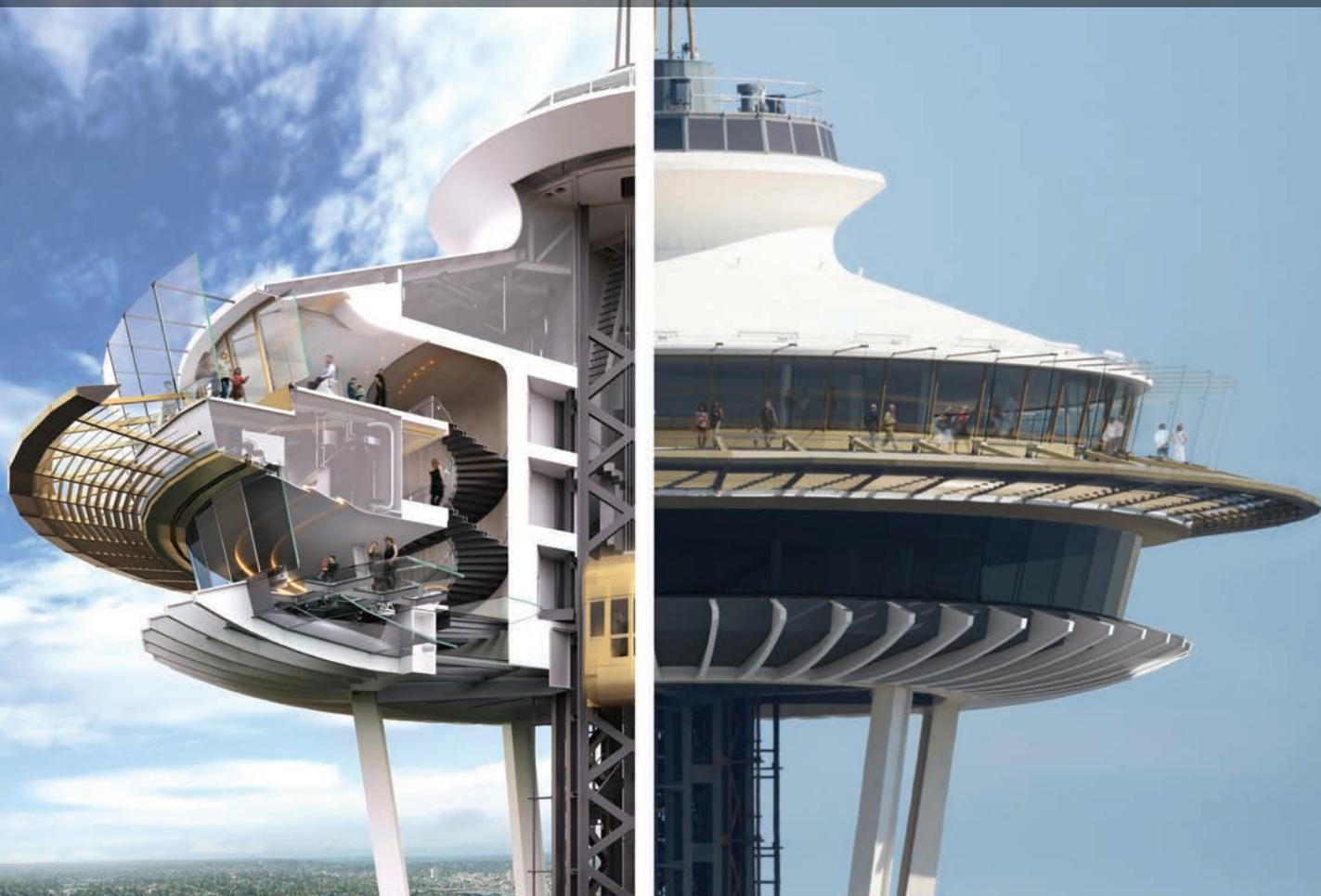


TROSIFOL™

# CASE STUDY

高度な中間膜技術で、  
スペースニードルの眺めが完全によみがえる





シアトルにある高さ 184 m のスペースニードルは、世界で最も象徴的な建造物の一つです。

## 高度な中間膜技術で、 スペースニードルの眺めが 完全によみがえる

シアトルにある高さ 184 m のスペースニードルは、世界で最も象徴的な建造物の一つです。その独特な形状のために、街のスカイラインは世界の 78% の人々から評価されていますが、これはエッフェル塔を擁するパリに次ぐ順位です。その存在感は大きく、写真からスペースニードルを消すと、シアトルだと識別できる確率はわずか 8% に下がります。

