

TROSIFOL™

# CASE STUDY

첨단 접합안전유리 중간막 기술로  
완벽하게 되살린 스페이스 니들 전망





184m 높이의 시애틀 스페이스 니들 타워는 전 세계에서 가장 상징적인 구조물 중 하나이다.

## 첨단 접합안전유리 중간막 기술로 완벽하게 되살린 스페이스 니들 전망

184m 높이의 시애틀 스페이스 니들 타워는 전 세계에서 가장 상징적인 구조물 중 하나이다. 시애틀의 스카이라인은 스페이스 니들의 독특한 모양 때문에 전 세계 사람의 78%가 알고 있으며, 이는 파리 에펠탑 다음으로 많은 수치이다. 시애틀의 스카이라인을 찍은 사진에서 스페이스 니들을 지우면 시애틀이라는 걸 알아보는 사람들이 8%밖에 안 된다는 점에서 그 존재감은 대단하다.

1962년 세계박람회를 기념하여 건축된 스페이스 니들은 “우주 시대”를 묘사하도록 설계되었는데, 이후 인류의 우주 시대 꿈을 나타내는 상징물이 되었다. 이러한 상징성 외에도 스페이스 니들은 시애틀과 그 주변 경관의 아름다움을 전하는데, 158.5m 높이에 있는 접시 모양의 “탑 하우스(top house)”

실내와 실외에서 시애틀시와 레이니어산, 퓨젯사운드만, 캐스케이드 산맥과 올림픽 산맥 등 주변 지역의 아찔한 전경을 360도로 감상할 수 있다.

설계사  
 접합유리 가공사  
 건물 소유주  
 접합유리 컨설턴트  
 접합유리 구조 레코드 엔지니어  
 보수 담당 레코드 엔지니어  
 접합유리 시공사

Olson Kundig(시애틀)  
 Pulp Studio & Thiele Glas  
 Space Needle LLC  
 Front Inc. & Front Consulting LLC  
 Magnusson Klemencic Associates  
 Arup  
 Herzog Glass

이러한 특징 때문에 스페이스 니들은 매우 인기 있는 관광 명소이다. 최근에 보존과 보수에 초점을 맞춘 사업이 진행되어 더욱 근사하게 탈바꿈하였는데, 이 작업에는 트로시폴™(Trosifol™)의 SentryGlas®(센트리글라스®) ionoplast(아이아노플라스트) 접합안전유리 중간막 설치도 포함되었다.

접합유리 글레이징 엔지니어 컨설팅을 담당한 프론트(Front)사의 리처드 그린(Richard Green)은 “이번 작업은 기념비적인 타워의 중요성을 향후 50년 동안 유지하는 방법에 방점을 두었습니다. 시애틀에 기반을 둔 설계사인 올슨쿤딕(Olson Kundig)사의 건축 총괄 책임자 앨런 마스크인(Alan Maskin)과 프로젝트 설계사 블레어 페이슨(Blair Payson)이 초기 아이디어를 구상한 후에 상당한 연구 조사를 진행하여, 대중이 원하는 디자인과 구조적 타당성이라는 두 가지 개념을 결합했습니다. 지역 명소 보존위원회(Landmarks Preservation Board)에서 설계 개념을 수락했지만 이 구조물의 상징성을 그대로 유지하고 외관이 달라지지 않도록 세심하게 접근해야 한다는 단서를 두었습니다.”라고 말했다.

