

# 아르곤가스 주입 단열 복층유리 내구성 평가

## Evaluation for Argon gas-filled Insulating glass units

김 경 남\*

정 진 영\*\*

배 기 선\*\*\*

Kim, Kyung-Nam

Jung, Jin-Young

Bae, Ki-Sun

### Abstract

Energy losses through windows and doors are big problems in the construction industry. For glass only, it has takes the largest portion of mass from window assembly and it responsible for 24 ~ 45% of energy loss from total building energy loss. Insulating glass unit should maintain their basic functions during their working life in order to contribute positively for global warming issue. There have been many research works for improving insulating glass unit durability. But it is not easy job to fulfill the requirements because insulating glass units composed of many components. So, overall it is required to have right qualify control procedures starting from material selection to fabrication, shipping and installation to the customer site. In this report, we have reviewed the durability of insulating glass unit made from different grades of sealing materials based on globally accepted industry codes such as EN1279, ASTM E 2190 and Locally available code, KS L 2003. The result showed that there is a relationship between the mechanical properties of insulating glass 2nd sealant and the durability of the units.

키 워 드 : 단열 복층유리 , 복층유리용 실링재, 실란트 모듈러스

Keywords : Insulating glass, Edge seal for Insulating glass , Sealant Modulus

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건물에 있어 창호를 통한 열 손실이 심각한 수준이다. 유리의 경우 창호에서 가장 큰 면적을 차지하고 있으며, 유리를 통한 열손실이 24~45%를 차지하고 있다. 이에 선진 유럽등에서는 열 손실을 줄이기 위하여 많은 노력들이 이루어지고 있으며 그 일환으로 가스(아르곤, 크립톤)를 주입한 단열 복층유리 사용이 보편화 되고 있다. 단열 복층유리에 사용되는 부자재중 실링재의 역할은 단열성능을 유지 시키기 위한 기밀, 수밀 성능을 유지함에 있다.

일반적으로 1차 실링재의 역할은 복층유리 내부 공기층에 습기의 침투를 방지하는 역할을하며, 가스 주입 복층유리에서 가스의 누출을 막아주는 기능을 하고 있다. 1차 실링재인 부틸은 기체 투과성능 우수성으로 인해 복층유리에서 중요한 기능을 담당하고 있지만, 기계적 강도가 약하기 때문에 이를 보완해주는 2차 실링재를 함께 사용하여야 한다. 최근에는 부틸의 기술도 크게 발전을 하여 부틸과 간봉의 일체형인 TPS (Thermal Plastic Spacer)시스템을 적용한 복층유리도 시장에서 유통이 되고 있다.

단열 복층유리의 기대수명을 향상시키기 위해서 테두리 마감이 얼마나 잘되어 있는지, 단열 복층유리가 얼마나 견고한가는 전적으로 어떤 실링재를 어떻게 사용 하는냐에 의해서 결정되어진다고 해도 과언이 아니다. 시장에는 다양한 실링재가 유통되고 있으며, 실링재의 특성을 확인하지 않고 복층유리에 적용할경우 다양한 하자가 발생할수 있다. 실제로 잘못된 실란트 사용으로 인한 하자사례, 제품의 물성으로 인한 단열성능 저하등이 발생하여, 복층유리의 고유한 목적인 에너지 절감에 대하여 그 기능을 상실하고 있는 추세이다. 과거 수년간 시공된 단열 복층유리의 재료 중 모든 사용 부자재의 성능이 중요하지만, 복층유리는 다양한 자재가 결합된 시스템으로, 그 중 실링재의 역할을 고찰함으로써 복층유리의 고유한 목적인 단열성능을 향상시키기 위해 필요한 실링재의 요구성능을 살펴보고자 한다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

현재 널리 사용되는 단열 복층유리의 제조시 기본 구성요소는 유리, 간봉, 흡습제, 실란트로 나눌수 있으며,이들 4개의 구성 요소

\* (주) KCC 기술연구소 주임연구원

\*\* (주) KCC 기술연구소 부장 LEED AP 실링기술위간사

\*\*\* 한양대학교 친환경 건축연구센터, 연구교수, 공학박사, 실링기술위원장

를 서로 조화롭게 조립하여 복층유리가 제작된다고 볼수 있다.

내구성 및 단열 성능 향상을 보장하기 위해선 우선 유리, 간봉, 흡습제, 그리고 실란트와 같은 각각의 자재들의 올바른 이해 및 취급이 중요하다. 하지만 2차 실란트의 경우 복층유리의 단열 성능을 발현하는 부자재들의 구조적인 지지를 위해서 사용되는 보조적인 역할을 하는 자재로 알려져 있다.

