

## Case Study:

### SentryGlas® 의 높은 안전구조강도, 뛰어난 투명도 및 실란트 상응성이 상하이 타워의 독특한 트위스트형 더블스킨 접합유리 외장설계의 핵심이 되다

SentryGlas® ionoplast 접합안전유리 중간막(Interlayer)은, 두바이 부르즈 할리파(Burj Khalifa)에 이어 세계에서 2 번째로 높은 건물인 중국의 상하이 타워에서 비틀어진 전체 더블스킨 외장 접합유리설계를 가능하게 하는 중요한 역할을 했다. SentryGlas® 접합유리 중간막이 채택된 주된 이유는 저철분유리와 접합되어 시각적 투명도(YID: yellowness Index)가 개선되었고, 접합유리 완제품의 강도가 향상되었으며, 접합유리 단부(모서리)의 노출로 인한 박리 하자 유발요인이 제거되었기 때문이다.

TO LEARN MORE ABOUT PUSHING THE LIMITS OF GLASS, VISIT  
[WWW.SENTRYGLAS.COM](http://WWW.SENTRYGLAS.COM)

**kuraray**

SentryGlas®의 높은 안전구조강도, 뛰어난 투명도 및 실란트 상응성이 상하이 타워의 독특한 트위스트형 더블스킨 접합유리 외장설계의 핵심이 되다



상하이 타워는 서로 겹쳐 쌓인 9개의 원통형 건물 형태이며, 양쪽 모두 접합유리로 구성된 더블스킨으로 둘러싸여 있으며, 내측 접합유리는 위로 올라가며 120° 비틀리는 형태를 완성한다. 이 설계로 건물의 풍하중이 24% 감소한다.

2015년에 완공된 상하이 타워는 높이가 632m인 128층 건물로, 총 바닥 면적은 380,000m<sup>2</sup>이다. 높은 에너지 효율과 지속성을 위해 설계된 복합건물은 오피스, 상업시설 및 문화시설로 쓸 수 있는 다수의 개별 공간을 제공한다.

상하이 타워는 서로 겹쳐 쌓인 9개의 원통형 건물 형태로 이루어져 있고, 접합유리로 구성된 더블스킨이 전체 건물을 둘러싸고 있으며, 더블스킨 내측 접합유리는 위로 올라가며 120° 비틀리는 형태를 완성한다. 더블스킨의 내측과 외측 사이에는 방문객을 위한 개방 공간을 제공하는 9개의 내부 구역이 있다. 대부분의 건물이 열 흡수를 줄이기 위해 매우 반사율이 높은 단층 복층접합 외장유리를 채택하기 때문에 이 투명한 더블스킨 외장 접합유리는 독특함을 자아낸다. 더블스킨 양쪽모두 접합유리로 되어 있기 때문에 어느 한 층의 유리도 불투명하게 할 필요가 없으며 내부 냉난방의 필요성도 줄어든다.

소유주인 상하이 타워 건설개발은 건물의 지속 가능한 설계를 인정받아 중국 그린 빌딩 위원회(China Green Building Committee) 및 미국 그린 빌딩 위원회(US Green Building Council)의 인증을 받았다.

또한 상하이 타워의 지주식 접합유리 커튼월에 대해, 중국 초고층건물 국제교류 위원회(China International Exchange Committee for Tall Buildings, CITAB)와 초고층건물 및 도시 거주 위원회(Council on Tall Buildings and Urban Habitat, CTBUH)로부터 최근 CITA-CTBUH 2016 중국 혁신상(CITAB-CTBUH 2016 China Innovation Award)을 시상하기도 했고, 심사단은 지주식 접합유리 커튼월을 ‘정말 새로운 것’이라고 칭송했다.

상하이 타워의 설계사인 겐슬러(Gensler)는 상하이에 흔히 발생하는 태풍을 견딜 수 있는 건물의 비대칭적 형태, 끝이 뾰족한 측면 및 원형 모서리를 세 가지 핵심 설계 전략으로 밝혔다. 또한 겐슬러사와 구조 엔지니어링 회사인 톰머세티(Thornton Tomasetti)가 캐나다의 한 연구소에서 실시된 풍동 시험을 통해 상하이 타워의 형태를 개선해가며 외장이 견뎌야 할 풍하중을 24% 감소시켰다. 그 결과, 건축자재 비용을 약 680억원을 절약하며 더 가벼운 구조를 만들 수 있었다.

7,000개의 독특한 형태와 20,589개의 접합유리 패널로 설계된 더블스킨 외장 접합유리의 외측은 대형 캔틸레버로 지지하는 트러스 위에 걸려 있으며 후프 링과 버팀대로 고정된다. 원형 더블스킨의 내측 접합유리에는 동일한 바닥 면적의 정사각형 건물보다 유리가 14% 적게 들었다.