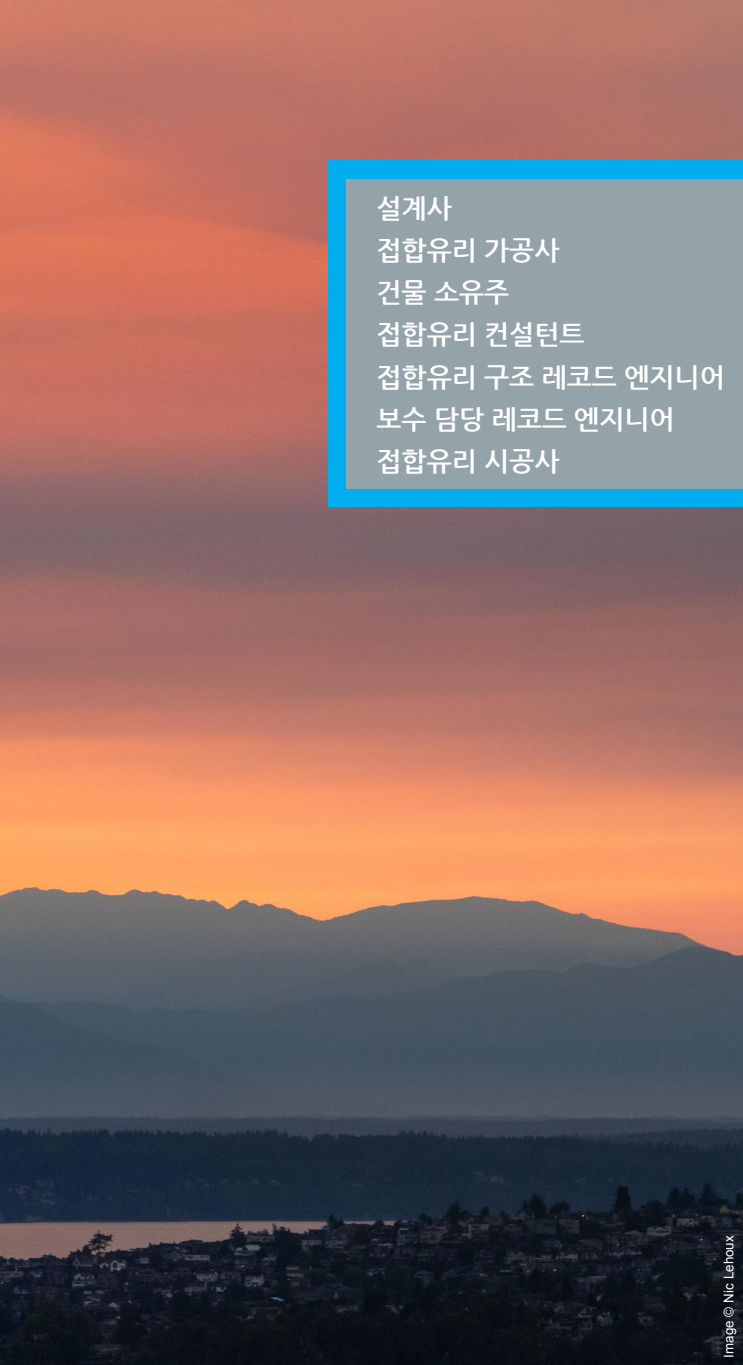


Image © Nic Lehoux



세계 유일의 회전식 유리 바닥을 통해, 전에는 볼 수 없었던 타워를 지지하는 기둥 아래 경관을 식당과 바에서 볼 수 있게 되었다.

