平成 30 年（2018 年）
欧州建築視察及びグラステック 2018 視察報告書

２０１９年４月

板硝子協会

視察報告書に寄せて

今回の視察の内容はとても素晴らしいもので、グラステック２０１８自体も収穫が多いものであったが、事前の、ドイツのガラス建築の視察がとくに意義深いものであった。というのも、ガラス建築の間違い探しから得られるものが大きかったからである。最新のガラス建築の視察は技術力の差を見せつけられ、これはこれで励みになるのであるが、竣工後 10 年～20 年くらい経過したガラス建築を見ているとガラスの割れや色ムラなどのいろいろな欠陥が見えてくる。それらをみんなで探して、その原因についてみんなで推測しあうことを間違い探しと呼んでいたが、みんなでガラス建築の下で、上を見上げながら「あーだ・こーだ」言っている姿は、はたから見ると怪しい集団であったが、あの場所で、メンテナンスのあり方も含めて、会社の垣根を越えて、一技術者として意見交換できたことが視察団としての結束を深めることにもつながり、今回の視察をより実りの多いものとした。

また、今回の建築物の視察とグラステックの視察にあたって、気を付けたことがある。

今回の視察のメンバーの士気を高めるのにとても重要や役割を果たし、時には疲れた心を癒してくれ、時には次の日の行動の糧になる、ドイツ料理ととても相性の良いものである。それぞれに適したガラスの容れ物で供されるもので、そのガラスの容器には必ず量を示す線を付けることがドイツの法律で義務付けられており、容器の曲線はとても美しく、時としてはガラス建築よりも心の中に残り、もう一度その姿を見たいがためにドイツへの再訪を促す不思議な魅力がある。回りくどい説明になったが、みなさまご察しの通り、おいしくビールを皆で飲むことを視察で心掛けた。

というのも、今回学識経験者ということで団長を仰せつかったが、コーディネーターの小室さんが完璧な視察スケジュールを作成してくださり、また、それを影の団長である久田さんが裏でいろいろ手をまわしてくださったので、井上の出番は少なく、団員の士気が下がらないように、皆でおいしくビールを飲むことだけを気にかけた。

最後に、今回は視察がメインなので自由な時間はほとんどなかったのだが、3 社から参加した若手の全員がジョギングしながらの早朝観光を自然とするようになり、それもまた視察団の結束を強いものにした。朝が弱い自分は参加できなかったが、次回は必ず参加したい。

ガラス建築の間違い探し、ビール、ジョギング、この 3 つが今回の視察を充実したものとしてくれた。この拙文に続く報告書を見ればすぐにその充実ぶりがわかるはずである。

平成 31 年 4 月

九州大学 大学院芸術工学研究院 環境デザイン部門
准教授・博士　井上朝雄

目　次

１．概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

　１－１．目的　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

　（１）欧州建築視察　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

　（２）グラステック２０１８　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

　１－２．視察メンバー　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2

　１－３．視察日程　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2

　１－４．主な視察物件　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3

　（１）都市別　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3

　（２）竣工年別　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3

２．視察報告（都市別）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　4

　２－１．ハンブルク　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　4

　２－２．ヘルネ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　7

　２－３．エッセン　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　8

　２－４．レーバークーゼン　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　9

　２－５．ケルン　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　10

　２－６．ボン　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　12

　２－７．デュッセルドルフ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　14

　２－８．ノイス　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　15

　２－９．フランクフルト　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　15

　２―１０．＜参考＞同時期に竣工した日本の物件との比較　・・・・・・・・・・・・　18

３．視察報告（グラステック２０１８）　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　21

４．まとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　23

＜付録＞　メンテナンスに関する考察レポート　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　24

１．概要

１－１．目的

（１）欧州建築視察

1-1. 視察目的

日本市場において、超高層ビルの外装は、コスト面より概ね海外で Unitized された Glass Curtain Wall が採用されており、ガラスは U 値≒1.6W/㎡・K、η値≒0.3 程度の Low-E 複層ガラスが使用されている。このような状況下において、施主・設計・GC 等のガラスの採用者側は、日本のガラスメーカーの社員と比較して、海外品の調達を通じて、海外の建築物や製品の情報・知見を幅広く蓄積してきている。

日本国内で使用者側と直接対話をする板硝子協会 3 社の関係者が海外の建築事情や製品の情報を専門家として、より深く知り得る事で国内・外製品のメリット・デメリットを見極め、使用者側への情報発信を可能とすることを目的として、板硝子協会 3 社の建築系ガラスの製造・設計技術者を欧州建築視察に派遣した。派遣先は、隔年でドイツのデュッセルドルフで開催されるガラス製造設備等の展示会（グラステック）へ参加する事も考慮し、最新のガラス建築事情や製品の情報を得られるガラス建築の先進国ドイツを選定した。

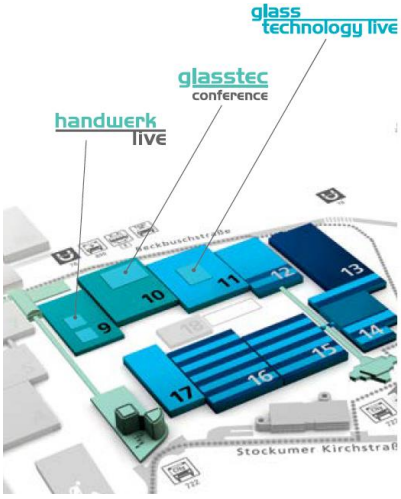
（２）グラステック 2018

隔年で開催されるガラス製造、ガラス加工・仕上げ機械、試験機器や使用する副資材並びに最新のガラス製品の情報等が展示される大規模な展示会で、最新のトレンドを定点観測確認するために、前述の板硝子協会 3 社の建築系ガラスの製造・設計技術者で各々の Theme に沿って視察を行った。

glasstec

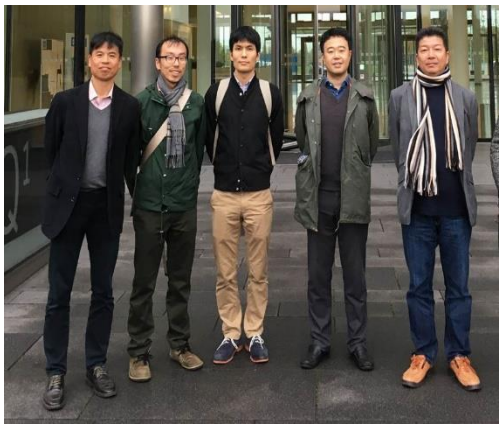
INTERNATIONAL TRADE FAIR FOR GLASS
PRODUCTION • PROCESSING • PRODUCTS

2018年10月23日～26日
ドイツ・デュッセルドルフ



１－２．視察メンバー

・九州大学大学院　准教授　　井上　朝雄
・エネクスレイン　代表　　小室　大輔
・ＡＧＣ株式会社　　菊地　　哲
・日本板硝子株式会社　　久田　隆司
・日本板硝子株式会社　　西畑　俊介
・セントラル硝子株式会社　　髙田　朋宏



