

連載：建築物의 断熱施工法〔完〕

李 鍾 寬 (會員 · 한국 건축기술 연구소)

제 9 절 건축법규로 본 건축물 열손실방지를 위한 조치

1. 주거용 건축물(주택 및 의료 시설, 숙박시설 기타 유사한 건축물을 포함한다. 이하 같다.)의 외벽(난방을 필요로 하지 아니하는 실의 외벽을 제외한다. 이하 같다.)은 별표에서 정하는 두께 이상의 단열재를 사용하여 단열시공하거나 열관류율의 값이 $0.9 \text{Kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ 이하가 되는 구조로 시공하여야 한다.

2. 주거용 건축물 이외의 건축물의 외벽은 별표에서 정하는 두께 이상의 단열재를 사용하여 단열시공하거나 열관류율의 값이 $1.8 \text{Kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ 이하가 되는 구조로 시공하여야 한다.

3. 최상층의 반자(난방을 필요로 하지 아니하는 실의 반자를 제외한다.)는 별표에서 정하는 두께 이상의 단열재를 사용하여 단열시공하거나 열관류율의 값이 $0.9 \text{Kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ 이하가 되는 구조로 시공하여야 한다.

4. 난방을 필요로 하는 최하층의 바닥은 별표에서 정하는 두께 이상의 단열재를 사용하여 단열시공하거나 열관류율의 값이 $1.5 \text{Kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$ 이하가 되는 구조로 시공하여야 한다.

5. 주거용 건축의 외기에 면하는 창(난방을 필요로 하지 아니하는 실의 창을 제외한다.)은 이중창으로 하거나 복층유리(페어글라스)로 시공하여야 한다.

6. 별 표

가. 별표에서 규정한 단열재로서 예시규정에 불과한 것으로 대표적 단열재료를 지칭한 것은 아니며 동 규정중의 두께를 각 재료별 열전도율로 나누었을 때에는 제 25조 제 1호 및 제 25조 제 3호의 규정에 의한 열관류율의 값이 되는 것임.

나. 질석, 구조토 등과 같이 별표상으로 재료명이 예시되어 있지 않은 단열재로서 동력자원부장관의 형식승인을 받은 경우 열전도저항의 값이 $0.8 \text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{Kcal}$ 이상이 되는 두께일때는 명시된 재료와 같이 동일용도로 사용할 수 있음.

다. 동력자원부장관의 형식승인을 받은 단열재에 대하여는 포장단위별 또는 중량별 포장단위로 두께, 비중 또는 밀도, 열

전도율을 표시토록 의무화되어 있으므로 필요에 따라 열전도 저항의 값을 확인하여 처리할 수 있는 것임.

시멘트물탈 및 연탄재물탈 열전도율 (Kcal/mh[°]C)

배합비별종류	시멘트물탈	연탄재물탈	비 고
1 : 5	0.621	0.375	1. 시멘트 물탈 (모래+시멘트) 모래 : 표준압축 사로사용
	0.704	0.402	
	0.692	0.321	
평 균	0.672	0.366	
1 : 6	0.673	0.349	2: 연탄재물탈(시 멘트+연탄재) 물탈의 연탄재 입도 : 표준 체
	0.602	0.326	
	0.639	0.350	
평 균	0.638	0.340	
1 : 7	0.517	0.330	No. 4 (체준크기 5mm) 통과물 사용 3. 측정온도 20°C 4. 배합비 = 중량비
	0.595	0.323	
	0.523	0.312	
평 균	0.545	0.324	

대한주택공사측정

연탄재물탈 단열효과 측정결과

배합비(용적비)	(열전도율 (Kcal/mh [°] C))	열관류율 (Kcal/mh [°] C)
1 : 5	0.366	2.04
1 : 6	0.337	1.96
1 : 7	0.324	1.90

대한주택공사측정 (두께가 10cm일때)

제10절 난방도일

어느 지방의 연료소비량과 그 지방의 추위의 정도를 알기 위하여 도일 (Degree days)이라는 말을 사용하고 있는 것이다. 이 도일이라고 하는 것은 예를 들어서 말하면 어느날의 평

균외기온이 5°C이고 실내온이 16°C로 난방되고 있다고 할 때 실내기온과 외기온의 차는 11°C가 되는 것이다. 이때 그날의 도일은 11°Cday인 것이다. 이와같이 하여 매일의 값을 난방기간중에 걸쳐서 가산한 것을 그 지방의 도일이라고 하는 것이다. 또한 이것을 난방도일수(Number of heating degree-days)라고 하는 것이다. 이것을 H. D. 혹은 D라고 약기하는 것이다. 지금 실내 요소 기온을 T_i , 외기온의 일평균치를 T_o 라고 하면 $T_i) T_o$ 이며

$$DT_i - T_o = \sum (T_i - T_o) \text{ [}^\circ\text{C day]}$$

로 표기되는 것이다. T_o 가 T_i 이하의 날을 난방일이라고 부르고 있는 것이다. 난방일의 Total을 난방도수(Z)라고 한다. 그러므로 어느 지방의 외기온의 1년간의 변화도를 그리고 그 난방도일을 구하면 그림 1(a)의 사선면적으로 표시되는 것이다. 그리고 외기온이 실내의 소요기온 T_i 보다 낮은 어느 일정한 온도 T_o 이하로 강하한 날을 난방일이라고 하면 T_o 를 난방한계온도라고 부르며 또한 실내의 소요기온을 T_i 라고 하면 난방도일은 그림 1(b)의 사선면적으로 표시되어 $T_i) T_o'$ T_o 이며 난방도일은 아래와 같은 식으로 주어지는 것이다.

$$DT_i - T_o' = \sum (T_o' - T_o) + (T_i - T_o') Z \text{ [}^\circ\text{C day]}$$

단, Z는 외기온 T_o 가 난방한계온도 T_o' 이하의 일수로 하는 것이다. 즉, 난방은 T_o' 이하에 달할때 하나까 Z는 난방일수가 되는 것이다.

이와같이 난방도일을 표시하는 계산방법에는 두가지의 종류가 있는 것이다. 전의 식에 의하면 외기온이 T_i 이하의 날에 실내의 일평균기온이 T_i 로 될 때까지 난방하는 것을 뜻하며 후의 식에 의하면 외기온이 T_o' 이하의 날에 실내기온이 T_i 로 되게 난방을 하게 하는 것을 뜻하는 것이다. 그런데 그 어느 것이나 T_i 와 T_o' 를 몇도로 취하느냐에 따라서 그 값이 다른 것이다.