1962 年の万国博覧会を機に建設されたスペースニードルは、「宇宙（スペース）の時代」を表現するために設計され、以来、人類が抱く宇宙時代への憧れの象徴として立ち続けてきました。こうした象徴的な意味を持つと同時に、スペースニードルは、訪れた人々が

シアトルの街、レーニア山、ピュージェット湾とカスケード山脈、およびオリンピック山脈などの大パノラマを屋内外から 360 度楽しめる、高さ 158.5 m の円盤型の展望台によって、この街と周辺地域の息をのむほど素晴らしい風景を届けています。

**建設担当**

**ラミネーション担当**

**建物所有者**

**グレージングコンサルタントおよび設計**

**登録グレージング構造技術者**

**改修担当登録技術者**

**グレージング請負業者**

オルソン・クンディグ社(シアトル)

パルプ・スタジオ社およびティーレ・グラス社

スペースニードル社

フロント社およびフロント・コンサルティング社

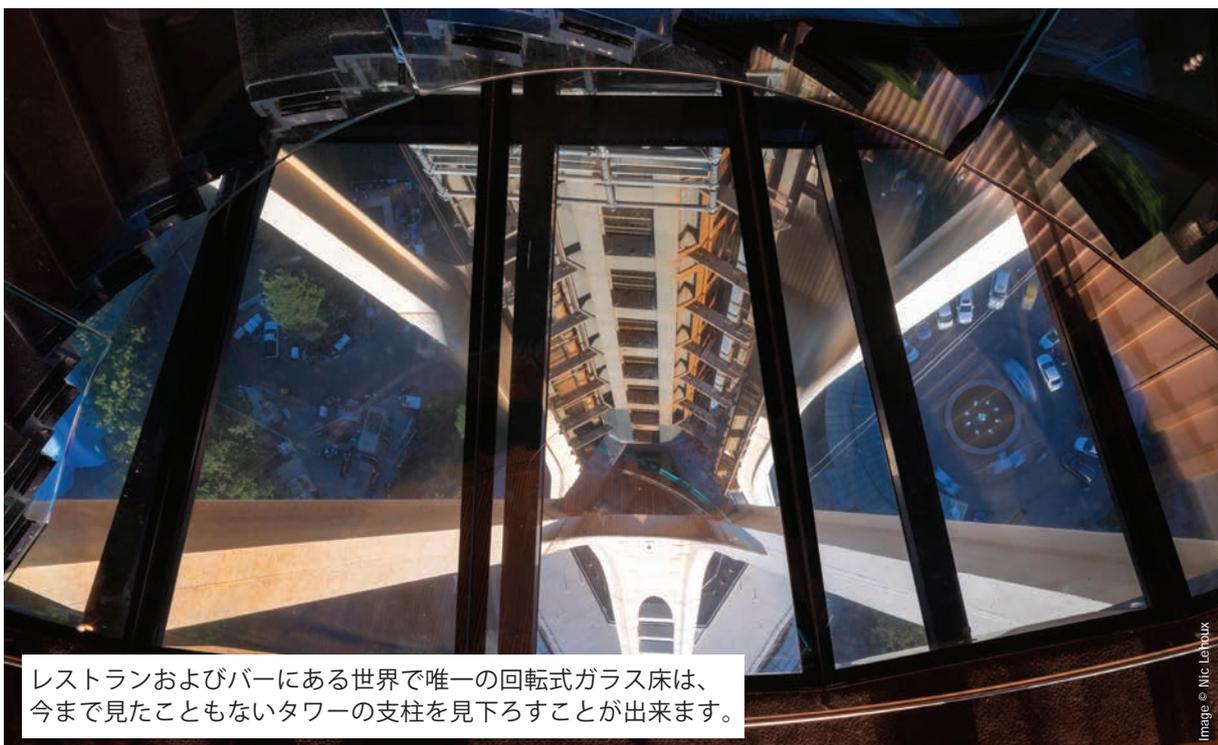
マグヌッセン・クレメンシック・アソシエイツ

アラップ社

ハーゾグ・グラス社

この体験のために、スペースニードルは非常に人気の高いアトラクションであり、最近の保存と改修に注力した冒険的な事業のおかげで、今後もより一層素晴らしくなるばかりです。その保存と改修の多くで、トロシフォル™のセントリグラス® アイオノマー樹脂製中間膜が使用されました。

