

熱損失 防止를 위한 建築物의 構造에 關하여

(3)

온돌의 구조, 재료 및 시공방법에 관한 기술기준(법규사항)

(1) 적용범위

이 기준은 건축법시행령 제16조 2항에 의한 연탄을 사용하는 온돌의 구조, 재료 및 시공방법에 관한 기술기준에 대하여 규정한다.

(2) 용어의 정의

용어의 정의는 KS F7010 온돌구조 및 동 시공지침 2.1~2.28에 따른다.

(3) 사용연료

사용연료는 KSF 3731 구멍탄에 따른다.

(4) 온돌의 구조

온돌은 아궁이에서 구멍탄의 연소로 생성된 연소열기가 고래를 통하여 굴뚝으로 배기되는 동안 구들장을 가열하여 난방하는 방식으로 아궁이부분, 고래부분 및 굴뚝부분의 3부분으로 구분된다.

(5) 아궁이 부분

5-1 고정식 아궁이의 연소통은 KSE 7001 구멍탄 용연소통에 따르고, 이동식 아궁이의 연소기는 KS E 7003 구멍탄용연소기에 따른다.

5-2 고정식아궁이의 연소통의 외벽 및 바닥은 10cm 이상의 두께로 단열재층을 두어 열손실이 적도록 보온하여야 한다. 이동식아궁이의 함실벽 및 바닥도 10cm 이상의 두께로 단열재층을 두어 보온하여야 한다.

5-3 고정식아궁이의 유도관은 수평면에 대하여 20도내지 45도의 경사를 가져야 하며, 오지관 또는 석면 스테이트관을 사용한다.

6) 고래부분

6-1 구들장은 두께 4cm 정도의 천연석 또는 시멘트 제품으로 크기는 40cm×60cm 또는 30cm×40cm의 평판으로 밑면은 연탄가스의 흐름을 방해하지 않도록 매끈하고 조밀한것을 사용하여야 한다.

6-2 지면에 접하는 고래바닥 및 구들벽에는 방수성이 있는 재료 및 단열성이 있는 재료를 사용하여 방수 및 보온에 필요한 조치를 하여야 한다.

6-3 고래바닥은 고르고, 편편하게 잘다져야 하며, 아궁이와 굴뚝의 위치에 따라 적절한 곳에 개자리를 만들어야 한다. 고래바닥의 경사는 아랫쪽쪽을 제외하고 4/100내지 5/100의 경사로 한다.

7) 굴뚝부분

7-1 굴뚝의 내부단면적은 150cm² 이상이어야 하고, 온돌하나에 1개씩 설치하는 것을 원칙으로 한다. 굴뚝은 두께 10cm 이상의 벽돌조로 하거나 두께 0.9cm 이상의 스테이트(이와 동등 이상의 단열성을 가지며 부식되지 아니하는 재료를 포함한다)로 한다.

7-2 굴뚝에는 역풍을 완충시키기 위하여 굴뚝개자리를 두어야 하며, 고래개자리 보다 깊어야 한다.

7-3 굴뚝머리에는 비, 눈이나 바람의 역류를 방지하며, 연탄가스의 배기에는 저항이 작은 굴뚝모자 또는 구조물을 설치한다.

8) 기타

8-1 연탄아궁이등이 있는 부엌등에는 연소용 공기의 공급을 위한 급기구(공기유입구)를 설치하고, 연탄에서 발생되는 가스중 실내에 누출되는 것을 유효하게 배기시킬 수 있는 배기구(공기배출구)를 설치하거나, 급기 또는 배기에 유효한 환기설비를 하여야 한다.

8-2 방바닥을 시멘트 모르타르로 끝내는 경우 방바닥 모르타르는 시멘트 1, 모래 3의 배합으로 시공하며 2cm 이상의 두께로 수평이 되게 발라 표면을 매끈하게 마무리 한다.