１－３．視察日程

2018 年

10 月 22 日(月)　ハンブルク
10 月 23 日(火)　ヘルネ、エッセン
10 月 24 日(水)　レーバークーゼン、ボン
10 月 25 日(木)　デュッセルドルフ（グラステック 2018）
10 月 26 日(金)　デュッセルドルフ（グラステック 2018）
10 月 27 日(土)　ケルン、リューデスハイム
10 月 28 日(日)　フランクフルト

１－４．主な視察物件

（１）都市別

都市	物件	竣工
ハンブルク	シュピーゲルハウス	2011 年
	エルプフィルハーモニー	2017 年
	ハーフェンシティ	2001 年
ヘルネ	アカデミー・モンセニ	1998 年
エッセン	ＲＷＥタワー	1996 年
	ティッセンクルップ・クワルティーア	2014 年
レーバークーゼン	バイエル・コンツァーン・ツェントラーレ	2002 年
ケルン	ケルン・ボン空港	2000 年
	ケルン・トリアングル	2006 年
	ペーク＆クロッペンブルク	2005 年
ボン	ポストタワー	2002 年
デュッセルドルフ	シュタットトア	1998 年
	デア・ノイエ・ツォルホフ	1999 年
	カプリコーンハウス	2008 年
ノイス	ランゲン美術館	2004 年
フランクフルト	プリズマ・デカバンク	2002 年
	欧州中央銀行	2015 年

（２）竣工年別

竣工	物件	（参考）日本の同時期の物件
1996 年	ＲＷＥタワー	JR 東日本本社ビル
1998 年	アカデミー・モンセニ、シュタットトア	品川インターシティ
1999 年	デア・ノイエ・ツォルホフ	ゲートシティ大崎
2000 年	ケルン・ボン空港	せんだいメディアテーク
2001 年	ハーフェンシティ	日本科学未来館
2002 年	ポストタワー、プリズマ・デカバンク、バイエル・コンツァーン・ツェントラーレ	丸の内ビルディング
2004 年	ランゲン美術館	金沢 21 世紀美術館
2005 年	ペーク＆クロッペンブルク	秋葉原ダイビル
2006 年	ケルン・トリアングル	秋葉原ＵＤＸ
2008 年	カプリコーンハウス	丸の内トラストシティ
2011 年	シュピーゲルハウス	大阪駅新北ビル
2014 年	ティッセンクルップ・クワルティーア、欧州中央銀行	大手町タワー
2017 年	エルプフィルハーモニー	GINZA SIX

２．視察報告（都市別）

２－１．ハンブルク

（１）シュピーゲルハウス（竣工：2011 年）

ほぼ全面が高透過のガラスで囲まれている。中部の窪んだ箇所は内部がアトリウムになっており、開放感のある印象。エルベ川が洪水したときのため、下から２階層分だけがレンガ造りになっている。

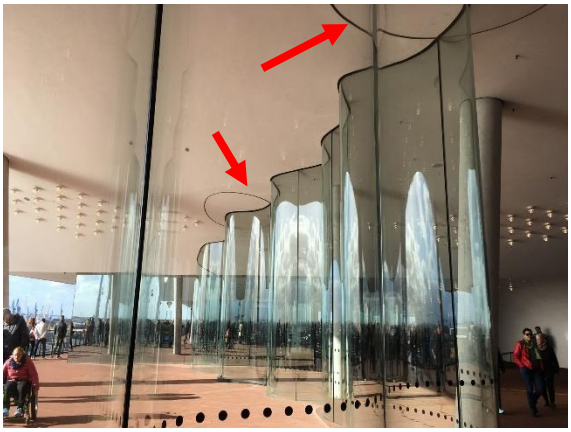
高層階は高透過強化合わせ＋高透過 Low-E 三層複層ガラス（Low-E 反射色：ブルー系）のダブルスキン。各 Low-E ガラスの色ムラはアウターガラスの効果で小さいと感じた。また見る角度により、ブルー色が薄くなるように反射色が遷移した。ダブルスキンの間にブラインドもあり。ダブルスキンの構造が取れないところは外ブラインドが設置されていた（黄矢印）。最外の合わせガラスには一部隙間があり、隣接するガラスと隙間位置（赤矢印）が互い違いになっており換気が考慮されている。

外装にはガス入りトリプルガラスかつ樹脂スペーサー＋木サッシと高スペック。部屋毎にスペーサー、サッシが使い分けられていた。屋内の仕切りにも複層ガラスが用いられていた。

（左）日本では見たことが無いが、エレベーターがむき出しになっている。（中）各階をつなぐ渡り廊下。アトリウムの天井には可動式のブラインド。壁材は穴が空いており防音に配慮している。（右）外装の合わせガラスにロール跡あり。実際に勤務されている方は特に気にならない様子。

（２）エルプフィルハーモニー（竣工：2017 年）

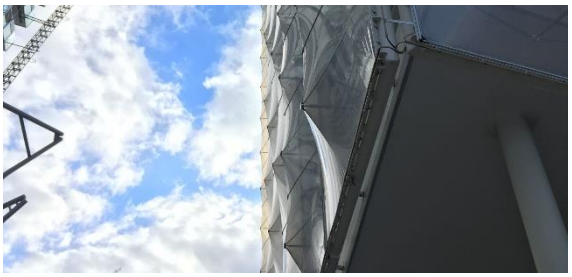
古い埠頭倉庫の上にコンサートホールと商業施設が新設された建物。設計はヘルツォーク＆ド・ムーロン。外観が特徴的で波をイメージして曲げガラスが全面に使われている。屋根の形状も同様。また外観だけでなく内部のガラスも独特。次の写真は展望デッキに出る部分のガラスで、上記の黄色印部分になる。



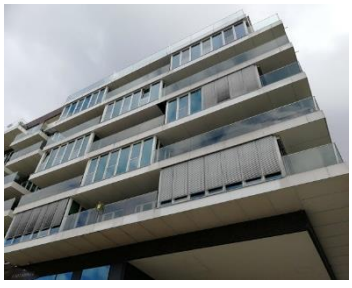
使われているのは曲げ強化合わせガラス。ガラス種は高透過。部位によって多少の違いはあったが、代表的な構成（写真）はガラス厚 12+12mm、中間膜は 90mil。人用の出入り口とは別に、屋外でのイベント用か一部回転して大口で開口可能になっていた（写真赤矢印部）。