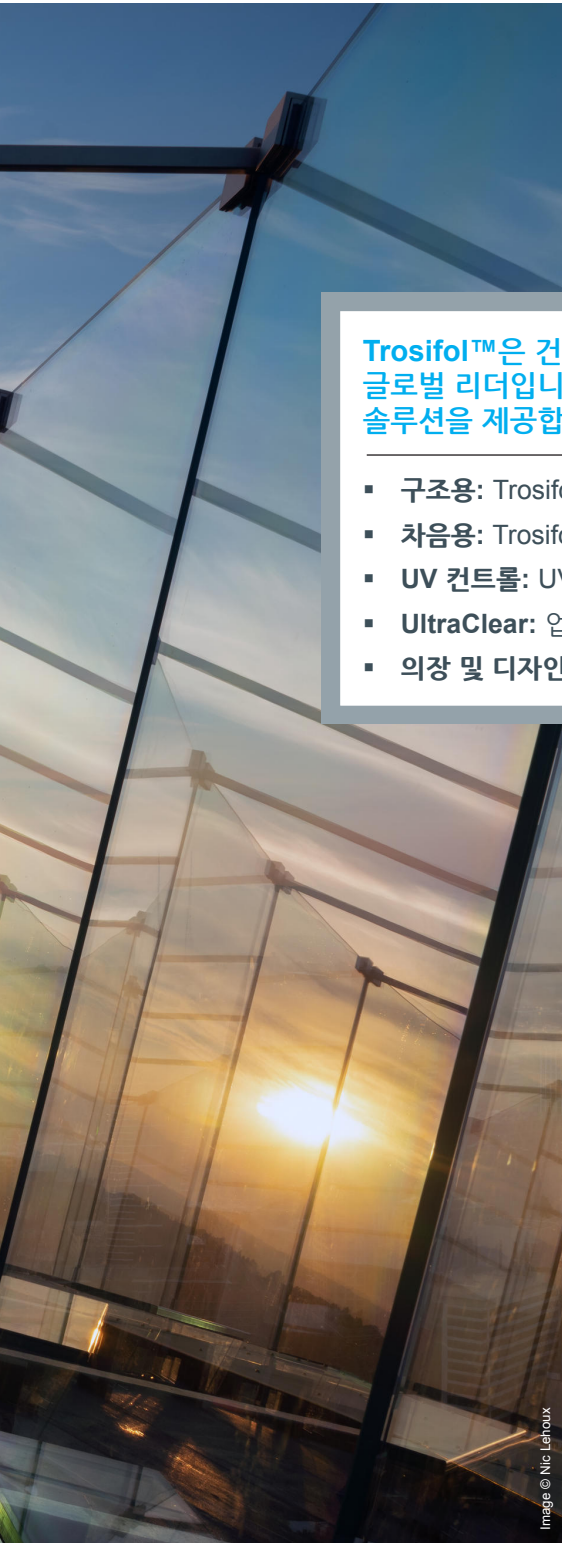
Image © Nic Lehoux



다양한 구조물에 사용된 유리패널 구성성분은 타워만큼이나 독보적이다.

울슨쿤딕사의 블레어 페이스는 “우리가 가장 신경 쓴 것은 보존위원회의 승인을 받는 것이었습니다. 프로젝트 설계 승인을 받기까지 18개월이 걸렸지만, 지역 역사학자들이 중요한 조언을 건넸으며 우리가 기존 설계를 잘 이해하고 있다는 점을 인정하며 큰 도움을 주었습니다. 프로젝트 기간 동안 우리는 프론트사가 개념 증명(POC)에서 검증한 바와 같이, 접합유리 글레이징 설계 개념이 실제로 구현 가능하다는 것을 직관적으로 확신했습니다. 산업이 급변하고 신기술이 나와 있지만, 우리가 불가능에 도전하려는 시도를 하지 않고 있었다는 걸 깨달았습니다.”라고 말했다.

스페이스 니들을 보수하는 사업에는 구조용 접합유리 글레이징인 SentryGlas®를 대량 설치하는 작업이 포함되었다. 이는 스페이스 니들의 당초 설계 목적에 맞춰 주변 지역 경관을 가리지 않기 위해 진행되었다. 실외 전망대에 있는 새로운 3.35m 높이의 경사진 실외 유리 벽과 유리 벤치를 포함하여 바닥부터 천장까지 이어진 유리를 통해, 이제 여러 층에서 경관을 감상할 수 있게 되었다. 더 루프(The Loupe)에는 세계 최초이자 유일한 회전식 유리 바닥이 있는데, 스틸과 유리로 된 계단에 방사형 목재 패널을 칸 오쿨러스 계단(Oculus Stairs)이 더 루프와 그 위층을 이어주면서 전에는 볼 수 없었던 타워를 지지하는 기둥 아래 경관을 볼 수 있게 되었다.



