

T

roubleshoting

설비 사용에 대한 문제점과 그 해결방법을 제공합니다. 특히 건축물 내부에서 발생하는 문제점에 대한 조언과 해결방법을 제공합니다.

창호계획시 고려해야 할 유리관련 사항

조두현 / 건축기술부 과장

건

건축기술부에서는 건축현장이나 설계에서 많이 발생되는 유리에 대한 공통적인 의문사항을 해소하고자 지난 7월 5일 본사 1층 교육장에서 유리관련 기술세미나(강사 : 한국유리 박재연 과장)를 개최하였다. 참석하지 못한 현장이나 설계직원들에게 도움이 될 것같아 한국유리 박재연과장의 감수를 거쳐 세미나 내용을 몇가지 정리해 보았다.

1. 일반적인 창호의 계획시 감안사항

건축물에 있어서 창호의 중요성은 굳이 정리하지 않아도 누구나 인식할 수 있는 사항이다.

창호를 효과적으로 계획하기 위해서는 어떠한 점을 감안해야 할 것인가가 중요한데, 이를 파악하기 위해서는 창호면의 실내와 실외를 구분하여 주는 재료인 유리의 성격을 고찰해 봄이 필요하다.

일반적으로 창호계획시 감안되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 1) 일반 조건 - 건물의 위치, 방향, 형태, 지형, 주변 환경 등 고려
- 2) 심리적 조건 - 건물의 용도, 색상, 거주자의 만족감, 창호의 용도
- 3) 구조적 조건 - 최대풍압과 구조체 작용 힘에 대한 안전도
- 4) 수밀성 - 누수방지의 설계 및 시공대책
- 5) 기밀성 - 실내외 공기의 유입, 유출 문제점의 검토
- 6) 파손방지 - 판유리의 온도차에 따른 열파손, 풍하중에 의한 파손 검토
- 7) 결로대책 - 실내습도와 냉기류에 의한 결로 방지대책
- 8) 단열성 - 실내외 기온차에 대한 에너지손실 절감 검토
- 9) 실내조도 - 유입 가시광선의 채광량에 따른 적정조도 유지
- 10) 소음차단 - 외부소음에 대한 유효 차음성능 확보
- 11) 통풍 - 폐적한 실내환경 유지와 냉방비용 절감측면에서의 고려
- 12) 유지관리 - 건물사용시 유리면의 청소방법 및 파손유리의 교체방법 고려

2. 유리의 분류 및 적용

1) 유리의 분류

건축물에 사용하는 유리는 생산단계를 기준으로 분류할 때, 직접 제작하게 되는 원판유리와 원판유리를 가공처리하거나 결합시킨 가공유리로 구분할 수 있다.

원판유리는 다시 일반적인 플로트 유리와 무늬나 철망이 포함된 무늬유리, 하드코팅 반사유리(Float 유리 생산공정에서 직접 코팅함)로 분류 가능하고, 가공유리는 원판유리에 대한 처리방식에 따라 열처리유리, 코팅유리, 결합유리 등으로 나눌 수 있다.

열처리유리에는 강화유리, 반강화 유리, 곡유리 등이 속하고, 코팅유리에는 코팅반사유리, 로이유리, 스펜드럴유리 등으로 분류할 수 있으며, 결합유리에는 복층유리와 접합유리 등이 있다.

2) 유리의 적용

- 투명유리 : 언제부턴가 고급건축물 외관에는 반드시 반사유리나 색유리 등을 사용해야 하는 것으로 인식하고 있다. 이는 우리가 추구하는 최적설계 중 건축재료의 최적이용이나 재실자를 위한 폐적환경의 구축과는 실제적으로 거리가 있다는 점을 생각해 볼 필요가 있다. 유리가 본격적으로 건축에 적용되기 시작한 이유는 건축물에 투명성을 줄 수 있다는 점이었다. 실내와 실외를 구분하면서 재실자에게 좋은 시야를 제공하고 자연의 빛을 실내로 끌어들

**실내와 실외를 구분하면서 재
실자에게 좋은 시야를 제공하
고 자연의 빛을 실내로 끌어들
일 수 있다는 점이 유리사용의
본래 목적이다. 따라서 건축재
료의 특성을 이용한 좋은 건축
물의 계획이 되게 하려면 투명
유리를 잘 활용하는 설계가 요
구된다.**

일 수 있다는 점이 유리사용의 본래 목적이다. 따라서 건축재료의 특성을 십분 이용한 좋은 건축물의 계획이 되게 하려면 투명유리를 잘 활용하는 설계가 요구된다.