外壁に使われている曲げガラスは Glasstec にも展示があり詳細を見ることができた。内側はホテル The Westin Hamburg（https://www.marriott.co.jp/hotels/travel/hamwi-the-westinhamburg/#guestRoom）の客室になっている。出っ張り部分には小窓がついており換気も可能。

（３）ハーフェンシティ（竣工：2001 年）



個性的な建築が多く立ち並ぶ、ハンザ都市ハンブルクの再開発地区。

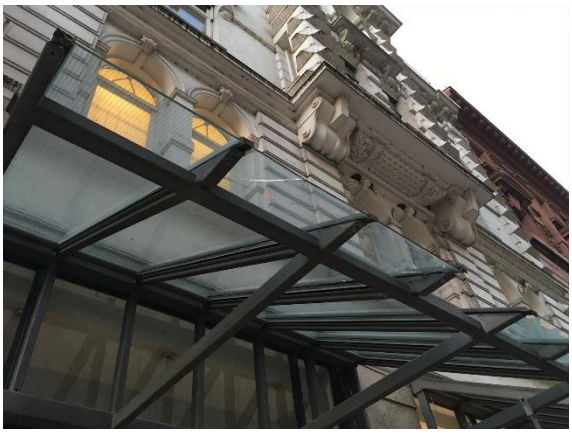


建築の多くに Low-E 複層ガラスが用いられており、反射色がブルー系の Low-E が多かった。見る角度で反射色が変化し、角度により赤みを帯びる Low-E 複層ガラスが散見された。

（４）ベルリーナ・ボーゲン（竣工：2001 年）

蒲鉾型のガラス建築。広大なアトリウムを有する。強化合わせ DPG＋Low-E 複層ガラスのダブルスキン。強化合わせは端部に剥離が散見された。

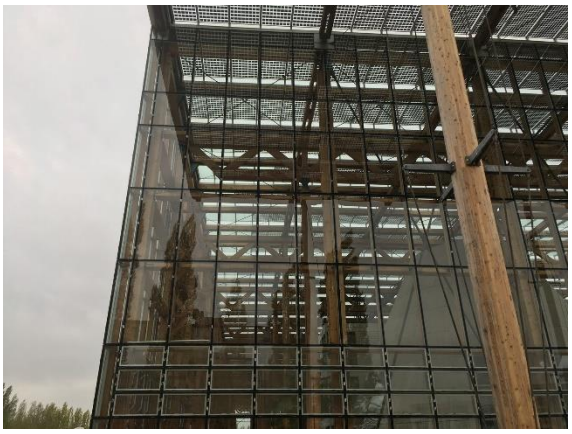
（５）ハンブルク市庁舎周辺



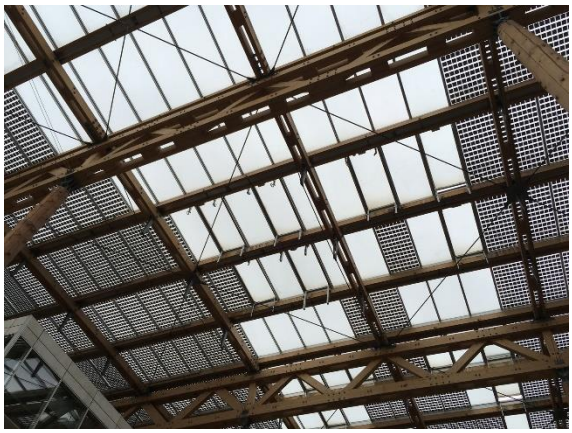
（左）商店街の屋根に網入りガラスが使われていたが割れたままであった。（右）ガラスドーム

２－２．ヘルネ

（１）アカデミー・モンセニ（竣工：1998 年）



透明な単板ガラスで全面が囲まれた開放感溢れる研修施設。柱は主に木が使用されており、自然との調和を感じる。外装や屋根の一部には太陽電池も使われている。



中には研修用の部屋と宿泊可能な部屋が点在している。梁柱に木材が使われて統一感があり、自然光も多く取り入れて室外のように明るい。(右) トップライトは竣工当初は透明だったが、経年により透明感を失っていた。

(左) 宿泊施設の窓。飲み込み浅く 1 次シールが見える。(中) 訪問時外壁のメンテナンスを行っていた。(右) 強化の映像がかなり歪んでいるのが確認出来た。

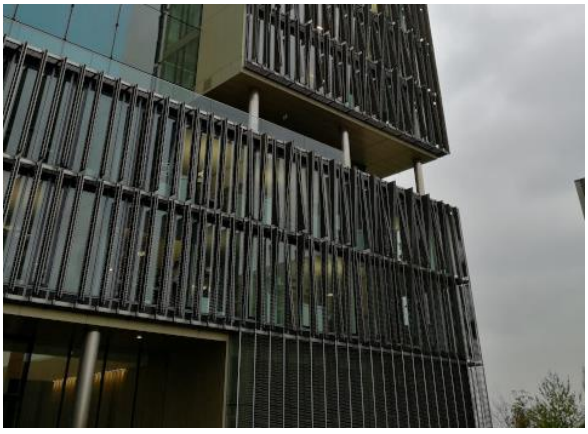
２－３．エッセン

（１）RWE タワー（竣工：1996 年）

ドイツ第二の電力・エネルギー会社。細かいガスケット外れ、ブラインド汚れなどは見られるが、全体的な美しさは維持されている。高透過ガラスのダブルスキン。窓の色が異なる部分はブラインドが下りている。

(敷地内に入ることができず遠目から観察)

（２）ティッセンクルップ・クワルティーア（竣工：2014 年）



ドイツの鉄鋼メーカー本社。全 16 拠点を統合。コンセプトは、オープン、透明性、革新性、名刺代わりになる建物。天井部もガラスになっており、ワイヤーテンションで支えている。ワイヤーのテンションは年 2 回点検。外装はステンレス＋パンチングメタルの可動式フィンで遮熱と防音をしている。稼働可能な部分は 30 分後の天気予報によってフィンの開閉をコントロールしている。地熱を利用した冷暖房で空調している。

会議室、レストランなどの施設がある棟には、反射色がブルー系の Low-E 複層ガラスが施工されていた。反射色の異なる Low-E 複層ガラスが見られた。割れ替えにより別ロットのガラスが施工された可能性がある。

