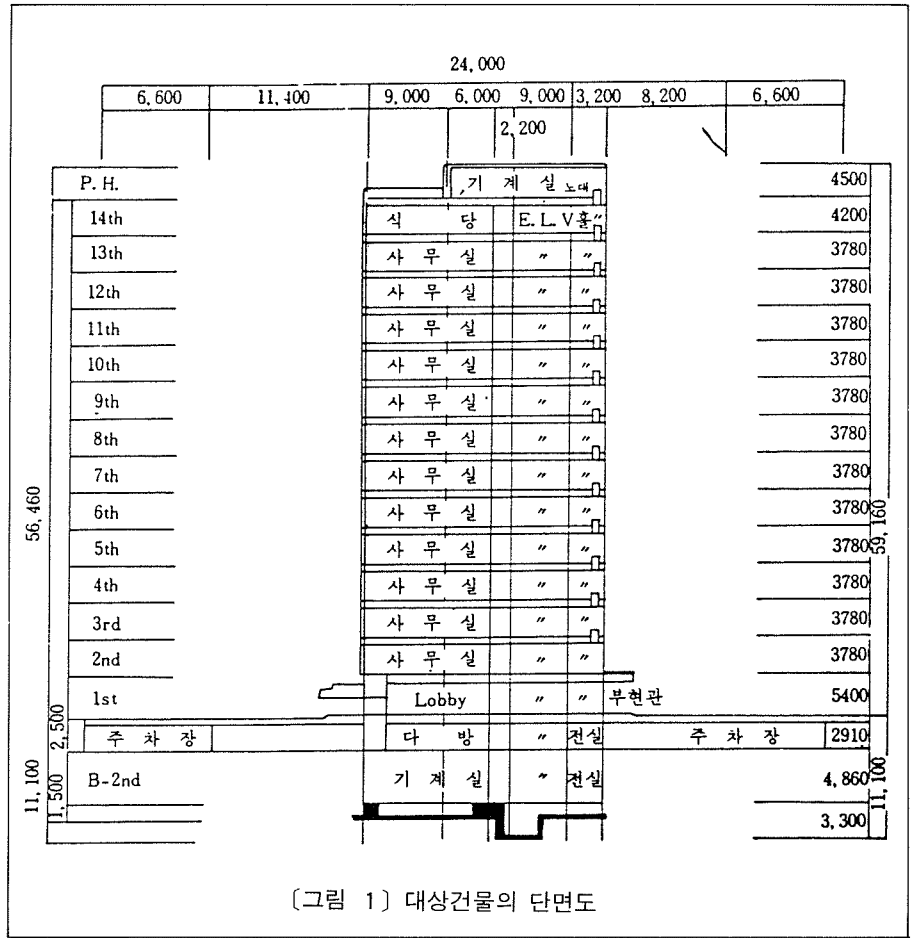
② 사무소건물, 연회장, 교회, 영화관, 극장, 법원, 식당, 학교, 관공서, 도서관, 상점, 백화점, 진료소, 공회당 등이 이에 준한다.

③ 주거용 건물의 화장실, 현관, 계단실, 복도 등은 이에 준한다.

(2) 성능기준

각 지역별 건물부위에 대한 열관류율은 <표 3>의 값에 준하는 것이 바람직하다. 개구부의 경우 지상층의 유리창 면적비는 지상층 바닥면적의 15% 이하로 하는 것이 바람직하다. 바닥의 경우는 외기와 직접 접하는 부분도 바닥의 기준을 적용하며 지하 0.6m 이하에 위치하면서 지중면과 접하는 바닥은 단열하지 않아도 좋다.