- **색유리** : 종류별 차이가 있으나 여름철 태양의 복사열을 상당량 차단하여 냉방비를 감소시키고 기구 등 실내용품의 변색이나 실내의 프라이버시 노출을 어느정도 보호한다.

- **무늬유리** : 유리의 한쪽면에 무늬를 주어 외부로부터의 투시를 적당히 차단시키는 역할을 하며 주로 실내에 사용한다.

- **망입유리** : 충격에 강하고 파손 시에도 파편이 탈락되지 않아서 방화용이나 방범용으로 적합하다.

- **반사유리(파스텔 유리)** : 실내로 유입되는 직사광선을 차단하고 프라이버시를 지켜주는 정도가 색유리보다 강하며, 외관이 주변의 반사상을 나타내므로 그 영상에 따라 건물 외관의 성공실패가 판단되는데 주변에 자연이 많아 반사상이 하늘이나 자연일 때가 도심의 건물군에

속해 있을 경우보다 깨끗한 영상을 맺어 효과적이다. 코팅반사유리를 이용할 때는 코팅면이 실내로 오도록 해야하며 복층유리로 설치시 외부유리의 안쪽(그림 1의 1)이 되도록 한다.

- **강화유리** : 판유리를 열처리한 후 급냉시켜 강도를 높인 유리로, 파손 우려는 적으나 파괴시 쉽게 부서지므로 건물의 고층부 사용은 위험하고 대체로 저층부에 사용하게 된다.

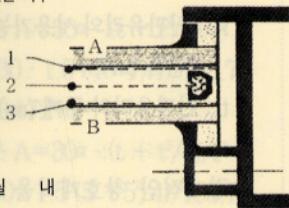
- **반강화유리** : 강화유리의 고층부 파손시 비산위험에 대응, 열처리방식을 조절하여 강도가 강화유리보다는 약하나 비산, 탈락이 발생하지 않도록 처리된 유리로 커튼월 건물 등의 저층부를 제외한 외부창에 적용한다. 배강도유리라고도 한다.

- **곡유리** : 건물의 외벽코너나 캐노피 등 디자인에 의한 곡면부에 사용할 수 있게 한 유리로 주문생산된다.

- **로이유리** : 판유리의 표면에 금속막 코팅으로 열선을 반사하므로 실내외의 열이동을 감소시킨 유리인데, 코팅면의 부식관계로 단판으로 사용할 수 없고 코팅면이 실내측 유리의 바깥면(그림 1의 3)에 오도록 해야 한다.

- **스팬드럴유리** : 커튼월 등 외부에 유리면이 많은 건물 중에서 실내의 골조 등이 유리를 통해 노출되는 것을 차단하기 위해 판유리의 한 면에 세라믹 도료로 코팅을 한다. 스펜드럴 유리는 일반유리보다 열축적이 커지므로 반강화 열처리된다.

건물 외부



(그림 1) 복층유리의 코팅면 구분

(표 1) 건축물 사용 유리의 분류

구 분	유 리 종 류	비 고
원판유리	플로트(Float) 유리 -투명유리 -색(Tinted)유리	2mm~19mm까지 사용 열선흡수유리 포함
	형판(Figured) 유리 -형판유리 -색형판유리 -망입(Wired)유리	무늬유리 색무늬유리 방화용/방법용
	반사(Reflective) 유리 -고반사유리	Hard Coating 유리
가공유리	열처리(Heat-treated) 유리 -강화유리 -반강화(매강화)유리 -곡(Curved)유리	건물의 저층부에 사용 커튼월의 고층부에 사용 주문생산
	코팅(Coating) 유리 -저반사유리 -고반사유리 -로이(Low-E)유리 -스펜더럴유리	Soft Coating 유리 단열효과/ 복층으로 사용해야 함 반강화처리
	결합(Combination) 유리 -복층(Pair)유리 -히트미러 복층유리 -접합(Laminated)유리 -수지합유리	단열/ 차음효과 단열성능 강화 안전성 향상

(표 2) 유리의 품종계수

(안전율 : 2.5)

품 종	계수치 (α)
플로트유리 (6mm 이하)	1.0
플로트유리 (8mm 이상)	0.8
복층유리	1.5
강화유리	3.0
반강화유리	2.0
접합유리	1.6
망입유리	0.7

이상의 내용에서 복층유리, 로이유리, 히트미러 복층유리 등의 코팅면을 그림으로 비교해 보면 (그림 1)과 같이 정리되고, 상기 내용을 표로 정리해 보면 (표 1)과 같다.