여기에서 외국의 몇개 실례를 들어 참고로 해볼까 하는 것이다. 독일에서는 T_o' 는 집회장이나 큰 홀이나 공장들에서 10°C, 주택이나 사무실등에서는 $T_i=18-20^\circ\text{C}$, T_o' 를 12°C로 하고 후식에서 난방도일을 구하는 경우가 많은 것이다.

미국에서는 주로 전의 식을 이용하고 있으며 $T_i=65^\circ\text{F}$ (18.3°C)를 취한 것을 표준난방도일(Normal heating degree-days)라고 하지만 공장이나 식고등의 건물에서는 전의식에서 $T_i=55^\circ\text{F}$ (12.8°C) 및 45°F (7.2°C)로 한 것을 사용하고 있는 것이다.

그리고 일본에서는 $T_i=15-18^\circ\text{C}$ 를 취하는 있고 $T_o'=10$ 10°C정도일 것이다. 그리고 일반적으로 T_i 가 낮으면 자연히 T_o' 도 이에 따라 낮게 취하고 있으며 M. Hottingeu씨에 의하면 아래와 같이 추천하고 있는 것이다.

$T_i(^\circ\text{C})$	20	18	15	12
$T_o'(^\circ\text{C})$	12	10	9	8

그러면 우리나라에서는 실내기온 T_i 를 몇도로 정하는 것이 좋겠느냐 하는 것이 문제인 것이다. 여기에 대한 실제 실험에 의한 한국인의 생리에 맞는 실내기온의 적용범위의 결정도 중요한 연구과제인 것으로 사료되는 것이다. 그런데 서울대학교 공과대학교수인 김 효경박사는 1960-1969년에 걸쳐서 $T_i=18^\circ\text{C}$ 를 기준으로 한 Heating degreedays와 $T_i=14^\circ\text{C}$ 를 기준으로 하는 난방도일의 표를 발표한 것이 있다. 그러나 여

기에서 T_i 의 적용범위에 대하여는 확정짓지 않고 있었으며 여기에 대한 연구 또한 기대되는 것이다.

여기에서 난방도일의 대소는 연간의 난방용 연료의 소비량에 비례되고 있으며 또한 각지방의 한냉도를 평가하는데 도움을 주고 있는 것이다. 원래 기온 T_o 에는 년편차(年編差)가 있으니 각지의 표준기온에서 구한 난방도일과 어느 연도 어느 월별의 난방도일과 비교함으로써 그해의 그달의 추위의 정도를 알 수 있게 되는 것이다.

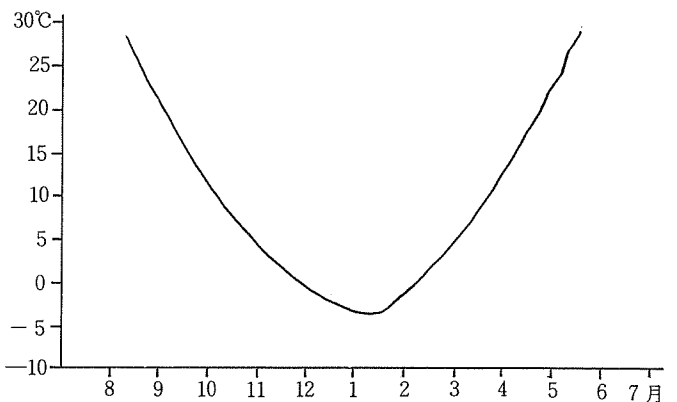
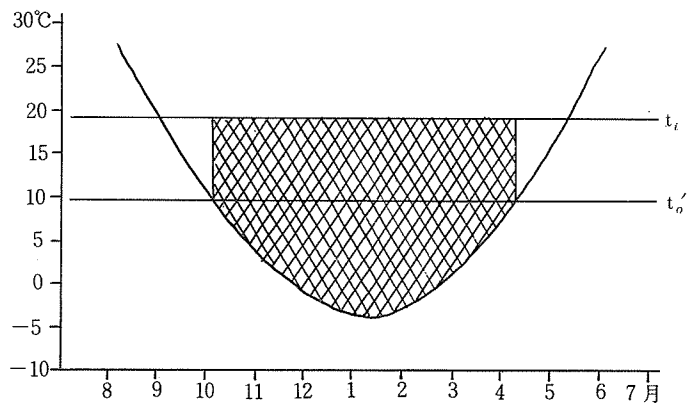
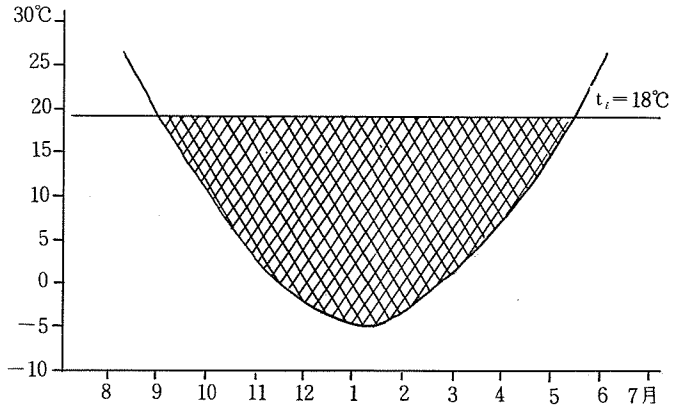


그림 1. 난방도일

그리고 난방도일의 표시방법은 아래와 같이 하고 있는 것이다. 난방도일을 D로 표시하고 난방도일을 $DT_i - T_o'$ 로 쓴다고 하면 $T_i=18^\circ\text{C}$, $T_o'=10^\circ\text{C}$ 인때는 D 18-10이라고 표시하는 것이다. 그림 1과 같은 경우는 D 18-18이라고 쓰는 것이다. 더욱이 T_o 의 값으로서 일평균, 반구평균치, 그리고 월평균치를 사용할 때의 난방도일을 각각 D', D'' 그리고 D'''이라고 표시하는 것이다. 따라서 $T_i=15^\circ\text{C}$ 의 예를 들면 월평균치의 $T_o'=9^\circ\text{C}$ 인때의 난방도일은 D_{15-9} 라고 표시하는 것이다.

제11절 단열부위의 계산

1. 열전도율 (Thermal Conductivity)

각 단열재마다 일정수치의 값을 가지는 것으로서 단위두께에 대하여 벽체의 양측 온도차가 1℃일때 마다 단위시간에 얼마만한 열이 흘렀느냐의 비율을 표시하는 정도를 말한다. 수식으로 표현하면 다음식과 같으며,

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{(\theta_1 - \theta_2) \cdot F \cdot t}$$

단, λ : 열전도율 (Kcal/mh℃) d : 벽체의 두께 (m)

F : 벽체의 표면적 (m²) t : 시간 (hour)

Q : 열량 (Kcal) $\theta_1 - \theta_2$: 온도차 (℃)

건축재료별 열전도율은 다음표와 같다.

