



# 欧州の外断熱を巡る動向と ブルーノ・タウト

— 外断熱推進会議主催 第9回「ブルーノ・タウトと外断熱の旅」—

田中辰明・田村浩一・堀内正純・大橋周二・  
米澤稔・久保田信一郎・平川秀樹

(株)工文社 **建築仕上技術** 2010年11月号より



# 欧州の外断熱を巡る動向とブルーノ・タウト

— 外断熱推進会議主催 第9回「ブルーノ・タウトと外断熱の旅」—

田中辰明・田村浩一・堀内正純・大橋周二・米澤稔・久保田信一郎・平川秀樹

## はじめに

平成22年9月28日より10月7日まで、NPO法人外断熱推進会議の主催により第9回「ブルーノ・タウトと外断熱の旅」を実施した。

外断熱推進会議では、これまで8回の欧州外断熱視察、2回の北米外断熱視察、1回の中国外断熱視察を行ってきた。今回の視察は9回目の欧州外断熱視察となるが、その目的は、①9月29日にベルギーのブリュッセルにおいてEU加盟国12か国(将来的にはEU全加盟国の参加を目指す)が参加して開催された第1回国際外断熱フォーラムへの参加、②ベルギー、オランダの外断熱調査、③ドイツの外断熱(新築・改修)現場調査、④ドイツ外断熱協会(Fachverband WDVS e.V.)における講演と意見交換と交流、⑤集合住宅の原点であるブルーノ・タウトのベルリンにおける作品群の調査、⑥ベルリン市ハンザフィアテルのインターバウ、バウハウス記念館、シュトゥットガルトの第一次世界大戦後に一流建築家を集めて建設されたヴァイセンホーフジードルング(Weissenhofsiedlung)、新エネルギーの利用、さらに環境共生都市を目指したポリシティーなどのドイツ建築調査である。

今回の視察には、田中辰明団長以下10名が参加した。  
団長：田中辰明(お茶の水女子大学名誉教授)、副団長：田

村浩一(外断熱推進会議事務局次長)、事務局：堀内正純(外断熱推進会議事務局長)、団員：大橋周二(㈱大橋建築設計室代表・札幌)、米澤稔(㈱よねざわ工業代表取締役・札幌)、久保田信一郎(高島(株)建材事業本部)、若菜繁(ダウ化工(株)技術開発本部・本部長)、横畑真(ダウ化工(株)北海道営業所所長・札幌)、高橋秀宣(ダウ化工(株)東日本第一営業部)、平川秀樹(ダウ化工(株)北海道営業所・札幌)である。

## ● 9月29日(水) 第一回国際外断熱フォーラム報告

(文責 平川秀樹)

第1回国際外断熱フォーラム(International ETICS-Forum)が2010年9月29日にブリュッセルにて、ヨーロッパ外断熱工法協会(European Association for ETICS、略称：EAE)の主催で開催された。

ETICSとはExternal thermal insulation composite systemsの略称であり、湿式外断熱工法は一般的にETICS(イーティックス)と呼ばれている。フォーラムにはEUを中心とした各国から250名以上の参加者があり、10名の発表者からEUの断熱基準の最新動向、外断熱市場動向、新しい外断熱技術、各国の外断熱の状況、建築家からみた外断熱工法等、幅広い内容の発表が行われた。この中から、とくに興味深い発表について概要を報告する。

訪問先及び執筆者(平成22年9月～10月)

		都市名	視察・調査内容	執筆者
29	水	ブリュッセル	第1回国際外断熱フォーラム(EAE)	平川
30	木	アムステルダム郊外	Leidschendam/Voorburg オランダ「外断熱改修賞受賞物件」調査 Amersfort パッシブハウス調査	大橋 米澤
1	金	ベルリン	ベルリンの外断熱改修現場視察	久保田
2	土	ベルリン	ブルーノ・タウトのジードルング調査	大橋
3	日	シュトゥットガルト	シュトゥットガルトの外断熱(新築・改修)現場調査	堀内
4	月	バーデンバーデン	外断熱協会(WDVS)ゼツラー博士の講演と意見交換	平川
5	火	シュトゥットガルト	ヴァイセンホーフジードルング(Weißenhofsiedlung)調査 Polycity団地調査	大橋 田村

原稿全般の監修、補筆、写真の提供(一部)を視察団団長・田中辰明博士(お茶の水女子大学名誉教授)が行った。



写真1 フラウンホーファー研究所所長のゼドルバウアー教授の講演

### フラウンホーファー建築物理研究所所長 Klaus Sedlbauer博士 (Stuttgart大学教授を兼務)

ゼドルバウアー教授はNPO法人外断熱推進会議が発足した当時に来日し、法人が東京、京都、札幌で開催した「外断熱シンポジウム」で講演を行い、常に外断熱推進会議を支援してくださっている方である。