6-2

온돌의 구조, 재료, 시공방법에 관한 권장사항

(1) 아궁이 부분

1-1 공기유입구는 배출구보다 크게 설치한다.

- 1-2 공기관은 연소통 상단보다 낮게 수평으로 설치한다.
- 1-3 공기관 내에 이물질이 들어가 막히지 않게 한다.
- 1-4 공기관 이외에 공기유입이 되지 않도록 한다.
- 1-5 연소통은 규격 승인품을 필히 사용한다.
- 1-6 연소통 주위와 밑부분에 방수처리와 단열층을 규정대로 형성한다.

(2) 유도관 및 분배탱크

- 2-1 유도관주위에 단열층을 필히 형성한다.
- 2-2 분배탱크 밑부분에 단열층을 필히 형성한다.
- 2-3 유도관 주위와 벽체사이는 시멘트 몰탈을 길밀히 충전한다.

(3) 유도로

- (1) 유도로 주위에 방수처리와 단열층을 형성한다.
- (2) 전체 유도로의 경사각이 25°~45° 정도로 시공한다.

(4) 분배관

- 1) 분배관의 재질은 배경이 5-6cm인 오지토관이나 석면스레트관을 사용한다.
- 2) 분배관의 경사각은 5°정도로 설치한다.
- 3) 분배관 끝부분과 구들장 밑면과의 간격은 2-3cm 정도로 한다.

(5) 함실 아궁이부분

- 1) 함실은 규격품을 사용하며 크기는 폭30cm 길이 90cm 이상이 적합하다.
- 2) 함실벽과 바닥 기타주위에 방습층과 단열층을 형성한다.
- 3) 연소기 상단에서 구들장까지의 간격은 15-20cm 정도도이어야 한다.
- 4) 함실문은 필히 설치한다.

(6) 고래부분

- 1) 고래바닥에 방습층과 단열층을 형성한다.
- 2) 구들벽 면은 고래바닥 아래서부터 시멘트 모르타 바를 두르기를 한다.
- 3) 구들장은 규격콘크리트 판이나 두께 4cm 정도의 크고 얇으며 강도와 밀도가 높고 열전도율이 높은 천연색 구들을 사용한다.
- 4) 구들장은 편편하고 매끈한 면이 아래로 향하도록 설치한다.
- 5) 구들벽에 구들장을 올려 놓았을 때 벽체와 구들장 간격은 5-6cm를 띄여 설치한다.
- 6) 고래 개자리는 아궁이 반대편에 규정대로 설치한다.
- 7) 방바닥 모르타 두께는 윗목 2cm 이상 아랫목은 구들장을 포함하여 그 두께가 13-15cm 정도로 한다.

(7) 굴뚝목 부분

굴뚝목에 토관을 사용하고 그 주위에 연탄가스가 스며 나오지 않도록 모르타 처리를 철저히 한다.

(8) 굴뚝부분

- 1) 굴뚝의 내단면적은 최소 150cm이어야 하며 방이 2개 이상이고 굴뚝을 1개로 사용할 경우는 굴뚝 아래부분에 30-45cm의 칸막이 벽을 세운다.
- 2) 굴뚝은 타건물로부터 1m 이상 떨어져 설치한다.
- 3) 바람막이 굴뚝모자를 설치하며 굴뚝모자는 외관이 바르고 견고하게 설치한다.
- 4) 굴뚝개자리는 규정대로 필히 설치하여야 하며 굴뚝의 보온여부를 확인한다.

