

# 단열창호의 성능개발 기술 및 금후의 과제

임 홍 순 / 건축구조부 선임연구원

## 1. 머리말

종래 주택은 기능이 단순하여 겨울 때에는 개구부를 열어 통풍에 의해 시원하게 하며, 추울 때에는 불을 지펴 따뜻함을 얻었다. 벽개구부는 외부와의 단순한 경계로서 창은 목재창에 단층 유리창을 끼면 충분하였다. 그 후 주택의 질이 향상되면서 알루미늄 샷시가 상품화되면서는 그 기밀성이 좋게 되고 가격도 싸짐에 따라 급속히 알루미늄, PVC샷시가 보급되게 되었다.

초기의 창이라 하면 알루미늄 등 샷시에 단층 유리창을 붙이게 되었다. 그러나 최근 주거환경의 쾌적성으로의 요구와 에너지절약 추구의 목적 때문에 건물의 외장 부위에는 가장 열적성능에서 약점인 창호나 기밀성이 크게 개선되어 왔다.

여기에서는 창호의 단열성을 향상시키기 위해서 의 원리와 그 응용된 제품의 특성을 서술하였다.

## 2. 창유리의 단열성 향상

창호의 최대 면적을 점유하고 있는 것은 창유리이다. 그 창유리의 단열성을 향상시키는 것이 개구부의 단열성을 높이는 가장 효과적이다. 창유리의 단열성능은 다음과 같은 절차에 의해 높일 수 있다.

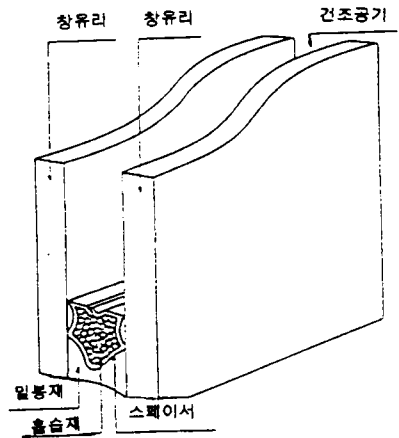
- ① 판유리와 판유리 사이에 단열성이 있도록 건조공기를 밀봉한 복층 창유리로 한다.
  - ② 복층 창유리의 한쪽 판유리에 저복사 창유리를 사용한다.
  - ③ 저복사 창유리를 사용한 복층유리의 중간층에 단열성이 높은 가스를 충전한다.
  - ④ 이러한 중간층을 다층화한다.
- 이것은 기본적으로 열의 이동의 3가지 형태

즉 전도, 대류, 복사를 효과적으로 제한하는 것에 의해 그 단열성을 높이고 있다.

이상의 방법에 대하여 세부적으로 소개하면 다음과 같다.

### 1) 복층 창유리

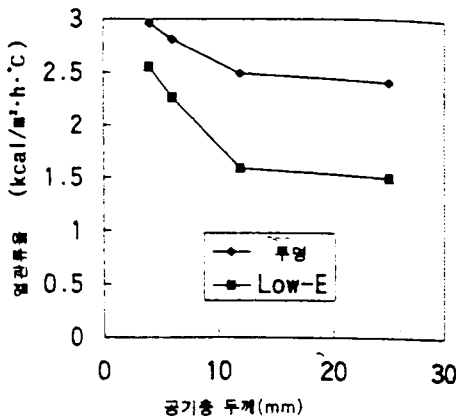
복층 창유리는 기본적인 구성을 그림1에 나타내었으며, 복층창유리는 그 중간층에 단열성이 있도록 충전 밀봉된 건조공기가 판유리와 판유리 사이의 열전도를 저감시킴으로서 단열성능을 발휘한다.



[그림 1] 복층유리 기본구성

따라서 그 단열성능은 공기층의 두께에 의해 영향을 받는다. 공기층의 두께와 단열성능을 나타내는 열관류율의 상호 관계를 보면 그림2와 같다.

그림2에서 보면 공기층이 15mm를 초과하면 성능향상이 없는 것으로 나타나고 있으며 이것



[그림 2] 공기층 두께와 열관류율 관계

은 내부공기 이동이 일어나기 쉬워져 공기층이 얇을 때 나타나지 않는 대류에 의해 열전달이 커지기 때문이다. 이와 같이 일반적인 복층 창유리에서 그 단열성능은 공기층을 두껍게 하여도 한계가 있음을 말해주고 있다.