世界のエネルギー消費のおよそ1/3が暖房用途で消費されており、とくに古い建物においては顕著である。標準的な戸建て住宅を例にすると、古い建物では年間28,000kWhもの熱損失があるが、断熱改修を行うことにより年間9,000kWhまで抑えることが可能である。このような省エネ対策を施すことにより、建物は環境に対してほとんど無害なものとなる。建物の計画時には、その断熱性能による環境配慮を第一に考え、次に空調を用いることを考えるべきである。断熱の重要性は次の5つに示すことができる。

1. 省エネルギーと地球環境保全
2. 熱的快適性を保証する
3. 暖房費の削減を確実にする
4. 構造材の劣化を防ぐ
5. 熱的ストレスを軽減する

今後の世界的傾向として、建物の省エネ性能はさらに向上することになるであろう。省エネ性能の向上は環境面および経済面において優位性をもたらすようになり、たとえば、断熱性能による建物減価償却の増減も可能である。このような税制面の誘導には、政府の働きが重要である。外断熱工法の未来はまだ始まったばかりであり、多くの人の関与が必要である。博士の発表はプレゼンテーションも素晴らしく、講演口調も大変明瞭で、説得力もあり好感の持てる内容であった(写真1)。



写真2 自ら設計した外断熱住宅をテーマに講演するMaxwell Hutchinson氏

### ベルギー建築研究所 (CSTC) 材料研究所所長 Yves Grégoire氏

ベルギーでは1970年代から建物の断熱に対する関心が高まり、レンガ二重積みによる断熱工法が行われるようになった。レンガ二重積み断熱工法は、二重に積んだレンガの間に中空層を設けたり断熱材を充填したりする断熱工法で、一般的にはInternal Insulation(壁内部に断熱層がある断熱工法)と呼ばれている。最近ではEPS断熱材の上をモルタルで仕上げる湿式外断熱工法が主流になってきている。ベルギーでの湿式外断熱工法の普及にはベルギー建築研究所(CSTC)が大きく関わっている。このCSTCの調査によると、湿式外断熱工法の不具合のほとんどは仕上げ材の剥離やひび割れに関するものである。原因としては外装仕上げの透湿性・排水性に対する配慮不足によるもの、施工の手順を誤ったり規格外のモルタルを使用したりする等の施工不良によるものが挙げられ、割合としては後者が90%を占める。そのため、構成材料の全てを一括して施工するシステムであることや施工管理体制の充実が湿式外断熱工法にとって重要である。

### 建築家、作家、テレビ番組司会者 Maxwell Hutchinson氏

Hutchinson氏はイギリス建築家協会会長を務めるなどしたイギリスを中心に活躍する建築家であり、外断熱工法による建物を数多く設計している。また、BBCの建築番組の司会を担当したり、著書がベストセラーになるなど多才な人物である。そのような著名建築家であり外断熱工法に対する造詣も深い氏が、講演中になんども外断熱工法を以下の言葉で絶賛したのが印象的であった。

- ETICS is fantastic!
- ETICS is wonderful!
- ETICS is beautiful!
- ETICS is amazing!
- ETICS change the world! (写真2)

● 9月30日(木)  
**オランダ外断熱改修賞受賞建物**  
 (文責 大橋周二)

2010年9月30日オランダ外断熱視察

サンゴバン社Gerard van Pooden氏の案内でオランダ西部の町フォールブルフにある集合住宅を視察した。

オランダでの外断熱市場は40万㎡/年ほどであり始まって間もない状況であるが、オランダ政府が外断熱改修を推進していることもあり改修市場が成長している。オランダは伝統的に煉瓦造の建物が多いことと合わせ、自治体が定める景観条例により外観を変更できない規制があるため、外断熱改修ではタイル仕上げの要望が多い。視察した集合住宅でも使用されているが、外断熱タイル仕上げシステムは75kg/㎡までの荷重に対応できる、接着モルタルとファスナーが併用されている。同時にタイル荷重に耐えられ、衝撃性に優れているXPS(押出発泡スチレン)による外断熱システム工法が多くなっている。

視察した集合住宅Renovation120housesVoorburgは、建築後30年を経過した2007年に改修、敷地面積は4500㎡、5階建て、住戸数は120戸、住戸タイプは居間・食堂・台所の他寝室が3室、1住戸床面積100㎡の賃貸アパート。2009年オランダ外断熱改修サステナビリティ賞を受賞した建物で、オランダ基準で最低レベルFから、最高基準のAに向上した建物である。

既存集合住宅3棟を外断熱改修と合わせ新設した外部階段とその階段を繋ぐ屋外廊下によって一体化し外観デザインを一新している。

改修工法は前述のとおり、外壁にXPS断熱材100mmを全面接着モルタル+機械固定し、仕上げタイルは、厚さ18mm、28kg/㎡で硝子メッシュ入り下地モルタル面に特殊モルタル他で接着している。室内側からの透湿は、タイル目地が外壁面積の7%以上あれば可能という見解である。基礎周りは地盤面より600mmまでXPS断熱材100mmを貼っていた。シーリングについては10年毎に改修を行うがタイルについては50年の耐久性を確保して