2. 기존건물의 선정 및 샘플디자인
본 연구의 대상건물로서 선정된 기존 건물은 “건물의 부위별 성능 및



<그림 1> 대상건물의 단면도

<그림 2> 기존건물과 각 지역별 샘플디자인 건물의 부위별 상세도

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 타일	11	1.1	0.01
	2. 물탈	30	1.2	0.025
	3. P.C 콘크리트	120	1.4	0.086
	4. 암면스프레이	25	0.035	0.714
	5. 공기층			
기 준	R	1.09		
	K	0.92		
위 치	기준층 P.C 콘크리트 패널			
	1. 타일	11	1.1	0.01
	2. 물탈	30	1.2	0.025
	3. P.C 콘크리트	120	1.4	0.086
	4. 암면스프레이		0.035	
	5. 공기층			
Sample design		I 지역	66	1.891
		II 지역	48	1.371
		III 지역	37	1.051
Sample design	R	I 지역	2.27	1.43
	K	I 지역	0.44	0.57
		II 지역	1.75	0.70
		III 지역	1.43	0.70

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 타 일	11	1.1	0.01
	2. 물 탈	30	1.2	0.025
	3. 시멘트 벽돌	190	1.2	0.158
	4. 공기층			0.08
	5. 콘크리트	100	1.4	0.071
기 준	R	0.52		
	K	1.92		
위 치	1층상 하부			

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 타 일	11	1.1	0.01
	2. 물 탈	30	1.2	0.025
	3. 시멘트 벽돌	90	1.2	0.075
	4. 공기층			0.08
	5. 스티로폼		0.027	
	6. 콘크리트	100	1.4	0.071
Sample design		I 지역	II 지역	III 지역
	R	2.27	1.75	1.43
	K	0.44	0.57	0.70

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 물탈위 본타일	20	1.2	0.017
	2. 시멘트 벽돌	190	1.2	0.158
	3. 물 탈	30	1.2	0.025
	4. 타 일	11	1.1	0.01
기 준	R	0.39		
	K	2.60		
위 치	엘리베이터 홀과 노대사이 간벽			

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 물탈위 본타일	20	1.2	0.017
	2. 시멘트 벽돌	90	1.2	0.075
	3. 스티로폼		0.027	
	I 지역	51		1.893
	II 지역	37		1.373
	III 지역	28		1.053
Sample design		I 지역	II 지역	III 지역
	R	2.27	1.75	1.43
	K	0.44	0.57	0.70

설비기준(안)”의 지역구분에서 제안한 1지역중에서 서울에 위치한 중규모의 사무소건물로서 그 건물의 단면도는 [그림 1]과 같다.

가. 기존건물의 샘플디자인

1) 건축분야

<표 3>을 적용하여 외피구조를 샘플 디자인하였으며 기존건물과 샘플디자인 건물의 각 부위별 상세도는 [그림 2]와 같다.

2) 기계설비분야

기존건물의 공기조화설비는 FCU 병용 중앙집중식 정풍량방식이며 온수공급 설비는 중앙식증상향압송식이다. 샘플디자인에서는 기계설비와 관련된 시스템은 기존건물과 동일하게 하였다.

3) 전기설비분야

기존건물의 조명설비는 “건물의 부위별 성능 및 설비기준(안)”의 절전식 조도 및 조명방식 설정기준중에서 제안하고 있는 <표 4>의 추천조도기준과 <표 5>의 실내면 반사율의 권장치를 적용하여 샘플디자인 하였다.

<표 4> 추천조도기준

조도단계	조도범위	적 용 예
700	1,000~500	제도, 정밀실험, 계산
300	500~200	사무실, 도서실, 독서실
150	200~100	식당, 조리, 회의실
70	100~ 50	다방, 병실, 화장실
30	50~ 20	창고, 주택복도, 관객석
15	20~ 10	차고, 물탱크실, 석탄실

<표 5> 실내면 반사율의 권장치

반 사 면	반사율
천	80~90
벽	40~60
기계, 탁상, 작업대	25~45
바 닷	20~40

3. 동적부하계산을 위한 프로그램입력
가. 기상자료

ASHRAE에서 대표기후년도 선정방법으로 인정하고 있는 TRY(Test Reference Year) 방식으로 선정한 1, 2, 3 지역의 대표기후년도는 다음과 같다.

- 1지역(서울특별시) : 1962년도
- 2지역(부산직할시) : 1955년도
- 3지역(제주시) : 1955년도

나. 방위

1, 2, 3지역 공히 기존대상 건물의 방위인 Azimuth 45°(남서향)을

적용하였다.