결 론

- 8회의 연구모임과 2회의 자문회의를 거쳐 작성된 연구보고서 중 주요부분은 4. 1 기술기준의 범위사항과 6. 1 온돌구조의 범위사항의 두가지이다.
- 4. 1의 연손실 방지를 위한 기술기준안의 요점은 주택, 아파트 등 주거용 건물의 외벽, 반자, 및 바닥에는 두께 25mm의 단열재 사용을 강제한 점이다. 창은 이중창이나 동등이상의 단열력을 갖도록 하여 열손실의 방지에 노력하고자 규제한 것 등이다.
- 6. 1 온돌구조의 경우에도 열손실이 가장 큰 아궁이부분 즉 고정식 아궁이의 연소통주변과 이동식아궁이의 연소기 주변인 함실의 벽, 바닥등에 두께 10cm 이상의 단열재 사용을 강제하고 있다.
- 그러나 이러한 단열재의 사용강제나 기밀구조의 규제보다는 단열재의 사용에 따르는 초기투자의 증액이 난방비의 절감등으로 보상되는 경제성등을 설명하여 건축주 스스로가 단열구조를 채택하여 본인에게도 도움이 되고, 국가에너지 절약 정책에도 도움이 되는 방향으로 계몽, 선전 유도함이 바람직한 방향이라고 하겠다.
- 열손실방지구조의 기술기준은 즉각 실시하여 시행착오적인 오류를 범할 우려도 있음으로 다음 몇가지 점을 고려해 보직하다고 생각된다.
- 1. 25평 미만의 서민주택, 농촌주택 또는 소규모 영세주택등은 일단 적용대상에서 제외하였다가 성과를 보아 확대 적용시키는 단계적 실시방안의 검토.
- 2. 기술기준 내용에 관한 공청회, 설명회 등을 개최하여 광범위한 의견을 듣고 좀더 충실한 내용으로 수정한 다음 실시하는 방안.
- 3. 기술기준시안을 공표한후 일정기간을 두어 시행하는 방안, 이동안 시행을 위한 준비로서 단열공법의 개발, 외국기준의 비교검토, 시험장비의 확충, 기술자료집 발간등의 작업을 추진한다.
- 금회의 연구는 짧은 기간에 저널리 작성한 기술기준

시안으로 금후의 시행 성과를 보아 보완되어야 할 것이다. 중동의 원유값 인상으로 밀어닥칠 에너지 위기를 생각하면 좀더 과감한 규제가 우리의 의사에 관계없이 필요해지지 않을런지 걱정스럽다.

전 망

- 이란 사태에 따르는 석유부족사태나 원유값 인상에 기인하는 에너지 코스트의 앙등을 고려하면 건축물의 열손실 방지구조의 국가적 규제는 점점엄격하게 되어 갈 것이다.
- 이 분야에 관한 관심이 재고되면 기술기준의 내용도 좀더 고급화 될것으로 예상되는바 기술기준의 단계를 보면,
 - 1 단계 외벽 에는 단열재사용, 창에는 기밀구조 채용
 - 2 단계 외벽의 단열재두께규제, 창은 2중창사용
 - 3 단계 외벽의 열관류율 K값규제, 창의 K값규제
 - 4 단계 외벽과 창을 포함한 외벽 전체의 K값규제
 - 5 단계 건물의 체적과 건물자체의 열손실율 값 규제
- 금회의 기준은 주거용건축에서 2 단계규제, 비주거용건축은 1 단계 규제에 머물러 있다. 미국의 ASHRAE-AE의 기준은 4 단계규제에 해당되며, 독일법규는 5 단계 규제의 예이다.
- 3 단계 이상의 K값 규제를 실시하기 위한 준비로서 4. 2 열관류율 K값의 계산법을 제재하였다. K값 규제를 위하여는 건축사 모두가 K값의 중요성을 인식하여야 하며, 건축단면처럼 단순계산으로 구할수 없는 복합벽체의 K값을 측정할 열관류율 측정장치를 건설연구조 등에 갖추어야 한다.
- 또한 시공된 현장에서의 비파괴 검사법으로 열류계 (Heat Flow Meter , 열전도율계 (Thermal conductivity Meter) 및 적외선카메라 등의 측정기구를 갖추어야 할 것이다.