일반적으로 2차 실란트의 중요 물성으로 가공의 용이성 및 간봉, 유리에 대한 우수한 부착성, 구조적인 성능으로 알려져 있으나, 본 연구에서는 복층유리에 사용되는 실란트의 기계적 물성에 근거하여 복층유리 품질에 영향을 주는 최적 요구물성을 고찰해 보고자 한다.

국내와 해외에서 단열 복층유리의 성능을 평가하는 시험방법을 중심으로 복층유리 제작용 실란트의 성능 평가를 진행하였다. 먼저 국내 시험방법으로 복층유리 내부 습기 투과를 측정하는 KS L 2003 봉착 복층유리 가속내구성 시험을 진행 하였다. 해외 시험 방법으로 습기투과율을 측정하는 유럽의 EN1270-2, 가스누출율을 측정하는 EN1279-3 와 가속내후성 조건에서 습기, 가스 누출을 측정하는 미국의 ASTM E2190 조건으로 평가시험을 진행하였다.

## 2. 실험계획

실험인자는 알루미늄 Spacer를 적용한 복층유리 및 TPS 를 적용한 복층유리로 시험을 진행하였으며, 단열 복층유리의 내구성에 영향을 줄 수 있다고 판단되는 60% , 100% 신율에서의 실란트 인장강도를 중심으로 시험결과를 고찰해 보았다.

- 1) 복층유리 종류 : ① 알루미늄 Spacer를 적용한 복층유리 , ② TPS 간봉을 적용한 복층유리
- 2) 복층유리 2차 실링재 : ① High Modulus 제품 , ② Low Modulus 제품

	High Modulus	Low Modulus
신율 60%	0.6MPA	0.3MPA
신율 100%	1.1MPA	0.4MPA
최대인장	1.3MPA	1.3MPA
최대신율	140%	320%

## 3 시험방법



그림 1. 복층유리 제작사진



그림 2. 20T 단열 복층유리

단열 복층유리를 EN1279-1 규격에 의해 20T (4+12AS+4)로 제작후 영하 18℃ ~ 53℃ 온도에서 Cycle Test 실시후 , 58℃, 95% 습도조건에서 Aging Test 후 복층유리내 습기 투과 및 가스 누출율을 평가 진행한다.

표 1. 복층유리 성능 시험 평가방법

구분	시험항목	내용
평가항목	KS L 2003	먼저 55°C, 95% 조건으로 시편을 1개월 정도 Aging 시킨후, 온도변화에 따라 총 48 cycle의 테스트를 진행한다. (가속 내구성 테스트 III 류)
	EN1279-2	복층유리 내부 습기투과 평가를 위한 수분 함유율을 측정하는 시험이며, KS 시험인 봉착가속 내구성 테스트와 비슷하다. 복층유리를 -20°C ~ 50°C 까지 12시간 양생조건이 1cycle 이며, 온도변화에 따라 총 56cycle의 테스트를 진행후 7주간 58°C, 95% 조건으로 시편을 Aging 한다.
	EN1279-3	복층유리 내부 가스유출율을 측정하는 시험이며, 시편 양생 조건은 EN1279-2 와 동일하다, 총 28cycle 테스트를 진행후 4주간 시편을 Aging 한다.
	ASTM E 2190	시험방법 으로는 ASTM E 2188 방법이 사용되며, 시험체를 60°C, 95% 조건으로 Aging 시킨후 자외선 조사 및 물 분사등 Weather ability 테스트를 진행한다. 시험진행시 복층유리의 반대편은 상온상태로 진행하여 내구성 테스트를 진행하여 온도차를 다르게 실시한다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1알루미늄 Spacer를 적용한 복층유리



그림 3. High Modulus 제품 부틸 상태양호



그림 4. Low Modulus 제품 부틸 단선발생

구분	시험항목	규격	High Modulus	Low Modulus	비고
평가항목	KS L 2003	이슬점 발생 온도	PASS	PASS	복층유리 내부 이슬점 측정시험이며, 내부 습기 발생없음.
	EN1279-2	L(av) : 0.2 이하	0.07%	0.14%	연간 습기투과율 예상량을 측정하는 시험이며 두 제품 모두 양호함.
	EN1279-3	Li (%/y) : 1% 이하	0.70%	3.90%	연간 평균 가스누출 예상량을 측정하는 시험이며 저모듈러스 제품은 시험 불합격임.
	ASTM E 2190	이슬점 발생 온도	PASS	PASS	복층유리 내부 이슬점 측정시험이며, 내부 습기 발생없음.