다. 벽, 지붕, 개구부의 실내외측 표면 열전달률(α)

1) 실내측 표면열전달률(α_i)

DOE - 2 Reference Manual에서 추천하는 수직면벽의 실내측 표면열전달율은 $7.18 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ 이며 천장과 바닥의 표면열 전달율은 <표 6>과 같다. 그러나 냉방과 난방을 동시에 고려하여야 하므로 <표 6>의 중간값을 적용하였다. 입력된 실내측 표면열 전달율은 <표 7>과 같다.

<표 6> DOE - 2 Reference manual에서 추천하는 열전달율

	냉방시(Kcal/m ² ·h·°C)	난방시(Kcal/m ² ·h·°C)
천장	8	5.31
바닥	5.31	8

<표 7> 적용된 실내측 표면열전달율

	실내측 표면열전달율
수직벽	$7.18 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$
천장	$6.38 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$
바닥	$6.38 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$
유리창	$8 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$

2) 실외측 표면열전달율(α_o)

DOE - 2 프로그램에는 TRY 방식으로 선정된 대표기후년도의 시간별 기상자료를 이용하여 다음식에 따라 매시간별 실외측 표면열저항치를 계산한다. 그러나 유리창의 표면열 전달율은 $20 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}$ 를 적용하였다.

$$R_o = \frac{1}{1.45 + (0.302 \times \text{WINDSPD}) + (0.001661 \times \text{WINDSPD}^2)}$$

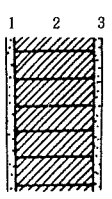
여기서 R_o : 외표면열저항($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C} / \text{Kcal}$)

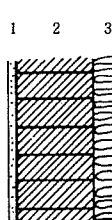
WINDSPD: 풍속(mile/hour)

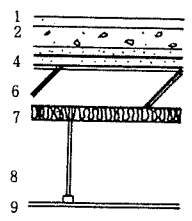
라. 재실, 조명, 급탕, 엘리베이터 등의 스케줄

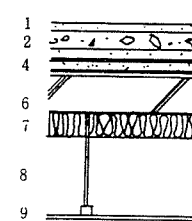
재실, 급탕, 조명, 엘리베이터 등의 스케줄은 건물표준운전상태(SBOC)²⁾를 적용하였으며 각 지역별 냉난방 개시일과 종료일은 <표 8>을 적용하였다.

2) "고층건물의 설계기준 및 평가기법 개발 연구", 1983, 한국동력자원연구소 참조

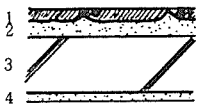
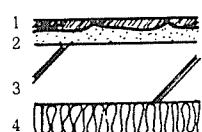
구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1. 몰탈위 본타일	20	1.2	0.017
	2. 시멘트 벽돌	190	1.2	0.158
	3. 물 타	18	1.2	0.015
기 준	R	0.37		
	K	2.70		

위 치	지하 1층 다방과 주차장 사이의 간벽				
	1. 몰탈위 본타일	20	1.2	0.017	
	2. 시멘트 벽돌	190	1.2	0.158	
	3. 암면스프레이			0.035	
	I 지역	67		1.92	
	II 지역	49		1.40	
	III 지역	38		1.08	
Sample design		I 지역	II 지역	III 지역	
	R	2.27	1.75	1.43	
	K	0.44	0.57	0.70	

구 조	재 료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
	1.3.5 보호몰탈	60	1.2	0.05
	2. 신더콘크리트	60	0.69	0.087
	4. 방수층	10	0.09	0.111
	6. 콘크리트	120	1.4	0.086
	7. 암면스프레이	30	0.035	0.857
	8. 공기층			0.189
	9. 암면 TEX.	15	0.035	0.429
				0.125
	기 준	R	1.98	
K		0.50		

위 치	14층 옥상 식당 상부			
	1.3.5 보호몰탈	60	1.2	0.05
	2. 신더콘크리트	60	0.69	0.087
	4. 방수층	10	0.09	0.111
	6. 콘크리트	120	1.4	0.086
	7. 암면스프레이			0.035
	I 지역	67		1.903
	II 지역	42		1.203
	III 지역	28		0.793
	8. 공기층			0.189
9. 암면 TEX.	15	0.035	0.429	
			0.125	
Sample design		I 지역	II 지역	III 지역
	R	3.03	2.33	1.92
	K	0.33	0.43	0.52