(부록A-1) (ASHRAE)미국공조학회규격 90-75 Energy Cousevrationin New Building Design

머리말

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

ASHRAE는 연간 연료 사용량이나, 커다란 영향을 미친다고 생각되는 에너지자원의 결정에 관한 항목을 포함하려 하고 있는데, 현재 ASHRAE규격90위원회에는 이 문제를 취급하는 분과가 있어서 이것이 완성되면 제한할 것이다.

ASHRAE는 통상적인 운영을 탈피하여 기획위원회를 해산하고 해설위원회를 구성하는 절차를 밟든지, 신축 건물의 설계에 있어서 국가적으로 중대한 영향을 미친다고 사료되는 에너지절약문제에 있어서 기획위원회의 일부를 존속시키고 해설위원회와 협동하기로 하였다, 이는 질의 응답을 원활히 하여 이 규격이 한층 실용적으로 되도록 개정하는데 그 목적이 있다.

1. 목 적

1. 1 이 규격은 신축 건물의 설계에 있어서 에너지를 유효하게 이용하기 위한 설계 조건을 제시하는 것이 그 목적이다.

1. 2 이 규격의 제조조건은, 신축 건물에 있어서 단열성이 높고 기밀성이 좋은 건물 외각의 설계와 더불어, 에너지를 유효하게 이용할 수 있도록 하는 기계·전기·서비스 및 조명 방식이나 기기의 설계·선정에 쓰인다.

1. 3 이 규격은 에너지를 유효하게 이용하기 위한 새로운 방법과 기술을, 설계자가 적극적으로 이용할 수 있도록 고려하고 있다. 제10장과 제11장 또는 그 중 어느 것에 지시된 대로 특정 조건에 따른 설계법을 사용하면 에너지를 유효하게 이용할 수 있을 것이다.

1. 4 이 규격의 의도는 신축 건물 설계에의 사용이다. 또, 공사 착공 전의 단 설계 시방서·도면·계산서를 평가 분석하여 이 규격에 제시된 조건들이 지켜지는지를 판정하여야 할 것이다.

1. 5 이 규격은 인명의 안전과 건강에 관한 한, 어떠한 안전 조건도 삭감된 것은 없다.

2. 적용범위

2. 1 이 규격에서는 신축 건물의 설계시 건물 외각·난방·환기·공조·급탕·전기배선 및 조명 방식과 기기에 대하여 에너지를 효율적으로 이용하기 위한 조건을 제시한다.

2. 11 이 규격은, 회관·교육 시설·사무소 건축·상업 건축·공공건축·창고·주택·공장의 사무실이나 거실 등의 건물의 신축에 적용된다. 특기할 것은, 이 규격에서 사용되는 '건물'이라는 용어에는 모빌홈이나 공장생산건축을 포함한다.

2. 12. 건물 또는 그 일부의 전에너지사용량 최대치가 상면적 1ft²당 1w(3.4 BTU/ft²·h, 10.8w/m²)미만의 것, 또는 냉·난방시설이 없는 건물은 이 규격의 적용범위에서 제외한다.

2. 13. 설계 자료를 입수할 수 없거나 적용하기 곤란한 특수건물 또는 그 일부는 이 기준에서 제외할 수 있다. 적용 제외사항은 이 규격의 각 장에 명기한다.

2. 2 이 규격에서는 건물의 운전·보수 사용에 대해서는 언급하지 않는다.

3.

3. 정의

4. 건물외각

4.1 적용 범위

이 장의 기준은 신축 건물 외각의 열적 설계의 최저 조건을 설정한다. 여기 나오는 식·그림·표는 이를 설명하기 쉽도록 하기 위한 것이다. 건물 설계에 시스템 분석을 하는 경우에는 이 규격의 제10장 및 11장 또는 그 중 어느 쪽을 적용한다.