SentryGlas®가 접합유리 중간막으로 선정된 주요 이유는 전체 접합유리 완제품의 강도가 향상되고, 또한 구조용 실리콘에 접합유리 단부(모서리)의 맞접촉으로 우려되는 실란트 상응성 하자인 단부 박리현상이 제거되었기 때문이다. SentryGlas®는 태양열 제어를 위해 중간막과 가벼운 코팅을 함께 사용하는 것이 가능하여 상하이 타워의 전반적인 지속 가능성에 기여하기도 했다.

또한 SentryGlas® 접합유리 중간막을 선택하는 것은 중국의 접합유리 가공업체인 상하이 야오화 필킹턴(Shanghai Yaohua Pilkington) 및 커튼월 컨설턴트가 중요하게 고려했던 사항이기도 하다. SentryGlas® 접합유리 중간막은 처음에 더블스킨의 외측 전용으로 지정되었지만, 프로젝트 영역이 확대되어 더블스킨 내측, 포디엄(podium) 외측, 유리 핀(glass fin) 및 실내 난간에도 채택되었다. 건물 전체에는 약 200,000m<sup>2</sup>의 SentryGlas® 접합유리 중간막이 적용되었다.

더블스킨 외측 접합유리 구성: 25.52mm SentryGlas® 접합유리 [12mm 저철분 비강화 유리 + 1.52mm SentryGlas® 중간막 + 12mm 저철분 비강화유리]의 단판접합 구성으로 이루어져 있다. 더블스킨 내측 접합유리 구성: 30.89mm SentryGlas® 접합복층유리 [6mm 저철분 유리 + 0.89mm SentryGlas® 중간막 + 6mm 저철분 유리 + 12 Air + 6mm 저철분 유리]의 접합복층 구성으로 이루어져 있다. 가장 많이 적용된 유리패널 크기는 ‘2100mm x 2400mm’와 ‘2100mm x 4200mm’이다.

SentryGlas®의 높은 안전구조강도, 뛰어난 투명도 및 실란트 상응성이 상하이 타워의 독특한 트위스트형 더블스킨 접합유리 외장설계의 핵심이 되다



상하이 타워는 중국에서 가장 높은 건물로, 높이는 632m이고, 총 바닥 면적은 380,000 m<sup>2</sup> 이다.

또한, SentryGlas® 중간막이 적용된 접합유리는 여러 엄격한 테스트를 거쳐야 했고, 이에는 실물 크기 모형으로 중국, 미국 및 유럽의 기준에 따라 공기, 물, 변동풍, 구조 부하, 풍하중, 구조력 변동 등에 대해 전반적으로 테스트하는 것도 포함된다.

접합안전유리의 시각적 투명도 또한 중요한 요인이었다. 보통 시각적 투명도는 플라스틱이 빛에 장기간 노출된 후 황색으로 변하는 성향을 측정하는 황변화 지수(YI, Yellowness Index)로 측정한다. 저철분 유리는 빛투과율을 높이고 모서리에서 볼 때 가장 뚜렷하게 나타나는 녹색 음영을 줄여 시각적 선명도를 향상시킨다. SentryGlas® ionoplast 접합유리 중간막의 높은 투명도로 인해 PVB 같은 기존 중간막으로 생산된 접합유리에 적합하지 않은 영향을 미치는 '황색' 또는 '녹색' 음영이 제거된다. SentryGlas®는 다른 접합유리 중간막보다 투명도가 훨씬 높을 뿐 아니라 전체 제품 수명 주기 동안 높은 투명도를 유지한다. 이 중간막이 투명도를 유지할 수 있는 이유 중 하나는, 추가적인 접착제 및 접합 보조 첨가제가 필요 없었기 때문이다. 따라서 그에 따른 하자발생에 대한 우려도 없게 된다. 1.5 이하의 YI(PVB 중간막(Inte의 YI는 6-12)를 보이는 SentryGlas®는 수년 후에도 초기의 투명도를 보인다.

또한, 상하이타워의 외장유리는 현지 건축법을 고려해야 했다. 중국의 경우 현재 정부가 '유리 커튼월 엔지니어링 기술 법규(Technical Code for Glass Curtainwall Engineering, JGJ 102, 개정판)'을 검토하고 있다. 이번에 개정된 법규에 따르면, 학교 및 아동 놀이터, 기타 공공 건물용 유리 외벽에는 반드시 접합유리를 사용해야만 한다. 또한 법률 규칙은 'ionoplast 중간막(Interlayer)'을 접합유리 외벽용 공식 권장 중간막(Interlayer)으로 명시하고 있다(이전에는 PVB만 목록에 제시). 법규 규칙은 유효 두께 산출(Effective Thickness Calculations) 시 ASTM-E1300(Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Building, 건물 내 유리의 하중 저항 판단을 위한 표준 지침) 기준을 활용하여 낮은 유리 파손 가능성을 보장할 것을 권장하기도 한다.