건축재료별 열전도율

번호	재 료	밀 도 (kg/m ³)	열전도 율 (Kcal/mh℃)	번호	재 료	밀 도 (kg/m ³)	열전도 율 (Kcal/mh℃)
1	구 리	8,300	330	35	아스팔트루핑	1,020	0.09
2	알 머 늄	2,700	204	36	아스팔트타일	1,830	0.28
3	황 동	8,520	83	37	리 놀 롬	1,200	0.16
4	철 (강 철)	7,850	41	38	고 무 타 일	1,780	0.34
5	스테인레스강		22	39	베 크 라이 트	1,270	0.20
6	납	11,370	30	40	연 질 섬 유 판	239	0.12
7	대 리 석	2,670	1.35	41	반 경 질 섬 유 판	494	0.12
8	화 강 암	2,840	1.87	42	경 질 섬 유 판	940	0.15
9	모 래	1,274	0.74	43	두 께 운 종 이	700	0.18
10	자 갈	1,850	0.32	44	다 다 미	229	0.09
11	흙 (사 질)	1,622	0.92	45	모 직 포	320	0.11
12	흙 (적 토)		0.53	46	탄산마그네시아	233	0.07
13	흙 (점 토)	1,217	0.61	47	합 관	550	0.14
14	보통콘크리트	2,300	1.40	48	경 석	550	0.09
15	경량콘크리트	1,890	0.45	49	신 더		0.04
16	발포콘크리트	710	0.15	50	머 역 세 등	126	0.06
17	선더콘크리트	1,560	0.69	51	톱 밥	200	0.11
18	모 르 터	2,020	1.20	52	양 모	140	0.10
19	회 반 죽	1,320	0.63	53	대 캣 밥 (나왕)	131	0.062
20	플 라 스 터	1,940	0.53	54	대 캣 밥	921	0.24
21	벽 토 (흙벽)	1,280	0.64	55	기포콘크리트	710	0.16
22	벽 토 (흙벽)	1,390	0.51	56	기포콘크리트	350	0.075
23	석고, 석고보오드	863	0.18	57	질	140	0.043
24	시멘트벽돌		1.20	58	유 리 섬 유	200	0.032
25	8 인 치 블 록		1.18	59	석 면 암 면	200	0.038
26	석면, 시멘트판	1,680	1.09	60	폴리스티렌폼	50	0.033
27	프렉시블보오드		0.53	61	염 화 비 닐 폼	80	0.033
28	목포시멘트판	420	0.13	62	탄화코르크판	180	0.035
29	석 면 판	1,150	0.70	63	피라이트보온판	150	0.060
30	타 일	2,280	1.10	64	질 석 모 르 터	901	0.064
31	붉 은 벽 돌	1,660	0.67	65	석 면 롬 질	250	0.036
32	내 화 벽 돌	1,950	1.00	66	규 산 칼 습	200	0.042
33	창 유 리	2,540	0.67	67	규 조 토	400	0.081
34	아 스 팔 트	2,230	0.63				

참고서적 : 열손실방지를 위한 건축물의 구조에 관한 연구 46p~50p. (건설부) 1978.

2. 열전달율 (Heat Transfer Coefficient)

공기층과 같은 유체와 고체사이의 열의 이동에 관한 비율의 정도를 말하며, 보통 외표면 열전달율 α_o 와 내표면 열전달율 α_i 의 값으로 구분 표시되며 그 값은 다음과 같다.

외표면 열전달율 (α_o)

α_o	20.0 (Kcal/m ² h℃)
$\gamma_o (1/\alpha_o)$	0.05 (m ² h℃/Kcal)

단, γ_o : 외표면 열전달저항

내표면 열전달율 (α_i)

수 직 면	α_i	8.0 (Kcal/m ² h℃)
	γ_i	0.125 (m ² h℃/Kcal)
수 평 면 (상부)	α_i	9.5 (Kcal/m ² h℃)
	γ_i	0.105 (m ² h℃/Kcal)
수 평 면 (하부)	α_i	6.0 (Kcal/m ² h℃)
	γ_i	0.167 (m ² h℃/Kcal)

단, γ_i : 내표면 열전달저항

3. 열관류율 (Total Heat Transmission Coefficient)

건축물의 벽체, 천정, 바닥면등과 같은 고체를 통하여 공기층에서 공기층으로 열이 전하여지는 비율을 표시하는 것으로서, 단위시간에 1평방미터의 단면적을 1℃의 온도차가 있을 때에 흐르는 열량을 말한다. 수식으로 표현하면 다음식과 같다.

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_o} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

$$= \frac{1}{\gamma_o + \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n + \gamma_i} = \frac{1}{R}$$

단, α_o : 외표면 열전달율 (Kcal/m²h℃)

α_i : 내표면 열전달율 (Kcal/m²h℃)

d_1, d_2, \dots, d_n : 각종 재료의 두께 (m)

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$: 각종 재료의 열전도율 (Kcal/mh℃)

$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$: 각종 재료의 열전도저항 (m²h℃/Kcal)

R : 열관류저항 (m²h℃/Kcal)

4. 열전도저항 (Resistances of Heat Conduction)

각 단열재내부에서 어느 일정지점으로부터 다른 일정지점까지 열량이 통과할 때 이 통과량에 대한 저항의 정도를 말한다. 수식으로 표현하면 다음식과 같다.

$$\lambda = \frac{d}{x}$$

단, λ : 단열재료별 열전도저항 (m²h℃/Kcal)

d : 각 단열재의 두께 (m)

λ : 단열재료별 열전도율 (Kcal/m²h℃)

5. 공기층의 열전도저항

건축물의 벽체내부에 공기층을 갖는 경우(예 : 벽돌 조적식 공간쌓기등)의 열전도저항은 그 공기층의 두께보다는 밀폐의 정도로서 결정하는 것이며, 완전밀폐 (페어글라스등의 진공층)의 경우 0.18m²h℃/Kcal, 반밀폐 (통상의 건축벽체구조등)의 경우 0.09m²h℃/Kcal로 하여 계산한다.

제12절 FHA의 보온 권고사항

단독주택에 있어 보온에 관한 미국 F.H.A의 권고사항을 개하면 다음과 같다.

가) 거실의 총 손실열량은 바닥면적(ft²) 당 50Btu/hr을 초과하지 않아야 한다. 전열을 사용할 때는 손실열량이 바닥면적(ft²) 당 40Btu/hr을 초과해서는 안된다.