4.2 총칙

4.2.1 이 장의 목적은 에너지절약에 관한 건물 외각 구조의 최저 조건을 부여하는 것이다. 여기서의 최저 조건이란 에너지절약의 최적 기준이 아니며 또 그처럼 해석해서도 안된다. 4.3은 2층 이하의 호텔·모텔을 포함한 1~2세대용 주택과 저층 집합주택에 적용된다.

4.4는 4.3에서 언급되지 않은 모든 건물에 적용된다.

4.5는 전체의 건물에 적용된다.

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

- 1) 건물의 방위
- 2) 건물의 형태
- 3) 건물의 어스펙트비(길이와 폭의 비)
- 4) 연상면적에 대한 층수
- 5) 건물의 열용량
- 6) 건물 표면의 색
- 7) 인접 구조물·주위의 표면·식물에 의한 그림자나 반사
- 8) 자연 환기
- 9) 풍향과 풍속

ASHRAE Handbook of Fundamentals 1972의 17~22장에 기술되어있는 계산 순서와 내용은 상기 항목을 평가하는 지침으로 사용된다.

4.2.2 외벽의 총벽 면적은 전체의 불투명 벽면적(기초의 벽·정두리벽 부분등을 포함), 창면적(샤시 포함), 문면적을 합계한 것을 말한다. 이러한 표면은 외기에 노출되고 난방이나 냉방된 공간을 포함한다.

4.2.3 지붕구조는 외각으로서의 지붕과 천정을 일체로 하여 생각한다. 냉·난방을 할 경우 이를 통해서 건물의 열손실이나 열취득이 일어난다.

4.2.3.1 지붕구조의 전면적은 일체화된 구성요소의 실내측 표면적을 말하며 천창을 포함한다.

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

1) 열통과율의 계산에는 천정이나 천정플레넘 부분을 포함하지 않는다.

2) 전면적은 천정플레넘상부의 표면적으로 한다.

4.2.4 냉·난방된 모든 건물은 제구성요소가 규정된 소요성능을 만족하도록 건축되어야 한다.

4.2.4.1 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 U_0 값으로 한정된 것은 아니다.

4.2.5 본 장에서 요구하는 계산에는 다음의 온도별 사용한다.

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

주) ASHRAE Handbook of Fundamentals 1972·33장의 값

4.2.6 겨울철의 난방, 여름철의 냉방을 하는 건물에서, U_0 값이 다른 경우에는, 본 에서 규정하는 외각 난방과 냉방용의 수치 가운데 높은 쪽을 사용한다.

4.2.7 에너지절약을 목적으로 하는 건물의 설계는, 절로에 의하여 질이 떨어지지 않도록 한다.

4.3 A형 건물의 기준

4.3.1 A형 건물이란 다음의 것을 말한다.

A; 1세대 및 2세대용 독립주택

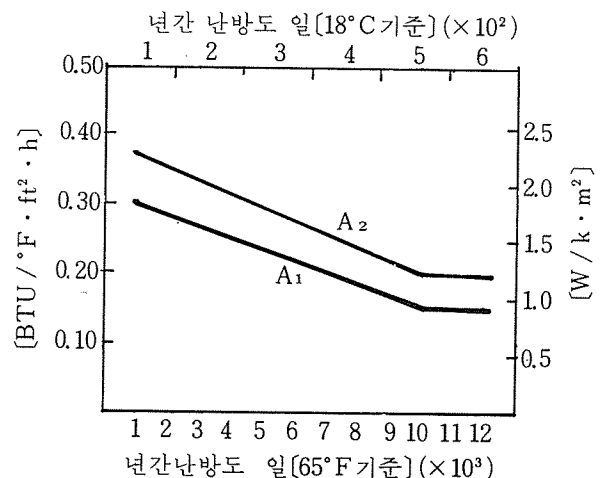
A; 기타 모든 주택건물(집합주택·2층이하의 호텔·모텔)

4.3.2 냉난방의 기준

4.3.2.1 벽; 냉난방된 건물 외벽면의 종합 열통과 과율은

1973 ASHRAE Handbook & Product Directory, System Volume의 43장에 제시된 난방도일(度日, Degree Day)을 사용하고, 그림 1에 제시된 값을 넘지 않도록 한다.

그림-1 A형 건물 벽의 U_0 값



4.3.2.1.1 식(1)은 그림-1 Uo값을 만족하도록 벽·창·문등의 열통과율을 결정하는 데에 사용한다.

