

Case Study:

上海タワーのユニークなねじれたダブルスキン・ガラスファサード： 実現のカギは、セントリグラス® 中間膜の卓越した強度、小口の耐久性、 高い透明度

ドバイのブルジュ・ハリファに次ぐ世界第2位の高さを誇る中国の上海タワー（上海中心大廈）は、全面ガラス張りのねじれた外観を持つダブルスキン・ファサードが特徴ですが、この設計を実現するうえで中心的な役割を担ったのが、セントリグラス® アイオノマー樹脂製中間膜を使用した合わせガラスでした。セントリグラス® 中間膜が選択された主な理由は、高透過ガラスと組み合わせた際の高い透明度と、ガラスアセンブリ全体に卓越した強度が生まれることと、ガラスの小口が露出しても層間剥離が起きない点です。

TO LEARN MORE ABOUT PUSHING THE LIMITS OF GLASS, VISIT
WWW.SENTRYGLAS.COM

kuraray

上海タワーのユニークなねじれたダブルスキン・ガラスファサード 実現のカギは、セントリグラス® 中間膜の卓越した強度、小口の耐久性、高い透明度



上海タワーは9つの円筒形の建物が積み重なった形をしており、そのいずれもがガラスファサードの内側のガラスで包まれています。ファサードは上に行くに従って120度の角度でねじれていきます。この設計により、ビルの風荷重が24%削減されます。

2015年に完成した上海タワーは、128階建て、高さ632m（2073フィート）で、延床面積は38万㎡（409万平方フィート）です。この建物は、高いエネルギー効率と持続可能性を生むように層状構造で設計されており、オフィス用、商業用、レジャー用としていくつもの独立したゾーンが設けられています。

タワーは9本の円筒形の建物が積み重なった形をしており、そのいずれもがガラスファサードの内側のガラスで包まれていて、ファサードは上へ行くに従って120度の角度でねじれていきます。ファサードの内層と外層の間は9つのインドアゾーンになっており、来訪者のためのパブリックスペースとして開放されています。ガラスファサードは内層・外層とも透明で、ほとんどのビルが熱の吸収を抑えるために反射率の高いガラスのシングルファサードを採用しているのと比べて、独自性の高い設計です。2つのガラス層は、どちらかの層を不透明にする必要がなく、屋内の冷暖房を減らす効果があります。

環境に配慮したサステナブル・デザインが評価されたことで、この建物のオーナーである上海中心大厦建設発展有限公司は、中国緑の建築協議会と米国グリーンビルディング協会の認証を獲得しました。加えて、つい先ごろ中国高層建築国際交流委員会（CITAB）と高層ビル・都市居住協議会（CTBUH）が、上海タワーにサスペンド・ガラス・カーテンウォールとして、「CITAB-CTBUH 2016中国イノベーション賞」を贈りました。同賞の審査委員会は、このカーテンウォールを「際立って新しい」と評しています。

タワーを設計したゲンスラー社は、鍵を握る3つのデザイン戦略——タワーの非対称な形状、上に行くほど細くなる姿、角を丸くすること——を根底に据えました。この戦略により、ビルは上海をしばしば襲う台風の強風に耐えることができます。ゲンスラー社と構造工学技術担当のソートン・トマセッティ社は、カナダのラボで風洞試験を行ってタワーの形状を調整し、ビルの風荷重を24%も減らしました。その結果実現された軽量構造によって、コストのかかる建築資材費が5800万ドル削減されました。

7000種類にも及ぶ独自形状のウォールパネル2万589枚を使って設計されたダブルスキン・ガラスファサードは、巨大な片持ちトラスに上から吊り下げてフープ・リングと支柱で支持されています。環状の内側ガラスファサードは、同じ床面積の四角いビルと比べて使用するガラスの量が14%少なく済みす。

中間膜としてセントリグラス®が選ばれた主な理由は、ガラスアセンブリ全体に卓越した強度が生まれることと、ストラクチャル・シリコン・グレージング構法で施工されたガラスの小口が露出していても、層間剥離を起こさないことでした。またセントリグラス®は太陽光をコントロールするために、コーティングと組み合わせて使えるので、タワー全体の持続可能性にも貢献しています。

中間膜の選択は、中国に本拠を置く合わせガラス製造業者である上海耀皮ビルキントン（SYP）とファサード・コンサルタントにとっても重要な問題でした。当初、セントリグラス®は外側のスキン・ファサードのみに使用される予定でしたが、その後プロジェクトの範囲が広がり、内側ファサード、高層ビルを支えるポディウムのファサード、ガラス・フィン、建物内の手すり壁にも採用されました。ビル全体で、合計およそ20万㎡のセントリグラス®中間膜が使われています。