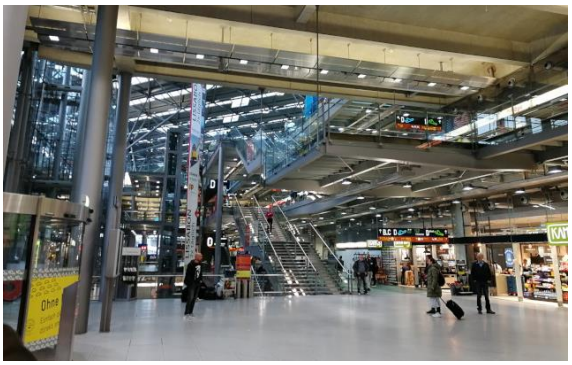
２－４．レバークーゼン

（１）バイエル・コンツァーン・ツェントラーレ（竣工：2002 年）

全面ガラス張り。エントランスに使用されている強化合わせガラスには、空気の侵入あり。ダブルスキンのインナーは、おそらく Low-E 複層ガラス（クリア系、Ag1 層と思われる）。ガラスを支えているワイヤーのテンションチェックは定期的に行っているとのこと。

２－５．ケルン

（１）ケルン・ボン・コンラド・アデナウアー空港（竣工：2000 年）



ガラスを全面に使った開放的な構造。エレベーター、床面、階段、柵に至るまで様々な種類のガラスを使用。

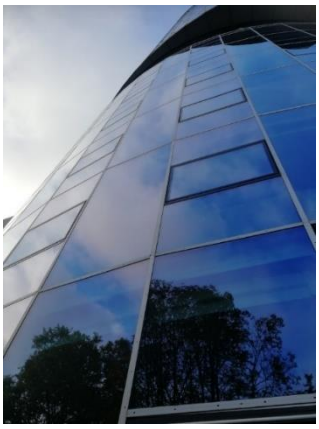
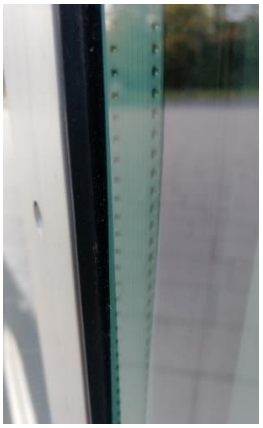
（左）外装は高透過 Low-E 複層ガラスによる部分支持構法。コーナー部のファスナー。（右）配管が通るところはエグリの複層ガラスになっていた。スペーサーが本来とは逆側に曲げられている。

（左）空気を含んだシール部。（中）外壁は、Low-E 複層ガラス。反射色は僅かに赤みを帯びていた。（右）可視光透過率が低いガラスが壁面の一部に見られた。スクリーンガラスの可能性も考えられる。

（左）外部のガラス床。一部破損したまま。（右）内部のガラス床。不透視の強化合わせ。

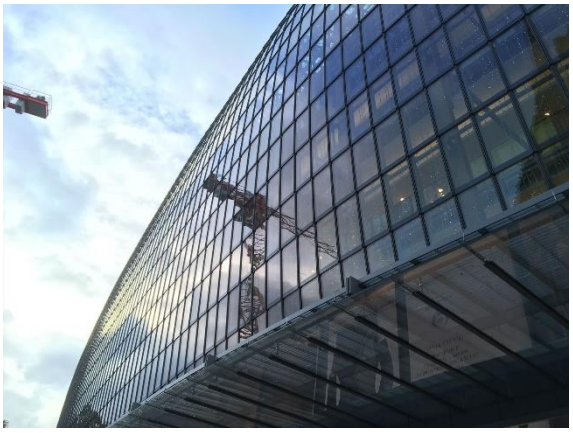
（左）東面の屋根は自然光を取り入れるためトップライトが多く配置されている。一方、西面の屋根は窓が少なく、可視光透過率の低い窓が使用されていた。（右）カフェの入口の支柱は不透視３枚合わせ。

（２）ケルン・トリアングル（竣工：2006 年）

全面ガラス張りの事務所建築。可視光反射率の高い Low-E 複層ガラス（鮮やかなブルー系、Ag2 層以上）が用いられている。角度により、反射した雲の色が僅かに赤みを帯びて見える。

（３）ペーク＆クロッペンブルク（竣工：2005 年）



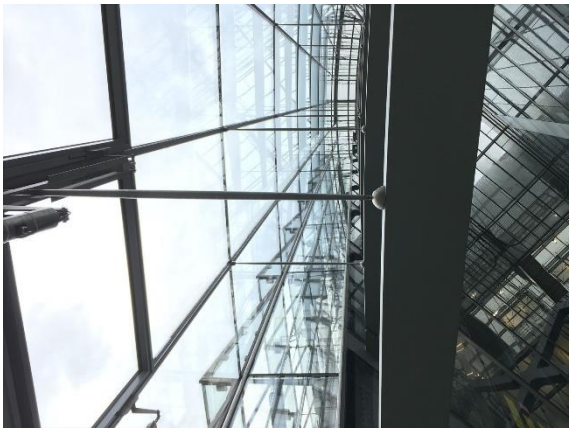
剣道の面を彷彿とさせるガラス張りの商業施設。外装は Low-E 複層ガラス。見る角度による反射色の違いが顕著だが、目立たない位置に施工されており、全体的には気にならない。

（４）マックス・コローン/ランセスタワー

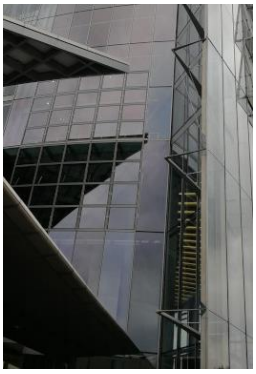
ダブルスキンインナーは Low-E 複層ガラス。

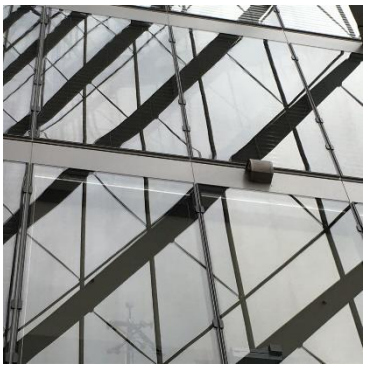
２－６．ボン

（１）ポストタワー（竣工：2002 年）



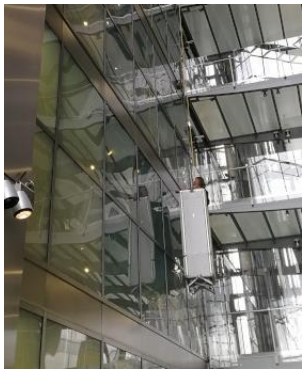
郵政事業の民営化で誕生したドイツポスト社の本社ビル。コンセプトは透明性。外装のみならず内装にも高透過ガラスがふんだんに使われている。ダブルスキンのアウターは高透過強化合わせ、インナーは Low-E 複層ガラス（クリア系、Ag1 層）。ライン川の水を使用した冷暖房、自然光をふんだんに取り入れる工夫などで、電力消費を抑えている。また、エレベーターのブレーキ時のエネルギーを電力用に回生。訪問時の天候は曇りだったが、照明の数が少なくても室内はかなり明るい印象を受けた。