**Trosifol™은 건축 분야 접합안전유리용 PVB 중간막 및 ionoplast 중간막의 글로벌 리더입니다. 다양한 제품 포트폴리오를 갖춘 Trosifol™은 우수한 솔루션을 제공합니다.**

- **구조용:** Trosifol® Extra Stiff(ES) PVB 및 SentryGlas® ionoplast 중간막
- **차음용:** Trosifol® SC Monolayer 및 Multilayer
- **UV 컨트롤:** UV 완벽 차단부터 자연 투과까지
- **UltraClear:** 업계 최저 황색도 지수
- **의장 및 디자인:** 흑백, 칼라, 인쇄 중간막

다양한 구조물에 사용된 유리패널 구성성분은 타워만큼이나 독보적이다. 각진 모양의 전망대 유리 벽은 15mm 두께의 Ultra Clear(울트라 클리어) 저철분유리패널 세 장 사이에 2.28mm SentryGlas® 중간막 두 장을 끼워 만든 것이다.



그린은 “이번 개보수 작업으로 스페이스 니들 바닥이 투명하게 펼쳐지면서, 기존 건물을 이용해 조망 범위를 최대한 넓힐 수 있었습니다. 1962년에 완공된 이후 시간이 지나면서 정보 게시판, 키오스크, 안전 펜스와 케이지 등이 생기면서 당초 탁트였던 조망이 조금씩 줄어들었습니다. 과거에는 없었던 첨단 안전 접합유리 글레이징 기술을 사용한 새로운 접근 방식으로, 조망을 가리는 것이 없게끔 설계할 수 있었습니다. 처음 타워를 설계했던 건축가도 만족할 것 같습니다.”라고 말했다.

전망대 유리 벽은 매우 큰 유리패널로 제작되었다. 처음에는 그 테두리와 크기가 보이지만 조금만 지나면 우리는 완전히 사라지고 아찔한 전경이 눈에 들어온다.



시애틀시와 레이니어산, 푸젯사운드만, 캐스케이드 산맥과 올림픽 산맥 등의 전경을 실내와 실외에서 360도로 볼 수 있다.

Image © Nic Lehoux

더 루프의 유리 바닥이 가장 인상적인데, 바닥에서 위쪽까지 6mm 두께의 저철분 유리판 두 장이 사용되었으며 유리판 한쪽 면에 1.52mm SentryGlas® 중간막을 대었다. 20mm 아르곤 층으로 접합패널이 분할되어 있는데, 이 패널은 10mm 두께의 유리판 세 장 사이에 2.28mm SentryGlas® 중간막 두 장이 들어 있다. 0.2mm 투명 안전 필름과 6mm 유리패널을 사용하여 접합패널을 완성했다.

스페이스 니들의 최초 외관을 유지하기 위해 밑면에 소핏도 설치했다. 구조물에 사용된 자재의 원래 색상과 비슷하도록 한쪽 면에 회색 프릿을 사용했다. 이 소핏은 16mm 아르곤 층으로 분할된 접합패널 두 장으로 구성된다. 두 패널 모두 6mm 두께의 무색 저철분유리 두 장 사이에 2.28mm SentryGlas® 중간막을 끼워 넣어 제작했다.

그린은 다음과 같이 설명했다. “전망대 유리 벽은 보자마자 감탄이 나오는 구조물로, 매우 큰 통유리로 제작했습니다. 처음에는 그 테두리와 사이즈가 보이지만, 조금만 지나면 유리는 완전히 사라지고 아찔한 전경이 눈에 들어옵니다. 세 겹 모두 파괴 시험과 보증하중 시험을 포함해 매우 까다롭고 광범위한 시험을 거쳤습니다. 철근 콘크리트와 동일한 원리를 사용하여 설계했는데, 일어날 가능성은 적지만 세 겹이 모두 깨질 경우에 SentryGlas® 중간막이 필요한 강도를 제공합니다. 한쪽 가장자리와 두 모서리 부분만 지지하고 있고, 특히 14.5도로 기울어져 있다는 점을 고려할 때 이 시험은 매우 중요합니다. 이 각도에서 더 나갔다면 돌출부로 분류되었을 것입니다. SentryGlas®로 크리프 문제도 해결했습니다. 3m 높이의 유리패널을 양쪽 면만 지지하기 때문에 일반 PVB는 내그리프성을 지니지 못합니다.”