写真3 オランダのタイル張り外断熱集合住宅(XPS使用)

いる説明があった。窓はPVCサッシに交換、窓枠の断熱欠損防止のためXPSを30mm以上被せて覆う納まりとしている。窓枠上部には室内換気用のガラリが設置されており各住戸内には熱交換型の換気装置は設置されていない。

既存建物に設置されていたバルコニーは全て撤去し、新設したバルコニーも外観写真(写真3)の通り、既存建物との熱橋を考慮し最小限の固定とし、自立した新設バルコニーを設置している。既存建物3棟を繋ぐ外部廊下は、鉄骨造の柱、梁上にコンクリートPC板をボルトで固定する規格化された構造である。廊下を設置することで居室の採光が失われないように窓側から1m程度離すことで空間を設け吹抜状となっている。

改修により家賃は500ユーロ/月から600ユーロ/月にアップしたが、暖房費は250ユーロ/月から150ユーロ/月に削減されている。

● 9月30日(木)  
**アメルスフォールト パッシブハウス**  
 (文責 米澤稔)

不動産会社の分譲住宅地に、陸屋根で庇のない高断熱住宅が並び、煉瓦と白色の湿式塗り壁でまとめている。この内一棟だけが完成間もないパッシブハウス(写真4)であり断熱性能は最高のAレベルである。パッシブハウスの基準は年間の暖房需要量が15kW/㎡年以下、壁の熱貫流率は0.15W/㎡K以下である。

建物は地上2階半地下1階の2世帯住宅であり、床面積は約200㎡である。構造は組積造3層で、その組積ユニットは「石膏砂岩(Kalksandstein)」で、石灰と骨材の砂を混合し焼成したものである。欧州では多く使用され



写真4 オランダで完成したパッシブハウス(レンガ張り外断熱XPS使用)

る建材であるが我が国では使用されていない。外側の仕上げ壁は地下部と腰壁部が煉瓦積で、上部は断熱材の上層にタイル張り施工している。スラブはPC板(またはハーフPC板)と考えられる。

断熱材はXPS120mm×2層の外断熱である(写真5)。厳冬の約3カ月のみ、換気ダクトを使って補助的に暖房を使用している。将来的には太陽熱温水器の設置を検討している。

窓はトリプルガラス(3-16-3-16-3)のPVCの窓枠を採用している。窓枠内にXPSを充填して枠の性能を強化している。吊り元側のパッキンが痛まないように工夫があり、エアタイトの性能も高い。半地下室の採光窓はGLより上にあるものと、ドライエリアにしてGL以下まで伸ばしたものがある。煉瓦壁の縦目地には、上下に目立たぬように通気口を設けている。開口部下端の水切板は、しっかりと壁からせり出している。

換気装置は地下に設備され、第一種熱交換換気装置で熱回収率85%と性能は高い。雨水はタンクに貯水し、トイレや庭の散水用として利用している。



写真5 パッシブハウスではXPS120mmが2層にして外断熱が施工された。

販売価格であるが、このパッシブハウス(Aランク)は75万ユーロ、隣の同規模(床面積200㎡)の高断熱住宅(Bランク)が65万ユーロと説明を受けた。土地代を含めてもやや高額な感じである。

ご家族や同居のご両親の様子をみると、住み心地の良さを実感していることは間違いなさそうである。このパッシブハウスの真価を発揮する、今年の冬季が楽しみな様子である。

## ●10月1日(金) ベルリン 外断熱改修現場

(文責 久保田信一郎)

ベルリンでの外断熱現場視察(2010年10月1日)

### ①集合住宅の外断熱改修

ホルガー・メルケル博士の案内でベルリンの外断熱改修現場を視察した。メルケル博士は平成22年6月7日にNPO法人外断熱推進会議主催の講演会でドイツの最近の外断熱工法について講演をしてくださった方である。ドイツは外断熱の歴史が古く、1960年代より行われている。ベルリンでは東西ドイツ統一後、建物の断熱性能が低かった東ベルリンでは、西ベルリンの断熱水準に追いつくため、急速に外断熱改修が行われた。その結果、東ベルリンでは90%近くの建物が改修されているが、西ベルリンでは15%程度の改修率にとどまっている。現在、ベルリンでは新築の着工件数は減少しているが、改修物件は増えている。特に外断熱改修は政府の補助金制度等もあり、国全体で推進している。

今回視察した物件は、東ベルリンにある1986年に建て



写真6 1986年建設の集合住宅外断熱改修(旧東ベルリン)