## 2) 저복사 복층 창유리

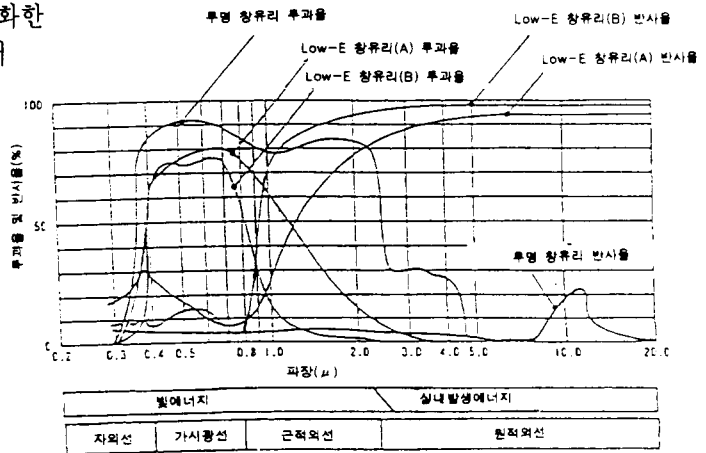
저복사 복층창유리는 일반 복층유리의 단열성능을 더욱 향상시키기 위해서 개발, 상품화한 창유리로서, 복층 창유리 한쪽편 판유리를 저복사 창유리(Low-E창유리)를 사용한 복층 창유리이다. 그림2에 나타난 바와 같이 복사율(ε)이 0.1 인 저복사 창유리를 사용한 저복사 복층창유리의 단열성은 중간층이 공기의 일반 복층 창유리에 비해 1.5배 향상된 것으로 나타났다.

이것은 다음과 같이 설명 할 수 있다. 일반의 복층창유리(공기층 두께 12mm)의 공기층 부분의 열전달 형태의 비율은 (전도+대류) : (복사) = 35 : 65로서 복사에 의한 열전달 비율이 크다. 이것은 복사에 의한 열전달량을 저감하는 것이 전체의 단열성능을 향상시키는 데 효과적이라는것을 나타내주고 있다. 그래서 복사율이 낮은 Low-E 창유리를 사용하면 복사량을 일반 창유리의 약 1/7로 할 수 있으며, 그 결과, (전도+대류) : (복

사) = 85:15로 되기 때문에 전체적으로 단열성을 향상시킬 수 있다.

여기에서 말하는 Low-E 창유리는 판유리 표면에 선택투과성 금속박막을 코팅한 창유리이다. 이 금속박막을 코팅하는 방법에 대하여 현재 일반적으로 이용되고 있는 방법은 스퍼터링(Sputtering)법과 CVD법이다. 스퍼터링법은 진공 중에서 판유리에 금속막을 형성시키는 방법으로 판유리표면의 박막분포를 작게 할 수 있기 때문에 반사색의 색농도를 얇게 할 수 있으며, 복사율은 0.1정도의 금속박막을 형성 할 수 있다. 그러나 내습성, 내약품성, 내마모성이 약간 떨어지는데, 복층 창유리의 공기층측에 있도록 하면 특별한 문제는 없다.

한편, CVD법은 기상성장법(氣相成長法)으로도 호칭되는 막을 형성하는 방법이다. 이것은 고온의 판유리 표면에 금속화합물 기체가 반응하여 막을 형성하기 때문에 판유리 가열제조공정상에서 막을 형성할 수 있다는 것이 특징이다. 이 방법으로 만들어진 금속박막의 성능으로는 복사율은 약 0.2로 스퍼터링법에 의한 박막보다는 떨어지나 내습성, 내약품성, 내마모성은 좋다.