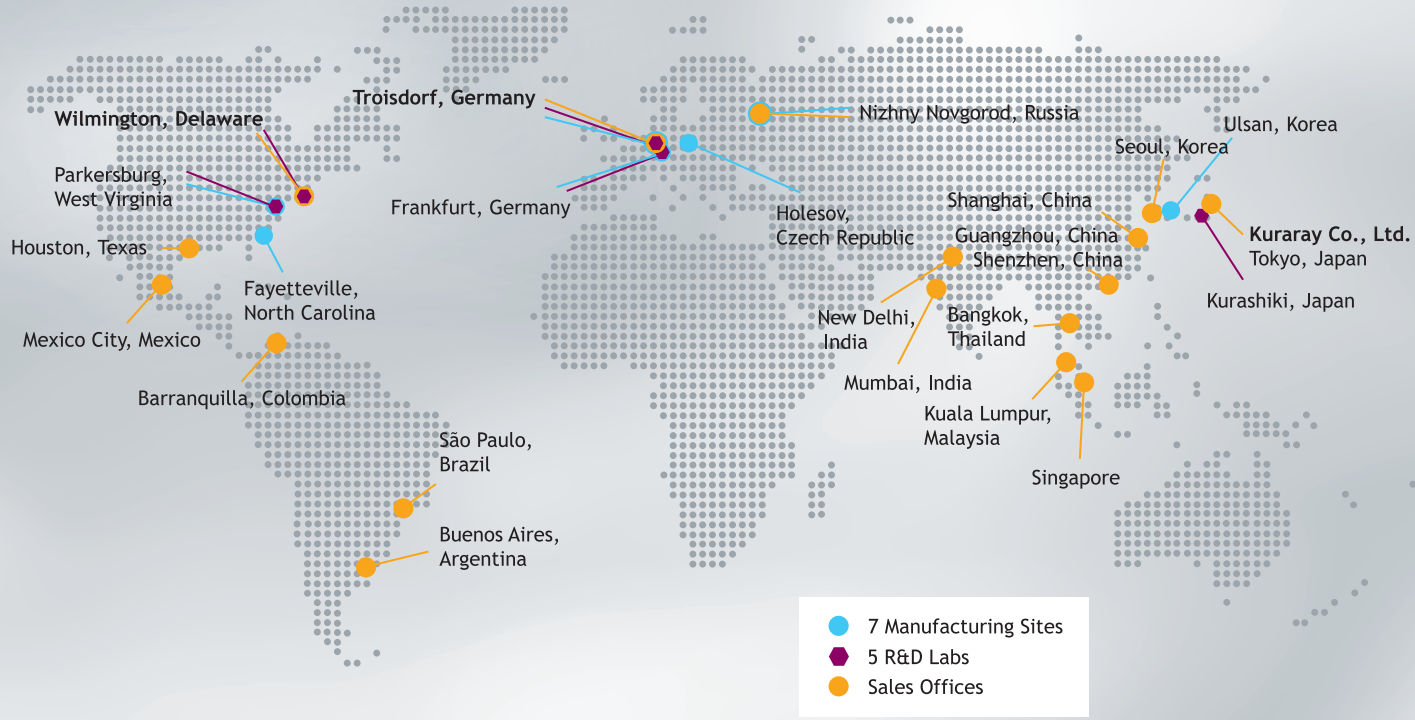
그는 이어서 다음과 같이 말했다. “소피의 경우 유리를 청소하기 쉽지 않기 때문에 환경 복원성이 중요했습니다. 이 유서 깊은 외관을 지상부터 위쪽까지 유지해야 했는데, 회전식 모터를 패널 위로 떨어뜨려 시험했습니다. 이 낙하 시험에서 상단 두 겹은 파괴되었지만, 하단 두 겹과 에어 실(air seal)은 그대로 유지되면서 한 사람의 체중을 충분히 지탱하고도 남는 강도를 지닌 것으로 확인되었습니다. 이로써 중간막의 성능이 실제로 입증되었습니다.”