られた集合住宅である。採用されている外断熱システムは、湿式外断熱工法であり、ドイツで最も一般的に行なわれている工法である。

改修物件は全部で31棟1500戸(平均65㎡/戸)で、約2年間をかけて改修する。今回の改修は省エネに重点を置いており、主に以下の3つの方法を実施している。

1. 外断熱システム
2. 窓の熱貫流率 $U=1.1W/m^2K$
3. ヒーティングマネジメントシステム  
(コ・ジェネレーションによる地域暖房)

外断熱に使用している断熱材はEPS120mmと厚く、サッシは樹脂サッシである。

外断熱の施工は、断熱材を接着モルタルと断熱ファスナー併用で取り付け、その上にベースコートを塗り、ファイバーメッシュの伏せ込み、最後にトップコートで仕上げる方法である。日本ではあまり見られないが、防火対策としてロックウールによるファイヤーストップが施されている。縦方向は2フロア毎に、横方向は住戸毎に区画し延焼防止を行っている。

今回の改修コストは500ユーロ/㎡(床面積)になる。ドイツでは改修コストの11%まで住民への負担が許されており、1.2ユーロ/㎡の家賃アップが行われる。しかし、外断熱改修により暖房コストが0.5ユーロ/㎡削減可能になるため、住民の実質負担額はプラス0.7ユーロ/㎡に抑えられる。多少の家賃アップにはなるが、省エネで快適な生活が送れるようになり、住民には好評のようである(写真6)。



写真7 ベルリンの高級ホテル「アドロン・ケンピンスキー」はXPSで外断熱が施工された。

## ②アドロン・ケンピンスキーホテル (Hotel Adlon Kempinski)

アドロン・ケンピンスキーホテルはベルリン中心部の有名な5つ星ホテルで、かつて東西ベルリンの境界に建ち東西冷戦の象徴と言われたブランデンブルク門のそばに位置しており、10年前に外断熱改修を行っている。

1,2階は石材仕上げの外断熱工法で施工されており、断熱材は押し出し発泡スチレンが使用された。上層階は湿式外断熱システムで施工しており、ひび割れなどの問題は全く見られない。外断熱改修しているにもかかわらず、重厚で趣のある外観は、ホテルとしての意匠性を損なわない素晴らしいものである(写真7)。

## ●10月2日(土) ベルリン ブルーノ・タウトの ジードルング

(文責 大橋周二)

視察5日目は、団長の田中辰明博士の案内でブルーノ・タウトのジードルング調査を行った。建築家ブルーノ・タウトは1933年日本に移住1936年トルコへ移住するまでの3年間、熱海の日向別邸の内装設計を行い、高崎市少林山達磨寺洗心亭に住み『日本美の再発見』『日本文化私観』『日本タウトの日記』などの著書を残す日本の文化に理解を示した建築家である。特に桂離宮、伊勢神宮を世界に紹介した功績は大きい。

今年8月に刊行された『建築家ブルーノ・タウト』(著者/田中辰明博士、柚本玲氏)には、タウトの生涯と業績について詳細に紹介されている。今回の視察では1日と



いう限られた日程であったが、ベルリン市内の見学の他、タウトが残したジードルング(集合住宅群)の内6箇所とブリッツで修復中の戸建て住宅を見学することができた。見学順に1日の行程を紹介する。

インターバウは1957年ベルリン市内ティアガルテンの森の中に国内外から集まった建築家によって設計された中高層モデル住宅群である、ニーマイヤー、アアルト、グロピウス等の作品36棟が建つ。特にこの地区をハンザフィアテルと呼んでいる。第2次世界大戦の敗戦により疲弊したドイツの建築技術を一気に取り戻そうとして世界から有名建築家を集めてコンペを行い、その作品が建っている。まさに近代集合住宅の博物館と称してよい。

日本大使館、車中よりベルリン・フィルハーモニー(1963年ハンス・シャロン設計)、新ナショナルギャラリー(1963年ミース・ファン・デル・ローエ設計)、ドイツ連邦議会議事堂(1894年、1999年フォスターによる改修)を見学ここで日本大使館を見学したのは、今回の主要見学先がベルリンのモダニズム建築であったことによる。これをナチス政権が嫌い、タウトの日本への脱出、バウハウスの解散等に至ったのであるが、一方ナチス政権が好んだ建築様式の代表として現存しているものが、くしくも日本大使館であった事による。

バウハウス博物館は、1978年第二次世界大戦で米国に亡命したグロピウスが創設したバウハウスの関連資料を保存している。この博物館を見学後、ブルーノ・タウトの集合住宅視察を行った。