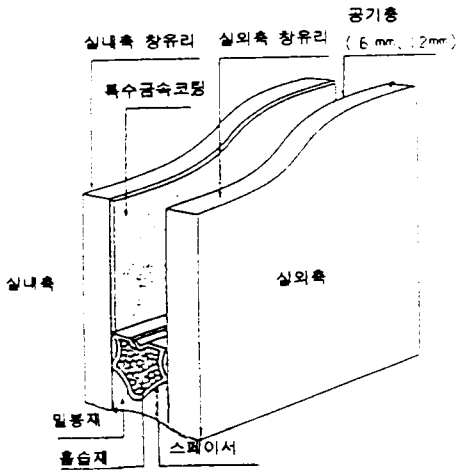
[그림3] Low-E 창유리에 대한 분광율, 반사율

[그림 3] Low-E 창유리에 대한 분광율, 반사율

따라서 스퍼터링법으로 만들어진 Low-E 창유리의 분광투과율, 반사율은 그림3에 나타난 바와

같다. 일반 창유리는 가시광선대역에서 근적외선까지는 투과율이 높으나, Low-E 창유리는 1 $\mu$ m 이상의 근적외선에 있어서는 투과율이 낮게 나타났다. 일반적으로 실내에서 발생하는 스토브 등의 난방용 에너지는 3 $\mu$ m 이상의 파장이다. Low-E 창유리는 이러한 실내에서 발생하는 열을 외부로 나가지 않고 실내측으로 반사하기 때문에 일반 단창유리에서도 단열성능이 높아지게 된다.

그림4에서 저복사 복층 창유리의 기본구성을 나타내었다. 그림4에 나타난 바와 같이 Low-E 창유리의 실내측의 유리에 사용한 저복사 복층 창유리는 가시광선에 있어서는 일반 복층 창유리와 같이 입사되며, 실내에서 발생하는 장파장의 에너지는 바깥으로 나가지 않는다는 특징이 있다. 이 저복사 복층 창유리는 추운지방을 중심으로 하여 일반화되어 금후 단열창유리의 주제품으로 생각되고 있다.



[그림 4] 저복사 복층유리 기본구성

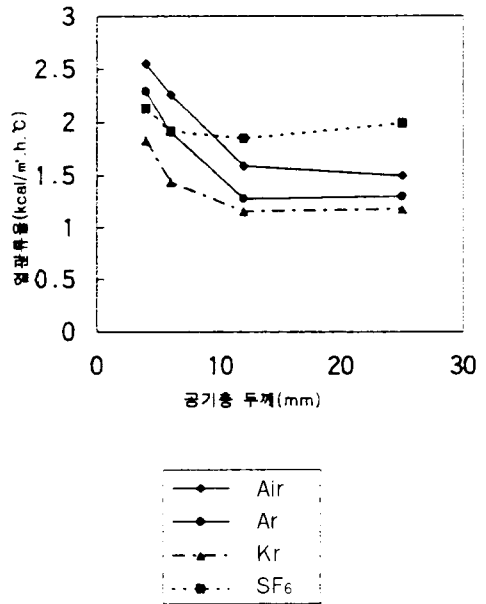
### 3) 가스주입 저복사 복층 창유리

전술한 바와 같이 저복사 복층 창유리에서는 중간층으로 복사에 의한 열전달을 저감할 수 있기 때문에 열전달 비율은 (전도+대류) : (복사) = 85 : 15 가 가능하다. 더욱 단열성능을 향상시키기 위해서는 (전도+대류) 부분을 저감시키는

것이 유효하게 된다. 그 방법으로 중간층의 기체를 공기 대신 열전도율이 낮은 가스로 교체하는 것을 생각할 수 있다. 중간층에 주입할 수 있는 가스의 열전도율을 표1에, 가스주입 저복사 복층 창유리의 중간층 두께와 열전도율 관계를 그림5에 나타내었다.

종류	공기	SF <sub>6</sub>	Ar	Kr
열전도율	2.58	1.35	1.73	0.93

[표 1] 각 가스충진 창유리 열전도율



[그림 5] 충전가스 종류와 열관류율 관계 (저복사 복층유리)

그림5에 나타난 바와 같이 가스의 경우도 공기와 마찬가지로 중간층의 두께의 효과는 15mm 이상이 되면 적어지나 각각의 가스에 의한 열관류율은 가스 자체의 열전도율이 작은 것일수록 작은 값을 나타낸다. 그 중에서 SF<sub>6</sub>은 중공층이 얇을 때는 아르곤(Ar)보다도 단열성이 좋으나, 두꺼워져도 단열성이 향상되지 않는 것으로 나타났다. 이 중에서는 열전도율이 가장 낮은 가스로서 크립톤(Kr)을 주입한 복층유리가 가장 단열성능

이 좋았으나 실용적으로는 저렴하고 안전성이 높은 아르곤가스가 일반적으로 사용되고 있다.