4.3.2.1.2 500°F·d(278°C·d)이하 지역의 Uo값은 다음과 같다.

- 1) 난방만을 하는 경우, Uo값은 임의로 한다.
- 2) 난방을 하는 경우 Uo값은 최대 0.30 BTU/F·ft²·h(1.70w/k·m²)로 한다.

4.3.2.2 지붕과 천정; 냉난방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(Uo값)은 8,000°F·d(4444°C·d)의 지역에서 0.05BTU/°F·ft²·h(0.28W/k·m²), 8,000°F·ft²·h(0.23w/k·m²)을 넘지 않도록 한다.

적용 제외; 대강당의 목조 천정등, 평지붕의 내부 마감면이 천정을 겸하는 경우, 난방도일에 관계없이 모든 지역에서 Uo값은 0.08BTU/°F·ft²·h(0.45w/k·m²) 이하로 하여도 좋다.

4.3.2.2.1 식(2)는 규정된 Uo값을 만족하도록 지붕·천정의 열통과율을 결정하는데 사용된다.

4.3.2.3. 비난방실 상부 바닥; 비난방실의 윗층이 냉·난방된 경우 그 바닥의 Uo값은 그림-5의 값을 넘지 않도록 한다.

4.3.2.3. 흡 위에 친 바닥슬라브 구조; 이 구조의 주변부 단열재의 열저항과 시 소는 그림-2에 제시된 바와 같다.

4.4 B형 건물의 기준

4.4.1 B형 건물이란 A형 건물 이외의 모든 건물을 말한다.

4.4.2 난방 기준

4.4.2.1 벽; 난방하는 건물의 외벽 면 종합 열통과율은 1973 ASHRAE Handbook & Product Directory, System volume 43장에 제시된 ASHRAE Handbook 난방도일을 사용하고, 그림-3의 값을 넘지 않도록 한다.

4.4.2.1.1 식(1)은 그림-3의 Uo값을 만족하도록, 벽·창·문등의 열통과율을 결정하는데 사용한다.

4.4.2.2 지붕과 천정; 난방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(Uo값)은 난방도일을 사용하고, 그림-4의 값을 넘지 않도록 한다.

4.4.2.2.1 식(2)는 규정된 Uo값에 합당한 조합을 결정하는 데에 사용한다.