나) 천정상부의 난방되지 않은 부분으로 유출되는 v치는 0.15를 초과해서는 안된다. 만약 천정을 통한 Panel Heating 일때는 0.06을 초과해서는 안된다. 지붕구배가 3/12이하일 때는 Blowing 혹은 Pooring Type의 보온재를 사용할 수 없다.

다) 벽(문과 창문포함)을 통한 총 열손실은 바닥면적(ft²) 당 30Btu/hr을 초과해서는 안된다. (격간풍(隔間風)에 의한 열손실제외)

라) 바닥을 통한 총 열손실은 15Btu/hr·ft²을 초과해서는 안된다. 1년 난방도일(度日)(°F·Day)이 2,800을 넘지 않거나 월난방도일(°F·Day)이 650을 넘지않으면 보온재는 생략할 수 있다.

마) Crawl Space Plenum

Perimeter wall은 Return Plenum으로서 공기온도를 70°F(=21°C) Supply Plenum으로 110°F(=43°C)를 정할때 최대 열손실이 벽길이(ft)당 35Btu/hr이하가 되도록 보온하여야 한다.

경제적 보온두께의 산정

보온두께 t가 증대하면 방산열량 q는 다음과 같이 감소되는 동시 보온공사비는 다음과 같이 증대한다. 그럼으로 연간 방산열량가격과 보온공사비 상각액과의 화가 최소가 되는 두께를 고려하면 그 두께가 경제적으로 가장 유리한 두께가 될 수 있다.

$$\text{즉 } X = A \cdot t \cdot N + B \cdot q \cdot h$$

여기서 X는 연간의 총 지출

A·t·N은 보온공사비 연간상각액으로

A : 보온공사비 원/m²

년이를 ni, 상각년수는 n로서 표시하면

$$N = \frac{n(1+n)m}{(1+n)^m - 1}$$

제13절 ASHRAE 규격 90-75

머리말

건축물의 설계와 마찬가지로 에너지원의 선택에도 충분히 고려하여야 한다는 사실은 널리 알려진 바와 같다. 여기에 제시된 규정에는 에너지원의 종류와 관련하여 이를 유효하게 이용하기 위하여 건축건물의 설계에 관하여 설명한다.

ASHRAE는 연간 연료사용량이나, 커다란 영향을 미친다고 생각되는 에너지자원의 결정에 관한 항목을 포함하려고 하고 있는데, 현재 ASHRAE 규격 90위원회에는 이 문제를 취급하는 분과가 있어서 이것이 완성되면 제안할 것이다.

ASHRAE는 통상적인 운영을 탈피하여 기획위원회를 해산하고 해설위원회를 구성하는 절차를 밟든지, 건축건물의 설계에 있어서 국가적으로 중대한 영향을 미친다고 사료되는 에너지절약문제에 있어서 기획위원회의 일부를 존속시키고 해

설위원회와 협동하기로 하였다. 이는 질의응답을 원활히하여 이 규격이 한층 실용적으로 되도록 개정하는데 그 목적이 있다.

1. 목 적

이 규격은 신축건물의 설계에 있어서 에너지를 유효하게 이용하기 위한 설계조건을 제시하는 것이 그 목적이다.

이 규격의 제조조건은, 신축건물에 있어서 단열성이 높고 기밀성이 좋은 건물외각의 설계와 더불어, 에너지를 유효하게 이용할 수 있도록 하는 기계, 전기, 서비스 및 조명방식이나 기기의 설계선정에 쓰인다.

이 규격은 에너지를 유효하게 이용하기 위한 새로운 방법과 기술을, 설계자가 적극적으로 이용할 수 있도록 고려하고 있다. 제10장과 제11장 또는 그중 어느 것에 지시된대로 특정조건에 따른 설계법을 사용하면 에너지를 유효하게 이용할 수 있을 것이다.

이 규격의 의도는 신축 건물설계에의 사용이다. 또, 공사착공전의 단계에 설계시방서, 도면, 계산서를 평가, 분석하여 이 규격에 제시된 조건들이 지켜지는지를 판정하여야 할 것이다. 이 규격은 인명의 안전과 건강에 관한 한, 어떠한 안전조건도 삭감된 것은 없다.

2. 적용범위

이 규격에서는 신축건물의 설계시 건물외각, 난방, 환기, 공조, 급탕, 전기배선 및 조명방식과 거기에 대하여 에너지를 효율적으로 이용하기 위한 조건을 제시한다.

이 규격은 회관, 교육시설, 사무소건축, 상업건축, 공공건축, 창고, 주택, 공장의 사무실이나 거실들의 건물의 신축에 적용된다. 특기할 것은, 이 규격에서 사용되는 "건물"이라는 용어에는 모빌홈이나 공장생산건축을 포함한다.

건물 또는 그 일부의 전 에너지사용량 최대치가 상면적 1 ft²당 1 W(3.4Btu/ft²·h, 10.8W/K²·m²)미만의 것, 또는 냉·난방시설이 없는 건물은 이 규격의 적용범위에서 제외한다.

설계자료를 입수할 수 없거나 적용하기 곤란한 특수건물 또는 그 일부는 이 기준에서 제외할 수 있다. 적용 제외사항은 이 규격의 각장에 명기한다.

이 규격에서는 건물의 운전, 보수, 사용에 대해서는 언급하지 않는다.

3. 정 의

(생 략)

4. 건물외각

적용범위

이 장의 규준은 신축건물외각의 열적설계의 최저조건을 설정한다. 여기나오는 식, 그림, 표는 이를 설명하기 쉽도록 하기 위한 것이다. 건물설계에 시스템분석을 하는 경우에는 이 규격의 제10장 및 11장 또는 그 어느 쪽을 적용한다.

총 칙

이 장의 목적은 에너지절약에 관한 건물외각구조의 최저조건을 부여하는 것이다. 여기서의 최저조건이란 에너지절약의 최저기준이 아니며 또 것처럼 해석해서도 안된다. 4.3은 2층이하의 호텔, 모텔을 포함한 1-2세대용 주택과 저층 집

한주택에 적용된다. 4.4는 4.3에서 언급되지 않는 모든 건물에 적용된다. 4.5는 전체의 건물에 적용된다.

여기에 정해진 규격외에 설계시에 다음과 같은 사항을 결정할 때에는 에너지절약에 대해서 충분히 고려하여야 한다.