#### 4) 중간층의 다층화

이와 같이 저복사 창유리(Low-E 창유리)와 열전도율이 낮은 가스를 결합시킴으로서 열관류율을  $1\text{kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$  가까이 내릴 수가 있다. 그러나 이 값도 일반 외벽부분의 열관류율은 약 0.5정도 인 것에 비해 절반이하의 성능이다. 이러한 성능을 달성하는 방법으로서 중간층을 다층화하는 방법이 검토되고 있으며, 다층화하기 위한 재료로서는 창유리, 유기필름, 개폐레버 등이 있으며, 이러한 재질과 구성을 택하는 데에 따라 열관류율  $1.0\text{kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$  이하를 달성할 창유리의 가능성을 높여주고 있다.

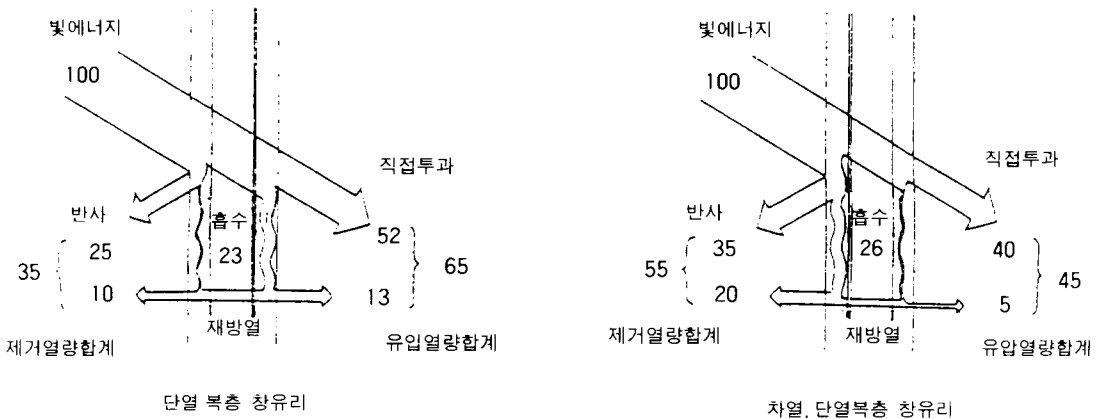
### 3. 창유리의 차열성 향상

지금까지는 동절기 단열성능으로서 실내열을 외부로 누출하지 않는 성능에 대하여 서술하였으나 하절기에 대하여는 냉방효과의 향상이나 창부근의 열기 저감을 위해서 외부의 열을 실내로 들어오지 않도록 하는 성능, 즉 차열성능이 필요하게 된다. 이 성능을 부가하는 방법으로서 (1)일사열 반사타입과 (2)일사열 흡수타입의 2가지가 있다.

#### 1) 일사열 반사타입

일사열을 반사하는 방법으로서 열선반사 성능이 있는 창유리를 사용하는 경우가 빌딩 등의 개구부에서는 일반적이다. 빌딩에서는 난방부하보다도 냉방부하가 큰 비중을 차지하고 있으므로 차열을 고려하면 좋으나, 주택의 경우에는 차열에 추가하여 단열도 중요한 성능이 된다. 그때문에 차열, 단열기능이 있는 창유리가 요구된다. 이에 Low-E계의 금속박막을 코팅한 창유리를 사용하므로써 요구를 만족하는 창유리가 제작되고 있다.

이 차열타입의 Low-E는 단열용과는 달리, 원적외선에 추가하여 태양광의 근적외선부분도 반사할 수 있도록 차열효과를 높일 수 있는 막으로 구성되어 있다. 이 Low-E막 코팅한 유리를 실외측에 사용한 복층 창유리가 차열, 단열 복층유리로 제품화되어 있다. 복층유리의 차열체계를 그림6에 나타내었다. 그림6에서 보는 바와 같이 이 창유리는 외기층의 Low-E막에 의해 일사열을 외부로 반사하고, 단열복층유리에 의해 내부로 입사되는 열에너지를 적게 할 수 있다. 또한 내부에서의 난방열은 이 Low-E막에 의해 외부로 누출하지 않는 효과도 있기 때문에 차열성능과 단열성능을 모두 가지는 창유리는 더운 지역에서 효과적이라 할 수 있다.