“이 프로젝트는 유리와 중간막의 성능을 보여주는 프로젝트입니다. 최초 건축가들은 더 많은 유리를 사용하길 원했지만 당시에는 이런 기술이 없었습니다. 1961년 최초 건축 모형에는 더 큰 유리패널이 쓰였지만, 60년대의 유리는 바람을 견딜 수 있는 내하력이 없었고 유리 부족과 예산 제약 때문에 한계가 있었습니다. 건축가들은 유리에 대한 환상을 갖고 있습니다. 안팎의 구분을 없애준다는 점에서 이번 프로젝트는 유리의 실제적인 기술 한계를 넓히기에 완벽한 프로젝트입니다.”라고 페이슨은 말했다.

이어서 그린은 “앞으로 남은 일은 설계사와 엔지니어들이 연성 파괴 메커니즘으로 유리를 설계하고 사용할 수 있는 표준을 만드는 것입니다. 즉, 유리가 깨질 경우에도 안정적인 구조물을 설계하는 것입니다. 그 점이 바로 이 프로젝트의 성패를 좌우할 것입니다. SentryGlas®를 사용하여 단순하고 가는 마운트가 들어간 대형 유리패널을 사용할 수 있었습니다. 왜냐하면 유리가 손상되어도 버틸 수 있기 때문입니다. 유리가 손상되었을 때 이러한 안정성이 보장되지 않는다면 유리에 더 많은 지지물이 필요할 것입니다. 그러면 결국 조망 경험에 지장이 갈 것입니다.”라고 말했다.



이 타워의 식당과 바에는 세계 최초이자 유일한 회전식 유리 바닥이 사용되었다.



trosifol@kuraray.com  
www.trosifol.com

Kuraray Group의 더 많은 제품을 보려면 [www.kuraray.com](http://www.kuraray.com)을 방문하십시오.  
Trosifol® 제품에 관한 자세한 내용은 [www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)에서 확인할 수 있습니다.

**Kuraray America, Inc.**  
PVB Division  
Wells Fargo Tower  
2200 Concord Pike, Ste. 1101  
Wilmington, DE 19803, USA  
+ 1 800 635 3182

**Kuraray Europe GmbH**  
PVB Division  
Muelheimer Str. 26  
53840 Troisdorf  
Germany  
+ 49 2241 2555 220

**Kuraray Co., Ltd**  
PVB Division  
1-1-3, Otemachi  
Chiyoda-Ku, Tokyo, 100-8115  
Japan  
+ 81 3 6701 1508

**Kuraray Korea Ltd.**  
PVB Division  
#430, Nonhyeun-ro, Gangnam-gu,  
Seoul, Korea  
+82 2 2182 6500

쿠라레코리아 유한회사  
PVB사업부  
서울특별시 강남구 논현로 430(역삼동)  
아세아타워 8층  
02 2182 6500

주의사항:  
Copyright © 2019 Kuraray. All rights reserved.  
Trosifol®, SentryGlas®, Butacite®는 Kuraray Co., Ltd 및 그 계열사의 등록 상표입니다. 본 문서에 제시된 정보, 권고 사항, 설명은 당사의 최선의 지식과 믿음을 바탕으로 신중하게 작성되었습니다. 이러한 내용은 제품 사양을 넘어서는 특성은 보장하지 않습니다. 당사 제품의 사용자는 제품이 의도된 용도에 부합하고 모든 관련 규정을 준수한다는 것을 보장할 책임이 있습니다. Kuraray Co., Ltd. 및 그 계열사는 본 문서에서의 오류, 부정확성 또는 누락에 대하여 어떠한 책임이나 보증도 수용하지 않습니다.