フロント社の顧問グレージング技術者であるリチャード・グリーン氏は、次のように述べます。「概略としては、この歴史的価値の高いタワーを次の50年も適切に保持する方法という課題がベースになっています。シアトルに拠点を置く設計会社オルソン・クンディグ社の設計主任であるアラン・マスキン氏とプロジェクト建築士のブレア・ペyson氏がいくつか最初のアイデアを出した後、構造的な実現可能性と市民の要望という二つのコンセプトを合体させるべく、大掛かりな研究と調査を実施しました。地元のランドマーク保存委員会から設計コンセプトの同意を得ましたが、これには外観を変更せず、建造物の象徴的な意味合いを維持する繊細な作業が必要であるという条件が付ききました」



レストランおよびバーにある世界で唯一の回転式ガラス床は、今まで見たこともないタワーの支柱を見下ろすことができます。

Image © Nic Lehoux

Image © Nic Lehoux



様々な構造で用いられているガラスパネルの設計も、タワー自体と同様に素晴らしいと言えます。

オルソン・クンディグ社のブレア・ペyson氏は、次のように説明します。「保存委員会の承認は、全体の中でわれわれが最も緊張した部分でした。プロジェクトの設計が承認を得るのに18か月かかりましたが、地元の歴史家の方々が助けてくれました。彼らは有益な助言をくれるだけでなく、われわれが元の設計を非常に大事にしていることを認めてくれました。われわれはプロジェクト全体を通して、グレーディング設計コンセプトはすべて実際に実現可能であると直感的に確信していましたし、フロント社がコンセプトの証明の中で立証してくれました。この業界が絶えず変化していること、新しい技術が利用可能になっていること、そして自分たちが不可能なことを達成しようとしてい

るわけではないということが、われわれには分かっていました」

改修にはセントリグラス®を含めた構造的グレーディングを大量に用いますが、これは周辺地域の眺めを遮らずに見えるようにするという、スペースニードルの元の設計意図に沿うためです。タワーの新しい特徴としては、屋外の新しい高さ3.35mの傾斜したガラス壁と、その屋外の展望デッキに設置したガラスベンチという、床から天井までのガラス張りによるマルチレベルの眺望体験があります。「オキュラス・ステアーズ」という名の、放射状の木製羽目板を使った鉄とガラスの階段2本が、この上階と下の「ザ・ルーペ」の階を



トロシフォル™は、建築用合わせガラスに使用される PVB およびアイオノマー樹脂製中間膜のグローバルリーダーです。極めて幅広い製品ポートフォリオを誇るトロシフォル™は、以下のような場面で卓越したソリューションを提供します。

- **構造部：**トロシフォル® エクストラスティッフ (ES) PVB、セントリグラス® アイオノマー樹脂製中間膜
- **防音：**防音用トロシフォル® SC モノレイヤー、同マルチレイヤー
- **紫外線制御：**紫外線完全カットから、自然な紫外線透過まで
- **ウルトラクリアー：**業界で最も低い黄色度指数
- **装飾およびデザイン：**黒色、白色、カラー、プリント中間膜各種