[그림 6] 단열복층 창유리와 차열, 단열 복층 창유리 차열 계통도

## 2) 일사열 흡수타입

이 타입의 창유리는 앞서 언급한 차열 창유리와는 달리 전적으로 일사열을 반사하는 것은 아니고 일단 창유리에 흡수하여 그 열을 외부로 방출하므로써 차열성능을 발휘하는 것이다. 그 때문에 그 구성은 실외측의 창유리는 열흡수 창유리를 사용한 복층 창유리로 되어 있다. 여기에서 사용되는 열흡수 창유리는 반사가 적고 투명계열의 것이 주류가 되고 있다. 이 일사열 흡수타입의 차열, 단열형 창유리는 일사열반사타입에 비해 차열, 단열 성능은 약간 떨어지나 가격이 저렴하여 가격대비 성능이 좋은 제품으로 생각된다.

## 4. 창틀 부재의 단열성 향상

지금까지는 창유리 부분적에 대한 단열성능 향상에 대해 언급하였으나, 실제 창호로서의 성능은 창틀로 되는 샷시 자체의 성능과 창에 부착되는 부속재의 효과에 의해서도 정하여 진다. 여기에서 이러한 효과에 대하여 일반적인 범위에 대하여 설명하고자 한다.

### 1) 샷시의 단열성능

샷시의 단열성능과 연관된 인자로서는 기밀성과 샷시 자체의 단열성을 들수 있다. 샷시의 기밀성으로서의 단열창은 현재 일반적으로 KS F 2292(창호의 기밀성 시험방법, 1998)에 정해진 등급에 의하면 2등급을 만족하는 것으로 되어 있다. 종래에 미서기창의 기밀성은 없는 것으로 되어 왔으나 기밀재의 진보나 구조의 개선으로 개방타입에서는 불박이에 가까운 성능을 가진 제품도 나오고 있어 이점은 문제가 없는 것으로 생각된다.

다음으로 샷시 자체의 단열성능으로서 이것은 샷시 재질에 좌우된다. 현재는 알루미늄+복층 창유리는 열관류율이 약  $3.5\text{kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$  인 반면 PVC 또는 목질재 + 복층창유리에서는 약 2.5로 되며, 저복사 복층 창유리를 사용하면 약 2.0까지 열전도율을 낮추어 단열성을 높일 수가 있다. 이와같이 샷시성능으로서의 창틀재의 열전도율이 창 전체의 단열성능에 크게 영향을 미친다. 그러므로 알루미늄샷시에 있어서는 알루미늄샷

시를 부분으로 열전도를 유발하기 때문에 틀재의 일부에 열절연재료를 삽입하므로써 단열성능을 향상시키는 경우가 있으며, 성능적으로는 열관류율이 복층 창유리와 결함시킴으로서 약 2.5정도가 달성되는 것으로 나타나고 있다.

### 2) 부속재의 효과

창 단열성능을 향상시키기 위한 부속재로서는 단열덧창, 단열커튼 등이 제폭화 되어 있으며, 이러한 것을 단열샷시와 병용하므로써 개구부로서의 열관류율을 약 1.0 가까이 개선하는 것이 가능하다. 다만 여기에서 주의해야할 것은 전체적으로 열관류율 값은 향상되어도 특히 알루미늄제 창틀을 사용할 때에는 그 부분은 열적으로 약점으로 되기 때문에 부속재를 실내측에 부착하는 경우 샷시틀에 결로가 발생한다는 점이다. 결로가 생기는 경우에는 창 주변의 오염, 곰팡이의 발생 등의 피해를 일으키기 때문에 그 사용에 대하여는 세심한 주의가 필요하다.

한편 부속재는 차열에 대하여도 유효한 수단이 된다. 차열용 부속재로서는 브라인드, 커튼, 롤스크린, 덧문, 가리개 등을 거론할 수 있다. 이러한 것은 일사를 차폐할 때 사용할 수 있으므로 편리하나, 시야를 차단하게 된다는 점이 약점이다. 이러한 제품 중에는 단열성능도 향상시키는 효과를 부가한 것도 나와 있어 사용방법에 따라서는 유효한 차열 및 단열의 수단으로 생각된다.