비 고				

구	조	재	료	두께 ℓ (mm)	λ	$r = \frac{\ell}{\lambda}$
		1. 화강석물갈기		36	1.87	0.019
		2. 물	탈	84	1.2	0.070
		3. 콘크리트		120	1.4	0.086
		4. 물	탈	20	1.2	0.017
						0.125
기		R	0.37			
준		K	2.72			
위	치	1층 로비바닥				
		1. 화강석물갈기		36	1.87	0.019
		2. 물	탈	84	1.2	0.070
		3. 콘크리트		120	1.4	0.086
		4. 양면스프레이				0.035
						0.125
		I 지역	51			1.457
		II 지역	40			0.143
		III 지역	23			0.657
						0.125
Sample design			I 지역	II 지역	III 지역	
		R	1.81	1.49	1.01	
		K	0.55	0.67	0.99	

〈표8〉 지역별 냉난방 및 급탕공급기간*

구분	지역	I 지역	II 지역	III 지역
냉방	가동일자	6월11일	7월11일	6월26일
	종료일자	9월10일	9월10일	9월10일
난방	가동일자	11월1일	11월16일	11월26일
	종료일자	4월5일	3월25일	3월25일
급탕	가동일자	11월22일	12월21일	12월21일
	종료일자	2월28일	1월31일	1월31일

*중앙기상대, 한국기후표(1982)에 의한.

마. FCU 가동

난방시의 FCU 가동은 재실자가 없는 0~7시, 18~24시 사이에 설비의 동파를 방지하기 위하여 실온을 10°C로 유지하는 것으로 하였다.

바. 실온의 Throttling range

모든 공조공간 실온의 Throttling range는 2°F (≒ 1.1°C)를 적용하였다.

사. 공조공간의 상대습도

사무실, 다방 등 공조공간의 상대습도는 최저 30~최고 70%를 적용하였다.

아. 보일러의 EIR (Electric Input Ratio)

본 대상건물의 보일러는 스티姆보일러이며 급탕 및 FCU에 공급하는 온수는 열교환기를 이용하여 생산한다. DOE-

2 프로그램으로 본 대상건물에서와 같은 시스템에 소요되는 온수순환펌프의 소요동력을 계산하기 위해서는 별도의 에너지사용스케줄을 적용하여야 하지만 이를 작성하는 것이 실제로 불가능하다고 판단되었으므로 순환펌프의 소요동력을 EIR 계산에 포함시켰다.

자. 자연환기

“건물의 부위별 성능 및 설비기준(안)”의 “건물 개구부의 누기량 허용기준”에는 개구부의 누기량을 틈새길이 1m 당 6m³/hr를 상한치로 하고 있다. 그 계산결과로 공조공간에는 0.5회/hr를 적용하였다.

차. 2차기기의 급기온도

DOE-2 프로그램에서는 Air temperature weighting factor 방식을 채용하고 있다. 이방식은 설정된 기준온도와 냉난방설비시스템의 작동계획 및 정지 등에 실온의 차이를 냉난방부하와 관련시킨다.

또한 본 대상건물에 적용된 시스템은 SZRH (single zone reheating system), TPFC (two-pipe fan coil system), PSZ (packaged single zone air

conditioner with heating and subzone reheating option) 등이다. 적용된 2차기기의 급기온도는 〈표9〉와 같다.

〈표9〉 2차기기의 급기온도

냉 방		난 방	
AHU. PAC	FCU	AHU. PAC	FCU
18.5°C	17.5°C	27.5°C	39.2°C

차. 최소외기량

최소외기량은 외기의 CO² 농도에 따라 달라질 수 있었으나 25m³/hr·인을 기준으로 하여 30%를 적용하였다.

4. 최대허용에너지량 (EBL)

가. 계산결과

EBL 산출시 고려된 항목은 냉난방, 급탕, 급배기 및 환기, 순환펌프, 엘리베이터, 조명, 기타 전기사용기기 (타자기, 복사기 등)에 소요되는 에너지이다. 〈표10〉은 연구대상건물의 각 지역에 대한 계산결과이다.