技術を用いて、眺めを妨げるあらゆるものを最低限にしようと設計されています。当初の建築士たちも今回の成功を喜んでくれることを願います」

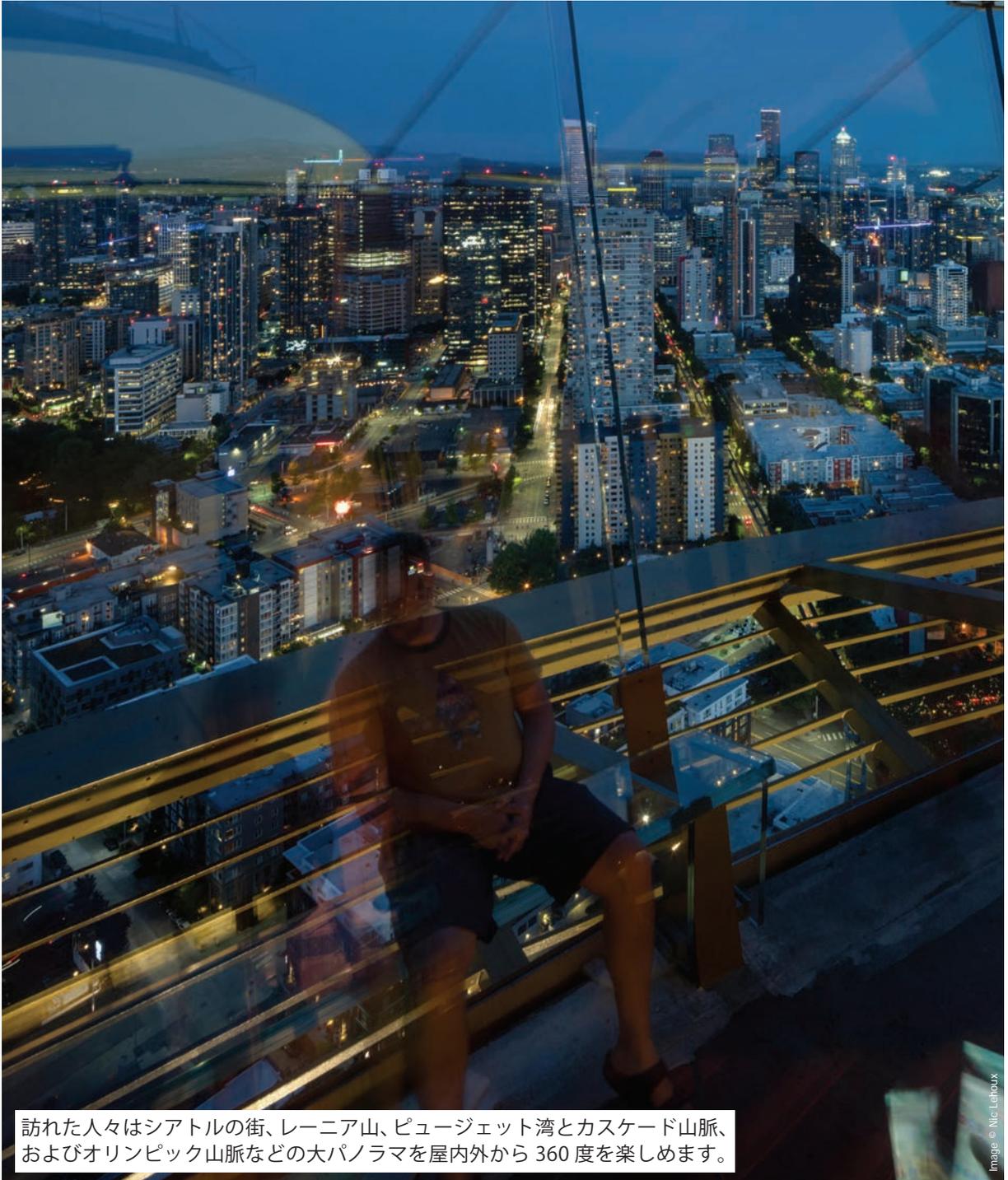
様々な構造で用いられているガラスパネルの設計も、タワー自体と同様に素晴らしいと言えます。傾斜のある展望デッキの防壁は、2.28 mm (90 ミル) のセントリグラス® 中間膜 2 枚を 15 mm のウルトラクリアーな低鉄ガラスパネル 3 枚で挟んだものから成ります。



展望デッキの防壁は、非常に大きなガラスパネルで出来ています。境界を見れば、その大きさが分かるでしょうが、しばらくするとガラスはすっかり目に入らなくなります——わくわくするような眺めが広がっていますから

つながります。「ザ・ループ」は世界最初にして唯一の回転式ガラス床で、タワー支柱を見下ろすという今までに見たことのない眺めを体験できます。

グリーン氏は、こう説明します。「今回の改修で窓を広げ、既存の建物を利用して、眺めを最大限まで拡大しました。1962年に完成してから、掲示板、売店、安全用のフェンスやケージが設置されたことで、当初のはっきりとした眺めは時間が経つにつれて徐々に失われていきました。今回の新しい手法では、当時は使えなかった現代の安全なグレーディング



訪れた人々はシアトルの街、レーニア山、ピュージェット湾とカスケード山脈、およびオリンピック山脈などの大パノラマを屋内外から 360 度を楽しめます。

最も印象深いのはおそらく、「ザ・ルーベ」のガラス床でしょう。底部から上部にかけて、まず1.52 mm (60 ミル) のセントリグラス® 中間膜の両側に6 mm の高透過ガラスパネル2枚を使用します。この合わせガラスと、もう一つ別の、2.28 mm のセントリグラス® 中間膜2枚を10 mm のガラスパネル3枚で挟んで出来た合わせガラスを、20 mm のアルゴンギャップが仕切ります。そして、0.2 mm の透明な安全フィルムと6 mm のガラスパネルで、このパネルは完成します。

