

# 건물에너지 절감을 위한 열차단 필름의 성능 평가

남중우\*, 원종서\*\*

\*대림산업 기술연구소(jung78woo@daelim.co.kr), \*\*대림산업 기술연구소(wonjs@daelim.co.kr)

## Thermal Performance Evaluation of The Window Film Insulation for Building Energy Savings

Nam, Jung-woo\*, Won, Jong-seo\*\*

\*Technology Research Institute, Daelim (jung78woo@daelim.co.kr),

\*\*Technology Research Institute, Daelim (wonjs@daelim.co.kr)

### Abstract

---

Recently, Energy savings in buildings has received much attention in response to the increased needs for global warming and better comforts of the occupants in apartment housing. This study proposes the method which uses the sun control window film to reduce the cooling load and heating load improving the thermal performance of the building and it improves an energy efficiency. The film which used in actual measurement has a low shading coefficient and a solar energy transmission. so we measured the surface temperature of the triple Low-e glazing system used and inside temperature according to the change of outside temperature and solar energy to study thermal performance evaluation.

As a result, it was helpful to use window film insulation to reduce inside temperature in summer and to keep room warm in winter.

Keywords : 열차단필름(Insulation Flim), 에너지절약(Energy conservation), 차폐계수(Shading Coefficient)

---

### 1. 서 론

최근 전 세계적으로 건물에서 사용되는 에너지를 줄이고 환경오염을 방지하기 위한 노력들이 활발히 진행되고 있으며, 경제수준 향상에 따라 쾌적에 대한 높은 요구수준을

충족시키기 위한 방안들이 지속적으로 연구되고 있다.

요즘 국내 건물현황과 거주자의 요구사항을 살펴보면 초고층화, 쾌적감 요구의 증가, 실내면적 활용 최대화에 따른 확장형 발코니 적용, 조망 및 채광을 위한 투명외피면적의

증가 등의 현상이 나타나고 있으며, 이러한 요구사항들은 건물에너지사용량을 증가시키는 원인이 되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결할 수 있는 방안으로 에너지절약형 주거건물에서 사용되는 3중 유리에 열차단필름 적용을 통해 건물에서 사용되는 에너지를 감소시키면서, 거주자의 쾌적감을 향상시키는 방안을 검토하고자 한다.

## 2. 3중유리에 적용된 열차단 필름 개요

### 2.1 열차단 필름 적용 현황

단순한 외부조망이 우선시되던 초기 창호의 개념에서 탈피하여 넓은 시야확보는 물론, 높은 가시성, 충분한 일조량과 건축물의 개성 등으로 다양한 유리들이 사용되고 있다. 하지만 건축물에 있어서 하절기 태양열의 과다 유입으로 인한 냉방효율 저하 및 동절기 난방열 손실을 최소화하기 위하여 창호의 성능만을 향상시키는 것에는 한계가 있다. 따라서 실내 거주자들에게 보다 열적으로 쾌적한 환경을 조성하며 효율적인 에너지 관리로 냉,난방 비용을 절약하기 위하여 열차단필름이 적용되고 있다.

### 2.2 열차단 필름의 원리

열차단 필름은 일반적으로 태양열 유입량을 다소 감소 시켜주는 짙은 썬팅필름과 달리 실내로 유입되는 가시광선의 투과율은 최대로 허용하고 낮은 차폐계수로 인하여 하절기에는 실내로 유입되는 강렬한 태양열을 급감 시켜주고, 동절기에는 실내의 따뜻한 난방열을 실내로 재반시켜 냉난방 효율을 증대시키는 역할을 한다.

다음의 표 1은 목업실험에 적용된 3중유리 부착 열차단 필름의 물성치를 나타내며 실험에는 2종류의 필름이 사용되었다. 열차단 필름의 원리는 그림 1에서 표현되었다.

표 1. 목업실험에 적용된 열차단 필름

Scope	A Film	B Film
Emissivity	0.78	0.78
U Value	0.99	0.99
Visible Light Transmission	68%	39%
Visible Reflection - Exterior	9%	7%
Visible Reflection - Interior	9%	6%
Ultraviolet Rejected	>99.9%	>99.9%
Infrared Energy Rejected	97%	97%
Luminous Efficacy	1.17	0.83
Shading Coefficient	0.58	0.47
Total Solar Energy Rejected	50%	59%