- 1) 건물의 방위
- 2) 건물의 형태
- 3) 건물의 어스펙트비(길이와 폭의 비)
- 4) 연상면적에 대한 층수
- 5) 건물의 열용량
- 6) 건물의 표면의 색
- 7) 인접구조물, 주위의 표면, 식물에 의한 그림자나 반사
- 8) 자연환기
- 9) 풍향과 풍속

ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1972의 17-22장에 기술되어 있는 계산순서와 내용은 상기항목을 평가하는 지침으로 사용된다.

외벽의 총벽면적은 전체의 불투명 벽면적(기초의 벽, 징두리 벽부분등을 포함), 창면적(새시포함), 문면적을 합제한 것을 말한다. 이러한 표면은 외기에 노출되고 난방이나 냉방된 공간을 포함한다.

지붕구조는 외각으로서의 지붕과 천정을 일체로하여 생각한다. 냉·난방을 할 경우 이를 통해서 건물의 열손실이나 열취득이 일어난다. 지붕구조의 전면적은 일체화된 구성요소의 실내측표면적을 말하며 천장을 포함한다.

천정안의 환기플레넘(Plenum)으로 하는 경우의 지붕과 천정은 다음과 같다.

1) 열통과율의 계산에는 천정이나 천정플레넘부분을 포함하지 않는다.

2) 전면적은 천정플레넘상부의 표면적으로 한다.

냉·난방된 모든 건물은 제구성요소가 규정된 소요성능을 만족하도록 건축되어야 한다. 지붕과 천정, 벽이나 바닥등에 대하여, 어떤 U_0 값을 사용하여 계산한 외각에 대한 전열손실, 또는 열취득이 본 절에 정해진 U_0 값을 사용하여 계산된 값을 넘지 않는다면, 개개의 U_0 값은 정해진 값으로 한정된 것은 아니다.

본 장에서 요구되는 계상에는 다음의 온도를 사용한다.

	실	내	실	외
	[°F]	[°C]	[%]	[%]
겨울	72	22.0	2.5	(계절위험율)
여름	78	25.5	2.5	(계절위험율)

주) ASHRAE Handbook of Fundamentals 1972, 33 장의 값

겨울철의 난방, 여름철의 냉방을 하는 건물에서, 값이 다른 경우에는, 본 장에서 규정하는 외각난방과 냉방용의 수치가운데 높은 쪽을 사용한다.

에너지원절약을 목적으로 하는 건물의 설계는, 결로에 의하여 질이 떨어지지 않도록 한다.

A형 건물의 기준

A형 건물이란 다음의 것을 말한다.

A₁ : 1세대 및 2세대용 독립주택

A₂ : 기타 모든 주택건물(집합주택, 2층이하의 호텔, 모텔)

냉·난방의 기준

벽·냉·난방된 건물 외벽면의 종합 열통과율은 1973 ASHRAE Handbook & Product Directory, System Volume 의 43장에 제시된 난방도일(Degree Day)을 수용하고 그림 2에 제시된 값을 넘지 않도록 한다.

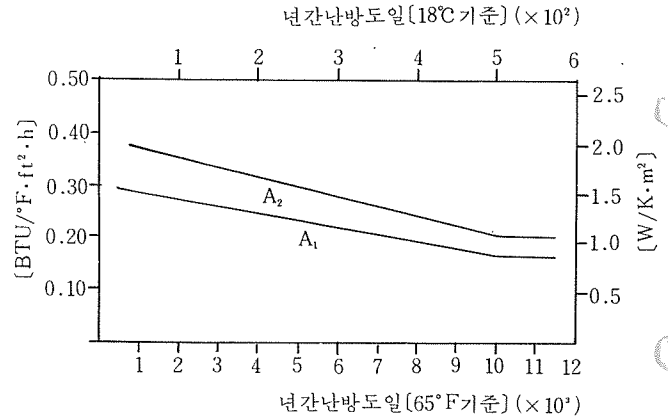


그림 2 A형 건물벽의 U_0 값

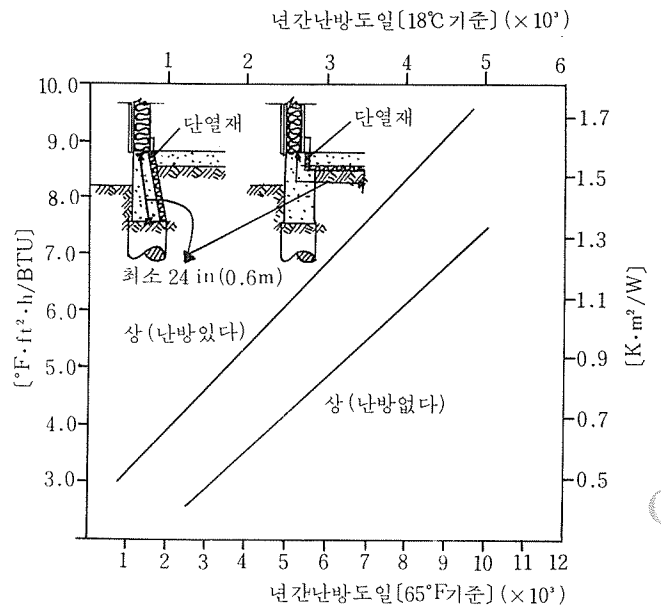


그림 3 흠위에 친 바닥슬라브구조

식 10은 그림 2의 U_0 값을 만족하도록 벽, 창, 문등의 열통과율을 결정하는 데에 사용한다.

$500^{\circ}\text{F}\cdot\text{d}(278^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$ 이하지역의 U_0 값은 다음과 같다.

1) 난방만을 하는 경우, 값은 임의로 한다.

2) 냉방을 하는 경우, 값은 최대 $0.30\text{ BTU}/^{\circ}\text{F}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{h}(1.70\text{ W}/\text{k}^2\cdot\text{m}^2)$ 로 한다.

지붕과 천정 : 냉·난방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(U_0 값)은 $8,000^{\circ}\text{F}\cdot\text{d}(4444^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$ 의 지역에서 $0.05\text{ BTU}/^{\circ}\text{F}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{h}(0.28\text{ W}/\text{k}\cdot\text{m}^2)$, $8,000^{\circ}\text{F}\cdot\text{d}(4444^{\circ}\text{C}\cdot\text{d})$ 이상의 지역에서 $0.04\text{ BTU}/^{\circ}\text{F}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{h}(0.23\text{ W}/\text{k}\cdot\text{m}^2)$ 을 넘지 않도록 한다.

적용 제외 : 대강당의 목조천정 등 평지붕의 내부마감면이 천정을 격하는 경우, 난방도일에 관계없이 모든 지역에서 값은 $0.08 \text{ BTU}/^\circ\text{F}\cdot\text{ft}^2\cdot\text{h}$ ($0.45 \text{ W}/\text{h}\cdot\text{m}^2$) 이하로 하여도 좋다.