カール・レギーンの住宅都市(1928-1930、1145戸、タウト48才の作品)は、ベルリン市内でも大規模なジードルングであり、全てに中庭があり、妻側に配置されたバルコニーのデザインに特徴を感じる。ここは2008年7月ユネスコ世界文化遺産に指定された。現在見れば日本にもありそうなマンションであるが、1920年代ドイツは第一次世界大戦の敗戦国となり、工業化により払いきれない賠償金を払おうとしていた時代であった。従って犠牲者は労働者でその住宅たるや監獄のようであったと言われている。これではいけないとして労働者のために健康を配慮した集合住宅づくりに専念したのがブルーノ・タウトであった。

プレントラウアーベルク地区の集合住宅では(1926-1927、122戸)は、シェーランカー通りの住宅、エルンスト・フェルスデンベークの住宅を視察、住棟がH型であ



写真8 ブリッツの馬蹄形住宅の近くにあるタウト設計の小住宅

り、方位的には全ての住戸が南側採光となる様配置されている。団地に接して教会があり、一部外壁に使用されているタイルは同色であった、近隣との調和を考慮したものと考える。

ヴァイセンゼー地区ブッシュアレーの集合住宅(1925-1930、645戸)は、路面電車が走る東西に伸びる大通りに面して南側、北側の通り沿いに長く建てられた住宅。1住戸は57.6㎡に浴室が設置された小住宅である。

ブリッツの大規模住宅団地＝馬蹄形住宅(1925-1930、1963戸)は、タウトが建築家マルチン・ヴァグナーとの共同作品であり、馬蹄形集合住宅の中央に池がある。さらに外側に放射状に低層の集合住宅が広がる大団地である。

タウトには珍しい戸建て住宅をこの団地内で見学することができた(写真8)。タウト建築の保存運動を推進している造園建築家カトリン・レッサーさんの所有で、



写真9 ファルケンベルクの玄関に彩色を行った住宅(タウト設計)



写真10 外断熱施工を行うStuttgartの高齢者施設新築工事

現在修復中であった。オリジナル色を再現するため塗装を擦りだし方式で調べ、暖炉、家具などの修復を行っている。調査団は予めレッサーさんと連絡を取っておき、ここで説明を受けられたのは幸いであった。この住宅をタウトファンのベルリン滞在時の住居として提供すべく改築を行っているとのことであった。

最後の視察は、田園都市ファルケンブルク(1913-1916、129戸、タウト32才の作品)、場所は旧東ベルリンでシェーネフェルド空港に近く、都心にあつて田園都市を造るという計画の住宅群である。各住戸が使用できる敷地は広く、住宅団地面積は4.4haで、緩衝帯面積は31.2haとなっている。どちらかというと画一的になる集合住宅に彩色を施し、個性をもたせせた。玄関に派手な彩色を行った集合住宅の例を写真9に示す。

ブルーノ・タウトは1933年来日するまで集合住宅団地12000戸を設計している。20世紀初頭1910年代から始まった集合住宅建設にあたって、労働者、住民の住生活環境の改善、自然と調和を考慮し、また自らも自動車を運転したことから自動車の普及を予想し、どの住宅団地も車道と歩道、さらにカーポートまで設けていた設計手法を考えると日本の集合住宅のあり方に議論が必要と感じる。NPO法人外断熱推進会議をベルリンから応援してくれている知日派のドイツ人ボヤシェブスキー氏(Manfired Bojaschewsky)がドイツレストランで夕食を共にして下さり、現在のベルリンの事情(翌10月3日はドイツ統一の日で今年は特に統一20周年という節目の年でもあることから)、東西ドイツ問題を中心に話を伺うことができた。

## ●10月3日(日) シュトゥットガルト 外断熱 (新築・改修)現場

(文責 堀内正純)

ドイツ在住で常にNPO外断熱推進会議を海外から応援してくださっている田中敏郎様(元フラウンホーファー建築物理研究所研究員)の案内で、高齢者施設の新築現場、築60年の低層集合住宅の外断熱改修現場を調査した。最初に宿泊ホテルに隣接したザルツェッカー駅前に新築中の高齢者施設の現場を見た。カラフルなデザインでSto社の施工現場であった。

躯体は日本ではあまり見られない‘カルクザンドシュタイン’という石灰砂岩造で作られており、窓の上部には外付シャッターボックスが取り付けられている。窓はPVC複層ガラスである。優れた省エネ性能を確保しながら、意匠的にも素晴らしいデザインであった。新築中の高齢者施設を写真10に示す。

次に、Uバーン(地下鉄)でシュテックフェルトの外断熱改修現場に向かった。ドイツでよく見かける三階建て(地下室付き)集合住宅である。1950年(60年前)に建設された集合(賃貸)住宅をアルセコ社の炭素粒子入りEPS(200mm)による外断熱改修を実施中である。改修にあたっては、住んだまま工事を行うのではなく、住人を一時間規模の集合住宅に転居させて内装及びバルコニー、開口部の交換を行う。ドイツでは外断熱材の厚さが年を追って厚くなり、少しでもこの傾向を抑えるため、炭素粒子を混入したEPSが使用されるようになってきた。