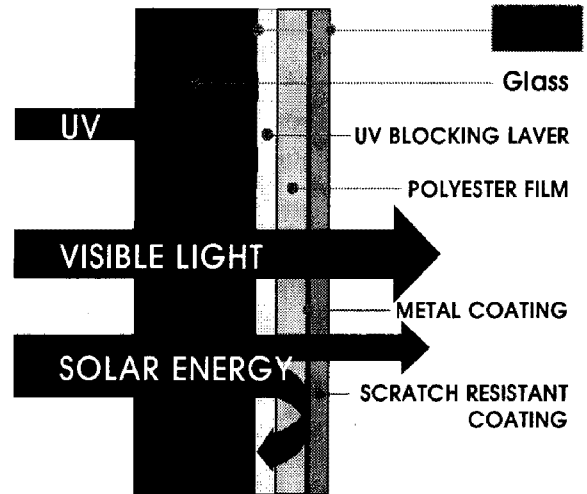


그림 1 열차단 필름의 원리

## 3. 열성능 평가를 위한 목업실험

열차단 필름의 실제 성능을 검증하기 위한 방법으로 목업 측정을 하였으며 실물 크기로 제작된 열차단 필름을 당사의 연구동에 위치한 실험세대 외부 창호의 내측면에 부착하였다. 비교평가를 위하여 세대내의 3공간에 각각 A필름, B필름을 설치하고 나머지 한 공간에는 필름을 부착하지 않았으며 동일한 3중유리를 대상으로 열차단 필름의 상대적인 장점 및 열성능을 비교분석하였다.

### 3.1 실험방법

각각의 열차단 필름을 통해 투과된 일사가 실내온도에 미치는 영향을 확인하기 위해 실내온습도 및 창표면의 온도를 열전대와 열화상카메라를 이용하여 측정하였다. 창은 크게 상/하부 Frame으로부터 10cm부위와 중앙부위로서 총 3부위를 측정하였다. A Film의 일사투과율을 평가하기 위해 옥외 1.5m높이에 일사계를 위치하고 내부일사계는 창호의 내측에 면하여 바닥면에 설치하였다. 조도계는 청천공 상태의 실내 조도를 측정하였으며 창호 내측으로부터 1m부위 바닥면에서 측정하였다. 측정위치 및 전경은 다음 그림2와 3에 나타내었다.

또한 A Film에 대한 일사 투과율의 상대비교를 위해서 실험조건이 같은 3중유리의 1/2면에 열차단 필름을 부착하여 표면온도와 일사량의 변화추이를 비교하였다. 그림4은 측정상황을 보여준다(IR TEST LAB.).

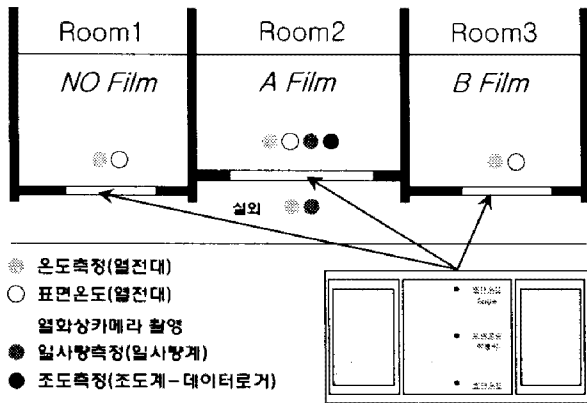


그림 2 세대내 측정위치



그림 3 Room2 장비배치 전경

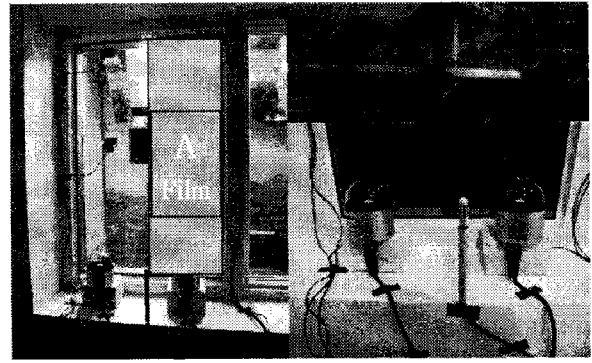


그림 4 A Film 일사 투과율 실험전경

실험은 2008년 10월 30일 정오(12시)부터 다음날 오전 7시까지 실시했으며, 열화상카메라 촬영은 오후 2시에 이루어졌다. 데이터는 10분 간격으로 데이터로거를 이용하였다.

### 3.1 실험에 적용된 열차단 필름

3중유리에 적용된 A필름과 B필름의 특성은 표1과 같으며 열차단 필름 자체의 두께는 무시할 수 있을 정도로 얇고, 실험에 이용된 52mm 3중유리(6GN+ 5CL+6LE)의 U값은  $1.27W/m^2K$ 이며 열차단 필름 부착전/후의 U값은 같다.