3. 유리의 파손원인 및 방지책

유리는 외부의 타격이나 심한 풍압, 건축물의 침강이나 지각변동 등에 따른 구조물 변형, 열충격, 판유리의 절단면 이상, 실란트나 세팅블럭의 부적절함으로 파손될 수 있다. 유리의 올바른 선택과 조건부여를 통해 경제적인 창호계획이 될 수 있도록 하기 위하여, 상기 원인들 중 유리와 직접적으로 연관있는 조건인, 유리에 대한 풍압과 열충격에 대한 현상을 정리한다.

1) 풍압에 의한 파손

일반적으로 풍압에 대하여 사용할 수 있는 유리의 면적과 두께를 산정하는 계산식은 다음과 같이 표현된다.

$$P = 30\alpha \cdot (t + t^2/4) / A$$

P : 설계풍압력 (kg/m^2)

α : 판유리의 품종계수

A : 단판유리의 사용가능 면적 (m^2)

t : 단판유리의 두께 (mm)

경제적인 창호계획을 위해서는 지역, 위치 등에 의해 고정되는 변수 외의 유리의 크기 A와 유리의 두께

- 복층유리 : 실내의 보온과 소음 차단을 강화하는 목적으로 둘 이상의 유리면 사이에 공기층을 갖게 한 유리로, 로이유리와 같이 특수한 경우를 제외하고는 실내측 유리를 맑은 유리로 사용한다. 색유리나 코팅유리는 실외측에 두되 코팅면을 안쪽으로 한다.

- 히트미러 복층유리 : 복층유리 안의 공기층을 코팅필름으로 분리시켜 단열효과를 더욱 강화시킨 유리로 냉동용 쇼케이스 등에 주로 쓰이나 건축물에서는 북향 창이나 추운 지역 건물 창에 이용된다.

- 접합유리 : 최소 두장의 판유리를 투명하고 내열성이 강한 필름을 삽입하고 압착하여 충격에 강하고 파손시 파편이 비산되지 않게 가공된 안전성 유리이다.

t. 유리의 품종에 대한 검토가 필요하다. 여기서 설계풍압력 P는 내륙, 해안 등의 지역분류와 도심의 고층 시가지, 도시 변두리, 평지 등의 위치분류, 또 건물의 지붕, 외벽 등의 부위에 따라 달리 규정되는 변수로 건축법 시행령 구조기준 등에 관한 규칙 제13조의 계산요령과 계수값에 따라 적용된다. 판유리의 품종계수 α 는 유리의 종류별로 다른데 계수치는 (표 2)와 같다. 전체적으로 파손률은 1/1000으로 하며, 계산 중의 단판유리 두께 t는 복층유리일 때는 내부와 외부 유리에 관계없이 얇은 유리(강도가 약한 유리)를 적용시킨다.

적용의 예로써, 서울 도심의 20층 규모 오피스의 외벽창호를 16mm 복층유리로 계획 가정시

{1안}은 반강화유리 6mm+공기층

6mm+투명유리 4mm로

{2안}은 투명유리 5mm+공기층

6mm+ 투명유리 5mm로

비교검토헤 본다면,

{1안}, {2안} 공히 적용되는 지역 등 고정변수에 의한 P는 $165.74(\text{kg}/\text{m}^2)$ 로 일정하고 t는 약한유리의 값이 적용되므로

$$\{1안\}은 A = 30\alpha \cdot (t + t^2/4)/P$$

$$= 30 \cdot 1.5 (4 + 4^2/4) / 165.74$$

$$= 2.172 \text{ m}^2$$

$$\{2안\}은 A = 30\alpha \cdot (t + t^2/4)/P$$

$$= 30 \cdot 1.5 (5 + 5^2/4) / 165.74$$

$$= 3.054 \text{ m}^2$$

이 지역의 풍압력에 대해 {1안}은 유리의 크기를 2.172 m²까지, {2안}은 3.054 m²까지 사용해도 좋다는 의미이다. 즉, 일반적인 인식과는 달리, 복층유리의 계획시 유리의 전체 두께는 같더라도 강한유리+약한유리보다는 같은 강도의 유리 두장으로 계획하는 것이 경제적이고 효과적임을 알 수 있다.

2) 열에 의한 파손

유리면이 태양빛을 받을 때 유리의 중앙부위가 후레임 부근보다 먼저 더워지므로 후레임 주변은 본래의 상태를 유지하려는데 중앙부는 팽창하려 한다. 이러한 현상이 한계를 지나면 유리면 내의 열응력 차이로 열충격에 의한 파손이 발생하게 되는데, 이는 주로 일반유리보다 열흡수가 큰 열선흡수유리나 색유리에서, 판 두께가 얇은 유리보다는 두꺼울수록, 또 후레임 주변이 냉각되

어 있는 동절기의 맑은날 오전 중에 발생하기 쉬운 현상이다.