식 (2)는 규정된 U_o 값을 만족하도록 지붕, 천장의 열통과율을 결정하는데 사용된다.

비난방실 상부바닥 : 비난방실의 위층이 냉·난방된 경우 그 바닥의 값은 그림 6의 값을 넘지않도록 한다.

흙위에 친 바닥슬라브구조 : 이 구조의 주변부단열재의 열저항과 시공장소는 그림 3에 제시된바와 같다.

B형 건물의 기준

B형건물이란 A형건물이외의 모든 건물을 말한다.

난방기준

벽 : 난방하는 건물의 외벽면 종합 열통과율은 1973 ASHRAE Handbook & Product Directory, System Volume 43장에 제시된 난방도일을 사용하고, 그림 4의 값을 넘지않도록 한다.

식 (1)은 그림 4의 U_o 값을 만족하도록 벽, 창, 문등의 열통과율을 결정하는데 사용한다.

지붕과 천정 : 난방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(U_o 값)은 난방도일을 사용하고, 그림 5의 값을 넘지않도록 한다.

식 (2)는 규정된 U_o 값에 합당한 조합을 결정하는데에 사용한다.

비난방실 상부바닥 : 비난방실 위층이 난방되는 경우, 그 바닥의 U_o 값은 그림 6의 값을 넘지않도록 한다.

흙 위에 친 바닥슬라브구조 : 이 구조주변부의 단열재 열통과율과 시공장소는 그림 2와 같다.

냉방기준

벽 : 냉방하는 건물의 외벽면 종합 열통과량(OTTV)는 그림 7의 값을 넘지않도록 한다.

식 (3)은 그림 7의 값을 만족하도록 벽, 창, 문등의 열통과율을 결정하는데 사용한다.

지붕과 천정 : 냉방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(U_o 값)은 난방기준에 따라 결정된 값을 넘지않도록 한다.

공기누출 모든 건물

본 절의 규정은 실외와 공조공간을 격리하는 외각에 한정한다.

공기누출의 기준은, 25mile/h(11.1m/s)의 풍속효과에 상응하는 1,567 Lb/ft² (75 pa)의 압력차에서 ASTM E 283-73⁹ Standard Method of Test for Rate of Air leakage through Exterior Windows, Curtain Walls and Doors를 사용하여 결정한다.

규 정

창 ANSI A 134.1(10) : NWMA IS - 2 (11) : MHMA 1 - 71¹²⁾ : 창은 공기누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 새시의 틈새길이 1 ft당 0.5ft³/min (1 m 당 0.77 dm³/s)을 넘지않도록 한다.

유리미닫이문 (주택의 Patio형) (ANSI A 134.2¹¹⁾ : NWMA IS - 3¹¹⁾ : MHMA 1 - 71¹²⁾ : 유리미닫이문은, 공기누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 문면적 1 ft² 당 0.5ft³/min (1 m² 당 2.5dm³/s)를 넘지않도록 한다.

주택입구의 여닫이문 (MHMA 3 - 74¹³⁾ 주택용입구의 여닫이

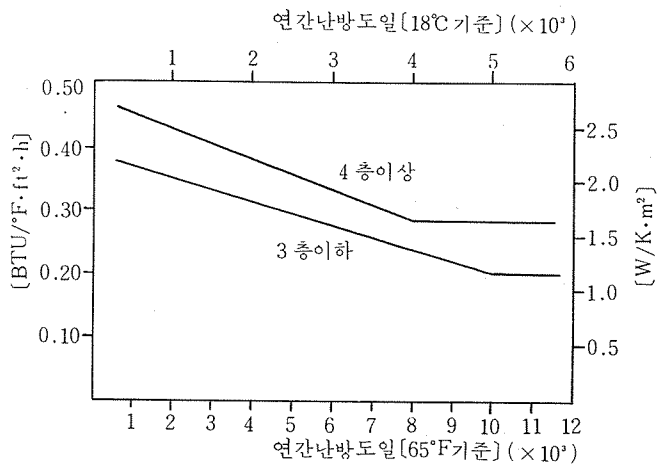


그림 4 B형의 건물벽의 U_o 값(난방)

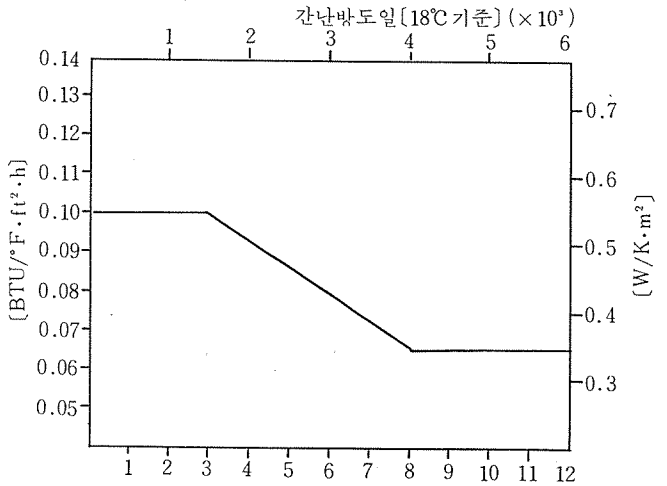


그림 5 지붕과 천정의 U_o 값(B형 건물)

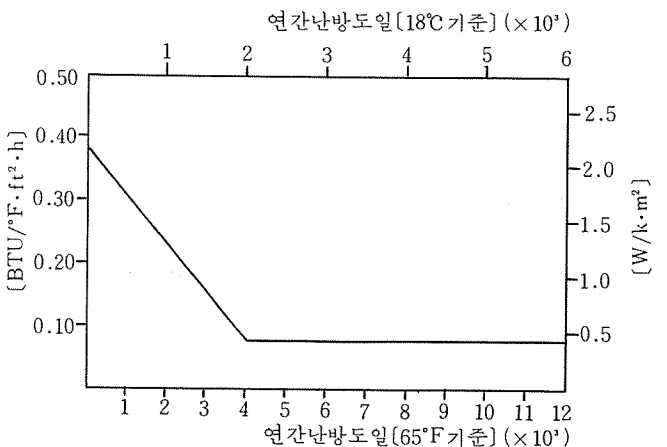


그림 6 비난방실 상부바닥의 U_o 값

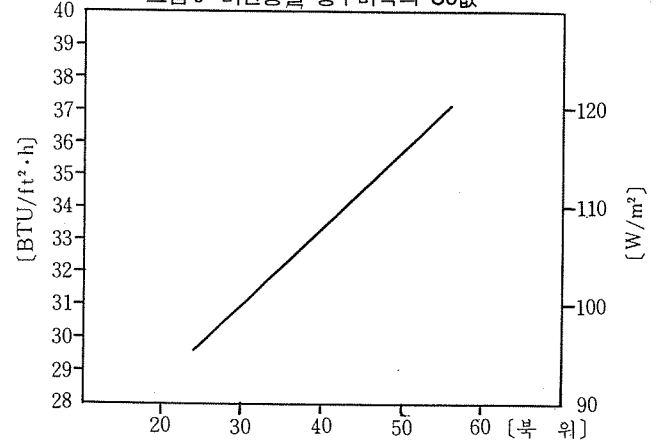


그림 7 B형 건물의 벽의 종합열통과율(냉방)