또한, A필름의 가시광선투과율은 68%, B필름은 38%, 차폐계수(SC)는 A필름 0.58, B필름은 0.47, 자외선 차단율과 적외선 차단율은 모두 99.9%와 97%이다.

## 4. 적용된 열차단 필름의 열성능 검토

### 4.1 창 표면온도 검토

실내온도의 변화가 외기온도와 필름을 투과하는 일사량의 영향에 의존하도록 하기 위해서 냉난방시스템은 가동하지 않았다. 그림 5~6은 필름의 열성능 측정시 외기변화에 따른 각 실별 필름부착면의 표면온도 변화를 나타낸다.

그림5는 창의 상부에서 표면온도변화이다. 가장 외기온이 높은 주간(13시~15시) 외기 평균온도는  $21.3^{\circ}C$ 이며 평균 일사량은  $414.36W/m^2$

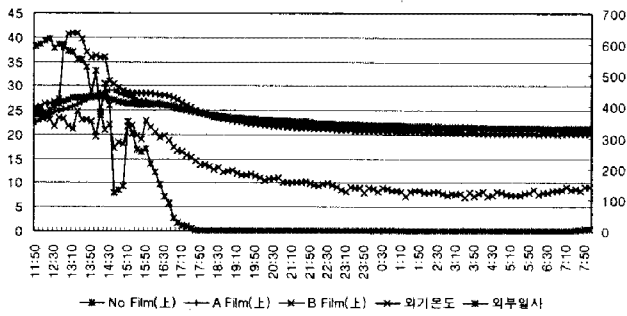


그림 5 각 실별 창 상부 표면온도 분포

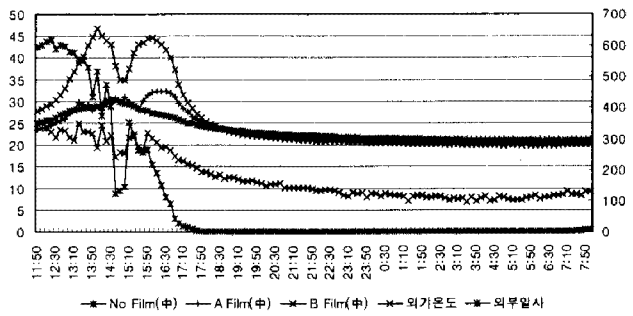


그림 6 각 실별 창 중앙부 표면온도 분포

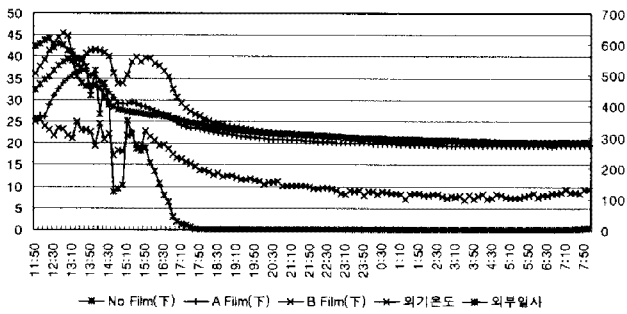


그림 7 각 실별 창 하부 표면온도 분포

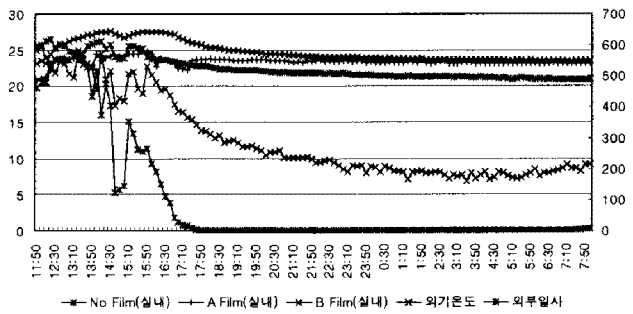


그림 8 각 실별 실내온도 분포

로 측정되었다. 표면온도는 필름이 미시공된 Room1이 27.4℃, A 필름이 설치된 Room2가 27.6℃, B 필름이 설치된 Room3은 35.6℃로 나타났다. 야간(0시~6시)동안 표면온도는 Room1, Room2, Room3가 각각 21.6℃, 21.4℃, 20.3℃로 측정되었다.