200,000m<sup>2</sup>이상의 면적에 SentryGlas® 접합유리 중간막이 더블스킨 외장의 내외부 모두에 적용되었다.

SentryGlas®의 높은 안전구조강도, 뛰어난 투명도 및 실란트 상응성이 상하이 타워의 독특한 트위스트형 더블스킨 접합유리 외장설계의 핵심이 되다



SentryGlas®가 접합유리 중간막으로 선정된 주요 이유는 전체 접합유리의 강도가 향상되며 구조용 실리콘 실란트와 접합유리 단부(모서리) 맞접촉으로 인한 박리유발 현상이 제거되었기 때문이다.

### SentryGlas® 접합유리 중간막 적용시의 다양한 이점

전 세계적으로 주거(개인), 상업(공공)용 건물 및 소매점 앞 공간 외벽에 유리를 사용하는 경향이 늘고 있다. 공공 기관에서 두드러지는 이러한 경향은 거의 모든 곳에서 최대한 투명한 시야를 얻고자 하는 욕구 및 더 많은 양의 자연광을 내부 공간에 채광하고자 하는 욕구 때문에 생겨났다. SentryGlas® ionoplast 같은 접합유리 중간막은 단판강화유리와 PVB 접합유리에 비해 얇은 두께로 까다로운 건축 안전 기준을 충족할 수 있다. 따라서 커튼월 외벽에 사용되는 지지 프레임은 훨씬 더 가볍게 설계할 수 있으며, 세부적인 디자인 측면까지 더욱 잘 살릴 수 있다.

설계사	겐슬러(Gensler)
구조 엔지니어	손튼 토머세티(Thornton Tomasetti)
접합 가공업체	상하이 야오화 필킹턴(Shanghai Yaohua Pilkington)
발주처	상하이 타워 건설개발(Shanghai Tower Construction & Development Company)

### REGIONAL CONTACT CENTERS

Kuraray Europe GmbH  
Business Area PVB  
Mulheimer Strabe 26  
53840 Troisdofr, Germany  
Phone : +49(0) 22 41/25 55220  
E-Mail : trosifol@kukuraray.eu

Kuraray America, Inc.  
Applied Bank Center 2200 concord  
Pike Suite 1100  
Wilmington, Delaware 19803  
Phone: +1 800 635 3182

Kuraray Korea Ltd.  
#430, Nonhyeun-ro, Gangnam-gu,  
Seoul, Korea  
Phone: +82 2 2182 6500

For further information  
about SentryGlas®, please visit  
[www.sentryglas.com](http://www.sentryglas.com)

# kuraray

Copyright ©2016 Kuraray. All rights reserved. 사진: 블랙스테이션(Blackstation)과 겐슬러(Gensler) 제공.

SentryGlas®는 E. I. du Pont de Nemours and Company 및 그 계열사의 중간막(Interlayer) 브랜드의 등록 상표입니다. Kuraray와 그 하위 라이선스 사용권자는 독점 라이선스에 따라 이를 사용하고 있습니다. 본 문서에 제시되어 있는 정보는 해당 주제와 관련하여 자사가 발행일 당시에 보유한 지식과 일치합니다. 해당 정보는 새로운 지식 및 경험이 습득되면 개정될 수 있습니다. 해당 제품 데이터는 정상 제품 속성 범위에 한하며 지정된 특정 재료에만 연관되어 있습니다. 달리 명시되지 않는 한 본 데이터는 기타 원료나 첨가제와 함께 사용되거나 그 밖의 공정에 사용될 경우 유효하지 않을 수 있습니다. 제공된 데이터로만 사양 제한 설정 또는 디자인의 기초로 사용할 수 없습니다. 본 데이터는 특정 목적에 필요한 특정 재료의 적합성을 알아보기 위한 테스트를 대신하기 위한 것이 아닙니다. Kuraray는 실제 최종 사용 환경의 모든 변수를 예측할 수 없으므로 본 정보 사용과 관련한 그 어떠한 보증도 하지 않으며 그 어떠한 책임도 지지 않습니다. 본 문서에 수록된 어떠한 내용도 특허권 사용을 허가하거나 특허권 침해를 조장하는 것으로 간주되지 않습니다.