既存のバルコニーを壊し、新たに開口部を取り付け、熱橋(ヒートブリッジ)対策を行ったバルコニーを後付





写真 11 外断熱改修工事を行う 1960 年代に建設された集合住宅

する方法をとっていた。外断熱改修中の集合住宅を写真 11 に示す。

低所得層を対象とした集合(賃貸)住宅であるが、窓を高性能な窓に交換し、壁の断熱も 200mm にすることで、これまで 5 ユーロ/㎡(4 万円/月)であった家賃を倍額の 10 ユーロ/㎡(8 万円/月)に値上げされたという。それでも、快適さと光熱費の削減があるからよいという。後日、外断熱協会のゼツラー博士に「何故、低家賃の賃貸住宅であるにも関わらず 200mm 断熱を行うのか?」と質問したところ「200mm 断熱を行うと補助金が出る…?」との答えがあった。古い基準(1999 年基準)に固執して、断熱を強化しない我が国にとって学ぶべき政策である。

## ●10月4日(月) バーデンバーデン 外断熱協会 (Verband des WDV's) ゼツラー博士講演と意見交換

(文責 平川秀樹)

Verband des WDV's はドイツ外断熱工法協会の略称であり、第 1 回国際外断熱フォーラムを主催したヨーロッパ外断熱工法協会(EAE)の主要メンバーである。協会の事務局長である Wolfgang Setzler 博士は EAE の事務局長も兼任されており、今回 Setzler 博士から協会の役割、ドイツにおける外断熱の状況等について直接お話を得る機会を得たので、その概要を報告する。ちなみにゼツラー博士は NPO 外断熱推進会議主催の外断熱講演会で講演を東京、名古屋で行っている。

## 協会の役割

WDV's 協会はドイツの外断熱メーカーや施工業者を中心に 1975 年に創設された。現在、ドイツの外断熱施工業者のおよそ 90% が協会会員によって外断熱施工されている。協会の主な役割は、外断熱工法の基本的な技術仕様を開発し標準的な品質水準を高めること、政府や一般ユーザーに向けて外断熱工法の目的や優位性を啓蒙する広報活動を行うことである。なお、EAE はヨーロッパ 12 カ国の外断熱協会が連合して 2008 年に創設された。主な役割はドイツの WDV's 協会と同様であるが、とくに欧州規格委員会(CEN)やヨーロッパ技術承認協会(EOTA)等による外断熱工法の基準作成に関して技術的助言を与えるなどの協力と指導を行っている。

## ドイツにおける外断熱工法の現況

ドイツにおける標準的な外断熱工法は、発泡プラスチック断熱材上を外断熱用モルタルで仕上げる湿式外断熱工法であるが、最初の湿式外断熱は 1957 年に施工された。その後、オイルショックや東西ドイツ統合によって市場は大きく拡大し、現在では年間 4,000 万㎡の施工が行われている。これは、新築と改修を合わせたドイツにおける外壁工事面積の 90% を占める量であり、歴史的建物等を除くほぼ全ての建物が外断熱工法を採用しているといえる。平均断熱厚は EPS 換算で、2000 年が 80mm 程度であったものが、2009 年には 110mm 程度となっており、この 10 年で外壁の断熱性能が 30% 以上の向上が図られていることになる。これは、地球温暖化問題に対応した新築に対する断熱基準の強化、断熱改修に対する政府の助成制度や低利融資制度によるものである。

## 外断熱の施工と品質確保

湿式外断熱の施工に関しては、塗装業者や左官業者を中心に行われている。ドイツでは各種建築工事に対してライセンス制度が取られており、湿式外断熱工事に関しては WDV's 協会が施工業者のライセンス認証を行っている。施工検査は施工業者協会が実施しており、標準的には 5 年間有効である施工業者協会発行の証明書は施工業者と建物所有者が保持することにより施工品質の確保が図られている。また、断熱性能の証明に関しては省エネルギー鑑定士の制度があり、約 2 万人が登録されている。

これは「エネルギーパス」と呼ばれ、欧州全体に普及し

始めている。

### ドイツおよびEUの省エネルギー基準

EUは2010年7月に“20-20-20方針”を宣言した。これは、2020年までにCO<sub>2</sub>排出量を20%削減する、建物でのエネルギー消費量を20%削減する、風力発電などの再生可能エネルギーの比率を20%にすることを表している。EU各国は、今後この方針に基づいて省エネルギー基準の強化や再生可能エネルギーのさらなる普及に向けた政策を実施する見込みである。ドイツにおいては、省エネルギー基準が初めて告示されたのは1977年であるが、現行の基準は2009年に告示されたもので、それまでの2002年基準よりもエネルギー消費量を30%削減可能な基準となっている。さらに、2012年には早くも基準の改正が予定されており、現行基準からさらに30%の削減可能な内容で、現在15%程度の普及率である、いわゆる“3L住宅”の断熱水準が標準となる予定である。