유리의 열파손 특성은 판유리의 가장자리에서 직각방향으로 시작되어 내부로 진행되면서 사선방향으로 균열된다. 이 현상을 도식화하면 (그림 2)와 같이 표현된다.

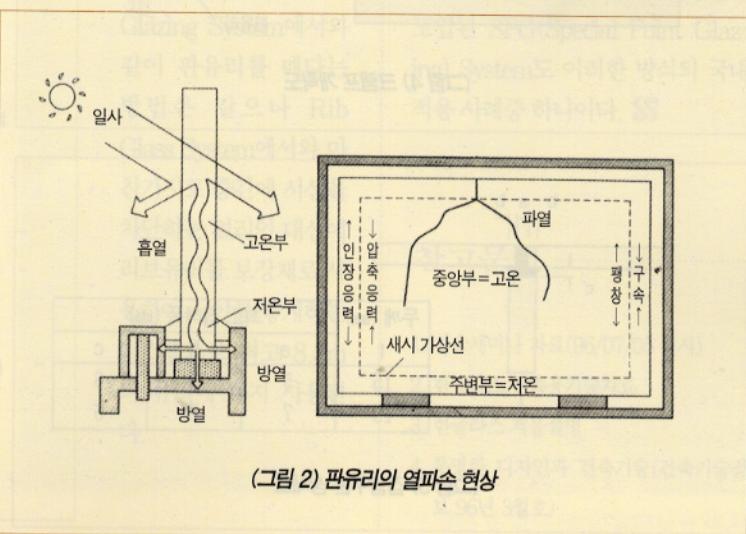
열파손을 방지하기 위해서는 판유리면의 온도차를 가장 적게 하는 조치가 필요한데 대체적으로 다음과 같은 사항을 지키면 된다.

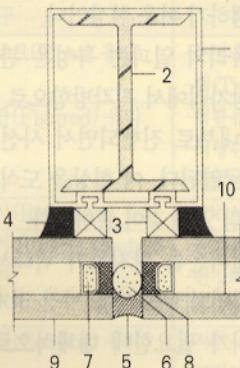
- 유리면 내부의 커튼 등 차양막을 10cm 이상 간격을 두고 설치하여 더위진 열이 방출될 수 있도록 한다.

- 팬코일 등 냉 난방 공조설비에서 나오는 공기가 유리창에 직접 닿지 않아야 한다.

- 유리면에 종이 또는 반사막을 붙이거나 페인트칠을 하지 말아야 한다.

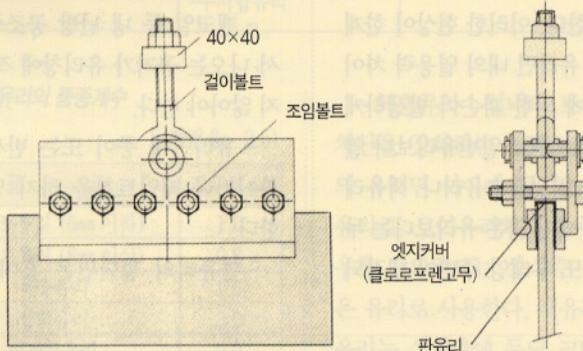
- 판유리의 절단면은 흠이 없고



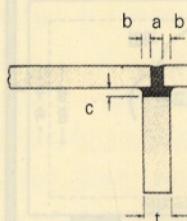


1. 멀리언(Mullion)
2. 스티프너(Stiffner)
3. 스페이서 블록Spacer Block)
4. 스트럭추얼 실란트(Structural Sealant)
5. 웨더 실(Weather Seal)
6. 백커 로드(Backer Rod)
7. 복층유리 스페이서
8. 복층유리 2차 접착제
9. 판유리의 외부노출면
10. 판유리의 내부노출면

(그림 3) Structural Glazing System의 상세 예



(그림 4) 크램프 개략도



두께 (mm)	최소 접착폭 (mm)		
	a	b	c
15	5	5	6
19	7	6	6

(그림 5) 접합부분 상세도

매끄럽게 절단되어야 한다.

- 실링재는 양질의 탄성 실란트를 쓰고 단열성이 큰 백업재를 써서 유리와 새시 사이를 가능한한 단열시킨다.

- 판유리에 있어서 가장자리면적 (Edge Area)²을 초과할 경우에는 일반유리대신 강화유리나 반강화유리를 사용하도록 한다.