## 5. 금후의 과제

지금까지 단열창호의 특징을 서술하였으나, 마지막으로 금후의 과제에 대하여 간단히 언급해 보고자 한다.

### 1) 워메지(Warm edge)

일반적으로 복층 창유리의 열관류율값은 창유리의 중앙부 값을 사용하고 있다. 이것은 일반적인 단열용 창유리의 경우에는 문제가 되지 않으나 보다 고성능 단열성능이 필요한 창유리나, 단열문 유리와 같이 폭이 좁고, 면적에 비해 주변부 길이가 긴 유리의 경우에는 복층 창유리 주변의 열저항이 문제가 된다. 그림1에 대략적으로

나타난 바와 같이 일반 복층 창유리는 그 중간층을 확보하기 위하여 주변부에 금속제 스페이서가 배치되어 있다. 그 때문에 이 부분은 열적으로 약점이 되어 복층 창유리 주변부는 중앙부에 비해 열관류율이 커져 단열성능이 떨어진다. 그 주변부의 단열성을 높이는 방법으로서 워메지법(Warm edge)이 사용되고 있다. 이 방법으로는 금속 스페이서 구조를 변경하거나 수지재 스페이서 등으로의 재질을 변경하는 방법이 있다. 지금도 건조제가 들어간 수지 스페이서는 사용되고 있으나 이 워메지의 관점에서 최적인 방법의 확립은 금후 큰 과제이다.

## 2) 고투과, 저복사 창유리

복층 창유리에 저복사 창유리(Low-E 창유리)를 사용하여 단열성능이나 차열성능을 향상할 수 있는 것에 대하여 언급하였다. 그러나 가시광 투과율이 높아도 투명유리에 비해 약간 떨어지는 점과 금속막의 반사색에 거슬림이 있다는 점이 개선되어야 할 과제로 생각된다. 가시광 투과율을 높이고 차열성능을 확보한다는 것은 상호 모순되는 점은 있으나, 투과색과 반사색 양쪽의 특성을 살리고, 차열, 단열성능이 높은 창유리가 최종 목표로 생각된다.

## 3) 고단열창의 방화대책

단열창에 대해 생각해 보면 고단열성을 확보하기 위해서는 창틀의 재료는 알루미늄+열절연재, PVC, 목질재로 된다. 금후 에너지절약 기준이 더욱 엄격해질 것으로 예상되며, 그렇게 될 경우, 고단열창이 요구되게 된다. 이 때는 연소가 우

려되는 부분에 사용될 개구부에서는 울중방화문 이상의 것이 요구되며 특히 도심의 건물 밀집지역에서는 단열과 방화의 양쪽의 성능을 모두 가진 창이 필요하게 된다. 그 때문에 PVC등 수지계 샷시에 있어서는 방화대책 검토가 요구되고 있으나, 드렌처설비 등의 간접적인 방법에 의존하고 있으며, 재질 자체의 방화성에 대하여는 금후 큰 과제이다.

이러한 환경에 근거하여 생각되는 것이 목재 샷시이다. 현재 목재샷시로 울중방화문 시험에 합격하는 제품도 나와 있어 목재가 가진 단열성능에 추가하여 방화성능도 좋게 되면 목재 샷시의 관심도는 높아질 것으로 생각된다. 그러나 목재 샷시는 내구성능이 약간 떨어진다는 약점이 있어 이 점에 있어서는 표면처리 등과 같은 내구성 개선이 요망된다. 목재샷시는 이 점이 개선되면 쾌적한 환경추구와 합치되는 제품으로 금후 보급이 기대되는 상품이라고 생각이다.

## 6. 맺음말

단열창호에 있어서 창유리와 창틀재라는 관점에서 설명하였으며, 현재에도 단열에 관한 기술이나 상품은 현재 요구를 만족하는 수준이나, 그 품질선택은 소비자의 몫이라 생각된다.

당 방재시험연구소의 열관류시험장치의 도입을 계기로 금후 더욱 환경문제나 에너지절약문제에 대하여 소비자의 의식고양과 함께 단열창호가 일반화하고 더욱 좋은 상품이 개발되기를 바란다. (FLX)



건 축 법 제59조 (건축물의 열손실방지)

동 시행규칙 제21조 (건축물의 열손실방지)

제22조 (에너지절약계획서의 제출)

제23조 (에너지의 합리적 이용을 위한 설계기준)