나. EBL 환산

1) 가중치지수

가중치지수는 ① 기존자원의 이용을 유도하고 ② 외국으로부터 수입하는 자원의 경우에는 장기적인 공급 가능여부와 가격 등의 전망을 고려하여 즉, 특수한 경우에 발생할 수 있는 공급부족사태를 고려하여 에너지 사용을 억제시키며 ③ 전환과정에서 효율이 낮은 2차에너지의 사용도 국가적인 측면에서는 큰 손실이므로 사용을 억제시키는 등의 목적으로 그 의미가 있다.

2) 가중치지수의 결정

가중치지수는 건물의 설계에너지소비량 (DEC)을 계산할 때 그 건물에 필요한 에너지 종류별 요구량 (DER)에 적용되는 값이다.

본 연구에서는 동력자원부고시 (제81-34호), 에너지이용 합리화법 제8조, 제10조와 동법 시행규칙 제5조 제3항 및 제7조 제2항에 의거 공고 (1981년 10월 20일)된 연료 및 열의 석유환산기준 (동력자원부공고 제24호)을 적용하며 그 값은 〈표2〉와 같다.

3) EBL 환산

EBL의 산출은 건물외형, 연면적, 유리창 면적비, 냉난방설비시스템, 급탕설비시스템이 상이한 여러 건물에 대하여 검토 후, 건물의 에너지절약을 위한 기법을 적용함으로써 얻어진 값을

기초로 하여 작성되어야 할 것이다. 그러나, 보다 중요한 것은 기준치에 달할 수 있는 기술수준의 파악이 선행되어야 할 것이다. 이와 같은 이유로 본 연구는 에너지절약을 위하여 작성된 기준(안)의 건축, 전기, 기계분야에 관한 내용을 적용하는 것을 원칙으로 하여 실시되었으며 아울러 다음과 같은 특수성이 있다.

- ① 본 대상건물은 1979년도에 준공된 중규모의 건물로 에너지절약기법이 고려되지 않았으므로 기준(안)의 내용을 신축건물에 적용할 경우 본 연구와 부합되는 에너지절약의 목적을 설계상의 어려움이 없이 달성할 수 있다.
- ② 유리창 면적비는 1층이 바닥면적의 30%, 기준층이 14%, 최상층이 18.6% 정도이며 지상층 바닥면적의 15% 정도로서 유리창 면적비가 적정선에 있다. (현재 우리나라는 바닥면적에 대한 유리창 면적비의 하한치만 10%로 규정되어 있으나 에너지 절약적인 측면에서 상한치의 설정이 요구되고 있다. 핀란드와 같은 일부 북유럽 국가에서는 바닥면적의 15%를 넘지 못하도록 상한치를 규정하고 있다.)
- ③ 냉난방 및 공조시스템이 국내의 고층건물에서 가장 많이 채용되어 가동되고 있는 FCU병용 중앙집중식 정풍량방식으로서 시스템을 본래의 것과 동일하게 적용시켰다.
- ④ 급탕 및 FCU용 온수발생설비는 보일러로부터의 발생훈기를 열원으로 하여 열교환에 의하는 온수발생설비이며 현재 국내에서 가장 많이 적용되는 시스템으로서 본래의 시스템을 그대로 적용하였다.
- ⑤ 조명, 급탕, 엘리베이터 및

급배기팬의 사용스케줄은 서울시내에 위치한 20개 고층건물을 대상으로 조사한 값을 적용하였다.