가장자리면적(inch²) = 판유리의 4변 길이 합(inch) × 판유리의 두께 (inch)

4. 특수한 유리의 설치방식

최근의 첨단화, 대형화 추세의 건축물 외파와 진입부 주변에는 새시에 유리를 끼우던 종전방식을 뒤로하고 새롭고 특수한 유리의 설치방식을 선호하고 있다. 이곳에서는 유리의 설치방식별 개념과 특징을 간략히 정리해 본다.

1) Structural Glazing System

Structural Glazing이란 커튼월 등에서 알루미늄 후레임 대신 고성능 실리콘 실란트가 판유리를 잡아주는 공법으로, 외부에 후레임이 노출되지 않으므로 외관이 미려해진다. 판유리의 4변 중 2변만 실란트로 잡아주는 2 Sided Structural Glazing과 4변 모두 잡아주는 4 Sided Structural Glazing으로 구분된다.

이 공법의 구성부재에는 멀리언, 스페이서 블록, 스트럭추얼 실란트,

웨더 실, 백커로드, 복층유리 스페이서, 실리콘 실란트 등이 있는데 도면화하면 (그림 3)과 같다.

2) Suspended Glazing System

(그림 4)에서와 같은 금속 크램프를 이용하여 건축물의 보나 슬래브에 높이 4.5m를 초과하는 대형 판유리를 매다는 공법이다.

기존공법과 달리 판유리를 매달음으로 발생하는 이점은 다음과 같다.

- 자중에 의한 휨을 방지하여 투시되거나 반사되는 영상의 비틀림이 방지되어 극히 왜곡이 적은 영상을 갖는다.

- 건축물의 진동이나 변형에 유연하게 대응한다.

- 유리가 파손되는 경우에도 전체가 떨어지지 않기 때문에 위험을 크게 줄여준다.

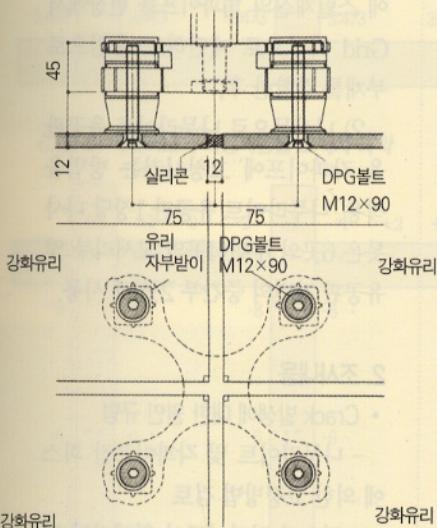
3) Rib Glass System

시선을 차단하는 금속제 멀리언 대신에 리브유리를 사용하여 전면유리에 작용하는 풍하중을 견딜 수 있도록 설계된 시스템인데, 리브설계는 전면유리의 규격과 두께 등에 의해 결정되며 이 시스템으로 시공이 가능한 판유리의 최대 높이는 6m이다.

전면유리와 리브유리의 접합부분에는 실리콘 실란트가 사용되며 그 상세도는 (그림 5)와 같다.

4) Suspended & Rib Glazing System

위의 Suspended Glazing System에서와 같이 판유리를 매다는 방법은 같으나 Rib Glass System에서와 마찬가지로 중간에 시선을 차단하는 멀리언 대신에 리브유리를 보강재로 사용하여 시야를 좋게하는 시스템으로 최고 8.3m의 유리에 까지 사용된다.



(그림 6) DPG 커튼월 시스템 상세 예

5) DPG(Dot Point Glazing) System

일반적인 판유리의 지지방식이 금속제 멀리언이나 리브유리 등 선형지지방식이었음에 반해 판유리의 코너부위나 변의 중간부위 몇 개의 점을 지지철물로 고정하는 시스템이다.

선형지지방식에 비해 지지부재의 표면적이 작기 때문에 시야가 넓어지고 파사드 규모나 디자인 자유도를 높일 수 있으나, 판유리의 면내 고정철물부분, 유리의 중앙부 등에 응력이 심하게 걸리므로 강화유리의 사용이 불가피하다.

점지지방식도 유리에 구멍을 뚫어 볼트로 고정하는 형식과 구멍을 뚫지 않고 유리전후면에 플레이트를 끼워 고정하는 방식으로 구분된다.

일본에서 사용된 DPG 커튼월 시스템의 예를 소개하면 (그림 6)과 같다. 포스코센터 저층부 커튼월에 도입된 SPG(Special Point Glazing) System도 이러한 방식의 국내 적용 사례중 하나이다. ■

참고문헌

- 기술세미나 자료(96/07/05 실시)
- 한글라스 건축용기술자료
- 한글라스 제품설명
- 투명한 디자인과 건축기술(건축기술정 보 96년 3월호)