### 外断熱工法の防火規則

わが国では外断熱に対し、特に防火に対し厳しい条件が課せられ、普及の障害になっていることからゼツラー博士は特に防火に対する講演を行ってくださった。ドイツにおける湿式外断熱工法の防火規則は、基本的に断熱材の燃焼性と施工される高さによって施工可能範囲が区分けされている。断熱材は次の3種類に区分される。

- A : グラスウールなどの不燃系断熱材
- B1 : 燃焼遅延剤を混入したDIN 4102に適合する発泡プラスチック系断熱材
- B2 : その他の断熱材 (燃焼性が確認されていない断熱材など)

それぞれの断熱材を用いた外断熱工法の施工可能高さは次のように定められている。

- B2 : 地表面からの高さが7m以下の範囲
- B1 : 地表面からの高さが22m以下の範囲
- A : 全ての範囲(地表面からの高さが22mを超える範囲)

また、厚さ100mmを超えるB1・B2の断熱材を用いる場合、防火帯の設置が義務づけられている。防火帯は幅200mm以上のA断熱材を用い、次の位置に設置することが基本となる。

1. 水平方向 (①もしくは②の選択)

①開口部の直上 (ただし、階段室等の縦穴区画に設けられた開口部においては、開口部左右にも防火帯を設ける)

②界床と交差する部分の外壁について二層毎に設ける

2. 鉛直方向:防火壁である界壁と交差する部分の外壁

なお、ドイツの外断熱の現況、ドイツの省エネルギー政策や各種助成制度、防火帯の技術仕様等の詳細についてはWDVS協会ホームページ(<http://www.heizkosten-einsparen.de/>)に掲載しているので、そちらも参考されたい。

## ●10月5日(火) シュトゥットガルト ヴァイセンホーフジードルング (Weisenhofsiedlung) 調査

(文責 大橋周二)

視察8日目午前中は、団長の田中辰明博士の案内でシュトゥットガルトKillesbergにあるヴァイセンホーフの集合住宅の視察を行った。

1927年ドイツ工作連盟主催の展覧会「住居展」としてヨーロッパをはじめ世界各国から17名の建築家を招き33棟のモデル住宅が建設された。展覧会開催の背景には第一次世界大戦で敗戦国となったドイツは、その賠償金の支払いで住宅水準が低下、これを回復するためのもので、1926年7月26日シュトゥットガルト市議会はミス・ファンデル・ローエに全体計画をヒヤルド・デッカーに建設の総監督を依頼している。展示会の期間は1927年7月23日から1927年10月9日まで3ヶ月余りであるが、約50万人の来訪者があり、展示会後市議会の決定で一般に譲渡された。

1939年から1945年第二次世界大戦により団地内の建物が破壊されている。敷地内に設置された案内によると、ブルーノ・タウト、弟のマックス・タウト、グロピウスの作品を含め10棟が破壊されたことが分かる。戦後ドイツ連邦共和国の所有となり、さらなる破壊防止のため1958年には記念建築物の指定を行い、1981年から1987年にかけて記念建築物保護法による改修が行われている。

1977年7月23日ドイツ工作連盟の展示会開催50周年記念祝典が開催され、シュトゥットガルト市は2002年、コルビュジェの2家族専用住宅を取得し2006年から博物館として一般に公開している。



写真12 ヴァイセンホーフジードルングのコルビジェハウス

ミースの中層集合住宅、アウトヤスタムの連棟型住宅、そして左右に階段を設置したコルビュジェの2家族専用住宅など実験的なモデル住宅群が保存されている。現在はこの団地一体が記念建築物の指定を受けており、視察中も見学者を相次いで見かけた。ベルリンのハンザファイアテル同様に西洋建築史を学んだ者にとって、涙が出そうになる嬉しい見学であった。コルビュジェの住宅を内部から見学できたのも感激であった。写真12に内部の公開も行われているコルビュジェハウスを示す。



写真13 ポリシティで太陽電池を設置した独立住宅

## ●10月5日（火） シュトゥットガルト Polycity団地調査

（文責 田村浩一）

かつてNPO法人外断熱推進会議がお招きしドイツのエネルギーパスや自らの作品紹介をしていただいた事のあるエコ建築家ヴォルフガング・レーナート(Wolfgang Lehnert)さんにご案内いただいた。