外側のガラスファサードは、12mm高透過フロートガラス + 1.52mmセントリグラス®中間膜 + 12mm高透過フロートガラスという3層構成です。内側のガラスファサードは5層構成で、6mm高透過ガラス + 0.89mmセントリグラス®中間膜 + 6mm高透過ガラス + 12エア + 6mm高透過ガラスとなっています。最も多く使われたパネルのサイズは、2100mm×2400mmと2100mm×4200mmです。

このガラスファサードを実現するには、地元の建築基準を考慮しなければいけませんでした。中国では現在、ガラス・カーテンウォール技術規範（JGJ 102、改訂版）が政府によって再検討されています。この改訂版技術規範では、学校、子供の遊び場、およびその他の公共建造物のガラスファサードには合わせガラスを

上海タワーのユニークなねじれたダブルスキン・ガラスファサード
実現のカギは、セントリグラス® 中間膜の卓越した強度、小口の耐久性、高い透明度



上海タワーは中国で最も高いビルで、高さは632 m、延床面積は38万m²です。

セントリグラス® 中間膜を使った合わせガラスは、中国、米国、ヨーロッパのさまざまな基準に基づいて、モックアップ試験から空気、水、動的風、構造負荷、風負荷、構造差動試験までのあらゆる検査方法で、数多くの厳しいテストを受けてきました。

合わせガラスの高い透明度も、重要な要素でした。見た目の透明度は通常、黄色度指数 (YI) で測られます。これは、プラスチックが長期間光を浴びると黄色く変色する傾向を持つことを利用した測定方法です。高透過ガラスは光の透過性を高め、一般の透明ガラスの緑色がかかった色（小口を見た時に一番よくわかります）を減らすことで、より高い透明度を提供します。セントリグラス® アイオノマー樹脂製中間膜の優れた透明度は、天候の変化にさらされる小口部分においてさえ、PVB などの従来の中間膜を使った合わせガラスで生じる望ましくない「黄色」や「緑色がかかった」色合いをなくすることができます。セントリグラス® は他の合わせガラス用中間膜と比べて、初期の透明度が高いだけでなく、製品寿命を通してずっと他製品よりも高い透明度を維持します。中間膜が透明度を保つうえ、接着剤やその他複合素材材に入っていると懸念される助剤や添加物はまったく含まれていません。セントリグラス® の初期の時点での YI は 1.5 以下 (PVB の YI は 6 ~ 12) で、年月が経った後も透明度はそのままです。

使用しなければならないとされています。さらにこの規範は、合わせガラスファサードの中間膜として公式に「アイオノマー樹脂製中間膜」を推奨しています（以前の版には PVB のみが挙げられていました）。また、ガラス破損の可能性を低く抑えるため、有効厚さの計算に ASTM-E1300（建造物におけるガラスの負荷抵抗に関する標準的技法）を用いるべきであると述べています。



ダブルスキン・ガラスファサードには、20万m²以上のセントリグラス® 中間膜が使用されています。

上海タワーのユニークなねじれたダブルスキン・ガラスファサード
実現のカギは、セントリグラス® 中間膜の卓越した強度、小口の耐久性、高い透明度



セントリグラス®中間膜が選ばれた主な理由は、ガラスアセンブリ全体に卓越した強度が生まれることと、ストラクチャル・シリコン・グレーディング構法で施工されたファサードのガラスの小口が露出しているにもかかわらず、層間剥離を起こさないことでした。

セントリグラス®を使った合わせガラスの利点

近年では世界的に、居住用(私的)建築物や商業用(公共)建築物や小売店舗に、ガラスファサードを採用する傾向が強まっています。特に公共建築物においてこのトレンドを後押ししているのが、どこから見ても広い視界が欲しいという要望と、建物内部により多くの自然光を取り入れたいという欲求の高まりです。セントリグラス®アイオノマー樹脂製中間膜のような中間膜を使った合わせガラスは、単層ガラスやPVBの合わせガラスよりも少ない厚みで、高い建築安全基準を満たすことができます。この結果、カーテンウォール・ファサードを支持する構造部をより軽量設計にすることができ、見た目の繊細さを演出できるのです。

設計	ゲンスラー
構造工学技術	ソートン・トマセツティ
合わせガラス製造	SYP(上海耀皮ビルキントン)
建物オーナー	上海中心大廈建設發展有限公司

REGIONAL CONTACT CENTERS

Kuraray Europe GmbH
Business Area PVB
Mülheimer Straße 26
53840 Troisdorf, Germany
Phone: +49 (0) 22 41/25 55 - 220
E-Mail: trosifol@kuraray.eu

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

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

クラレの中間膜についての詳しい情報は
こちらから；

WWW.SENTRYGLAS.COM

kuraray