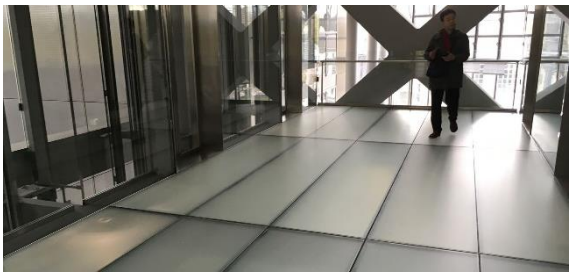
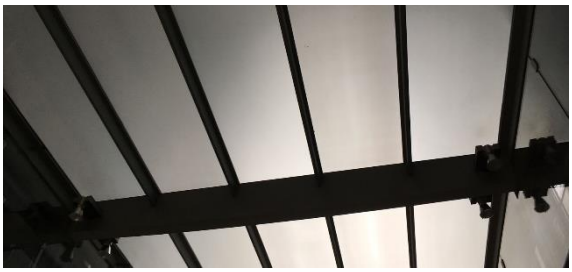


反射色調が大きく異なる Low-E 複層ガラスが散見された。また、見る角度により反射色調に赤みを帯びるガラスも見られた。

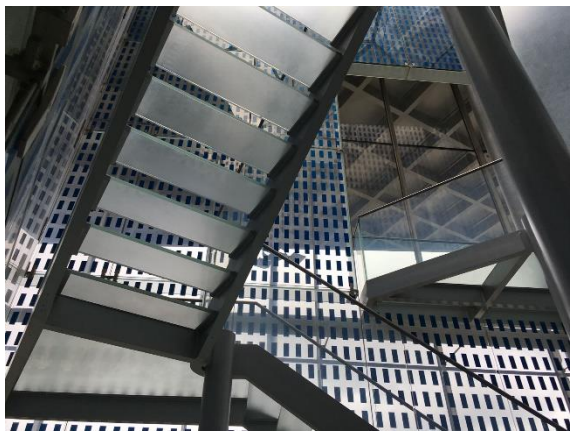
ダブルスキンの間には遮熱用のブラインド。またメンテナンス用の出入口もあった。空調はライン川から水を汲み上げてビルの冷房として利用している。今年は酷暑だったが大丈夫とのこと。



南北のタワーは巨大なブレースでつながっている。常駐スタッフによるメンテナンスは半年で１面実施。

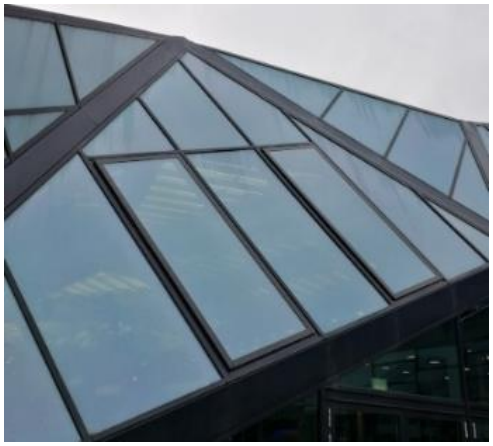



床もガラス。構成は強化型板合わせガラス。不透視でも人がいるのはわかる。



自然光を取り入れた階段室。（左）テンション構造のトップライト。とてもケーブルが細い印象。（右）階段は強化４枚合わせでエッジ露出。壁面はパターン印刷ガラスによる点支持構造。

（２）ワールド・カンファレンスセンター



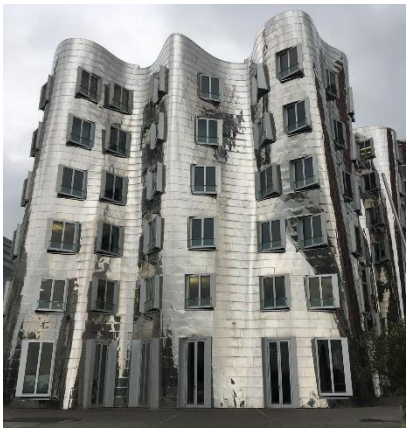
Low-E 複層ガラス（ブルー系 Ag2 層以上。樹脂スペーサー）。異型ガラスで複雑形状な屋根を構成している。

２－７．デュッセルドルフ

（１）シュタットトア（竣工：1998 年）

中央に巨大なアトリウムを持つ事務所建築。ダブルスキンのインナーには、Low-E 複層ガラス（クリア系、Ag1 層）部分的に換気の為の開閉機構あり。

（２）デア・ノイエ・ツォルホフ（竣工：1999 年）



奇抜な形状をした３棟で構成される事務所建築。

（３）カプリコーンハウス

鮮やかな赤のカラーガラスが目立つ建築。ダブルスキンのインナーは Low-E 複層ガラス（グリーン系）。アウターの合わせガラスは、端部の中間膜が剥離し白濁している箇所があった。

２－８．ノイス

（１）ランゲン美術館（竣工：2004 年）

池の中に建つガラスキューブ型の美術館。ガラスキューブは合わせガラスで構成。フット照明カバーは不透視合わせ。よく見ると端部に中間膜の剥離が見られた。

２－９．フランクフルト

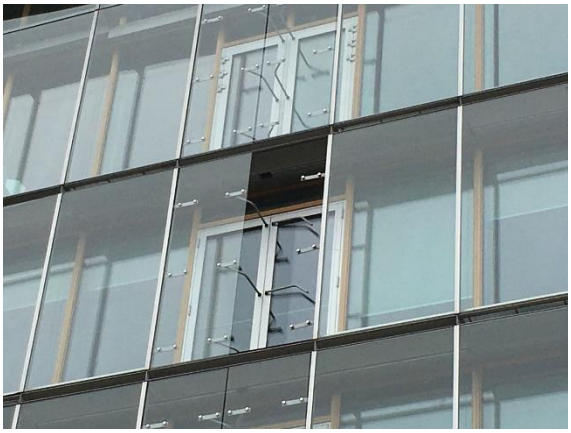
（１）プリズマ・デカバンク（竣工：2002 年）

透明感の高いガラスの二重ファサードを持つ事務所建築。コーナー部の低層階の外壁は高透過 Low-E 複層ガラス（クリア系）のみ。高層階は単板（アウター）＋Low-E 複層ガラス（インナー）のダブルスキン。視察時は水が抜かれていたが、通常時は建物の周囲に水が張られ、Low-E 複層ガラスの一部も水に浸かる。