그림 6은 창 중앙부 표면온도분포이다. 주간에는 Room1 29.0℃, Room2 29.3℃, Room3 40.4℃의 온도분포를 보였으며, 야간에는 각각 21.1℃, 21.4℃, 20.3℃의 온도분포를 보였다. 그림 7은 창 하부 표면온도분포이다. 주간에는 Room1 32.6℃, Room2 33.8℃, Room3 39.2℃의 온도분포를 보였으며, 야간에는 각각 20.5℃, 19.5℃, 20.5℃의 온도분포를 보였다.

표면온도분포를 보면 창상부보다 중앙부와 하부의 온도가 약 1.5℃~5.2℃ 높았다. 이는 발코니로 인해 일차적인 일사차단이 이루어졌기 때문으로 판단된다. A 필름과 B 필름의 표면온도는 필름이 미시공된 3중유리의 표면보다 각각 0.6℃, 8.8℃ 높게 나타났다. 필름 특성상 낮은 반사율과 태양열 투과율이 상대

적으로 필름의 흡수율을 향상시켜 필름자체의 온도가 상승되는 것으로 분석된다.

다음의 그림9~11은 14시에 열화상카메라로 측정된 창하부의 온도분포이다. 차폐계수가 낮고 태양열차단효과가 큰 필름B가 가장 넓은 면적에서 높은 온도분포를 보였다. A 필름이 다음이며 열차단 필름 미시공부위에서는 상대적으로 적은 면적에서 높은 온도분포를 보였다.

4.2 외기변화에 따른 각실별 실내온도 검토  
4.1에서 살펴보았듯이 필름자체의 온도가 상승되기 때문에 필름에 흡수된 열이 실내로 방사되어 실내온도를 상승시키는 원인이 될 수 있다. 그림8은 외기온도변화에 따른 각실별 온도변화를 나타낸 것이다.

주간(13시~15시)동안의 실내온도는 각각 Room1 24.8℃, Room2 23.8℃, Room3 27.0℃로 나타났다. 따라서 주간에 A 필름 부착시 표면온도가 미시공부위보다 0.5℃ 높았지만 실내온도는 오히려 1℃ 낮아 냉방부하를 저감시키는 효과를 보여주었다. 하지만 B 필름의

경우 미시공부위보다 최대 10℃까지 높은 온도차를 보이므로 실내온도에 영향을 주어 미시공부위보다 2.2℃ 높은 실온을 나타내었다.

야간(0시~6시)동안의 실내온도는 각각 Room1 21.2℃, Room2 23.2℃, Room3 23.7℃로 나타났다. 따라서 야간에 표면온도는 A필름과 B필름 시공부위가 미시공부위보다 각각 0.3℃, 0.7℃ 낮았으나 오히려 실온은 A필름, B필름 시공부위가 미시공부위보다 각각 2℃, 2.5℃ 높게 나타났다. 따라서 야간에 일사가 없고 외기온도가 낮을 때 외부로 방출되는 열을 필름이 차단하여 실온을 상승시키는 것으로 판단하였다.



그림 9 Room 1 하부 열화상촬영 (오후2시경)

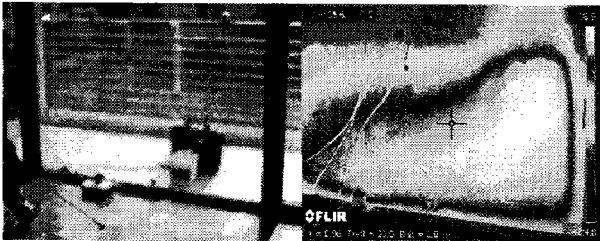


그림 10 Room 2 하부 열화상촬영 (오후2시경)

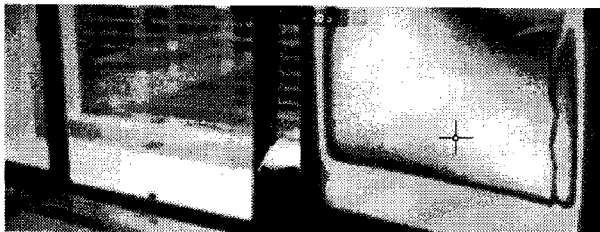


그림 11 Room 3 하부 열화상촬영 (오후2시경)

#### 4.3 A Film의 열투과성능 검토

IR램프를 이용한 테스트를 위해 창호의 1/2면에 A Film을 부착 후 표면온도와 일사량 분포를 살펴보았으며, 그 결과는 그림12와 같다.