그림-2 흡 위에 친 바닥슬라브 구조

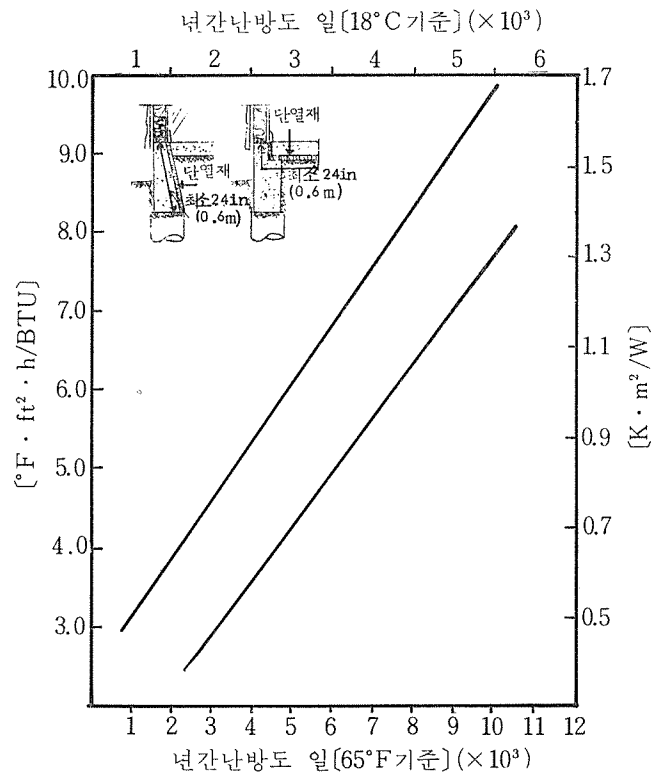
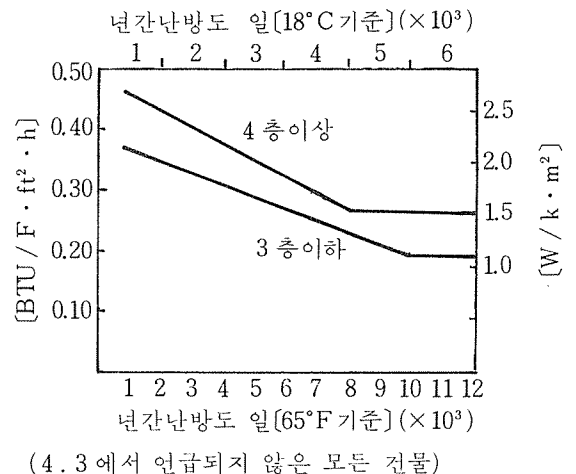
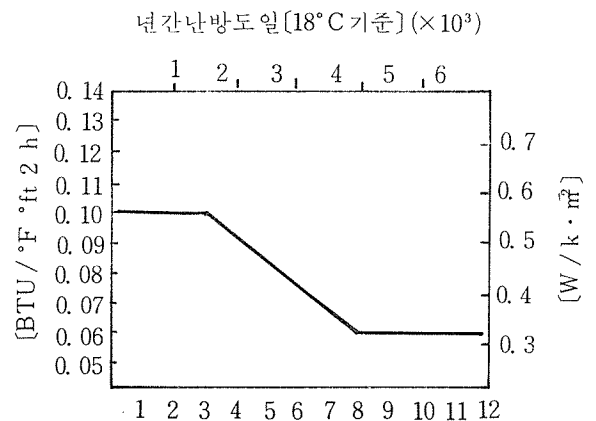


그림-3 B형 건물 벽의 Uo값(난방)



(4.3에서 언급되지 않은 모든 건물)

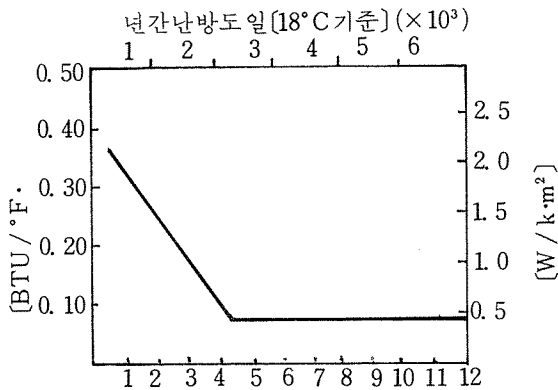
그림-4 지붕과 천정의 Uo값(B형 건물)



4.4.2.3 비난방실 상부 바닥; 비난방실 윗층이 난방되는 경우, 그 바닥의 U_o 값은 그림-5의 값을 넘지 않도록 한다.

4.4.2.4 흡위에 친 바닥슬라브 구조; 이 구조 주변부의 단열재 열통과율과 시공장소는 그림-2와 같다.