（２）欧州中央銀行（竣工：2002 年）

Low-E 複層ガラス使用。壁面の角度、あるいは建物の内部構造の違いでガラスの色調が異なって見えるが、外壁の同一面内では、反射色は一様。

（３）ルフトハンザ・アヴィエイションセンター（竣工：2006 年）



ダブルスキンインナーは Low-E 複層ガラス（グリーン系）。ダブルスキン内部および室内にブラインドあり。アウターガラスが 1 枚欠損の箇所あり。

（左）中空層内結露してもそのまま取り換えせず。（右） 3 枚連続した外観不良（白濁 or やけ）。断熱化や自然エネルギーを使う意識は日本以上に高いが、細かい不具合は気にしていない印象を受けた。

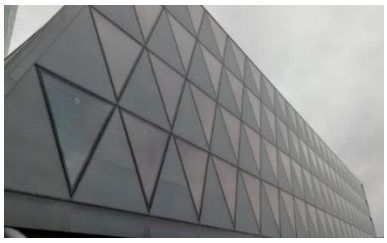
（４）アリアンツ・カイ（竣工：2002 年）

桟橋状の低層棟と高層棟で構成される事務所建築。同じ形状の建物が並んでいる。

（左）Low-E の反射色が異なり、赤みを帯びたガラスが見られた。割れ替えにより、成膜ロットが異なる Low-E ガラスが施工された可能性がある。（中）風除室も Low-E 複層ガラスの点支持構法。

（５）ヴェストハーフェンタワー（竣工：2004 年）

熱吸グリーンが特徴的な円筒形の事務所建築。三角形の組み合わせ。一部開閉。逆三角形はよく見ると台形。



隣接する建物も三角形を基調とした模様。製造終了品の割れ替えか反射色が顕著に異なるガラスが見られた。

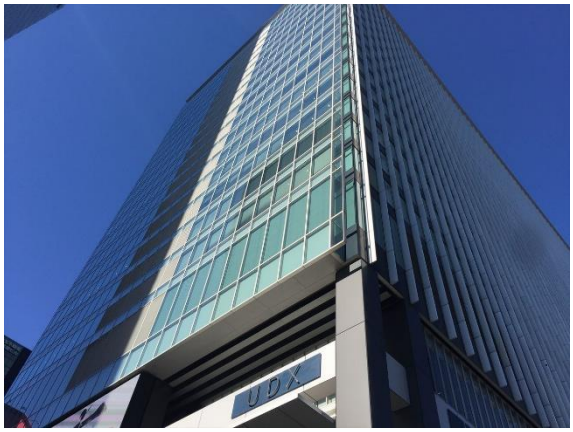
２－１０．＜参考＞同時期に竣工した日本の物件との比較

今回一部の物件について、同時期に竣工した日本の物件との比較を行なった。

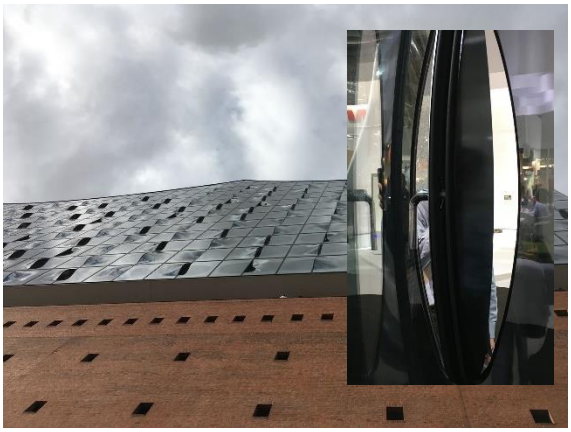
（１）2002 年竣工物件の比較

ポストタワー	丸の内ビルディング
高層棟は高透過ガラスによるダブルスキン。低層棟は複層ガラス（二辺支持）。	高層のオフィス階は Low-E 複層。低層部店舗フロアは単板が中心。
ダブルスキンはインナーが高透過 Low-E 複層。アウターは高透過合わせ。	３階「ザ・コンランショップ」の窓は単板。
階段室廻りの DPG。フェイスガラスは高透過合わせ。	１階の DPG。フェイスガラスは単板に飛散防止フィルム貼り。一度貼り替えた形跡。

（２）2006 年竣工物件の比較

ケルン・トリアングル	秋葉原ＵＤＸ
	
高層部のダブルスキンファサード。南面のみ下部に換気口が備えられている。	高層部は Low-E 複層ガラスのユニタイズカーテンウォール。低層部は単板のバックマリオン構法。
１階廻りエントランス部分は Low-E 複層ガラス（鮮やかなブルー系、Ag2 層以上）。	低層部のファサードは単板＋フィルム貼り。
ダブルスキンのアウターは合わせガラス。写真は最上部の突出部分。	オフィスフロアは Low-E 複層ガラス（クリア系）。

（3）2017 年竣工物件の比較

エルプフィルハーモニー	ＧＩＮＺＡ ＳＩＸ
ハンブルク市内ハーフェンシティ地区に建つコンサートホール。上層と低層の間に展望広場。	銀座松坂屋跡に建設された新商業施設。高層部はオフィス施設。
	
３次元曲げガラス。隣り合う曲面でできる楕円部分には開閉窓が仕込まれている。	低層階はブランドごとに異なる表情のファサード。
展望広場前の曲げ合わせガラス。部分的に回転する構造になっている。	高層部は Low-E 複層ガラスのユニタイズカーテンウォール。

３．視察報告（グラステック 2018）

グラステックはガラス産業の世界最大の国際展示会であり、2 年に 1 度開催されている。2018 年は自動搬送、自動加工、ストレージシステムなどの展示が多い印象を受けた。背景にガラスの大寸法化、多層化（3 層以上）が進み、製品重量が重くなる傾向にあり、人力での対応が難しくなってきていることや、先進国での重筋作業者不足もあり、オートメーション化のニーズが高まっているためと思われる。