- ⑥ 냉난방 및 급탕공급 등의 시스템 운전기간도 1지역은 서울지역의 20개 고층건물을 대상으로 조사된 값을 적용하였고 2지역과 3지역은 1지역을 기준으로 하여 중앙기상대의 “한국기후표”의 외기온을 기준으로 하여 작성하였다.
 - ⑦ EBL을 산출하기 위한 냉난방에너지 소요량의 계산에는 정부에서 권장하고 있는 냉방 28℃, 난방 18℃의 적용이 적정 열환경유지라는 개념으로 공조공간 실온의 콘트롤만을 냉방 28℃, 난방 18℃로 적용함으로써, 냉방 26℃, 난방 20~22℃ 정도로 실시하고 있는 실제의 냉난방설계에서의 문제점을 보완하였다.
 - ⑧ 1차기기의 효율은 대상건물에 설치된 기기의 효율을 기준으로 적용하였다. 그러나 본 연구의 대상건물은 정면적 약 18,000㎡ 정도의 중규모이며 외국의 EBL산출결과를 보면 한국과 같은 기후인 도시의 경우 소형사무소와 대형사무소의 EBL값이 약 8.6% 정도 차이가 있다. 또한 본 연구의 비교치로 산출한 C 빌딩과 S 빌딩을 비교할 때 건물의 구조, 조명, 실사용 용도, HVAC작동방식, 1차기기 용량의 대소 등의 차이에 따라 약 9% 정도 서로 차이가 있음을 볼 수 있었다. 이에 비추어 본 연구에서는 5%의 여유율을 적용시켰으나 여유율의 적용에 대해서는 향후 충분한 검토가 필요한 것으로 사료된다.
- 전기한 과정에 따라 계산한 각 지역의

EBL값은 <표 2>와 같다.

IV. 결 론

이상은 건물의 총량적 에너지성능기준인 BEPS의 제정을 위해 실시되었던 연구내용이다. 에너지절약을 위한 규제 대상건물에는 단독주택, 다세대주택, 사무소건물, 호텔 등 건물유형에 따라 여러가지가 있으나 본 연구는 사무소용 고층건물에 국한하였다. 본 연구는 1개의 건물을 대상으로 실시되었으나 주어진 여건속에서 최선의 결과를 얻기 위하여 관련된 모든 자료를 사무소용 고층건물에서 일반적으로 많이 사용하는 평균값을 적용하도록 노력하였고 또한 기본방향을 “에너지절약을 위한 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안)”의 내용을 적용시키는 것을 원칙으로 하였으므로 기준으로서의 준용에 무리가 없으리라고 판단된다. 또한 향후 사무소건물의 EBL에 대한 여유율의 적용과 기타 건물유형의 EBL의 산출에 대하여는 계속 연구되어야 할 것이다.

<참고문헌>

1. 박상동의, 에너지절약형 주택 연구 및 건설, 한국동력자원연구소, 1981.
2. 박상동의, 고층건물의 설계기준 및 평가기법 개발연구, 한국동력자원연구소, 1982.
3. 박상동의, 고층건물의 설계기준 및 평가기법 개발연구(II), 한국동력자원연구소, 1983.
4. 박상동의, 고층건물의 설계기준 및 평가기법 개발연구(III), 한국동력자원연구소, 1984.
5. 박상동의, 미국의 에너지절약적 건물설계기준, 한국동력자원연구소, 1981.
6. 박상동의, 주요지역별 기상자료, 한국동력자원연구소, 1983.
7. 김교두역, 공기조화·위생공학편람Ⅱ,Ⅲ, 1980.
8. 정학모, 사무소건물의 공기조화, 도경출판사
9. 지철근 조명공학, 문운당, 1978.
10. 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안), 한국동력자원연구소, 1983.
11. 한국 기후표, 중앙기상대, 1982.
12. Federal Register, U. S. Department of Energy, 1979.
13. ASHRAE Standard 90-80, ASHRAE, 1980.
14. ASHRAE Handbook and Product Directory Fundamentals, ASHRAE, 1981 e

<표 10> 각 지역의 계산결과

단위 : MKcal/년

	제 I 지역		제 II 지역		제 III 지역	
	전 기	유 류	전 기	유 류	전 기	유 류
난 방	26.27	536.56	17.11	402.23	18.67	438.99
냉 방	135.19		94.17		132.18	
HVAC 및 기타	319.07		292.17		293.35	
급 탕		78.7		49.8		49.8
조 명	628		628.7		628.8	
엘 리 베 이 터	162.8		163.2		163.2	
기 타 기 기	168.3		168.7		168.7	
Sub Total	1,439.63	615.26	1,364.05	452.03	1,404.9	488.79
Total	2,054.89		1,816.08		1,893.69	