문은 공기의 누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 문면적 1ft²당 1.25ft³/min(1m²당 6.35dm³/s)을 넘지 않도록 한다.

주택이외의 여닫이문, 회전문, 미닫이문 : 이러한 문은 공기누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 문의 틈새길이 1ft당 11ft³/min(1m²당 17dm³/s)를 넘지 않도록 한다.

코킹과 셸(Seal) : 창틀이나 문틀의 이용, 창틀, 문틀과 벽사이, 각벽 패널사이의 이음, 기타 건물의각을 통과하는 닥트·파이프의 관통지점등은 코킹재, 가스켓, 문풍지 또는 기타의 셸(Seal)재를 사용한다.

$$[식] U_o = \frac{U_{wall} A_{wall} + U_{window} A_{window} + U_{door} A_{door}}{A_o} \dots\dots\dots (1)$$

여기서, U_o : 총벽면 평균 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_o : 총외벽면적 [ft²(m²)]

U_{wall} : 불투명벽의 전요소 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_{wall} : 불투명벽면적 [ft²(m²)]

U_{window} : 창의 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_{window} : 창면적 (Sash 포함) [ft²(m²)]

U_{door} : 문의 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_{door} : 문면적 [ft²(m²)]

단, 2종류이상의 벽, 창, 문이 사용되는 경우의 U×A는 다음과 같이 계산하여야 한다.

$$U_{wall_1} A_{wall_1} + U_{wall_2} A_{wall_2} + \dots\dots\dots$$

$$U_o = \frac{U_{roof} A_{roof} + U_{skylight} A_{skylight}}{A_o} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, U_o : 지붕과 천정의 평균 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_o : 지붕과 천정의 전면적 [ft²(m²)]

U_{roof} : 지붕과 천정의 불투명적 전요소 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_{roof} : 지붕과 천정의 불투명면적 [ft²(m²)]

U_{skylight} : 천창창의 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_{skylight} : 천창면적 (틀포함) [ft²(m²)]

단, 2종류이상의 지붕과 천정, 또는 천창이 사용되는 경우는 다음과 같이 실시된다.

$$U_{roof_1} A_{roof_1} + U_{roof_2} A_{roof_2} \dots\dots\dots$$

$$OTTV = \frac{(U_w \times A_w \times TDEQ) + (A_f \times SF \times SC) + (U_f \times A_f \times \Delta T)}{A_o} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, OTTV : 열통과량

U_w : 불투명벽면의 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_w : 불투명벽면적 [ft²(m²)]

U_f : 창의 열통과율 [BTU/°F·ft²·h(W/k·m²)]

A_f : 창면적 [ft²(m²)]

TDEQ : 내표면열전달율 [°F(°C)] (α₁)의 α₁

SC : 창의 차열계수

ΔT : 실내외의 설계온도차 [°F]

SF : 일사량(그림 8참조) [STU/ft²·h(W/m²)]

단, 두 종류이상의 벽이나 창이 사용되는 경우의 U×A×TDEQ는 다음과 같이 계산된다.

$$(U_{w_1} \times A_{w_1} \times TDEQ_1) \times (U_{w_2} \times A_{w_2} \times TDEQ_2) + \dots\dots\dots$$

온도차

벽의 구조 - 단위면적당 중량		TDEQ	
[Lb/ft ²]	[kg/m ²]	[°F]	[°C]
0-25	0-125	44	24.5
26-40	126-195	37	21.6
41-70	196-345	30	17.0
71이상	346 이상	23	13.0

주) 벽구조의 중량은 1972 ASHRAE Handbook of Fundamentals 22장에 의해 결정한다.

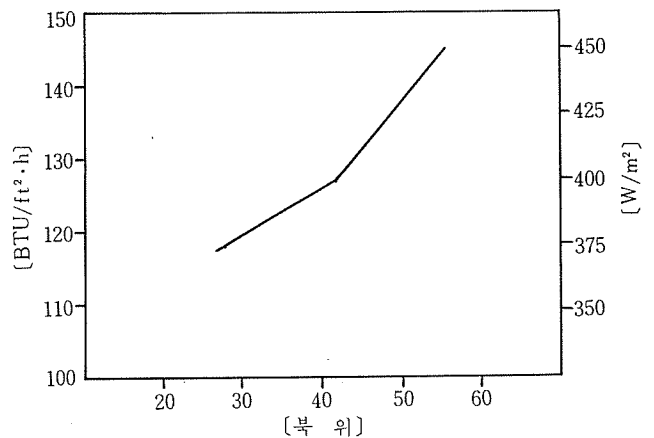


그림 8 일사량(SF)

제14절 건축물의 에너지절약을 위한 방향 제시

1. 기본적 방향

최근 주거용(기타용도의 건축물도 포함) 건축물에 있어서의 난방은 온돌이나 난방기기의 역할에 의한 것으로 단순히 생각하는 예가 전반적이라고 볼 수 있다. 거기에 의한 열량의 보급만을 생각하는 경향아래 지붕, 천정, 개구부, 벽, 바닥등의 불투명한 부분으로부터 열손실에 대해서는 망각되고 있는 것이 현실이다. 또한 설비비용이 전체 건축비에 큰 비중을 차지하며 또 설비기기사용에 따른 건축물의 시공상 허점으로 인한 부실공사마저 뒤따르고 있는 실정이다. 이러한 현실하에 "단열"이라는 에너지절약의 기본방향을 어떻게 국가적인 차원에서 실시할 것인가가 문제점이라 생각하지 않을 수 없다. 그러나 이러한 문제점은 뒤로 미루더라도 우선 열경계를 위해서는 단열할 수 있는 기술적 기준이 선행되어야 할 것이다.

이 기술적 기준을 제정함에 있어서의 기본적 방향은 다음과 같다.