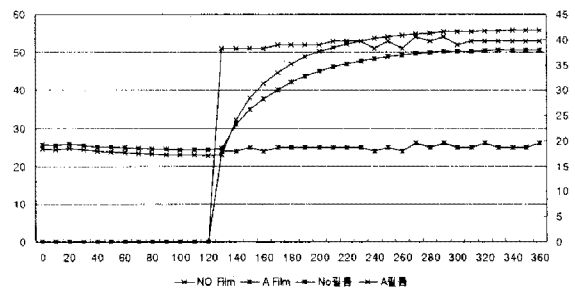


그림 12 필름유무에 따른 표면온도 및 일사변화

초기 120분간 IR램프를 점등하지 않고 창호 중앙부의 표면온도 변화를 살펴본 후 점등하여 240분 동안 표면온도 변화를 살펴보았다. 필름이 미시공된 부위의 일사투과량은 A Film필름이 설치된 부위의 일사투과량보다 약 2배 높았다. 이때의 표면온도는 필름 설치부위가 37.4℃로 미설치부위의 34℃보다 3.4℃높았다. 따라서 A Film은 낮은 차폐계수로 인하여 일사량을 1/2로 저감시키는 효과가 있으나, 높은 흡수율로 인한 자체 부하가 상승하여 필름의 온도는 높아지는 것으로 분석된다.

#### 5. 결론

본 연구는 건물의피성능을 향상시켜 냉난방부하를 감소시키기 위한 방법 중 열차단 필름을 이용한 방법을 검토하였다. 낮은 차폐계수와 태양일사 투과율을 가진 필름을 통하여 외부의 강한 일사를 차단하여 냉방부하를 줄이고, 겨울철에는 외부로 손실되는 열을 차단하는 특성을 현장목업을 통하여 정량적으로 검토하고자 하였으며 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 표면온도분포에서 발코니부위의 차양에 의해 창상부보다 중앙부와 하부의 온도가 약 1.5℃~5.2℃높았다. A필름과 B필름의 표면온도가 미시공된 3중유리의 표면보다 각각 0.6℃, 8.8℃ 높게 나타났다. 필름 특성상 낮은 반사율과 태양열 투과율이 상

- 대적으로 필름의 흡수율을 향상시켜 필름 자체의 온도가 상승되는 것으로 분석된다.
- (2) 실온분포에서 주간 A필름 표면온도가 미시공부위보다 0.5℃ 높으나 실내온도는 1℃ 낮아 냉방부하를 저감시키는 효과를 보여 주었다. B필름은 미시공부위보다 최대 10℃의 온도차를 보였고 실온은 2.2℃ 높았다. 필름자체의 흡수율이 포화되어 실내방출이 이루어진 것으로 판단된다.
- (3) 야간에 표면온도는 A필름과 B필름이 미시공부위보다 각각 0.3℃, 0.7℃ 낮았으나 실온은 각각 2℃, 2.5℃ 높게 나타났다. 따라서 외부로 방출되는 열을 필름이 차단하여 실온을 상승시키는 것으로 판단된다.
- (4) 일사투과율에서 A Film은 일사량을 1/2로 저감시키는 효과가 있으나, 필름자체의 온도는 상승하였다.

## 후 기

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원 (06건설핵심B02)에 의해 수행되었음.

## 참 고 문 헌

1. 강재식 외2, 로이유리 창호의 정량적 단열성능 및 현장 냉난방에너지소비특성 평가, 한국건축친환경설비학회 논문집, 2007.
2. 백주영 외3, 동계 차양 적용에 의한 실내환경 측면의 효과에 관한 실험적 연구, 대한설비공학회 하계학술발표대회, 2006.
3. 김동혁 외2, 열성능평가를 위한 외부용 무레일 창호의 개발, 한국건축친환경설비학회 논문집, 2008.
4. 김지현 외3, 국내 공동주택 난방부하저감 목표에 따른 외피성능 기준에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회, 2007.
5. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1994.
6. 송승영, Low-e 코팅과 단열 스페이서 적용에 따른 알루미늄 및 PVC 프레임 복층 유리 창호시스템 단열성능 평가, 대한건축학회논문집(계획계) 제22권 4호, 2006.4.
7. 성욱주, 표면 온도 저하율에 따른 창호부결로성능 예측에 관한 연구, 대한설비공학회 학술발표대회, 2006.4.
8. 이명준 외1, 공동주택의 창호 결로 방지 평가 방법을 통한 창호별 Low-e 유리 적용 효과 분석, 대한건축학회논문집(계획계) 제23권 7호, 2007.8.
9. ASHRAE, ASHRAE Handbook 2005 Fundamentals, ASHRAE, 2005