복층유리 시험체 확인결과 Low modulus 실란트 적용 시편의 경우 부틸의 단선이 발생하였다.

시험조건 온도 변화에 의해서 유리, 간봉등 자재가 수축 팽창하여 움직임이 발생하였으며, 비교적 탄성이 낮은 부틸의 경우 반복적인 수축팽창의 움직임을 수용하지 못하고 단선이 발생하였다. 부틸의 경우 Gas 투과성능을 보완하기 위한 1차 실링재로 부틸의 시공 상태가 불량할 경우 단열성능과 직접적인 연계성을 가지고 있다고 볼수 있다.

High Modulus 실란트 의 경우 부틸 및 간봉의 움직임을 최소화 함으로써 부틸의 끊어짐이 발생하지 않았으며, 이로 인해 습기투과율이나, 가스누출율이 양호한 결과를 얻을수 있었다.

#### 4.2 TPS 간봉 적용 복층유리

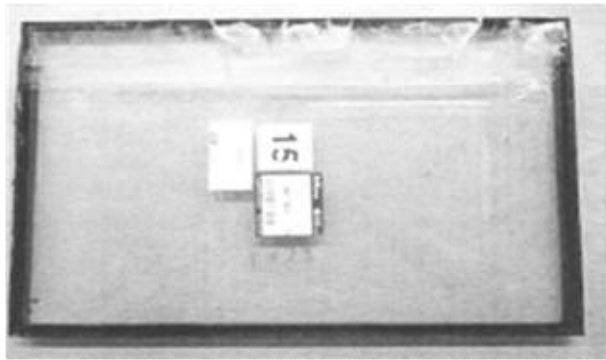


그림 5. High Modulus 제품 TPS 상태양호

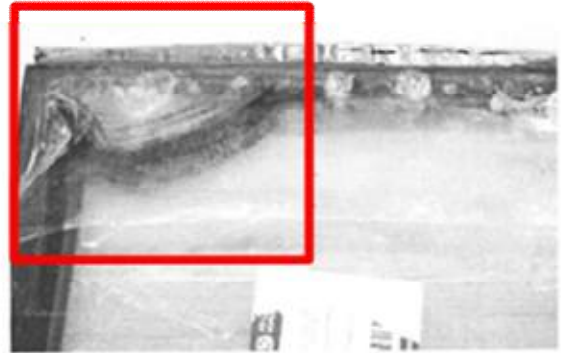


그림 6. Low Modulus 제품 TPS 처짐 현상발생

구분	시험항목	규격	High Modulus	Low Modulus	비고
평가항목	ASTM E 2190	이슬점 발생온도	PASS	FAIL	

### 5. 결 론

본 연구에서는 에너지 절감을 위해 창호에서 발생하는 열손실을 최소화 하는 경향에 맞추어서 단열성능을 극대화 하기 위해서 요구되는 복층유리 실링재의 성능에 대하여 고찰해 보았다. 상기의 연구결과를 통하여 복층유리 단열성능이 단순히 각 자재들의 열전도율이나 단열성능에 관련된 인자뿐만 아니라 복층유리에 사용되는 각 자재의 움직임 및 사용 원재료에 따라 복층유리 전체의 품질 및 내구성에 영향을 줄수 있음을 확인 할 수 있었다. 따라서 단열 복층유리 본연의 목적을 달성하기 위해서는 사용되는 각 자재들의 올바른 이해 및 재료의 선정이 필요하다.

특히 복층유리에 사용되는 실링재의 경우 하자가 발생시 그 피해 정도가 크기 때문에, 상용성이 우수하며, 각 자재들의 품질을 보완 해 줄수 있는 자재로 선정이 되어야 한다. 현재 각 자재에 대한 단열성능 관련 연구가 이미 널리 행하여진 것과 비교하여 실링재와 각 자재들의 복합적인 연관관계에 대하여는 연구가 아직 미흡한 실정이다. 이에 금번 연구를 통해 실링재의 기계적 강도 중 하나인 Modulus를 바탕으로 복층유리 내구성에 대한 평가를 실시 하였다. KS,EN,ASTM 등 국내 외 단열 복층유리 성능 평가를 통해 실링재의 기계적 강도가 복층유리 장기 내구성에 영향을 줄 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 결론으로, 이번 연구를 통하여 창호에 사용되는 실링재의 중요성과 기술향상 필요에 대한 인식을 도모할수 있었으면 한다.