- 1) 주거용 건축물은 수십년의 내구성을 가짐과 동시에 전 건축물을 대상으로 단시간내에 시행하는 것은 불가능하므로 에너지수급동향을 감안해 장기간에 걸친 계획적인 대책이 강구되어야 하며,
- 2) 주거기능과 건축성능의 조화를 침해하거나, 조형예술을

망각해서도 또한 안될 줄 안다.

열관리를 시행함에 있어서는 설계, 구조, 설비등의 상호연관성을 충분히 고려한 후에 이루어져야 한다. 난방에 관해서는 경면계획, 난방면적, 방열기의 능력, 설치하여야 할 위치, 벽, 바닥, 천정의 단열성능, 개구부의 채광과 환기 및 단열성능등의 요소가 연관되어 있고 단순히 벽 단열성만 고려해서는 그 목적을 효과적으로 달성할 수 없다는 것을 알아야 되겠다.

2. 정부측면에서의 권고사항

- 1) 장기적인 차원에서 집열관이 설치가능토록 경사지붕 권장
- 2) 입법조치 : 주거용 건축의 단열화를 위한 사업을 추진하기 위하여서는 우선 법적규제
- 3) 보급과 계몽 : 전항의 입법조치와 병행 또는 우선하여 범국민적인 계몽과 보급활동을 강력히 추진함과 동시에 에너지관련기술의 적절한 보급을 도모하기 위하여 건축물의 설계, 시공, 유지관리에 필요한 교육등을 검토(TV, 라디오에 시간 할애)
- 4) 기술개발등의 추진 : 건축물의 에너지절약에 대한 기술개발방향을 설정하여 장기적인 계획아래 기술개발을 추진(구조체의 시공법개발, 단열재, 설비기기의 성능향상과 대체에너지개발등)
- 5) 세제상우대 : 단열재 제조업자, 단열건축물 시공시 시공자와 건축주에게 보다 많은 세제혜택부여
- 6) 용자혜택과 의무용도 : 전용자나 심의 건축물, 공동주택, 농촌취락구조사업, 재개발사업, 단지조성(10세대이상), 환지지구등의 주택에 대한 용자와 단열주택 의무적시공
- 7) 양질의 단열자재보급과 우량자재 생산업체선정 : 단열자재 판매확인증발부와 단열재 종합판매장개설

8) 설비기업체 지정 : 난방설비기기 생산업체와 우량업체를 지정하여 열량, 시공상주의사항, 시방관계를 의무적으로 표시하는 품토조성

9) 에너지연구기금조성 : 에너지관련업체에 대해 제품판매시 일정액의 에너지연구기금을 부과하여 장기적인 기술개발과 지도, 대체에너지개발에 투자하여 국민에게 환원시킴.

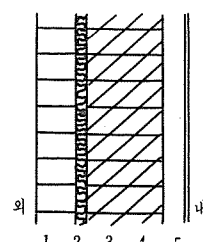
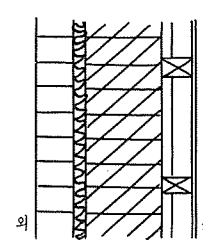
10) 에너지절약의 날 지정 : 에너지절약을 위한 범국민적인 계몽과 아울러 에너지절약을 "생활화"하기 위한 취지로서 에너지절약의 날을 지정.

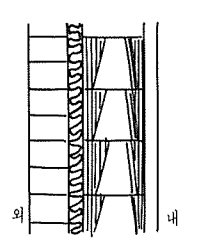
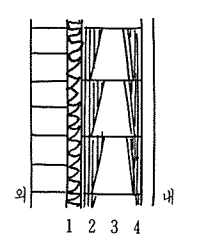
3. 문제점

전기에서 기술한 단열화를 위한 방법이나 이에 따른 기술적 기준제정, 입법조치와 계몽이 충분히 이루어졌다 하더라도 건축주 개개인이 과연 이 기준에 맞는 단열화된 건물을 시공하였느냐, 안하였느냐 하는 검사가 이루어져야만 소정의 목적을 달성할 수 있으리라 믿는다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로서는 적절한 열관류율측정기 및 열손실측정기등의 시험장비확보와 현재 실시하고 있는시멘트제품(벽돌, 브릭, 기와)판매확인서첨부제도와 같이 허가 및 준공검사에 "열관류율계산서"와 "단열자재판매확인서"첨부, 준공후 시공현장에서의 비파괴점사법으로 열류계, 열전도율계 및 적외선 카메라등의 시험기구에 의한 성적표를 제출하도록 하는 것이 제도화되어야 하겠다.

마지막으로 단열재의 사용강제나 규제이전에 단열재의 사용에 따르는 초기투자의 증액이 난방비의 절감등으로 보상되는 경제성등을 설명하여 건축주 스스로가 단열구조를 채택하여 본인에게도 도움이 되고 국가에너지 절약정책에도 도움이 된다는 것을 계몽, 선전교육하는 방법을 채택하는 것이 바람직하리라 믿는다.

번호	구 조	재 료	두께 ℓ m/m	λ	$\gamma = \frac{\ell}{\lambda}$
41		1. 붉은벽돌 0.5B	90	0.67	0.134
		2. 스티로폼 (유리섬유중류)	50	0.032	1.563
		3. 세멘트벽돌 1.0B	190	1.2	0.158
		4. 물 탈	18	1.2	0.015
		5. 벽 지	0.5	0.18	0.002
			348.5		0.125
R = 2.047 K = 0.489					
42		1. 붉은벽돌 0.5B	90	0.67	0.134
		2. 스티로폼 (유리섬유중류)	50	0.032	1.563
		3. 세멘트벽돌 1.0B	190	1.2	0.158
		4. 물 탈	18	1.2	0.015
		5. 공기 층	20		0.09
		6. 미장 합판	4.5	0.14	0.032
	372.5		0.125		
R = 2.167 K = 0.461					

번호	구 분	재 료	두께 ℓ m/m	λ	$\gamma = \frac{\ell}{\lambda}$
45		1. 붉은벽돌 0.5B	90	0.67	0.134
		2. 스티로폼 (유리섬유중류)	50	0.032	1.563
		3. 불 력 6"	150		0.15
		4. 물 탈	16	1.2	0.015
			306		0.125
		R = 2.037 K = 0.491			
비 고					
46		1. 붉은벽돌 0.5B	90	0.67	0.134
		2. 스티로폼 (유리섬유중류)	50	0.032	1.563
		3. 불 력 6"	150		0.15
		4. 회 반 죽	16	0.63	0.025
			306		0.125
		R = 2.047 K = 0.489			