【HEGLA 社】ガラスの入れ込みから、切断、次工程までの自動搬送と一連の流れをオートメーション化

【LISEC 社】ラックからラインへの自動ガラス入れ込み　樹脂スペーサー自動曲げ　自動ブチル塗布機

【Bystronic 社】　自動切断、自動研磨　最新ハンドリング装置　大サイズのシール注入デモ

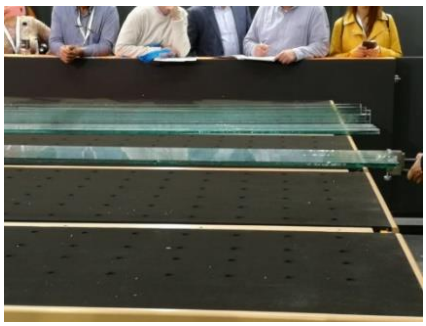
【その他】ガラスの自動搬送（GRENZEBACH）

曲げ可能な薄板強化ガラス

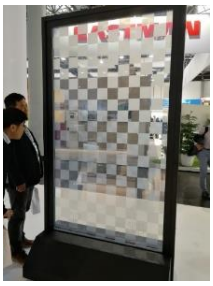
真空ガラス（AGC）

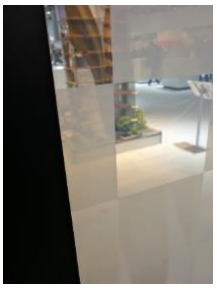
波ガラスで合わせ（North glass）

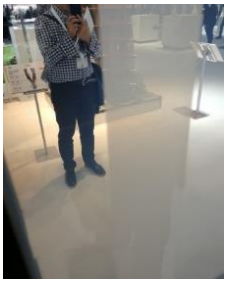
全長 18m のガラスを積載可能なトラック（SAINT-GOBAN）



厚板切断機。僅かにそげが生じる場合もあるが、簡単に切断可能。単なる切断なのに過度にショーアップ。







Bluetooth 端末を通して、自分でデザインしたパターンを表示可能なガラス。パターンは切替可能。

４．まとめ

九州大学芸術工学研究院環境デザイン部門 井上朝雄准教授を団長として、板硝子協会 3 社の建築系ガラスの製造・設計技術者による当該視察は、Hamburg を起点として、最終目標地の Frankfurt まで無事に終えることができた。これは、視察訪問先の選定やレンタカー移動等すべてをコーディネートして頂いた小室大輔さんの尽力に由るところが大きく、この場を借りて感謝の意を表したい。

当該視察では、３社各々の Theme に沿い、異なる視点で視察やヒアリングを行い、かつ、各々の専門外の疑問点などに関しては、井上准教授を交えた都度の意見交換など非常に幅広く知見を深める事が出来たと感じている。

また、設計コンセプト、ガラスの利用法、メンテナンス、さらにはガラス製品の不具合や破損時の対応等、日本と比較して根本的に考え方の違い等を理解できたことは、日本において使用者側へ切り口の異なる情報発信が今後可能となる事に期待したい。

＜付録＞　メンテナンスに関する考察レポート

欧州建築視察 2018 年 10 月 21 日(日)～10 月 29 日(月)

Theme: Maintenance

1. 目的；

建築物は、その構造・外皮の構成において、使用する部材毎にそれぞれ耐用年数が有り、使用部材の劣化に伴う機能低下や外観変化が起こる。　部材を大きく大別すると；

① 基礎：杭、フーチング

② 構造躯体：柱・梁・床、壁

③ 外装：CW、ガラス、外装支持材（2 次部材）

④ 内装：床・壁などの内装仕上げ材

⑤ 屋根：屋上防水、金属ルーフ

⑥ 建築設備：EV、ES、空調機器

が有り、今回我々ガラスメーカーに関係の深い、上記③の maintenance についての思想や実施状況に関して、報告する。

2. Maintenance に対する思想

原則､EU でも外装全体の Maintenance に掛かる法律は無く､自主的に建物の保全に努めている。

一方、建築物外装で特異なケース、例えば Cable Grid 構法等の Tension 構造等は、施工後に受ける風荷重や温度変化に伴う Tension 構造の Relaxation に対する Maintenance は当事者間の契約を実施している。

即ち、建築の Design に対して、経年劣化することで建築物としての機能を失う場合を事前に検討事項として捉え、施主自身もその現状を理解していることである。

⑴施主は、まず建築物の Design Concept を設計者へ提示した後に、その回答として得られた Design に対して、理解を示して必要な Running Cost を負担する。

⑵設計は、Designer だけでなく、構造 Engineer の意見を取り入れ、Design Concept を実現するための空間 Design を構造様式から導き、その構造様式の Demerit を施主に説明するとともに、それに見合った Maintenance の必要性を説く。

⑶施主は、Maintenance に伴う Running Cost は、その建築物の基本的な性能と価値の維持するために必要な Cost であることを理解し、また、従業員の気持ちの Refresh や健康維持が業務の効率化を促すと考えていると予想する。

3. Maintenance 実施状況の調査結果

(1)今回、訪問したハンブルグのシュピーゲル社、テッセンクルップ社、ドイツポスト社の 3 社において、建築物の Maintenance に関しては、

① テッセンクルップ社：建物中心部分を「Transparency」にする、かつ、ガラス面の支持構造が室内側に大きくはみ出ない奥行きの薄く、室内空間が多く取ると言う Design Concept が有り、それを実現するために Cable Grid 構法を採用した。

Cable Grid 構法は、真っ直ぐなワイヤーに対して、風荷重等の横力を受けると、横力で生じた奥行方向の変形でワイヤー両端部と横方向の変形頂点で構成されるが三角形状になり、ワイヤーに軸力が加わる。

室内空間を確保するためには、この横力による変形を小さくする必要があり、ワイヤーに予め軸力（初期導入張力）を導入する。通常であれば、20tf 程度の初期導入張力が必要となる。

テッセンクルップ社では、ワイヤーの Relaxation や横力による接合部の緩み等を考慮し、2 回/年の割合で導入張力の Maintenance を実施しているとの事であった。

余談であるが、ベルリン中央駅も同様な Cable Grid 構法で、Darmstadt 工科大学のシュナイダー教授らにより、1 回/5 年の割合で導入張力の Maintenance が実施されている。

写真 1　テッセンクルップ（ThyssenKrupp AG）社：Essen

② Post tower:本タワーは、北面・南面共に Double Skin 構造であるが、Maintenance を考慮し、Double Skin の Cavity 内に人が歩ける程の空間を設けている。

Transparency 建築の代表作であり、外部から室内空間まで数枚のガラスの層で構成された建築物のため、高透過ガラスを不断に使用している。そのため、ガラスの清掃は、室外部、Cavity 内、室内部と 3 回清掃が必要であり、1 年中ガラスの清掃を行っているとの事。