スペースノードルの元々の外観を維持するにあたり、下側には梁を設置し、建造物に使用されていた素材の元の色を再現するために、表面にグレーのフリットを使用しました。この梁は、16 mm のアルゴンギャップで仕切った合わせガラスパネル2枚から成ります。どちらのパネル

も、2.28 mm のセントリグラス® 中間膜を挟んだ6 mm の着色のない高透過ガラス2枚で出来ています。

グリーン氏は、こう説明します。「展望デッキの防壁は、最も近くで見てたえのある部分です。非常に大きなガラスの塊で出来ています。境界を見れば、その大きさが分かるでしょうが、しばらくするとガラスはすっかり目に入らなくなります——わくわくするような眺めが広がっていますから。われわれはこのガラスパネルに対し、3層すべての破砕や保証荷重の試験を含めて、広範囲にわたる非常に厳しい試験を行いました。ガラスパネルは鉄筋コンクリートと同じ原理で作られており、3層すべてが壊れるという全くありそうにない事態でも、セントリグラス® 中間膜が必要な強度を発揮します。ガラスパネルは1つの辺と2つの角だけで支えられており、

特に14.5度外側へ傾くことを考慮すると、この試験は極めて重要でした。これ以上の傾きでは、オーバーハングに分類されたでしょう。また、クリープの問題にはセントリグラス®で対応しました。高さ3mを超えるガラスパネルは二方向のみで支えられているので、標準のPVBは耐クリープ性の選択肢になりませんでした。

グリーン氏は、さらにこう続けます。「梁に使うとなると、ガラスは決して掃除が簡単ではないので、環境レジリエンス（環境の変化に対する対応力）が重要です。また、土台から最上部までわたって、歴史ある外観を保持しなければなりません。われわれはこのガラスパネルの上に回転板のモーターの一つを落下させ、パネルを試験しました。この落下で上2層は破壊されましたが、下2層とエアースीलは無傷だったので、まだ一人の重さを支えるのに十分な強度以上がありました。中間膜の性能を証明する紛れもない証拠です」

ペyson氏は、次のように述べます。「今回のプロジェクトは、ガラスと中間膜の性能を反映したものです。元の設計士は、もっと多くのガラスを使用したがっていましたが、当時はそのような技術が全くありませんでした。

最初の1961年モデルでは、より大きなガラスパネルの使用を示していましたが、1960年代のガラスには必要な風荷重能力がなく、またガラス不足と予算の制限という障壁もあったので、できる範囲で使用することにしました。建築士にとって、ガラスは実に魅力的です。ガラスによって、われわれは内と外の区切りを打ち壊すことができます。今回は、ガラスの性能を実際的な技術上の限界まで活かした完璧なプロジェクトでした」

最後にグリーン氏は、次のように結びます。「起こりつつある次の大きな変化は、建築士や技術者がガラスを延性破壊機構として設計し、使用できるという標準が確立することです。これはつまり、ガラスが割れた場合でも信頼できる建造物を設計できるという考えですが、この考えは、今回のプロジェクトを成功させたものの一つです。セントリグラス®によって、われわれは大きなガラスパネルを簡単な細長い取付け具で使用することができました。なぜなら、ガラスはたとえ割れてもちゃんと機能するからです。これほど確かな割れたときの保証がなければ、ガラスにはより強固な支えが必要だったでしょうし、そういった支えは最終的に展覧体験に影響したでしょう」



タワーには、レストランおよびバーとして、世界最初にして唯一の回転式ガラス床もあります。



クラレグループの製品全般につきましては、こちらのサイトから。 [www.kuraray.com](http://www.kuraray.com)

トロシフォル® のサイトはこちらです。 [www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)

**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

**株式会社クラレ**  
 PVB事業部  
 東京都千代田区大手町1-1-3  
 大手センタービル  
 電話: 03-6701-1508

[trosifol@kuraray.com](mailto:trosifol@kuraray.com)  
[www.trosifol.com](http://www.trosifol.com)

**Disclaimer:**

Copyright © 2019 Kuraray. All rights reserved.

Trosifol®, SentryGlas® and Butacite® are registered trademarks of Kuraray Co., Ltd. and its affiliates. The information, recommendations and details given in this document have been compiled with care and to our best knowledge and belief. They do not entail an assurance of properties above and beyond the product specification. The user of our products is responsible for ensuring that the product is suitable for the intended use and conforms to all relevant regulations. Kuraray Co., Ltd. and its affiliates do not accept any guarantee or liability for any errors, inaccuracies or omissions in this document.