그림-5 비난방실 상부 바닥의 U_o 값

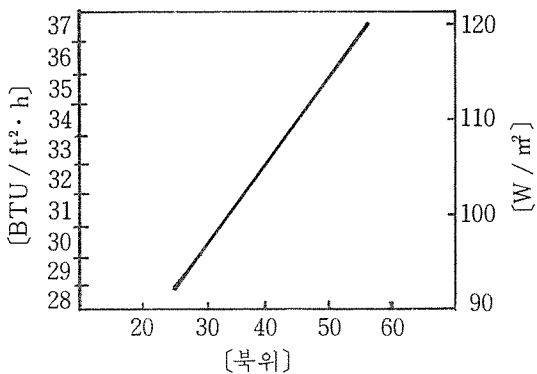


4.4.3 냉방 기준

4.4.3.1 벽; 냉방하는 건물의 외벽면 종합 열 통과량(OTTV)은 그림-6의 값을 넘지 않도록 한다.

4.4.3.1.1 식(3)은 그림-6의 값을 만족하도록, 벽·창·문등의 열통과율을 결정하는데 사용한다.

그림-6 B형 건물의 벽의 종합열통과율(냉방)



(4.3에서 언급되지 않은 모든 건물)

4.4.3.2 지붕과 천정; 냉방하는 건물의 지붕과 천정의 열통과율(U_o 값)은 난방 기준에 따라 결정된 값을 넘지 않도록 한다. (4.3.2.2) 참조

4.5 공기 누출-모든 건물

4.5.1 본 절의 규정은 실외와 공조공간을 격리하는 외각에 한정한다.

4.5.2 공기 누출의 기준은, 25m³/h(11 l/s)의 풍속효과에 상응하는 1 567 Lb/ft²(75Pa)의 압력차에서 ASTM E283-739, standard thod of Test for Rate of Air Leakage through Exterior Windows, Curtain Walls and Doors를 사용하여 결정한다.

4.5.3 규정

4.5.3.1 창(ANSI A 134.110); NWMA IS-211); MHMA 1-71¹²); 창은 공기 누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 사시의 틈새 길이 1ft당 0.5 ft³/min(1m당 0.77bm³/s)을 넘지 않도록 한다. (4.5.1 참조)

4.5.3.2 유리 미닫이문(주택의 patio형) (ANSIA 134.213); NWMA IS-314); MHMA 1-71¹²); 유리 미닫이문은, 공기 누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 문면적 1ft²당 0.5 ft³/min(1m당 2.5 dm³/s)를 넘지 않도록 한다. (4.5.1 참조)

4.5.3.3 주택입구의 여닫이문(MHMA 3-74¹⁵) 주택용 입구의 여닫이문은 공기 누출을 정하도록 잘 설

(1m²당 6.35dm³/s)을 넘지 않도록 한다. (4.5.1 참조)

4.5.3.4 주택이외의 여닫이문·회전문·미닫이문; 이러한 문은 공기 누출을 한정하도록 잘 설계되어야 한다. 틈새바람량은 문의 틈새길이 1ft당 11ft³/min(1m당 17dm³/s)를 넘지 않도록 한다.

4.5.4 코킹과 씬(Sela); 창틀이나 문틀의 이음, 창틀·문틀과 벽사이, 각 벽 패널사이의 이음, 기타 건물의 윗을 통과하는 닥트·파이프등의 관통 지점등 코킹재, 가스켓, 문풍지, 또는 기타의 씬(Sea)재를 사용한다.

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

여기서,

U_o ; 총벽면 평균 열통과율(BTU/°F·ft²·h(W/k·m²))

A_o ; 총외벽면적(4.2.2 참조) [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(Sash포함)[ft²(m²)]

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

A_{door} ; 문면적[ft²(m²)]

단, 2종류 이상의 벽·창·문이 사용되는 경우의 $U \times A$ 는 다음과 같이 계산하여야 한다.

$$U_{wall} A_{wall} + U_{wall} A_{wall} + U_{wall} A_{wall} + \dots \dots \dots U_o = U_{roof} A_{roof} + U_{skylight} A_{skylight} + U_{door} A_{door} \dots \dots \dots (2)$$

계속