Stuttgartの郊外にあるシャルハウザーパーク駅前にある市庁舎内において開発担当のスタッフからPolycityが開発されるまでの説明があった。この場所は1951年から1992年まで米軍の宿舎があったがEUの研究プロジェクトはここに団地を建設するに当たり公的建築物のCO<sub>2</sub>削減率を2008年レベルで15%であったものを2020年には30%目標に設定した。そのために、住居の断熱化と熱源を環境にやさしい木材チップを利用したバイオマスを燃料としたコ・ジェネレーションを採用した。この方法は学校にも採用したい。ここには8,000名の住民を収容し、2,000人の働く場所を確保し、2020年には30%のCO<sub>2</sub>削減を目指した団地を目標にしている。

また、各住戸にはGermanStandardという従来のエネルギー証明書があるがこれではレベルが低いことからこの団地のエネルギー証明書では使用エネルギーを蒸気と水と電気の3段階に分類して表示している。また、住居人がエネルギーの改善が出来るようヒントも記載されている。使用エネルギーの「見える化」は重要なことでその観点から3つのEが重要と考えている。一つ目のEは代替エネルギーの使用、二つ目はエネルギー効率の向上、三つ目は住民の省エネに関する心がけだという。代替エネルギーの使用について、昔はコールタールを燃焼させて熱源を得ていたが今はバイオマスを使用している。将来はガスタービン使用のコ・ジェネレーションに変換の予定もある。この団地は独立住宅と集合住宅の2種類が混在しており価格は2500ユーロ/㎡で170㎡の独立住宅では 約5,000万円、80㎡の部屋では約2,400万円相当となる。その後市庁舎内屋上より団地全体を遠望した。団地内の太陽電池を設置した独立住宅を写真13に示す。



写真14 ポリシティの芝生で遊ぶ子供たち(芝の下は貯水槽)



写真15 ポリシティのバイオマス燃料によるコジェネレーションプラント

その後施工業者Harald Luger氏からの案内で団地内を見学した。2005年から2010年まで60戸が建設された。最終的には86戸の団地となり建設費は当初155億円、省エネのために追加投資が45億円で合計200億円である。敷地面積は13,220㎡、住居面積は10,589㎡である。

団地の中央には広い緑地帯(時にはGardeningのイベントがある)が設けられ、調査団訪問時には子供たちが芝の上で遊んでいた(写真14)。芝の下には浅層地下水として雨水、住戸から出るドレンなどが流れフィルターでろ過し中水として再利用されている。団地の端にはバイオマスのコ・ジェネレーションプラント(写真15)があり常時無人で運転されている。(日本で言う熱併給発電地域冷暖房プラント)住戸の壁の断熱材は160mmのEPSで窓のU値は1.2W/㎡Kである。入居前の住居にも内部まで案内していただいたがエネルギーのモニター、サーモスタット、窓や換気など省エネのための工夫がなされていることが伺えた。躯体には175mm厚さのカルクザンドシュタインと呼ばれる遮音効果のあるレンガ(石灰の粒と砂を水で固め焼成したもの)でこれは付近を通過する飛行機の騒音対策のためであるという。総壁厚さは360mm。バルコニーは熱的に縁が切っており裏には断熱材が貼られている。各戸にはエネルギー証明書が発行されるが使用エネルギーの詳細は個別にはオープンにされずデータは大学に集約され将来的なエコ住宅の開発のための資料となる。

最後にバイオマス熱源によるコ・ジェネレーションプラントを責任者のロッツ氏に案内していただいた。ここでは木材チップを利用したバイオマスを原料が燃焼され240℃のシリコンオイルが生産されこれが熱交換されて蒸気して各戸に分配され各住戸はエネルギーの供給

に心配がないようになっている。各住戸にはエネルギー積算計がありその数字で使用料を払う仕組みである。これだけの省エネ住宅にしても住んでいる人たちの省エネ意識が今一步であるとの説明が印象的であった。住宅では蒸気から温水に熱交換され、各住戸の放熱器には温水が流れている。ドイツでバイオマスを利用するのも森林保護を目的とし、林業の育成に寄与するためのものである。

## ●まとめ (文責 田中辰明)

約10日間の視察と調査旅行であったが、各社から選抜された精鋭が集まり、かつ和やかに活動することができた。毎日予定が盛りだくさんでやや強行軍でもあったが、全員の協力で無事に成果を収めて帰国できたのは有りがたいとであった。調査先に事前調査、訪問許諾の取得などにNPO法人外断熱推進会議事務局に大変なお骨折りを頂いた。また訪問をお願いした先方では大変丁寧な受け入れていただき、歓迎された。貴重な資料を準備したうえご提供いただき、わが国の外断熱の健全な普及に寄与できると考える。とくに今までわが国で知られていなかった押出発泡スチレンによる外断熱工事が進みだしていること、その工事現場を見学できたことは新しい知見であった。接着モルタルが良く接着できる、施工しやすいなど現場の職人からも賛美の声が聞かれた。NPO法人外断熱推進会議では今後ともこのような調査・視察団を海外に派遣し専門家と交流を保ち、意見交換を行い、また新しい知見を得ることを重要な任務と考えている。