また、ガラスの枠材は、押し縁等をビス止めしており、緩み等の Check を都度実施している。

Post Tower 内部では、約 2,600 名の方が働いている内、約 600 名が清掃・外装・設備などの Maintenance 要員とのこと。

Post Tower :Bonn

内部の Maintenance 状況

(2)従業員の気持ちの Refresh させるための部屋や空間については、

① シュピーゲル社：社員の Refresh のため、社内にジムを設置した部屋を設け、終業後に運動できるような配慮をしてある。また、食堂は自然光を取り入れる工夫がなされおり、非常に Relax できる空間に仕上げてある。

シュピーゲル社　ジム

シュピーゲル社　ジム

② テッセンクルップ社：社員がアイデアで困った時や気持ちを落ち着かせるために、利用できる瞑想ルームを設けており、その部屋も自然光を間接的に室内に取り入れ、Relax できる空間を演出している。（屋内での写真撮影ができなかったため、写真無。）

4.ガラスの破損や色調不具合、劣化

今回の建築物の視察において、強化ガラスの破損（自然破損と思われる）、複層ガラスの内部結露、Low-E ガラスの色調違い等のガラスの破損・劣化状況について、調査した結果を報告する。

合わせガラスの剥離は、微細な剥離を起こした建築物が多数あったが、日本でも同様な現象は多く確認できるので、今回の報告では割愛する。

(1) 強化ガラスの破損

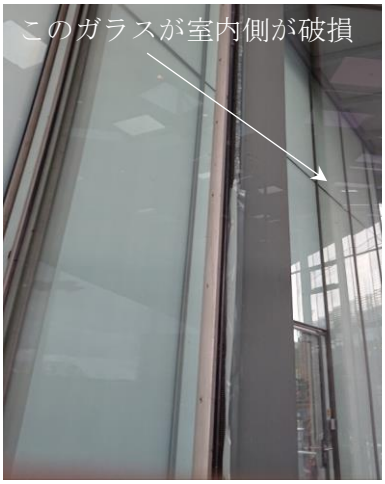
恐らく自然破損と思われるが、ガラスが破損した後、破損したガラスを撤去し、交換まで実施していないガラスが 3 件確認できた。

Bonn 空港:到着ロビーと出発ロビーを繋げる階段の踏板の破損

3 層合わせガラスの破損（中間ガラス）

破損の始発点

Post Tower:強化複層ガラスの室内側ガラス破損



強化 Low-E 複層ガラスの室内側のガラス破損　　破損縦辺：破損したガラス片が残っている。

ルフトハンザ本社ビルの Outer Skin の破損撤去後

Outer Skin のガラス破損撤去後

拡大写真

(2) 複層ガラスの内部結露

数物件、内部結露したガラスが散見されたが、ルフトハンザ本社ビルの複層ガラスの内部結露は、一目で不具合が確認できる内部結露の教科書のような現象が確認できた。

ルフトハンザ本社ビル　複層ガラスの内部結露

(3) Low-E ガラスの色調違い

Frankfurt の Westthfen Towr 脇の建築物で明らかに Low-E の色調が異なるガラスが施工されていることを確認。その他、Hamburg でも同様な小規模建築物が散見された。

Low-E ガラスの色違い

5. 纏め

(1)Maintenance

今回の視察では、テッセンクルップ社と Post Tower での Maintenance 状況の 2 件の確認したに留まったが、過去に欧州出張時に調査してヒアリングした結果も踏まえて、建築物の Maintenance に関して述べると；

① 設計段階で Designer だけでなく、Engineer が対等な立場で参画し、Façade の支持構造含めて、意匠・耐久性・Maintenance 性等を考慮して、建築物の設計が進められる。

② 原則、施主が Maintenance の必要性を理解し、その Running Cost を負担して、建築物の基本的な性能と価値の維持に努めている。

日本の大手 Developer の意見では、自動ドア、EV、ES 等の法定点検が必要な建築設備の Maintenance 以外の部位、即ち外装等を定期的に点検する場合、建築物のテナント側から不具合のある建築物と Claim が付、賃貸料の減額を要求してくるケースも有るとの事で、建築物の外装の定期的な点検は、ガラスの清掃以外実施されることは少ない。

建築物を構成する部材は、それぞれの寿命があるが、一般的に借りて側からみるとその点の理解が少なく、全く異なった解釈をしていると推測できる。また、施主自身も Maintenance Free と理解しているところもある。

開口部の 1 部品であるガラスについても、様々な用途に合わせた多様なガラスは販売されている中で、メンテナンスフリーでは無く、適切に Maintenance を行う事で性能が維持できる事、不具合の早期発見に繋がることなどを今後も地道に啓蒙して行く必要がある。

(2) ガラスの破損や色調不具合、劣化

今回の視察では、日本同様に強化ガラスの破損、複層ガラスの内部結露を確認した。また、極めて事例は少ないが、Low-E ガラスの色調違いも確認できた。直接、建築主にヒアリングできなかったが、欧州出張時に調査してヒアリングした結果も踏まえて、建築物の不具合への対応に関して述べると；

① 強化ガラスの自然破損に関しては、ドイツでは概ね 12 年の保障期間を設け、当該保証期間外となった場合は、施主が費用負担し交換を実施している。

ガラス補破損や色調不具合等に関して、素板メーカーは素板に起因する不具合以外の案件に関しては、直接関わる事は少なく、2 次加工メーカー等がそのリスクを負う。

特に、ガラス Facade の場合、設計・施工が基本であるため、Façade Engineering 会社（Seele 等）がガラス・施工含めて対応しており、保障期間内での施工費用負担に関しては不明。恐らく、ガラスと工事双方の費用を Façade　Engineering 会社の掛けた保険で負担していると思われる。

また、保証期間以外の場合は、施主が自身の保険を適用して交換する。

日本の場合、施主⇒設計⇒建設会社⇒工事店⇒ガラスメーカーの順でガラスの不具合に関するClaimが入り、主にガラスメーカーがその不具合の原因調査などを実施する。

日本のガラスメーカーは、自然破損と複層ガラスの内部結露で製造後 10 年の保障期間を設けて、同一なガラスの無償支給と言う保障をしているが、Maintenanceが容易な設計がなされていない（Maintenance やガラス交換を考慮していない）建築物も散見されるため、建築主含めて、ガラスの工事費用まで未来永劫負担を強いてくるケースも有る。

ガラスは、使用環境、使用部位、施工法等でその耐久性は大きく変わる。本来、設計者がその点を理解して設計するべきであるが、現状なかなか実施できていない。従って、不具合が有った場合に容易に交換できる設備の常設や容易に交換できるようなDetailにするように、今後も地道に啓蒙して行く必要があり、最終的には維持管理に関する法制化等へのアプローチも必要と思われる。

以上